

# つくば Science Edge 2023

## 中高生国際科学アイデアコンテスト



要旨集

主催：つくば Science Edge 2023 実行委員会





つくば国際会議場  
館長  
江崎 玲於奈

## ご挨拶

つくば Science Edge は、サイエンスの研究に深い関心を持っておられる中学生や高校生の皆さんがおやりになった研究成果を的確に評価することにより、皆さんがサイエンスと取り組む意欲を高めたいと考えております。そして将来、いつか皆さんの中からノーベル賞受賞者が輩出することを望んでいます。

2010年に第1回を開催し、今回で13回目を迎えることになりました。

今年も新型コロナウイルス感染症の影響により、一部制限を受けながらの開催となりますが、リアル開催とさせていただきます、国内より18都道府県54校、及び海外からも2ヶ国23校より合計241チームの参加いただきました。

さて、ここで「サイエンスの研究とは何か」というところから考えてみましょう。サイエンスの研究は皆さんに「疑問を發して考えよう」と教えるでしょう。そして「検証できるもの」だけをその対象とします。

これに対し宗教の門を叩きますと、「疑わずに信ずべし」と教えるのではないのでしょうか。例えば「神や仏は疫病や災害を治め、幸をもたらします」などと、「検証できないもの」を受け入れるところに信仰の基盤があるのです。

ヨーロッパ中世が過ぎ啓蒙期を迎えた頃、「宇宙は合理性をもって構成され、自然現象においては、すべてが因果関係で結びつき数理解析が可能である。」という事実を心ある学者たちが認識したこと、それが「サイエンス」の出発点となったのです。そしてこの分野で極めて優れた才能を備えたガリレオ・ガリレイ（1564-1642）が、「自然という書物は数学の言葉で書いてある。」という主張のもと、観測と実験に基づく近代科学の実証的手法の基礎を確立したのです。

ところが、1633年、ローマ教会の異端審問会はコペルニクス(1473-1543)の地動説は聖書の教理に反することを理由に「コペルニクス説を支持し、その理論を教えた」かどでガリレイを有罪とし、自説の撤回と自宅軟禁の判決を下したのです。

「疑わずに信ずるべし」とする宗教と「疑問を發して思考せよ」というサイエンスとの宿命的対立です。

サイエンスの研究において、新しく得られた知識は如何に革新的なものであっても論理的整合性(Logical consistency)をもって既存のものの上に加わるので、サイエンスには「進歩」が内蔵されていることとなります。これが近代文明の強い基盤です。芸術、音楽、文学などの文化においては「変貌」を遂げますが、必ずしも「進歩」しません。ノーベル賞は近代文明の活力の源泉と言えるこの「進歩」の中から特に画期的なものが選出されて与えられると言っても良いのです。

サイエンスの「進歩」は、言わば人間が創り出した「進化」であり、その速度が自然の「進化」に比べて速いのです。

ところで、「宇宙に依存するものすべて、偶然か必然、Chance or Necessity が生んだ果実である。」と、紀元前5世紀、古代ギリシャきっての自然哲学者、デモクリタスは喝破しています。

研究していると、たまに大きな感動を与える予想外のサプライズ、即ちLucky Chance(幸運)に出会うことがあります。私のエサキダイオードの発見もその一つと言えるでしょう。そこで得られた飛躍的知識(ブレイクスルー)をもとに画期的技術が開発されると、社会に大きな影響を与えるイノベーション(技術革新)が実現し、際立った医療の向上や新しい産業の発展などに大きく貢献するのです。

今や、温故知新は必ずしも通用しません。未来を担う若い皆さんはサイエンスの研究を通じ、過去ではなく“未来に学ぶ”ことに励んでください。

2023年3月27日



# Index

## ◎ オーラルプレゼンテーション

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
①	医学 生物	鹿児島県立国分高等学校	津崎貴博	鹿児島県における淡水性エビ類の最近の分布および抱卵状況	8
②	化学	宮城県古川黎明高等学校	佐藤 怜	酸カルシウムのリーゼガング現象 ～古代ローマのモルタルからの着想～	9
③	医学 生物	熊本県立天草高等学校	倉田玲美	ゲンジボタルの発光周期と生息環境から考察される保護方法の確立	11
④		東京大学教育学部附属中等教育学校	藤田佳歩	アカハライモリの他個体認識 ～イモリは本当に仲間の存在を感じないのか～	12
⑤	化学	鹿児島県立国分高等学校	大小田 拓生	ボルタ電池の放電後、電解液が黄色になる！？	14
⑥	数学情報 コンピュータ	Taipei Municipal Yong Chun High School	CHENG CHAO-HUNG	Using Image Recognition to Improve Typing Systems and Develop Typing Biometrics	15
⑦		Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School	Ueno Rio	Development of Carbonated Beverages with Foam Stabilized by Protein	17
⑧	化学	New Taipei Municipal Linkou Senior High School	Lin, Yi- Cheng	Pathogenic bacteria prevention - The antimicrobial assessment of transparent anti-epidemic plastic face shields with rice bran oil and nano-silver ions.	18

## ◎ 英語ポスターセッション

NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
<b>医学・生物／Biology</b>				
1	The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University	HSU, CHING	Mosquito Escape Room	21
2	Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School	Kotaro Nishitsuka	Relationship between the emergence of cicadas and weather elements analyzed from 5 years of observation	22
3	Taipei Municipal Yangming High School	LU, NI-TUNG	A Secret of Negative air ions	23
4	Man Kwan QualiEd College	SUN Wai Yip	From Worthless to Great Worth - Biodegradable Plastic from Chicken Remains	24
5	Man Kwan Pak Kau College	Chong Hoi Ching Athena	Intelligent NFC food labeling system	25
6	National Pingtung Senior High School	MA KANG PING	Behavioral analysis and memory inheritance of slime molds	25
7	The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University	HSU, YUN-HSUAN	Decomposed of Passion Fruit Husks by Trichoderma	26
8	The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University	CHUNG, NING	Can the phototaxis of Drosophila be changed through acquired training?	26
9	New Taipei Municipal Linkou Senior High School	Tsai, Chai-Chi	Tasty and healthy- I'm the best!	27
10	Taipei Municipal Dazhi High School	CHIH-YUN SHEN	Soil is good or bad, eggshells and litter are all responsible!	28
11	浦和実業学園高等学校	宮本 航聖	The mystery of the Hydrangea macrophylla's decorative flower's long lasting curve.	30
12	Taipei Municipal Dazhi High School	YIN-AN WANG	Exploring the Interaction of Earthworms and Environmental Pollution	30
13	市立札幌開成中等教育学校	棟朝遥香	Making New Texture of Milk Jelly using High Methoxyl Pectin	31
14	Akita senior high school	Kokomi Ono	Verification of the antibacterial effect of kanamycin combined with the substances derived from green tea	32
15	MITA International High School	Hikaru Hasegawa	The expression of nsCCN after amputation of the right foreleg in Cynops pyrrhogaster, known as the fire-bellied newt	32
16	Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University	Chen, Peng-Chen	Environmental Enemy-the Impacts of Microplastics on Daphnia	33
17	國立中山大學附屬高級中學	Hua Yu Chin	Effects of Heavy Metals on Photosynthesis of Aquatic Plants	34
18	Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan	Wang yuhsin	Are Disposable Straws Environmentally Friendly?	36
19	國立中山大學附屬國光高級中學	Lo, Yung-Yi	Discussion on the Effect of Heavy Metals on the Earthworms' Efficiency of the Kitchen Waste Decomposition	38
20	山村学園 山村国際高等学校 生物部	Hana Shiota	Skin Care with Bitter Chocolate (Sun Protection) !	39
21	Taipei Municipal Yang Ming Senior High School	WENG, SHU-YU	Investigating the effect of cockroach odor on its behavior	40
22	Taipei Municipal Yongchun Senior High School	Chang, MIN-HAN	Effects of Carbon Dioxide Concentration in Masks on Indoor Classes of High School Students	42
23	Taipei Municipal Nei-hu Vocational Hight School	WANG WEI DE	Improving the brain memory capacity of old people through a card game	43
24	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School	CHEN YUAN-HAN	Research on application of cloud intelligent planting robot in pest control	44
25	東京学芸大学附属国際中等教育学校	齋藤美月	Brain synchronization as a marker of learning during cognitive development and social interaction	45
26	東京都立国際高等学校	大橋 勇毅	The effect of digestive enzymes of Dionaea muscipula on human skin	46



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
27	三田国際学園高等学校	Honoka Abe	The expression of nsCCN in Erythrocytes during the process of newt limb regeneration	48
28	学芸大学附属国際中等教育学校	Ayumi Namatame	Antibacterial action of tea catechins and their application to vegetables	48
化学／Chemistry				
29	Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School	Chihiro Kato	Development of portable liquid soap Using artificial salmon roe	49
30	Taipei Municipal Yangming High School	TSENG SSU-MIN	Comparison of different variables and absorption values between biochar and activated carbon made of general disposable wood and bamboo chopsticks	50
31	Taipei Municipal Yangming High School	Huang, Shih-Ting	Research on the property and the application of Semipermeable Membrane and Salt Bridge	52
32	National Experimental High School at Central Taiwan Science Park	Chang, Yu -Hsin	Comparison of viscosity and pH value between xanthan gum and hyaluronic acid under identical conditions	52
33	Tokyo Gakugei University International Secondary School	Hayato Ikeda	Using Plastic Waste to Create Homes and Shelters	54
34	Sakuragaoka High School	Yu Sakai	Thermodynamic Analysis of Methylene Blue Reduced Reaction by Saccharides	55
35	Yamagata Prefectural Tsuruoka South High School	Saya Ito	Improvement of odor of sericin aqueous solution extracted from kibiso	55
36	National Pingtung High School	Chen,Guan-Hua	Trapa Biochar	56
37	Taipei Municipal Yongchun Senior High School	JYUN-HAO HSIEH	Hydrogen Production from the Electrolysis of Water Using Foam Metal as an Electrode	56
38	National Experimental High School at Central Taiwan Science Park	Yu -Cen Lin	Discussion on the effectiveness of the combination of dye-sensitive battery and nano-carbon	58
39	Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University	Ying-Yan Chen	SDGs 3:Simple sunscreen homemade and ingredient comparison	59
40	National Experimental High School At Central Taiwan Science Park	JIANG, YIN-HAN	The Preparation With Collagen Extracted From Fish Scale Application	60
41	Taipei Municipal Yong Chun Senior High School	LIN,CHEN-LING	Study on Adsorption of Dyes in Wastewater by Bagasse	62
42	Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School	Yuto Takasu	The use of lactate dehydrogenase for thermo-electrochemical cells	63
43	Hiroo Gakuen Junior & Senior High School	Haruka Hanamura	Challenge to Fabricate Perovskite Solar Cells using Nickel and Ionic Liquids	64
44	Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School	Funada Shoma	Conditions that facilitate adsorption of lactic acid with wastes	65
45	Rikkyo Junior High School	Shota Sawaguchi	Fly ! Film Case Rochet	66
物理／Physics				
46	Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School	Mahiro TAKAHASHI	A tough gel created by poly(vinyl alcohol), borax, and water	67
47	Taipei Municipal Dazhi High School	LIN,YOU-TENG	The investigation of the pulling force caused by a forced vortex	68
48	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School, National Tainan Girls' Senior High School, Sheng Kung Girls' High School	Chen Pin-Rui	Vibration detection by optical diffraction based on Image recognition of Python program	69
49	Taipei Municipal Yang Ming Senior High School	CHEN,YU-HSUAN	Use the Optical Lever Principle to measure the Micro weights	70
50	National Hsin Hua Senior High School	LIU,JIA-YU	Foehn Wind Turbine	72
51	National Experimental high School At Central Taiwan Science Park	Zhe-Shiun Fan	Fly Way Catapult- Determine Traveling Elevation and Distance of Projectile	73
52	National Experimental High School at Central Taiwan Science Park	CHEN,HONG JHE	To optimize pump's water-transporting function by investigating the design impellers	74
53	Taipei Municipal Dazhi High School	CHEN,YU-CHI	Discuss how to improve the phenomenon of blurring after writing with water-soluble chalk	76
54	Taipei Municipal Dazhi High School	CHIANG, CHIH-YU	The qualitative analysis of crispy food.	77
55	The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University	LI,HUEI-NI	Paint the School Green -- Turning the Schoolhouse into Green Building	78
56	National Pingtung High School, Pingtung, Taiwan	Lin, Hsuan-Yi	Double Diffusion Convection on Salt-Finger Phenomenon	80
57	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School <sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School <sup>2</sup>	LIANG,WEI-CHE	Sun drying weight sensing device	81
58	Akita Prefectural Akita High School	Kento Miura	Field of Physics Verification of Various Conditions Affecting the Speed of Dominoes	81
59	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	根岸愛実	Shaping Seaweed-Material	82
60	Ikubunkan Global High School	Yuto Seino	Development of the Winged Model Rocket	83
61	Tokyo Metropolitan Toyama Senior High School	Yoshino Hotta	The conditions of the object and its flying distance	84
62	Junior High School Attached To Yokohama Science Frontier High School	Yusei Mizutani	PET bottle label production using agar plastic	85
63	Hiroo Gakuen Junior & Senior High School	Ayana Koumura	Effect of fractal structures on tsunami	86



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
64	Jockey Club Man Kwan Eduyoung College	Chan Lai Ying	The Application of DSSCs	87
65	Taipei Municipal Nei-Hu vocational High School	KO,CHIH-HAN	Smart LED headlight ad tail light	87
66	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School <sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School <sup>2</sup>	LIANG,WEI-CHE	Sun drying weight sensing device	88
<b>地学／Earth Science</b>				
67	Taipei Municipal Yang Ming Senior High School	JIANG, TSAI-NI	Discussion on Building Infrastructure in High Liquefaction Potential Area - Take the Example of The new Construction Project of the Shilin Paper Mill Hotel, Taipei Shilin MRT Station	89
68	National Pingtung Senior High School	ZHANG,EN-KAI	Probing the relationship between meteorological factors and convective rain in the Pingtung area of Taiwan	91
69	The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University	HSU,WEI-EN	Joyful about green building---From Weiwuying National Center for the Arts to school library	91
70	Chiba Prefectural Kisarazu High School	Nishikawa Hina	Development and analysis of inexpensive weather observation equipment for local weather prediction	92
71	Guoguang Laboratory School, NSYSU	Tsai Chia-Yun	Marine Environment Change: Foraminifera	93
72	National Experimental High School at Central Taiwan Science Park	Hong-Sian Chen, Yi-Ting Lu	The Industrial Development of Haluton Canal	94
<b>数学情報・コンピューター／Mathematics &amp; Information</b>				
73	New Taipei Municipal Linkou Senior High School	CHEN, YU-CHEN	The Feasibility Study of Computer-Aided Design of Best-Selling Romance Novels	95
74	Taipei Municipal Yong Chun High School	LIU, GUAN-SHENG	Discussion on the Maximum Number of Edges of Lattice Polygon and Its Graphing Method	96
75	MAN KWAN PAK KAU COLLEGE	Chan Ying Ho	Find My Pet	98
76	Taipei Municipal Yongchun Senior High School	Wu, Yu-Hsuan	Analysis and planning of stock selection strategies for fundamental factors in Taiwan stock market	98
77	Yamagata Prefectural Touhgakkan Junior&Senior High School	清水 紘輔	Effects of binaural audio on English vocabulary learning	98
78	The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University	CHEN,YU-JUNG	Solve the apple snail device	99
79	Man Kwan Pak Kau College	Chan Chun Ming	Rush & Flush (An automatic toilet sterilization system)	100
80	Taipei Municipal Dazhi High School	LIU,FAN-SHOU	Discussion on the Generality of All-Ones Problems	101
81	Taipei Municipal Dazhi High School	Jia-Jia, Liu	Graphical pouring problem	102
82	Taipei Municipal Yong Chun High School	Tsai, Chieh-Yu	Using machine learning to predict the trajectory of ping-pong balls	103
83	Taipei Municipal Dazhi High School , Taiwan (R.O.C.)	Wu,Dai-Zheng	Discussion regarding the Moving Line Analysis of Finding a Parking Spot in the Parking Lot	104
84	Taipei Municipal Yongchun Senior High School	LIU YI-HONG	The Problem of the Scale Ball	105
85	Taipei Municipal Yongchun senior high school	Rui-Chieh Chang	The Number of People Standing and Sitting Down	106
86	Taipei Municipal Yongchun Senior High School	Chang, Chin-Yang	Image Recognition Play Mobile Games	106
87	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School & National Hsin Hua Senior High School	LAI,JIA-WEI	The screws and holders based on IoT engineering disaster warning system	107
88	Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School	WANG, PO-CHUN	Pet training machine that combines thermal imaging and behavior recognition	107
89	Tokyo Metropolitan Koishikawa Secondary School	Ota Ando	Analysis of the relationship between skin, hair color and personal color using MATLAB	108
90	Junior High School Attached to Yokohama Science Frontier High School	Piano Yamamoto	New Reinforcement Learning Method with Sparse Modeling	109

◎ 日本語ポスターセッション

NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
<b>医学・生物</b>				
1	秋田県立秋田高等学校	齊藤姫華	プラスチック分解能の高い酵母菌の探索	111
2	山村学園 山村国際高等学校 生物部	川口 秀翔 竹内 愛惺	ペーパーディスク法によるマスキスプレーの口腔細菌におよぼす抗菌効果	111
3	学校法人青森山田学園青森山田中学校	高橋芽愛	砂糖の防カビ、抗菌効果で家庭でできる防災食のレシピを作る	112
4	山村学園 山村国際高等学校	金子 菜名子	フラクトオリゴ糖は短鎖脂肪酸を生産する腸内細菌の割合を増加させる	113
5	桜丘高等学校	富岡 洸希	菊を用いた組織分化実験	114
6	神奈川県立相模原弥栄高等学校	佐藤 匠	ドクターフィッシュの知られざる生態～魚がお医者さん!?～	114
7	神奈川県立相模原弥栄高等学校	高橋 大樹	枝豆の「さや」から書きやすい紙を作るには	115



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
8	駒込高等学校	堀 幸汰	昆虫食と未来	115
9	駒込高等学校	澤村 杏楓	意識の方向と集中力の関係性	116
10	都立八王子東高等学校	塚原誠也	みなみ野地域において在来タンポポは外来タンポポにより繁殖干渉を受けているのか	116
11	宮城県多賀城高等学校	濱野瑞紀	未知なる生物「マクラギヤスデ」の生息北限を探るPart2	118
12	宮城県宮城第一高等学校	佐藤 瑠那	溶存CO2 濃度の変化によるブラナリアの再生速度と生存率への影響に関する研究	118
13	東京都立科学技術高等学校	大石望結	鳥フンの調査結果から見えるもの	118
14	東京学芸大学附属国際中等教育学校	岩波晴之	セルロース系バイオマスエタノール生産におけるバイオマスサイクルの確立	119
15	国分高等学校	中村莉望	ゴマダラチョウとヤドリバエの命の駆け引き	121
16	奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	川内紫乃	ナギの葉による発芽抑制・成長阻害に関する研究	122
17	神奈川県立相模原弥栄高等学校	神田秀真	ウニのでんぐり返し～前転なのか後転なのか～	124
18	神奈川県立相模原弥栄高等学校	中村 陽登	昆虫界のカメレオン!? ～カマキリの体色変化と捕食行動～	125
19	宮城県仙台第三高等学校	志村 伊織	サクラ類における巻き葉形成メカニズムの解明	125
20	三田国際学園高等学校	仙道紫姫	疾患原因となるアミノ酸の解析	127
21	宮城県多賀城高等学校	加藤諒真 久保田洸生	昆虫食で変える！？世界の食料問題～無視できない“虫”の話～	128
22	宮城県多賀城高等学校	三又唯愛 安田芽生	不幸な牛乳雑巾に救いの手を～牛乳に巣食う悪事から救う～	129
23	私立駒込高等学校	近藤輝一	音楽聴取とランニングのメンタル面における関係性	129
24	奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	辻本大智	ヤマトマナの総ポリフェノール含有量を増やす	130
25	三田国際学園高等学校	神田寛智	Euglena gracilis が放出する植物成長促進因子のサイズ特定に向けて	131
26	駒込高等学校	今谷康汰	印象による購買意欲の変化	131
27	駒込高等学校	丸山 誠一郎	音楽と作業の効率性	132
28	駒込高校	戸前 駿	視覚が与える食欲への影響	132
29	三田国際学園高等学校	最勝寺泉紀	画像認識技術を用いた新規抗生物質生産菌の探索	133
30	東京都立向丘高等学校	小宮旭士	シロアリの腸内微生物の単離とバイオ資源の生成への利用	134
31	玉川学園高等部	乙部結生	サンゴ保全活動の新たな挑戦ー移植先の選定につながる環境DNA 分析の利用ー	134
32	秋田県立秋田高等学校	山谷優衣	食品保存料ナイシンの有効利用に関する研究	135
33	東京都立向丘高等学校	渡辺杏香	栽培に用いる水の種類によるシイタケの成長阻害の調査	136
34	東京都立向丘高等学校	菊池聖吾	豆苗に与える窒素化合物による成長の違い	136
35	東京都立向丘高等学校	鎌田海央	コクゾウムシが嫌がる匂い	136
36	山形県立村山産業高等学校	東海林隆磨	ソバにおけるエンドファイトの単離と農業利用 肥料削減に使える微生物資材を地域へ！	136
37	山形県立村山産業高等学校	村山美夏	山形県産サトイモをかなり早い8月に収穫するための研究 ー高温障害を解決→農家の負担を減らす！ー	137
38	東京都立八王子東高等学校	木村紫苑	飼育下のセキセイインコはヒトの生活音におけるどの周波数を認識しているのか。	138
39	秋田県立秋田高等学校	佐藤真美	抗変異原性を持つカルコン類の探索	139
40	三田国際学園高等学校	長澤京香	オカダンゴムシにおける交替性転向反応の要因	140
41	三田国際学園高等学校	川北 菜々花	光が抗生物質の生産に与える影響	141
42	秋田県立秋田高等学校	佐藤創	プロアントシアニンと抗菌効果促進作用の関係	141
43	鹿児島県立国分高等学校	村田結衣	鹿児島県におけるカワニナ類の分布と生息環境	142
44	順天高等学校	山口大登	緑色はストレスを低減させる効果があるのか	143
45	東京大学教育学部附属中等教育学校	野澤萬次郎	シロアリの腸内でしか生きられない原生動物はなぜ現代まで多様性を維持できたのか	144
46	東京農業大学第一高等学校中等部	川上 陽叶	モウソウチクの成長促進物質の関係性とその応用性	145



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
47	三田国際学園高等学校	中村愛音里	バンブス歩行が百ます計算課題の成績に及ぼす効果	147
48	順天高校	藤澤蒼太	飲料水別の口内細菌への殺傷能力を調査する	147
49	順天高等学校	高見澤 信	化学物質による再生栽培においての成長促進	147
50	順天高等学校	有賀瑞樹	太れミドリムシ	148
51	順天高校	兵頭直樹	虫よけ調味料の作成	148
52	順天中学校・高等学校	菊池雅春	虫除けが虫以外の生物に与える影響	148
53	三田国際学園高等学校	鈴木伶奈	アミノ酸変異とがんの関係性	148
54	三田国際学園高等学校	鈴木花梨	コウジカビにおける抗菌作用の詳細について	149
55	順天高校	三浦日向子	手水鉢の水は綺麗なのか？	150
化 学				
56	日本大学習志野高等学校	山口智加	日本のヨウ素産業への活用を目指したヨウ化物イオンと臭化物イオンの定量	150
57	日本大学習志野高等学校	佐藤進平	ヨウ素の溶解性とヨウ素液の長期保存性について	151
58	桜丘高等学校	川上 侑菜	糖によるインジゴカルミン還元系の変色反応の熱力学的解析	152
59	米子工業高等専門学校	藤原理央奈	卵殻膜を使用した高温条件で動作する燃料電池の創製	153
60	宮城県宮城第一高等学校	住居 美羽	環境に優しい桜染め ～葉を用いた染色とその条件の検討～	155
61	秋田県立秋田高等学校	津島翔	植物性色素を用いた金属担持酸化チタン(IV)光触媒の色素分解能の探求	155
62	神奈川県立厚木高等学校	安在 理央	フोटフェントン反応を用いた糖化前処理の検討	156
63	東京都立小石川中等教育学校	鈴木花歩	食用油の酸化速度	157
64	都立小石川中等教育学校	富張七音	愛犬の為に美味しい食事を作ろう！～メイラード反応の有無による犬の反応の違い～	157
65	東京都立小石川中等教育学校	松元 洸樹	塩化亜鉛水溶液中でのセルロースの溶解	158
66	山口県立徳山高等学校	清水 一希	クエン酸の洗浄効果の検証と万能掃除薬品の開発	159
67	駒込高等学校	市川太一	信号反応を研究	160
68	埼玉県立熊谷西高等学校	中村 央太郎	電気化学的手法による二酸化炭素の還元	161
69	駒込学園 駒込高等学校	志賀 勇希	二酸化炭素の回収段階における発電とその後の処理	162
70	東京都立多摩科学技術高校	大塚 修平	人と環境にやさしいアルギン酸手袋の作製	162
71	埼玉県立熊谷西高等学校	吉澤 慶	硫化亜鉛ナノ粒子の青色発光～Cu <sup>+</sup> やF <sup>-</sup> の添加による発光過程の解明～	164
72	東京都立科学技術高等学校	増田恵	合成ハイドロタルサイトを用いた脱塩効果の検証	164
73	東京都立科学技術高等学校	荒井心優	未利用資源としての林地残材のバイオマス利用	166
74	立教池袋高等学校	東 拓優	信号反応の還元機構に糖が与える影響	167
75	東京都立科学技術高等学校	稲場 千怜	ポリエチレンのリサイクルにおける添加物の影響と効果	168
76	順天中学校・高等学校高等学校	河上 学人	ゲームは体に悪いのか	169
77	順天高校	瓜田伊吹	ネバネバ成分の水質浄化効果と環境への影響	169
78	順天高等学校	綿貫真里弥	海に無害な日焼け止め	169
79	東京都立科学技術高等学校	清水梨穂	熱分解によるタンタルコンデンサからのタンタル焼結体の回収	170
物 理				
80	駒込高等学校	玉置 子統	高校生でも作れる手袋型充電器	171
81	奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	吉川茉里	段ボールを用いた避難所での騒音問題の改善	171
82	奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	増田 創一	ブラックホール周辺における物体の動きについてのシミュレーション	172
83	茨城県立つくば工科高等学校	押木秀穂	ロボットフレンドリー社会に向けて（共通化ロボットハンドと専用ソフトウェアの提案）	173
84	宮城県多賀城高等学校	遠藤駿介 三村虎之介	自分達で作った電池と市販の電池を比較して災害に役立てる	174



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
85	宮城県多賀城高等学校	菊池航平	都市型津波の脅威と影響～強大津波実験装置を用いたシミュレーション～	174
86	石川県立小松高等学校	西出 孝正	弓道における弦音の性質について	175
87	三田国際学園高等学校	池田 由佳	小水力発電による持続可能なエネルギーの開発	175
88	駒込高等学校	會田 悠	物体の落下速度と外的要因の関係	176
89	駒込高等学校	日野 信騎	電圧と光の明るさ(ルクス(lx))の関係性を探る	176
90	駒込学園 駒込高等学校	坂口夏樹	ローレンツ力の正確な計測	177
91	駒込高等学校	加藤翼	ジェンガを倒さないようにする	179
92	駒込高等学校	武藤陽菜	ジェンガで勝つ方法	179
93	三田国際学園高等学校	塩田優葵	垂直軸型風車を使用した発電の効率化について	180
94	立教池袋高等学校	高橋 歩	アルコール燃料を用いたパルスジェットエンジン	180
95	駒込高等学校	板橋快青	濃度の違いによる食紅の広がる速さの違いの観察	181
96	東京都立向丘高等学校	海野晃汰	高校理科の知識を用いたサラサ銃の改造	182
97	山形県立米沢興譲館高等学校	上野 能登	サーマルサイクラーの自作法の確立～PCR 法を安価に簡単に～	182
98	奈良女子大学附属中等教育学校	黒川陸	立体音響への応用を目指した強力な音場が別の音波に与える影響の検証	183
99	学校法人順天学園 順天中学高等学校	ハークタサワルル	スベンスマルク効果の検証	185
100	本郷中学校	菅野天智	水のドームの大きさに関する研究	185
101	本郷中学校	西本 壮	揚力と回転数の関係について	186
102	本郷中学校・高等学校	中川周信	渦を生み出し利用する	188
103	順天高校	佐藤祐紀	構造色で色落ちしない色を作る	189
104	横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	吉永 亜有	鳥類の羽毛を利用したマスクの快適性向上の検討	189
地 学				
105	埼玉県立熊谷西高等学校	山下 七雅	太陽系天体の光条の形成要因～モデル実験での検証～	191
106	池田学園池田中学・高等学校	龍造寺 萌心	「稲束家日記」の天候記述で江戸時代の気象を復元する	193
107	埼玉県立熊谷西高等学校	新井 湊沙	風の学校～地域・学校の微気象を探る～	195
108	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	長谷川天兵	地層製作方法の確立	195
109	秋田県立秋田高等学校	池本 雄途	$\mu$ 粒子検出頻度の周期性と太陽活動との相関解析	196
110	宮城県仙台第三高等学校	菊地兼太郎	トリゴニアの立体模型から当時の生活形態を探る	198
111	宮城県仙台第三高等学校	花谷陽咲	白沢カルデラの地質構造解析～古仙台湖では何が起きたのか～	198
112	宮城県多賀城高等学校	鐵 勇人 岡本 隆宏	電車乗車時に地震が発生した際の行動について ～JR 仙石線を利用する方の安全を守るために～	200
113	神奈川県立相模原弥栄高校	佐藤 羽流	天然鉱物で岩絵具をきらめかせよう	200
114	横浜市立南高等学校	西田 優美奈	藻類バイオマスとしてのアオミドロの有用性を探る	202
115	鹿児島県立国分高等学校	冷水和哉	次の桜島大噴火時の降灰を予想する～上空に吹く風の研究Ⅱ～	202
116	秋田県立秋田高等学校	伊藤大輝	天気と高層気圧による $\mu$ 粒子検出頻度の変動	203
数学情報・コンピューター				
117	市立札幌開成中等教育学校	荒谷淳生	研修医配属問題で要素間の関係性を考慮したマッチングアルゴリズムの作成・実装	204
118	駒込高等学校	寺本 裕太郎	休日・隙間時間の予定を組むアプリ	206
119	奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	小林凜人	SEIR モデルを用いた感染症に関するグラフの作成	207
120	山形県立東桜学館中学校・高等学校	大井 真	目から感情を読み取るAI のリアルタイム化	208
121	埼玉県立熊谷西高等学校	赤瀬 結音	カプレカ定数の計算回数に現れる特徴	209
122	駒込高等学校	權星伍	ギャンブル間の共通点から見れるベット法の引用	209



NO	学校名	代表者名	タイトル	頁
123	三田国際学園高等学校	山崎あかり	整数の累乗について	210
124	三田国際学園高等学校	関根 徳亜	熱力学的視点から見た粘菌の自己形成とホップフィールドモデルの類似点について	211
125	茨城県立竹園高等学校	山口蓮太郎	正多角形の折り紙による作図可能性	211
126	秋田県立秋田高等学校	藤田雅也	混雑を改善する提案	212
127	駒込高等学校	山藤大地	未来予知言語	212
128	三田国際学園高等学校	門口春菜	画像に特化した画像生成AIの精度を高める方法の開発	213
129	埼玉県立熊谷西高等学校	篠崎 湧生	歩行AIの作成	213
130	三田国際学園高等学校	緑川稟人	Bidirectional LSTMを用いた誤字、脱字の訂正、補完技術の検討	214
131	奈良女子大学附属中等教育学校	岡本晃朋	音を視覚的に認識するための画像生成技術の応用及び判別AIの制作	214
132	山口県立徳山高等学校	志賀元飛	飼い猫のみを通す自動ドアの開発	215
133	山口県立徳山高等学校	上野佑記	VRPhysics(VRを用いた物理運動可視化アプリ)	216
134	山形県立東桜学館中学校・高等学校	横山仁道	Pythonを用いた家庭での除雪経路の最適化	217
135	三田国際学園高等学校	田中冬詩	配色が人の記憶に及ぼす影響について	218
136	神奈川県立相模原弥栄高等学校	杉浦咲希	レゴロボでコロナ対策をしよう	219
137	相模原弥栄高等学校	今野 光	Unityを用いたピンボールゲームの作成	219
138	三田国際学園高等学校	湯浅煌生	「自動運転車における高精度地図とジャイロセンサを用いた正確な位置情報の取得方法を模索する」	219
139	順天高等学校	小久保 孟彦	三元数の謎、そして三次元空間における回転について	220
140	順天高校	中川 翔太	出席在籍管理ツール	220
141	順天高等学校	西川慶	正多角形の作図についての考察	220
その他				
142	駒込高等学校	村上 菜桜	動物保護の職業化	220
143	宮城県多賀城高等学校	佐々木翔永 松下奈央	磯野家 大改造！！劇的ビフォーアフター	221



1. 鹿児島県立国分高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics

☐ 化学/Chemistry

☒ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学名/School Name】鹿児島県立国分高等学校

【代表者名/Representative's Name】津崎貴博

【メンバー/Member】町田征彦 川野秀斗 住吉弘成 田村光明 相馬侃太郎

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】讃岐斉

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】鹿児島県における淡水性エビ類の最近の分布および抱卵状況

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

最近の異常気象や環境変化に伴う河川の状況の変化により、生物多様性の回復や向上、保全などが今日的課題として位置づけられていることから、移動性が低く分布範囲が一般的に狭くなる傾向があるエビ類の現在の分布状況を把握しておくことは非常に重要である<sup>1)2)</sup>。日本国内に生息する淡水性エビ類であるテナガエビ科とヌマエビ科は、河川における主要な底生生物であり、主に食料や釣り餌として利用される水産上重要な種を含んでいる。また、海から遡上してくるエビが河川生態系に影響を及ぼすことが示されている<sup>3)</sup>。鹿児島県においては1990年に降に淡水性エビ類の分布調査(タモ網による採集)がほぼ同時期に行われたが<sup>4)</sup>、最近は調査を同時期に行い、地域間の分布を比較したり、希少種の出現や抱卵状況に着目したりした報告はほとんど見当たらない。さらに、年間を通しての月別や季節別調査については皆無である。

【目的/Goal】

鹿児島県は温帯から亜熱帯に属し、多種多様な動植物が分布している。その豊かな生態系は南北600kmにもおよびること、黒潮と火山の恵みによって育まれている<sup>5)</sup>。そこで、県内に地理的に異なる3地域を設定し、淡水性エビ類の分布を水温や水質などとともに調査する。このことで、それぞれの地域を流れる河川に生息するエビ類の出現状況や希少種を明らかにし、鹿児島県内の自然の豊かさの再発見と河川生物の環境保全に向けた基礎データとする。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

フィールド調査は、2021年6月〜2022年12月の期間に行った。九州南端に位置し、黒潮の影響を受けやすいと考えられる<sup>6)</sup>、薩摩半島南部(南薩地区3河川)と大隅諸島(屋久島4河川、口永良部島3河川)の河川と、半閉鎖的内海である鹿児島湾に流れる(鹿児島湾奥部3河川)河川の計13河川を選定し(図1.2.3)、その下流域に地点を定め調査した。タモ網(縦30cm、横35cm、深さ20cm、目合2mm)を使用して、水生植物の根元や岩の間、軽石の下や砂などの上に生息する生物を採集した。1地点につき2〜9名で採集した。エビ類は80%エタノールで固定して実験室に持ち帰り、図鑑<sup>7)</sup>を用いて種を同定し、抱卵の有無は目視で確認した。河川環境は、調査地点の水温をアルコール温度計で測定し、必要に応じてデータロガーを用いて1時間ごとの水温も記録した。またバックテストにより水質(COD)を調べた。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

(1)鹿児島湾奥部(天降川、桜校川、高橋川)採集:計8種  
天降川における最優占種は両側回遊種のヌマエビ科のミゾレヌマエビであった。また、北方種で陸封種である県準絶滅危惧種のミナミヌマエビやスジエビ〔鹿児島県、分布特性上重要〕も採集された。その他、テナガエビ科のミナミテナガエビ〔水産庁、減少種〕やヒラテナガエビ、ヤマトヌマエビ〔鹿児島県、準絶滅危惧〕、ヒメヌマエビ、トゲナシヌマエビが採集された。ミナミヌマエビの抱卵個体は、ほぼ周年採集された(表1)。今回、ヌマエビ科5種、テナガエビ科3種、計8種が採集され、約30年前の記録では本河川ではミゾレヌマエビとミナミヌマエビの2種のみ報告されていたことから、今回の調査で6種増えていることが確認された。今回、ヤマトヌマエビやスジエビ、南方種であるトゲナシヌマエビやヒメヌマエビが鹿児島湾奥部の河川に出現したのは初めての記録である。桜校川ではミゾレヌマエビ、トゲナシヌマエビ、ミナミテナガエビ、スジエビの計4種が採集され、高橋川ではミゾレヌマエビ、ヒメヌマエビ、ミナミテナガエビ

1. 鹿児島県立国分高等学校

ヒラテナガエビの計4種が採集された。これら2河川でも、以前の調査より出現種数は増加していた(表2)。

(2)南薩地区(石垣川、馬渡川、集川)採集:計9種  
薩摩半島南東部の3河川では、熱帯性種のリュウグウヒメエビが採集された。これらは、九州本土初記録となる。馬渡川では溶結凝灰岩の岩盤近くの水草(図4)の根元で多く採集され、12月の冬季に抱卵個体が出現していた(図5)。本種の抱卵期は5〜11月と記録されており、本河川は再生産に適した環境にあると判断された。集川では、熱帯性種のトゲナシヌマエビやヒメヌマエビの抱卵個体が多数確認され、またスジエビの抱卵個体も採集された。

(3)屋久島(土面川(西部)、一湊川(北部)、田代川(東部)、イテゴ川(南部))、採集:計14種  
南部のイテゴ川で、熱帯性種のコソノテナガエビ〔県準絶滅危惧;沖縄県、準絶滅危惧〕、ツノナガヌマエビやガラテナガエビ〔県分布特性上重要〕、北方種のスジエビが採集された。いずれも新産地記録で抱卵個体も採集されたことから再生産が確認された。西部の土面川では、熱帯性種であるリュウグウヒメエビが採集された。これは本島における初記録となる。一湊川下流では、汽水性種のユビナガスジエビが採集された。

(4)口永良部島(小判河、大川、岩崎川)採集:計12種  
大川では、熱帯性希少種のネッタイテナガエビ〔環境省、準絶滅危惧Ⅱ類;沖縄県、準絶滅危惧〕の抱卵個体(図6)とミナミオニヌマエビ〔環境省、準絶滅危惧;鹿児島県、絶滅危惧Ⅰ類〕(図7)が採集された。また、リュウグウヒメエビやヒメヌマエビの抱卵個体が採集され2種は本島における初記録となる。オニヌマエビ〔鹿児島県、準絶滅危惧〕の抱卵個体と加入個体が多数採集されたことから、無効分散ではなく本島が本種の再生産の北限と判断された<sup>8)</sup>。上流には湧水(1月、20.1℃)があり河川全体が高温で安定した環境と考えられた。

(5)水質調査  
調査した全ての河川で、CODの値は5.0未満で水質は良好と判断された。天降川における冬季(2月上旬)の最低水温は14.4℃で、近隣の桜校川の同時期の最低水温7.3℃、高橋川16.8℃よりかなり高かった(図8)。

【今後の展望/Future potential and its plan】  
県内3地域において16種類の淡水性エビ類が出現し、全ての地域で、以前の調査では報告されていない種が確認された。分布を広げている種は主に南方種であり、幼生が一時期を海で生活する両側回遊種であることから、海流の影響により分布を北進させ、大隅諸島から薩摩半島南部、さらに鹿児島湾奥部まで広がり、現在は定着している種もあると考えられた。また、天降川ではミナミヌマエビの抱卵個体がほぼ周年採集され、口永良部島では熱帯性希少種が多数採集されたことから、豊富で良質な河川水と、温泉水や湧水などの影響による冬季の温暖な生息環境が、淡水性エビ類の出現に関係していると推測された。今後は、南方種の分布拡大に關して、黒潮の流れとの関係や、鹿児島湾への外洋水の流入特性を調べる。また抱卵個体や加入個体などを周年調べ、各種の抱卵期や成長・寿命を推定し、各地域の生態学的特性を明らかにしたい。

【参考文献/References】  
1) 中田和義・浜野龍夫・天野邦彦・三輪準二、(2012)。淡水性エビ類の生態と保全。川井唯史・中田和義(編著)。エビ・カニ・ザリガニ 淡水甲殻類の保全と生物学:148-166。生物研究社、東京。  
2) 環境省自然環境局野生生物課(編)、2017。環境省レッドリスト2017の公表について。別添資料5(その他無脊椎動物)〔報道発表資料、2017年3月31日発表〕。  
3) Uno, H., Fukushima, K., Kawamura, M., Kurasawa, A. and Sato, T. (2022). Direct and indirect effects of amphidromous shrimps on nutrient mineralization in streams in Japan. *Oecologia*. 198: 493-505.  
4) Suzuki, H., Tanigawa, N., Nagamoto, T. and Tsuda, E. (1993). Distribution of freshwater caridean shrimps and prawns (Atyidae and Palaemonidae) from southern Kyusyu and adjacent islands, Kagoshima Prefecture, Japan. *Crust. Res.*, 22: 55-64.  
5) 鹿児島県環境林務部自然保護課(編)、(2016)。改訂・鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動植物―動物編:鹿児島県レッドデータブック。401 pp。鹿児島県環境技術協会、鹿児島。  
6) 西村三郎(編著)、1992。原色検索日本海岸動物図鑑 I。425 pp。保研社、大阪。  
7) 豊田幸樹・関 慎太郎、(2014)。日本の淡水性エビ・カニ102種。255 pp。誠文堂新光社、東京。  
8) 丸山智明、2015。三浦半島におけるオニヌマエビ(節足動物門:十脚目:ヌマエビ科)とコンジテンナガエビ(テナガエビ科)の記録。神奈川自然誌資料, 36: 4144。

1. 鹿児島県立国分高等学校

図1 薩摩半島南部の3河川

図2 屋久島、口永良部島の7河川

図3 霧島市内の3河川

調査河川	確認された種
天降川	ミゾレヌマエビ、ミナミヌマエビ、トゲナシヌマエビ、ヒメヌマエビ、ヤマトヌマエビ、スジエビ、ミナミテナガエビ、ヒラテナガエビ ヌマエビ第5種、テナガエビ第3種、計8種
桜校川	ミゾレヌマエビ、トゲナシヌマエビ、ミナミテナガエビ、スジエビ ヌマエビ第2種、テナガエビ第2種、計4種
高橋川	ミゾレヌマエビ、ヒメヌマエビ、ミナミテナガエビ、ヒラテナガエビ ヌマエビ第2種、テナガエビ第2種、計4種

表1 霧島市内の3河川で採集されたエビ類

図3 霧島市内の3河川

調査河川	確認された種
天降川	ミゾレヌマエビ、ミナミヌマエビ 計1種
桜校川	ミゾレヌマエビ 計1種
高橋川	採集されず

表2 霧島市内の3河川で30年前に採集されたエビ類

1. 鹿児島県立国分高等学校

図4 馬渡川の溶結凝灰岩と水草

図5 馬渡川で採集されたリュウグウヒメエビの抱卵個体

図6 大川で採集されたネッタイテナガエビ

図7 大川で採集されたミナミオニヌマエビ

- 8 -



1. 鹿児島県立国分高等学校

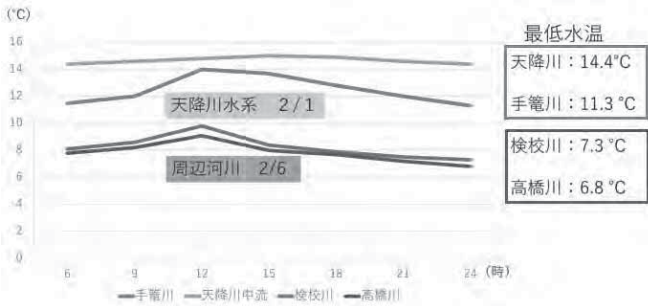


図8 天降川と周辺河川の冬季水温の比較

2. 宮城県古川黎明高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】宮城県古川黎明高等学校

【代表者名/Representative's Name】佐藤 伶

【メンバー/Member】白岳 航祐 遠藤 空

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】千葉 美智雄

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】炭酸カルシウムのリーゼガング現象 ～古代ローマのモルタルからの着想～

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

古代ローマで作られていた伝統的なモルタルでは、炭酸カルシウムがバンド状に析出し、水酸化カルシウムを多く含む層と交互に層状の縞模様を呈するリーゼガング現象が起きる<sup>1)</sup>。このパターン形成はモルタルの耐久性に重要であることが示唆され、古代人の知恵と工夫に科学的な裏付けが隠れている可能性があり、歴史的な化学の技術に我々は興味を持った。リーゼガング現象は一定規則で間隔が変化する縞模様を形成する現象であると定義される<sup>2)</sup>。リーゼガング現象の原理は拡散・反応による過飽和と核形成で説明される。自然界におけるリーゼガング現象の例としてメノウなどの鉱物の縞模様があげられる<sup>3)</sup>。モルタルの中で進行する化学変化を議論することは難しいため、高校の実験室でも始められることとして、炭酸カルシウムのリーゼガング現象を確認することにした。しかし、アガロースやゼラチンなどのゲル中において、炭酸カルシウムがバンド状に析出するリーゼガング現象を報告する文献は見当たらなかった。炭酸カルシウムの析出は他のリーゼガング現象が見られる物質と同様にイオンの反応と拡散により説明できるはずであり、これまでに報告のない炭酸カルシウムのリーゼガング現象を示すことを目指すことにした。炭酸カルシウムはバイオミネラレーションや樹脂への無機フィラーとして注目されている物質であることが、炭酸カルシウムに着目すべき社会的背景としてあげられる。また、鍾乳洞などの膨大な時間をかけた自然の造形も、炭酸カルシウムと炭酸の反応に関わる現象であり、炭酸カルシウムのリーゼガング現象の理解が、これらの炭酸カルシウムの動態の理解につながることを期待される。

【目的/Goal】

本研究では、ゲル内における炭酸カルシウムのリーゼガング現象を実現し、析出パターンの規則性を見出すことを目的とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

リーゼガング現象の原理は拡散・反応による過飽和と核形成で説明される。リーゼガング現象には経路則としての三つの法則が知られている (図1)。ゲルの上端を基準としたバンドの距離に関する法則、バンドの幅に関する法則、バンド形成の時間に関する法則があるが、いずれもバンドの本数が無限に多いとされた時のみに適用できる。

実験1では、試験管内において、炭酸水素ナトリウム水溶液をアガロースゲルで固め、その上に塩化カルシウム水溶液を重ねし、低温の環境に静置した。塩化カルシウム水溶液は1.5mol/Lと2.0mol/Lの二種類を使用した。炭酸カルシウムの結晶が間隔をあげながらバンド状に析出することが確認された (図2)。拡散し反応するにつれ、ゲル内は塩基性から酸性になった。バンドのスケールを測定すると、バンドの析出位置に関して、バンド同士の間隔 dx に一定の規則性があることが確認され、一種のパターン形成反応であることが示された (図3、4、5、表1)。

実験2では実験1で作成したリーゼガング現象のバンド中の粒径の測定と粒子の観察をした。粒径はゲルの下部になるほど膨大化し、粒子の個数の密度が疎になっていった (図6、7)。内部電解質上部、特に外部電解質との液面付近では反応が多く、CaCO<sub>3</sub>(aq)の濃度上昇が著しく起きるため、CaCO<sub>3</sub>の核形成が頻繁に起き、核形成に消費されるCaCO<sub>3</sub>が多くなる。そのため結晶成長に消費されるCaCO<sub>3</sub>は減る、または多くの核の粒子成長に分散して消費されるため粒径は小さくなったと考えられた。一方、内部電解質下部では内部電解質、外部電解質ともに濃度が低下していて反応が少なく、CaCO<sub>3</sub>(aq)の濃度上昇が緩やかなため、核形成が少なくなり、核あたりの結晶成長に消費されるCaCO<sub>3</sub>が増えるため、粒径が大きくなったと考えられた。粒径の変化はLaMer 則と一致する。LaMer 則はリーゼガング現象の説明にも使われる理論である。

2. 宮城県古川黎明高等学校

実験3では、リーゼガング現象のシミュレーションに用いられる反応拡散方程式を用いて反応析出のシミュレーションを行った。得られた結果 (図8A) からは、実物での実験1と同様に縞模様状の析出がみられたが、バンドの幅や間隔においてズレが認められた (図9)。また、核形成間値を引き下げたモデルでもシミュレーションを実施し、比較を行った。核形成間値を引き下げたモデルではバンドの幅、間隔共に狭く詰まったように析出が見られた (図8A、B)。本研究で用いているアガロースは核形成間値を引き上げる要因となるため、ここで新たに、アガロース濃度を上昇させることでバンドの幅や間隔を狭くすることができると仮説を立てられる。

実験4では、アガロースゲル濃度を高くし、ゲル内における炭酸カルシウムのリーゼガング現象を観察した。アガロースゲル濃度が高い環境でも、バンドの析出位置に関して一定の規則性が見られ、パターンを形成する反応であった (図10、11、12、表2)。また、実験1と比較すると、狭い領域により多くのバンドが密集し析出していた (図13)。アガロースゲル濃度を上げること、核形成間値が下がることが報告されており、核形成間値を下げるとバンド幅や間隔が狭くなるという実験3の仮説が正しいことがわかった。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

見かけ上の炭酸カルシウムの過飽和は、溶解度積に比して大きいと考えられる。このことは、ゲル中で炭酸カルシウムが析出しにくく、低い電解質濃度でリーゼガング現象を示すことが難しい要因であると考えられる。一方、電解質濃度を上げると、反応による酸性化で二酸化炭素が気化して気泡が生じ、ゲルが割れる事態を引き起こす。弱酸性付近の条件では、炭酸イオンの平衡により炭酸水素イオンが存在し、炭酸水素カルシウムを形成し、炭酸カルシウムの溶解度積を大幅に上回る見かけ上の炭酸カルシウムの過飽和をもたらしているのではないかと考えられる。炭酸水素イオンによって、炭酸カルシウムが炭酸水素カルシウムとして溶けることが、見かけ上の高すぎる炭酸カルシウムの過飽和をもたらす主要因であるという新たな仮説が導かれる。

【今後の展望/Future potential and its plan】

モルタルにおいて、空気中の二酸化炭素がモルタル中の水分と反応することでアルカリ性から中性へと変化していく。古代ローマで作られていた伝統的なモルタルでは、リーゼガング現象が起こること、水酸化カルシウムの層が生み出されるため、空気中の二酸化炭素の浸透による中性化を遅らせることで、形成される炭酸カルシウムで耐久性を増すのではないかと。今後は、古代ローマの製法によるモルタルと現代のモルタルにおける二酸化炭素の影響を検証したい。新しい論文で、古代ローマの伝統的なモルタルは、生石灰の粒を含むことで、ひび割れに二酸化炭素が溶け込んだ水がしみこむと、生石灰が溶けた水酸化カルシウムが反応して炭酸カルシウムがひび割れを埋めることが、耐久性を高めていると報告された<sup>2)</sup>。現代のインフラを支えるモルタル、コンクリートの耐久性を向上させることは急務であり、モルタルの中で炭酸カルシウムと炭酸水素イオンがどのように反応するかを理解することが課題となる。また、鍾乳洞が成長する原理も、炭酸カルシウムと炭酸水素イオンの関係で説明できると考えられ、工業の材料となる炭酸カルシウム結晶の形状や粒径の制御にも関係すると考えられる。

【参考文献/References】

1) Carlos Rodriguez-Navarro, Olga Cazalla, Kerstin Elert Eduardo Sebastian, Liesegang pattern development in carbonating traditional lime mortars, THE ROYAL SOCIETY 10.1098/rspa.2002.0975

2) Linda M. Seymour, Janille Maragh, Paolo Sabatini, Michel Di Tormaso, James C. Weaver, Admir Masic, Hot mixing: Mechanistic insights into the durability of ancient Roman concrete, SCIENCE ADVANCES 6 Jan 2023, Vol 9, Issue 1

3) Hideki Nabika, Masaki Itatani, Istvan Lagzi, Pattern Formation in Precipitation Reactions: The Liesegang Phenomenon, Langmuir 2020, 36, 2, 481–497, Al-Ghoul, Mohamed Hmadeh, Small 2019, 15, 1901605

4) 奥山康子, 誕生石の鉱物科学—8月 サードニクス—, GSJ 地質ニュース Vol. 3 No. 8, 2014年 8月

5) 清水茉莉子, 炭酸カルシウムの形態制御における添加物の影響, 法政大学大学院工学研究科物質化学専攻修士課程 2008年度 修士論文

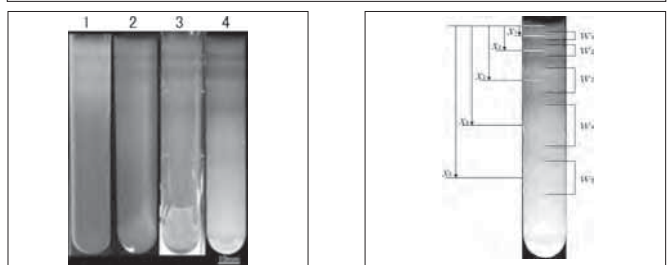
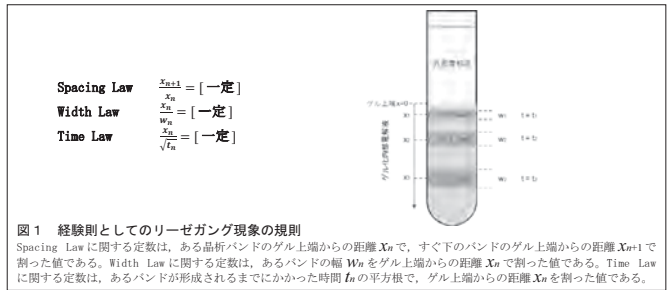
7) D. Genovese, M. Montali, F. Ortolano, J. Gómez-Morales, M. Sancho-Tomás, G. Falini, J. M. García-Ruiz, Role of CaCO<sub>3</sub> neutral pair in calcium carbonate crystallization, Cryst. Growth Des. 16, 4173–4177 (2016).

9) Masaki Itatani, Qing Fang, Kei Unoura, Hideki Nabika, Programmable Design of Self-Organized Patterns through a Precipitation Reaction, The Journal of Physical Chemistry B, 2020, 124, 8402–8409.

10) Tsigabu Gebrehiwet, Luanjing Guo, Don Fox, Hai Huang, Yoshiko Fujita, Robert Smith, James Henriksen, George Redden, Precipitation of calcium carbonate and calcium phosphate under diffusion controlled mixing, Applied Geochemistry 46 (2014) 43–56

12) 黄丸 敬忠, 伊大知 晃, 周期的沈殿から樹状状結晶集合体への遷移について, 鉱物学雑誌 第26巻 第2号 103–106 1997年 5月

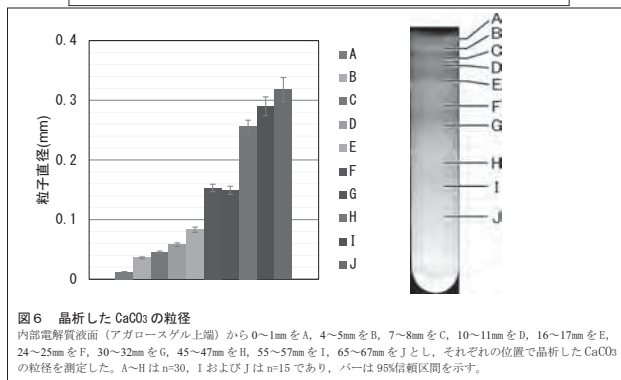
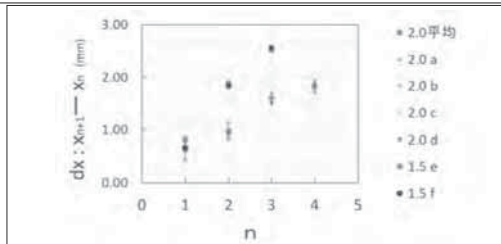
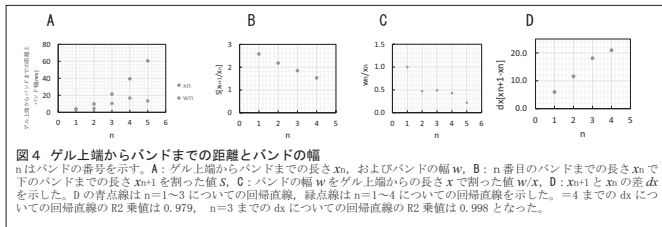
2. 宮城県古川黎明高等学校



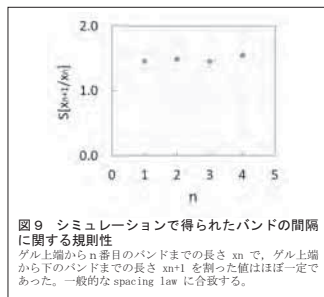
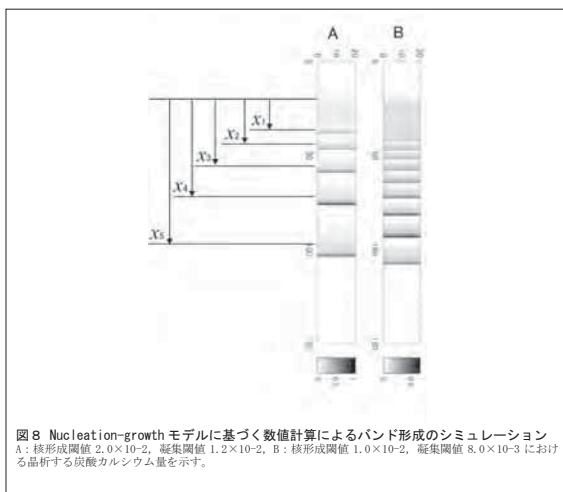
n	Xn	Wn	S[Xn+1/Xn]	ds[Xn+1-Xn]	Ws/Xn
1	3.8	3.8	2.58	6.0	1.00
2	9.8	4.6	2.18	11.6	0.47
3	21.4	10.4	1.85	18.1	0.49
4	39.5	16.8	1.53	21.0	0.43
5	60.5	13.5			0.22



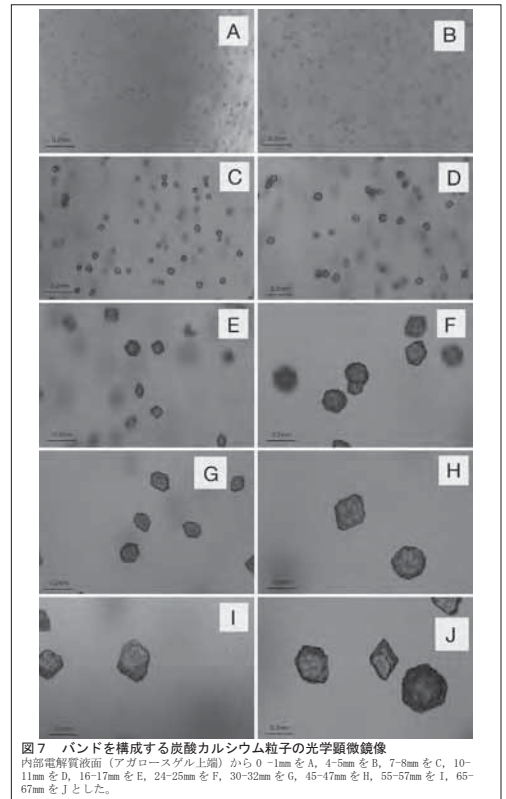
## 2. 宮城県古川黎明高等学校



## 2. 宮城県古川黎明高等学校



## 2. 宮城県古川黎明高等学校



## 2. 宮城県古川黎明高等学校

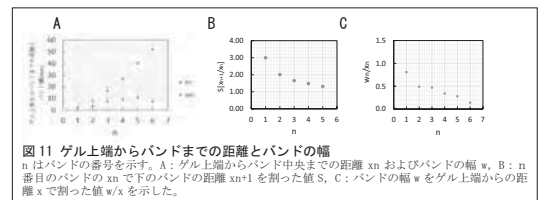
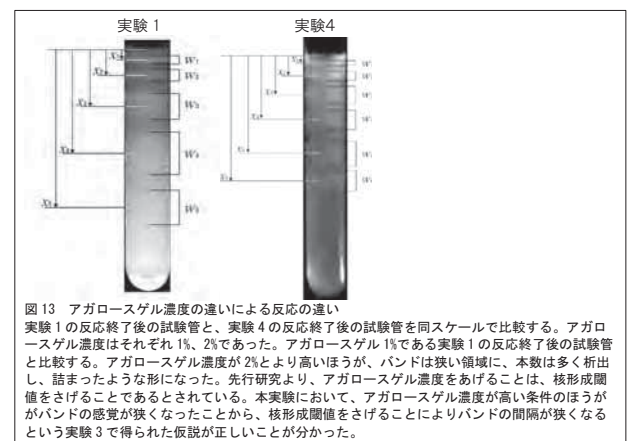
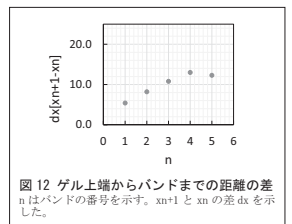


表2 2%アガロースゲルにおけるゲル上端からバンドまでの距離とバンドの幅

nはバンドの番号、ゲル上端からバンドまでの長さ  $x_n$ 、n番目のバンドまでの長さ  $x_n$  で下のバンドまでの長さ  $x_{n+1}$  を割った値  $S$ 、 $x_{n+1}$  と  $x_n$  の差  $dx$ 、C: バンドの幅  $w$  をゲル上端からの長さ  $x$  で割った値  $w/x$  を示した。

n	$x_n$	$w_n$	$S[x_{n+1}/x_n]$	$dx[x_{n+1}-x_n]$	$w_n/x_n$
1	2.7	2.2	3.00	5.4	0.81
2	8.1	4	2.01	8.2	0.49
3	16.3	7.7	1.66	10.8	0.47
4	27.1	9.2	1.48	13.0	0.34
5	40.1	11.1	1.31	12.3	0.28
6	52.4	7.4			0.14





3. 熊本県立天草高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに圈をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 熊本県立天草高等学校	
【代表者名/Representative's Name】 倉田玲美	
【メンバー/Member】 倉田玲美 松崎惺来	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 宮崎一	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 ゲンジボタルの発光周期と生息環境から考察される保護方法の確立	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 近年、日本各地に生息しているホタルが年々減少している。科学部の先輩の研究や先行研究からゲンジボタルの発光周期は地域ごとに異なることを知った。この地域ごとに発光周期が異なることで、ゲンジボタルは東日本型や西日本型などに分類されている。分類は日本各地で行われているが、天草に生息するゲンジボタルがどの型か明確になっていなかった。(文献①、②) そこで、先輩と私達のデータを合わせ、天草のゲンジボタルの発光周期と、日本のどの型に属するのか明らかにするために研究を始めた。	
①ホタルの生息地調査 ・ゲンジボタルに関する文献調査 (文献③、④) ・天草高校生を対象とした聞き込み調査 (ゲンジボタルの生息場所と移入ボタルでないかの確認) ・熊本県天草市河浦町 (一町田、たねつけ、新合)、楠浦町今村、下浦町に生息確認 (図 1,2,3,4,5,6)	
②発光周期の計測 ・目録の高さ (地面から約 1.5 メートル) で集団発光しているホタルのみを 30 秒～60 秒撮影した ・発光周期は光り始めてから次に光り始めるまでとした (図 7) ※発光周期は各 1 回の発光と非発光 ・撮影した動画を 0.5 倍速で再生して発光周期 (秒) を計測し、その秒数を 1/2 倍した (文献③、④、⑤) ・2022 年 5 月 5 日～6 月 8 日までに撮影したゲンジボタルの発光動画 277 本を用いて発光周期を調べた ・考察に用いた発光周期は 2637 周期であった ・発光周期の全平均は 3.27 秒で天草のゲンジボタルの発光周期は 3 秒型であるとわかった (図 8) ・この結果から、天草のゲンジボタルは西日本 3 秒型に属するホタルだと明らかになった ※上記 2 つの結果は新知見である	
③発光周期と気温・日没からの経過時間・月明かりの関係 ・撮影日の気温、日没からの経過時間、月明かりを調べ発光周期との関係を調べた (図 10) ・気温が高いほど発光周期が短くなる (発光周期が短くなることは、短時間で発光を繰り返すことになる。このことは単位時間における消費エネルギーが増大することを意味している。ホタルの成虫は、蛹から成虫になると水しか飲まず、幼虫の際に蓄えたエネルギーのみで生活し短い一生を終える。気温が上昇し短時間で発光を繰り返すことになれば、単位時間での消費エネルギーが増大するため寿命が短くなることが考えられる。その結果、オスメスの出会いの時間が限られ、産卵に影響を及ぼし、ゲンジボタルが減少すると考えている。)(図 9) ・半月の時は発光時間が 1 秒、非発光時間が 2 秒、満月の時は発光時間が 1 秒、非発光時間が 3 秒となることが分かった (図 12) (月明かりが明るくなると非発光時間のみ長くなる。このことで単位時間内で発光する回数が減少し、産卵に影響を及ぼすと考えている。) 以上のように、発光周期について 2 年間研究してきた。研究結果から、私達の最終的な目標を「ゲンジボタルの保護活動」とした。具体的には、ホタルに最適な環境となる保護施設を設置し、ホタルの減少を解決したいと考えた。ホタル減少の解決方法の 1 つとして他地域からホタルを連れてくることも考えられるが、発光周期が地域固有のものだと私たちの研究で明らかになったため、それは難しい。つまり減少を止めるためには現地のホタルを増やすしかない。その点において、保護施設の設置は有効である。他地域にもビオトープなどホタルのために生育環境を整備されているが、私たちの保護施設は、2 年間の研究から得られた発光周期と気温や周囲の明るさの関係から導き出された発光環境を整備したものである。	

3. 熊本県立天草高等学校



図 1 天草諸島



図 2 西日本 3 秒型ゲンジボタルの生息地

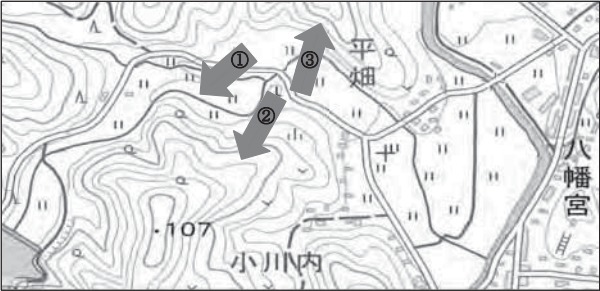


図 3 ゲンジボタルを撮影した場所

3. 熊本県立天草高等学校

【目的/Goal】 研究結果からゲンジボタルの発光周期には気温と明るさが関係していることがわかった。複数の先行研究調査から、ゲンジボタルに最適な発光環境として気温は 20 度、明るさは 0.02lux 以下だとわかった。(文献③、④) 本研究では上記の環境を保護施設内に作りだし、ホタルの減少を防ぐことを目的としている。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 現在、日本では多くのゲンジボタルのためのビオトープが見られるようになってきた。それらのビオトープと私達が考える保護施設とは異なる点がある。それは、ビオトープは生物が生息する環境を真似て空間を作るのに対して、私達の考える保護施設はゲンジボタルが生息する環境の中に設置する点である。保護施設を考える際には私達の研究成果を根拠として気温と明るさに注目した。
＜気温＞ 気温は 20 度に保つ。(文献③、④) 昨年ゲンジボタルの発光を撮影した期間は、5 月下旬から 6 月中旬であった。今回、保護施設を設置する場所 (熊本県天草市河浦町一町田) の 5・6 月の平均気温を推測すると過去の気温変化から、最高気温が 24 度前後であることが分かった。結果として、目標温度の 20 度にするためには、約 4 度下げの必要がある。気温を下げる方法として、上記 2 点が分かっている。 【1】日射を 80% カットすれば、体感温度は 6 度下がる。 【2】日射を 90% カットする、かつ日陰であれば体感温度は 9 度下がる。
＜明るさ＞ 明るさに関して、太陽や月、街灯からの光を終日遮りたいと考えている。気温上昇を抑えるためには、日射をカットすることが有効であるので、気温上昇を防ぐ点からも終日遮ることは有効だと考えられる。 この気温と明るさの着目した環境を保護施設内に作り出す手段として目をつけたのは、グリーンカーテンである。多くの茂った葉が直射日光を遮り、温度の上昇を抑えるのがグリーンカーテンのメカニズムである。加えて、植物が根から吸った水分を葉から蒸発させて周りの熱を奪う。私達はグリーンカーテンとして使用する植物は研究対象地に自生しているものとし、生態系の破壊に繋がらないものとする。具体的にはドクワ科・ウコギ科に属する植物で葉の大きいものをグリーンカーテンとして活用する予定である。
保護施設 ・木の幹と川を挟んだ反対側に支柱を立て、その 2 点を紐で結ぶ (図 13) (縦 5m 横 10m を覆うことができるよう数カ所に支柱を立てる。網目になるように横にも紐を編む。) ・紐を這うように植物を生育する (覆った時に月光を遮れているかや飛行可能範囲を十分取れているかを考慮して育てる。) ・ゲンジボタルの成虫が飛行を始める 5 月末には、グリーンカーテンが完成するように生育する
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptabl)】 設置の計画として、植物の生育が 110～180 日程度必要であることから 2 月開始と設定した。2 月は気温が低いので、室内の暖かい場所で植物の生育を始め、ある程度まで成長させた後に設置場所の紐に這わせる予定である。紐と支柱の設置は植物の生育に合わせて設置する。計画を実現するためには人手と製作費の確保が課題であると予測される。この課題解決のため、ホタル保護をテーマとしたシンポジウム (現地及びオンライン開催のハイブリッド) を開催し、費用を天草市や地域住民の方々から工面してもらえないか交渉する。また、保護への興味関心を高めることで、活動に協力してもらえと考えている。私達は天草市と共催でシンポジウムを開催した経験があり、十分開催は可能だと考えている。
【今後の展望/Future potential and its plan】 ・保護施設を利用してホタルの保護を行い、減少を防ぎ、他地域のロールモデルとなる ・保護施設をホタルシンポジウムなどで積極的に発信していく ・小・中学校での環境教育の一環として、保護施設の設置を活用していきたい
【参考文献/References】 ①福田海風(2020)熊本県内におけるゲンジボタルの違いについて(未発表)、②大場信義(1989)ゲンジボタルの同時明滅概観、全国ホタル研究会誌 22:4-5、③大場信義(2001)ゲンジボタルの形態と発光パターンの地理的変異、横須賀市立博物館研究報告、(自然) 48:45-89、全国ホタル研究会誌、55、④井口豊(2000)長野県辰野町の在来ゲンジボタルの発光パターン、昆虫と自然、35(14):30-32、全国ホタル研究会誌、55、⑤井口豊(2022)群馬県富岡市のゲンジボタル発光パターンのビデオ画像解析、⑥井口豊(2021)ゲンジボタルの地理的変異と地質学的事件の関連(HP)、⑦阿部宣男・稲垣照美・石川秀之・安達政伸・千場英弘ゲンジボタルの発光パターンに及ぼす温度環境の影響—地理的差異による 2 型分布に対する考察として—日本生物地理学会会報第 59 巻 2004 年 12 月 20 日、⑧宮下衛 (2009) ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫に対する LED 照明の影響、⑨笹井昭一 (1999) ゲンジボタル明滅周期と気温について、全国ホタル研究会誌 32: 22-25、⑩栗川博之 (2006) ゲンジボタルの発光周期について、全国ホタル研究会誌 39: 32-36、

3. 熊本県立天草高等学校



図 4 図 3 の①



図 5 図 3 の②



図 6 図 3 の③



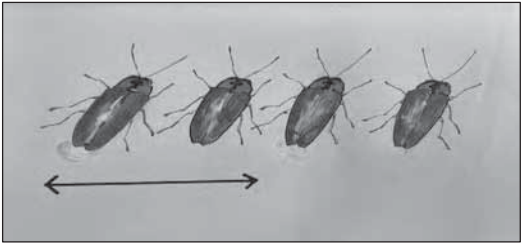


図7 ゲンジボタルの発光周期

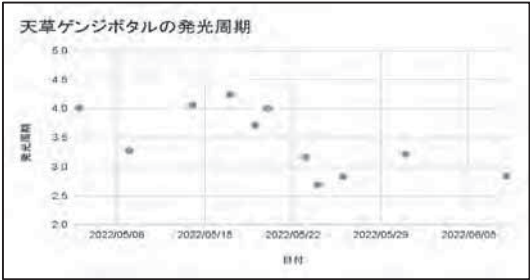


図8 天草ゲンジボタルの発光周期

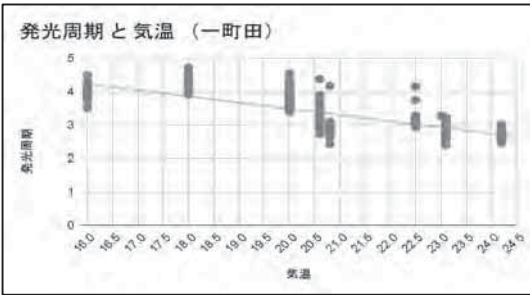


図9 発光周期と気温（一町田）

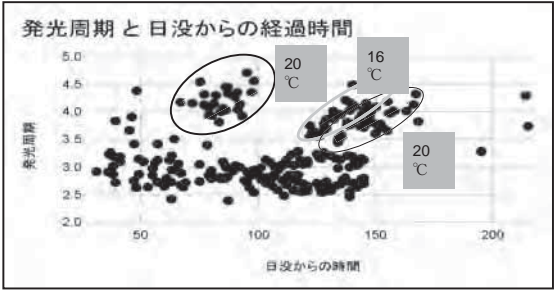


図10 発光周期と日没からの経過時間

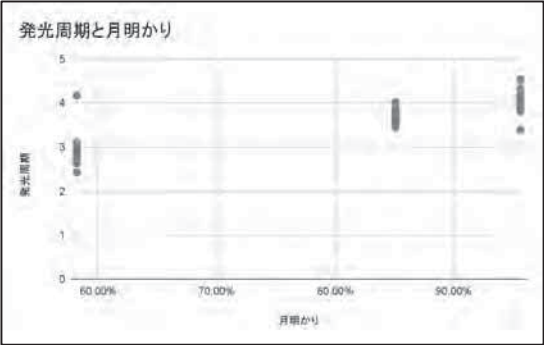


図11 発光周期と月明かり

	発光時間	非発光時間
58.20%	1 秒	2 秒
95.60%	1 秒	3 秒

図12 発光時間と非発光時間の長さ

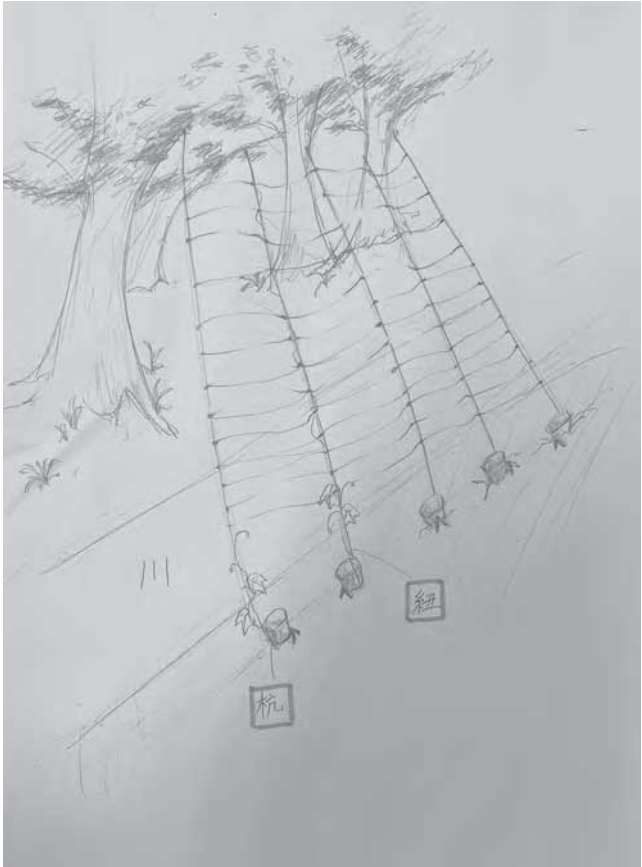


図13 保護施設のイメージ図

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 東京大学教育学部附属中等教育学校

【代表者名/Representative's Name】 藤田佳歩

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 桑原嵩佳 三堀春香

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 アカハイモリの他個体認識 ～イモリは本当に仲間の存在を感じないのか～

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

アカハライモリ (*Cynops pyrrhogaster*) は日本に広く分布するが、その行動や生態の大部分は未知である<sup>1</sup>。私は家で飼育しているイモリや野外で観察したイモリが頻りに密集した状態にある様子を見て、イモリには他個体を認識する能力や社会性が本当に無いのか疑問に思った。社会性は昆虫から哺乳類まで多くの分類群で確認されている一方、両生類ではほとんど知られていない<sup>2</sup>。特にイモリにおいては繁殖期のオスがメスを認識することが知られているのみである<sup>3</sup>。そこで私はイモリの行動を定量的に解析することで、これまで見過ごされてきたイモリの他個体認識や社会性の有無を検証しようと考えた。

【目的/Goal】

アカハライモリにも他個体認識能力や社会性が存在するのか明らかにすることを目的とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

アカハライモリは再生や発生といった数々の研究に用いられている国内両生類のモデル生物である一方、その生態はほとんどが謎であり、特に行動を詳細に調べた研究はほぼない。本研究は今まで着目されていなかったイモリの行動に着目し、両生類には認められない社会性や個体間インタラクションを詳細に調べた独創的な研究である。イモリの行動特性が明らかになることで、イモリを対象とした研究に多くの影響を与えるのみならず、行動の進化について深い洞察をもたらすことが期待される。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

〈イモリの飼育方法〉

本研究では福岡県三國市の小川で捕獲したアカハライモリを使用した。イモリは明条件 (図 1-A) と暗条件 (図 1-B) が 12 時間おきに切り替わる暗室内の 40cm 水槽に 2～4 匹ずつオスメス分けて飼育した。

〈データ解析方法〉

独自に構築した実験系によりイモリの行動を解析した。まず、コンピュータのラズベリーパイを用いて一定時間おきに自動的に赤外線カメラでイモリを撮影するようプログラムした。次に撮影した連続写真を UMATracker-FilterGenerator<sup>4</sup> を用いて二値化した後、UMATracker-Tracking<sup>5</sup> によりイモリの座標データを取得した (図 2)。

〈結果〉

**イモリ単独ではオスとメスで異なる行動を示した**

イモリの行動解析を行うにあたり、まず 1 匹での基本的な行動特性を調べるためにサーカディアンリズムの測定を行った。イモリ 1 匹の行動を撮影し (図 3-A)、移動距離から 3 日間の行動量を算出した (図 4)。1 日あたりの明条件と暗条件の平均行動量を比較した結果、オスでは明条件と暗条件とで行動量に有意な差は見られなかった (図 5・6)。一方で、メスでは条件は明条件と比較して行動量に有意な増加が見られた (図 7・8)。この結果は、野外調査で示唆されていたアカハライモリの夜行性<sup>4,5</sup> と一致する。本実験は繁殖期に行われたことから、メスは夜行性のリズムが崩れない一方で、オスは繁殖目的で昼夜を問わず活発に行動する可能性が考えられる。

**異性に遭遇した際イモリは動かない個体と左右方向へ動く個体に二分された**

イモリ 2 個体の行動について、他個体認識は知られていない<sup>1</sup> ものの繁殖期のオスは婚姻期を示すことからオスメス間で何かしらのインタラクションがあるのではないかと仮説を立てた。この仮説を検証するため



4. 東京大学教育学部附属中等教育学校

に初対面の異性に出会った際のイモリの反応をグループ分けし、異性への反応を調べることにした。異性に出会った際の反応を撮影し(図3-B)、頭・尾・左前足・右前足・左後足・右後足の計6箇所(図9)の動きをクラスタリング解析したところ(図10)、6つの特徴的な動きが抽出された(図11)。部位別に分けると、各グループの点が複数の部位に散らばっていることから(図12)、初対面の異性に出会った際にイモリは特定の部位を動かす行動は行わないことが分かった。一方、個別別に分けると、各グループの点が個体ごとにそれぞれ集中していたため(図13)、初対面の異性に出会った際にイモリは体全体を動かし、個体ごと個性があることが分かった。分散の大きかった動きは全て左右軸方向だったことから(図14)、イモリの個性として、横へ揺れ動く個体とは動かない個体の2種類が存在することが示された。なぜこの様な動きをするのかは不明だが、横方向への移動が主で他個体に近づく様子が見られないことから、初見の異性に対しては警戒心があり接触に消極的である可能性が考えられる。これらの特徴はオスメスで共通してみられた。

イモリのメスは同性と異性に対して異なる反応を示す

繁殖以外で一般に他個体とインタラクションがあるのか比較することを目的として同様の実験を通常期のメスのペアで行った。その結果、初対面の同性に対する反応は3つのクラスターに分かれた(図15)。部位別に分けると、各クラスターの点が複数の部位に散らばっていたため(図16)、部位による反応の特徴はないことが示された。また、個別別に分けると各クラスターの点が個体ごとに集中していたため(図17)、反応は個体ごとに個性があることが示された。ペアごとに反応を見ると4組中2組はペアどうしで似た反応を示した。さらに、分散の大きかった動きは全て頭尾軸方向であったため(図18)、メスの同性に対する反応では近づくあるいは逃げる行動が見られ、同性の他個体に興味を示す社会的な個体とそうでない個体に分かれる可能性が示唆された。これまで他個体認識は繁殖期のオスからメスのみ知られていたが、メスも同性異性を区別して異なる行動をする可能性が初めて示唆された。

長時間の co-housing でもイモリに群れる習性は見られなかった

繁殖目的以外で一般にイモリは互いに近づきあって群れる性質があるのか確かめることを目的としてイモリ2個体間の距離を調べた。メス2匹の行動を撮影し(図3-C)、ランダムな2点間の距離(図19)と比較した結果、個体間距離に有意な差は見られなかった(図20・21)。このことからイモリは互いに近づき合うといった群れる習性は示さないことが示唆された。野外でイモリが密集して発見されるのは、イモリ各個体それぞれが好み環境が似ているため、結果的に密集した可能性が考えられる。

結論

アカハライモリには、互いに近づき合い群れる社会性は見られなかった。一方で、個体同士が遭遇した際の反応を詳しく調べたところ、相手の性別によって異なる反応が見られたことから、メスにも相手の性別を判別する能力がある可能性が示唆された。さらにイモリには異性を相手にした際や同性を相手にした際に個体によって特徴的な動きをし、外交的と内向的といった個性を持っている可能性が示唆された。

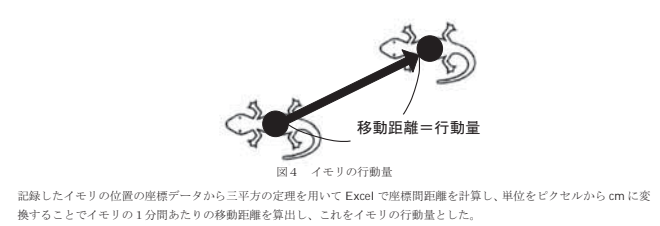
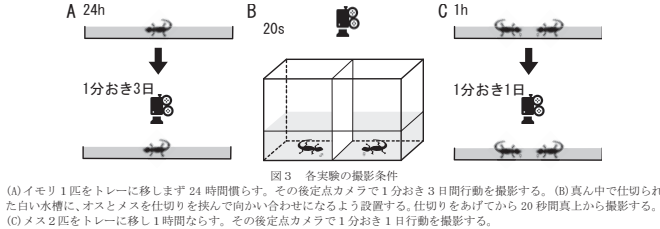
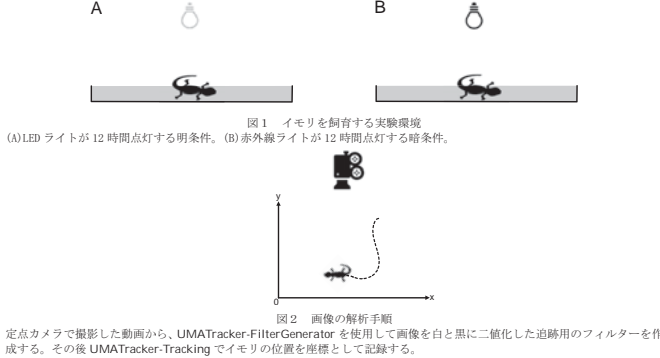
【今後の展望/Future potential and its plan】

今後はまだ行っていないオスメスの組み合わせで同様の実験を行いイモリの生態をより詳細に調べる。さらに見知ったイモリ同士のペアでは初対面の相手に対してと反応が異なるのかを調べる。これにより、他個体を記憶する社会性記憶の有無を検証する予定である。また、野外で生息域を共有するカエルや川魚といった他の水生生物への反応を調べ、種を超えた他の生物への認識も調べる予定である。

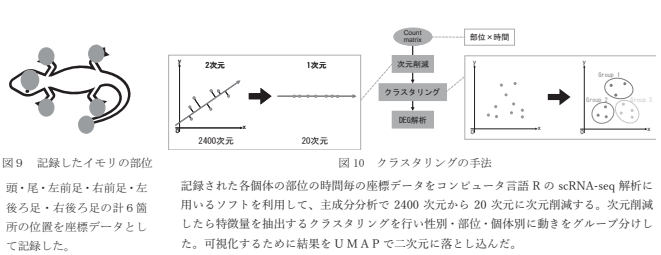
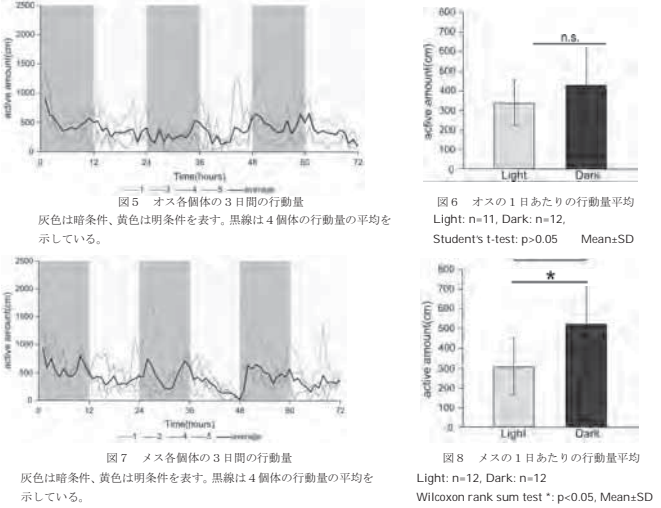
【参考文献/References】

- 1.Koji Mochida, Hikoki Koda, Masaru K. Hojo, Kohji Takahashi, Masaki Suyama, Ei-ichi Izawa, and Yasuo Ihara (2020) The ecological role of behavioral transmission by social learning
- 2.有尾両生類のフェロモン (1998) 豊田ふみよ 菊山榮
- 3.Yamanaka, O. and Takeuchi, R. UMATracker: an intuitive image-based tracking platform. *Journal of Experimental Biology* **221**, 16 (2018)
- 4.Naruse, M. *et al.* Plasticity of biological rhythms and its significance: analysis of the locomotor activity rhythm in the loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. Ph. D. Dissertation, Nara Women's University, Nara. 115pp. (in Japanese) (1993)
- 5.Naruse, M. and Oishi, T. *et al.* Annual and daily activity rhythms of loaches in an irrigation creek and ditches around paddy fields. *Environ Bio Fishes* **47**, 93-99 (1996)

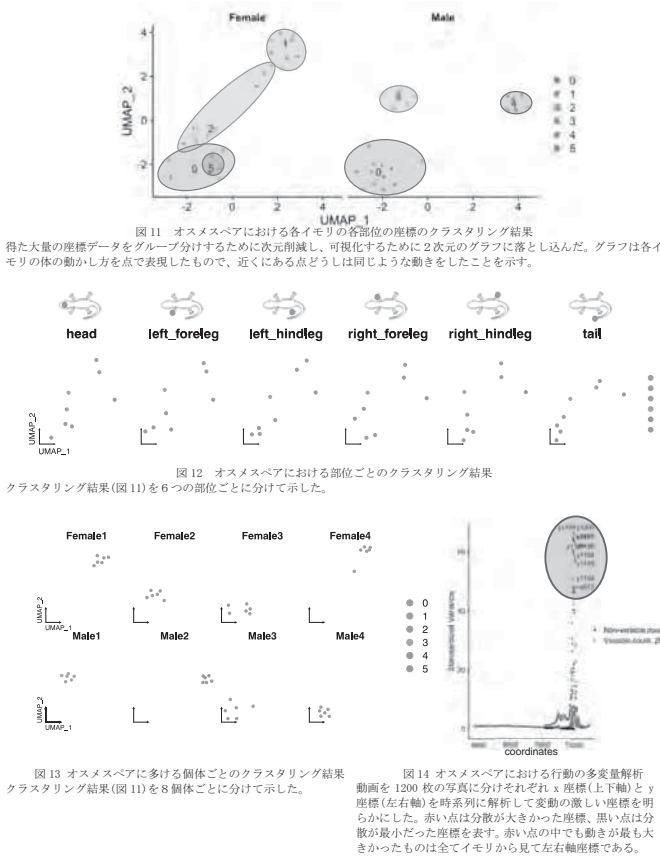
4. 東京大学教育学部附属中等教育学校



4. 東京大学教育学部附属中等教育学校



4. 東京大学教育学部附属中等教育学校





4. 東京大学教育学部附属中等教育学校

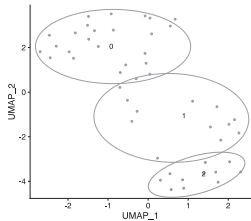


図 15 メスどうしのペアにおける各イモリの各部位の座標のクラスタリング結果  
グラフは各イモリの体の動かし方を点で表現したもので、近くにある点同士は同じような動きをしたことを示す。



図 16 メスどうしのペアにおける部位ごとのクラスタリング結果  
クラスタリング結果(図 15)を 6 つの部位ごとに分けて示した。

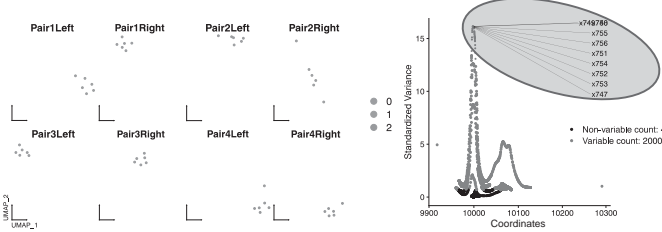


図 17 メスどうしのペアにおける個体ごとのクラスタリング結果  
クラスタリング結果(図 15)を 8 個体ごとに分けて示した。

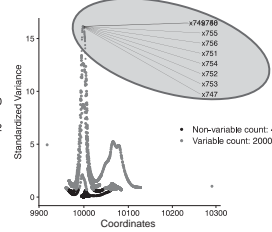


図 18 メスどうしのペアにおける行動の多変量解析  
動画像を 1200 枚の写真に分けてそれぞれ x 座標 (前後軸) と y 座標 (左右軸) を時系列に解析して変動の激しい座標を明らかにした。赤い点は分散が大きかった座標、黒い点は分散が最小だった座標を表す。赤い点の中でも動きが最も大きかったものは全てイモリから見て前後座標である。

5. 鹿児島県立国分高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに図を下さい。 Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】鹿児島県立国分高等学校
【代表者名/Representative's Name】大小田 拓生
【メンバー/Member】岡村 香佳、中村 鈴葉、八ヶ代 晃盛、山口 真日斗、吉村 有結
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】河野 裕一郎
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】ボルタ電池の放電後、電解液が黄色になる！?
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 ボルタ電池は硫酸に亜鉛と銅を浸した一次電池 <sup>1)</sup> であるが、分極が発生する <sup>2)</sup> という欠点を持っている。この改善のため過酸化水素水を添加し放電したところ、電解液が黄色く変色することを発見した(図 1)。文献や教科書を調べたが、この黄変の原因は判明しなかった。この原因を解明するために本研究を行った。ボルタ電池は中学、高校の教科書や資料集に記載があるため、黄変の理由を解明が出来れば SDGs の目標4(質の高い教育をみんなに)に貢献することができる。また、黄変の原因物質が有毒かどうかを調べ、中学生が安心してボルタ電池の実験ができるようにしたい。
【目的/Goal】 過酸化水素水を添加したボルタ電池の電解液が黄色に変色する原因を解明し、質の高い教育への貢献やみんなが安心してボルタ電池の実験ができるようにすることを目標とする。
<b>【新規性/Novelty and Creativity】</b>
<b>1.新規性</b> 昨年度の研究により、過酸化水素水を添加した酸性の溶液に亜鉛板を溶解させると、溶液が黄色く変色することが判明した。よって、溶液の変色はボルタ電池の電極反応によるものではなく、銅板も関与していないと結論付けた。また、酸に含まれる陰イオン種にも依存しない事が分かった(図 2)。
<b>2.創造性(仮説)</b> 亜鉛イオンは無色であるため、溶液が黄色く変色する理由として、亜鉛板(型番 126-0356、ケニス社)に含まれる不純物の溶出が原因ではないかと考えた。
<b>2-1.不純物の候補</b> 亜鉛板を製造しているケニス株式会社に亜鉛板に含まれる不純物の詳細を問い合わせたところ、表1に示した成分が含まれているとの回答が得られた。そこで、表 1 の元素のいずれかが溶液が黄変する原因であると考えた。
<b>2-2.ベルオキシチタン酸の生成</b> 溶液が黄色く変色するための条件は①チタン、②過酸化水素、③酸性溶液の 3 つであると考えた。それらを踏まえて文献を調べたところ、pH1以下の硫酸酸性溶液中で赤褐色を呈し、過酸化水素の定量法にも用いられるベルオキシチタン酸の生成が溶液の黄変の原因ではないかという仮説を立てた。
<b>3.研究方法</b> 本研究では、0.5 mol/L 硫酸 50 mL と 30 %過酸化水素水 2 mL を混合したものを標準溶液とし、各種の金属亜鉛を 30 分間浸漬して溶解させた。
<b>3-1.亜鉛板に含まれる不純物の影響</b> 仮説を確かめるため、亜鉛板(ケニス社、純度 99.4 %)、亜鉛板より高純度な亜鉛ねじ止め(純度 99.995 %)、亜鉛インゴット(純度 99.995 %)をそれぞれ標準溶液に 30 分間浸漬した溶液の吸収スペクトルを可視分光光度計(ASV-S3、アズワン)を用いて測定し、比較した。
<b>3-2. 各不純物の影響</b> 亜鉛板に含まれている各不純物の金属板をそれぞれ標準溶液に溶解させた。Ti 板は電気パン用の耐腐食加工

4. 東京大学教育学部附属中等教育学校



図 19 2 個体間距離とランダムな 2 点間の距離の比較  
(A) メス 2 個体を入れて撮影を行い、個体間距離を計算した。(B) 概日リズムの実験で得た単独のイモリの位置の座標データ 2 つの座標間距離を使用しランダムな 2 点間の距離とした。

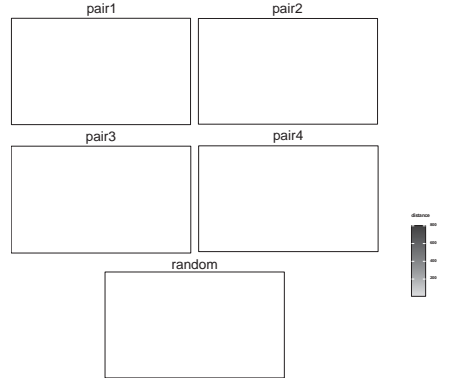


図 20 イモリペア 4 組とランダムな 2 点の時間毎の距離  
時間ごとトレー内のイモリの位置を直線で結び、その直線距離に応じて長いほど青く、近いほど黄色く表した。黒い枠はトレーの外周を表し、使用したトレーの大きさは縦 42 cm 横 68 cm である。

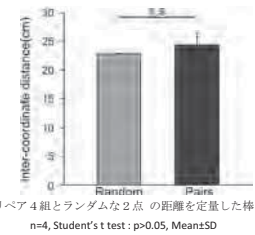


図 21 イモリペア 4 組とランダムな 2 点の距離を定量化した棒グラフ  
n=4, Student's t test : p>0.05, Mean±SD

※オーラル及び英語ポスター発表は A4 用紙 2 枚まで (それぞれの項目記載に必要な写真や図は A4 用紙 7 枚まで添付すること)  
※写真や表には必ず説明文 (caption) と番号を付けること。引用文献 (参考文献) にも番号を付けること。そしてこれらは必ずいずれかの項目記述文で言及し、その際その場所に図、表、引用文献の番号を付すこと。  
※各項目の記述にあたっては、別途配布のスタートアップチェックリストを参考にすること。

5. 鹿児島県立国分高等学校

されたものを使用したため、各金属板を 24 時間浸漬した後溶液の吸収スペクトルを測定し、亜鉛板の吸収スペクトルと比較した。
<b>3-3. ベルオキシチタン酸による影響</b> 市販のベルオキシチタン酸水溶液 10 mL(株式会社ソウマより無償提供、図 3)に、亜鉛板を浸漬して黄変した溶液と pH が同じになるように硫酸を加え、黄変溶液と吸収スペクトルを比較した。
<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect(Report of progress can also be acceptable)】</b>
<b>4. 結果と考察</b>
<b>4-1. 亜鉛板に含まれる不純物の影響</b> 亜鉛インゴットや亜鉛ねじ止めを浸漬した溶液は無色であったが、亜鉛板(ケニス社)を浸漬した溶液は黄色くなり、吸収スペクトルは 350~450 nm 付近にブロードな吸収ピークを示した(図 4.5)。亜鉛インゴット、亜鉛ねじ止めを浸漬した溶液の吸収スペクトルは吸収ピークを示さなかった。このことから亜鉛板に含まれる不純物の影響で溶液が黄色く変色したと考えられる。
<b>4-2. 不純物の溶解による各イオンによる影響</b> 各金属板を浸漬して 24 時間経過後、亜鉛板と同様に鉄板、チタン板を溶解させた溶液が黄色く変色した(図 6)。チタン板の製造会社であるケニス社に問い合わせたところ、不純物は H、N、O、Fe のみであったため、チタンから鉄の溶出が黄変の原因の可能性がある。次に亜鉛板、鉄板、チタン板を浸漬した溶液の吸収スペクトルを比較してみると、チタン板と亜鉛板の吸収ピークの波長が一致した(図 7)。従って、溶液の黄変の原因は溶出したチタンだと考えられる。
<b>4-3. ベルオキシチタン酸の生成による影響</b> ベルオキシチタン酸水溶液と亜鉛板の黄変溶液の吸収スペクトルを比較したところ、波長 405 nm 辺りでピークが一致した(図 8)。つまり亜鉛板が標準溶液に溶解したとき、溶液が黄色く変色するのはベルオキシチタン酸が生成されたからと考えられる。
<b>5. 考察(なぜボルタ電池の電解液が放電後、黄色く変色したのか)</b> 一之瀬弘道先生(佐賀大学特任教授)のアドバイスにより、溶液中でチタンが優先的に溶解することが分かった。 $\text{Ti} \rightarrow \text{Ti}^{4+} + 4\text{e}^-$ また文献によると、強酸性下で金属チタンが溶解した溶液に過酸化水素が添加されると、以下のようにベルオキシチタン酸錯体を生成する <sup>3)</sup> 。 $\text{Ti} + \text{aq}^{\text{H}^+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ti}(\text{O})_2(\text{OH})_{\text{n-2}}^{\text{n-4}+} + \text{nH}^+$ $\text{Ti} + \text{aq}^{\text{H}^+}$ やベルオキシチタン錯体 $\text{Ti}(\text{O})_2(\text{OH})_{\text{n-2}}^{\text{n-4}+}$ は強酸性下で安定であり、n=2 に近い構造のカチオン(陽イオン)として存在する。このベルオキシチタン錯体の生成がボルタ電池の電解液が黄色く変色した原因だと考えている。また、ベルオキシチタン酸は、製品安全データシート(MSDS) <sup>4)</sup> によると、危険有害性の分類で無害物質に分類されることが分かった。
<b>6. まとめ</b> ・亜鉛板に含まれる不純物の溶出により溶液が黄色く変色していることが分かった。 ・チタン板を 24 時間溶解させた標準溶液は黄色く変色し、亜鉛板を溶解させた溶液と吸収スペクトルのピークが一致した。よって、溶液が変色する原因はチタンであると考えられる。 ・強酸性下で Ti イオンが過酸化水素と混合されるとベルオキシチタン錯体 $\text{Ti}(\text{O})_2(\text{OH})_{\text{n-2}}^{\text{n-4}+}$ が生成する。これがボルタ電池の電解液が黄色く変色した原因だと考えている。また、ベルオキシチタン酸は無害物質であることが分かった。
<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> ・薄層クロマトグラフィーを用いたベルオキシチタン酸の同定実験を行う。 ・黄変の理由を出版社の教材や論文で発表する事により、中学生・高校生が安心してボルタ電池の実験できることを日本のみならず世界に発信し、質の高い教育への貢献ができると考えている。
<b>【参考文献/References】</b> 1)相原淳一 中村暢男(2022).『高校用文部科学省検定教科書新訂版 新版化学』実教出版.80. 2)小田良次(2018).『サイエンスビュー 化学総合資料四訂版』実教出版.94. 3)一瀬弘道 (2003).『微構造制御触媒材料の開発と応用』佐賀県産業技術センター平成 15 年度研究報告書.https://www.scribd.com/document/115/h15-h15-fc2.pdf.2022 年 11 月 5 日. 4)ベルオキシチタン酸.製品安全データシート(MSDS). http://www.kdd1.com/pal/pal-msds1.pdf



5. 鹿児島県立国分高等学校

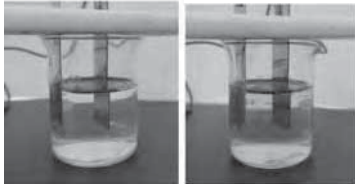


図1 ボルタ電池の電解液の様子(左:過酸化水素水を添加していないボルタ電池、右:過酸化水素を添加したボルタ電池)。



図2 亜鉛板をそれぞれ硝酸、塩酸に浸漬した様子(左:硝酸、右:塩酸)。

表1 亜鉛板(型番 126-0356、ケニス社)の成分表。

含まれる元素	含有率(%)
Zn	99.4
Cu	0.30~0.50
Al	0.002~0.004
Ti	0.02~0.04
Pb	0.02 未満
Cd	0.01 未満
Fe	0.01 未満



図3 ペルオキシチタン酸水溶液(株式会社ソウマ様より無償提供)。

5. 鹿児島県立国分高等学校

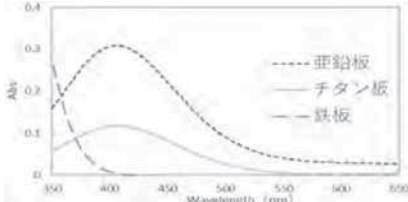


図7 亜鉛板、鉄板、チタン板の吸収スペクトルの比較。

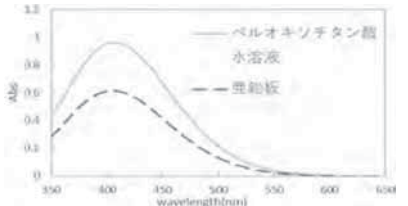


図8 亜鉛板を30分間浸漬した電解液と市販のペルオキシチタン酸水溶液の吸収スペクトルの比較。

5. 鹿児島県立国分高等学校



図4 亜鉛インゴットと亜鉛板をそれぞれ30分浸漬した電解液の様子(左:亜鉛インゴット 右:亜鉛板)。

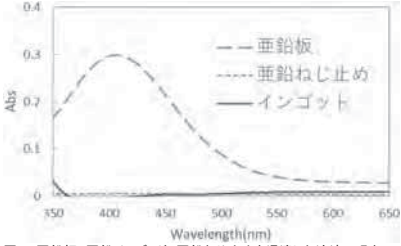


図5 亜鉛板、亜鉛インゴット、亜鉛ねじ止めを浸漬した溶液の吸収スペクトル。

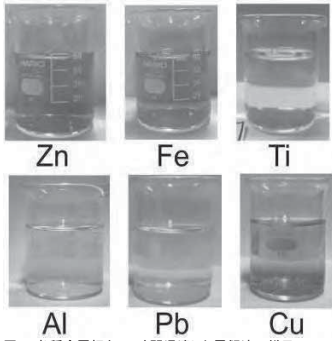


図6 各種金属板を24時間浸漬した電解液の様子。

6. Taipei Municipal Yong Chun High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☒ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Yong Chun High School

【代表者名/Representative's Name】 CHENG CHAO-HUNG

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 CHEN CHING-LUNG, CHENG YUN-MAW

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Using Image Recognition to Improve Typing Systems and Develop Typing Biometrics

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

More and more people nowadays have to use computers to complete assignments or projects. However, researchers have found that many people have very slow typing speeds, which often leads to a great waste of time. To solve this problem, many people ask online typing systems for help. However, most current typing systems teach 10-finger typing (Figure 1), but only they show us if the right keys are pressed, not knowing if the right fingers are used. Therefore, researchers decide to improve current online typing systems by creating a new system that can recognize correct finger placement.

On the other hand, many people's phone or computer passwords can be accidentally seen by others, making them easy to leak. To prevent this problem, the researchers develop an approach to distinguish typing behaviors among different people. In this way, password security can be achieved because it is next to impossible to copy someone else's typing behaviors and thus guarantees password security.



Figure 1: The online typing system teaches the use of 10-finger typing.

【目的/Goal】

1. Development of a typing system.
2. Use of image recognition to determine hand position coordinates.
3. Analysis of typing habits in terms of time between words and letters.
4. Analysis of typing habits in terms of coordinate patterns.
5. Comparison of Decision Tree and Random Forest models.
6. Discussion of the shortest length of password under this biometric recognition.
7. Development of a biometric recognition system for when a password is forgotten.



## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School

### 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

#### A. Use OpenCV and MediaPipe to Judge Finger Coordinates

"OpenCV" can access pictures, video, and process images; "MediaPipe" is a deep learning operating framework. There are currently 16 Pipeline solutions, and open models can be downloaded and used. Among the 16 models, there is one that detects finger position. It has two parts: Palm Detection and Hand Landmarks.

Palm Detection is to capture the hands in the images and find the position of the palms; Hand Landmarks is to mark the coordinates of 21 key points of the entire hands as shown from Figure 2 to Figure 4. Therefore, the model can obtain the coordinates of the 21 points of the hands in the images.



Figure 2 to Figure 4: Hand Landmarks, Hand recognition interface, Finger coordinates value

In order to successfully detect finger position and combine it with the typing system, the researchers converted the position of each key on the keyboard in the image into coordinates. In this way, when the image detection detects the coordinates of the finger tip and the key coordinates overlap, we can know which finger we are using (Figure 5).



Figure 5: Finger tip coordinates and key coordinates overlap interface

#### B. Collect both the data of input time gaps between each character and those of hand coordinates

In this study, "hand tracking password" is used as the pre-defined string to be entered. When the password is under risk of leakage, biometric identification mechanism is activated.

The system records two different kinds of data each time once the assigned text is entered: 1. the time gaps between characters entered (shown in Figure 6); 2. the 21 point three-dimensional hand coordinates obtained through image recognition (shown in Figure 7 & 8).



Figure 6: A dataset of time gaps between characters typed

## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School



Figure 7 & 8: The record of hand coordinates of each character entered

#### C. Machine Learning Decision Tree Classification Algorithm

Decision tree is a kind of supervised learning. It is just like a tree. In each node, it compares the differences between features and subdivides different categories of data. To train a good decision tree, it is essential to calculate "Entropy" and "Information Gain".

"Entropy" is a measure of disorder. The mathematical formula for Entropy is as follows. Where  $p_i$  is the probability of an element/class 'i' in data.

$$Entropy = H(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

As we can see in Figure 9, the classification is the most disordered when the Entropy value is the largest; the classification becomes the best when the Entropy value is the smallest.



Figure 9: Plot of Entropy and Probability

In order to make entropy smaller, we need "information gain". The mathematical formula for Information Gain is as follows. Where 'i' is the possible values of A, 'S<sub>i</sub>' is the subset where  $X_A = i$ .

$$Gain(S, A) = H(S) - \sum_{i \in \text{values}(A)} \frac{|S_i|}{|S|} H(S_i)$$

If the value of Information Gain is larger, it means this feature contributes more to the classification; if the value is smaller, it does not contribute much enough to the classification.

Finally, after calculating information gain to reduce entropy, we successfully constructed a decision tree and used it to judge typing habits.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

#### A. An Improved Typing System that can Detect the Position of User's Typing Fingers

After going through the processes of design, development, and testing, we have finally developed a new typing system which can successfully detect whether the user is using the correct fingers when typing. Figure 10 and

## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School

11 show the device and system interface in the research.



Figure 10: Typing system device image.



Figure 11: Typing practice interface.

#### B. Analyze Typing Habits Using Decision Trees and Features of Typing Time Gap

Through the above approach, 130 pieces of data from "Person A" and "Person B" of time gaps between characters typed and hand coordinates in the typing process have been collected.

First of all, we want to explore the time gaps between each character typed by different people. By calculating Entropy and Information Gain of the data from "Person A" and "Person B", a decision tree can be constructed (shown in Figure 12).

It can be observed from the root of this tree that after the calculation of Information Gain, it is found that the sixth value is the most influencing factor to determine whether it is "Person A" or "Person B." In other words, when the two different persons are typing "hand tracking password", the time intervals between 't' and 'r' is the most differential, and this distinguishes the typing behaviors of the two different persons!

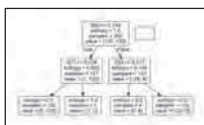


Figure 12: Decision tree constructed from input time interval data for each word of "Person A" & "Person B"

There's one more very interesting point. We try to use different ratios between the training data and the test data. Figure 13 shows the accuracy of the decision tree model constructed by different ratios.

In Figure 13, we can see that in the case of a smaller amount of training data, the decision tree still has a

## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School

classification accuracy of 96.58%. Therefore, we can learn that the time gap differences between "Person A" and "Person B" is very prominent, and it defines a feature that is suitable for biometric identification.

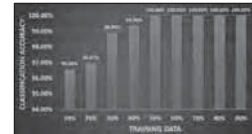


Figure 13: Model accuracy of converting two-person data to different scale data

Though the above results suggest that the model can tell which person is typing, we are still not sure whether the system can really tell if the data come from the very same person.

Therefore, we assume that the data from the same person are typed by two different persons. If the classification of the trained decision tree fails, which shows significant drops in the classification accuracy, the model can really tell if it is the same person typing.

It can be seen from Figure 14 and Figure 15 that the depth of the decision tree increases, and the classification accuracy using 90% of the training data is only 77.78%. This means the model can judge that the behaviors of the typists are quite similar. In fact, this is indeed the typing time gap data from the very same person.

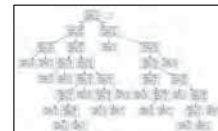


Figure 14: Assuming the data of "Person A" as a decision tree model trained by two different persons



Figure 15: Model accuracy comparison between the same person and different people

#### C. Using Decision Tree and Typing Finger Coordinate Features to Analyze Typing Habits

Next, let's take a look at the hand coordinates as a decision tree model.



## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School

Our system records the 21 coordinates of the hand when the 22 characters of "hand tracking password" are entered. Therefore, there are 2772 values representing a person's typing behaviors.

Since there are so many values, it is easier for the system to find the differences among them, and the depth of the trained decision tree model is small. If we only have a very small amount of data, the classification accuracy will not be as good. With large enough amount of data, our model can classify quite well.

We can see this in Figure 16 and Figure 17.

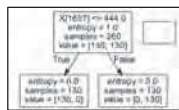


Figure 16: Decision tree built from hand coordinate data for each character from "Person A" and "Person B"

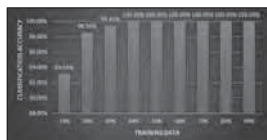


Figure 17: Model accuracy for converting two-person hand coordinate data to data at different scales

Finally, we also want to find from hand coordinate data that if the model can know whether it is the same person typing.

From the comparison in Figure 18, there is no way for the model trained from the same person's data to achieve high enough accuracy. When the amount of data increases, the classification accuracy has no obvious increase. But it is very interesting that when the same person with only 20% of the data, the differences between the model classification accuracy and that of different people are both low. This might be because we have more coordinate values and it is easier for the model to find the differences. This also means that if we want to use hand coordinates for biometric identification, the amount of data should be large enough so that it is easier to for the model to distinguish among different people.



## 6. Taipei Municipal Yong Chun High School

Figure 18: Model accuracy assuming "Person A" data as typed by two different persons

### 【今後の展望／Future potential and its plan】

For future research, we hope people can have public and easy access to this typing system and test whether it is helpful. We will also work on solving the above issues and increasing the accuracy of the model. We will also collect more data on the time gap and hand coordinates of people inputting the "hand tracking password" and analyze it. We will also try using more different algorithms to enhance the accuracy of the model. As for the shortest password and the input system for forgotten passwords, we are currently collecting more data and train the model before the final report, and expect the results.

The most valuable aspect of this research is its potential application in ATMs. Once the system is set, it can judge typing behaviors based on time gap or finger coordinates. Even if someone knows another person's password, they cannot successfully get money from an ATM because they do not copy the typing behaviors of the password holder. In the future, we also hope to use Deep Learning to judge typing behaviors, and see if it can be more efficient and accurate through training based on photos taken. At present, we are only using "hand tracking password" to distinguish typing behaviors, and in the future, we will also try to record typing behaviors in daily computer use and input the password for verification.

### 【参考文献／References】

- [1] Yingbing Yu. "Anomaly Detection of Masqueraders Based Upon Typing Biometrics And Probabilistic Neural Network".
- [2] Arthur I. Baars, S. Doaitse Swierstra. "Typing Dynamic Typing".
- [3] Sowndarya Krishnamoorthy, Luis Rueda, Sherif Saad, Haytham Elmiligi. "Identification of User Behavioral Biometrics for Authentication Using Keystroke Dynamics and Machine Learning".
- [4] Tsubasa Yumura, Satoshi Nakamura. "Augmented Typing: Augmentation of Keyboard Typing Experience by Adding Visual and Sound Effects".
- [5] Anna Maria Feit, Daryl Weir, Antti Oulasvirta. "How We Type: Movement Strategies and Performance in Everyday Typing".
- [6] Kyle R. Corpus, Ralph Joseph DL. Gonzales, Alvin Scott Morada. "Mobile User Identification through Authentication using Keystroke Dynamics and Accelerometer Biometrics".
- [7] Yu-Hao Lin, Suwen Zhu, Yu-Jung Ko, Wenzhe Cui, Xiaojun Bi. "Why Is Gesture Typing Promising for Older Adults? Comparing Gesture and Tap Typing Behavior of Older with Young Adults".
- [8] Abdul Serwadda, Vir V. Phoha, Ankunda Kiremire. "Using Global Knowledge of Users' Typing Traits to Attack Keystroke Biometrics Templates".
- [9] Daisuke Hamazaki, Tatsuhiro Hasegawa. "Finger Recognition Using a Wearable Device while Typing".

## 7. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☒ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science  
☐ 数学＋情報／Mathematics & Information ☐ その他／Others specifying :

### 参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

【代表者名／Representative's Name】 Ueno Rio

【メンバー／Member】 Kijima Saya

### 指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 Tanamura Yoshihiko

### 発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 Development of Carbonated Beverages with Foam Stabilized by Protein

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Beer poured into a glass has white foam on top that remains for a certain period of time (Fig. 1). On the other hand, there are almost no carbonated beverages that underage high school students can drink that have foam like beer. According to previous research, it has been reported that the foam retention of beer is caused by the following three factors<sup>[12]</sup>. (1) Beer contains carbon dioxide, (2) contains abundant protein derived from malt, and (3) the bitter component of hops has the property of stabilizing the foam. Furthermore, it is also known that the higher the sucrose content, the higher the viscosity of the liquid and the more stable the foam<sup>[3]</sup>. Based on these findings, we speculated that the reason why many commercially available carbonated beverages do not retain foam stably is that they do not contain protein. In this study, we clarified the relationship between protein and foam in carbonated beverages, and attempted to develop a carbonated beverage with long foam retention by adding protein.

【目的／Goal】

Developing carbonated beverages with longer foam retention due to the addition of protein. To further investigate how to extend the retention time of the formed foam.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

Beer foam has the following roles. (1) it prevents the liquid part of the beer foam oxidizing and losing its flavor when exposed to air, (2) it acts as a cap to keep carbon dioxide gas from escaping, and (3) the white foam on the beer makes the beer look tasty<sup>[45]</sup>. We hypothesized that these effects would be beneficial for carbonated beverages other than beer. Currently, few carbonated beverages other than beer have beer-like foam, so if we can make carbonated beverages retain foam, we can expect the possibility of completely new beverages that have never existed before. While there have been many studies on foam retention in beer, there has been little research on foam retention in carbonated beverages to our knowledge. Therefore, we decided to investigate how to improve the foam retention of carbonated beverages.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Experiment 1: Investigation of relationship between amount of protein and retention time of foam  
 We examined whether adding protein to carbonated beverages would result in foam retention, and investigated whether increasing the amount would extend the retention time. Egg white powder was used as the protein to be added.

Method 1: Place 0.30 g of baking soda, 10 mL of tap water (27-29°C), and 0.02-2.0 g of egg white powder in a 100-mL beaker, place the beaker in an ultrasonic cleaner, and use a glass rod to avoid foaming. Mixed like also, 0.30 g of citric acid and 5 mL of tap water (27-29°C) were placed in a 50 mL beaker and mixed. The two solutions were placed in a 100 mL graduated cylinder, and the height of the foam generated on the top of the obtained carbonated water was measured using the scale of the graduated cylinder. The retention time of the foam was defined as the time until the foam disappeared.

Experiment 2: Investigation of the relationship between the amount of granulated sugar added and the foam retention time.

It was investigated whether the addition of granulated sugar, which is known to have the effect of stabilizing foam, would extend the retention time.

Method 2: Put 0.30 g of baking soda, 10 mL of tap water (27-29°C), 0.04 g of egg white powder, 1.0, 2.0, 3.0, and 10.0 g of granulated sugar into a beaker, and place the beaker in an ultrasonic cleaner. The mixture

## 7. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

was placed and mixed with a glass rod so as not to foam. Also, 0.30 g of citric acid and 5 mL of tap water (27-29°C) were placed in a 50 mL beaker and mixed. The two solutions were placed in a 100 mL graduated cylinder, and the height of the foam generated on the top of the obtained carbonated water was measured using the scale of the graduated cylinder. The retention time of the foam was defined as the time until the foam disappeared.

Fig.2 shows that the addition of protein confirmed the formation of foam on top of the carbonated water. Fig.3 shows that there was a tendency for retention time to increase as the amount of protein added increased.

Based on reports that proteins have a surfactant effect<sup>[6]</sup> and that foam becomes more stable as the surfactant increases<sup>[7]</sup>, it is thought that the increase in retention time with increased amounts of protein was due to the greater influence of the surfactant effect of the protein.

Fig.4 shows that when granulated sugar was added, the retention time increased as the amount of granulated sugar was increased. However, when only granulated sugar was added without protein, no foam was formed, suggesting that granulated sugar plays an auxiliary role in retaining foam and is not capable of retaining foam on its own.

These results indicate that the addition of protein is effective in the development of carbonated beverages that retain foam.

### 【今後の展望／Future potential and its plan】

We would like to elucidate how the foam on the carbonated water retained by the addition of protein are retained for a longer period of time. In this study, we investigated changes in retention time using only egg white powder and granulated sugar. We will conduct similar experiments using other sugars and proteins to see if retention time can be increased. Ultimately, we would like to propose a method for making carbonated beverages that retain foam.

### 【参考文献／References】

- [1] 蛸井澤, ビールの泡—基礎研究から応用研究まで—, 日本醸造協会誌, 111(4), 195-203 (2016)
- [2] C. W. Bamforth: Practical Guides for Beer Quality "FOAM" (2012)
- [3] 柴山キヨ子, 片岡美智子, 光明院智子, 卵白・卵黄・および全卵の気泡性と泡の安定性に関する研究, 高知女子大紀要 自然科学編, 43, 11-15 (1995)
- [4] SUNTORY, 「お客様センタービールの泡はどのような役割をしているのですか?」, <https://www.suntory.co.jp/customer/faq/001715.html> (2022年9月29日)
- [5] Asahi アサヒスーパーホールディングス株式会社, 「ビールに欠かせない泡。泡の役割やビールのおいしい注ぎ方をご紹介!」, <https://rd.asahigroup-holdings.com/research/asahint/2019/03/post-6.html> (2022年9月29日)
- [6] 土井悦四郎, 食品タンパク質の加工特性に関する研究, 日本食品工業学会誌, 39(12), 1163-1168(1992)
- [7] 阿部正彦, 坂本一民, 福井寛, 『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい界面活性剤の本』, 日刊工業新聞社 (2010)



## 7. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

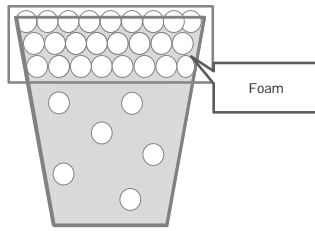


Fig. 1 Foam formed on the top of beer



Fig. 2 Foam formed on the top of carbonated water

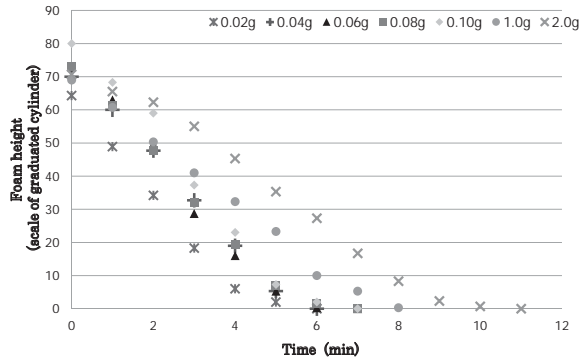


Fig. 3 Relationship between the amount of protein and foam stabilized time

## 7. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

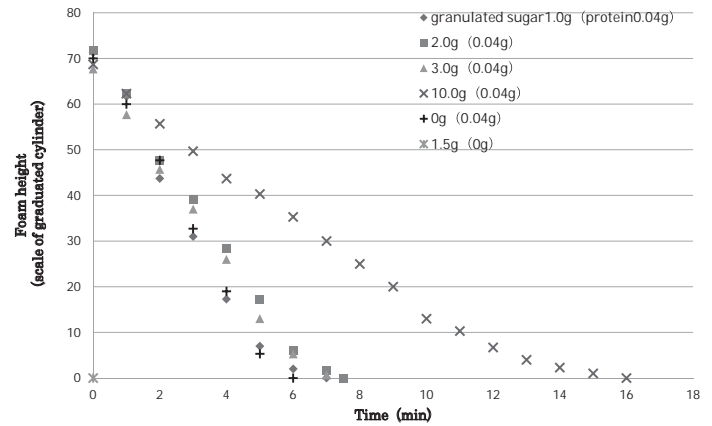


Fig. 4 Relationship between the amount of granulated sugar and foam stabilized time

## 8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

Research Stage: ☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

Field/Field Make one ☒ of the fields that best apply. Check only one appropriate field.

☐ Physics ☒ Chemistry ☐ Biology ☐ Earth Science  
☐ mathematics+information/Mathematics&Information ☐ other/Others specifying :

Participant's Information

【学校名/School Name】 New Taipei Municipal Linkou Senior High School

【Representative's Name】 Lin, Yi- Cheng

【メンバー/Member】 Lin, Yi- Cheng

Supervising Teacher

【Name】 Hu Yu Jen

Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】

Pathogenic bacteria prevention - The antimicrobial assessment of transparent anti-epidemic plastic face shields with rice bran oil and nano-silver ions.

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

This study tried to use rice bran oil and nano-silver ions to reduce the risk of infection in the medical environment of Gram-negative bacteria, caused by accidental contacts, using the internal addition or the surface coated ways in transparent PET shield substrates. The discussion is divided into five parts:

- (1) The evaluation of the nano-silver ions added and the surface materials covered on the PET shield at different concentrations.
- (2) The appraisal of the surface coated with rice bran oil on PET shield substrates with or without nano-silver ions in it.
- (3) The assessment of the surface painted with rice bran oil and other edible oils on PET shield materials.
- (4) Surface coated with rice bran oil, antibiotics and bleach solution of different concentrations are assessed on PET shield substrates.
- (5) Surface covered with rice bran oil in the dilution of alcohol was appraised on PET shield materials. The anti-epidemic plastic shields have high clarity requirements, and a haze meter was used to measure luminous transmittance value and haze to evaluate the effect of these two additives on transparency. Finally, relative light unit, the antibacterial appraisal of protection is measured by ATP bioluminescence instrument.

【目的/Goal】

The goal was divided into five parts to discuss antibacterial-related issues in an environment with a high probability of infection due to Gram-negative bacteria:

- (1) Confirm whether the addition and use of nano-silver ions and rice bran oil will affect the transparency.
- (2) Comparison of nano-silver ions addition and surface coating at different concentrations.
- (3) Rice bran oil was evaluated and compared on the surface coating of PET shield with or without

## 8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

nano-silver ions.

(4) Regularly trace the cleaning and protective effects of nano-silver ions, rice bran oil and other edible oils.

(5) Find out the best formula design of shields to prevent contact infection and increase protective effect.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

- (1) Apply rice bran oil to this environment full of Gram-negative bacteria pollution source, the antimicrobial effect is quite significant, natural, non-toxic, cheap (95-105 TW dollars/kg) and safe. It can be applied to hospital medical beds and related equipment.
- (2) After 24 hours of antibacterial effect, research has confirmed that rice bran oil is superior to antibiotics. This ingredient is natural with no side effects, and there are no risks of children's accidental ingestion. The external application of medicine is much more expected in the future.
- (3) This research is initially based on the new invention of "antimicrobial shields", which has been approved by the Republic of China Patent Certificate No. M629659, and will be used in daily necessities and food packaging materials in the future. The application is infinite and extensive, and it is expected that this research will be further expanded to benefit the society in the future.
- (4) Although the effect of rice bran oil with the dilution of alcohol (rice bran oil / alcohol = 25/75 ~ 75/25) is slightly worse, it still has a superior outcome. It can be used in the future. It can be applied to commercial antimicrobial sprays, replacing alcohol (75 % v/v) and bleach (2-3 % v/v dilution solution). It is natural and non-toxic. In the future, it can be used not only at home, but also in public spaces, such as hospitals, schools, kindergartens, etc. This new patent application is on the way.
- (5) In the future, this study is expected to extend the antiviral experiment of coronavirus to promote people's health and well-being.

【実現性とその予測/Feasibility and Its Prospect Report of progress can also be acceptable】

- (1) It is confirmed that the addition of nano-silver ions 0.4wt% to the PET basic material has obvious antimicrobial effect.
- (2) The direct application effect of nano-silver ions is not good, because the nano-silver ions dilute in the aqueous solution. In the lipophilic PET substrate, the adhesion is not good, and it is necessary to carry out hydrophilic and adhesion modification on this substrate, which is not convenient enough to apply.
- (3) It is confirmed that the use of rice bran oil in a simple surface-coating method, without the need to add nano-silver ions. The formula is simple, and good antibacterial effect can be obtained; also, the transparency of PET basic material is not affected.
- (4) Under dilution with alcohol, when evaluating the antibacterial effect of different concentrations of rice bran oil, the researcher once again confirms that the antimicrobial effect is best when applied with rice bran oil alone.

【今後の展望 / Future potential and its plan】

- (1) Apply rice bran oil to this environment full of gram-negative bacteria pollution source, and the antibacterial effect is quite significant, natural, non-toxic, cheap (95-105 TW dollars/kg) and safe.



8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

It can be applied to hospital medical beds and related equipment.	
(2) After 24 hours of antimicrobial effect, studies have confirmed that rice bran oil is superior to antibiotics. This ingredient is natural with no side effects and no risk of accidental ingestion by children. In the future of medical external application, more are expected and there is surely much hope to shine.	
(3) This research is initially a new invention of "antibacterial shield", which has been approved by the Republic of China Patent Certificate No. M629659, and will be used more extensively in daily necessities and food packaging materials in the future. It is expected that this research will be further expanded to benefit the society in the future.	
(4) Although the antibacterial effect of rice bran oil with the dilution of alcohol (rice bran oil / alcohol = 25/75 ~ 75/25) is slightly worse, it is still quite effective. In the future, it can be applied to commercial antibacterial sprays, replacing alcohol (75 % v/v) and bleach (2~3 % v/v diluted solution), being natural and non-toxic. It will not only be used for households, but also in public spaces such as hospitals, schools, kindergartens, etc. The patent of this new creation is also under application.	
【参考文献/References】	
[1] New knowledge at home and abroad (2015) · The emergence and impact of multidrug-resistant gram-negative bacteria—a key focus for the next 10 years, Journal of Infection Control. Vol. XXV, No. 1, pp. 47–48.	
[2] Huang, De-Shih, Wang, Kai-Yin, He, Ya-Siou, Huang, Jyuan-Jyuan, Liou, Shuei-De (the third edition of 2016) · High School Chemistry Textbook Elective Chemistry (Part II) Chapter 8 Application and Development of Chemistry 8-1 Polymers. New Taipei City: Lungteng Cultural.	
[3] Yan,Hong-Cheng and Syu,Shan-Huei (2008) · The magic of nanogold and silver. Science Development, 431, pp. 28–32.	
[4]I. X. Yi, J. Zhang, I. S. Zhao, M. L. Mei, Q. Li, and C. H. Chu(2020). The Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and Its Application in Dentistry. International Journal of Nanomedicine. Vol. 15: 2555—2562.	
[5]Dey Arpan, Jain Praveen and Singh Ajay (2013). Antibacterial activity of rice bran oil. Recent Research in Science and Technology, 5(2), 18-19.	
[6] New Knowledge at Home and Abroad (2015). Evaluation of the effectiveness of different testing methods for environmental cleaning, Journal of Infection Control. Vol. XXV, No. 6, pp. 288–290.	
[7]G. Shama*, D.J. Malik (2013). The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. International Journal of Hygiene and Environmental Health.Vol.216: 115-125.	
[8]B. G. Mitchell, A. McGhie, G. Whiteley, A. Farrington, L. Hall, K. Halton, N. M. White(2020). Evaluating bio-burden of frequently touched surfaces using Adenosine Triphosphate bioluminescence (ATP): Results from the Researching Effective Approaches to Cleaning in Hospitals (REACH) trial. Infection, Disease & Health. Vol. 25(3): 168-174.	
[9]S. G. Gibbs, C. H. Sayles, O. Chaika, A. Hewlett, E. M. Colbert, P. W. Smith(2014), Evaluation	

8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

Table 2. The antimicrobial effect in the specimens of PET face shields of with nano-silver ions under the internal addition and the surface coated ways.

The antimicrobial effect (Using the high pollution source (A') wipes)	Internal addition of nano-silver ions powder ( wt %)			Surface coating of nano-silver ions aqueous solution (wt %)		
	0	0.2	0.4	0	0.2	0.4
(1) Detect immediately (RLU)	1,514	1,275	1,125	1,514	1,467	1,143
(2) Test again after 12 hours (RLU)	1,893	911	496	1,893	1,308	1,125
The antimicrobial effect (%)	NO	28.5	55.9	NO	10.8	1.6

2. Rice bran oil Is evaluated and compared by surface coating:

- (1) From the RLU (relative light unit) of Table 3, 0.4% of nano-silver ions were added to the specimens of PET face shields, which was used in the source of high environmental pollution (B') wipe. 24 hours after touching, although the antimicrobial effect of 42.9% can achieve the obvious protective effect, but under the application of rice bran oil, PET substrate regardless of whether nano-silver ions are added or not, it has obvious sterilization effect , and even the antimicrobial effect can reach 54.8%.

Table3. The antimicrobial effect in the specimens of PET face shields of with nano-silver ions under the internal addition and surface coating of rice bran oil ways.

The antimicrobial effect (Using the high pollution source (B') wipes)	Internal addition of nano-silver ions powder ( wt %)			Internal addition of nano-silver ions powder ( wt %) + Surface coating of rice bran oil		
	0	0.2	0.4	0	0.2	0.4
(1) Detect immediately (RLU)	4,124	3,989	2,872	3,850	3,838	2,763
(2) Test again after 24 hours (RLU)	4,198	2,276	1,640	1,739	1,818	1,630
The antimicrobial effect (%)	not	42.9%	42.9%	54.8%	52.6%	41.0%

8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

of the relationship between ATP bioluminescence assay and the presence of organisms associated with healthcare-associated infections. Healthcare infection. Vol. 19, Issue 3, 101-107.	
[10] Syu, Cing-Ying and Cuel, Su-Ping (2017). Study on the bacteriostatic effect of rice bran pyrolysis product rice bran oil, Anhui Agricultural Sciences, 2017, Issue 12, 70-7. China.	
[11] Mao,Chun-Ji (2012). Study on the bacteriostatic effect and immune enhancement effect of rice bran sterol in vitro. Master's thesis of the Department of Nutrition and Food Hygiene, Hunan Agricultural University. China.	

Appendix I: Experimental Records and Analysis

1. Comparison of nano-silver ion addition and surface coating at

different concentrations :

- (1) From the Table 1, the HAZE of the haze meter increased slightly, but T.V. ( Luminous Transmittance Value ) is close to the value, and its internal addition or surface coating has little effect on the overall transparency of the PET shield substrate.

Table1. The transparency effect of PET thickness 0.3mm face shields with nano-silver ions under the internal addition and the surface coated ways.

The transparency effect	Internal addition of nano-silver ions powder ( wt %)			Surface coating of nano-silver ions aqueous solution (wt %)		
	0	0.2	0.4	0	0.2	0.4
Luminous Transmittance Value (T.V)	90.7	90.5	90.5	90.7	90.6	90.6
HAZE	0.25	1.60	2.70	0.25	0.60	0.80

- (2) From the RLU (relative light unit) of Table 1, 0.4% of nano-silver ions were added and wiped at the source of high environmental pollution (A'). 12 hours after touching, it can achieve a significant protective effect of 55.9% sterilization rate. However, the surface coating of nano-silver ions has no obvious bactericidal effect, and the analysis is caused by the fact that the surface coating layer is easy to wipe off the nano-silver ions due to the sampling process of the detection rod.

8. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

3. Rice bran oil compared to other edible oils for surface application

evaluation on PET face shield substrates:

- (1) It can be seen from Table 4, Figure 1 that after olive oil and black sesame oil are applied to PET substrate, their HAZE is above 4.0, which will obviously affects transparency. From the RLU (relative light unit) of the by ATP bioluminescence instrument in Table 4 and the bottom right, rice bran oil can achieve a significant protective effect of 85% sterilization rate when wiped at a source of highly environmental pollution (C') and 24 hours after touching Soybean salad oil, it has a slight antimicrobial effect of 4.7%,with a little protective effect, while other edible oils do not.

Table 4. Comparison to the anti-epidemic and antimicrobial effects on rice bran oil and other edible oils (soybean salad oil, olive oil, canola oil, bitter tea oil and black sesame oil).

The antimicrobial effect (Using the high pollution source (C') wipes)	Apply rice bran oil compared to other edible oils					
	Rice bran oil	Soy salad oil	olive oil	Canola oil	Camellia seed oil	Black sesame oil
(1) Detect immediately (RLU)	721	3,617	2,667	2,270	2,056	2,167
(2) Test again after 24 hours (RLU)	107	3,446	3,538	2,741	2,094	2,640
The antimicrobial effect (%)	85%	4.7%	not	not	not	not

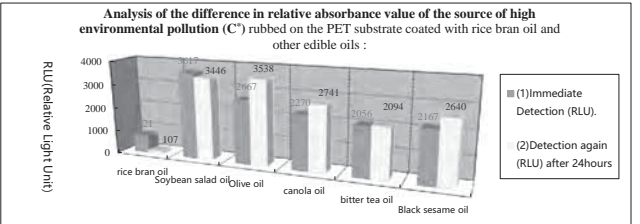


Fig 1. Wipe the source of environmental pollution (C\*) on the surface of PET face shield substrate specimens which has been coated with rice bran oil and other edible oil. Then, first detect immediately, and second, detect after 24 hours, and analyze the detection of RLU.



4. Rice bran oil and antibiotics and different concentrations of bleach

were evaluated and compared by surface application:

(1) Table 5 and Figure 2 can be seen: Rice bran oil can achieve an obvious protective effect of 67% sterilization rate when wiped at a highly environmental pollution source (D') for 24 hours after touching, while other antibiotics and edible oil with different concentrations of bleach are not. Previously, in the literature [5]. It was only recorded that rice bran oil had the same bacteriostatic effect than the antibiotic (gentamicin), and it was pointed out that rice bran oil had a better bacteriostatic effect than antibiotics (gentamicin) in Escherichia coli and Staphylococcus aureus. In foreign literature [11], we know that the "rice bran sterol" component in rice bran oil has a good vitro bacteriostatic effect on Escherichia coli, Pasteurella and Staphylococcus aureus. By above, we can discover that the main antibacterial component in rice bran oil should be "rice bran sterol". These publications are consistent with the inhibitory effect of this study on gram-negative bacteria (e.g., Escherichia coli).

Table 5: Comparison to the antimicrobial effects of ATP bioluminescence instrument (adenosine triphosphate bioluminescence assay) in the change of highly environmental pollution source (D') when wiping and touching menstruation.

PET face Shield substrate	The evaluation of wiping the source of highly environmental pollution (D') on the surface of PET face shield substrate specimens with the thickness of 0.3mm, which has been coated with rice bran oil, antibiotics and different concentrations of bleach.				
	Rice bran oil	antibiotic	Bleach 1%	Bleach 2%	Bleach 3%
Wipe and touch highly environmental pollution source (D')					
(1) Detect immediately (RLU)	1,253	415	3,273	1,959	1,350
(2)Test again after 24 hours (RLU)	415	1,023	4,301	2,539	1,796
The antimicrobial effect (%)	67%	NO	NO	NO	NO

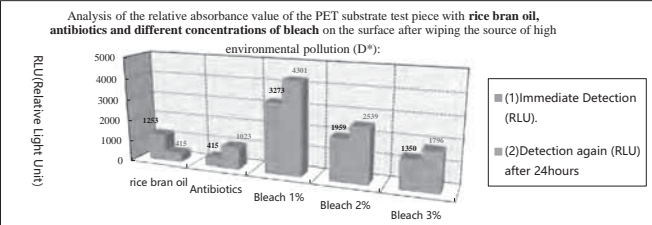


Fig 2. Wipe the source of environmental pollution (D') on the surface of PET face shield substrate test piece which has been coated with rice bran oil, antibiotics and different concentrations of bleach. Then, first detect immediately, and second, detect after 2 4 hours, and analyze the detection of RLU.

5. Under dilution with alcohol, rice bran oil/alcohol ratios ((0/0 (original specimen), 0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0), the

evaluation of comparison to surface coating:

- (1) By Table 6 and Figure 3 we can see: Apply rice bran oil (100%) on the surface, and wipe it with highly environmental pollution source bacteria (E') for 24 hours after touching, although it can achieve an obvious protective effect of 75.92% sterilization rate. Then, applying pure alcohol (95%), there is no antibacterial effect after time changes. I think it's because when the process of applying pure alcohol on the surface, alcohol is easy to volatilize, which makes it no antibacterial effect.
- (2) Rice bran oil increases with the dilution ratio of alcohol, and its sterilization rate decreases significantly after wiping at a high environmental pollution source (E') for 24 hours after touching, and I think it's because after alcohol volatilization, the thickness of the residual rice bran oil on the test piece becomes thinner, and the rice bran oil effectively reduces.

Table 6: Comparison to the antimicrobial effects on ATP bioluminescence instrument (adenosine triphosphate bioluminescence assay) in the change of environmental high pollution source (E') when wiping and touching menstruation.

PET face Shield substrate	Rice bran oil/alcohol ratio					
	0/0 (original)	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0
Rice bran oil surface smearing dilution ratio (v/v)						
(1)Detect immediately (RLU)	11,650	4,860	1,737	1,219	860	436
(2)Test again after 24 hours (RLU)	38,352	5,530	1,575	957	352	105
The antimicrobial effect (%)	NO	NO	9.33%	21.49%	59.07%	75.92%

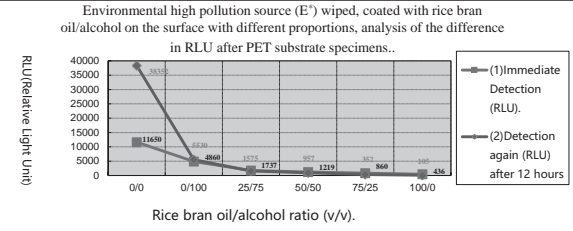


Fig 3. Wipe the source of environmental pollution (E') after applying PET face shield substrate specimens with different ratios of rice bran oil/alcohol. Then, analyze RLU we detected immediately first, and second, after 2 4 hours.



1 . The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

□ Idea

Preliminary

□ Result

分野 /Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

□物理 /Physics

□化学 /Chemistry

生物 /Biology

□地学 /Earth Science

□数学+情報 /Mathematics& Information

□その他 /Others specifying :

参加者 /Participant's Information

【学校名 /School Name】  
國立暨南國際大學附屬高級中學  
The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

【代表者名 /Representative's Name】 HSU,CHING

【メンバー /Member】 CHEN,SHI-QI XU,PEI-LING

指導教員 /Supervising Teacher

【お名前 /Name】 DU,WU-JUN, LO, I-FAN

発表内容 /Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Mosquito Escape Room

【アイデアの概要とひらめきの背景 /Outline and its First Inspiration】

To effectively reduce the problems posed by the dengue virus, proper environmental management design can reduce breeding sources and reduce vectors. In this study, the number and rate of mosquito escape were reduced by changing the physical structure of the mosquito trap. According to the opening design of the container, there are straight tube and funnel shapes, and the structure of the bottle is respectively changed according to the angle of the inclined plate, the distance between the inclined plates, the bending curve under the plastic sheet, and the density of the iron wire in the bottle. Labyrinth, pinball machine, and slippery slide, above container experiments and measured the number and rate of escape of mosquitoes. The results showed that it is more difficult for mosquitoes to escape from the poke container whose opening is funnel-shaped than the straight container; the slant plate angle of 60 degrees in the pinball table is the most effective in preventing mosquitoes from escaping; the concave inside plastic plate of the slide is effective and steady prevents mosquitoes from escaping. Based on the above, based on the above results, an effective mosquito repelling container will be further produced, which can not only achieve effective environmental management at low cost but also reduce the problem of vectors.

Island-wide dengue fever (Dengue fever) outbreaks occurred in Taiwan in 1901, 1915, 1931, and 1942. It is an acute infectious disease caused by the dengue virus, which is transmitted to humans by mosquitoes. In 2015, dengue fever broke out again in Tainan, causing Taiwan to pay more and more attention to the issue of dengue fever. (Taiwan Medical Association Report, 2017)

In 1988, 220 townships and urban areas were surveyed for three consecutive years, and the distribution of Aedes albopictus was as high as 100%. Both Aedes aegypti and Aedes albopictus can transmit the dengue virus, and this study aims to understand the habits, life cycle, distribution area, transmission area, and breeding environment of Aedes albopictus, and try to reduce the risk of mosquitoes transmitting dengue fever. After analyzing the investigation literature on dengue fever, it was found that the container with stagnant water is the most conducive to the breeding of vector mosquitoes. Therefore, to effectively prevent and control dengue fever, the breeding source of vector mosquito larvae must be completely removed. (Huang Jisen, Wu Huaihui, Zhang Niantai, 1995)

【目的 /Goal】

(1) Develop containers with different physical structures as a device for limiting mosquitoes

1 . The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

(1)Poke-a-present game

(2)Labyrinth

(3)Pinball machine

(4)Slippery slide

1 . The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

(2) Discuss the number and rate of mosquitoes escaping in containers with different physical structures

(3) Explore whether there are differences in the escape process of mosquitoes

(4) Present relevant results as a basis for further development of innovative mosquito traps

(5) Widely used to achieve its function

【新規性と創造性 /Novelty and Creativity】

The experimental equipment used in this experiment is only plastic bottles, and the physical structure of the plastic bottles is changed. All the changes in the physical structure are the innovations of this experiment, which is unprecedented. It is hoped that cost reduction and the effective use of the container can be achieved. Popularity, plastic bottles are available everywhere, which can reduce costs and respond to environmental protection. In addition, this device is simple in design, and the public can learn how to make it by themselves so that the device can achieve the purpose of this experiment.

【実現性とその予測 /Feasibility and its Prospect ( Report of progress can also be acceptable )】

In the preliminary experiment, the situation of mosquitoes escaping was observed for two hours, and it was found that the test results of the poke container showed that the size and design of the opening will affect the number and speed of mosquitoes escaping, and the funnel-shaped opening can effectively prevent mosquitoes. The number and rate of escape, so the container with the opening as a funnel is the most effective container to prevent mosquitoes from flying out; the experimental data of the wire maze container shows that the wire density will affect the number and rate of mosquito escape. The higher the wire density, the higher the number of mosquitoes that escaped. When the wire density is lower than 2 cm, all the mosquitoes will escape, so the container with a wire density lower than 2 cm can most effectively prevent mosquitoes from escaping; the results of pinball machine container experiments show that the angle of the inclined plate will affect the number of escaped mosquitoes and The container with a slant plate angle of 30 degrees is the most effective container for preventing mosquitoes from escaping, and the container with a slant plate angle of 60 degrees can increase the number and rate of mosquito escape when the extension distance of the gap between No. 1 and No. 2 increases. The container with an inclined plate angle of 45 degrees is the most unable to prevent mosquitoes from escaping; the slide container experiment shows that different arc curve directions in the container will affect the number and speed of mosquitoes escaping, and the concave container is the most stable to prevent mosquitoes from escaping, while the smooth and concave containers are relatively unstable to prevent mosquitoes from escaping, so the concave container is the most effective container to prevent mosquitoes from escaping. This experiment is undergoing further research. The experiment lasts for several weeks and simulates the real environment for research, so as to further understand whether the experimental devices can effectively exert the maximum benefits in real-life situations.

【今後の展望 /Future potential and its plan】

After this experiment, according to the experimental results, an effective mosquito repellent container can be further produced, which can not only achieve effective environmental management at low cost, but also reduce the problem of vectors. It is hoped that the self-made mosquito trap can be used in daily life to reduce the mosquitoes in the environment and reduce the diseases and disturbances caused by mosquitoes to humans.

【参考文献 /References】

- Acute Infectious Diseases Unit, Centers for Disease Control, Ministry of Health and Welfare (April 29, 2016). "Surveillance and related strategies for important mosquito-borne infectious diseases"
- Environmental Protection Bureau, Pingtung County Government (March 8, 2017). "Vector mosquitoes that transmit dengue fever"
- Center for Health Protection, Department of Health, Government of the Hong Kong Special Administrative Region (22 August 2018). "Dengue fever" [announcement].
- Li Yuandi (2017). Twenty-first century threats to human health and global stability-emerging infectious diseases [Abstract]. Department of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen Medical University.
- Agency for Disease Control, Ministry of Health and Welfare (20 December 2019). "Introduction to Dengue Disease" [Announcement].
- Agency for Disease Control, Ministry of Health and Welfare. "Introduction to Infectious Diseases - Dengue Fever" [Announcement].
- Huang Jisen, Wu Huaihui, Zhang Niantai (1995) Investigation of Aedes breeding environment in Samin District, Kaohsiung City and discussion on the causes of dengue fever [Abstract]. Taiwan Entomological Journal.

1 . The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

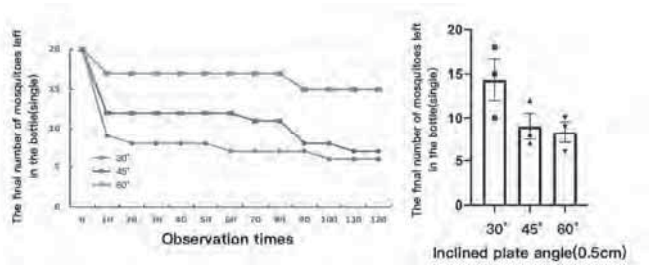
(1)Poke-a-present game

(2)Labyrinth

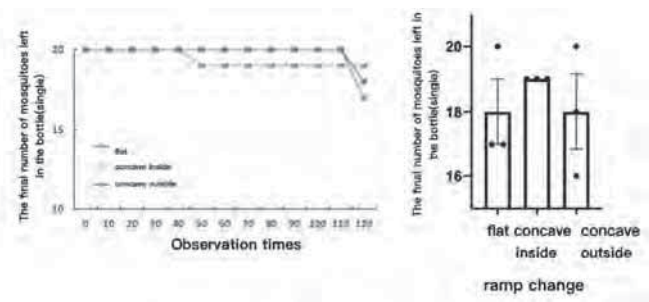
- 21 -



(3)Pinball machine



(4)Slippery slide



## 2.Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

positively correlated with the number of cicadas' emergence (Figure 2). Multiple linear regression analysis revealed that the humidity was also significantly correlated with the number of cicadas' emergence (beta [standard partial regression coefficient] = 0.079,  $P < .001$ ) (Table 2).

### 【今後の展望/Future potential and its plan】

Fixed-point observation of cicada emergence at Minamihara Kumano Shrine revealed that humidity, among other meteorological conditions, correlated with the number of emergence of cicadas. Moriyama et al also have reported that the induction of egg hatching was associated with humidity<sup>1</sup>. We would like to examine the influence of weather conditions on the emergence of cicadas in other areas with different weather conditions and other cicada species. In order to advance the research further, it is necessary to standardize observation methods and research collaborators in multiple areas, and the accumulation of large amounts of data will further clarify the biology of cicadas.

### 【参考文献/References 】

1. Moriyama M et al. Induction of egg hatching by humidity in the cicada *Cryptotrypa facialis*. Journal of Insect Physiology. Volume 52, Pages 1219-1225, 2006.

## 2.Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

### 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

【代表者名/Representative's Name】 Kotaro Nishitsuka

【メンバー/Member】 Kotaro Nishitsuka

### 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Takayuki Sasaki

### 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Relationship between the emergence of cicadas and weather elements analyzed from 5 years of observation

### 【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

At Kumano Shrine near my home, we can see the emergence of cicadas every year. I noticed that the number of emergence of cicadas varies from day to day, and wondered what influences it. Therefore, I started my research from the first grade of elementary school and investigated the relationship between emergence of cicadas and items such as weather, temperature, humidity, and underground temperature for nine years. In this study, we re-analyzed the previous data and examined the relationship between the number of emergences and weather elements.

### 【目的/Goal】

To verify the relationship between the emergence of cicadas and weather elements.

### 【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

We have so far conducted fixed-point observations of cicada emergence near the sacred tree of Kumano Shrine (Figure 1). During the period from the beginning to the end of the cicadas call every summer, we observed the number of cicadas' emergence, humidity and temperature at night. The data of weather, wind speed, sunshine time and air pressure were also recorded using referenced data from the Japan Meteorological Agency. In this study, we retrospectively analyzed the data set including the number of cicadas' emergence and weather elements (temperature, humidity, weather, air pressure, precipitation, wind speed, sunshine time). We ultimately enrolled 186 days data between 2012 and 2016. To examine the relationship between the number of cicadas' emergence and weather elements, we performed multiple regression analysis.

### 【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

During the observation period, the total number of cicadas' emergence was 496. Mean  $\pm$  standard deviation of the number of cicadas' emergence, temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), air pressure (hPa), precipitation (mm), sunshine time (hour), humidity (%) and wind speed (m/s) were  $2.67 \pm 3.80$ ,  $25.51 \pm 2.43$ ,  $991.49 \pm 3.65$ ,  $4.47 \pm 13.20$ ,  $5.55 \pm 4.12$ ,  $73.98 \pm 11.84$  and  $1.17 \pm 0.55$ , respectively (Table 1). Simple regression analysis showed that the humidity was

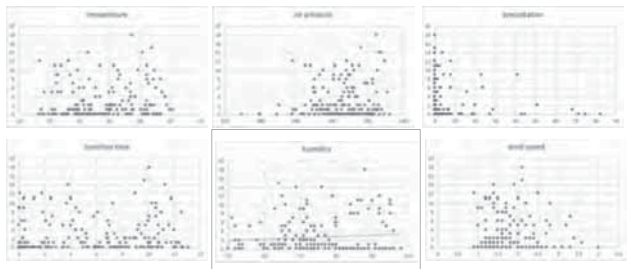
## 2.Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

Figure 1. Observation of cicadas emergence



Figure2. Simple regression analysis of the cicadas' emergence and various weather elements.

Result: Simple regression analysis of the cicadas' emergence and various weather elements.



The number of cicadas' emergence was significantly related to humidity ( $P < 0.01$ ).



2.Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

Table1. Overview of cicadas observation for 5 years (2012-2016)

number of observation day (days)	186
number of emergence ( mean ± SD )	2,67±3.80
temperature (℃) ( mean ± SD )	25,51±2.43
weather (rain / fine or cloud )	39/147
air pressure ( hPa) ( mean ± SD )	991.49±3.65
precipitation (mm) ( mean ± SD )	4.74±13.20
sunshine time (hour) ( mean ± SD )	5.55±4.12
humidity (%) ( mean ± SD )	73.98±11.84
wind speed (m/s) ( mean ± SD )	1.77±0.55

Table 2. Multiple regression analysis of the cicadas' emergence and various weather elements

	beta	95% CI	P value
weather	0.292	-1.351 to 1.935	0.726
temperature	0.195	-0.093 to 0.489	0.183
air pressure	0.093	-0.067 to 0.254	0.253
precipitation	-0.029	-0.078 to 0.019	0.23
sunshine time	0.071	-0.113 to 0.254	0.45
humidity	0.079	0.020 to 0.138	0.009
wind speed	0.305	-0.791 to 1.401	0.584

3. Taipei Municipal Yangming High School

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

1. Effects of negative air ions on the synthesis of chlorophyll a, b, c in the growing plants

2. Negative effect of negative air ions on photosynthesis rate by using floating leaf disk assay

3. This phenomenon might indicate that negative air ions machine use at night is more effective on plants

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. Discuss the effect of negative air ions on plant growth

(1) grow plants

Plant the pak choi under the same humidity, temperature and light source environment, and divide them into four groups

A. Growing pak choi in a greenhouse environment



B. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 4 hours a day

C. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 8 hours a day

D. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 24 hours a day

Observe the changes in the plants within 10 days before harvest

\* Picture of young cabbage seedlings in greenhouse environment

Greenhouse environment	young cabbage seedlings
	

2. Observe the leaf size, weight and plant height

(1) We use detection tools to measure the cotyledon size and weight of each plant.

(2) We measure plant height every two days(vertical soil surface distance) at noon time

3. Study the effect of negative air ions on the amount of plant chlorophyll a, b, c

(1) Observation of mesophyll cells

i. Cut the leaves

After cutting the leaves into filaments, first put the filaments into a glass slide, then drop distilled water onto the slide, and finally cover with a coverslip

ii. Observing mesophyll cells with a microscope

Put the specimen under the microscope and observe it at 400 times magnification

(1) Weighing individual plants in different groups

Cut one plant from each of the four groups of plants grown in different environments, put them

3. Taipei Municipal Yangming High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yangming High School
【代表者名／Representative's Name】 LU,NI-TUNG
【メンバー／Member】 OU,TING-SHIUAN TSAI,HSIN-NO
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】 SHIH,FANG-CHIN
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】 A Secret of Negative air ions
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】
Negative air ions have good benefits to the surrounding environment and human, such as purifying the air, promoting health, and so on. However, there are few studies focusing on negative air ions' effects on plants, which inspires us to explore whether negative air ions also affect plants. First, we use the plant, pak choi, grouping in 4 (without using negative air ions or using 4 , 8 or 24 hours ), germinated and bled for 2 weeks. We observe the growth rate of primary stems and edible leaves. Next, we use acetone to precipitate and fix chlorophyll , then use spectrometer to calculate the quantitative value of plants' chlorophyll a, b, c in different condition of negative air ions machine usage. In addition, we use organic compound DPPH to determine, with or without negative air ions machines, the differences in the scavenging ability of plants to free radicals and the strength as antioxidants. At last, we measure the effect of negative air ions on photosynthesis rate by using floating leaf disk assay and shows negative effect of negative air ions on photosynthesis rate. The experimental results show that using negative air ions for 8 hours can significantly improve the weight and area of plants, the amount of chlorophyll and the ability to scavenge free radicals compared with other different negative air ions usage. From the group that uses the negative air ions machine all day long, we can see indeed helps the growth of primary stems, however, but reducing the rate of photosynthesis of leaves and the amount of chlorophyll. Conclusively, using negative air ions on growing plants for 8 hours has much more obvious benefits and over-exposure of negative air ions may have adverse effect .
【目的／Goal】
1. Discuss the effect of negative air ions on plant growth and the optimal time of exposure
2. Study the effects of negative air ions on the synthesis of chlorophyll a, b, c in the growing plants
3. To explore whether the antioxidant capacity of plants affected by different negative air ions environments
4. The effect of negative air ions on the rate of photosynthesis of leaves

3. Taipei Municipal Yangming High School

into a microbalance, weigh plants with similar weights, and finally put them into a centrifuge tube.
(2) Fixing chlorophyll in plants
Add acetone to 0.5 g in a centrifuge tube, grind it with a grinding rod and let it stand for 15 minutes.
(3) Detect absorbance
Using a spectrometer, use a wavelength of 664nm to measure the absorbance of chlorophyll a, a wavelength of 647nm to test the wavelength of chlorophyll b, and a wavelength of 630nm to test the wavelength of chlorophyll c.
4. Using the experiment of DPPH free radical scavenging ability to explore the antioxidant ability of plants in negative air ions environment.
(1) grow plants
Plant the pak choi under the same humidity, temperature and light source environment, and divide them into four groups
A. Growing pak choi in a greenhouse environment
B. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 4 hours a day
C. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 8 hours a day
D. Plant pak choi in a greenhouse environment (same as group A) and irradiate powerful negative air ions for 24 hours a day
(2) DPPH free radical scavenging ability experiment
i. Preparation of sample solution
Cut one plant from each of the four groups of plants with different lengths in different environments, put plants of similar weight into a microbalance, put them into a centrifuge tube, and grind them with a grinding rod.
ii. Observe the strength of its antioxidant capacity
Ascorbic acid (L-Ascorbic Acid, L-AA) with a concentration of 1, 2, 5, 10, 20, 50, and 100 μg/ml was used as a standard, and methanol was used as a control group. Finally, 0.15 M L-AA was added in sequence. Stable free radicals (DPPH) + methanol (Methyl Alcohol) mixed at 1:1 and placed in a 96-well plate.
iii. Detection of absorbance value
Put the 96-well plate containing free radicals and methanol into the spectrometer, and use a computer to read the absorbance value at a wavelength of 517nm (Xu Kewei et al., 2018).
5. Experiments on the effect of negative air ions on the photosynthetic rate of leaves
(1) Growing plants
Cherry radish leaves were planted under the same humidity, temperature and light source environment, and were divided into two groups 7 days before harvest
X. Growing pak choi in a greenhouse environment
Y. Plants are grown in a greenhouse environment that irradiates powerful negative air



### 3. Taipei Municipal Yangming High School

ions throughout the day	
(2)	Measuring the rate of photosynthesis by floating and sinking leaf method Prepare sodium bicarbonate buffer solution and sodium bicarbonate aqueous solution ,add water to 9.2g of citric acid to 1000 mL to prepare 0.1M citric acid aqueous solution, add water to 32.2g of dipotassium hydrogen phosphate to 1000 mL to prepare 0.2 M dipotassium hydrogen phosphate aqueous solution, and then take add 103 mL of 0.1M citric acid aqueous solution + 350 mL of 0.2 M dipotassium hydrogen phosphate aqueous solution, add 113mL of water, and finally take 500mL of the mixed solution and add 1.2g of sodium bicarbonate to prepare a buffer solution. Add 1 g of sodium bicarbonate to 500 ml of distilled water to prepare an aqueous solution containing carbon dioxide (sodium bicarbonate aqueous solution).
i.	Make leaf discs Punch out 10 circular leaf pieces from leaves X and Y with a hole puncher, soak them in a petri dish containing aqueous sodium bicarbonate solution for 5 minutes, then put the leaf disks into the syringe, draw the buffer solution, and push carefully The syringe expels the gas, then plugs the opening and applies repeated pressure to completely sink the leaf disc.
ii.	Measuring buoyancy time Put the sinking leaf discs in a beaker, then add 50 ml of sodium bicarbonate aqueous solution, put a mobile phone flashlight above the beaker, at a distance of 6cm, and start recording the time when the number of leaves floated more than half (5 pieces).
In this study, acetone was used to separate and fix chlorophyll, and the effects of negative air ions on plants a, b, and c were observed, and use an organic compound DPPH to measure the difference in free radical scavenging ability with and without negative air ions lamps. It is known from experiments that when irradiated with negative air ions for 8 hours, the weight, leaf area, amount of chlorophyll a, b, c and the ability to scavenge free radicals can be significantly improved compared with plants without irradiated negative air ions. And when negative air ions are irradiated throughout the day, they can help plant stems grow. Therefore, we believe that irradiating negative air ions for 8 hours has obvious benefits for plants.	
【今後の展望／Future potential and its plan】 There are many results showing that plants which are irradiated by a negative air ions machine for 8 hours has much more obvious benefits. However, it does not mean the longer the plants are irradiated, the better benefits they will have. Our speculation is that it might be the working negative air ions machine will produce some trace amounts of toxic substances, such as ozone, and they might inhibit cell metabolism that help plants grow, like mitochondria or certain enzymes. In the future, the above issues will be explored further.	
【参考文献／References 】 1. 吳伯宏 (2004) 自由基、老化與抗氧化配方。食品工業, 36(2): 45-51。 2. 黎孝韻、曾國慶 (2008) 自由基及其抗氧化物功能的探討。藥學雜誌, 95: 95-103。 3. 許哲瑜(2018)。龍騰生物-主題文案 3-教案學習單。取自 4. https://dgs.itedu.com.tw/edm/wp-content/uploads/sites/5/2018/02/	

### 4. Man Kwan QualiEd College

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b>	<input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b>	最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】Man Kwan QualiEd College	
【代表者名／Representative's Name】Mr. SUN Wai Yip	
【メンバー／Member】Mr. CHAN Kai Ho, Mr. CHU Kai Ho, Ms. LEUNG Sze Man, Mr. YEUNG Ka Wing	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】Mr. TSANG Wai Hang	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】 From Worthless to Great Worth – Biodegradable Plastic from Chicken Remains	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 Leveraging on a previous study conducted by our schoolmates on microplastics found in bivalves in wet market of Hong Kong, suggesting that the inevitable harm induced by plastic pollution is detrimental to our everyday lives, we are incentivized to think of the cure to alleviate two major problems in our society - plastic pollution and food waste issue. With reference to a study on plastic production from fish scales in Taiwan, we have selected chicken remains as the substitution as it is more fitting to the circumstances of our contemporary society. Solid data states that Hong Kong consumes more than 21 tons of poultry daily as of 2019 while stores blossom to serve meals with chicken as the central theme, such as Korean fried chicken and shredded chicken shops. The affiliated waste must not be overlooked. We are inspired to investigate the possibility of chicken remains recreated as a friendly resource by transforming it into an ingredient of biodegradable plastic. One type of biodegradable plastic is solely based on two raw materials, gelatin and glycerol, while it is found that the skin, bones and tendons of chicken remains carry quite a significant portion of collagen (30-40%). Our project themes on extracting gelatin, a degraded form of collagen of shorter amino acid chain, from chicken remains, to produce an environmentally friendly plastic while paving a yellow brick road to tackle the above problems and add value to this wasteful produce.	
【目的／Goal】 We expect to extract gelatin from the inedible portion of chicken to produce biodegradable plastic which shares similar physical properties as the plastic we use in our daily lives and is capable to degrade shortly under normal conditions. We will measure and compare multiple parameters, including melting point, permeability, malleability, elasticity, water-absorbing ability, and temperature for decomposition to take place, of the plastics produced after introducing different chemicals. We wish to give additional meaning to this unwanted material and craft a new perspective for the public that we could make a better world out of waste we create.	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 Chicken is never a boring menu in Hong Kong. We would try to carry out the extraction of gelatin from chicken remains (such as skin, bones, and tendons). Our proposed product would increase in transparency using different chemicals introduced during the production process. Nonetheless, to better showcase the different methodologies and their respective properties, plastic made of gelatin powder is used in our earlier stage of investigation.	

### 3. Taipei Municipal Yangming High School

5. 馬振基(2020)。負離子の原理及應用。取自 <a href="http://go.microsoft.com/fwlink/p/?LinkId=255141">http://go.microsoft.com/fwlink/p/?LinkId=255141</a>
6. 簡志祥(2011)。用浮沈葉錠測量光合作用和呼吸作用。取自 <a href="http://a-chien.blogspot.com/2011/10/blog-post_6314.html">http://a-chien.blogspot.com/2011/10/blog-post_6314.html</a>
8. 黃存睿、劉力綺、周芷琦(2020)。天方葉談—利用葉錠浮沉來測定植物的光合作用速率。取自 <a href="https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-030307.pdf?795">https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-030307.pdf?795</a>
10. 洪敬明、徐碩志(2020)。綠色化學:植物色素分離與鑑定。取自 <a href="http://chemed.chemistry.org.tw/?p=36922">http://chemed.chemistry.org.tw/?p=36922</a>
明尼蘇達大學(1936)。中學生。開明書店, 64-66。

### 4. Man Kwan QualiEd College

<b>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> Extraction taken place at different pH and temperature would result in gelatin of different properties. Despite more gelatin could be extracted from chicken remains treated with alkaline solution, higher melting point and greater strength are exhibited as the properties of gelatin extracted from chicken remains treated with acidic solution. We therefore propose the latter to be a more feasible and sound solution.  Procedures are listed as follow in brief: A. Extraction of gelatin from chicken remains After cleaning and cutting the chicken remains into small pieces, immerse the pieces into an ethanol solution of pH 4 (2 times the volume) for 24 hours. Rinse the pieces with sufficient distilled water to ensure the pH is neutralized. After that, put the pieces into water bath (with water 3 times the volume) at 90°C for 2 hours. Filter the residue and the filtrate would be collected as gelatin solution.  B. Production of gelatin plastic Introduce respective chemicals to the gelatin solution. Make sure the solution is heated and stirred simultaneously to form a uniform mixture. Pour the solution into a petri dish and evaporate part of the water by putting it into the oven at 50°C for 12 hours. Allow the plastic settle at room temperature for 1 hour and take out after it coagulates. Placing the plastic in a well-ventilated environment with sunlight promotes further evaporation of remaining water. Once the mass of plastic remains constant, further investigation could be carried out.  We have conducted experiments and summarized some conclusions below. Plastic of softer texture, which could be made as corner guards, could be produced by adding glycerol and a higher portion of ethanol to replace polyethylene with its higher elasticity and durability. Xanthan gum and less ethanol, on the other hand, can improve the toughness and hardness of plastic, thus could be made as plastic containers and bookshelves. We have also found that a mix of glycerol (12.5g), ethanol (30g) and xanthan gum (10g) is best for making plastic film and food wrap for its malleability and elasticity compatible to that of polyethylene. Together with its demonstrable degradability in nature, this breakthrough is a highly feasible approach.
<b>【今後の展望／Future potential and its plan】</b> At the early stage of our investigation, we have chosen gelatin powder as the raw material of biodegradable plastic for reference, while feasibility of utilizing gelatin extracted from chicken remains shall not be undermined. We will continue the exploration of a more efficient way of gelatin extraction from chicken remains considering factors such as temperature, pH value, pressure, boiling time, etc. We would also put more tests on the biodegradable plastics products, such as their reaction with acid and base, or extreme temperatures, in order to examine their safety in usage and possibility of unfavorable effects.
<b>【参考文献／References 】</b> <b>見「壺」不見「鱗」- 魚鱗環保薄膜的研發及應用 (臺灣網路科教館)</b> Saenmuang, S., Phothiset, S., & Chumnanka, C. (2020). Extraction and characterization of gelatin from black-bone chicken by-products. <i>Food Science and Biotechnology</i> . 29(4), 469-478. Prastene, P., Yathavakulasingam, T., Mikunthan, T., & Prabhakaran, M. (2018). Bio-Plastics-An Alternative to Petroleum Based Plastics. <i>International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences</i> .




## 5. Man Kwan Pak Kau College

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】	Man Kwan Pak Kau College
【代表者名/Representative's Name】	Chong Hoi Ching Athena
【メンバー/Member】	Wong Yin Chau Ryan, Chan Chun Yu Dale
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】	lu Ka Wang, Lai Fu Wai
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】	Intelligent NFC food labeling system
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】	
<p>Our project is inspired by one of our family members, who accidentally ate food that contained allergenic ingredients. She told us the font size of the food label was generally too small for the elderly or the visually impaired to read. Also, the terminology used on food labels is difficult for the general public to understand, which may discourage them from reading food labels in the long term. Moreover, some of the food manufacturers do not include possible allergies in their food labels, which may increase consumers' risk of suffering from allergies.</p>	
【目的/Goal】	
<p>Our project aims to raise consumers' awareness of personal health so that people from different age groups can pay more attention to the food label on food packages. Therefore, we invented a comprehensible mobile app to help the public to visualize the food ingredients and the labels on food packages so that consumers can make informed choices. It can also improve public eating habits, prevent them from getting allergies and reduce government medical burden.</p>	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】	
<p>Users or food manufacturers need to first take pictures of the food labels to upload the food ingredients to the cloud database, Firebase, followed by Optical Character Recognition (OCR) to recognize the words presented on the food labels. The data in Firebase is exported to a NFC label so that users could obtain the information of the food label through NFC-enabled mobile devices. Meanwhile, our app includes a "text to speech" function to convert words into audio to help the visually impaired to get to know the information.</p> <p>To cater for people with different needs, our app also provides different voice speeds and language options. For example, if users are not fluent in English, the voice speed can be changed to "slow" and the language of our app can also be changed to other languages, such as Mandarin and Cantonese.</p> <p>In addition, caretakers of the elderly or the visually impaired can input users' health status to receive nutritional tips or warnings about possible food allergies. For example, users who have diabetes can tap the Skittles' NFC sticker, and the app will show the information about the serving size and the amount of sugar intake.</p> <p>Lastly, we also use AI chatbots to provide healthy eating tips for users according to their health status and eating habits. The chatbot offers food recommendations like Chinese soup, healthy foods, fruits, and vegetables.</p>	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】	
<p>The information on the food labels could be read through NFC, which could be converted to audio. Besides, our system could detect the food ingredient that could cause food allergies. More importantly, users could customize their user interface according to their needs and the food nutritional value.</p>	

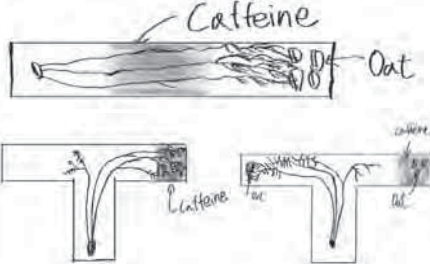
## 5. Man Kwan Pak Kau College

【今後の展望/Future potential and its plan】
<p>In the future, we will consider adding advertisements in the app to compensate for the cost of using Cloud Vision API in Firebase. We also plan to collaborate with NGOs to promote our system to the public. Also, we will expand the food database and add more languages to our app.</p>
【参考文献/References】
<p><a href="https://www.cfs.gov.hk/english/nutrient/tc-introduction.php">https://www.cfs.gov.hk/english/nutrient/tc-introduction.php</a>          (Center for food safety,Nutrient Information Inquiry, Food Nutrient Calculator)  <a href="https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_nifl/programme_nifl_NuCal.html">https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_nifl/programme_nifl_NuCal.html</a>          營養資料標籤制度, 給消費者的營養標籤資料, 營計實  <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=hksarg.fehd.nu">https://play.google.com/store/apps/details?id=hksarg.fehd.nu</a>          (營計實 NuCal, Food and Environmental Hygiene Department, HKSARG)</p>

## 6. National Pingtung Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】※	National Pingtung Senior High School
【代表者名/Representative's Name】	MA KANG PING
【メンバー/Member】	ZHANG KAI WEI
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】	LIN ZHENG TIAN
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】	Behavioral analysis and memory inheritance of slime molds
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】	
	<p>In recent years, there has been a lot of research on slime molds, and we are very curious about its behavior as an eukaryote. Hence, we designed experiments to study the description of slime molds, which seems to have sensory and memory in the data. Since there is not much research on slime mold senses, memories, and memory formation methods, we will explore their memory of sensory stimuli, and in memory experiments. We observed that slime molds have unexpected behavior. In order to have a deeper discussion of slime mold behavior patterns and memory formation patterns, we set out to design constraint response and memory inheritance experiments from scratch.</p>
【目的/Goal】	
<p>The ultimate goal of our research is to prove that slime molds can indeed respond to various sensory stimuli and to test whether they have the ability to remember, inherit memory, and restrict them, and hope that our research can contribute to understanding the behavior patterns of slime molds and the way they form memories.</p>	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】	
<p>In the memory experiment, we accidentally found that the crawling direction of a small number of slime molds is not as expected. We first thought that it was an inevitable few special cases in big data, but after thinking, it may also be that slime molds have previously experienced the environment of our experiments and then reacted. We found that its behavior is very similar to a constraint response, so we looked for relevant information on the Internet, and found that there is no literature that mentions the relationship between slime molds and constraint response. Therefore, we conceived from the memory experiment and planned to explore whether the slime molds have the intelligence to complete the constraint response in Pavlov's dog experiment, which makes the slime molds remember to crawl through the bitter taste and have something to eat, and after that, compared to the tasteless, the slime molds will still crawl to the bitter taste to prove the experimental results.</p>	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】	
<p>In sensory experiments, the purpose of our experiments is to verify whether slime molds can respond and judge various senses (taste, smell, photosensitivity, temperature, acid-base, etc.), and at this stage, we have confirmed the ability of slime molds to taste, smell and sense acids and alkalis. The key experiment - memory experiment - is to explore whether slime molds can have memory: that is, whether they can have an impression on the stimuli encountered and reduce the time to judge the same situation. We are beginning to design and simultaneously conduct experiments to test whether the memory ability of slime molds on various sensations is different from that of the literature for the taste research, and from which we extend two experiments - memory inheritance and constraint response - the former is to observe whether it can pass on its experience to other strains of slime molds through the fusion characteristics of slime molds. If the experiment is successful, in the future, we can make slime molds in different environments fuse to more quickly determine a more suitable environment for slime molds to grow and the nasty substances.</p>	

## 6. National Pingtung Senior High School


<p>The latter is to test whether slime molds can produce a restraining response to various sensory stimuli.</p>
【今後の展望/Future potential and its plan】
<p>We believe that by limiting the reaction to control slime molds to carry out more advanced behavior patterns, it may be possible to manipulate the behavior of slime molds in the future, so that they can be used in studies, such as railway planning to obtain more accurate results. As for the experimental part, we will test whether the restriction reaction can also be passed on, and we also hope that the two slime molds can make them have a contrary memory of the same substance through the restriction reaction and observe how they will react to this substance when they fuse to form a strain. It is hoped that through this study, we can have a deeper understanding of the memory formation of slime molds, thus contributing to more application development of slime molds.</p>
【参考文献/References】
<p>(1) 粘菌に知性はあるか? (上田哲男 北海道大学電子科学研究所)  <a href="https://www.brh.co.jp/publication/journal/034/resarch_11">https://www.brh.co.jp/publication/journal/034/resarch_11</a>          (2) Boussard A., Delescluse J., Pérez-Escudero A. and Dussutour A. 2019 Memory inception and preservation in slime moulds: the quest for a common mechanism.Phil. Trans. R. Soc.B 374:20180368.20180368.  <a href="http://doi.org/10.1098/rstb.2018.0368">http://doi.org/10.1098/rstb.2018.0368</a></p>
<p>③未踏の領野に挑む・知の開拓者たち vol.25 粘菌に「知性」はあるか——単細胞生物に「人間らしさ」の起源を探る・孤高の研究北海道大学 電子科学研究所中垣 俊之 教授 2016 年 11 月 30 日 掲載 <a href="http://shochou-kaigi.org/interview/interview_25/">http://shochou-kaigi.org/interview/interview_25/</a></p>



ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☒生物/Biology ☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information ☒その他/Others specifying : Agricultural application

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 國立暨南國際大學附屬高級中學

The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

【代表者名/Representative's Name】 HSU,YUN-HSUAN

【メンバー/Member】 HSU,CHIN-WEI、WU,YU-LIN、KO,I-CHENG

指導教員/Supervising Teacher


【お名前/Name】 LO,I-FAN、LAN,SYUAN-JIN

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Decomposed of Passion Fruit Husks by Trichoderma

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Puli Dapingding is the main planting area of passion fruit, and its waste fruit husks is discarded on the hillside is serious, often causing environmental pollution, soil acidification and other problems, after literature collection, we found that the main food sources of Trichoderma are total soluble solids and starch. The study was designed in three ways Fungus Trichoderma TCTP001、TCTP002 and TCTP004 for experiment group. The values were measured 14 days, 30 days and 60 days after sterilization, and the control group was compared with the original passion fruit husk without the germ, and the absorbance value of total soluble solids and starch in the decomposed passion fruit husks was detected and converted to its content. The experimental results found that TCTP001 has the best performance reduction rate and decomposition effect in the experimental results, and then looks for relevant materials to make microbial preparations, and in the future, we hope to effectively decompose the waste fruit husks after practical application, and compost and achieve the purpose of circular agriculture.



【目的/Goal】

(1) To investigate the value of total soluble solids and the starch content of passion fruit husks decomposed by Trichoderma.

We need to refer to the change of the value to find out whether Trichoderma has an effect on decomposing the passion fruit husks

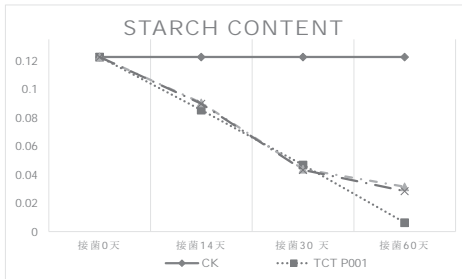


Fig2.Line chart of Starch content

(2) Environmental improvement and agricultural recycling

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

The products after we use Trichoderma to decompose passion fruit husks can be further made into microbial, that is, fertilizers. Hope to achieve agricultural cycle, agricultural waste reuse and sustainable agriculture in line with SDGs

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

**Results of total soluble solids content change 、Result of starch content change**

According to the chart results, Trichoderma TCT-P001, TCT-P002, TCT-P004 all have a decomposition effect on soluble substances and starch in passion fruit husks, it can be seen from the chart that the concentration of soluble substances and starch decreases with the increase of days, compared with uninfected passion fruit husks, the experimental group values inoculated by the three strains have a downward trend, but the effect of P001 decomposing fruit shells is the most significant, we can know that at the same time, P001 can decompose passion fruit husks to a high degree, and P001 is also the most suitable for decomposing passion fruit husks among the three.

【今後の展望/Future potential and its plan】

We hope that it can be sold to farmers' associations or pesticide stores to make Trichoderma easier to obtain in life and realize civilianization. This will not only reduce the problems caused by discarded husks but also realize the cycle of permaculture.

【参考文献/References】

Toutiao Agricultural Assistant (September 28, 2017). How magical is wood mould? Daily headlines. Taken from the : <https://kknews.cc/agriculture/9mgxx2j.amp>  
Taken from the : <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2506244>  
(2017).Persistent - circulating forest. Forestry Laboratory  
(2012). Research on agricultural waste resource-based microorganisms, healthy agriculture  
Taken from the : [http://www.biotaiwan.org.tw/mag/image\\_doc/32/10](http://www.biotaiwan.org.tw/mag/image_doc/32/10).

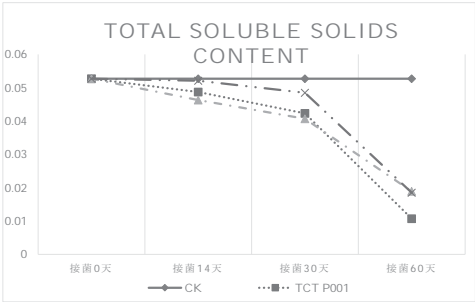


Fig1.Line chart of total soluble solids content

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☒生物/Biology ☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

國立暨南國際大學附屬高級中學

【代表者名/Representative's Name】 CHUNG, NING

【メンバー/Member】 CHEN,YOU-SYUAN、PENG HSUAN-LING

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 LO,I-FAN、 TSAI FENG-FU

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Can the phototaxis of Drosophila be changed through acquired training?

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

In a certain camp, we placed mosquito lamps in the middle of the night, and found that most of the mosquitoes would fly to the lamps, but after a while, fewer and fewer mosquitoes flew to the lamps. We were curious about this, And began to study the correlation between phototaxis, training and learning, and classical constraints, and used the model organism-Drosophila melanogaster to do experiments and explore.

【目的/Goal】

To study whether the habits of Drosophila melanogaster can be changed through acquired training.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

This research is an experiment combining training and learning. We use a special device for testing, not only combining classical conditioning behavior in the self-made training device but also in the test device, using the fruit fly elevator to test the experimental results.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

From the data measured by our experiment, it can be found that the control group (Drosophila melanogaster living in a normal environment) will fly to the bright place during the experiment, while the trained Drosophila melanogaster will run to the dark place, so we can know It is possible to change the habits of Drosophila melanogaster through training.

【今後の展望/Future potential and its plan】

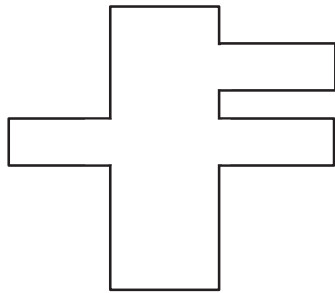
We hope that the manufacturers of mosquito traps in the future can use the results and data of this experiment to improve the disadvantages of mosquito traps, so that mosquitoes will not learn or remember the fact that they will be electrocuted when they fly to bright lights.

【参考文献/References】

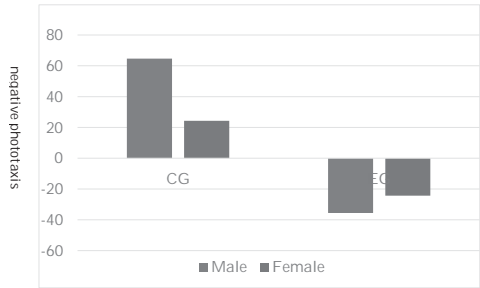
Aversive phototactic suppression: evaluation of a short-term memory assay in *Drosophila melanogaster*, L. Seugnet, Y. Suzuki, R. Stidd, P. J. Shaw, 11 June 2009

- 26 -





Experimental Device



Experimental Data

S

Research Stage: ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

Field/Field Make one ☒ of the fields that best apply. Check only one appropriate field.

☐ Physics ☐ Chemistry ☒ Biology ☐ Earth Science

☐ mathematics + information / Mathematics & Information ☐ other / Others specifying :

Participant's Information

【学校名 / School Name】 New Taipei Municipal Linkou Senior High School

【Representative's Name】 Tsai, Chai-Chi<sup>1</sup>

【メンバー / Member】 Tsai, Chai-Chi<sup>1</sup>

Supervising Teacher

【Name】 Hu, Yu-Jen, Pan, Shang-Yi

Abstract of the Presentation

【Title】

Tasty and healthy- I'm the best!

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

In recent years, the problem of overweight has become more and more serious, and the World Health Organization pointed out that obesity is a chronic disease. According to the World Obesity Federation released data, Taiwan's obesity prevalence rate ranks fourth in Asia. The World Health Organization (WHO) measures obesity by Body Mass Index (BMI). Body mass index (BMI) is measured by height and weight (kg/m<sup>2</sup>), of which BMI between 24 - 27 is overweight, and BMI greater than or equal to 27 is obese patients. Through statistics analysis, we found that overweight and obesity are more serious. If Taiwan's statistical waist circumference data is used as the benchmark for judging whether a person is obese, it can be seen from the data that the proportion of being overweight and fat has gradually increased in the past decade, and about 1/3 of the population of children and adolescents have obesity problems, and more than half of the population aged over 45 has a problem of excessive waist circumference, and the proportion increases with age, especially for women than men.

Figure 1: Experimental flowchart

Gender	Age group	Prevalence of obesity (%)				Waist circumference
		Too light	normal	Overweight	Obese	is too proportional
						(%)
Too light (BMI<18.5) · normal (18.5≤BMI<24) ·						(Male waist circumference
Overweight (24≤BMI<27) · Obese (BMI>27) kg/m <sup>2</sup>						> 90cm or Women's waist circumference> 80cm)
male	7-12 age (590)	10.5	58.2	14.8	16.5	
	13-15 age (278)	9.0	57.2	14.8	19.0	
	16-18 age (237)	13.7	56.8	10.9	18.6	
	19-44 age (550)	4.3	36.9	29.2	29.6	
	45-64 age (651)	1.6	38.2	30.8	29.4	42.7(843)
	65-74 age (702)	1.6	34.0	38.6	25.8	49.8(881)
	Over 75 years old (350)	4.5	52.9	26.4	16.2	59.1(876)
	Over 19 years old (2253)	3.1	38.1	30.5	28.3	47.1(484)
female	7-12 age (608)	9.6	68.7	8.1	13.6	
	13-15 age (260)	4.2	68.7	9.9	17.2	
	16-18 age (241)	11.3	60.3	11.5	16.9	
	19-44 age (597)	9.8	55.6	18.2	16.4	
	45-64 age (698)	1.7	53.5	24.8	20.0	39.1(855)
	65-74 age (702)	3.8	38.3	28.1	29.8	59.0(887)
	Over 75 years old (260)	0.9	35.4	40.1	23.6	75.0(894)
	Over 19 years old (2257)	5.5	51.7	23.2	19.6	78.4(386)
ensemble	7-12 age (1198)	10.1	63.2	11.6	15.1	
	13-15 age (538)	6.6	62.8	12.4	18.2	
	16-18 age (478)	12.6	58.5	11.1	17.8	
	19-44 age (1147)	7.1	46.2	23.7	23.0	
	45-64 age (1349)	1.6	46.1	27.7	24.6	40.9(1698)
	65-74 age (1404)	2.8	36.2	33.1	27.9	54.5(1768)
	Over 75 years old (610)	2.6	43.5	33.8	20.1	67.4(1770)
	Over 19 years old (4510)	4.3	45.0	26.8	23.9	63.7(870)

50.1(6106)

Table 1: Obesity prevalence data

Table 1: Obesity prevalence data

activity <sup>1)</sup>	Calories needed by per day <sup>1)</sup>	Calories needed by underweight people <sup>1)</sup>	Calories needed by a normal weight <sup>1)</sup>	Calories needed by overweight people <sup>1)</sup>
Light work <sup>1)</sup>	35 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	30 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	20~25kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	
Moderate work <sup>1)</sup>	40 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	35 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	30 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	
Heavy work <sup>1)</sup>	45 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	40 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	35 kcal* Current weight (kg) <sup>1)</sup>	

Table 2: Daily calorie requirements per person

Most Taiwanese are overweight, which is related to the dietary problems and calories that Chinese people consume on a daily basis. It is recommended to reduce the daily calorie intake of 500 kcal or reduce the intake of 300 kcal plus exercise consumption of 200 kcal, but the daily calories should not be less than 1200 kcal. According to statistics, the average daily calories from food of people in Taiwan in 2019 was 2,760.5 kcal, mainly from grains (30.3%) and oils (20.2%), and the remaining 50% of calories are provided by other 9 major types of food grains, of which the whole grains consumed at each meal is a little bit larger than one's fist, and rice is the main source of whole grains. If rice food is innovated, it will not only be another choice for whole grains, but also used as the staple food for obese patients , and those who want to lose weight or have unhealthy diets.

【目的 / Goal】

This study can be divided into three parts, and it is about improving the intestinal powder formula raito to make it healthier:

- (1) Try combining multiple proportions in agar to make low-calorie intestinal powder skin.
- (2) Natural fruits are used to enhance the color of the intestinal powder skin and increase dietary fiber.
- (3) Use natural vegetables to boost more fiber, taste, and lower calories.

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

- (1) We successfully modified the original intestinal powder using agar, adding cornstarch to shape it up and reduce the calories, so that the taste of the intestine powder is similar to the original powder.
- (2) Combining natural fruit juices to create a new sweet powder that increases its dietary fiber content, reduces calories and improves color.
- (3) Using vegetable juices to create more flavor options, reduce calories, and increase fiber.
- (4) In the end, we found the best formula ratio: the ratio of agar intestinal powder to cornstarch is: 10% of agar with 3%, 5% cornstarch. In fruits and vegetables, intestinal powder of 5c.c. is preferred.
- (5) As a result, we have successfully achieved our goal and created new choices for rice.



9. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

peanut rice milk <sup>(1)</sup>	Agar25% <sup>(1)</sup>	Cornstarch3,5% <sup>(1)</sup>	Soft rotten <sup>(1)</sup>
		Glutinous rice flour3,5% <sup>(1)</sup>	Glutinous rice flavor <sup>(1)</sup>
		Corn starch 3,5% <sup>(1)</sup>	Soft rotten <sup>(1)</sup>
	Agar10% <sup>(1)</sup>	Cornstarch3,5% <sup>(1)</sup>	unsavory <sup>(1)</sup>
		Glutinous rice flour3,5% <sup>(1)</sup>	Glutinous rice flavor <sup>(1)</sup>
		Corn starch 3,5% <sup>(1)</sup>	succed <sup>(1)</sup>
	Agar15% <sup>(1)</sup>	Cornstarch3,5% <sup>(1)</sup>	lacks elasticity <sup>(1)</sup>
		Glutinous rice flour3,5% <sup>(1)</sup>	Glutinous rice flavor <sup>(1)</sup>
		Corn starch 3,5% <sup>(1)</sup>	lacks elasticity <sup>(1)</sup>

Table 3: Proportion chart of agar intestinal powder									
category	rice noodle roll	Agar rice noodle roll	Dragon fruit agar rice noodle roll	papaya agar rice noodle roll	blueberry agar rice noodle roll	Passion fruit agar rice noodle roll	avocado agar rice noodle roll	blueberry Butterfly Pea agar rice noodle roll	grapes agar rice noodle roll
Heat (kal/100g)									
Calories (kcal)	357	325.1	316.37	315.97	316.72	318.72	323.84	319.87	322.99
Protein (g)	7.8	6.695	6.506	6.476	6.486	6.561	6.609	6.4685	6.625
Fat (g)	0.9	0.77	0.753	0.758	0.758	0.778	1.352	0.77	1.211
Saturated fat (g)	0.4	0.34	0.333	0.333	0.34	0.333	0.416	0.34	0.339
Trans fats (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbohydrate (g)	77.4	71.04	69.193	69.128	69.278	69.728	69.712	70.073	70.396
Dietary Fiber (g)	0.6	0.605	0.642	0.662	0.697	1.077	0.863	0.637	0.616
Sugar (g)	0	0.03	0.484	0.424	0.524	0.574	0.052	0.274	0.504
Sodium (mg)	2	3.05	2.81	3.21	2.86	4.21	3.11	2.86	2.91

9. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

[2]	Cold Day Recipes - 121 Cold Day Recipes and Recipes - The world's largest cooking website - Cookpad from <a href="https://cookpad.com/tw// Search/Cold Weather">https://cookpad.com/tw// Search/Cold Weather</a> , (2020).
[3]	Sun Qingjie, Principles and Technology of Rice Noodle Processing, China Light Industry Press, (2006).
[4]	Xiaojing Chen, Lihua Yang, Shixian Wang, Research on the Effect of Domestic Rice Flour Grinding Technology on Baking Quality, Tainan District Agricultural Improvement Field Research Report No. 62, (2013).
[5]	YE Yunxuan, SU Jingfang, SU Xiaoyun, The Effect of Different Proportions of Taibai Powder and Gelatinization on the Quality of Bowl Kway Kueh, Winning Essay on Middle School Student Website, (2011).
[6]	Ximei Lai, Diversified Processing Technology of Rice Food - Research and Development of Rice Flour, Agricultural Biotechnology Industry Quarterly, (2014).
[7]	Houlan Liu, Hanyuan Xu, Food Processing Internship-1-. Tainan City: Fuwen Books Co., Ltd., (2009).
[8]	Cornmeal, white rice, cold weather recipe calorie source U.S.D.A. USDA, taken from <a href="https://fdc.nal.usda.gov/">https://fdc.nal.usda.gov/</a>

9. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

Table 4: Nutrition facts of fruit juice intestinal powder										
category	rice noodle roll	Agar rice noodle roll	tomato agar rice noodle roll	carrot agar rice noodle roll	pumpkin agar rice noodle roll	spinach agar rice noodle roll	onions agar rice noodle roll	sweet potato agar rice noodle roll	eggplant agar rice noodle roll	
heat (kal/100g)										
Calories (kcal)	357	325.1	314.82	315.82	317.57	314.77	312.82	320.88	315.12	
Protein (g)	7.8	6.695	6.491	6.506	6.546	6.561	6.433	6.593	6.511	
Fat (g)	0.9	0.77	0.748	0.748	0.753	0.758	0.74	0.752	0.753	
Saturated fat (g)	0.4	0.34	0.328	0.328	0.333	0.333	0.324	0.332	0.333	
Trans fats (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbohydrate (g)	77.4	71.04	68.783	68.113	69.443	68.698	68.404	70.152	68.843	
Dietary Fiber (g)	0.6	0.605	0.627	0.707	0.702	0.672	0.649	0.703	0.712	
Sugar (g)	0	0.03	0.134	0.339	0.249	0.024	0.342	0.024	0.139	
Sodium (mg)	2	3.05	2.91	7.26	2.86	4.96	2.97	5.03	2.91	
Table 5: Nutrition facts of vegetable intestinal powder										
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】										
(1) The results showed that the best proportion of agar intestinal powder was 10% of agar, and 3% and 5% of cornstarch. Juice intestinal powder is 5c.c, among which passion fruit intestinal powder has the highest fiber and papaya intestinal powder has the lowest calories. In terms of vegetables, eggplant intestinal powder has the highest fiber and onion intestinal powder has the lowest calories.										
(2) We also found that while the amount of calories and dietary fiber increased, sodium and sugar also increased, and the taste of passion fruit intestinal powder was stronger, which may not be popular with the public; therefore, it is expected to be improved using food science and technology in the future.										
(3) After many statistics and studies, we have also found that brown rice can replace rice with more fiber and create a unique taste, and we have also tried different proportions of formulas.										
【今後の展望／Future potential and its plan】										
(1) After discussion, we also hope to make our invention become meal replacement food, using a spray dryer to form a powder product, so that the public can eat it more conveniently. We also expect to improve the nutritional bias problem of meal replacement, which can achieve the purpose of healthy eating.										
(2) The use of brown rice milk instead of rice milk makes the taste more diversified and increases the possibility of more dietary fiber.										
【参考文献／References】										
[1] Williams, Peter W.; Phillips, Glyn O. Chapter 2: Agar. Handbook of hydrocolloids. Cambridge: Woodhead, (2000).										

10. Taipei Municipal Dazhi High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑を下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☐ 化学／Chemistry ☒ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics & Information ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】臺北市立大直高級中學 Taipei Municipal Dazhi High School

【代表者名／Representative's Name】CHIH-YUN SHEN

【メンバー／Member】YI-JOU CHIU

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】HUANG-CHIANTI LAI

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Soil is good or bad, eggshells and litter are all responsible!

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

In the previous experiment, we designed a set of experiments for soil acidification. In the experiment, we used eggshells to improve the acidic soil, and the experimental results showed that eggshells can indeed increase the pH of the soil. Through this experiment, we delved into the sources and problems of soil pollution. Soil pollution will reduce the organic matter in the soil, make the soil structure unstable, lead to the imbalance of soil nutrients, and reduce the yield and quality of crops. The main causes of soil pollution are industrial wastewater and human garbage. According to "Earth day" report, the problem of cigarette butts is serious plastic pollution. Its main components are cellulose acetate and asbestos fibers, which are artificial plastics. It takes a long time for natural biodegradation and causes great harm to the environment. The main components of chemical sunscreens are benzophenone, salicylates, cinnamates, etc. Among them, octyl methoxycinnamate is a transparent liquid insoluble in water at room temperature. According to a 2017 study conducted by the Environmental Toxicology Research Center of Masaryk University in the Czech Republic, the spatial arrangement of its molecules undergoes isomerization when exposed to sunlight, and it was found to have a significant Genotoxic effect. The main ingredients of beverages are carbonated water, high fructose syrup, sucrose, etc., which are too much organic matter for plants. If the beverages that are usually drunk flow into the soil along with bottles and cans, it is very likely to damage the nature of the soil itself, causing Plants are not easy to grow. Therefore, we would like to use this research opportunity to observe how man-made wastes will affect the soil, and find out how to improve the problems caused by man-made wastes by using previous experiments.

【目的／Goal】

1. Purpose

This experiment wants to know what kind of damage and impact the addition of cigarette butts, sunscreen lotion, and carbonated drinks will have on the structure and chemical properties of the soil, and to observe the growth status of the plants grown in such an environment, and then compare with the previous ones. According to the results of the experiment on the effect of eggshells on soil, the difference between the two is deduced, and finally, it is deduced whether it is feasible to use eggshells to improve the polluted soil.

2. Research question

(1) Add different concentrations of eggshells to compare the plant growth and soil structure

(2) Add different concentrations of waste to compare the differences in plant growth and soil structure

(3) Criteria for Defining Soil Impacts

(4) Exploring the differences and correlations between litter and eggshell test results

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

1. Using eggshells to improve the soil environment

According to the weight ratio of soil and eggshells, eggshells of different concentrations are added to the soil. We list 400 grams of soil: 100 grams of eggshells,

- 28 -



## 10. Taipei Municipal Dazhi High School

300 grams of soil: 200 grams of eggshells, 200 grams of soil: 300 grams of eggshells, Observe whether the proportion of eggshells exceeds that of soil, whether it has a negative effect on the growth of plants, or whether the higher the concentration of eggshells, the better the plant growth.
2. Add waste to the soil to simulate the polluted soil in life Add 2.5 grams of cigarette butts, 0.3 grams of sunscreen, and 25 milliliters of carbonated drinks for five consecutive days to simulate the amount of waste absorbed by the soil in daily life, and observe whether the growth of plants is affected in an environment with waste .
3. Combining the results of the above two points Use a microscope to extract a small amount of soil, analyze the impact of waste and eggshells on the soil, and use the soil loss rate, soil pH value, soil structure, and soil particles to observe the difference between the two before and after.
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】
1. Adding eggshells can indeed increase the pH value of the soil, and the higher the concentration of eggshells added, the greater the pH increase(Figure 4), and the longer the planting time, the closer the pH value will be to neutral(Figure 1・2・3).
2. In the case of a low concentration of 4:1 (soil: eggshell), the pH value rises slightly, and the pH value is lower than the other two concentrations, and the plant growth is better and more stable(Table 1).
3. We speculate that the addition of waste will change the combination and arrangement of soil particles, affecting the size and number of pores in the soil, both of which will determine the state of aeration in the soil.
4. Because the background mentions that the structure of the soil will change after being polluted, making the soil loose. We speculate that the soil with wastes is more likely to have an accelerated loss rate.
5. Since in the eggshell experiment, when the concentration is high, the growth curve will decline with time, because the content of organic matter in the soil is too high. Therefore, we speculate that the soil added with waste is due to the chemical substances and An increase in organic matter content will also result in a downward growth curve.
【今後の展望/Future potential and its plan】
1. We hope to actually add eggshells and waste to the soil at the same time, and try to use alkali and other variables to address the damage caused by waste to the soil, and observe which soil deterioration will be improved by different chemical substances or organic matter and discuss their differences in depth, adding elemental analysis and soil filtration capacity to the discussion.
2. If eggshells can really improve the soil polluted by waste, we hope to extend to the argument of household food waste reuse, and at the same time solve waste pollution and improve the problem of excess food waste.
3. The waste used in this experiment is common roadside waste. We hope that if there is an opportunity in the future, the scope of waste can be expanded, such as industrial waste such as wastewater discharged from factories.
【参考文献/References】
1. 魯略平(2022)。隨手丟棄的環境傷害！研究證實：菸蒂是世上污染最嚴重的塑膠垃圾。遠見雜誌。，取自： <a href="https://www.gvm.com.tw/article/91633">https://www.gvm.com.tw/article/91633</a>
2. 黃郁茹(2018)。不同種類堆肥材料對小白菜生長之探討。大同大學生物工程研究所碩士論文。取自「全國博碩士論文資訊網」： <a href="https://ndltd.ncl.edu.tw/">https://ndltd.ncl.edu.tw/</a>
3. 黃文樹(無日期)。土壤理化性質・土壤地理與環境教育教學資源・取自： <a href="https://sites.google.com/view/soilgeography/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E7%90%86%E5%8C%B6%E6%80%A7%E8%B3%A4?hl=zh-tw">https://sites.google.com/view/soilgeography/%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E7%90%86%E5%8C%B6%E6%80%A7%E8%B3%A4?hl=zh-tw</a>

## 10. Taipei Municipal Dazhi High School

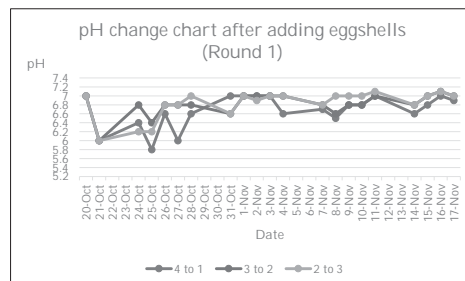


Figure1: pH change chart after adding eggshells (Round 1)

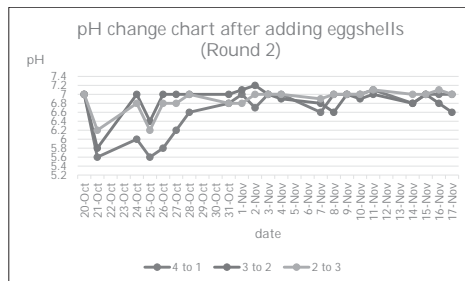


Figure2: pH change chart after adding eggshells (Round 2)

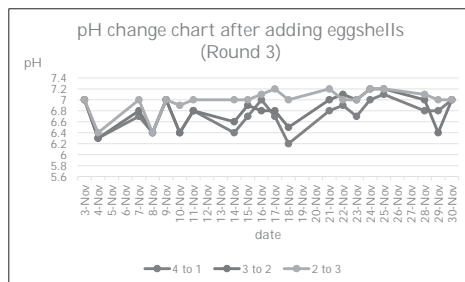


Figure3: pH change chart after adding eggshells (Round 3)

## 10. Taipei Municipal Dazhi High School

Table1 The growth of bok choy after adding egg shells				
Soil:eggshell		4 : 1	3 : 2	2 : 3
Round 1	Number of sprouts	8	5	7
	Germination rate	67%	42%	58%
	blade length(cm)	6.1	5.4	6.9
Round 2	Number of sprouts	8	5	8
	Germination rate	67%	42%	67%
	blade length(cm)	6.1	5.7	7.5
Round 3	Number of sprouts	10	9	5
	Germination rate	83%	75%	42%
	blade length(cm)	4.6	5.5	4.3

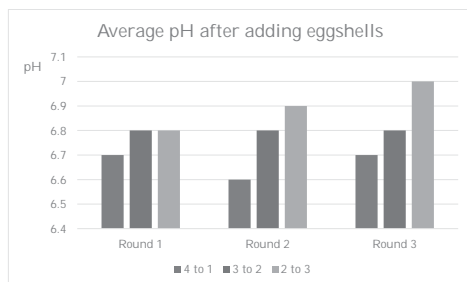


Figure4:Average pH after adding eggshells

## 10. Taipei Municipal Dazhi High School








Planting place	Humus soil	Eggshells	Cigarette butt
			
Sunscreen lotion	Carbonated drinks	Soil pH/Moisture Meter	
			

Figure 5: Experiment equipment



11. 浦和実業学園高等学校

**The mystery of the *Hydrangea macrophylla*'s decorative flower's long lasting curve.**

浦和実業学園高等学校  
宮本 航聖

Flowers are the reproductive organs of seed plants and generally these are ordered Female stamen → Male stamen → Petal → Calyx from the center. Of these, the calyx is located at the most external place and it exists as protection of the flower element. Normally, this part is inconspicuous. However, *Hydrangea macrophylla* has greatly developed exceptionally decorative flowers.

As Fig-1 shows, the flowers of *Hydrangea macrophylla* consist of inflorescence which is surrounded with greatly developed calyx and bisexual stamen gathered in the center. Decorative flowers are considered to be a part which attracts insects. However, in this case I have a question. Is the function of decorative flowers only the attraction of insects? If it is true, there is no need to make petals except for in the breeding season. Really, the calyx is different from petals. Furthermore, like a dandelion, the petals change to fluff and help in the spread of seeds. I believe that decorative flowers of *Hydrangea macrophylla* evolved to spread seeds effectively, in a similar way. Fig-2 shows *Hydrangea petiolaris*, which are a related species of *Hydrangea macrophylla*. I suspected they used their Calyx for spraying seeds. One year shortly after autumn, due to dry weather, flower stems were losing their flexibility, so, I could pick them up easily by bending their stems. At first, I dropped them vertically and observed them falling while spinning, using itself like a propeller. Then, I threw them horizontally against the ground and they still fell while spinning, but extended the travel distance. Regarding this phenomenon, I believe it is an original function of *Hydrangea petiolaris*.

In contrast, because the maximum height of *Hydrangea macrophylla* is 2m, I cannot conclude that it has the same function as *Hydrangea petiolaris*. As shown in Chart-3, however, the decorative flowers are curved backwards. In my study, I proceeded in an experiment based on the hypothesis that says decorative flowers with curved petals have a role like a slide in the park and expand the travel distance of seeds which fall from the capsule.

I made two models of *Hydrangea macrophylla* as one of method for proving my hypothesis. Fig-4 is a model of *Hydrangea macrophylla* with decorative flowers.(I call it S1) Fig-5 is a model of *Hydrangea macrophylla* without decorative flowers(I call it S2). I used Glass beads with a diameter of 1mm(Beads) as seeds. In this experiment, I dropped 2ml (about 180 tablets) of beads from 2cm above the center of the model and recorded the travel

## 12. Taipei Municipal Dazhi High School

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result			
<b>分野/Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</b>			
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :			
<b>参加者/Participant's Information</b>			
【学校名/School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School			
【代表者名/Representative's Name】 YIN-AN WANG			
【メンバー/Member】 KO-WEN CHUNG , YEN-LING HSU			
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>			
【お名前/Name】 HUANG-CHIANTI LAI			
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>			
【タイトル/Title】 Exploring the Interaction of Earthworms and Environmental Pollution			
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 Earthworms are a new field. In the current trend of focusing on sustainable development, it has great strength.			
【目的/Goal】 1.To analysis the influence of different types of kitchen scraps on the growth rate of plant roots. 2.To understand the tolerability of earthworm on organic pollutants. 3.To see if the earthworm can change the nutrient in the soil.			
<b>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</b> Kitchen wastewater and food waste are one of the main pollutants in our environment. They contain fruit fibers, starch, oil, and even detergents. One way to get rid of the pollutant is to decompose them with creature in the nature environment. One example is the Aquaponics system in which the fish excrement fertilized the lants, and the plants roots purified the water. Based on the idea, we decide to use earthworm which in very common in Taiwan to decompose the food waste we generated everyday. Fist all, we have to check the tolerability of earthworm to the environment include acid-base change and family detergents. Them we use the soil with earthworm excrement to grow the plants and to see the growth rate of plants roots. If the earthworm can tolerate the pollutant and fertilize the plants, that will be an idea cycle to deal with the kitchen wastewater and food waste.			
<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> We have found some points 1. Feeding the earthworm with different nutrients dose not change the growth rate of earthworm. 2. We confirmed that the toast is a tolerable food of earthworm. And we use toast as food source in the next experiment.			

11. 浦和実業学園高等学校

distance of the beads. I prevented the beads from getting too far out of range with a moisture barrier of water.

Fig-6 indicates the travel distance using S1. In the same way, Chart-7 indicates the distance for S2. I superimposed Fig-6 and 7 on Fig-8. In addition, I made a graph of both results as shown in Fig-9. From these experiments, I recognized that beads spread radiologically in both S1 and S2. On the other hand, although beads distributed around the model in the case of S2, beads distributed further in the case of S1. From the data above, I confirmed that decorative flowers of Hydrangea macrophylla have an outstanding structure with a function to extend the travel distance of seeds. From here on, I would love to progress the validation of the role of decorative flowers by cultivating Hydrangea macrophylla for myself.

## 12. Taipei Municipal Dazhi High School

3. The earthworm tolerate well to general kitchen wastewater and the concentration doesn't affect their survival and mobility.
4. The nutrient that produced by earthworm is still under analysis, and the report will come soon.

---

【今後の展望／Future potential and its plan】

By exploring the ability of earthworms to decompose different types of kitchen waste and organic waste, we hope to understand if earthworms have the ability to decompose these wastes in daily life. And to ensure that earthworms can still maintain high mobility in the environment polluted by organic waste. In the future, we hope the decomposition ability of earthworms can apply to daily life to deal with excessive food waste and wastewater. We also hoped that it can continue to be extended to industrial wastewater in the future to solve the problem of water and soil pollution around rivers and farmland. To deduce the industrial pollution, we can save more land and produce more healthy plants. Besides, to maximize the benefit of earthworm, the ability of a single earthworm to digest the pollutants should be identified and we can use earthworm wisely.

---

【参考文献／References】

1. Yi-Chun, Chen(1999). Toxicity for earthworms and change of biomass influenced by insecticides treatment and compost addition. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/yz9n36>
2. Jen-Huang, Chun(2001). Toxicity for earthworms and change of biomass influenced by zinc and cadmium contaminated in soil. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/435dg4>
3. Kuo-Chien, He(2005). Study of the Relationship Among Vegetation, Soil Properties and Earthworm Activities. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/xvfbg2>
4. Cing-Fen, Cai(2011). Studies on the growth of earthworm and the qualities of vermicompost affected by the different proportions of organic wastes. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/4cxzpk>
5. Jian-Bin, Huang(2012). Removing of Heavy Metals in Industrial Sludge by Eisenia fetida. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/an9yr3>
6. Ting-wei, Kao(2013). Evaluation of vermicomposting for accelerating kitchen waste decomposition. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/7bnqst>
7. Chia-Jui, Chang(2019). Study of the Three Common Vermicomposting Species on Cyclical Utilization of Swine Manure. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/g7sx33>
8. Ying-Hsien, Liu(2015). Vermicompost produced from different agricultural livestock composts as growth of vegetable. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/478z9v>



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☐ Preliminary

☒ Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理 / Physics

☒ 化学 / Chemistry

☐ 生物 / Biology

☐ 地学 / Earth Science

☐ 数学+情報 / Mathematics & Information

☐ その他 / Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名 / School Name】市立札幌開成中等教育学校 / Sapporo Kaisei Secondary School

【代表者名 / Representative's Name】棟朝暹香 / MUNETOMO Haruka

【メンバー / Member】阿部詩織 / ABE Shiori, 西川由紗 / NISHIKAWA Yusu, 柳原利香 / YANAGIHARA Rika

指導教員/Supervising Teacher

【お名前 / Name】山崎恒輝 / YAMAZAKI Tsuneki

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】Making New Texture of Milk Jelly using High Methoxyl Pectin

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

When we prepare milk jellies using pectin as the gelling agent, we usually use Low Methoxyl (LM) pectin which gels in the presence of divalent cations such as calcium ions<sup>1)</sup> and do not use High Methoxyl (HM) pectin which gels in the presence of sufficient quantities of acid and sucrose. The reason why we use LM pectin to prepare milk jellies is that milk contains a sufficient concentration of calcium ions in the serum phase<sup>2)</sup>. However, it has been reported that HM pectin gels in the presence of both CaCl<sub>2</sub> and a high concentration of sucrose presumably because the divalent cations shield negative charges of carboxyl groups in the HM pectin<sup>3)</sup>. This gelation mechanism is considered different from that with LM pectin which is cross-linked by calcium ions to form a gel network and is similar to the conventional gelation mechanism of HM pectin which requires the presence of acid and sucrose<sup>4)</sup>. Therefore, we hypothesized that HM pectin might be used to create novel physical properties of milk jellies different from those of conventional LM pectin-based milk jellies. In this study, we investigate three preparations of HM pectin milk jellies which includes sucrose, CaCl<sub>2</sub> or LM pectin, and analyze their texture which were successfully gelled in our preparation.

【目的 / Goal】

The purpose of this research is to create milk jellies having novel physical properties by using HM pectin. Texture is an essential element of the secondary function of food which provide sensory satisfaction. The creation of milk jellies having novel physical properties is expected to broaden the range of control over the texture of milk jellies. We hope we will succeed to make a novel texture which is favored by consumers as the most important part to enjoy foods in the future.

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

The novelty of this study is in using HM pectin to make milk jelly, instead of using LM pectin which is conventionally used. In addition, we investigated that both the properties of HM pectin in combination with LM pectin and those of HM pectin gel with calcium ions, which have not been studied previously. These novel preparations are the key to discover novel textures in this study. The creativity of this study is in our original idea that we use both HM pectin and LM pectin to gel milk jelly (table 3). First, we tried different preparations of HM pectin and milk such as changing sucrose concentrations or adding CaCl<sub>2</sub>, but the jellies from those preparations did not gel, or became pre-gels in many cases as shown in tables 1 and 2. Since there was no previous research on milk jellies which contains both HM pectin and milk, we came up with the idea that we use both HM pectin and LM pectin to create novel texture of milk jelly. In addition, as for the method to analyze texture, we made a device for the texture profile analysis<sup>4)</sup> or TPA (Figure 1) to measure the texture of milk jellies successfully gelled in preparation 3. TPA is a method to measure the eight factors of texture by making TPA curves as shown in Figure 2. Using TPA curves to measure the texture of HM pectin milk jelly have not been studied before, and it can be thought that measuring our jelly through TPA will expand the range of texture control.

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

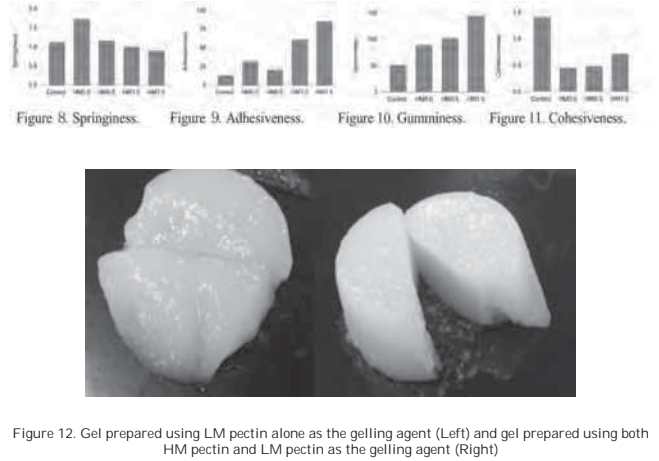
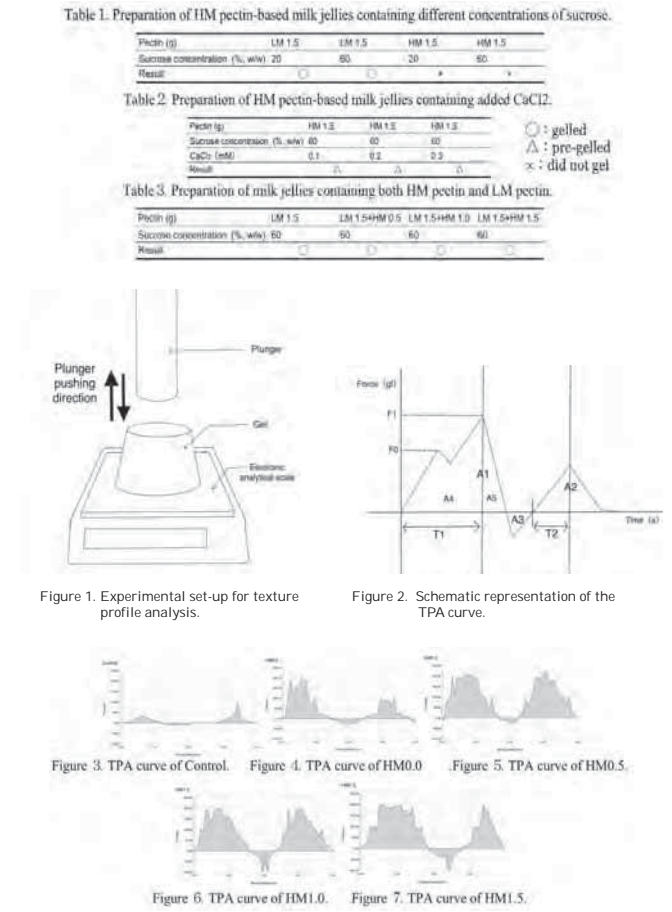
The results show that the milk jellies successfully gelled in Table 3 had different values of texture properties compared to the conventional milk jellies. From the TPA curves obtained, we found that the addition of HM pectin decreased Springiness (as in figure 8) and increased Cohesiveness, Gumminess, (as in figures 9 and 10). Therefore, the result of our experiments indicate that the texture of milk jellies can be controlled by the addition of HM pectin, which enables us to create specific textures desirable for certain food products such as milk jellies. In fact, it is notable that these two kinds of jellies shown in figure 12 have different textures. The left one in the figure is gelled by adding LM pectin alone and the right one is gelled by adding both LM pectin and HM pectin as the gelling agent. We did not succeed in making milk jelly only using HM pectin by our experiments and did not find the reasons yet. It will be necessary for us to consider and improve our experiments to make a novel milk jelly by changing the proportion of the materials.

【今後の展望 / Future potential and its plan】

First, it is necessary to improve accuracy of our experiments. There are two possibilities for further improvement. The first one is to control the timing of addition of HM pectin as a gelling agent. Heating milk earlier than other ingredients allows calcium ions to enter the colloid, and the colloid makes the reaction of HM pectin which requires more calcium ions than LM pectin more difficult to gel. The second one is to control the amount of water accurately in the experiment because incompletely dissolved sugar might cause pregelatinization of HM pectin milk jelly. Secondly, in the next step, our study should also include sensory evaluation of the texture of HM pectin-based milk jellies to understand what kind of texture is preferred by consumers since our study considered only physical aspects of the texture. Finally, further investigation is necessary to elucidate the mechanisms of cross-linking and the gel network formation of HM pectin. We were unable to obtain milk jellies using only HM pectin as the gelling agent. It might be possible that only LM pectin has formed a gel network in the milk jelly where both HM and LM pectin are used. If they are elucidated, research on the use of HM pectin in foods will be greatly advanced.

【参考文献 / References】

(1) Kawabata, A., Sawayama, S., Nagashima, N., & Uchimura, Y. (1981). Utilization of Low Methoxyl Pectin for Milk Jelly Comparison of Physical Properties and Sensory Characteristics with Pectin, Agar-Agar and Corn Starch Milk Jellies. Journal of home economics, 33(12), 633-643  
(2) Aoki, T. (1998). Milk and Calcium. Chemistry and Education, 46(9), 558-561  
(3) Danno, G. (2011). The mixture of pectin and sucrose is gelatinized not only by an acid but also by ionized calcium. J. Osaka Aoyama University, 4, 77-81  
(4) Friedman, H. M., Whitney, J. E., & Szczeniak, A. S. (1962). The Texturometer—A New Instrument for Objective Texture Measurement. Journal of FOOD SCIENCE, 28(4), 390-39





## 14. Akita senior high school

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】 Akita senior high school
【代表者名/Representative's Name】 Kokomi Ono
【メンバー/Member】 Yukiko Fujii, Ayane Takeda, Rana Murata
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】 Kingo Endo
発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】 Verification of the antibacterial effect of kanamycin combined with the substances derived from green tea
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 In recent years, drug-resistant bacteria have increased (1). However, the development of new antibiotics has made little progress. Therefore, we wanted to propose a method of effective use of existing antibiotics (2). We focused on substances derived from green tea because there are several examples which indicate that the action of antibiotics is promoted by substances derived from green tea (3)(4). We have discovered that (+)-Taxifolin(Tx) increases the effect of the antibiotic, ampicillin(Ap) in our previous years' studies (5). As a first step, we examined the effect of (+)-Tx on kanamycin(Km).
【目的/Goal】 We examine whether the combination with (+)-Tx can increase the effects of a wide range of antibiotics.
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 The novelty of this study was that the used antibiotic was changed from Ap, which had been used until the previous year, to Km, an aminoglycoside antibiotic with a very different mechanism of action. The following methods were used in this study. The indicator bacteria, the <i>Escherichia coli</i> AB1157 strain was shake-cultured for twenty hours at 37°C, and an aqueous Km solution of appropriate concentration was added. Then to this, (-)-Epicatechin(Ec) and (+)-Catechin(Ct) were added at a concentration of 0.70 mM, and (+)-Tx was added to a concentration of 2.0 mM. It was shake-cultured for three hours at 37°C. To the experimental areas without kanamycin and the ones without the substances derived from green tea, the same amount of solvent as solution of them added to the other experimental areas was added. After that, each experimental area was appropriately diluted with phosphate buffer, and 100 μL of each was spread on LB agar medium and incubated at 37°C for 20 hours. The number of colonies was counted and multiplied by the dilution ratio to calculate the number of bacteria. The survival rate for each experimental area was calculated by the following formula, and the mean and the standard error of the survival rate were calculated. $\text{Survival rate} = \frac{\text{Number of bacteria in each experimental area}}{\text{Number of bacteria in untreated experimental area}}$ The ideas incorporated in this method were to use the ED50 concept to determine the concentration of an antibiotic used in the experiment and to use the statistical methods to properly

## 15. MITA International High School

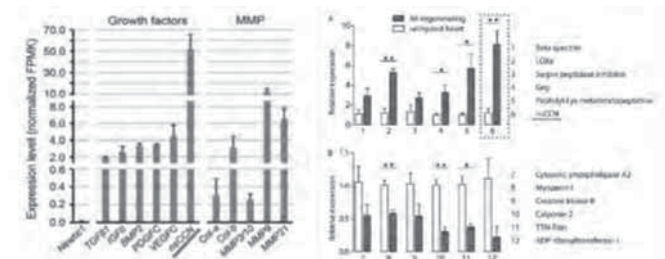
ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】 MITA International High School
【代表者名/Representative's Name】 Hikaru Hasegawa
【メンバー/Member】 Sayu Tsujikawa, Haru Kobayashi
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】 Kao Akiyama
発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】 the expression of <i>nsCCN</i> after amputation of the right foreleg in <i>Cynops pyrrhogaster</i> , known as the fire-bellied newt.
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 Many urodele amphibians have a high regenerative capacity. For example, the regenerative genes of the axolotl were found to be similar to those of human cartilage tissue, which contributes to the development of regenerative medicine in humans [1][2]. <i>C. pyrrhogaster</i> is also known to dedifferentiate as part of its regenerative function. Dedifferentiation is the process by which differentiated cells, such as skin and muscle, return to undifferentiated cells. However, the specific mechanism of the regeneration is not known[5]. In a heart tissue regeneration experiment, a newt-specific gene called <i>nsCCN</i> was expressed in large numbers after regeneration, indicating that this gene may be involved in the dedifferentiated type of regeneration. [3][figure2]. In addition, previous studies done at our school suggested that <i>nsCCN</i> is expressed in the right forelimb both after 1 hour and 24 hours of amputation [6]. On the other hand, the detailed process of <i>nsCCN</i> expression in a blastema over time is not clear. Based on these facts, we focused on this <i>nsCCN</i> and considered the possibility that it is involved in the regeneration not only of the heart but also of the whole body of newts.
【目的/Goal】 Our research is to clarify some of the functions of <i>nsCCN</i> by studying the expression of <i>nsCCN</i> in the blastema over time after right foreleg amputation.
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 In order to study the expression of <i>nsCCN</i> over time, electrophoresis was conducted after 0, 6, 24, and 48 hours of regeneration [Figure2]. Based on these results, it is highly likely that <i>nsCCN</i> is a gene expressed in the regeneration of <i>Cynops pyrrhogaster</i> . Two vertical bands were detected at 24 and 48 hours of regeneration, indicating the expression of two genes with different molecular weights [Figure2]. From this, we anticipated that there are multiple types of <i>nsCCN</i> . We considered selective splicing, which was not performed initially at 6 hours, was performed with regeneration at 24 and 48 hours of regeneration.
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 In addition, based on previous studies, there are five types of newt <i>nsCCN</i> -derived mRNAs, and their sequences are also known. cDNAs can be classified into Pattern 1 (the top three) and Pattern 2 (the bottom two), depending on whether or not an intron is inserted on the <i>nsCCN</i> sequence. Therefore, if PCR is performed using primers that bind to the outside of the introns on the <i>nsCCN</i> sequence and DNA of different lengths can be identified, it can be confirmed that selective splicing has occurred.

## 14. Akita senior high school

evaluate the experimental results. ED50 is an effective dose 50%, which is widely used as a bacteria's survival rate of antibiotic efficacy (6). The statistical method, Kruskal–Wallis test was used to find a difference among the 3 or 4 groups at the 5% significance level. If it was recognized, the Mann–Whitney U test was used. We used this because it is one of the nonparametric tests and allows for comparisons between three or more groups.
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 (-)Ec and (+)-Ct were unrelated to the antimicrobial effect of Km. In addition, (+)-Tx showed no synergistic effect. This is a different trend from that of Ap. This indicates that the combination of (+)-Tx and Km may not be effective in some cases. The approach with (+)-Tx may not be synergistic effect for all antibiotics. It is true that there is no universal medicine for every case. Therefore, it is important to clarify useful conditions and scope in order to establish a method using (+)-Tx. The current damage caused by drug-resistant bacterial infections is at least about 700,000 deaths worldwide, which is expected to increase to 10 million by 2050, more than the number of deaths caused by cancer (1). However, if this approach is realized, it is expected to help the fight against the spread of drug-resistant bacterial infections.
【今後の展望/Future potential and its plan】 We need to test the combination of (+)-Tx and other antibiotics from now on. This is because there can be other antibiotics which have synergistic effects with substances derived from green tea, and this method cannot be effectively used in an actual medical site unless it is made clear whether an antibiotic work more effectively with this method or not. It is also necessary to reveal the mechanism of action of (+)-Tx. The reason is that, it is important to guarantee its safety and security by revealing its mechanism of action in order to realize it as a medical technology.
【参考文献/References】 (1) Cecchini, M., Langer, J., Slawomirski L. (2015). Antimicrobial Resistance in G7 Countries and Beyond. <i>G7 OECD</i> report. (2) Schöberle, T.F. and Hack, I.M. (2014). Overcoming the current deadlock in antibiotic research. <i>Trends Microbiol</i> , 22: p165-167. (3) Shiota, S., Shimizu, M., Mizushima, M., Ito, H., Hatano, T., Yoshida, T., and Tsuchiya, T. (1999). Marked Reduction in the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of β-Lactams in Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i> Produced by Epicatechin Gallate, an Ingredient of Green Tea ( <i>Camellia sinensis</i> ). <i>Biological and Pharmaceutical Bulletin</i> , 22(12): p1388-1390. (4) Miklašiuska, M., Kępa, M., Wojtyczka, R., Idzik, D., Dziedzic, A., Wąsik, T. (2016). Catechin Hydrate Augments the Antibacterial Action of Selected Antibiotics against <i>Staphylococcus aureus</i> Clinical Strains. <i>Molecules</i> , 21(2): p244. (5) Yuna Arai, Satoshi Kaneko, Mami Sato, Kingo Endo (2021) Green tea-derived substances and antibiotics: Chemical structure of green tea-derived substances involved in the antibacterial effect of ampicillin, 65th Japan Student Science Prize Paper (6) Yamada Y, Sumiya N, Goto S, Shiratori H, Mizutani N, Suzuki R, Takeuchi U, Sato K, Endo K( 2021 ) Green tea component (-)-epicatechin inhibits antibacterial effect of ampicillin in <i>Escherichia coli</i> strain AB1157. <i>Journal of Science EGGs</i> , 4(2130001): p1-6.

## 15. MITA International High School

【今後の展望/Future potential and its plan】 We would like to measure the change in the amount of expression of <i>nsCCN</i> over time. Furthermore, we would like to run similar experiments over the whole body of newts, instead of just the right forelegs. Furthermore, by using the nature of real-time PCR using the primers described in the previous section, where amplification can be confirmed for pattern 1, but not for pattern 2 due to the length of the sequence, and by checking which pattern is more expressed in group 1 or 2 depending on the regeneration time. By checking which pattern is expressed more in groups 1 and 2, the role of each sequence can also be confirmed. We would like to confirm which group of patterns is more frequently expressed depending on the playback time, and also examine the role of each sequence.
【参考文献/References】 [1] Lucas D Sanor, Grant Parker Flowers, Craig M Crews, Multiplex CRISPR/Cas screen in regenerating haploid limbs of chimeric Axolotls from, <i>eLIFE</i> , 2020.1.28, 2023.1.10, <a href="https://elifesciences.org/articles/48511">https://elifesciences.org/articles/48511</a> [2] Analysis of "old" proteins unmasks dynamic gradient of cartilage turnover in human limbs from, <i>Science Advances</i> , 2019.10.9, 2023.1.10, <a href="https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax3203">https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax3203</a> [3] Mario Looso, Christian S. Michel, Anne Konzer, Marc Bruckskotten, Thilo Borchardt, Marcus Krüger, and Thomas Braun, Spiked-in Pulsed in Vivo Labeling Identifies a New Member of the CCN Family in Regenerating New Hearts, <i>Journal of Proteome Research</i> , 2012.8.14, Figure 3 [4] Roman M. Casco-Robles and others, Novel erythrocyte clumps revealed by an orphan gene <i>Newt1</i> in circulating blood and regenerating limbs of the adult newt, <i>SPRINGER NATURE</i> , 2018.5.10, 2021.5.26, <a href="https://www.nature.com/articles/s41598-018-25867-z">https://www.nature.com/articles/s41598-018-25867-z</a> [5] Zhan Yang Yu, Shota Shiga, Martin Miguel Casco-Robles, Kazuhito Takeshima, Fumiaki Maruo & Chikafumi Chiba, The latent dedifferentiation capacity of newt limb muscles is unleashed by a combination of metamorphosis and body growth, 2022.8.11, 2023.1.10, <a href="https://www.nature.com/articles/s41598-022-15879-z">https://www.nature.com/articles/s41598-022-15879-z</a> [6] 若松 孝達、植田 有未、未解明であるイモリの再生因子の探索 TAMA サイエンスフェスティバル in TOYAKU(2020)



[4]figure1  
Adapted from Chikafumi, C. (2018).  
Expression of *nsCCN* in PcNob of adult newts under normal conditions. PcNob stands for polychromatic normoblast, which refers to erythrocytes in the process of maturation.

[3]figure2  
Adapted from Thomas Braun, (2012).  
In a 6-hour regeneration experiment of adult newt hearts, the expression of *nsCCN* in the hearts of adult newts, was measured. *nsCCN* expression in adult newt hearts



ご自身の研究段階は(你的研究階段是)：

ロアイデア主意

ロ予備的な成果

初步結果

研究成果

分野／Areas

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate area.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☒生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】※Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

【代表者名／Representative's Name】Chen, Peng-Chen

【メンバー／Member】Haung Pei-Lun・Chen Yan-Yi・Lai, Jo-Han

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Haung Tsui-Yin

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Environmental Enemy—the Impacts of Microplastics on Daphnia

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

In class, we watched a film called "Micro plastics: Nature's Examination", introducing the environmental hazards caused by plastic particles. After watching the film, we realized plastic waste is formed while plastic trash has been weathering. Since it is difficult to break down completely, severe pollution is produced.

After searching for the related information on the Internet, we found that micro plastics can release harmful substances, which are easily spread everywhere by tidal flow, and are easily mistakenly eaten by aquatic organisms.

Therefore, our study focuses on the effects of plastic particles on biological reaction. After discussion, we narrow down the study to the effect on freshwater plankton-water fleas. The initial study results that show the effects of the plastic particles on the heart rate of water fleas can give people a better understanding of the hazards from plastic waste.

【目的／Goal】

(1) Understand the structure and biological reaction of limn plankton-Daphnia.

(2) Discuss the impact of plastic micro plastics on environmental fresh water.

(3) Confirm whether the heart rate of Daphnia and the fatality rate of Daphnia are consistent with those in the literature.

(4) Discuss the impact of different micro plastics concentrations in freshwater on the heart rate of Daphnia

16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Research result:

Fleas have an average heartbeat of 296 beats in micro plastic-free particles.

After being soaked in the aqueous solution of plastic particles in 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% with the particle diameter less than 0.1mm for 15 minutes, the average heartbeats of fleas were 309, 308, 306 and 307, respectively. After being soaked in the aqueous solution of plastic particles at a concentration of 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% respectively, with a particle diameter no less than 0.1mm for 15 minutes, the heartbeats of fleas were 309, 304, 303 and 307, respectively.

After being soaked in the aqueous solution of plastic particles in 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% with particle diameter less than 0.1mm for 24 hours, the average heartbeats of fleas were 320, 302, 315 and 318, respectively. After being soaked in the aqueous solution of plastic particles at 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% with particle diameter no less than 0.1mm for 24 hours, the heartbeats of fleas were 315, 296, 305 and 321, respectively.

After soaking for 15 minutes in aqueous solutions of plastic particles at concentrations of 0.05%, 0.1%, 0.15%, and 0.2%, the heartbeat difference of fleas between the test group and the control group are 11 beats, 11 beats, 13 beats, and 16 beats respectively. After soaking in aqueous solutions of plastic particles at concentrations of 0.1%, 0.15%, and 0.2% for 24 hours, the heartbeat difference between the fleas in the test group and the control group are 31 beats, 20 beats, 24 beats, 24 beats.

Concentration	Particle Size	Average Heartbeat
0.05%	<0.1mm	309
	>0.1mm	309
0.1%	<0.1mm	308
	>0.1mm	304
0.15%	<0.1mm	306
	>0.1mm	303
0.2%	<0.1mm	307
	>0.1mm	307

Picture 6: Heart rate chart of daphnia after soaking 15 minutes in aqueous solution

Concentration	Particle Size	Average Heartbeat
0.05%	<0.1mm	320
	>0.1mm	302
0.1%	<0.1mm	315
	>0.1mm	302
0.15%	<0.1mm	315
	>0.1mm	302
0.2%	<0.1mm	318
	>0.1mm	302

Picture 7: Heart rate chart of daphnia after soaking 24 hours in aqueous solution

Concentration	Particle Size	Heartbeat Difference
0.05%	<0.1mm	11
	>0.1mm	11
0.1%	<0.1mm	11
	>0.1mm	13
0.15%	<0.1mm	16
	>0.1mm	16
0.2%	<0.1mm	16
	>0.1mm	24

Picture 8: microplastic concentration compares to daphnia heartbeats

16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

The experiment equipment of our study:

Picture 1: feeding pot for file

Picture 2: Spectrophotometer

Picture 3: pH detector

Picture 4: Plastic Particle Weighing and Screening

Our study consists of two experiments.

Experiment 1: We divide the subjects into a test group and a control group. In the test group, the particle sizes of the micro plastic come in two forms. The diameter of one size is no less than 0.1 mm and the diameter of the other is less than 0.1 mm. Each group prepared aqueous solutions of plastic particles with different concentrations 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, respectively. Fleas are fed with the prepared solutions and the heartbeat and fatality rate are measured.

Experiment 2: The micro plastics are soaked in tap water for 15 minutes, and the tap water is set as the reference value, and the turbidity and pH value are measured (concentration of aqueous solutions of micro plastics and particle sizes are the same as those in experiment 1)

```
graph LR
    A[実験材料  
(材料3袋水質)] --> B[直径 > 0.1mm]
    A --> C[直径 < 0.1mm]
    B --> D[0.05%]
    B --> E[0.1%]
    B --> F[0.15%]
    B --> G[0.2%]
    C --> H[実験開始]
    D --> I[心拍・致死率]
    E --> I
    F --> I
    G --> I
    H --> I
```

Picture 5: Experiment One Flow

16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

After being soaked in the aqueous solution of plastic particles with a particle diameter less than 0.1mm for 15 minutes and for 24 hours, the heartbeat difference of the control group without plastic particles are 16 beats and 27 beats respectively. After being soaked in the aqueous solution of plastic particles with a particle diameter no less than 0.1mm for 15 minutes and for 24 hours, the heartbeat difference of the control group without plastic particles are 15 beats and 26 beats respectively.

Concentration	Particle Size	Heartbeat Difference
0.05%	<0.1mm	16
	>0.1mm	27
0.1%	<0.1mm	15
	>0.1mm	26

Picture 9: microplastic size compares to daphnia heartbeats

After 24 hours, the fatality rate of water fleas at a concentration of 0.05% is more than 50% and the fatality rate is more than 70% at a concentration of 0.2% and the mortality is more than 60% at a diameter of the particle size more than 0.1 mm. After 48 hours, almost 80% of the water fleas died at a concentration of 0.05% and nearly 90% of the water fleas died at a concentration of more than 0.1mm and a fatality rate of 78% at a concentration of less than 0.1mm.

Concentration	Particle Size	Fatality Rate
0.05%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.1%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.15%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.2%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%

Picture 10: Effect of microplastic concentration on the case fatality rate of daphnia

Concentration	Particle Size	Fatality Rate
0.05%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.1%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.15%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%
0.2%	<0.1mm	55.00%
	>0.1mm	55.00%

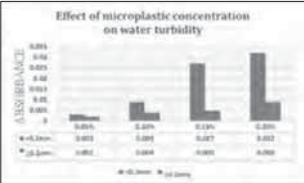
Picture 11: Effect of particle size of plastic particles on the case fatality rate of daphnia

- 33 -



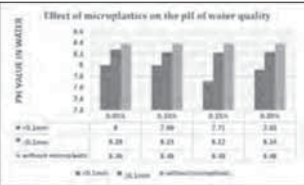
16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

The concentration of aqueous solution of plastic particles is 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% respectively, and the particle diameter is less than 0.1mm. After being soaked in 0.1mm for 15 minutes, the turbidity of flea was 0.003, 0.009, 0.027 and 0.032, respectively. The diameter of plastic particles is no less than 0.1mm, and the absorbance values are 0.002, 0.004, 0.005 and 0.009, respectively. The data shows that the turbidity of water containing micro plastics increases.



Picture 12: Effect of microplastic concentration on water turbidity

After being soaked for 15 minutes in the aqueous solution of plastic particles at a concentration of 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% with a particle diameter less than 0.1mm, the pH values of the water quality were 7.31, 8.03, 7.78 and 7.82, respectively. The pH values of micro plastic particles are 8.26, 8.32, 8.30 and 8.36, respectively, and the pH values of water without micro plastics are 8.32. Data show that micro plastics lower the pH of water.



Picture 13: Effect of microplastic concentration on the pH of water quality

Conclusion:

16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

United Nations Sustainable Development Knowledge Platform(2015)。聯合國永續發展目標(SDGs)說明, 7、22-25。2021年取自 <https://reurl.cc/ml9Y1M>

University of Michigan Museum, Zoology Animal Diversity web。2022年取自 <https://reurl.cc/g0yE07>

王凱池等(2007)。世界上五種工業常用界面活性劑之急性及慢性行為改變之探討。中山醫學大學公共衛生學系及醫學系。

朱柏青(2020年5月)。認識生活中一絲半「塑」的污染-塑膠微粒。台大醫院健康電子報。2021年取自 <https://pse.is/3g2p3n>

自說自話的總裁(2020年9月15日)。微塑料：大自然的考題，蓋亞正在測試人類……。【影片】。YouTube。2021年取自 <https://reurl.cc/ogLNg1>

吳文哲等(2012)。以台灣產淡水橈足類劍水蚤和體腔真菌防治登革病媒蚊之整合性應用研究。行政院衛生署疾病管制局101年度科技研究發展計畫，10-12。

國際環境毒物中心食品安全資訊網(2018年11月2日)。【資訊】塑膠微粒Q&A。2021年取自 <https://pse.is/3h5k52>

黑潮海洋文教基金會(2019)。黑潮二十·島航計畫-臺灣沿海海水表層塑膠微粒初步調查報告。載於財團法人黑潮海洋文教基金會。

16. Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University

In this study, water fleas were soaked in aqueous solution of plastic particles of different concentrations with different particle sizes. Microscopic observation revealed that water fleas swallow plastic particles, which appear to have a high probability of entering organisms, and the data from this experiment show that the presence of plastic particles in water has a significant effect on the physiological reaction (heart rate and fatality rate). The following are the effects of the concentrations with different particle sizes of plastic particles on water fleas:

concentration	The size of particles
1. When the concentration is higher, the heart rate difference per minute with the control group is higher 2. the mortality rate of water fleas is higher when the concentration is higher. For example, after 24 hours, the mortality rate is about 14% at 0.05% concentration; after 48 hours, the mortality rate is about 16% at 0.2% 3. The higher the light absorption value of the aqueous solution of plastic particles is, the stronger the concentration of the aqueous solution of plastic particles is, and the more turbid the water quality is.	Particle diameter less than 0.1mm: 1. The heartbeat per minute difference of the control group is greater than the particle diameter greater or equal to 0.1mm. Both 15 minutes and 24 hours are more than 1 heartbeat. 2. Fleas has a high fatality rate. About 13% higher in 24 hours. About 3% higher in 48 hours. 3. The absorbance value is higher than the diameter greater than 0.1mm. The more concentration increase, the greater turbidity difference between the two particles in water they are.

In nature, whether or not water fleas die of swallowing plastic particles, plastic particles may pass through the accumulation of toxins in the food chain and enter higher organisms, which may eventually affect human health and other side effects.

Today, plastic waste accounts for a high proportion of all garbage, and the biological and environmental hazards caused by plastic particles have become a global issue that cannot be ignored.

【今後の展望/Future potential and its plan】

In the future, the goal of this study is to observe if there is any difference between swimming speed, swimming way, and phototaxis of Daphnia separately in the environment with and without micro plastics. It is also expected that more relevant findings will be available to further analyze and understand the biological effects and hazards caused by micro plastics.

【参考文献/References】

17. 國立中山大學附屬高級中學

ご自身の研究段階は(你的研究階段是)：☐アイデア主意 ☒予備的な成果 初歩結果

分野/Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☒生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics & Information ☐その他/Others specifying:

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】國立中山大學附屬高級中學

【代表者名/Representative's Name】Hua Yu Chin

【メンバー/Member】Jhou Ge Yu・Sun Yu Kai・Chang Wei Chung・Hu Min Qiao

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】LIAO CHUN-TZU

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Effects of Heavy Metals on Photosynthesis of Aquatic Plants

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

These days, Taiwan's rivers are seriously polluted, and the main source of the river pollution is industrial wastewater, which contains heavy metals. Therefore, our research intends to explore the impact of heavy metals in water on aquatic plant photosynthesis. Here are the two reasons why we chose Egeria densa, zinc, and iron as our experimental materials. First, Egeria densa is a common submergent plant in the water, which has highly developed aerenchyma, fast fecundity, and good resistance to soiling. Second, there are few studies that investigated the impact of heavy metals -zinc and iron- on the aquatic plant photosynthesis experiment in the reference.

【目的/Goal】

1. Observe the different appearance of Egeria densa in heavy metal water and clean water.  
2. Analyze the impact of the photosynthetic rate of the Egeria densa which is soaked in heavy metal water.  
3. Analyze the impact of heavy metal on the photosynthetic pigment of Egeria densa.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

I. Research flowchart

II. Research methods

i. Observe the appearance of plants

Use Zinc sulfate solution 0.1ppm, 0.3ppm, 0.5ppm ; Ferric nitrate solution 0.05ppm, 0.15ppm, 0.3ppm to soak the Egeria densa in them. We used Zinc and Ferric as the materials for our experiments not only because they are the second and third most abundant elements of heavy metals in the river (3.) but also because there's already a lot of research into the first most abundant one. Besides, the heavy metal concentration chosen (2.) is the highest in the river and then descending in order (5.)



Steps: place the same weight of *Egeria densa* in aqueous solutions of different heavy metal concentration and in pure water for one or two weeks. Then we observed the change of *Egeria densa* and took photos.

Picture1. Observe the appearance of plants experimental methods



Picture2. What *Egeria densa* look like after being soaked in the aqueous solutions of Zinc sulfate (0.5ppm) for two weeks.



ii. Analyze the photosynthetic rate

Materials: the *Egeria densa* which hasn't been soaked in the heavy metal aqueous solutions, the *Egeria densa* which has been soaked in the heavy metal aqueous solutions, funnels, test tubes, beakers (250ml), and the original water that *Egeria densa* used to be (referred to as water below.)

Steps: first, put the *Egeria densa*, which has been soaked in heavy metal aqueous solutions for a week into the funnel, and place it upside down in the beaker. Second, fill the beaker and the test tube with water, and compress them with fingers, then put up the funnel and check whether there are bubbles inside to make sure of the accuracy of the experiment. Repeat the steps above for a total of six sets of six different heavy metal aqueous solutions. After a week, record the air column in these test tubes. In this experiment, we referred to the reference and designed a device that can collect oxygen (1.) to analyze the influences of heavy metals on the photosynthesis rate.

Picture3. The device that can collect oxygen.



Picture4. Analyze the photosynthetic rate experimental methods

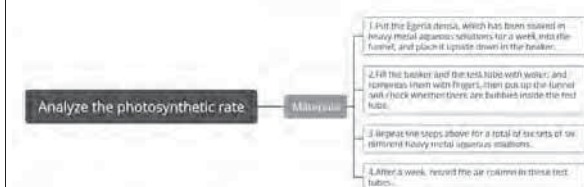


Chart1. The gas yield comparison of *Egeria densa* soaked in three different concentrations of Zinc sulfates and water for a week and two weeks.

soaking solutions	Water	Zinc sulfate solution 0.05ppm	Zinc sulfate solution 0.15ppm	Zinc sulfate solution 0.3ppm
the air column after soaking for a week	1.6	1.4	0.9	0.8
the air column after soaking for two weeks	3	0.6	0.4	0

Chart2. The gas yield comparison of the *Egeria densa* soaked in different concentrations of Zinc sulfates and water for a week.

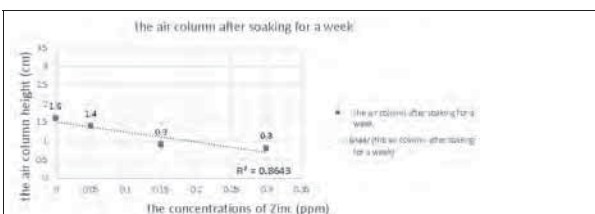
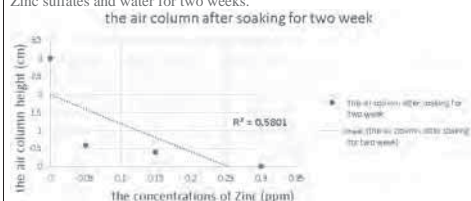


Chart3. The gas yield comparison of the *Egeria densa* soaked in different concentrations of Zinc sulfates and water for two weeks.



iii. Photosynthetic pigment chromatography

Materials: mortars, thin layer chromatography (TLC), Petroleum ether, acetone, beakers (50ml), aluminum foils, capillary tubes, droppers, test tubes, the *Egeria densa* which has been soaked in the heavy metal aqueous solutions, the *Egeria densa* which hasn't been soaked in the heavy metal aqueous solutions.

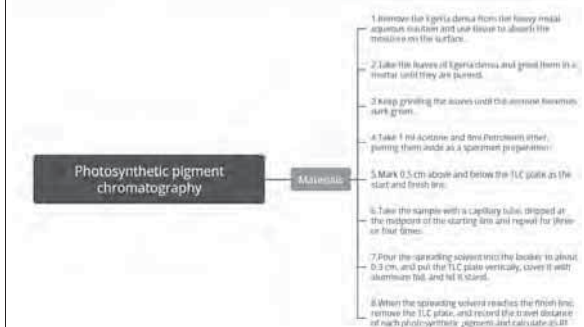
Steps: first, remove the *Egeria densa* from the heavy metal aqueous solution and use tissue to absorb moisture on the surface. Second, take the leaves of *Egeria densa* and grind them in a mortar until they are pureed. Keep grinding the leaves until the acetone becomes dark green, then take 1 ml acetone and 8ml Petroleum ether, putting them aside as a specimen preparation. Mark 0.5 cm above and below the TLC plate as the start and finish line. Take the sample with a capillary tube, dripped at the midpoint of the starting line and repeat for three or four times. Pour the spreading solvent into the beaker to about 0.3 cm, and put the TLC plate vertically, cover it with aluminum foil, and let it stand. When the spreading solvent reaches the finish line, remove the TLC plate, and record the travel distance of each photosynthetic pigment and calculate its R<sub>f</sub> Value(4.)

\*R<sub>f</sub> Value = DSU/DSV

Picture5. The TLC result of Zinc sulfate (0.5ppm)



Picture6. Photosynthetic pigment chromatography experimental methods



【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Firstly, in "observing the appearance of plants" the *Egeria densa* was originally emerald green. After being soaked in the heavy metal aqueous solutions for a week, the leaves turned yellow and withered obviously. The *Egeria densa* which was soaked in Zinc sulfate 0.1ppm, is the most withered of the three; the *Egeria densa* which was soaked in Ferric nitrate 0.05ppm, is the most withered one. What's more, the result of soaking *Egeria densa* in the heavy metal aqueous solutions for two weeks is the same as the observation of soaking for a week. Besides, we found that the *Egeria densa* which has been soaked in the heavy metal aqueous solutions becomes more fragile and its tissue is more likely to disperse after we touch its texture. And under the same concentrations of the heavy metal aqueous solutions, the impact on the *Egeria densa* which was soaked in Zinc sulfate is more serious than the one soaked in Ferric nitrate.

Secondly, in the experiment of analyzing the photosynthetic rate, it could be found that the higher concentration of the heavy metal aqueous solutions or the longer period that the *Egeria densa* was soaked in, would reduce the gas yield. As a result, both the concentration of the heavy metal aqueous solutions and the period *Egeria densa* are soaked in, making the



photosynthesis slower. Hence, the oxygen yield is reduced.

Next, in the last photosynthetic pigment chromatography experiment, we used correlation coefficient to analyze the relation between "the concentration of the heavy metals" and "the Rf value of pigment", finding that the higher the concentration of heavy metals is, the adsorbability of different kinds of photosynthetic pigment was lower, and the separation of photosynthetic pigment was better; soaking for the longer period, the adsorbability of different kinds of photosynthetic pigment was stronger, and the separation of photosynthetic pigment was worse (3.)

To sum up our experiment, the higher concentration of heavy metals is in the wastewater, the lower photosynthetic rate of aquatic plants will be, and would reduce the oxygen yield, making d that industrial wastewater does threaten the growth of aquatic plants and affect the environment. In order to achieve the goal it difficult for aquatic plants to survive. Therefore, this showeof protecting our environment, we should take some actions to stop the wastewater discharge.

Chart4. The correlation of Rf value of Chlorophyll A and in different Zinc sulfate for a week (r=0.454)

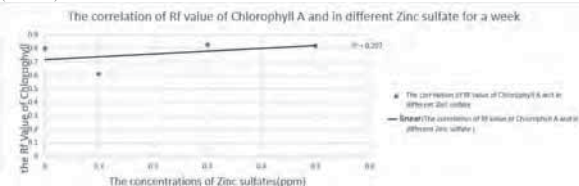
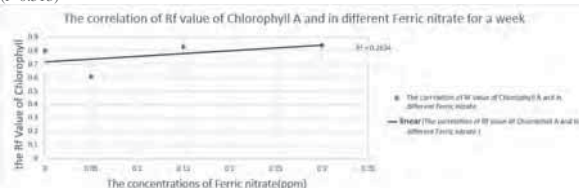


Chart5. The correlation of Rf value of Chlorophyll A and in different Ferric sulfate for a week (r=0.513)



#### 【今後の展望 / Future potential and its plan】

- Besides the experiment above, both Hill experiment and observing cytoplasmic streaming are able to verify whether *Egeria densa* is polluted and explore the process of photosynthesis. These are all the experiments that we can explore deeper in the future (4.)
- We chose the second and third most abundant elements of heavy metals in the river, which are Zinc sulfate and Ferric nitrate as our experimental materials this time, looking forward to using other materials such as chromium and nickel to prove that

not only the highly-contented heavy metals will affect the photosynthesis of the *Egeria densa* but so do the lower-contented ones.

- Hoping that this experiment can be extended, and thinking more about using biological methods to ameliorate the pollution of the river, hence to protect the environment.

#### 【参考文献 / References】

- FunSpace 樂思空間團體實驗教育 (2017 年 10 月 16 日)。中、高年級的生物課觀察水蘊草的光合作用，透過收集氣泡法孩子們聚精會神的數著一個個氣泡，把拔馬麻們看得到小氣泡在哪裡嗎？。Facebook。https://reurl.cc/ZbK51W
- 沈銘恩等 (2020)。毒不毒有關係-改善環境汙染物對水蘊草的影響。110 年 11 月 20 日，取自 https://reurl.cc/jGzpLM
- 余光昌、蔡利局 (2004)。受污染河川底泥中重金屬與有機物含量之關聯性。https://reurl.cc/oQoxD
- 光合色素的色素分析。http://www.ck.tp.edu.tw/~bio/pdf/02020004.pdf
- 河川重金屬含量標準。file:///C:/Users/amyhu/Downloads/%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B106%E5%B9%B49%E6%9C%8813%E6%97%A5%E4%BF%AE%E6%AD%A3%E7%B8%BD%E8%AA%AA%E6%98%8E%E5%8F%8A%E6%A2%9D%E6%96%87%E5%B0%8D%E7%85%A7%E8%A1%A8.pdf

## 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan

ご自身の研究段階は(你的研究階段是): ☐ アイデア 主意 ☐ 予備的な成果 初步結果

### □研究成果

分野 / Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

☐ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☒ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science

☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☐ その他 / Others specifying :

### 参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan

【代表者名 / Representative's Name】Wang yuhsin

【メンバー / Member】Li chiapei, Tsai huaen, Liu chiaheng

### 指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】Huang tsuiyin

### 発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】Are Disposable Straws Environmentally Friendly?

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

With the rise of environmental awareness, plastic reduction has also become a trend in recent years. In order to guide the public to change their habits, Environmental Protection Administration(EPA) announced the "Restrictions on the Use of Disposable Plastic Straws and the way of implementation", and some well-known fast food operators such as McDonald's and KFC have changed their policy by providing paper straws and sugarcane straws as alternatives. Since most people believe that paper straws will be more environmentally friendly than plastic straws since they can be decomposed in nature, the acceptance and the use of paper straws have increased which, thus, motivates us to conduct a study to explore if paper straws or other environmentally friendly straws can be decomposed and their states of decomposition in different environment. Our study is also connected to the 15th item of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) " Life on Land ".

The decomposable straw materials, including paper, silica gel, wheat straw, bamboo fiber and sugarcane are discussed in this study. Based on time and price factors, paper straws and sugarcane straws are ultimately selected in this study to see their decomposition in different environmental conditions.

#### 【目的 / Goal】

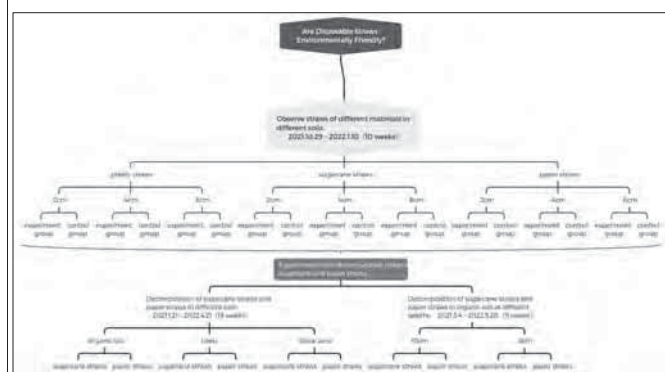
- Observe straws of different materials in different soils.
- Decomposition of sugarcane straws and paper straws in different soils.
- Decomposition of sugarcane straws and paper straws in organic soil at different depths.

#### 【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

- Conceptual Framework :

According to the research purpose, straws of the different materials were used to conduct three-part experiments. The conceptual framework is shown in Picture A.

## 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan



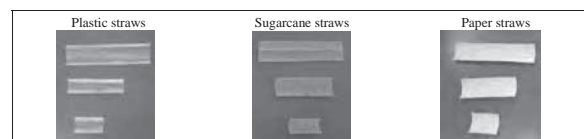
Picture A : The conceptual framework(Source of Picture A : Making by the researchers)

### 【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect ( Report of progress can also be acceptable )】

#### 1. Exterior change

- Experiment 1 : Observe straws of different materials in different soils

The straws with three different lengths had broken appearance. The three lengths of straws had the appearance of chipping after eleven weeks, but did not decompose. The edge area of the 2 cm paper straw was reduced in the ninth week (eleven weeks in total), and the dimensions of the 4 cm paper straw was significantly reduced, but the area dimensions of straws in the control group did not change; In the eleventh week (eleven weeks), the straws of 2 and 4 cm were decomposed and could not be found in the soil after repeated searching. Plastic straws are not seen any changes, except for becoming more soft and is able to be flattened.



Picture B : Appearance of the straws before the experiment (6 cm long, 4 cm long, 2 cm long, 0.8cm width from top to bottom) ( Source of Picture B : Making by the researchers )



# 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan
















	Experiment start : 2021/10/29, Experiment end : 2022/1/10 (10 weeks in total)					
Soil type	Organic soil					
Type of straws	Plastic		Sugarcane		paper	
group	Experimental group	Control group	Experimental group	Control group	Experimental group	Control group
Straw length 2 cm					decomposed	
Straw length 4 cm					decomposed	
Straw length 6 cm						
Cosmetic supplements	There was no noticeable change		Both were fragmented, and the fragmentation in the experimental group was more serious		The straws with a straw length of 2 cm and 4 cm in the experimental group were decomposed, but the control group did decompose, only thinned	

Figure A : Experimental results of experiment 1(Source of Figure A : Making by the researchers)

## (2) Experiment 2 : Decomposition of sugarcane straws and paper straws in different soils

After thirteen weeks, there was no significant change in the appearance of sugar cane and paper straws in loess and silica sand. In organic soil, paper straws are decomposed and cannot be found in the soil, but sugarcane straws have no obvious changes, we speculate that because organic soil is rich in more organic matter, and paper straws gradually become soft and rotten over time due to water absorption, so there is a decomposition.



Picture C : Appearance of straws before the experiment (both 3 cm long and 1 cm wide)(Source of Picture C : Making by the researchers)

# 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan






	Experiment start : 1/21/2022, Experiment end : 4/21/2022 (13 weeks in total)					
Type of straws	Sugarcane			Paper		
Soil type	Organic soil	loess	Silica sand	Organic soil	loess	Silica sand
Weight change (g)	-0.007	+0.003	0.005	unmeasurable	-0.019	-0.010
Appearance				unmeasurable		
Cosmetic supplements	Fragmentation			Except for the paper straw of organic soil that is decomposed, there is no significant change		

Figure B : Experimental results of experiment 2(Source of Figure B : Making by the researchers)

## (3) Experiment 3 : Decomposition of sugarcane straws and paper straws in organic soil at different depths.

After eleven weeks, it was observed that the straws of sugarcane at a depth of 10 cm and 5 cm were seen to have fragmentation in the middle, while the edges of the straws were observed to be fragmented compared with the latter, but the decomposition of both was not obvious. The paper straws in the soil depth of 10 cm and 5 cm are significantly thinner than before the experiment, and the watering relationship makes the paper straw absorb water and adhere to organic soil and it is difficult to take it out from the bottom of the cup, so the extraction is damaged and curled, and the flattened straw cannot be seen.



Picture D : Appearance of straws before the experiment (both 3 cm long and 1 cm wide)(Source of Picture D : making by the researcher)

# 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan





	Experiment Start : 3/4/2022, Experiment End : 5/20/2022 (11 weeks in total)			
Type of straws	Sugarcane		Paper	
Soil type	10cm	5cm	10cm	5cm
Weight change (g)	+0.010	+0.009	-0.062	-0.037
Appearance				
Cosmetic supplements	Fragmentation		Curled, you can't see the flattened straw	

Figure C : Experimental results of experiment 3 (Source of Figure C : Making by the researchers)

## 【今後の展望／Future potential and its plan】

In order to facilitate the experiment, the straws in this study were cut into a smaller area, but the actual situation is different from the straws on the market. This research hopes to design an experiment in the real environment of nature in the future, and use the straws of general length for burial to see the decomposition of them.

## 【参考文献／References】

一、行政院環境保護署〔環保署〕(2019年05月08日)・一次用塑膠吸管限制使用對象及實施方式。

<https://oasout.epa.gov.tw/Law/LawContent.aspx?id=GL007530>

二、環境資訊中心(2019年06月24日)・一次性塑膠吸管四大連鎖速食業者因應對策。

<https://e-info.org.tw/node/218607>

三、陳鳳麗(2018年07月07日)・台灣研發!甘蔗渣變身環保吸管・自由時報・初版。

四、台灣科技媒體中心(2019年10月9日)・紙吸管回收專家意見。

<https://smctw.tw/4582/>

五、美的好朋友(2018年07月19日)・甘蔗吸管可完全分解不殘留?購買前必知的6大關鍵完整解密。

<https://www.medpartner.club/eco-sugarcane-straws-pla-myth/>

# 18. Guoguang Laboratory School, NSYSU, Taiwan

六、銓寶工業股份有限公司(無日期)・PLA是什麼。

<https://www.chumpower.com/tw/pla.html>

七、鈺植企業有限公司(2019年04月02日)・環保紙吸管。

[https://chuck-tools.chumpower.com/tw/about\\_company.html](https://chuck-tools.chumpower.com/tw/about_company.html)

八、鉅田潔淨技術股份有限公司(無日期)・植物纖維吸管。

<https://www.taiwanexcellence.org/tw/award/product/1100205>



ご自身の研究段階は(你的研究階段是): ☐アイデア主意 ☐予備的な成果 初步結果  
☐研究成果

**分野/Areas** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.  
☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specify in:

**参加者/Participant's Information**  
**【学校名/School Name】※Name** 國立中山大學附屬國光高級中學  
**【代表者名/Representative's Name】**Lo.Yuns-Yi  
**【メンバー/Member】**Wang,Yun- Pei · Li,Yu-Chen · Chen,I-Chen · Yang, Tzu-Ling  
**指導教員/Supervising Teacher**  
**【お名前/Name】**Liao,Chun-Tzu

**発表内容/Abstract of the Presentation**  
**【タイトル/Title】**Discussion on the Effect of Heavy Metals on the Earthworms' Efficiency of the Kitchen Waste Decomposition  
**【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】**  
 Earthworms play an essential role in the ecosystem. It stirs up and blends the soil, making the distribution of nutrients more even. In addition, earthworms can decompose the kitchen waste, which promotes the decomposition of organic matter in the soil, and transforms the kitchen wastes into wormcast that is good for plant growth. However, since the industrial revolution, owing to multiple developments and the overuse of lands, the ecology of the land is seriously threatened, and the heavy metal particles in the soil are one of the major hazards. To further understand the earthworms' contribution to the soil environment, we would like to know whether earthworms will be affected by heavy metal pollution. Therefore, the experiment will focus on the changes in the decomposition efficiency caused by earthworms in the kitchen waste.

**【目的/Goal】**  
 1.To know more about earthworms and the effect of the manure.  
 2.To understand the relation between the kitchen waste decomposition and the existence of earthworms and the effect on the mung beans' growth height.  
 3.To compare the earthworms' survival rate in different concentrations of heavy metal solutions.  
 4.To explore the influence of different concentrations of heavy metal solutions on the decomposition efficiency caused by earthworms in the kitchen waste.

**【新規性と創造性/Novelty and Creativity】**  
 Experimental model design  
 Explanation of terms  
 1.Efficiency of kitchen waste decomposition: particularly refers to the living earthworms' efficiency of kitchen waste decomposition, and the efficiency affected by the death of earthworms that cannot decompose kitchen waste is not calculated. The sources of kitchen waste in this experiment are rapeseed, eggshells, and apple peels, whose weight is equivalent to the weight of earthworms.

2. Mung bean growth height: due to the limited technique, this experiment cannot accurately know the earthworms' daily decomposition of kitchen waste. Thus, we used the Mung bean growth height as the standard for the earthworms' efficiency of the kitchen waste decomposition. The speed at which the mung beans grow means the efficiency of decomposition in this article.

3. Formula predicted data: it is used to measure whether the earthworms are affected by heavy metals (unit: cm), which requires mathematical operations. It is thought of as the ideal height of mung beans (the earthworms' efficiency of decomposition is not affected by heavy metals.) fueled by the earthworms actually participating in the decomposition (excluding dead individuals) in the soil containing heavy metal solution. If the data obtained in the experiment are smaller than the formula predicted data, it means the earthworms in this group are affected by heavy metals.

Experimental structure:

(Picture1)

**【実現性とその手続/Feasibility and its Prospect(Report of progress can also be acceptable)】**  
 1.Experiment 1  
 Purpose: to discuss the influence of the kitchen waste decomposition days and the existence of earthworms on the mung beans' growth height and confirm the period for experiments 2 and 3.

Group:

Group	Group A	Group B	Group C	Group D
Soil	Yes	Yes	Yes	Yes
Earthworms	No	10	No	10
Kitchen Waste	Yes	Yes	Yes	Yes
Period	3 Days	3 Days	5 Days	5 Days

(Table1)

Step: Add an equal amount of kitchen waste to the soil(rapeseed, eggshell, and apple peel. Each account for 1/3 of the total weight) and let it decompose for three days. Next, pick out the kitchen waste and earthworms in the soil. Then, plant 3 mung beans in each group for 7 days, and measure the height(as shown in the picture2).

Result:

(Picture2)

According to the picture 2, due to kitchen waste decomposition on the 3-day, the gap between the groups is more significant than on the 5-day and the 3-day groups are more stable than the 5-day ones, so this group will take 3 days as the period for experiments 2 and 3.

2. Experiment 2  
 Purpose: Exclude the factor that the change of the efficiency of the kitchen waste decomposed by the earthworms is caused by the earthworms' death, which makes it unable to be decomposed. The experiment will calculate the earthworms' survival rate in the soil added with heavy metal solution and compare it in the solutions with different concentrations of heavy metal .

Group:

Group	Group A	Group B	Group C	Group D
Soil	Yes	Yes	Yes	Yes
Earthworms	10	10	10	10
Heavy Metal	35ppm CuSO <sub>4</sub>	35ppm ZnSO <sub>4</sub>	70ppm CuSO <sub>4</sub>	70ppm ZnSO <sub>4</sub>

(Table2)

Step: Earthworms were placed in the soil contained heavy metal solution(CuSO<sub>4</sub> and ZnSO<sub>4</sub>) for three days, and calculated the survival rate.

Result:

(Picture3)

Survival rate from high to low: CuSO<sub>4</sub> 35ppm>ZnSO<sub>4</sub> 35ppm>CuSO<sub>4</sub> 70ppm>ZnSO<sub>4</sub> 70ppm. According



to the picture 3, the earthworms' survival rate in the ZnSO4-solution-added soil is lower than that in the CuSO4-solution-added one. If the same heavy metal solution is added, the higher the concentration is, the lower the survival rate is.

3.Experiment 3  
Purpose: To discuss about the influence of solutions with different concentrations of heavy metal on the efficiency of earthworms in decomposing kitchen waste.

Group:

Group	Group A	Group B	Group C	Group D
Soil	Yes	Yes	Yes	Yes
Earthworms	10	10	10	10
Heavy Metal	35ppm CuSO <sub>4</sub>	35ppm ZnSO <sub>4</sub>	70ppm CuSO <sub>4</sub>	70ppm ZnSO <sub>4</sub>

(Table3)

Step: Add an equal amount of kitchen waste to the soil containing the heavy metal solution, and let it decompose for three days. Next, pick out the kitchen waste and earthworms in the soil. Then, plant 3 mung beans in each group for 7 days, and measure the height.

Calculate "formula forecast data"

1.Divide the average mung beans' height(5.79cm) in the "3 days + earthworms" group in the experiment 1 by 10, which means each earthworm helps mung beans grow by 0.579cm on average.

2. Divide the number of earthworms' deaths in each group in the experiment 2 by 3, which means the average number of the earthworms' deaths per day. And use 10 to subtract the average number of deaths per day\* (number of days -1) to know the number of the earthworms actually decomposing kitchen waste in the current days.

3. Multiply the three data calculated from step 2 by 0.579 and add them up. The value we get is "formula forecast data".

4.Compare "formula forecast data" with the average mung beans' height.

Result:

1.According to the literature review and the research from experiment 1, due to the nutrient provided by manure, the mung beans' growth height in the soil containing earthworms is higher than that in the one only with kitchen waste. And it can also be seen that the efficiency of decomposing kitchen in the former one is higher than that in the latter one.

2.According to the research from experiment 2, it is found that the survival rate of the earthworms in the soil added with ZnSO<sub>4</sub> is lower than in the one added with CuSO<sub>4</sub>. And in the same heavy metal solution, the higher the concentration is, the lower the survival rate is.

3. According to the research from experiment 3, it is found that the mung beans' growth height in the soil added CuSO<sub>4</sub> is higher than in the one added with ZnSO<sub>4</sub>. In addition, the death rate of the earthworms and the influence on the efficiency of decomposing caused by 70ppm ZnSO<sub>4</sub> is the most obvious, and the ones caused by 35ppm CuSO<sub>4</sub> are smaller in comparison.

【參攷的展望/Future potential and its plan】  
In this group, earthworms were placed in the soil containing heavy metal solution in order to study whether the decomposition efficiency of kitchen waste is affected. The results indicates that the higher the concentration of the heavy metals is, the poorer the earthworms' efficiency of decomposition is. Heavy metal pollution has become an issue that cannot be ignored these days. Not only does it endanger the ecology, but it may also even eventually return to humans. The influence of heavy metals on the earthworms is confirmed by the experiments, and other organisms might not be exception. We hope that through this experiment, the public will realize the seriousness of heavy metal pollution, which is a topic that we cannot turn a blind eye to.

【參考文獻/References】  
1、林受頤 (2015)。不同有機廢棄物之引堆肥化過程中的成分特性與蚯蚓生長變化。國立中興大學土壤環境科學系：碩士論文。<https://reurl.cc/9rrcWn>  
2、羅煌木等 (2009)。重金屬與灰渣對蚯蚓分解有機廢棄物之研究。朝陽科技大學環境工程與管理研究所：碩士論文。<https://reurl.cc/MAAp24>  
3、黃建賓 (2012)。以赤子愛勝蚓去除工業污泥中重金屬之研究。國立屏東科技大學環境工程與科學系：碩士論文。<https://reurl.cc/6aDDrd>  
4、王宇傑 (2001)。校園廚餘堆肥製作面面觀。<https://reurl.cc/Q99r2p>  
5、許正一 (2011年12月1日)。土壤重金屬知多少。科學發展, 468期, 54-59。  
<https://reurl.cc/EERpW>

the influence of CuSO<sub>4</sub> on the efficiency of earthworms in decomposing kitchen waste

Group	35 ppm	70 ppm
Group 1	4.93	0.23
Group 2	1.9	1.96
Group 3	3.76	3.63
Average	3.53	1.94
formula forecast data	5.79	5.23

(Picture4)

the influence of ZnSO<sub>4</sub> on the efficiency of earthworms in decomposing kitchen waste

Group	35 ppm	70 ppm
Group 1	3.03	3.5
Group 2	1.4	0.7
Group 3	0.93	0.8
Average	3.53	1.66
formula forecast data	5.49	5.23

(Picture5)

As presented in the picture 4 and picture 5, "formula forecast data" are all higher than the average height of the mung beans, which can be speculated that the efficiency of earthworms in decomposing kitchen waste is affected by heavy metal, leading to the poor growth of the mung beans. The different value between the two can also be used to determine how much the earthworms are affected. The greater the difference is, the much the earthworms are affected. The influence level from high to low: ZnSO<sub>4</sub> 70ppm>CuSO<sub>4</sub> 70ppm>CuSO<sub>4</sub> 35ppm>ZnSO<sub>4</sub> 35ppm. Considering this result and the survival rate(experiment2), it reveals that ZnSO<sub>4</sub> 70ppm has the greatest impact on earthworms, while the ZnSO<sub>4</sub> 35ppm and CuSO<sub>4</sub> 35ppm have relatively little impact on earthworms.

Conclusion

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 山村学園 山村国際高等学校 生物部

【代表者名/Representative's Name】 Hana Shiota

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Takashi Amano Nicholas Hardy

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Skin Care with Bitter Chocolate (Sun Protection) !

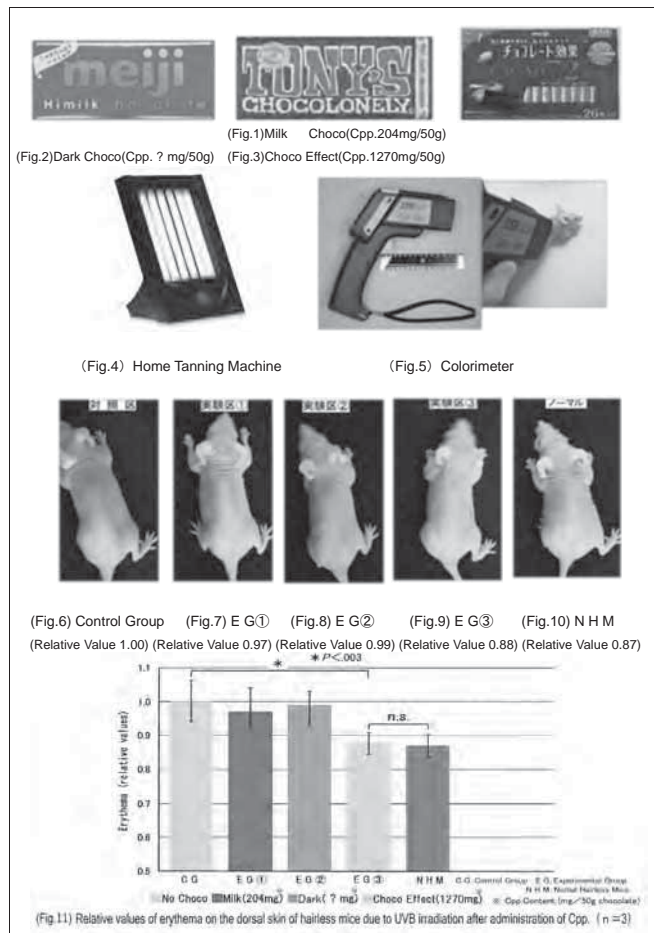
【アイディアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】  
The school biology club has been researching the functionality of foods through microorganisms (eubacteria) and the intestinal flora of mice [<sup>1-13</sup>]. This inspired me to use food functionality and mice to investigate a problem I and many high school students have had: skin care.  
Most skin cares are external, such as sunscreen, and I have experienced roughness as a result of these. Instead, I wondered about internal skin care. Studies have shown that ingesting coffee containing polyphenol two or three times a day is effective in skin whitening [<sup>14-16</sup>]. However, high school students tend not to drink two or three cups of coffee a day! Looking for alternatives, I found chocolate: the number one snack among high school students [<sup>17</sup>].  
The advantages of chocolates are: (1) unlike coffee, they are easy to carry, for example, loose in a schoolbag, and so (2) they can be eaten wherever and whenever, such as on the way to school or between classes!

【目的/Goal】  
Chocolate is made from cacao beans which contain polyphenols.  
I hypothesized that the functionality of cacao polyphenols would lead to sun care in the form of sunburn prevention that could be measured by the amount of sunburn (erythema) on the skin.  
Chocolates are labelled depending upon the concentration of cacao in them, for example "dark chocolate" has more than "milk chocolate". I wanted to measure the color changes of mice fed different chocolates after being exposed to artificial ultraviolet light equivalent to 30 minutes of midsummer sun.  
In the long run, chocolate is cheap, so I thought it would be great if high school students (humans), who are mammals in the same group as mice, could use it!

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】  
First, I realized that to observe sunburn on the back, hairless mice (BALB/cAJcl-nu/nu) [<sup>18</sup>] were needed. I used female mice because they are less aggressive.  
Second, I determined the chocolate to be administered by referring to the percentage cacao content and nutritional facts, and chose three: "Milk Chocolate", "Dark Chocolate" and "Chocolate Effect" [<sup>19-20</sup>] (Fig.1-3).  
The amount of chocolate to be administered to the hairless mice (270mg/day) was determined by scaling the dose for a high school student (50g/day) by body weight, and application of an HED factor [<sup>21</sup>].  
Third, ultraviolet light from the sun (UVA 400-320nm, UVB 320-280nm, UVC 280-200nm) causes sunburn. The main causes are the UVA and UVB that pass through the ozone layer [<sup>22-23</sup>]. Therefore, I chose a dose of 5-7mw/cm<sup>2</sup> of UVB, which is equivalent to the July sun, to apply to the hairless mice for 30 minutes via a home tanning machine (Fig.4). The day after irradiation, when the erythema (sunburn) could be observed, I measured changes in color using a colorimeter (Fig.5).  
Finally, I decided to apply a Student's t-test to statistically analyze the results.



<p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>Hairless mice in a control group were not given chocolate but were irradiated with UVB. Erythema was observed on their backs. Measuring this with a colorimeter and setting the value to 1.00, the relative values of the experimental groups could be plotted and compared (Fig.6).</p> <p>Experimental group① were given "Milk Chocolate" and were irradiated, and the erythema (relative value 0.97) was near that of the control group (Fig.7). This result suggests that "Milk Chocolate" had no sunburn prevention effect.</p> <p>Experimental group② were given "Bitter Chocolate" and were irradiated, and the erythema (relative value 0.99) was almost indiscernible from that of the control group (Fig.8). This result suggests that "Bitter Chocolate" had no sunburn prevention effect.</p> <p>Experimental group③ were given "Chocolate Effect" and were irradiated, but unlike the control group, almost no erythema (relative value 0.88) was observed (Fig.9). This decrease in erythema may be related to the antioxidant properties of cacao polyphenol.</p> <p>The Student's t-test of experimental group③ and the control group showed that the sunburn prevention effect after UVB irradiation was significant (<math>p&lt;.003</math>). A t-test of the experimental group③ and unirradiated normal hairless mice (relative value 0.87) showed no significant difference (n.s.), further evidence of the sunburn prevention effect (Fig.10-11).</p> <p>These results verify that consumption of chocolate with a high cacao polyphenol content leads to sunburn prevention (skin care) in hairless mice. Bearing in mind humans and hairless mice are both mammals, rather than buying expensive external care products, it may be better for people to buy cheap, <i>internal care</i>, bitter chocolate.</p> <p>I would like to recommend using bitter chocolate for skin care (sunburn prevention) to high school students and everyone else around the world!</p> <p>【今後の展望/Future potential and its plan】</p> <p>I am planning to investigate the physiological effects of administration of cacao polyphenols on hairless mice, such as on their blood composition and intestinal flora.</p> <p>This is because mice and humans both being mammals, research using mice as models is significant.</p> <p>【参考文献/References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>「ペーパーディスク法を使用した天然防腐剤の抗菌効果の測定」第4回 切っちゃん科学賞 研究論文コンテスト (東京理科大学理恵会) 山村国際高等学校 生物部 (2012)</li> <li>「ソックスレー法を使用した天然防腐剤の抗菌成分量の比較」第5回 切っちゃん科学賞 研究論文コンテスト (東京理科大学理恵会) 山村国際高等学校 生物部 (2013)</li> <li>「ペーパーディスク法を使用した香辛料の抗菌効果の測定」第12回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大会 (神奈川大学) 山村国際高等学校生物部 (2014)</li> <li>「天然食品の食中毒菌に対する抗菌効果の測定」第13回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大会 (神奈川大学) 山村国際高等学校生物部 (2015)</li> <li>「マスカハニー (抗菌生蜂蜜) の抗菌効果のすこさ」第14回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大会 (神奈川大学) 山村国際高等学校生物部 (2016)</li> <li>「マスカハニーのマウス腸内フローラにおよぼす影響」日本農芸化学会 (札幌大会) ジュニア農芸化学会 2016 高校生による研究発表会 (金賞受賞) 山村国際高等学校生物部 (2016)</li> <li>「マウス腸内フローラから観察したマスカハニーの機能性」第6回 高校生バイオサミット in 鶴岡 (農林水産大臣賞受賞) 山村国際高等学校生物部 (2016)</li> <li>「マウス腸内フローラから健康食品の機能性を探る」第7回高校生バイオサミット in 鶴岡 (審査員特別賞受賞) 山村国際高等学校生物部 (2017)</li> <li>「通腸性大腸炎モデルマウスから観察したマスカハニーの機能性」第8回 高校生バイオサミット in 鶴岡 (審査員特別賞受賞) 山村国際高等学校生物部 (2018)</li> <li>「女子必見! マウス腸内フローラから探る乳酸菌チロコレート発見!」第48回私学文化祭 「優秀賞」(埼玉県私立中学高等学校協会) (2019)</li> <li>TAMA サイエンスフェスティバル in TOUJYU2020 高校生研究ポスター発表 (スタンダード部門「優秀賞」) 山村国際高等学校生物部 (2020)</li> <li>「もうカラーを気にしない! ダイエットチョコ」第19回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大会 (神奈川大学) 山村国際高等学校生物部 (2021)</li> <li>「フラクトオリゴ糖は腸内細菌叢のバランスを変化させる」第12回 高校生バイオサミット in 鶴岡 (審査員特別賞受賞) 山村国際高等学校生物部 (2022)</li> <li>健康な中年の日本人女性の皮膚光保護とコーヒーとポリフェノールの消費 International journal of dermatology. 54(4). 2015Apr2</li> <li>Shao Wang, Xiaoxue Lai, Yihui Deng, Yanzhi Song. Correlation between mouse age and human age in anti-tumor research: Significance and method establishment. Life Sciences. Volume 242, 2020</li> <li>全日本コーヒー協会 (コーヒーの基礎知識): coffee.ajca.jp</li> <li>日本チロコレート・ココア協会: chocolate-cocoa.com</li> <li>東京実験動物: kai-lab.co.jp</li> <li>(株) 明治: qa.meiji.co.jp</li> <li>トニーズチョコロニー: tonyschocolonely.com</li> <li>アメリカ食品医薬品局: fda.gov</li> <li>「紫外線B波照射による皮膚障害とその予防・治療」小林 静子. YAKUGAKU ZASSHI 126(9)2006</li> <li>「UVB 照射によるマウス皮膚微小血管床における急性炎症反応に関する研究」中込 智佳か 生体医学工 48 (1) 2010</li> </ol>
---



## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

<p>ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result</p> <p>分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</p> <p><input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science</p> <p><input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&amp;Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :</p> <p>参加者/Participant's Information</p> <p>【学校名/School Name】※Taipei Municipal Yang Ming Senior High School</p> <p>【代表者名/Representative's Name】WENG,SHU-YU</p> <p>【メンバー/Member】LI,TSUNG-HAN</p> <p>指導教員/Supervising Teacher</p> <p>【お名前/Name】SHIH,FANG-CHIN</p> <p>発表内容/Abstract of the Presentation</p> <p>【タイトル/Title】Investigating the effect of cockroach odor on its behavior</p> <p>【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】</p> <p>Outline:</p> <p>In this study, cockroaches were selected as the subject of research. With 30 of the most common American cockroaches, self-made instruments were used to investigate the impact of cockroach odor on their behavior, and to explore the feeding habits of cockroaches. Cockroaches are affected by different odors and the behavior of cockroaches is observed with sterilized food. Experiment with what we want to explore. The first experiment is to take six kinds of food to explore the attraction of different kinds of food to cockroaches; the second experiment is to use a homemade device and 4 kinds of substances with different tastes to observe the changes in cockroach behavior under different tastes; the third experiment The experiment is to feed cockroaches with sterilized food and non-sterilized food, and observe the behavioral changes and surviving numbers of cockroaches. Through the results of three experiments, we found that cockroaches prefer sugary foods, volatile fatty acids are more likely to attract cockroaches, and cockroaches that ingest sterilized food will reduce their activity and even die.</p> <p>First Inspiration:</p> <p>When you see a cockroach in your home, there are often others nearby.</p> <p>In an environment where food is plentiful, cockroaches will often appear. So, we are curious; which kind of food-smells attract cockroaches the most? We also want to examine whether cockroaches communicate with their companions when discovering these food sources.</p> <p>We checked the relevant literature on cockroaches and found that cockroaches can use stools or body odors to communicate to warn peers to avoid danger, to attract companions or find a mate.</p> <p>【目的/Goal】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Learn about the eating habits of cockroaches</li> <li>Learn how cockroaches are affected by different scents</li> <li>Observing the effect of bacteria in different stool on cockroach behavior</li> </ol> <p>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</p> <p>Research methods and Processes</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Learn about the eating habits of cockroaches</li> </ol> <p>We want to learn about the eating habits of cockroaches, so we prepare 10 grams of rice,</p>
--

## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

apples, vegetable, eggwhite, yolk and sugar into the breeding box, and then we conduct experiments on cockroach feeding habits through the following steps:

- provide RO water for two weeks
- take 10 grams of food and put them into the breeding box
- take it out after a week and weigh the food

(Picture 1) vegetable, egg white, rice (Picture 2) yolk, sugar, apple

2. how cockroaches are affected by different scents

(1) Make a scent walk

We use plastic board and black colored paper to make a cross walkway and at the function in the middle make a door that you can enter but not go out. ( Use black colored paper because cockroaches are comfortable with black.)

(Picture 3) cross walkway diagram (Picture 4) cross aisle finished product

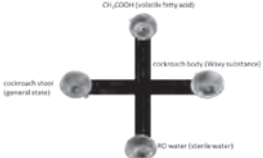
(2) Pick substance

We prepare putting CH<sub>3</sub>COOH, cockroach body, RO water and stools at the ends of the cross



## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

according to the literature.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  is a kind of volatile fatty acid, Cockroach body contains waxy





substance, RO water is purified water, and the stools of cockroaches are the stools they produce during the normal period. Finally observe which direction the cockroach is moving.  
(Picture 5) experimental schematic

3. Observing the effect of bacteria in different stool on cockroach behavior

We use yogurt and RO water to feed and change the intestinal bacteria of cockroaches, yogurt is the experimental group, and RO water is the control group, to observe what kind of cockroach feces the cockroaches are attracted to, and to discuss the feces produced by cockroaches fed yogurt and provides only moisture to cockroach feces, attracting cockroaches.

- divide 18 cockroaches into groups of 9, a total of two groups
- one of the groups was fed yogurt and the other was given sterile water for a week
- collect feces of cockroaches fed yogurt and RO water
- put these two kinds of cockroach droppings at the end of the straight aisle
- observing the effect of bacteria in different stool on cockroach behavior

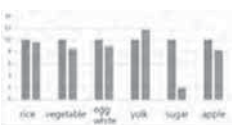
(Picture 6) cockroach feeding bacteria (Picture 7) one-line walkway schematic diagram

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

The Results Of Research

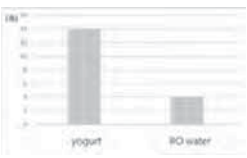
1. Learn about the eating habits of cockroaches

Food	10	20	30
Yogurt	10	25	35
RO water	10	15	30
Yolk	10	15	30
Sugar	10	15	30
Apple	10	15	30

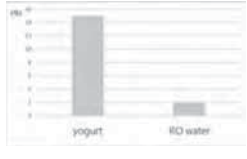


## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

(1) the first test (18 cockroaches)



(2) the second test (18 cockroaches)



The Discussion Of Our Research

1. Learn about the eating habits of cockroaches

According to the experimental data, we found that sugar consumption is the most, so we speculate that cockroaches prefer to eat sugar, and the weight of the egg yolk is 1.7 grams heavier than the original. We speculate that the weight of the egg yolk becomes heavier due to the absorption of moisture in the air.

2. Learn how cockroaches are affected by different scents

According to the experimental data, we found that the number of cockroaches attracted by acetic acid is the largest. We speculate that the smell of volatile fatty acids will attract cockroaches, and the number of corpses is the least. Prevent companions from approaching and companions away, and this smell covers the waxy substance on the shell. The number of cockroaches attracted by cockroach feces and water is very close. We speculate that the volatile fatty acids contained in cockroach feces are partially volatilized, causing cockroaches to lose weight. The attraction to this smell is reduced.

3. Observing the effect of bacteria in different stool on cockroach behavior

Experimental data show that we found that at the end of the walkway, we put cockroach feces fed with yogurt and cockroaches fed with sterile water, and the cockroaches that attracted the most yogurt feces were the ones that attracted the least, and the least were cockroaches fed with sterile water. Feces, we speculate that cockroaches are attracted to feces that have been consumed with yogurt, and may be mainly attracted by bacteria (lactic acid bacteria) in the feces.

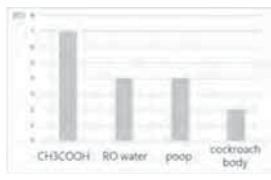
【今後の展望／Future potential and its plan】

Changed yolks to fatty in first experiment because it could avoid absorbing moisture. Using more substance measurements with different flavors, more different aspects of data can be obtained. Cockroaches produce two different types of poop, one is soft stool for threatened and the other is normal stool, put these two types of stool into the walk way and observe. Change the dead cockroach into the live one, and observe whether the cockroach moves towards the

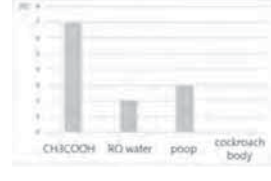
## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

2. Learn how cockroaches are affected by different scents

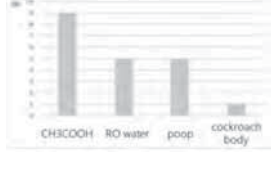
(1) the first test (17 cockroaches)



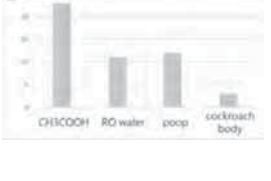
(2) the second test (12 cockroaches)



(3) The third test (20 cockroaches)



(4) total



3. Observing the effect of bacteria in different stool on cockroach behavior

## 21. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

companion.

Feed different brands of yogurt, and different yogurt contain different strains to see which bacteria cockroaches prefer.

【参考文献／References】

- 蔡任國、黃常宇 (2007)・認識身旁的小傢伙 (四)—美洲蟑螂的循環系統的觀察方法・民 110 年 12 月 20 日・取自：[http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/96\(296-305\)/304-pdf/04.pdf](http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/96(296-305)/304-pdf/04.pdf)
- 毛靖雯、姚乃琦、蔡任國 (2016)・認識身旁的小傢伙 (16)—美洲蟑螂分泌警告物質之研究( I )・科學教育月刊・385・48-58・民 110 年 12 月 20 日・取自：<https://reurl.cc/SGzjaG>
- 毛靖雯、姚乃琦、蔡任國 (2016)・認識身旁的小傢伙 16 美洲蟑螂分泌警告物質之研究( II )・科學教育月刊・385 49 58・民 110 年 12 月 20 日・取自：<https://reurl.cc/12q6E9>
- 鄧年芮、留詩曉、蔡任國 2017・認識身旁的小傢伙 20 警告費洛蒙可否引發蟑螂戰或逃之生理反應的探討・科學教育月刊第 402 期・民 110 年 12 月 20 日・取自：<https://reurl.cc/k7gxWK>
- Gut bacteria mediate aggregation in the German cockroach. 2015 )・PNAS. 民 111 年 1 月 6 日・取自：<https://www.pnas.org/content/early/2015/12/01/1504031112>
- 葉緯舒 (2016)・德國蟑螂體有「異香」, 用便便找朋友・泛科學・民 111 年 1 月 7 日・取自：<https://pansci.asia/archives/97206>
- 科學之家 (2015)・蟑螂溝通方式之謎終被揭開・壹讀・民 111 年 1 月 13 日・取自：<https://read01.com/zh-tw/NPDJN.html#YqZp2N9Bw2w>
- 鄧年芮 (2016)・警告費洛蒙可否引發蟑螂戰或逃之生理反應的探討・小論文・民 111 年 1 月 13 日・取自：<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/10/2016102708081293.pdf>
- Olfactory receptor cells on the cockroach antennae: responses to the direction and rate of change in food odour 2004 )・Wiley Online Library. 民 111 年 1 月 13 日・取自：<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15217396/>
- Cockroaches communicate via bacteria in their feces. (・Science. 民國 111 年 1 月 14 日・取自：<https://reurl.cc/jkozZm>
- How Do Cockroaches Communicate With Each Other? Cockroach zone. 民 111 年 1 月 8 日・取自：<https://reurl.cc/e6AR2b>
- 趙榮台、陳景亭 (2003)・台灣昆蟲大發現・遠流出版公司・



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information	<input checked="" type="checkbox"/> その他/Others specifying : social & behavioral sciences
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 Taipei Municipal Yongchun Senior High School	
【代表者名/Representative's Name】 Chang,MIN-HAN	
【メンバー/Member】 LIAO,WEI-CHEN	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Liu,Yu-Cheng & Hsieh,Sheng-Hung	

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】 Effects of Carbon Dioxide Concentration in Masks on Indoor Classes of High School Students

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Whether we go to work, school, or even run an errand, we have to put on our masks, afraid of contracting the epidemic. Obviously, the mask has become a must-have item. We often hear the teachers remind everyone to open the windows and keep the indoor air circulating, so that we will not feel drowsy. These make us wonder if the gas trapped in the mask could not circulate as quickly as it would be without a mask. Can wearing a mask have impacts on students' learning in class? Therefore, we will study this as a topic.

【目的/Goal】

This study includes General Flat Masks, 3D Fish Mouth Mask and 3D Butterfly Mask.

I. Try to assemble your own detection system to measure carbon dioxide concentration, temperature and humidity.

II. Explore the ability of different types of masks to permeate carbon dioxide.

III. Discuss the changes in carbon dioxide concentration when wearing different masks.

IV. Use questionnaires to investigate and analyze the impact and changes of wearing masks on students in the school's indoor classes.

V. Use instrumental testing and questionnaire surveys to analyze whether students are affected.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

There is a video on the Internet, like this [3]. Before the experiment, the partial pressure of carbon dioxide in the body was originally 31.6mmHg. After wearing 4 layers of masks, it became 31.8mmHg, and then added 3 layers of masks to reach 32.5mmHg. The normal range of partial pressure of carbon dioxide is between 30-45mmHg, it can be seen from the video that the effect of the mask is very small. Some people on the Internet mentioned that masks make it difficult to discharge carbon dioxide and lead to carbon dioxide poisoning. These are all wrong. Only when the concentration of inhaled carbon dioxide is as high as 10% can it cause harm to the human body. It is only 4-5%, but our experiments have found that wearing a mask will still have an impact on the human body.

1

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

I. Production of carbon dioxide concentration detectors: Link the SGP30 to the Arduino UNO board using the DuPont cable.

II. Experiment 1: Measure the change of carbon dioxide concentration of different masks on permeation.

i. Weigh 3.5g of sodium bicarbonate powder into a 250mL filter flask and secure the mask to be tested with a rubber band set at the mouth of the filter bottle.

ii. Place the assembled carbon dioxide detection device above the mask. Consider Chart 2.

iii. The system detects the concentration of carbon dioxide permeating the mouth of the filter bottle and automatically records the change of concentration. Consider Chart 3.

iv. Draw a line chart of carbon dioxide concentration change and analyze the experimental results. Consider Chart 4.

III. Experiment 2: Carbon dioxide concentration analysis is performed on experimenters wearing different masks using instruments. Place the instrument near the cheek of the subject wearing a mask. Consider Chart 5 & Chart 6 & Chart 7.

IV. Questionnaire : Make a google form to ask students about their status and feelings in school. For example, ask if you feel clouded or short of breath from wearing a mask.

V. Conclusion

i. This study successfully used the arduino board assembly detection instrument to measure the change of carbon dioxide concentration in the mask.

ii. Of the three masks used in this study, the 3D Butterfly Mask has the worst permeation effect on carbon dioxide. It is similar to the data of the 3D Fish Mouth Mask, but there is still a slight gap.

iii. This study found that different types of masks can indeed affect the carbon dioxide content in the mask. Moreover, the concentration of carbon dioxide in the mask can reach more than ten times the concentration of carbon dioxide in the air, and long-term use may cause adverse health effects.

iv. Through the questionnaire survey, we can find that most people who wear masks to class feel that masks will lead to increased drowsiness.

v. Through the questionnaire survey, most of the students were affected and changed in class because of wearing masks.

【今後の展望/Future potential and its plan】

I. Discuss the influence of wearing masks on the behavior of senior high school students.

II. Add more types of different masks for comparison.

III. Distinguish gender and observe whether there is any difference.

IV. Discuss the influence of carbon dioxide and the memory of high school students.

【参考文献/References】

[1] 陳秋炳 (2020) 。化學 (全) 。翰林出版社。

[2] Adafruit SGP30 TVOC/eCO2 Gas Sensor ( October 4,2022 ) .Adafruit Learning System.<https://reurl.cc/Ydd5Qa>

[3] 人民網-科普中國(2022 年 07 月 15 日) 。戴口罩會把人憋出毛病? 專家: 哪有那麼容易。 <http://kpzq.people.com.cn/BIG5/n1/2022/0715/c404214-32476365.html>

2

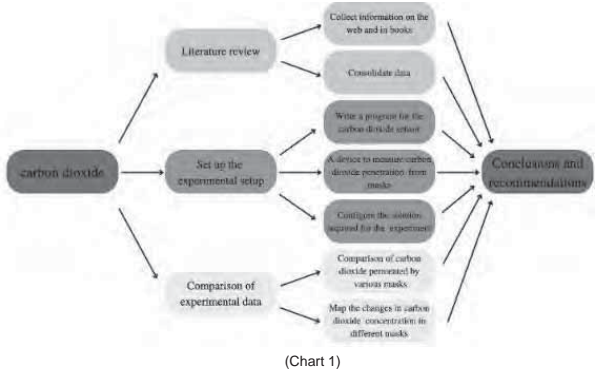
Appendix I:Literature Study

The harm of carbon dioxide to the human body

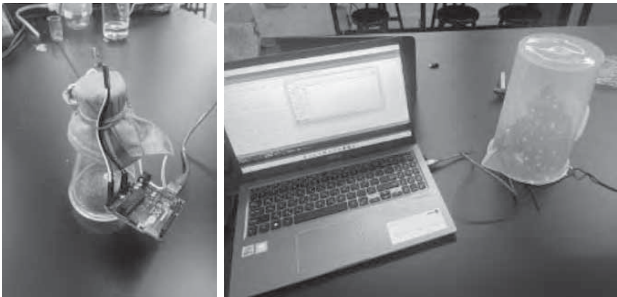
Generally speaking, the concentration of carbon dioxide in the air is between 350-400ppm, and it is still an acceptable range up to 450ppm. It may cause headaches, drowsiness and stuffiness when it reaches 700ppm or more. Partially cause a decline in thinking ability, and when it reaches above 5000ppm, it will cause loss of consciousness and confusion.

Appendix II:Research Methodology

i. Flow diagram:



ii. Photo of the experimental setup: Connect the device to a computer to observe the relevant data.

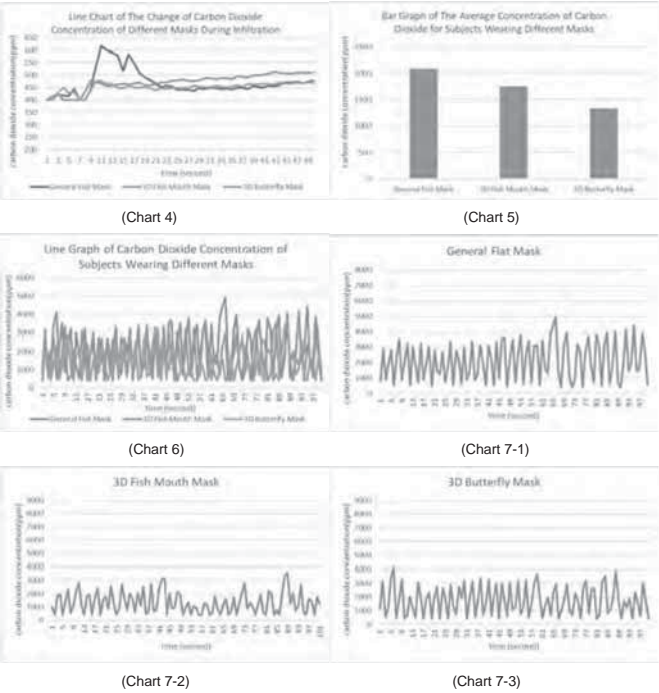


(Chart 2)

(Chart 3)

3

Appendix III:Experimental Date



(Chart 4)

(Chart 5)

(Chart 6)

(Chart 7-1)

(Chart 7-2)

(Chart 7-3)

4

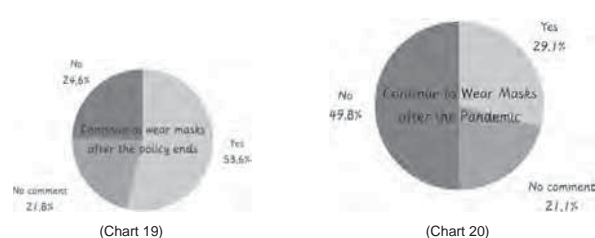


## 22. Taipei Municipal Yongchun Senior High School



5

## 22. Taipei Municipal Yongchun Senior High School



6

## 23. Taipei Municipal Nei-hu Vocational Hight School

**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

**分野/Field** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☒ その他/Others specifying :

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい

【代表者名/Representative's Name】WANG WEI DE

【メンバー/Member】WANG,WEI-DE

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】CHEN,ZHAO-AN

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】Improving the brain memory capacity of old people through a card game

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

As we all know people worldwide all have a problem, that's when we reach a specific age our brain memory capacity will start drooping till we are incapacitated.

So I was wondering if I can make a card game to particularly to training the memory power or even to test the memory power of your own to find out the risk of dementia.

【目的/Goal】

1. Discussion of the happening of Senile dementia and brain Functional Status Assessment (JOMAC).
2. Design a flop game dedicated to Senile dementia.
3. analyze the wrong move in the flop game and what it corresponds to the JOMAC indicator
4. build a flop game-based assessment model for dementia in the elderly

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

1. using a flop game on the dementia test and prevent
2. Using the JOMAC test to make the flop game measure particular for dementia
3. Based on the flop game's rules design some special game levels to test out the unusual behavior that the player makes meanwhile those mistakes will be recorded and analyzed in the judgment criteria of J (Judgement) O (Orientation) M (Memory) A (Attention & Abstract thinking) C (Calculation) and see what the problem is

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

This study hopes to use the flop game to allow players to evaluate the state of brain function in a fun and challenging process. Analyze the player's recorded behavior during the game, and evaluate it with the five indicators of the Brain Functional State Assessment (JOMAC) scale, evaluate the data to understand whether the player has early senile dementia, and take corresponding measures through an early warning to have an early treatment

1. Brain Functional Status Assessment (JOMAC): As the most basic neuropsychiatric JOMAC assessment, the items are
  - A. J(Judgment): Basic common sense such as: (What should I do when I encounter a red light when crossing the road? What should I do when I get home and smell gas?)

## 23. Taipei Municipal Nei-hu Vocational Hight School

B. O(Orientation): Cognition of people, events, land, and objects: (Where are we? Who brought you here?)

C. M(Memory): It can be divided into short-term, medium-term, and long-term memory: (short-term-such as a flop game, medium-term-such as what do you eat for breakfast, long-term-such as family birthdays)

D. A(Attention & Abstract thinking): Concentration and interpretation of abstract things: (for example, can you concentrate on listening to questions or explaining the meaning of idioms?)

E. C(Calculation 計算力): Calculation ability: (such as addition, subtraction, multiplication, and division; 100-7=93, 93-7=86, 86-7=79, 79-7=72)

2. 2. Flop game: There are a total of 8x8 cards with 64 cards and 32 suits. At the beginning of the game, all the cards will be folded and the order will be disordered. The player will turn over the cards randomly. The suit must be covered back; if the two cards are of the same suit, they will not be covered back if they are turned over. The game is complete when all the tiles are turned over. Based on the evaluation principles of JOMAC, the following rules are additionally designed to test the extended levels of the five major indicators of JOMAC, as described below :

(1) Orientation and concentration focus: The game has a total of 36 cards in 6x6, which are divided into indicator cards and target cards. There will be target positions on the indicator cards. Players must follow the instructions to open the target cards. Examples are as follows :

Figure 1. 使用指示牌及目標牌進行定向力與專注力特化的測試實例

(2) Judgment focus: There are a total of 8x8 64 cards and 32 pairs of matching cards (such as



keys and locks) in the game. Examples are as follows:

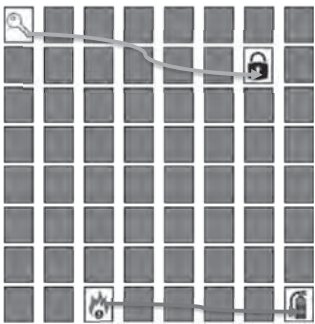



Figure 2. 使用可相配牌進行判斷力特化的測試

(3) Mid-term memory focus: The game has a total of 4x4 cards with 16 cards and 8 suits. After the player completes the game, he will ask an additional question about suits (for example, which of the following suits has not appeared before; the first revealed suit is which). When all the card colors are turned over and the question is answered correctly, the game is completed, for example as follows :



Which of the following did not appear


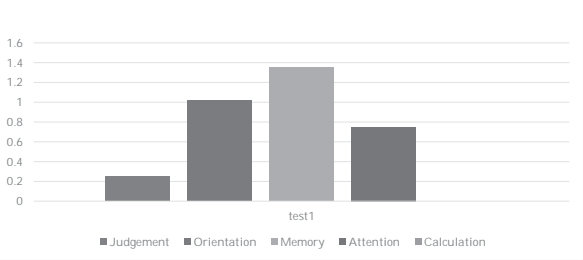


Figure 3. 使用翻牌遊戲的傳統玩法牌進行中期記憶特化的測試

(4) (4) Calculation power focus: There are a total of 4x4 16 cards and 8 types of numbers in total in the game, and a target number is generated at the beginning. If the card adds up to the target number, it will not be folded back;



test1

■ Judgement ■ Orientation ■ Memory ■ Attention ■ Calculation

【今後の展望／Future potential and its plan】

1. 1. Relatively estimate the memory ability of the subjects

After completing the questions, the subjects will get a relatively objective memory diagnosis, and understand what type of questions they have difficulty with, such as: (The score of the image memory part is significantly reduced)

2. Practice after knowing your problems

After analyzing the problem, adjust the question bank to focus on practice gaps and achieve improvement'

3. Early perception of special brain diseases

Some special diseases of the brain are closely related to memory, and the symptoms of diseases can be detected in advance through tests

4. Promote communication between the elderly and the young

The gap between the elderly group and the young group has always been unchangeable, so if a common bridge is used as a catalyst, I believe the situation will change

5. Alleviation of dementia

Even though dementia is mostly irreversible, delusions in dementia patients can be alleviated by games and images with related memories

【参考文献／References 】

[1] Constantinidis, C., Klingberg, T. The neuroscience of working memory capacity and training. Nat Rev Neurosci 17, 438–449 (2016)

[2] <https://memtrax.com/cognitive-test>

[3] <https://www.cochranellibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001394/abstract>

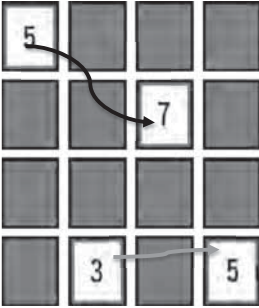
[4] <https://www.verywellhealth.com/using-validation-therapy-for-people-with-dementia-98683>

[5] CLIQUE 2020: Proceedings of the 4th International Conference on Learning Innovation and Quality Education September 2020 Article No.: 126 Pages 1–5 <https://doi.org/10.1145/3452144.3452269>

[6] <https://health.tvbs.com.tw/review/335065>

[7] <https://b303094004.pixnet.net/blog/post/344385106>

[8] <https://hellyoyishi.com.tw/neurological-problems/dementia-and-alzheimers-disease/dementia-treatment/>



Target number is 10

Figure 2. 遊戲者針對數字計算配對進行計算力特化的測試

3. Behavior Analysis of Players: Based on the above-specialized game rules plus abnormal behaviors, we classify them into the following behavior patterns

(1) Behavior 1: Flip the cards in the wrong order more than 5 times in the specific topic of orientation

(2) Behavior 2: Make more than 5 mistakes in the specialization of judgment

(3) Behavior 3: Make more than 5 mistakes in the final answer part of the specialized questions in the mid-term memory

(4) Behavior 4: Make more than 5 mistakes in the final part of the calculation-specific questions

(5) Behavior 5: Repeatedly click on the wrong answer more than 10 times

4. JOMAC table for flop games: According to different player behaviors, analyze their ratio in JOMAC indicators, and construct a weight table as follows :

Table 1. The weight of Jomac in the card game

異常行為	Judgment	Orientation	Memory	Attention	Calculation
Behavior 1	0.25	0.90	0.40	0.5	0.00
Behavior 2	0.90	0.12	0.45	0.25	0.00
Behavior 3	0.00	0.12	0.95	0.25	0.00
Behavior 4	0.00	0.12	0.91	0.40	1.00
Behavior 5	0.5	0.15	0.90	0.25	0.00

5. 5. Collect and analyze flop game data:

6. During the game, the player has abnormal behaviors of Behavior 1 and Behavior 3, so the weights can be obtained as [0.25, 1.02, 1.35, 0.75, 0.00], which shows that the player has a relatively prominent memory and Orientation, representing These two indicators are relatively problematic.

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☐ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics & Information ☒ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School

【代表者名／Representative's Name】 CHEN YUAN-HAN

【メンバー／Member】 CHEN DE-AN , HUANG HONG-YU

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 CHEN YUNG-HUA

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 Research on application of cloud intelligent planting robot in pest control

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Pest control is an important step in agriculture. From ancient to modern times, labor and pesticide have been used to prevent pest and treat pests-attacked crops. However, there is still room for improvement to achieve efficiency in pest control as well as reducing the manpower spent on our environment.

This study utilizes the 3D positioning and capturing images. A fully automated and semi-automated scheduling can be used to operate our machine to monitor the growth status of crops. In addition, intuitive monitoring on the APP as well as clicking on the type of crops we want to plant can also be achieved. With scheduled planting position, the growing process of crops is surveillant and can send data to the cloud.

The machine is able to predict the location of pests and diseases through cloud-based artificial intelligence analysis and can notify the farmer early and carry out the removal of the symptoms.

Fig.1 System Architecture Diagram

Fig.2 System Wiring Diagram

【目的／Goal】

1. A planting machine is constructed with stepper motors and sliding rails, which can be controlled by the cloud on the three-axis positioning.

2. Cloud artificial intelligence to take close-ups of plant leaves and to analyze plant diseases and insect pests.

3. Determining whether irrigation is necessary after detecting the humidity

4. Use the APP to view images captured and monitor the planting area.

5. Using heat induction to keep records of plant status in each period.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

Use the APP to connect to the cloud for institutional control and image monitoring with the use of a camera on the multi-function gripper for image recognition.

After making a close-up judgment on the leaves of the plant, imaging learning can be used to identify plant diseases (Fusarium oxysporum, Gray mold) and pests (Pseudococcus, aphid ). Use infrared thermal imager to mark and locate pests and diseases in order for users to understand the problems of plant diseases and pests and learn to solve them.



【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】
1. Mechanism Design and Implementation of Planting Robot.
(1) mechanism design
a. Three-axis mechanism design
b. Aluminum extrusion gantry
(2) Device Control
a. Humidity Sensing
b. camera
c. water pump
(3) Cloud System
a. Synchronous step motor location information to the cloud.
b. Users give control commands through mobile devices.
c. Repositioning, watering, reading sensors and taking photos to diagnose plant health.
2. Humidity Sensing and Irrigation
(1)Sensing humidity and uploading to the cloud.
a. After sensing the humidity, the data is uploaded to the cloud to determine whether irrigation is needed.
Then, data is uploaded to Thingspeak and convert it to graphs.
Fig.3 Humidity sensing and irrigation data sent to Thingspeak.
3. Video surveillance and plant positioning.
4. Identification of pests and diseases on plant leaves.
(1) Pests sample collection.
(2) Using CNN to Construct Artificial Intelligence Visual Classification Module.
5. Discussion on the feasibility of detecting pests and diseases by thermal induction.
【今後の展望／Future potentials and its plan】
Use the camera on the multi-functional gripper to take close-ups of the plant leaves and send them to the cloud database to identify plant diseases and pests. Next, use infrared to record the heat energy and temperature changes of the plants.
Using robots to plant crops with a long growth period with high economic efficiency combining with economic industries to increase the application value.
【参考文献／References】
1. RaspBerry pi to Google sheet <a href="https://reurl.cc/QWqpYq">https://reurl.cc/QWqpYq</a>
2. How to use Thingspeak <a href="https://reurl.cc/nZG7Dv">https://reurl.cc/nZG7Dv</a>
3. How to use Arduino CNC motor board <a href="https://reurl.cc/LX79ox">https://reurl.cc/LX79ox</a>
4. Arduino Digital digital input and output <a href="https://reurl.cc/qNORXy">https://reurl.cc/qNORXy</a>

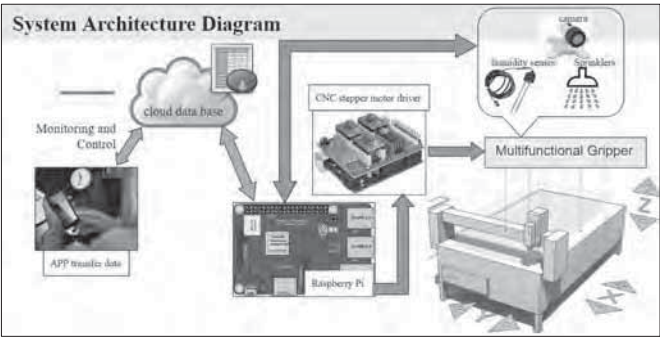


Fig.1 System Architecture Diagram

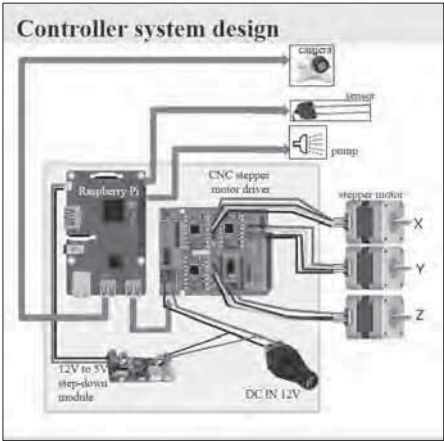


Fig.2 System Wiring Diagram

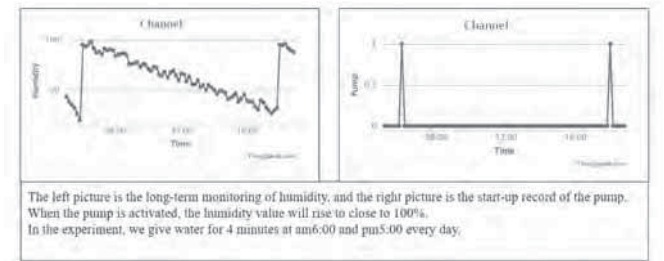


Fig.3 Humidity sensing and irrigation data sent to Thingspeak

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics & Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying : Neuroscience	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】東京学芸大学附属国際中等教育学校	
【代表者名／Representative's Name】齋藤美月	
【メンバー／Member】	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】伊藤穂波 先生	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 Brain synchronization as a marker of learning during cognitive development and social interaction	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 As a high school student, and gradually developed an interest for neuroscience, I became curious about what it meant to learn. Learning takes place in various contexts, and the school classroom is definitely not the only place we acquire new knowledge. So, I decided to utilize the EEG headset which is a portable device with 5 sensors that will measure 5 electrodes along the scalp. As mentioned above, learning encompasses both cognitive and social aspects, so having this unique approach and understanding the neurological meaning of learning in both contexts was essential.	
【目的／Goal】 The objective of this research is to establish a better understanding of the brain pattern when learning in a cognitive situation, and a social situation. When in a cognitive situation, the goal is to understand (1) the differences between learning languages simultaneously and sequentially (2) how the evolution of human works and how knowledge and information are acquired. This study will also aim to elucidate the phenomenon of brain synchronization whilst social interactions. The 2 have similarities of brain synchronization so the goal is to differentiate the two, contrasting how the two different environments have disparate effects on the brain.	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 The novelty of this study is the neuroscientific take on learning. For this study, learning is the brain adjusting to cognition/ social situations, and for the brainwaves to synchronize. In the past, learning has never been quantified. Typically, students' learning abilities and skills in a cognitive scenario is measured with tests. For example, people take reading comprehension tests and the results become a marker of their understanding of the reading and the language. In a social scenario, learning is predominantly measured by behavioral observation. For example, their ability can be observed through their ability to make friends in a social setting, or how they get along with other people. With the advent of portable EEG headsets, it is now possible to quantify learning in a cognitive and a social scenario, based on brain wave pattern differentiation and reading the synchronization of brainwaves. The results of the first experiment (on cognitive development and language learning) show that alpha-beta-	



theta brainwaves synchronized (when reading the passages) among volunteers who simultaneously learn Japanese and English, meaning there was mastery. On the other hand, beta activity dominated among volunteers who sequentially learned both languages. For the results of the second experiment (on social behavior), it was established that social interactions are a learning process since there was brainwave synchronization after volunteers interacted with people they met for the first time. From these results, it can be said that the brainwaves sync when there is a form of "learning". However, for the first experiment, brainwaves synchronized when there was "mastery", whereas, for the second experiment brainwaves synchronized when they were exposed to new environments and learning to form communication circuits in the brain.
This study is an original study written only for Tsukuba Science Edge. The study on brain synchronization during cognitive development was presented at other conferences but combining two different approaching and contrasting the two has never been published elsewhere. Moreover, this was a "low-impact TESOL related human subject research", and a non-invasive experiment. Therefore, there is no need for an IRB or need for screening. The only personal information accumulated was their biological sex and age.
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 This study covers "learning" from two different approaches: language learning and social communications. My next goal is to continue further research in this field of defining learning in a neurological sense and taking other approaches such as brainwave patterns when learning different subjects other than language or learning different forms of arts.
【今後の展望／Future potential and its plan】 The results of this study have been established, so I will focus on the applicability of these results in the future. With this research of measuring brainwave synchronization in two different settings, we can now have a scientific approach to better understand the level of mastery a person has in a language, and identify the neural underpinnings of real social exchanges. This could potentially improve education methods or alleviate the treatment of many psychiatric disorders that involve social impairments. And instead of solely focusing on language tests, we can now look at brainwave synchronization to quantify the comfortability of a person's skill. In other words, any activity that requires learning in a cognitive or social way can be quantified and applied to improve academic settings.
【参考文献／References】 Anne Trafton. (2014/6/12). Synchronized brain waves enable rapid learning. (MIT News Office). <a href="https://news.mit.edu/2014/synchronized-brain-waves-enable-rapid-learning-0612">https://news.mit.edu/2014/synchronized-brain-waves-enable-rapid-learning-0612</a> (閲覧日：2022年1月6日) (2017). <i>An Introduction to Child Development</i> . SAGE Publications. Heyes, C. (2012). New thinking: the evolution of human cognition. All Souls College and Department of Experimental Psychology. 2091-2095.

5. 10 μL of digestive enzyme (100%) was diluted with 20μL of 4x Sample Buffer Solution (250mM Tris-HCl (pH6.8) ,8% SDS, 40% Glycerol, 0.02% Bromophenol Blue, 8% 2-mercaptoethanol), making seven concentrations by 3-fold serial dilution and subjecting it to SDS polyacrylamide electrophoresis, stained with Coomassie brilliant blue (CBB).
6. 20 μL of each concentration were exposed to 4 trials of dead skin cell samples (on a plastic tape [2cmx 2cm]) in Petri dishes.
7. The Petri dishes were heated at 37°C, and the tape was checked under the microscope at 10, 30, and 60 minutes.
【研究結果/Conclusion】 It was suggested that the collected enzyme is a type of dionain from SDS polyacrylamide electrophoresis. (Diagram 1) This is because the dye for electrophoresis, CBB, only weighs proteins with atomic masses over 6.02 X10 <sup>12</sup> kDa (10 ng). This value is significantly larger than the atomic mass of dionains, which is around 45 kDa (7.472 X 10 <sup>-11</sup> ng) <sup>[5]</sup> , explaining why bands were not observed in electrophoresis. Because bands were not observed for any of the concentrations of digestive enzymes in SDS polyacrylamide electrophoresis, the existence of dionain in the extracted enzymes is inferred. Moreover, it is evident that the lost area of dead skin cells increases as the concentrations of digestive enzymes increase. (Graph 1) In addition, the lost area of cells expands with increasing duration. This indicates that digestive enzymes break down the skin cells more effectively, given a longer duration. (Diagram 2) Notably, the standard deviation of the lost area of cells enlarged with increased duration of exposure and concentrations of digestive enzymes. (Diagram 2) This increase in the standard deviation implies that the amount of cell area lost at durations of 10 min, 30min, 60min is more distributed in higher enzyme concentrations, indicating that higher concentrations have the most effects. From this information, it is interpreted that the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> are breaking down peptide bonds between the proteins of dead skin cells. This is further supported by the pictures in Diagram 3, where the area of cells decreases with time. This effect is most notably seen in samples 100% (trial 4), 75% (trial 2), 50% (trial 2), and 25% (trial 1). Given these changes to the area of cells with the use of digestive enzymes in (Graph 1), (Diagram 2), and (Diagram 3), it should be noted that the area of cells in the trials of control (0% digestive enzyme) did not face any substantial changes in any of these data. Hence, this indicates that the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> are what's causing the area of skin cells on tapes to decrease. These points support my hypothesis and further strengthen my claim that the digestive enzymes are breaking the peptide bonds between dead skin cells. By breaking off the peptide bonds, the structure of skin cells becomes unstable, making them shed off the transparent tape. This is what makes the cell area on tapes to decrease. <u>From these interpretations, it can be said that the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> have exfoliative effects on dead human skin collected from the corneocyte.</u> Hence, it has potential benefits to the skin, such as removing dead skin cells to induce cell turnover and make the skin appear healthier.
【今後の展望／Future potential and its plan】 Although a consensus was made that the enzymes obtained in this research are a type of dionain, the experiment's results did not explicitly support this claim, as it was only inferred. Hence, the prospect of a future experiment is to determine the effect of dionain on human skin, by specifically extracting dionain. Moreover, although the exfoliative effects were observed using dead human skin cells, by subjecting the enzyme to live mammalian skin, further effects of the enzyme on the skin would be observed, such as cell turnover. Moreover, the dye CBB in SDS polyacrylamide electrophoresis only allowed measurements of molecules with atomic masses over 6.02 X10 <sup>12</sup> kDa (10 ng). Hence, in future projects, the technique of silver staining can be used to precisely measure the presence of dionain, given that it can weigh atomic masses over 1.51 X10 <sup>11</sup> (0.25 ng). Another method to determine the existence of dionain is to conduct an enzyme assay. Although dionain has an acidic pH optimum, an assay in neutral pH will allow natural proteases in humans, such as serine proteases, to be observed simultaneously <sup>[6]</sup> . Hence, the assays of dionain in different pH conditions are encouraged for future experiments. Because the digestive enzymes included in <i>Dionaea muscipula</i> indicate the presence of exfoliative properties, they can be used to treat skin issues in the medical field and in the beauty industry. This is because exfoliative properties can be utilized to prevent acne, hyperpigmentation, roughness, etc <sup>[2]</sup> . Not only do these qualities help to achieve Goal 3 of the SDGs, the digestive enzymes in <i>Dionaea muscipula</i> also offer financial potential due to the immensity of the medical and beauty industry.
【参考文献／References】 [1] Moloo, A. (2018, June 8). Recognizing neglected skin diseases: WHO publishes pictorial training guide. Www.who.int. <a href="https://www.who.int/news/item/08-06-2018-recognizing-neglected-skin-diseases-who-publishes-pictorial-training-guide">https://www.who.int/news/item/08-06-2018-recognizing-neglected-skin-diseases-who-publishes-pictorial-training-guide</a> [2] Arlington Dermatology. (2020, October 26). Do You Know Why It's Important to Exfoliate? Arlington Dermatology. <a href="https://www.arlingtondermatology.net/2020/10/26/do-you-know-why-its-important-to-exfoliate/">https://www.arlingtondermatology.net/2020/10/26/do-you-know-why-its-important-to-exfoliate/</a> [3] Schulze, W. X., Sanggaard, K. W., Kreuzer, I., Knudsen, A. D., Bemm, F., Thøgersen, I. B., Bräutigam, A., Thomsen, L. R., Schlesky, S., Dyrland, T. F., Escalante-Perez, M., Becker, D., Schultz, J., Karring, H., Weber, A., Højrup, P., Hedrich, R., & Enghild, J. J. (2012). The Protein Composition of the Digestive Fluid from the Venus Flytrap Sheds Light on Prey Digestion Mechanisms. <i>Molecular &amp; Cellular Proteomics</i> , 11(11), 1306–1319. <a href="https://doi.org/10.1074/mcp.m112.021006">https://doi.org/10.1074/mcp.m112.021006</a> [4] EMBL-EBI. (2019). <i>MEROPS - the Peptidase Database</i> . Www.ebi.ac.uk. <a href="https://www.ebi.ac.uk/merops/cgi-bin/famsum?family=C1">https://www.ebi.ac.uk/merops/cgi-bin/famsum?family=C1</a> [5] Risør, M. W., Thomsen, L. R., Sanggaard, K. W., Nielsen, T. A., Thøgersen, I. B., Lukassen, M. V., Rossen, L., Garcia-Ferrer, I., Guevara, T., Scavenius, C., Meinjohanns, E., Gomis-Rüth, F. X., & Enghild, J. J. (2016). Enzymatic and Structural Characterization of the Major Endopeptidase in the Venus Flytrap Digestion Fluid. <i>Journal of Biological Chemistry</i> , 291(5), 2271–2287. <a href="https://doi.org/10.1074/jbc.m115.672550">https://doi.org/10.1074/jbc.m115.672550</a> [6] Eldredge, K., Koh, J., Kongkatsong, S., Burch, K., Harel, M., Sussman, J. L., Miller, E., Bray, S., Canner, D., & Prilusky, J. (2018). <i>Papain - Proteopedia, life in 3D</i> . Proteopedia.org. <a href="https://proteopedia.org/wiki/index.php/Papain">https://proteopedia.org/wiki/index.php/Papain</a>

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☆をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】東京都立国際高等学校 Tokyo Metropolitan Kokusai High School
【代表者名／Representative's Name】大橋 勇毅 Yuki Ohashi
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】松井 毅 Takeshi Matsui (Tokyo University of Technology)
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】The effect of digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> on human skin
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 Having a passion for skincare, I am fascinated by how chemicals like glycolic acids, although harmful in high amounts, can offer substantial benefits to the skin. Thus, when I came across the peculiarity of the carnivorous <i>Dionaea muscipula</i> , also known as Venus Flytraps, it made me question if the plant's digestive enzymes, conventionally used to melt insects, can exfoliate the corneocytes of human skin and offer positive effects. This research relates to Goal 3 of the SDGs, "Good health and well-being," where solutions to skin problems are needed. This is because 900 million people struggle with their skin worldwide <sup>[1]</sup> . While not all these problems can be solved by exfoliating the skin, it is an effective way to fix struggles regarding acne, hyperpigmentation, and roughness of the skin <sup>[2]</sup> .
【目的／Goal】 Aim: To determine the effects of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> on dead human skin cells and deduce if there are any potential benefits to the skin. Research question: What effect do the concentrations of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> , 100%, 75%, 50%, and 25% have on dead human skin cells?
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 <i>Dionaea muscipula</i> is a mixotrophic plant that consumes small insects by trapping them between the two hinged lobes at the end of each leaf, secreting digestive enzymes to break down insects <sup>[3]</sup> . Notably, the major component of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> contains the endopeptidase C1 protein <sup>[4]</sup> , cysteine protease <sup>[5]</sup> . Specifically, <i>Dionaea muscipula</i> secrete four different types of cysteine proteases, dionain-1 to -4, with dionain-1 having an atomic mass of around 45 kDa (7.472 X 10 <sup>-11</sup> ng) <sup>[5]</sup> . Although there is no data regarding the atomic mass of dionain-2 to -4, it is assumed to be around 45 kDa (7.472 X 10 <sup>-11</sup> ng) in this research due to their structural similarities. (dionain-2 being 85%, dionain-3 being 58%, and dionain-4 being 48% identical to dionain-1) <sup>[5]</sup> Like cysteine protease, papain is also an enzyme classified as a C1 protein and an endopeptidase <sup>[6]</sup> . It has been found to remove dead skin cells from the corneocyte by breaking peptide bonds and inducing cell turnover to improve skin conditions <sup>[6]</sup> . Thus, given the ability of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> to break down insects and its content of cysteine protease as an endopeptidase C1 protein, it is hypothesized to have similar exfoliative effects on human skin skin to papain. Despite the possibility of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> having favorable impacts on the skin, its usage as an exfoliant has not been researched. Thus, my exploration into the effect of the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> on human skin cells offers creativity and is necessary.
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect】 Extracting a single enzyme from the digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> would clarify the effects of a specific enzyme on human skin cells. However, the extraction of a single enzyme amongst many is not feasible with the available equipment. Despite this limitation, the extraction of digestive enzymes is feasible. This is achieved through filtration and the further concentration of enzymes through refrigerated centrifugation using amicon ultra centrifugal filters. (Millipore) These digestive enzymes will then be run through SDS polyacrylamide electrophoresis to determine the enzyme contents extracted. Moreover, the use of real human skin in this experiment is not feasible at the level of my exploration. However, dead human skin cells will be used as a substitute for live human skin cells. These dead skin cells will be obtained by putting a piece of transparent tape on the corneocyte of the skin and peeling it off. Different concentrations of enzymes will be subjected to each piece of tape to observe the effect of digestive enzymes on skin cells. Then the change in skin cell area will be quantified through the software of ImageJ. It is hypothesized that tapes with higher concentrations of digestive enzymes of <i>Dionaea muscipula</i> will have lower areas of dead skin cells, given its ability to break down insects and its similarity to papain.
【実験方法／Methodology】 1. <i>Dionaea muscipula</i> leaves (5.5g) were cut into small pieces and ground with 55ml of 20mM Tris-HCl (pH 7.5) containing 150mM NaOH. 2. This was filtered using a funnel. (pore size; 0.45μm). 3. The filtrate is centrifuged at 4000xg under 4°C for an hour in amicon ultra centrifugal filters. 4. Enzyme concentrations of 100%, 75%, 50%, and 25% (80 μL each) were made with appropriate amounts of 20mM Tris-HCl (pH 7.5) containing 150mM NaOH.

Appendix:

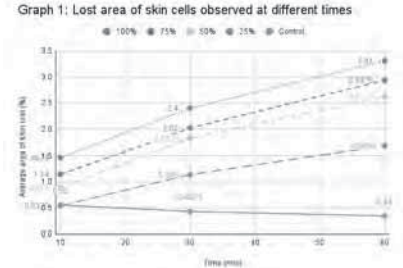


Diagram 1: SDS polyacrylamide electrophoresis (stained with CBB) of digestive enzymes of *Dionaea muscipula* by making 7 concentrations through 3-fold serial dilution with 20μL of 4x Sample Buffer Solution (250mM Tris-HCl (pH6.8) ,8% SDS, 40% Glycerol, 0.02% Bromophenol Blue, 8% 2-mercaptoethanol)

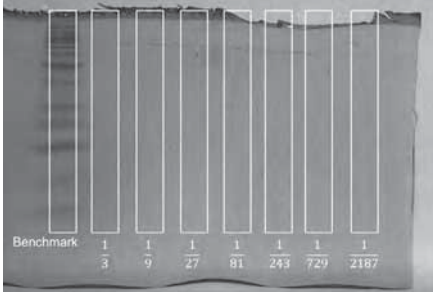
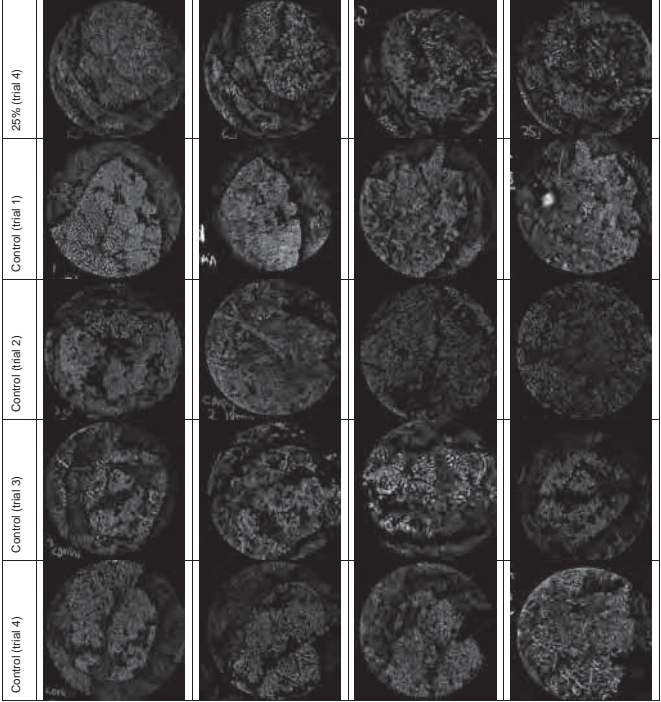
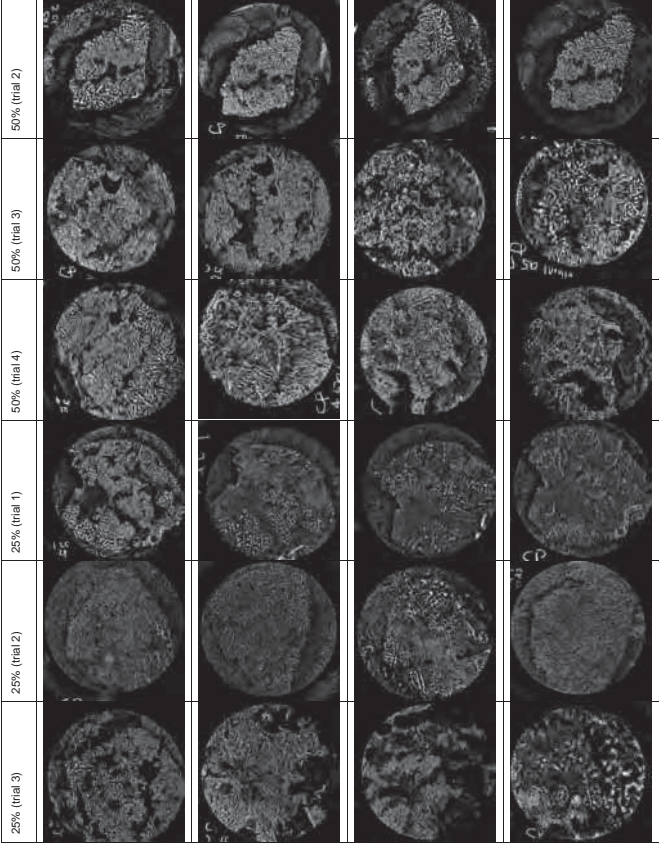
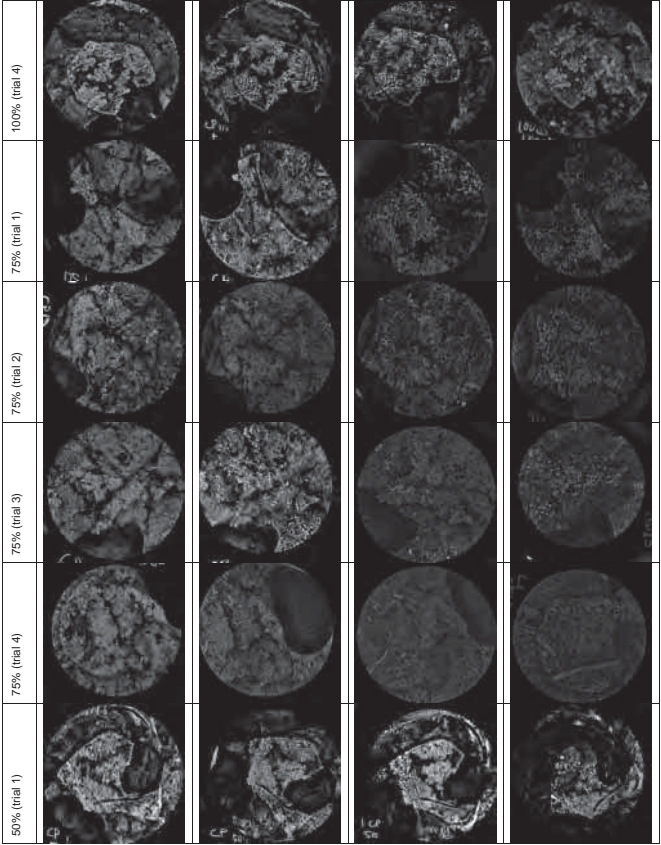
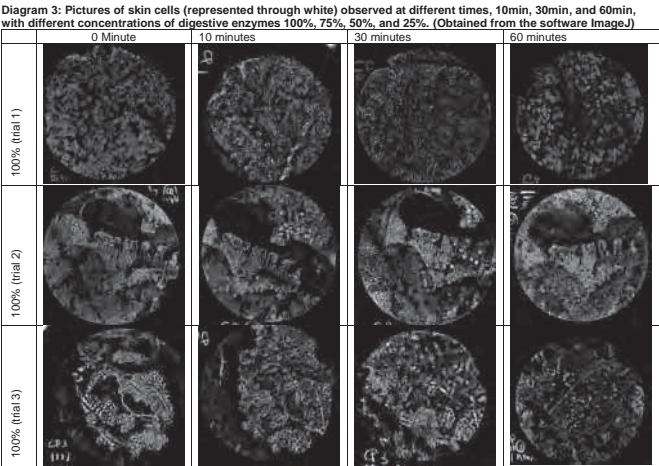


Diagram 2: Lost area of skin cells (%) observed at different times, 10min, 30min and 60min with different concentrations of digestive enzymes 100%, 75%, 50%, and 25% and its standard deviations.

Concentration of digestive enzymes	Lost area of skin cells (%) observed at different times (min)			Standard deviation
	10 minutes	30 minutes	60 minutes	
100% (Trial 1)	1.27	2.52	3.35	1.047043457
100% (Trial 2)	1.36	2.37	3.52	1.080755908
100% (Trial 3)	1.58	1.99	2.96	0.7086842268
100% (Trial 4)	1.64	2.72	3.41	0.8921322772
100% (average)	1.4625	2.4	3.31	0.9237841108
75% (Trial 1)	1.14	1.94	2.92	0.8915155635
75% (Trial 2)	1.03	2.02	3.21	1.091527981



75% (Trial 3)	1.15	1.99	2.89	0.8701723967
75% (Trial 4)	1.24	2.13	2.73	0.7496888243
75% (average)	1.14	2.02	2.9375	0.8988151924
50% (Trial 1)	0.96	1.85	2.54	0.7921068951
50% (Trial 2)	0.77	1.73	2.67	0.9500175437
50% (Trial 3)	0.91	1.89	2.32	0.722657134
50% (Trial 4)	0.89	1.86	2.92	1.015332458
50% (average)	0.8825	1.8325	2.6125	0.8663909818
25% (Trial 1)	0.41	1.02	1.54	0.5655970297
25% (Trial 2)	0.35	0.95	1.65	0.6506407099
25% (Trial 3)	0.63	1.23	1.76	0.5653612414
25% (Trial 4)	0.76	1.34	1.82	0.5307855813
25% (average)	0.5375	1.135	1.6925	0.5776154286
Control (Trial 1)	0.66	0.2	0.56	0.2419366308
Control (Trial 2)	0.55	0.33	0.41	0.1113552873
Control (Trial 3)	0.85	0.14	0.25	0.3821430797
Control (Trial 4)	0.14	1.04	0.14	0.5196152423
Control (average)	0.55	0.4275	0.34	0.105484991





ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 ※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい	
【代表者名/Representative's Name】 Honoka Abe	
【メンバー/Member】 Nanaka Fujimoto	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Kao Akiyama	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 The expression of <i>nsCCN</i> in Erythrocytes during the process of newt limb regeneration	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 The newt belongs to the family Salamandridae in urodele amphibians. This animal is the only known tetrapod (four-limbed vertebrate) that can regenerate their various body parts through reprogramming/differentiation of terminally differentiated cells as an adult in the terrestrial life-stage. [1, 2, 3, 4, 5, 6]. It is a long-sought issue whether such exceptional ability of the newt can be explained by genes conserved in vertebrates including humans, or by unique genes that the newt may have evolved[7,8]. Previous studies have shown a growth factor called nsCCN was significantly upregulated by time and likely thought to be involved in the regeneration process. The expression of <i>nsCCN</i> was confirmed in the regeneration process of the heart after 6 hours post amputation[9]. And it significantly increased compared to other factors. In addition, Previous research conducted in our school has shown that <i>nsCCN</i> was confirmed in the regenerating tissue of the limb after 6 hours from amputation. Furthermore, newt blood contains erythrocytes (red blood cells) at various stages of maturation. And 25% of the erythrocytes share a common gene called Newt1c1. Erythrocytes carrying that common gene normally circulate in the blood as a mass[10]. However, when a cell is damaged, they accumulate at the regenerative sites. Moreover, the matured erythrocytes that were forming clumps secreted a variety of factors such as BMP and metalloprotease. These factors included those necessary for newt regeneration, such as dedifferentiation and leg regeneration[12]. Therefore, we hypothesized that <i>nsCCN</i> is a gene involved in regeneration and may be transported by blood to the regenerative sites. The purpose of this research is to elucidate the mechanism of this mysterious regenerative ability of newts by investigating <i>nsCCN</i> expression patterns during regeneration. This might provide useful clues for regenerative medicine[11].	
【目的/Goal】 In our present study, we examined how the expression level of <i>nsCCN</i> in erythrocytes changes by time in limb regeneration to clarify the relevance of <i>nsCCN</i> to Newt1c1 and the regenerative ability of newts.	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 Although the regenerative ability of newts has been studied for many years, the mechanism of this ability is not known. In addition, previous studies have shown that <i>nsCCN</i> , which is the focus of our study, is somehow involved in the regenerative ability of newts, there are still many unknowns. Studying <i>nsCCN</i> , which may be involved in regeneration, may be one step closer to elucidating the mechanism of the regenerative ability of newts. Furthermore, at this time, <i>nsCCN</i> expression in blood has only been confirmed in the heart. By examining the expression of <i>nsCCN</i> in the blood during regeneration in other parts of the body, we believe we can show that <i>nsCCN</i> is involved in regeneration not only of the heart and limbs, but also of the entire body.	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 To confirm the expression of <i>nsCCN</i> in blood, the following experiments were done. In this study we used red-bellied newts. After amputation of the right forelimb, blood was collected, mRNA was extracted, and cDNA was synthesized from mRNA using reverse transcriptase. The expression of <i>nsCCN</i> was confirmed by electrophoresis. Finally q PCR was done based on the results of electrophoresis.	

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 学芸大学附属国際中等教育学校	
【代表者名/Representative's Name】 Ayumi Namatame	
【メンバー/Member】 Sakurako Ichimori Haruka Tsuruyama	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Kenji Arai	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 Antibacterial action of tea catechins and their application to vegetables	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 This study is a continuation of the previous year's research. Last year, a survey of previous studies revealed that catechins have positive effects on health, including anti-allergy and inhibition of cancer metastasis (Yamamoto, 2002). However, there were relatively few studies showing the effects of tea catechins on E. coli (Table1, Graph1). Therefore, last year, we investigated the antimicrobial effect of tea catechins on E. coli. As a result, it was revealed that tea catechins have an inhibitory effect on the growth of E. coli. This year, based on the results of last year's study, we wondered if the functionality of catechins could be applied to real-life situations. During our thinking, we came up with the idea that catechins may have the effect of delaying food spoilage. We surveyed previous studies on the various uses of catechins and found that few studies had verified the antimicrobial effect of catechins on foods. Based on these studies, we wanted to create an antimicrobial sheet using catechin that could prevent food spoilage by utilizing the antimicrobial and deodorizing effects of catechin.	
【目的/Goal】 In this study, we will test the antimicrobial effect of catechins against food spoilage by conducting experiments on spoilage-prone vegetables. The objective is then to clarify the effect and create an antimicrobial sheet containing catechins to prevent food spoilage. Even now, there are many products that utilize the effects of catechins, such as catechin masks, but by attempting to create a product that utilizes the effects of catechins on food, which has not been done very often, we can expect to discover the relationship between catechins and the growth of microorganisms inherent in food. In addition, the social value of this research is that the effect of catechins on vegetable spoilage will increase the shelf life of food products and contribute to food loss reduction. This is also linked to the SDGs goal of "Responsibility to Create, Responsibility to Use.	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 This study has its originality to output a new perspective on food loss problems and is intended to be a step forward in combating these issues. Many well-known examples of existing food loss countermeasures have been proposed that require consumers' change in behavior such as, not buying an excessive amount of food	

1. <b>Amputation:</b> After anesthesia, the right front leg was amputated using a scalpel.	
2. <b>Blood collection:</b> 200μl of blood was collected from the ventral neck using a syringe at 3 hours, 18 hours, 1 day, 1 week, 2 weeks, 3 weeks, and 1 month before regeneration from foreleg amputation.	
3. <b>RNA extraction:</b> The blood samples were transferred to 1.5 ml tubes. Using the NucleoSpinBloodRNA kit, B-mercaptoethanol and 70% ethanol were added to extract the sample. After these steps, the RNA was confirmed to contain the appropriate concentration and moved on to the next step.	
4. <b>cDNA synthesis:</b> Since RNA is fragile, cDNA was synthesized by reverse transcription of RNA using SuperScript II Reverse Transcriptase (reverse transcriptase).	
5. <b>PCR:</b> Using the KOD-FX PCR amplification kit and custom primers for <i>nsCCN</i> , PCR was performed on the cDNA synthesized earlier, and the target gene was amplified by PCR.	
6. <b>Electrophoresis:</b> 1.5% agarose gel and GR Red Loading Buffer 6X were used to check for gene expression.	
7. <b>qPCR:</b> qPCR was performed using CAPITALTM qPCR Green Mix. Tubulin was analyzed as a reference gene using the AAct method to determine the relative expression levels of <i>nsCCN</i> at each <i>nsCCN</i> time expressed before regeneration.	
The expression of <i>nsCCN</i> was observed before regeneration, at 3 hours, 18 hours, 1 day, 1 week, 2 weeks, 3 weeks, and 1 month, the ideal base of <i>nsCCN</i> pair number and several bands of different sizes were observed. In addition, there was a tendency for two or more bands to appear in samples that were more than one week old. We considered that multiple bands were expressed due to selective splicing. The best expression was observed at 6 hours, and two peaks were seen: once less at 1 week and again more at 3 weeks. The peak at 6 hours and 2 weeks suggests that <i>nsCCN</i> may be a gene that becomes active during the wound-covering and tissue-sharing phases of regeneration[13].	
【今後の展望/Future potential and its plan】 To learn more about the relation between the bands that are expressed, the amount of <i>nsCCN</i> expressed, and newt regeneration, we would like to increase the number of samples and design new primers to investigate more deeply using real-time PCR to see which out-of-purpose size is produced over time.	
【参考文献/References】 [1] Alvarado, A. S. & Tsonis, P. A. Bridging the regeneration gap: genetic insights from diverse animal models. <i>Nat. Rev. Genet.</i> 7, 873–884 (2006). [2] Eguichi, G. <i>et al.</i> Regenerative capacity in newts is not altered by repeated regeneration and aging. <i>Nat. Commun.</i> 2, 384 (2011). [3] Simon, A. & Tanaka, E. M. Limb regeneration. <i>Wiley Interdiscip. Rev. Dev. Biol.</i> 2, 291–300 (2013). [4] Islam, M. R. <i>et al.</i> The newt reprograms mature RPE cells into a unique multipotent state for retinal regeneration. <i>Sci. Rep.</i> 4, 6043 (2014). [5] Tanaka, H. V. <i>et al.</i> A developmentally regulated switch from stem cells to dedifferentiation for limb muscle regeneration in newts. <i>Nat. Commun.</i> 7, 11069 (2016). [6] Casco-Robles, M. M. <i>et al.</i> Turning the fate of reprogramming cells from retinal disorder to regeneration by Pax6 in newts. <i>Sci. Rep.</i> 6, 33761 (2016). [7] Kumar, A. <i>et al.</i> Molecular basis for the nerve dependence of limb regeneration in an adult vertebrate. <i>Science</i> 318, 772–777 (2007). [8] Looso, M. <i>et al.</i> A <i>de novo</i> assembly of the newt transcriptome combined with proteomic validation identifies new protein families expressed during tissue regeneration. <i>Genome Biol.</i> 14, R16 (2013). [9] Thomas Braun <i>et al.</i> Spiked-in pulsed in vivo labeling identifies a new member of the CCN family in regenerating new hearts, Journal of Proteome Research, 11, 4693-704 (2012) [10] Roman M. Casco-Robles <i>et al.</i> , Novel erythrocyte clumps revealed by an orphan gene Newt1c1 in circulating blood and regenerating limbs of the adult newt, Scientific Reports, 8 7455 (2018) [11] イモリネットワーク NNN プロジェクトグループ イモリは再生因子を赤血球で運んでいる!?-血液の概念を変えた新発見-(2018) [12] 若松華蓮、橋田有未、未解明であるイモリの再生因子の探求、TAMA サイエンスフェスティバル in TOYAKU (2020) [13] The newt reprograms mature RPE cells into a unique multipotent state for retinal regeneration, Scientific Reports, 25116407 (2014)	

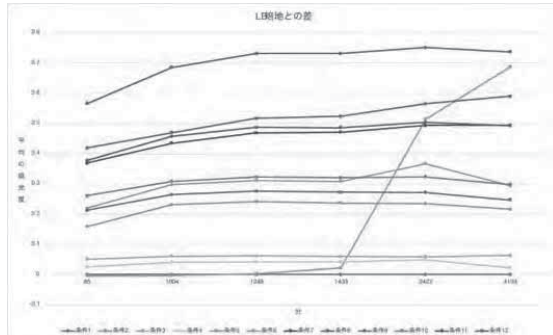
and storing the food when there are leftovers. However, by results from our study, we may have found a way for "both" consumers and providers of resources to combat food loss easily. If we succeeded in finding antimicrobial effects against food spoilage, which we aim to make a spray containing catechins, users can directly apply food spoilage prevention to make the substance last longer.	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 In the first experiment, catechins were added to cabbage and broccoli in three liquids: sterile water, green tea extract with catechins, and black tea extract with catechins, to see how the rotting process changed. The appearance of sticky substance from broccoli was slower when catechin was added, and analysis of photographs of cabbage using ImageJ showed slower discoloration when catechin extract was added, suggesting that catechin may be effective in preventing cabbage and broccoli from rotting (Graph2, Graph3). In another experiment, broccoli was placed in an aqueous solution of sterile water and a catechin reagent (hereafter referred to as "catechin extract"), and the bacteria that grew in the solution were cultured. Initially, the green and black tea extracts were made using tap water, and the environment and procedures of the experiment varied, so the species of bacteria cultured varied from medium to medium. The experiment was repeated many times to create an environment in which no bacteria other than those caused by broccoli spoilage could grow by placing broccoli in a catechin extract made using sterile water. As a result, the type of bacteria created by the broccoli in the sterilized water was pathogenic, whereas the dominance of the bacteria was changed by the catechin, which can be read as a spoilage inhibitory effect on the broccoli (Photo1, Table 2, Photo 3, Photo4). We can tell this was an adequate outcome since we repeated the same experiment several times.	
【今後の展望/Future potential and its plan】 The future goal is to study the efficacy of the catechins discovered from the experiment against spoilage bacteria (Pseudomonas sp. based on the results). We will also explore the possibility of further delaying spoilage by adding another substance to the catechin, such as the ability to persist and how many days it delays the spoilage of vegetables. They will also try to develop a spray type that can be sprayed directly on foodstuffs, with the aim of eventually commercializing the product.	
【参考文献/References】 泉秀実 (2005). 「カット野菜の微生物学的品質と微生物制御」『日本食品科学工学会誌』52 巻 5 号 197-206 一般社団法人食品産業センター. https://haccp.shokusan.or.jp/glossary/huhai/ (閲覧日: 2022 年 6 月 29 日) 公益社団法人高分子学会. https://www.spsj.or.jp/equipment/news/news_detail_36.html (閲覧日: 2023 年 1 月 4 日) 日本カテキン学会. (2014 年). 効果・作用 (抗菌・殺菌作用). https://www.catechin-society.com/effect.html (閲覧日: 2021 年 1 月 7 日). 原征彦 (2000). 「茶カテキン類の機能性とそれらの応用例」『日本食品保護科学会誌』Vol. 26, No. 1, pp47-54. 山本 (前田) 万里 (2002). 「緑茶の抗アレルギー作用とがん転移阻害効果」『日本食品科学工学会誌』, 第 49 巻, 第 10 号, pp631-638.	



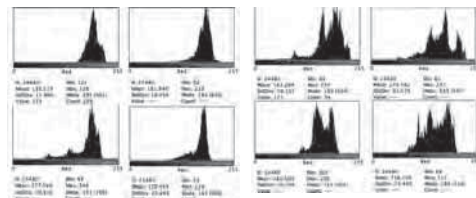
28. 学芸大学附属国際中等教育学校

番号	菌種	16S配列長 [塩基]	水 [比率]	塩基組成 [比率]
1	16S培養液のみ	24000	0	0
2	16S培養液+大腸菌	23200	800	0
3	16S培養液+大腸菌+緑茶20	899	30	1
4	16S培養液+大腸菌+紅茶20	899	30	2
5	16S培養液+大腸菌+緑茶60	870	27	4
6	16S培養液+大腸菌+緑茶60	348	10	2
7	16S培養液+大腸菌+緑茶80	435	11	4
8	16S培養液+大腸菌+緑茶100	87	2	1
9	16S培養液+大腸菌+紅茶40	870	27	4
10	16S培養液+大腸菌+紅茶60	348	10	2
11	16S培養液+大腸菌+紅茶80	435	11	4
12	16S培養液+大腸菌+紅茶100	87	2	1

(Table1 Composition of LB culture medium, water and concentrate under 12 different conditions)

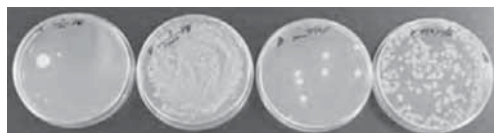


(Graph1 Difference in growth of E. coli in each condition)



29. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

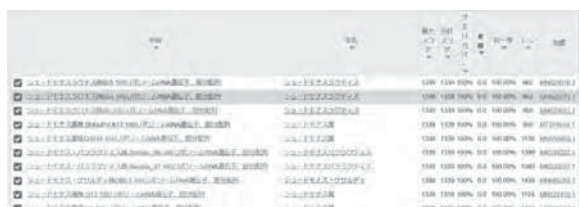
(Graph3 Color change of cabbage with black tea)



(Photo1 From left to right: 1/100th of sterile water, 1/10,000th of sterile water, 1/10,000th of catechin solution, 1/100th of catechin solution)

種類	コロニー数から想定される菌数/1ml
滅菌水(100分の1)	15000
滅菌水(1万分の1)	21600000
カテキン(100分の1)	30100
カテキン(1万分の1)	80000

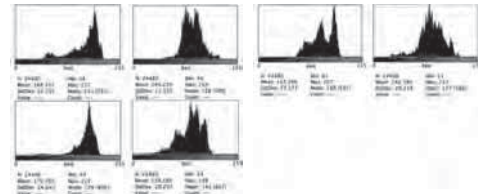
(Table2 Number of bacteria per ml assumed from the number of colonies)



(Photo2 Identification results of bacteria in 1/1000 of sterile water. High similarity from above.)



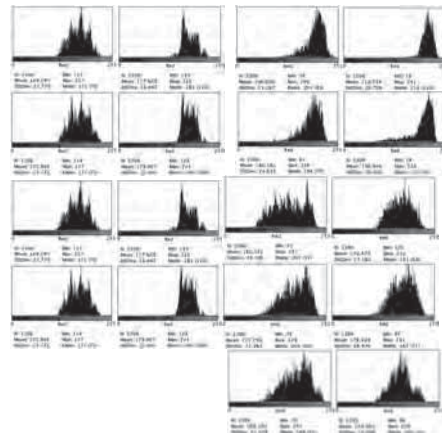
(Photo3 Identification results of bacteria in 1/100 catechin solution. High similarity from above.)



Starting date(Non)	Starting date	13 days (Non)	13 days
2 days(Non)	2 days	15 days (Non)	15 days
8 days(Non)	8 days	23 days (Non)	23 days
10 days (Non)	10 days		

Non= not added catechin

(Graph2 Color change of cabbage with green tea)



Starting date(Non)	Starting date	11 days(Non)	11 days
2 days (Non)	2 days	13 days(Non)	13 days
6 days (Non)	6 days	15 days(Non)	15 days
8 days (Non)	8 days	17 days(Non)	17 days
		19 days(Non)	19 days

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

**分野/Field** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics    ☒化学/Chemistry    ☐生物/Biology    ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics & Information    ☐その他/Others specifying:

**参加者／Participant's Information**

【学校名/School Name】 Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

【代表者名/Representative's Name】 Chihiro Kato

【メンバー/Member】

**指導教員 / Supervising Teacher**

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Development of portable liquid soap Using artificial salmon roe.

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Outline

We hypothesized that if liquid soap was put into artificial salmon roe, it would be possible to create a soap that is resistant to humidity and can be used with a small amount of water. Therefore, in this research, we decided to develop a portable liquid soap that can be used up in one use by putting liquid soap in an artificial salmon roe made of sodium alginate and calcium chloride.(picture1)(reference1)(reference2) Then, we conducted experiments to examine the strength of the artificial salmon roe membranes by varying the amounts of sodium alginate and calcium chloride. Next, an experiment was conducted to identify the type of soap suitable for practical use by examining the difference in the grains formed when the type of soap was changed. (table1) Then an experiment was conducted to find the right ratio when making artificial salmon roe containing soap, by changing the ratio of the amount of sodium alginate and the amount of soap put in the sodium alginate aqueous solution.(table2)(picture2) Next, we adjusted the size and color of it with artificial coloring, considering the appearance when it was commercialized. Synthetic detergent could be used as soap without sedimentation or turbidity even when placed in artificial salmon roe, but hand-washing soap became white and cloudy, making it impossible to wash hands when soap was added to artificial salmon roe. Therefore, in order to identify the substance that causes the reaction between calcium chloride and soap scum when hand soap is added, an experiment was conducted to adjust the amount of surfactant in hand soap. And based on the results, we decided to investigate substances specifically involved in precipitation. In addition, we were able to make soap that does not become cloudy with synthetic detergents, so we decided to test whether there are soaps other than CuCute that can be used to make soap.

## First Inspiration

Due to the spreading of the new coronavirus, we have more reasons to wash our hands, but we noticed that there was no soap in public places, and even if there was soap, it was unsanitary and difficult to use.

【目的/Goal】  
We will develop portable liquid soap using artificial salmon roe and make soap that can be used anytime, anywhere.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

At present, we can use paper soap as a portable soap, but paper soap has the disadvantages of poor lathering, requiring a lot of water, and being difficult to store in a humid place. However, in order to solve this problem, we are developing a liquid soap that uses artificial salmon roe, is portable, foams well, and is easy to store. In addition, since it can be used up in a single use, there is no waste of soap or surplus of bottles.



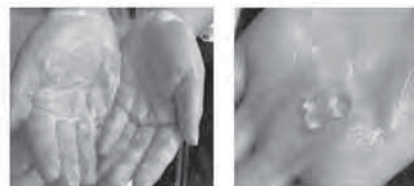
## 29. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

<p>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>After discovering that artificial salmon roe can be mixed with soap, we thought it would be possible to make liquid soap using artificial salmon roe. However, at this stage, the strength is not suitable for carrying around, and the case for carrying around has not yet been developed, so the feasibility is low. If portable liquid soap using this artificial salmon roe is put into practical use, it will be possible to easily wash one's hands on the go, and furthermore, it will be eco-friendly because we don't have to use too much soap to wash our hands.</p> <p>According to an interview with JICA, who has experience staying in Kenya, Kenya has frequent water outages, so it is convenient to have soap that can be washed with a small amount of water. Since it was mentioned that it would help Kenya, we felt that there is a need for this soap not only in Japan but also in the world.</p>
<p>【今後の展望／Future potential and its plan】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Increase the strength so that it can be carried</li> <li>・ Consider the case when carrying</li> <li>・ Consider the environmental impact of using this specific soap.</li> <li>・ Maintain its elasticity and function as a soap even when stored for a long period of time.</li> </ul>
<p>【参考文献／References】</p> <p>reference1 『人エイクラをつくらう！』 <a href="https://www.rs.kagu.tus.ac.jp/~elegance/jikkensp10/jinkouikura.html">https://www.rs.kagu.tus.ac.jp/~elegance/jikkensp10/jinkouikura.html</a></p> <p>reference2 <a href="https://www.bathlier.com/expand/o-recipe/ofuro-recipe/ofuro-recipe1/ofuro_recipe1_8.html">https://www.bathlier.com/expand/o-recipe/ofuro-recipe/ofuro-recipe1/ofuro_recipe1_8.html</a> (picture1)</p>

## 29. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School



picture1  
[https://www.bathlier.com/expand/o-recipe/ofuro-recipe/ofuro-recipe1/ofuro\\_recipe1\\_8.html](https://www.bathlier.com/expand/o-recipe/ofuro-recipe/ofuro-recipe1/ofuro_recipe1_8.html)  
(reference1)  
image of finished product.  
(This image shows a bath salt called Bath Beads)



picture2  
Sodium alginate aqueous solution: Dishwashing detergent= 3: 1  
photograph when used as soap  
The ratio was just right.

## 29. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

	Bubbling	remarks
Hand soap	△	Cloudy white (Precipitation by soap scum and calcium ions) ⇒ Decrease in detergency)
Dishwashing detergent (Synthetic detergent)	○	Resilient

table1

An experiment to identify the type of soap that is suitable for practical use by examining the differences in the grams formed when changing the type of soap. The soaps used in this experiment were KireiKirei, a hand soap, and Cucute, a synthetic detergent for dishwashing. I compared washing hands with artificial salmon roe mixed with hand soap and artificial salmon roe mixed with dishwashing detergent.

sodium alginate:soap	result
10:10 (1:1)	A round shape that can be
15:5 (3:1)	the resulting round shape good lather the amount of remaining film is just right
18:2 (9:1)	the resulting round shape A large amount of film remains bad foaming

Table 2

We experimented with different ratios of the amount of sodium alginate and the amount of soap to be added to the sodium alginate solution to find just the right ratio for making soapy artificial salmon roe.

## 30. Taipei Municipal Yangming High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☒ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science  
☐ 数学＋情報／Mathematics & Information ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yangming High School

【代表者名／Representative's Name】 TSENG SSU-MIN

【メンバー／Member】 JIANG BING-KUN, LIN LIANG-KAI

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 HSIEH, TUNG-LIN

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 Comparison of different variables and absorption values between biochar and activated carbon made of general disposable wood and bamboo chopsticks

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

In recent years, environmental pollution has intensified, clean water resources have become more and more scarce, and international competition for water resources has frequently occurred. Therefore, we want to discuss the issue of water purification. After searching the literature, we found that activated carbon has many uses. After searching more information about activated carbon, it is found that activated carbon is made from biochar through chemical or physical activation. The predecessor of activated carbon, biochar, is formed by carbonization of biomass energy. Also, have a lot of functional groups in activated carbon and biochar, it can fix metal ions in water on the surface of activated carbon to purify water quality.

It is associated with the use of replacing the common waste "general disposable chopsticks" with the original biomass, which can implement green chemistry.

【目的／Goal】

This research will use common waste carbonaceous materials to make biochar and activated carbon, and we will compare the ability of absorbing copper sulfate and purifying water quality. Then, we will reuse the used biochar and activated carbon to achieve the purpose of green chemistry, dry it out and use it again, and discuss the effect of its repeated use.

In order to achieve the above purpose, this experiment will be done as follows:

(1) Whether its adsorption effect can effectively reduce the content of heavy metals.

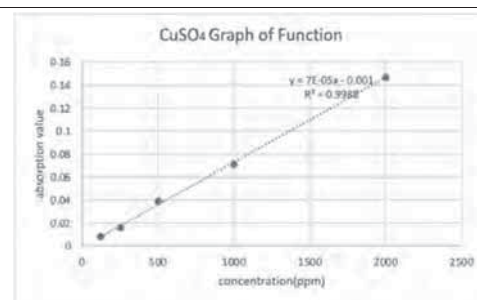
(2) Change variables, which are respectively the carbonization time, whether it is activated, the activation time, the way of degreasing, whether there is oil or not, to find out the conditions for the best adsorption effect.



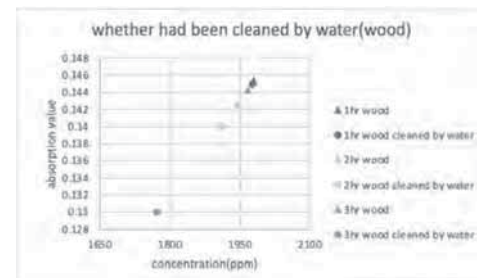
### 30. Taipei Municipal Yangming High School

(3) Compare the differences in the adsorption capacity between initial use and repeated use.
<p>【新規性と創造性／Novelty and Creativity】</p> <p>For daily convenience, many people use disposable tableware to eat outside. For example, night markets will produce a lot of disposable tableware garbage, and the recent popularity of takeaways will produce disposable tableware. Therefore, we want to use the used wood and bamboo chopsticks to make biochar and activated carbon to absorb heavy metal wastewater, and use wood and bamboo chopsticks again to turn garbage into gold.</p>
<p>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>We use disposable bamboo and wooden chopsticks through dry distillation the disposable chopsticks for one hour, two hours and three hours respectively to make biochar. We use 2000ppm copper sulfate aqueous solution as the reference point. To increase the absorption surface area, the method of power grinding is used/ adopted. The experimental method is as follows :</p> <p>We use 1 gram of biochar to soak into 50 ml of copper sulfate aqueous solution and soak for 30 minutes. Then, we filter biochar and use a spectrophotometer to record the concentration change of copper sulfate aqueous solution. During the experiment, it was found that even we filter biochar, the effect of absorbing copper ions by biochar was not as good as expected. Some data even exceeded the original 2000 ppm. Therefore, we designed another set of experiments. After the finished biochar was ground, it was washed with distilled water and dried and then immersed in an aqueous solution of copper sulfate. The following is our experimental data:</p> <p>As shown in the picture 1 use the copper sulfate aqueous solution of 125, 250, 500, 1000, 2000 ppm to measure the absorption value with a spectrophotometer, and calculate a linear function with the concentration and absorption value.</p> <p>As shown in the picture 2 and picture 3, the concentration of wooden chopsticks decreased significantly after washing, and the longer the carbonization time, the more copper ions absorbed.</p> <p>As shown in the picture 4 and picture 5, we can see that the absorbance of the biochar made of bamboo chopsticks decreases after being washed with water. And at this time, the absorbance of the biochar that has been washed with water and has a short carbonization time is relatively low.</p> <p>As shown in the picture 6, it can be seen that wooden chopsticks have a better absorption value for three hours, while bamboo chopsticks have a better absorption value for one hour, and both need to be washed.</p>

### 30. Taipei Municipal Yangming High School

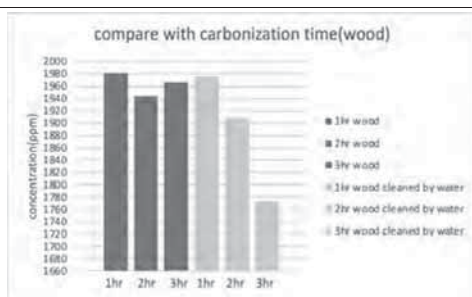


(Picture 1) Absorbance plotted as a function of copper sulfate concentration.

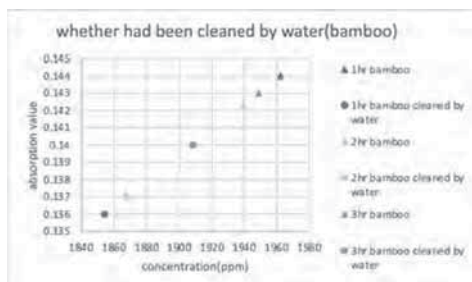


(Picture 2) whether had been cleaned by water(wood)

### 30. Taipei Municipal Yangming High School

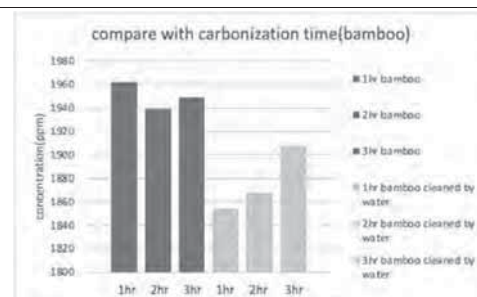


(Picture 3) compare with carbonization time(wood)



(Picture 4) whether had been cleaned by water(bamboo)

### 30. Taipei Municipal Yangming High School



(Picture 5) compare with carbonization time(bamboo)



(Picture 6) compare bamboo biochar cleaned by water to wood biochar cleaned by water

#### 【今後の展望／Future potential and its plan】

1. Use different chemical activation methods to make activated carbon and record its absorption value



30. Taipei Municipal Yangming High School

2. Recycle discarded disposable chopsticks to make reusable activated carbon with strong adsorption capacity to facilitate water filtration.

3. Using activated carbon and biochar to absorb different metal ions.

4. Try to use electrochemical desorption of biochar and activated carbon that has adsorbed heavy metal ions to facilitate re-adsorption.

5. Measure the electrical conductivity with homemade biochar and activated carbon.

6. Compared with commercially available biochar and activated carbon.

【參考文獻／References】

林妙津、陳譚然（2010）。活性炭。科學 Online，taken from <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=11952>

張育唐、陳譚然（2011）。吸附。科學 Online，taken from <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=24564>

曾思嘉(2014)。化腐朽為神奇—活性炭的製備。科學 Online，taken from <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=58556>

翁震圻(2006)。農作物重金屬污染監測與管制措施。農政與農情，taken from <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=11397&print=Y>

王威傑、許禎玲、曾珮芬、衛建宇（2004）。口單中的精靈-活性炭 DIY。全國中小學第 44 屆科展，taken from <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=41&a=6821&fld=&key=&sid=1&icop=10&p=1&sid=1123>

蘇博信、林永鴻。不同種類生質碳之特性分析及其對金屬離子吸附之研究，taken from [https://www.kdais.gov.tw/upload/kdais/files/web\\_structure/4575/20-2-2.pdf](https://www.kdais.gov.tw/upload/kdais/files/web_structure/4575/20-2-2.pdf)

湯筑翔（2014）。3D 有趣實驗：竹筷乾麵—在家也能自己做竹炭 taken from <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=58087>

徐以玲。水中銅、鋅重金屬離子於奈米碳管上之吸附研究 taken from <https://nditd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/ccd=jaEUW/search?s=id=%22094YUNT5633050%22.&openfull=1&setcurrent=0>

蔡佳儒、吳耿東。臺灣農業廢棄物製備生物炭之未來與展望 taken from [http://www.biotaiwan.org.tw/mag/image\\_doc/46/04.pdf](http://www.biotaiwan.org.tw/mag/image_doc/46/04.pdf)

陳維新、林柏志、李冠廷。黑金烘培坊—生質物焙燒技術 taken from <https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10905-05.pdf&vId=f9ccebbf9d64ccd8cffa2224e94800e&nd=1&ds=1>

黃清吟。木材燃燒面面觀 taken from <https://biochar.tfri.gov.tw/BiocharSystem/BiocharKMList.aspx?kind=08>

翁震圻。行政院農業委員會全球資訊網 taken from <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=11397&print=Y>

31. Taipei Municipal Yangming High School

【今後の展望／Future potential and its plan】

● Extend the experiment time and measure the voltage and electric current changes for a long time

● Use the best Semipermeable Membrane among of research in Microbial Fuel Cells

【參考文獻／References】

一、sciencedirect. 2019. Synthesis and characterization of organic agar-based membranes for microbial fuel cells. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775319307438>

二、郭睿騁、蔡雨桐、曾于芳。膜擬，行凍，創銓—自製半透膜代替鹽橋之果凍化新型鋅銅電池。Retrieved from <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/040209.pdf>

三、柯佩嫻、劉子綺。「膜」球的威力—半透膜的探討。Retrieved from <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2008/10/2008102819011066.pdf>

四、郭佳柔、黃詩詠。膠狀物質與酸鹼影響。Retrieved from <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/11/2015111711264525.pdf>

五、Michelle Blackwood, RN.What Is Agar?. Retrieved from <https://healthiersteps.com/what-is-agar/>

六、賀庭筠。今日我最夯：質子交換膜燃料電池(PEMFC)的發展現況。Retrieved from <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2008/03/2008032521043401.pdf>

七、質子交換膜燃料電池類型。Retrieved from <http://ind.ntou.edu.tw/~jcllee/fuel/fueltype.htm>

八、Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office.Fuel Cells。Retrieved from <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/fuel-cells>

九、corrosionpedia. 2017. Semipermeable Membrane。Retrieved from <https://www.corrosionpedia.com/definition/1020/semipermeable-membrane>

十、bonappetit. 2017. Wait, What Is Gelatin, Anyways? Retrieved from <https://www.bonappetit.com/story/what-is-gelatin>

十一、sciencedirect. 2019. Cellophane Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cellophane>

31. Taipei Municipal Yangming High School

ご自身の研究段階（Research Stage）：

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☒化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さいTaipei Municipal Yangming High School

【代表者名／Representative's Name】Huang, Shih-Ting

【メンバー／Member】Wang, Hsuan-Jie

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Hsieh, Tung-Lin

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Research on the property and the application of Semipermeable Membrane and Salt Bridge

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】At first, we wanted to research microbial fuel cells but we are confronted with two problems. First, the PEM (proton exchange membranes) are too expensive to acquire, so we decided to find what material having similar property can replace PEM. Secondly, other substances are often used instead, but the references do not clearly explain why other substances can replace PEM. Therefore, we want to know which substances are easy to obtain and have the property of PEM. In order to increase the convenience of the experiment, we choose to use Zinc Copper Battery as the reaction device, and use the method of replacing salt bridges to study semipermeable membranes, and then learn what common substances can replace salt bridges and their properties, and compare the most suitable substances for proton exchange membrane applications. After searching the data, it was found that both the PEM and the salt bridge can achieve a balance of internal ions, so that the device can continue to reflect. So as to enhance the convenience and efficiency of the experiment, we decided to use a Zinc Copper Battery for simulation. The salt bridge in the zinc-copper battery is also the so-called proton exchange membrane in the biofuel cell, so the following experiments mainly use the semipermeable membrane instead of the salt bridge as the discussion object, and regard the salt bridge and the PEM as the basis for the battery to reach the electric potential. The reason why the semipermeable membrane can achieve the balance of internal protons is that it can block most substances and allow specific types of molecules to pass through, and some substances can also achieve the same effect as the semipermeable membrane.【目的／Goal】

1. To research the osmosis of Semipermeable Membrane and comprehend its essential function.

2. To understand the properties of agar, gelatin, biological membrane and cellophane and study whether they can replace salt bridge.

3. To research different types of Semipermeable Membrane effect on Voltage and Current

4. To use Semipermeable Membrane in Zinc Copper Battery

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】Replace the salt bridge with a material that is conveniently obtained, and make innovations and changes in the experimental device of the zinc-copper battery.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】Future prospects: After understanding the principle of salt bridge proton exchange, use the properties of salt bridge to find easily available materials that can replace salt bridges and use them in bioenergy batteries. It is hoped that the proton exchange mode can be improved and the development of bioenergy batteries can be promoted.

Experimental prediction: Among the test substances in the experiment, we think that the biofilm may have the best performance, because the membrane structure of the organism can help the physiological function of the organism, so we speculate that the biofilm may be the most suitable replacement for the proton balance in the battery the substance

32. National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

ご自身の研究段階（Research Stage）：

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☒化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

【代表者名／Representative's Name】Chang, Yu-Hsin

【メンバー／Member】Chang, Yu-Hsin

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Marlon Sean Lindsay

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Comparison of viscosity and pH value between xanthan gum and hyaluronic acid under identical conditions

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】Moisturisers are one of the most widely used products on the cosmetic market. The two typically applied ingredients are hyaluronic acid and xanthan gum, where both are polymers with distinct chemical structures and resources. In conformity with the United States Department of Agriculture (USDA), the manufacturing of xanthan gum is by fermenting a type of carbohydrate, such as glucose or sucrose, with bacteria. On the contrary, hyaluronic acid is a natural moisturising essence in the human skin dermis layer that thwarts the skin from drying out. To assess the potential skin irritation capacity or biocompatibility, I compare the variances of viscosity and pH value of xanthan gum and hyaluronic acid under commensurate constraints.  
  
Brief Description  
Xanthan gum displays a rigid tertiary structure and quaternary structure which subsidise it with adequate resistance against changes. On the contrary, the structure of hyaluronic acid influence inflammatory, proliferative, or re-modelling stages of skin healing. Precisely, it binds CD44 keratinocyte receptors, leading to their differentiation and increasing motility, according to the National Library of Medicine(NIH). Moreover, it also has superior biocompatibility, biodegradability, durability and scarcity of toxicity. These properties contribute to the differences between it and xanthan gum and its effects on our skin.

【目的／Goal】This experimentation aims to test and analyse the viscosity and pH value of xanthan gum and hyaluronic acid within the same period. This examination compared the shifts of the viscosities and pH value between xanthan gum and hyaluronic acid in anticipation of fulfilling this aim.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】This experiment is the first report to juxtapose the viscosity and pH value of xanthan gum and hyaluronic acid. It also elucidated the disparities between low-molecular-weight and high-molecular-weight hyaluronic acid.



【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Due to the chemical structure differences, the prediction is that the test samples will yield different viscosity and pH values under the same experimental conditions. (The differences could be directly observed)

O=C(O)[C@@H](O)[C@@H](O)[C@@H](O)[C@@H](O)C(=O)O

Xanthan Gum

O=C(O)[C@@H](O)[C@@H](O)[C@@H](O)[C@@H](O)C(=O)O

Hyaluronic acid

【今後の展望／Future potential and its plan】

**May Beauty become Eternity**

The application of the results could be to the cosmetic industry and market. During the blossoming of new moisturising mucilage, high molecular weight hyaluronic acid is the finest pick of moisturising component for its stability.

【参考文献／References】

1. Wang, Chang-Sheng, et al. "Understanding the Effect of Conformational Rigidity on Rheological Behavior and Formation of Polysaccharide-Based Hybrid Hydrogels." *Biomacromolecules*, U.S. National Library of Medicine, 16 Aug. 2021
2. Abatangelo, G, et al. "Hyaluronic Acid: Redefining Its Role." *Cells*, U.S. National Library of Medicine, 21 July 2020
3. Zimmer, Sarah. "Hyaluronic Acid Explained." *NAYA*, 30 Apr. 2019
4. "Hyaluronic Acid." *The Cosmetic Chemist*
5. Jindal, Namita, and Jasvirinder Singh Khattar. "Xanthan Gum." *Xanthan Gum - an Overview / ScienceDirect Topics*, 2018

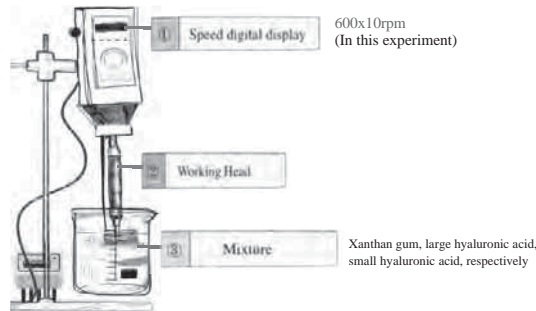


Fig. 1 Basic structure of the homogeniser used in cosmetic industries

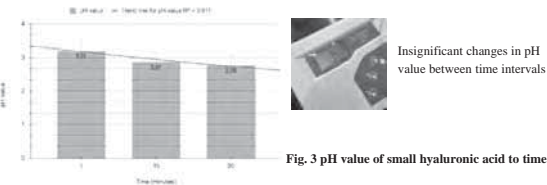


Fig. 3 pH value of small hyaluronic acid to time

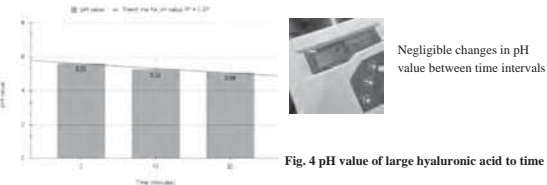


Fig. 4 pH value of large hyaluronic acid to time

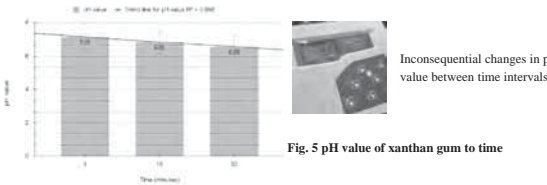


Fig. 5 pH value of xanthan gum to time

- Overall:**
- All three mixtures display similar changes in pH value.
  - Stability in pH values is a critical for the skin's homeostasis.
  - All mixtures exhibit small changes in the pH value within the time intervals. Therefore, it could draw to a conclusion in reasoning why the ingredients could be replaceable when the focus is narrowed down to only the pH value.

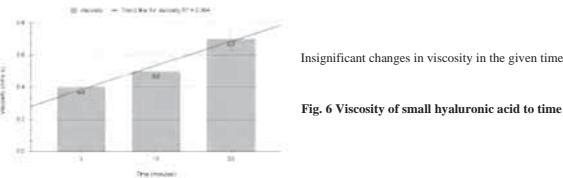


Fig. 6 Viscosity of small hyaluronic acid to time

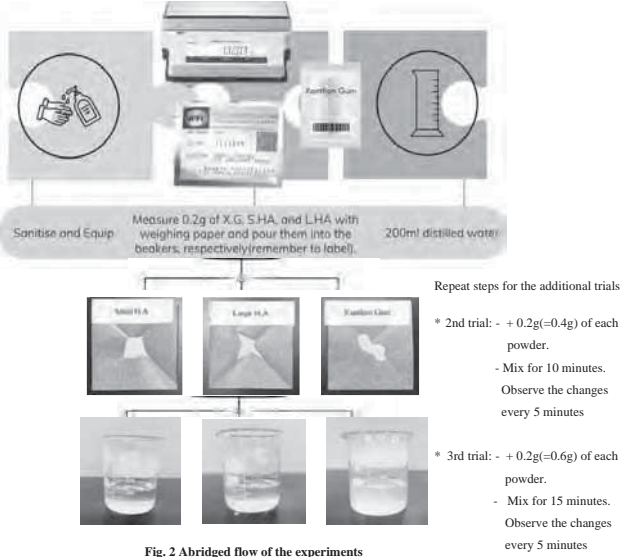


Fig. 2 Abridged flow of the experiments

**Data Analysis**

Trial 1 (5 min/0.2g/600x10rpm)	Small Hyaluronic acid	High Hyaluronic acid	Xanthan Gum
pH value	3.21	7.18	5.62
Viscosity (mPa-s)	0.4	3.3	3.5

Trial 2 (10 min/0.4g/600x10rpm)	Small Hyaluronic acid	High Hyaluronic acid	Xanthan Gum
pH value	2.87	6.85	5.26
pH rate of change	▼ 10.6%	▼ 4.6%	▼ 6.4%
Viscosity (mPa-s)	0.5	6.0	26.0

Trial 3 (15 min/0.6g/600x10rpm)	Small Hyaluronic acid	High Hyaluronic acid	Xanthan Gum
pH value	2.78	6.58	5.08
pH rate of change	▼ 13.4%	▼ 8.4%	▼ 10.6%
Viscosity (mPa-s)	0.7	11.5	49.0

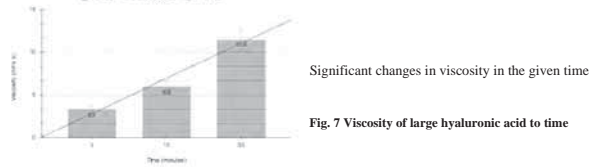


Fig. 7 Viscosity of large hyaluronic acid to time

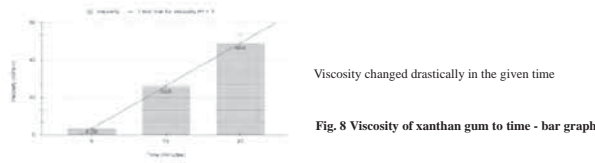


Fig. 8 Viscosity of xanthan gum to time - bar graph

- Overall:**
- Viscosity increases as the mixing time extends and grams of powder proliferate for all mixtures.
  - Xanthan gum mixture displays an overall higher viscosity in comparison to the hyaluronic acid groups

- Discussion:**
1. Due to its higher viscosity, xanthan gum cannot thoroughly replace hyaluronic acid as a moisturising ingredient in cosmetic formulations. As an organic synthetic polymer, it is not that biocompatible with human skin and hence, holds a higher possibility of affecting the skin's permeability, metabolism, and secretion, to name a few.
  2. Hyaluronic acid is abundant in the human dermis extracellular matrix, so it is a favoured moisturising ingredient with biocompatibility. Yet, it is critical to acknowledge that hyaluronic acid does not enter skin cells. It exists within the epidermis between cells and mainly within the dermis, where it executes its effects.
  3. During the manufacturing process, the grams of powder and time will affect the pH values (physical state) and viscosity (chemical state) under identical conditions. As a result, it is vital to select suitable conditions (speed & time) for diverse cosmetic formulations. In cosmetics, the greater the rate of change in pH value, the less stable it would be. Hence, cosmetic chemists usually would not consider ingredients with these properties.

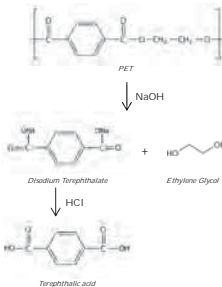


## 33. Tokyo Gakugei University International Secondary School

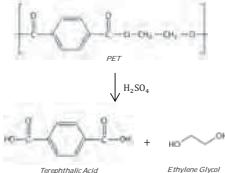
ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】 Tokyo Gakugei University International Secondary School	
【代表者名／Representative's Name】 Hayato Ikeda	
【メンバー／Member】	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】 Prof. Yūko Morimoto, Prof. Hiroko Uchino	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】 Using Plastic Waste to Create Homes and Shelters	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 When I was the age of two to six, I used to live in Cameroon, a country on the west coast of Central Africa. Cameroon was a Third World developing country, which meant numerous governmental services were weak, unstable, and sometimes even non-existent. One of these inadequate services is infrastructure. Thousands of people lived without proper housing and were often homeless. Watching people using environments like this as their homes at such a young age gave me an urge to find solutions to this problem. Another problem I was extremely passionate about was plastic pollution. Plastic waste has been uncovered as a major problem in the last few decades. Plastic's chemical and physical properties -being chemically inert as well as extremely strong- has made it extremely difficult to deal with during disposal. Plastic waste is therefore often left in landfills, and even finds itself in oceans and freshwater bodies. It is estimated that there are over 8-10 million tons of plastic being thrown into the oceans each year (Fava, 2022) While much research has been dedicated to categorizing and measuring plastic waste in the environment, very few come up with solutions towards the matter. Combining these two problems together, I realized that they may cancel each other out. Plastic waste could become a cheap and durable alternative to materials such as concrete, helping millions around the world without housing.	
【目的／Goal】 This research's focus was on amplifying the strength of a plastic to better suit its role as a housing material. As physical composites are already being thoroughly researched, the chemical functionalization of plastic became my main goal. I settled on Polyethylene Terephthalate (PET), one of the most common man-made polymers littering the environment. This would (in theory) create a change in the chemical and physical properties of a polymer. By creating a new, affordable way to reinforce PET, I aim to create an alternative housing material that surpasses that of regular, conventional materials such as concrete and steel.	

33. Tokyo Gakugei University International Secondary School

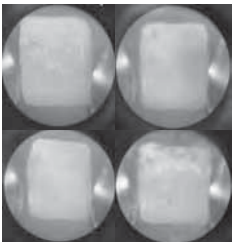
**NaOH reaction steps** (Reaction formula taken from (Al-Sabagh et al., 2015))

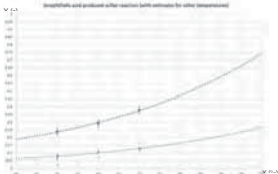


**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reaction steps** (Reaction formula taken from (Al-Sabagh et al., 2015))



The results showed that alkaline hydrolysis with the use of chemicals like sodium hydroxide (NaOH) were the most effective at hydrolysis, especially in conditions under 100 degrees Celsius and at 1 atmospheric pressure. From this result, further functionalization experiments will be carried out first by hydrolyzing PET using NaOH.





*A graph of TP acid produced after each reaction, as well as an exponential estimate of each variant. Note: H<sub>2</sub>O's slow growth*

Post reaction pellets under microscope. From left clockwise: original, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH

33. Tokyo Gakugei University International Secondary School

**【新規性と創造性／Novelty and Creativity】**

While there are a large number of studies focusing on functionalizing polymers such as HDPE and LDPE, there are few that aim to functionalize PET.

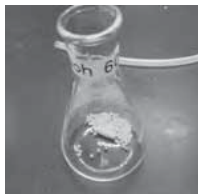
Furthermore, most research regarding the functionalization of polymers only focuses on performance enhancement above all else. However, the research I am conducting aims to be cost-effective, as the main goal is to develop inexpensive housing materials for developing countries. The unique background I possessed while living in a foreign developing country allowed me to focus more on the needs of the common individual, rather than just the professional-scale field. This project aims to advance chemical knowledge on polymers, while simultaneously aiming to solve global, humanitarian, and environmental real-world challenges being experienced by millions across the globe.

**【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】**

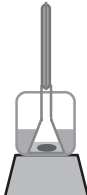

This year, PET was subjected to different methods of hydrolysis under nine different conditions. The aim of this experiment was to determine the simplest and most efficient way to hydrolyze PET, which is a first key step in the functionalization process. As one of the main conditions of the end material was low cost, an inexpensive and safe method of hydrolysis was necessary.

	A	B	C
1	NaOH, 50°C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 50°C	H <sub>2</sub> O, 50°C
2	NaOH, 60°C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 60°C	H <sub>2</sub> O, 60°C
3	NaOH, 70°C	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 70°C	H <sub>2</sub> O, 70°C

*The 9 conditions of the hydrolysis experiment*



*PET pellets inside a laboratory flask*



*The setup for the experiment, and its simplified diagram*

33. Tokyo Gakugei University International Secondary School

**【今後の展望／Future potential and its plan】**

With the hydrolysis process chosen, the planning of the functionalization process of PET is currently underway. One likely candidate is a reaction known as the Friedel-Crafts Acylation (Reeve, 2004). This involves attaching an acetyl functional group (most likely acetyl chloride) to the benzene structure located in the PET's structure.

A step by step process of the Friedel-Crafts Acylation using acetyl chloride and aluminum chloride  
Taken from (Sartori & Maggi, 2009)

The final goal reaction of this research

However, the electron positions of the PET structure will likely make it extremely difficult to functionalize the polymer without damaging its chemical bonds. More research is needed to find a plausible way to functionalize PET successfully.

---

**【参考文献／References】**

Al-Sabagh, A., Yehia, F. Z., Eshaq, G., Rabie, A., & Elmetwally, A. E. (2015). Greener routes for recycling of polyethylene terephthalate. *Egyptian Journal of Petroleum*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.03.001>

Fava, M. F. (2022, May 9). Plastic pollution in the ocean: Data, facts, consequences. *Ocean Literacy Portal*. <https://oceanliteracy.unesco.org/plastic-pollution-ocean/>

Reeve, A. M. (2004). A Discovery-Based Friedel-Crafts Acylation Experiment: Student-Designed Experimental Procedure. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1497. <https://doi.org/10.1021/ed081p1497>

Sartori, G., & Maggi, R. (2009). *Advances in Friedel-Crafts Acylation Reactions: Catalytic and Green Processes* (0 ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420067934>



34. Sakuragaoka High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics

☒ 化学／Chemistry

☐ 生物／Biology

☐ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics & Information

☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】Sakuragaoka High School

【代表者名／Representative's Name】Yu Sakai

【メンバー／Member】

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Takakazu Yano

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Thermodynamic Analysis of Methylene Blue Reduced Reaction by Saccharides

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Methylene blue is used as an antibacterial agent, including as a remedy for white spot disease in goldfish. It has a high value as a pharmaceutical in the human body. Furthermore, it is used as an indicator in redox reactions, and is also used in chemical magic. We focused on the famous reaction of methylene blue, "Blue Bottle Experiments". In this study, we analyzed this system as a pseudo-first-order reaction of methylene blue with constant glucose and potassium hydroxide concentrations.

【目的／Goal】

Analyzing the rate of reduction of methylene blue by sugar, and use it to help analyze the behavior of methylene blue in the body.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

Methylene blue is used as an antibacterial agent, including as a remedy for white spot disease in aquarium fish. In the human body as well, it has high value as a pharmaceutical such as a disinfectant, a function testing agent, and a vital staining agent. Furthermore, it is used as an indicator in redox reactions, and is also used in chemical magic. We focused on the famous reaction of methylene blue, "Blue Bottle Experiments". "Blue Bottle Experiments" is an experiment that observes a repeated reaction in which sugar is added to methylene blue, making it colorless, and when shaken, it turns blue again. The reaction mechanism of this system has been elucidated. However, there are few documents that mention the reaction rate and activation energy. In this study, we investigated the decolorization reaction and analyzed it as a pseudo-first-order reaction of methylene blue with constant glucose and potassium hydroxide concentrations.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

0.60 mol/kg saccharide (glucose, galactose, fructose, maltose, lactose, and lactulose) aqueous solution, 2.5 mmol/kg methylene blue aqueous solution, and 3.0 mol/L potassium hydroxide aqueous solution are mixed in a volume ratio of 10:1:1. The time which were taken the color of methylene blue turned from blue to colorless was measured in a hot bath. The reaction rate of system using

	Glc	Fru	Gal	Lac	Mal	Lat
Reaction Rate[s] (40℃)	50.7	9.0	31.3	45.7	40.3	41.3
E <sub>a</sub> [kJ/mol]	74.90	79.63	62.70	76.25	73.39	61.89
H [kJ/mol]	72.39	77.12	60.18	73.74	70.87	59.38
S [J/(mol · K)]	-38.64	-3.59	-75.99	-33.00	-40.42	-81.20
ΔG [kJ/mol] (27℃)	83.98	79.78	82.99	83.64	83.64	83.75

34. Sakuragaoka High School

fructose was about 10 times faster than system using glucose, although there was no difference in the activation energy between the two systems. The reaction rates of systems using disaccharides were smaller th an that of fructose and galactose but higher than that of glucose. Since glucose is stable, it was suggested that the activation energy is large and the reaction rate is small, and fructose has a small activation Gibbs energy and thus the reaction rate is large. Furthermore, It was suggested that the reaction rates of systems using monosaccharides depended on the functional group at the time of ring opening, but that of disaccharides did not.

【今後の展望／Future potential and its plan】

Proceed with examination using sugars other than hexose. Consider the effect of pH.

【参考文献／References 】

T. Mukai, et. al., Hiyoshi Review of Natural Science Keio Univ., 48, 11-30.  
K. Maehashi, A Basic Knowledge of Sweetness, 2011, 106, 12, 818-825.

35. Yamagata Prefectural Tsuruoka South High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics

☒ 化学／Chemistry

☐ 生物／Biology

☐ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics & Information

☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】Yamagata Prefectural Tsuruoka South High School

【代表者名／Representative's Name】Saya Ito

【メンバー／Member】Saya Ito, Yuiko Sato, Nao Endo

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Ayako Toyoda

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Improvement of odor of sericin aqueous solution extracted from kibiso

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Our hometown of Tsuruoka has a history of sericulture, which flourished as a traditional industry, but is now in decline. Among them is a fiber called kibiso, which is discarded in large quantities. The first thread exhaled by silkworms: kibiso, is rich in the competent protein sericin, but much of it is discarded. Since sericin has hydrophilic groups when the sericin was extracted as a aqueous solution, a peculiar unpleasant odor was generated. By reducing the unique and unpleasant odor, we will expand the range of applications for cosmetics and food products and make effective use of sericin. Also, we will carry on the traditional industries of the region and contribute to society by conducting research on the effective use of competent substances that lie dormant in the region.

【目的／Goal】

・Improving the smell of sericin aqueous solution as a first step toward commercialization.  
・Contribute to the achievement of the SDGs by carrying on local traditions and connecting to a society that makes effective use of waste.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

・Focusing on odors of kibiso and silk that have not been well-researched.  
・The point of trying to expand the range of applications of sericin, which is abundant in waste kibiso.  
・The fact that we were involved in the research as high school students, linking the local and chemistry.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

We hypothesized the mechanism of odor generation and explored the process of inhibiting odor molecule generation. Degradation of millet sole by serine degrading enzymes leads to a low molecular weight of sericin and the formation of volatile substances. Changing pH (1) and preservation conditions would inactivate each protease and inhibit odor production.

●Preliminary experiments: Sericine aqueous Solution Preparation

1. Cut kibiso which are made in Tsuruoka about 2.0cm with scissors.  
2. Put 20 grams of kibiso in 500 ml of distilled water and extract sericine with a gas burner for about 30 minutes.  
3. The salt used is sodium bicarbonate and disalinate by cellulose dialysis tubing for 2-3days.  
( The concentration of sericin is calculated from the weight of the plant before and after extraction.)

35. Yamagata Prefectural Tsuruoka South High School

●Hypothesis  
1. Hydrolysis of sericin generates ammonia from the amino acids. Aldehydes are generated from the carbonyl acid groups. (2)  
2. Serine degradation of trypsin in cocoons results in low molecular weight and some volatile substance is generated.  
●Method  
1. Extraction of sericin in 8M urea solution, which is close to the silkworm's body (3), followed by sensory evaluation with the human nose (4)(5) and odor concentration measurement with a detector tube.  
2. Inactivate trypsin or trypsin inhibitor enzyme to inhibit serine degradation (6)(7) and verify the presence or absence of odor by sensory evaluation.

【今後の展望／Future potential and its plan】

We would like to present the results of this new research as a new achievement that coincides with the identification of odor substances and the development of a theory of the generation mechanism. Also, we would like to change the shape of sericin aqueous solution with reduced odor for product development.

【参考文献／References 】

(1) Analysis of electrophoretic patterns of soluble proteins and trypsin inhibitor in morphological changes of silkworm silk glands Biophysical Chemistry Biophysical Chemistry, Okazaki T, Yone Uchiyama S, Kurioka S, Nagai T. 2005; 49; 67  
(2) Deodorization of ammonia, acetic acid, and ethanethiol by scouring, copper salt-treated or over-mordanted protein fibers Sanae Inagaki, Hiromi Ushigao, Yasuko Kobayashi, Jiro Komiya Journal of the Japanese Society of Home Economics Vol. 68 No. 10 (2017)  
(3) Isolation and structural elucidation of the major components of sericin in the silkworm, Bombyx mori Takasu, Yoko Research materials, National Institute of Agrobiological Resources, Jan. 2008  
(4) Evaluation of Odor by Sensory Test Method Yamakawa et al. Journal of Air Pollution Society of Japan, Vol. 14, No. 1 1979  
(5) Odor Index Regulation Guideline Environmental Management Bureau of the Ministry of the Environment Six-step Odor Intensity Indication Method (2001)  
(6) Partial Purification of Trypsin Inhibitor in Silkworm Body Fluid and Properties of 2 and 3 Umezui, Shimura Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Vol.46, No.8, p.385-391, 1972  
(7) Effects of trypsin-induced limited hydrolysis on the structural, functional, and bioactive properties of sericin /Adil,yanhua,Atikan,Amina,Haji, Abulimiti /RSC Advances Issue 41,2021



36. National Pingtung High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐Idea

☐Preliminary

☒Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics

☒化学/Chemistry

☐生物/Biology

☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information

☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】National Pingtung High School

【代表者名/Representative's Name】Chen,Guan-Hua

【メンバー/Member】Hsu,Wei-Chen

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】HO,WEI-TE

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Trapa Biochar

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Use iron barrels to assemble the carbon furnace, and try to change the structure of the carbon furnace device to improve the temperature during the thermal cracking reaction so as to improve the carbonization degree of the carbon and reduce its resistance. The burned Trapa is ground by a grinder, and then filtered with a 125 micron filter to get the carbon powder. In the first part, 0.05g carbon powder is used to measure the adsorption effect of 80ppm Methyl blue, Methyl orange and Phenol red aqueous solution respectively. Carbon powder was added into antistatic coating in the second part. Via the use of PVA, carbon powder and Dimethyl sulfoxide, it is found that the resistance without the addition of organic solvents is the lowest (3.1\*10<sup>3</sup>Ω), and all the coatings meet the standard of antistatic coating: between 10<sup>4</sup> and 10<sup>7</sup>Ω.

【目的/Goal】

On the "Guantian Black Gold" website, it was found that burning Trapa at high temperature has an effect of stabilizing electrical conductivity and high adsorption. Many farmers in the southern regions will use paddy fields to grow Trapa, and most farmers will choose to discard Trapa shells as agricultural waste, which will cause air pollution, odorism, water pollution and other environmental sanitation problems. Therefore, we decided to use limited equipment to produce low-cost antistatic coatings, which adsorb possible industrial pollutants in water quality. Generally, the market-sale conductive coating is made of silver, copper, nickel or other composite particles, with Epoxy resin used as an adhesive and costing about 700 to 2,000 NT dollars/kg.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

During the experiment, non-toxic materials were utilized, which meets the definition of green chemistry. By replacing Epoxy resin with Trapa Biochar, we will greatly improve the impact of agricultural waste on the environment and obtain economic progress through recycling and reusing Trapa Biochar.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Conductive coatings can be developed into semiconductors, electronic components factories to prevent them from explosions and losses caused by electrostatic accumulation.Most commercial coatings require silver, copper, nickel and other metal particles as the main conducting medium. If we replace it with Trapa,we will greatly reduce the cost of production and reuse the waste.

37. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐Idea

☐Preliminary

☒Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics

☒化学/Chemistry

☐生物/Biology

☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information

☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】Taipei Municipal Yongchun Senior High School

【代表者名/Representative's Name】JYUN-HAO HSIEH

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】YU-CHENG LIU

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】: Hydrogen Production from the Electrolysis of Water Using Foam Metal as an Electrode

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

For more than 100 years, mankind has used fossil fuels as the main source of energy, but they have caused global warming and environmental pollution, and they will be exhausted. Therefore, scientists are constantly developing new energy sources. Hydrogen is the substance with the highest calorific value found so far, known as the best fuel, and it will not produce any waste and greenhouse gases during the conversion into energy. Hydrogen used in the fields of power generation, industry, and transportation. For example, automobile companies are already manufacturing vehicles powered by hydrogen, and the aviation industry recently announced the world's first successful test of a modern aircraft engine powered by hydrogen, creating a new aviation milestone.

Hydrogen is produced by reacting with fossil fuels and is called "gray hydrogen". The process consumes a lot of energy and still emits waste and carbon dioxide. Currently, many countries are working to develop "green hydrogen", which is an environmentally friendly and simple method of producing hydrogen by electrolyzing water with electricity generated from renewable energy sources.

I believe that hydrogen will become one of the most important energy sources in the future. Therefore, I hope to produce hydrogen by electrolysis as the research goal and explore the use of low-cost electrodes to achieve high efficiency in hydrogen production.

【目的/Goal】

(I) To investigate the ratio of hydrogen and oxygen production during the electrolysis of three types of foam metals.

(II) To compare the hydrogen production energy efficiency of nickel, copper, and iron foam electrodes.

(III) To investigate the effect of electrolyte concentration on the energy efficiency of hydrogen production by electrolysis.

(IV) To investigate the effect of attaching other metals to the foam metal on the energy efficiency of hydrogen production.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

Traditional electrodes (platinum or ruthenium) have good catalytic activity, but their high cost makes them a disadvantage. Although the catalytic activity of metal foam electrodes is lower than that of conventional electrodes, it is one of the most important materials for electrolytic hydrogen generation because of its low cost and high surface area. If the catalytic activity can be improved by modifying the surface of the foam metal to increase the electrolytic efficiency, it may replace the conventional electrodes in the future. Therefore, in this study, I attempted to attach other conductive metals (zinc and silver) to the foam metal to increase the electrode activity and improve the electrolytic hydrogen generation energy efficiency.

36. National Pingtung High School

【今後の展望/Future potential and its plan】

(I)

If the temperature of the furnace can be raised, the carbonization of Trapa Biochar is increased, which will further bring about better absorption and lower resistance.

(II)

It is hoped that the practical application of carbon powder can be used to filter and improve water pollution. The differences before and after filtration can be presented through digitalization, and the environmental improvement brought by carbon powder can be analyzed.

(III)

Conductive coatings can be developed into semiconductors, electronic component factories, etc. To avoid disasters and losses caused by electrostatic accumulation, further research is required to effectively reduce the resistance, prevent the coating from peeling off, and reduce the number of replacements and cost of conductive coatings.

【参考文献/References 】

1.官田烏金。取自 <https://www.gtbg.com.tw/>

2.簡大濰(2016)。檳榔樹桿活性碳與商用活性碳之吸附特性探討。苗栗：國立聯合大學環境與安全衛生工程學系碩士班。取自 <https://ndttd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/login?o=dwebmge>

3.林雅鈞(2017)。農業廢棄物製備活性炭吸附染料之研究。花蓮：大漢技術學院土木工程與環境資源管理研究所。取自 <https://ndttd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/login?o=dwebmge>

4. 蔣文棋(2000)。導電塗料防止海生物附著之研究。基隆：國立海洋大學材料工程研究所。取自 <https://ndttd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/login?o=dwebmge>

37. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Experiment 1: Investigating the ratio of hydrogen and oxygen production during the electrolysis of three types of foam metals.

From Chart 4, we can see that the volume of hydrogen and oxygen produced in the electrolysis experiment using foam metals is very close to the theoretical value of 2:1, which means that the foam metals are not involved in the oxidation reaction during the electrolysis process, and the anode and cathode are both involved in the electrolysis of water.

Experiment 2: Comparison of the energy efficiency of the three electrodes: nickel foam, copper foam and iron foam.

Chart 5 shows that during the 40-minute electrolysis process, the energy efficiencies of iron and nickel foams are very stable and remain at about 45%, while the energy efficiency of copper foams show a significant decrease from 44% to 39%. Chart 6 shows that the average energy efficiency of both iron and nickel foams is about 45%, which is about 5% higher than that of copper foams.

Experiment 3: Investigate the effect of electrolyte concentration on the energy efficiency of hydrogen production.

From Chart 7-1 to Chart 7-3, we can see that increasing the electrolyte concentration will increase the energy efficiency significantly.

Chart 8 shows the "percentage increase in energy efficiency" for increasing the electrolyte concentration from 1M to 4M. From this figure, we can clearly see that the energy efficiency of all three metal foams at 4M is more than 1.5 times that at 1M.

Experiment 4: To investigate the effect of attaching other metals to the foam metals on the energy efficiency.

Chart 9-1 to 9-3 show the results of electrolysis experiments with zinc and silver plated on the foam metals. Chart 10-1 to 10-3 show that the electrodes of the three foams are coated with zinc and silver to enhance the energy efficiency of hydrogen production by electrolysis. Chart 11-1 shows that the percentage increase of energy efficiency by plating zinc on the three foams is about 0.19% to 3%. Chart 11-2 shows that the percentage increase in energy efficiency is about 6% to 7% when silver is plated on the metal foams. The above experimental results show that both zinc and silver enhance energy efficiency on foam metal surfaces.

【今後の展望/Future potential and its plan】

(I)To investigate the energy efficiency of hydrogen production from electrolytic water by attaching other metals with more catalytic effect to the foam metals as electrodes.

(II)To investigate the effect of the surface area of the foam metal on the energy efficiency of hydrogen production from electrolytic water.

(III) To find a way to make the bubbles leave the electrode surface faster to improve the electrolysis energy efficiency.

(IV) Long-term electrolysis experiments will be conducted to investigate the stability of electrodes.

【参考文献/References 】

一、中學生網站(2022 年 3 月 15 日)-馮鈺倩。以泡沫鎳電極進行電解催化產氫效率之研究。臺北市立永春高級中學。

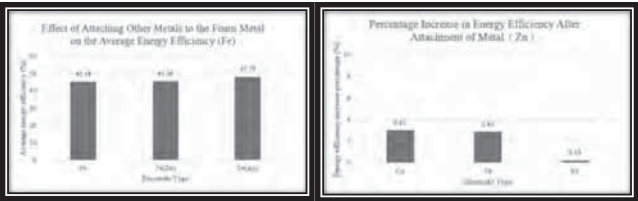
二、黃柏升 (1998)。電解水產氫效率之參數分析 (碩士論文)。國立中央大學機械工程研究所。

三、每日頭條(2018 年 12 月 13 日)。用了這種金屬泡沫防水材料，被吹起的不止驕傲放縱還有你的小汽車。<https://kknews.cc/finance/b58k6yj.html>



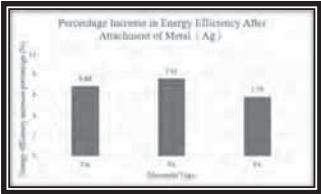






(Chart 10-3)

(Chart 11-1)



(Chart 11-2)

7

<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> 1.Increase power generation efficiency. 2.Make more pure and quality-stable dead leaves nano carbon.
<b>【参考文献/References】</b> 崔孟晋:染料敏化太陽電池電解質概述 材料世界網 (2008) <a href="https://www.materialsnet.com.tw/docview.aspx?id=6942">https://www.materialsnet.com.tw/docview.aspx?id=6942</a> 王有福、胡愛國:碳量子點:合成、性質和應用 材料化學雜誌 C (2020) <a href="https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/TC/C4TC00988F#divAbstract">https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/TC/C4TC00988F#divAbstract</a> 陳址雲、李玉郎:染料敏化太陽電池 科學發展, 564期, 32-37 (2019) <a href="http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/103(366-375)/374-PDF/04-103028-利用植物廢棄物合成奈米碳點的螢光物質(月刊).pdf">http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/103(366-375)/374-PDF/04-103028-利用植物廢棄物合成奈米碳點的螢光物質(月刊).pdf</a>

※オールラフ及び英語ボスター発表はA4用紙2枚まで(それぞれの項目記載に必要な写真や図はA4用紙7枚まで添付すること)  
※写真や表には必ず説明文(caption)と番号を付けること。引用文献(参考文献)にも番号をつけること。そしてこれらは必ずいずれかの項目記述文章で言及し、その際その場所に図、表、引用文献の番号を付すこと。  
※各項目の記述にあたっては、別途配布のスタートアップチェックリストを参考にする事。

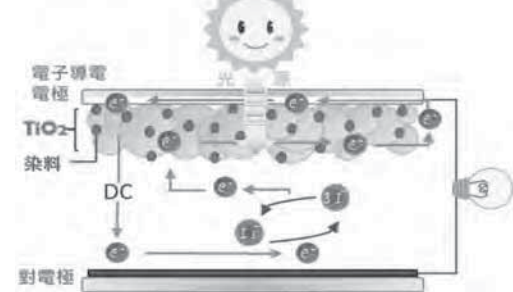


fig1 the theory of DSSC

### Experiment 1. dead leaves nano carbon

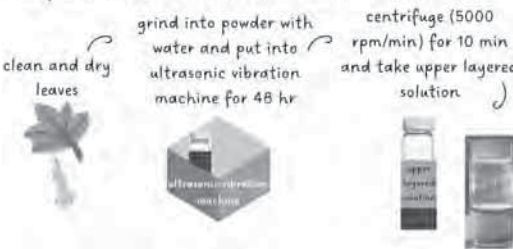


Fig2 dry leaves

Fig3 grind leaves

Fig4 in ultrasonic vibration machine

Fig5 dead leaves nano carbon absorb blue light



Fig6 dead leaves nano carbon absorb green light  
Experience 2. Acetylene Nano Carbon

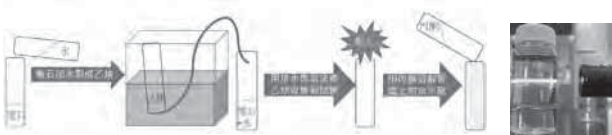


Fig7 the process of making Acetylene nano carbon and testing  
Experience 3. Make Agar Jelly

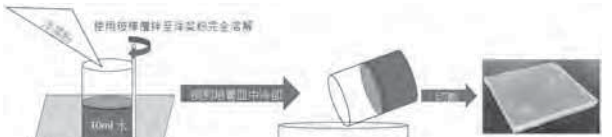


Fig8 the process of making Agar Jelly



Fig9 DSSC of different nano carbon



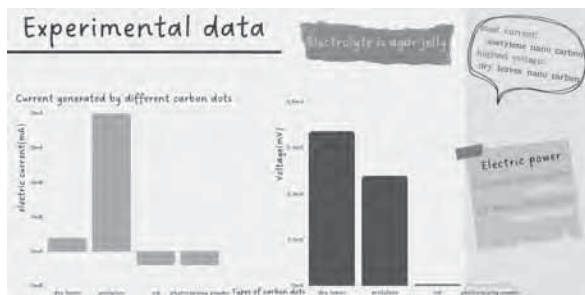


Fig10 chart of comparison between different carbon dots

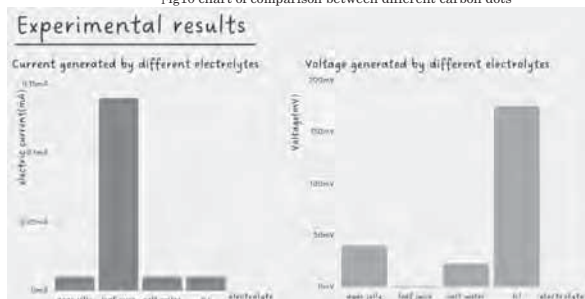


Fig11 chart of comparison between different electrolytes

ご自身の研究段階は(你的研究階段は): ☐アイデア主意 ☐予備的な成果 初歩結果

**■研究成果**

分野/ Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate area.

☐物理/Physics ☒化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/ Others specifying :

**参加者/ Participant's Information**

【学校名/ School Name】 Guoguang Laboratory School, National Sun Yat-sen University※原文のまま要旨を載しますので正式な学校名を記載して下さい

【代表者名/ Representative's Name】 Ying-Yan Chen

【メンバー/ Member】 Yu-Ling Chen, Hsiang-Yin Cheng, Shi-Yun Peng, Yu-Lun Ko

**指導教員/ Supervisor Teacher**

【お名前/ Name】

**発表内容/ Abstract of the Presentation**

【タイトル/ Title】 SDGs 3: Simple sunscreen homemade and ingredient comparison

【アイデアの概要とひらめきの背景/ Outline and its First Inspiration】

In the era of developed industry and commerce, the progress of life brought convenience but also caused the hole in the ozone layer, and this factor led to strong ultraviolet rays on the surface. The increase in level has also affected the numbers of patients with skin cancer. Under the influence of environmental problems, sunscreen has become our daily necessity.

We intend to use cyanotype to test the level of sun protection of our sunscreen, because cyanotype will affect its color development level by the amount of sunlight, and there is not much data to test sunscreen in this way, by doing so, we can separate us from others.

【目的/ Goal】

1. Make our own simple sunscreen and compare the proportions of different ingredients, and the difference in sun protection effect
2. Investigate the harmful effects of ultraviolet rays on the human body

【新規性と創造性/ Novelty and Creativity】

1. We use cyanotype to determine the effectiveness of our sunscreens

Introduction and principle of cyanography: mixed with ammonium ferric citrate and potassium ferricyanide as photoreceptors, also known as cyanide printing. The process needs to be exposed to sunlight, and the final image is dark blue, so it is also called cyanopathia.

Figure 1-1: Titanium dioxide sunscreen effect presentation Figure 1-2: Zinc oxide sun protection effect presentation

【実現性とその予測/ Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable) Experimental procedure

1. Study on the stability of oil-water by solvent (water) ratio.  
Put 1 ml, 2 ml, 3 ml and 4 ml of water in a 1:4 solution of glycerol respectively to make it a solution of water-in-oil. Add another 2ml of surfactant to mix, and find out the slower parting from it, which is the optimal ratio.
2. The proportion of titanium dioxide on the texture of sunscreen milk compared with the effect of sun protection

Because the highest content of titanium dioxide can only reach 25%, from the 1. prepared solution, it is calculated that titanium dioxide can only be put up to 2.4 grams at most, so we list six groups, which are 0.4 grams, 0.8 grams, 1.2 grams, 1.6 grams, 2.0 grams and 2.4 grams, to compare the texture of sunscreen under different proportions of titanium dioxide in the same time, and judge the sunscreen effect according to the color of the ultraviolet induction card.

3. The proportion of zinc oxide on the texture of sunscreen milk compared with the effect of sun protection

Because the maximum content of zinc oxide can only reach 20%, from the above (a) prepared solution, it is calculated that zinc oxide can only be put up to 2.0 grams, so we weigh five kinds of weight. They are 0.4 grams, 0.8 grams, 1.2 grams, 1.6 grams and 2.0 grams to compare the texture of sunscreen in different proportions of zinc oxide at the same time, and judge the sunscreen effect according to the color of the ultraviolet sensor card.

Figure 2: Preparation of titanium dioxide

(Source: Taken by the researchers)

Figure 3:

(Source: Taken by the researchers)

Figure 4: Groups of Zinc Oxide

(Source: Taken by the researchers)

4. Test the sunscreen effect with cyanotype

First mix ammonium ferric citrate aqueous solution, 25 grams of ammonium ferric citrate with 100 grams of water, then mix potassium ferricyanide solution, 10 grams of red blood salt with 100 grams of water, and then mix the two solutions into a photosensitive liquid in a ratio of 35:65, brush the photosensitive solution evenly five times on the sketch paper with a brush, absorb each proportion of sunscreen with a dropper, and drop on the glass sheet. Take another piece of glass to cover the glass sheet dripping with sunscreen, then cover the glass sheet on the sketch paper brushed with photosensitive liquid, and leave it in the sun for 10 minutes, rinse the photosensitive liquid on the sketch paper and dry it, and finally observe its color.

1. 從藍曬測定防曬乳效果的實驗結果中，我們可以得知自製的簡易防曬乳是有防曬效果的，也發現比例和防曬效果呈現正相關。

Distribution map of physical sun protection degree

Figure 2: Relationship between the composition ratio and effect of sunscreen

2. The harmful effects of ultraviolet rays on the human body

Table 1: Comparison of UVA, UVB and UVC

Ultraviolet wavelength	Features	Short term effect	Long term effect
UVA			
UVB			
UVC			

UVA (Ultraviolet Radiation A)	Between 320nm-400nm	Long wavelength Low energy High penetration Able to go into the deeper layers of the skin	suntan Pigmentation	Skin cancers
UVB (Ultraviolet Radiation B)	Between 280nm-320nm	Short wavelength High energy Low penetration Can only enter the epidermis	sunburn	Skin cancers
UVC (Ultraviolet Radiation C)	Between 200nm-280nm	Extreme short wavelength High energy Extreme high penetration Isolated by the ozone layer	none	none

1. SPF (Sun Protection Factor)

The protective index that measures the ability of sunscreen products to filter out ultraviolet UVB rays refers to the skin that has been wiped with sun protection to prolong the time of not being reddened, but its value is only applicable to the state when the product is evenly applied. "Formula: When using sunscreen, the time it takes for the skin to get sunburned divided by the time it takes for the skin to get sunburned when the sunscreen is not used." For example, suppose that without sun protection, you will be sunburned after 5 minutes in the sun, so SPF 50 sun protection can be maintained for 5\*50=2500 minutes

2. PA (Protection Grade of UVA rays)

Delay the time for UVA tanning skin in ultraviolet rays, the more + numbers, the better the protection effect

Table 2: The level of sun protection

The level of sun protection.	延長曬黑時間
PA+	2-4 times
PA++	4-8 times
PA+++	8-16 times
PA++++	over 16 times

【今後の展望/ Future potential and its plan】

1. Is the result of the mixture of zinc oxide and titanium dioxide lighter and thinner, with the same level of protection?
2. Many sunscreens on the market have an impact and burden on the marine environment, such as: benzophenone, etc., and the main component of our sunscreen is titanium dioxide, can it not harm the ocean?
3. In the future, we hope to cooperate with manufacturers to launch sunscreens made of organic materials, so that consumers can consume with peace of mind, protect the environment, and achieve sustainable development.
4. We hope that the sunscreen we have developed will not only be ocean-friendly, but also have some of the characteristics of sunscreens on the market, such as moisturizing, polishing, waterproofing, etc.

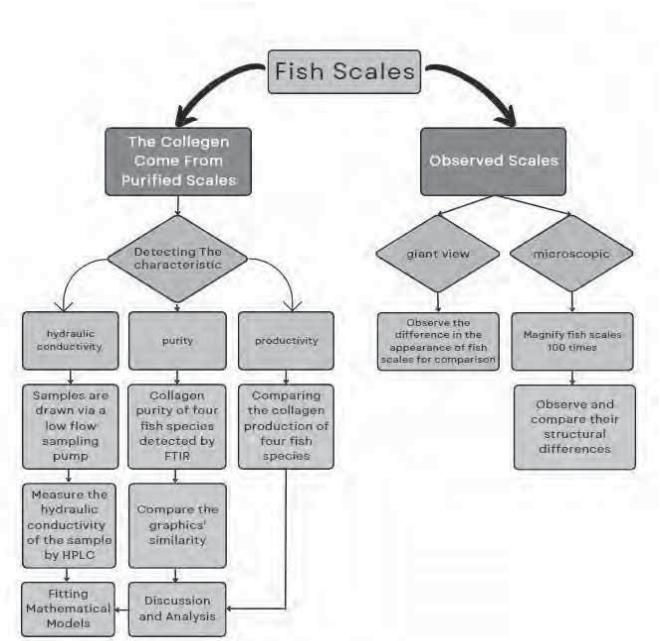


【参考文献/References】 Youtube：DIY 物理性防曬霜 Physical sunscreen cream <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IRKEiNNs9AA">https://www.youtube.com/watch?v=IRKEiNNs9AA</a>  hk.n-lab.co（2020 年 7 月 30 日）一次搞懂 UVA 與 UVB 的分別與差異・從 UVA UVB 波長開始完整解釋 UVA 與 UVB 是什麼？ <a href="https://hk.n-lab.co/uva-uvb/">https://hk.n-lab.co/uva-uvb/</a>  hk.n-lab.co（2020 年 8 月 6 日）5 分鐘搞懂 SPF・PA 防曬係數・防曬係數多少才夠完整說明！ <a href="https://hk.n-lab.co/spf-pa-introduction/">https://hk.n-lab.co/spf-pa-introduction/</a>
--

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理/Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい National Experimental High School At Central Taiwan Science Park	
【代表者名/Representative's Name】JIANG, YIN-HAN	
【メンバー/Member】CHU, WEI-NI	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】HO, CHIA-CHI	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】The Preparation With Collagen Extracted From Fish Scale Application	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 In this study, native fish species Tilapia, Mullet, Sea Bass and Gentian grouper's discarded fish scales are purified and extracted to collect collagen. We tested their purity through Fourier Transform Infrared Spectroscopy(FTIR)(Fig.7.) And testing the permeability of four collagen membranes through High Performance Liquid Chromatography(HPLC)(Fig.8.). Analyze and compare various data of fish scales.	
【目的/Goal】 We compare the amount of collagen extracted from four fish scales and test the purity of fish scale collagen. After analyzing the permeability of permeable membranes made of different fish species, we aim to find the most economically beneficial fish species.	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 Although fish scales are rich in collagen, they often seem to be useless in common conditions. Therefore, we believe that collagen can be extracted from waste fish scales to make a film to try to optimize the existing artificial skin and facial mask related products to achieve the benefits of waste reuse.	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 <b>Experiment 1:</b> Observing the surface of fish scales with a microscope(Table.1.) a. Giant view: observe the differences of various fish species with the naked eye. b. Microcosm: Use a 100X electron microscope to observe the surface structure of fish scales and record it with a camera. <b>Experiment 2:</b> Extract collagen from fish scales[1] [2] a.Add 0.1M NaOH stirring for 24 hours in fish scales to remove surface impurities. b.Add 0.5M acetic acid and stir for 24 hours to extract the acid-soluble collagen. c.Use gauze to filter the fish scales from the solution, add NaCl, stir for 24h, then the acid-soluble collagen precipitated at the bottom was filtered off. d.Use a high-speed centrifuge at 3600 rpm for 30 minutes to dissolve the filtered acid-soluble collagen. The excess water in the upper layer is filtered to obtain colloidal collagen.	

<b>Experiment 3:</b> Measuring the purity of collagen by FTIR <b>Experiment 4:</b> Collagen permeable membrane preparation procedure(Fig.11.) <b>Experiment 5:</b> In vitro percutaneous penetration test procedure(Fig.14.) <b>Experiment 6:</b> Analysis of Penetration Capacity of HPLC[3] a.Draw 0.5 ml solution into the sample bottle. b.Put it into a high-performance liquid chromatography (HPLC), and measure the difference of vitamin C osmotic concentration over time. c.Procedure using HPLC to get Vitamin C concentration.(Fig.15.) <b>Conclusion:</b> After enlarging the scales of various fish species in (Exp 1), the cross-sectional area of Mullet is larger than that of other fish species(Table.1.), which is speculated to be the reason why mullet has the most collagen production in (Exp 2). According to (Exp 3), the FTIR patterns of Mullet, Sea Bass, and Gentian grouper are almost overlapping, which means that their collagen properties are relatively similar, while Tilapia is quite different(Fig.9-10.). Then, in (Exp 4), the collagen films of Gentian grouper and Sea Bass were thicker as seen by the naked eye; on the contrary, the collagen films of Mullet were fragile and thin. And from (Fig.16.), we think that vitamin C should be delayed or degraded into dehydroascorbic acid, resulting in two peaks in the Gentian grouper group and the vitamin C concentration of the four fish species does not increase with time. According to (Fig.18-25.), the osmotic concentration of Mullet is the highest and that of Gentian grouper is the lowest. All in all, because the collagen production of Mullet is more than that of other fish species and its collagen membrane has the highest permeation concentration by HPLC, it is identified as the fish species with the best benefits.
【今後の展望/Future potential and its plan】 1. Hope to simplify parameters, such as drug diffusion coefficient, distribution factor, thickness, etc. 2. Some variables can be changed, such as the type of drug molecule, the deployment ratio of polymer membrane concentration etc. 3. It can start with antibacterial or cell culture.
【参考文献/References】 [1]饒梓平(2015)。由魚鱗萃取出膠原蛋白製備人工皮及其在經皮吸收之量化分析。國立中興大學化學工程學系碩士論文。 [2]張佩娟(2011)。虱目魚魚鱗膠原蛋白萃取條件之探討及其在化妝品之應用。亞洲大學保健營養生技學系碩士論文。 [3]楊鈞仁(2007)。利用經個別皮膚的生化參數因子標準化之皮膚滲透係數以建構滲透係數與結構特質之定量相關性。臺北醫學大學藥學研究所碩士論文。

Fig.1.Experiment flow chart



	Tilapia	Mullet	Sea Bass	Gentian grouper
--	---------	--------	----------	-----------------











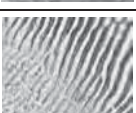

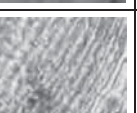
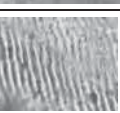
look				
scale				
scale in microscope				

Table.1.Fish scales

	Tilapia	Mullet	Sea Bass	Gentian grouper
Scale size	NO.4	NO.3	NO.2	NO.1(Biggest)
Scale thickness	NO.4	NO.3	NO.2	NO.1(Thickest)
Transparency of the scales	NO.2	NO.1(The most transparent)	NO.3	NO.4

Table.2.Conclusion of Experiment

Fig.6.Simplified process of experiment 2~4

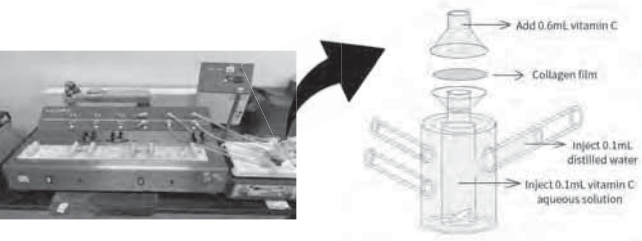
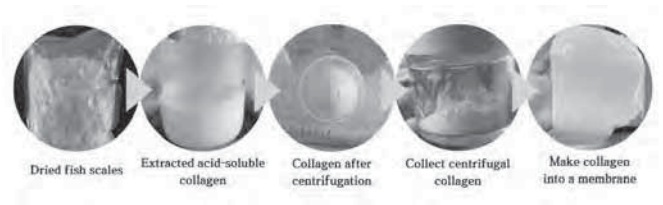


Fig.14.Experimental device and steps of experiment

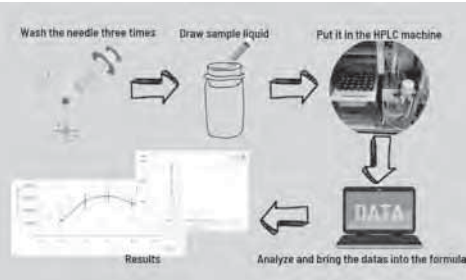


Fig.15.Percutaneous penetration sampling procedure

	Tilapia	Mullet	Sea Bass	Gentian grouper
The concentration	NO.3	NO.1(Highest)	NO.2	NO.4

Table.3.Conclusion of Experiment 6-2

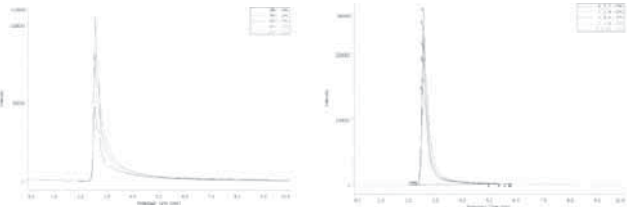


Fig.7.Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR)

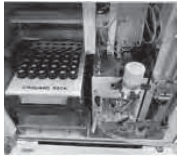
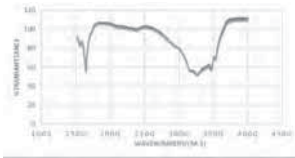


Fig.8.High Performance Liquid Chromatography(HPLC)

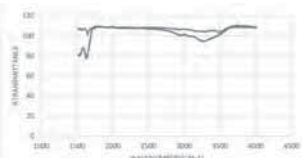


Fig.9~10.overlays the FTIR waveforms of mullet, perch, and gentian grouper(left) and waveforms of Standard Products and Tilapia collagen

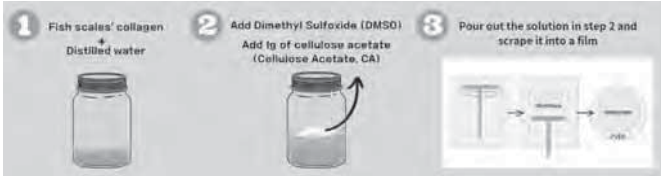


Fig.11.The progress experiment 4

	Tilapia	Mullet	Sea Bass	Gentian grouper
The membranes condition	Between others	Thin and fragile	Thicker than others	Thicker than others

Table.2 Conclusion of Experiment 4



Fig.12.The membranes of Gentian grouper



Fig.13.The membranes of Mullet

Fig.16.Peak chart of HPLC of Gentian grouper at each time period Fig.17.Peak chart of HPLC of Mullet at each time period

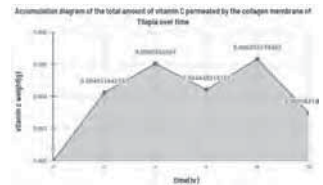
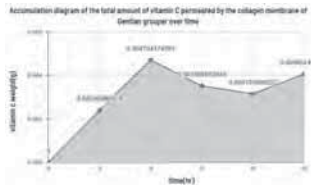
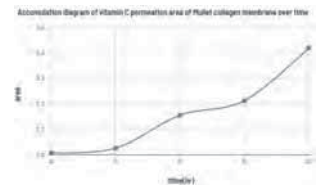
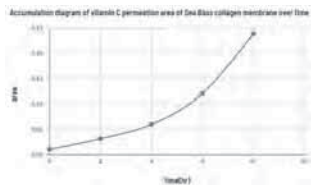
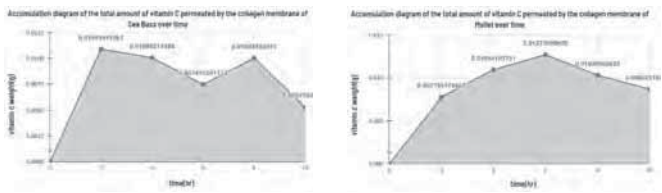
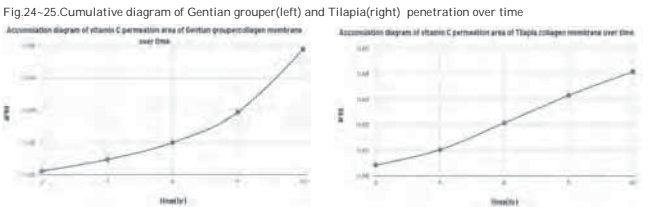


Fig.18~19.The amount of vitamin C permeated by the collagen membrane of Sea Bass(left) and Mullet(right) over time Fig.20~21.Cumulative diagram of Sea Bass(left) and Mullet(right) penetration over time

Fig.22~23.The amount of vitamin C permeated by the collagen membrane of Gentian grouper(left) and Tilapia(right) over time





## 41. Taipei Municipal Yong Chun Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry	<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :			

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Yong Chun Senior High School
【代表者名/Representative's Name】 LIN,CHEN-LING
【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 LIU,YU-CHENG
-------------------------

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Study on Adsorption of Dyes in Wastewater by Bagasse
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 <p>The treatment of industrial wastewater is an important issue, and one of the pollutants is organic dyes, such as methylene blue, which causes an environmental burden. Dyes in wastewater have become the focus of environmental protection because of their high visibility, microbial indecomposition and environmental toxicity, so the method of treating dyes in wastewater has become very important. However, some adsorbents are expensive, making the cost of wastewater treatment too high. The use of agricultural wastes as regenerative adsorbents can be used for the treatment of heavy metals and dye wastewater, which has the advantages of being inexpensive, regenerative, and widely available. Therefore, this study was conducted to investigate the adsorption effect of sugarcane bagasse, a low-cost agricultural waste, as an adsorbent for dyes.</p>
【目的/Goal】 <p>1. To investigate the adsorption effect of sugarcane bagasse on methylene blue. 2. To investigate the effect of different amounts of bagasse on the adsorption rate of methylene blue. 3.To investigate the effect of different temperatures on the adsorption of methylene blue. 4. To explore the effect of different mixing speed on the adsorption of methylene blue. 5. To investigate the effect of bagasse on the adsorption of methylene blue at constant temperature.</p>
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 <p>In this study, sugarcane bagasse, an agricultural waste, was used as the adsorbent material to investigate the effect of adsorption of methylene blue, hoping to solve the wastewater problem and implement the concept of circular economy. Firstly, the bagasse was cleaned, dried, cut and prepared for use, then a methylene blue standard solution was prepared to make the Calibration curve, and finally the adsorption experiment was conducted and the results were analyzed. The effects of different bagasse amounts, temperatures, and stirring rates on the adsorption effect were investigated, and the constant temperature absorption pattern of methylene blue by bagasse was also investigated in this study.</p>
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 <p>1. <b>Literature Review</b> (1) Principle of color concentration detection</p>

## 41. Taipei Municipal Yong Chun Senior High School

The electron will absorb energy when it is excited from the lower energy orbital domain to the higher energy orbital domain, record the wavelength with the maximum absorption, measure the absorbance (A) of the sample at 668nm, and graph the absorbance (A) against the sample concentration (ppm) by Beale's law:

$A = \varepsilon * C * L$  (A: absorbance,  $\varepsilon$ : Mohr's absorbance coefficient, C: concentration (ppm), L: tube length (1 cm)), a sloping line can be obtained, is the Calibration curve. The interpolation method can be used with this metric, the concentration of the sample to be measured (C) was obtained from the absorbance (A).

## (2) Adsorption principle

Physical adsorption:

Mainly for the van der Waals force (including London Diffusion force, Electrostatic attraction), may be single-layer or multi-layer adsorption, usually with low reaction heat, adsorption rate is faster, with reversibility.

Chemical adsorption:

Chemical bonding between adsorbent and adsorbent, all single-layer adsorption, accompanied by higher energy changes, adsorption rate is slower, not reversible.

## (3) Constant temperature adsorption mode

## 1. Langmuir Isotherm

Describe the relationship between the equilibrium concentration of adsorbate and the adsorption capacity on the surface of adsorbent material.

The main assumptions are:

- (1) Adsorption is essentially a single-layer cap.
- (2) The force on the adsorbed material is the same at each adsorption location.
- (3) The adsorption effect of the remaining substances is not affected by the adsorption of substances in one position.

After linearizing the Langmuir formula, we get:  $\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m}$  ( $C_e$  is the equilibrium concentration,

$q_e$  is the adsorption amount at equilibrium,  $q_m$  is the maximum adsorption amount, and  $K_L$  is the adsorption energy constant).

## 2. Freundlich Isotherm

Describe the relationship between the equilibrium concentration of adsorbate and the adsorption capacity on the surface of adsorbent material.

The main assumptions are:

- (1) Multi-layer adsorption mode, the surface of the adsorbed material can adsorb multiple layers of substances.
- (2) Each layer of the adsorbed material still has a considerable adsorption capacity.

After linearizing the Freundlich formula, we get  $\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$  ( $C_e$  is the equilibrium concentration,  $q_e$  is the adsorption amount at equilibrium,  $K_F$  and  $n$  values are Freundlich constants), where  $n$  has three judgmental meanings:

- (1)  $n < 1$  is favorable adsorption
- (2)  $n = 1$  is linear adsorption

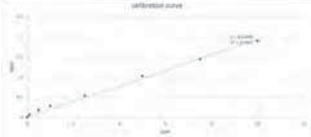
## 41. Taipei Municipal Yong Chun Senior High School

(3)  $n > 1$  is unfavorable adsorption

2. Experimental Results

Calibration curve:

- (1) Configure solutions of methylene blue at 10, 7.5, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.1 ppm.
- (2) Place in UV-Vis spectrometer to measure absorbance (A) at 668 nm and make a calibration curve.



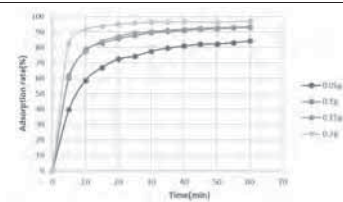
Picture 1

Variables	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
Weight of bagasse	0.05g, 0.1g, 0.15g, 0.2g	0.1g	0.1g	0.05g
Initial concentration of methylene blue	7.5ppm	7.5ppm	10ppm	10, 8, 6, 4, 2ppm
Volume of solution	25ml	25ml	25ml	25ml
Speed of heated stirrer	200rpm	200rpm	200, 300, 400, 500rpm	200rpm
Temperature	25℃	5℃, 25℃, 45℃	25℃	25℃

Experiment 1 : Effect of different amounts of bagasse on the adsorption rate

In the early stage of adsorption, the more the amount of bagasse, the faster the adsorption rate. After the adsorption equilibrium was reached, the adsorption rate was about 85% except for bagasse weighing 0.05 g. The adsorption rate of bagasse could reach 95%. The results showed that the sugarcane bagasse could effectively adsorb methylene blue.

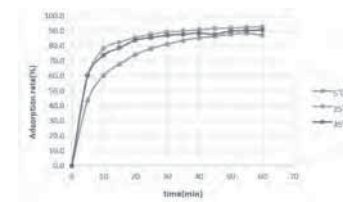
## 41. Taipei Municipal Yong Chun Senior High School



Picture 2

Experiment 2 : Effect of different temperatures on adsorption effect

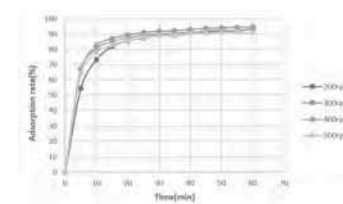
At the beginning of adsorption, the adsorption rate is relatively slow below room temperature, but after reaching the adsorption equilibrium, there is no big difference in the adsorption degree.



Picture 3

Experiment 3 : Effect of different mixing speed on the adsorption of methylene blue

At the beginning of adsorption, the adsorption rate was slower at 200 rpm, and after reaching equilibrium, there was no big difference in the adsorption degree.



Picture 4

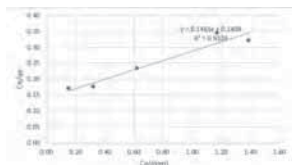
Experiment 4 : Constant temperature adsorption mode study

If Langmuir temperature adsorption mode was used, the maximum adsorption amount  $q_m$  was

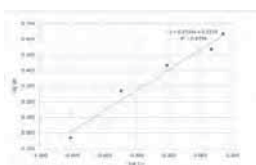


## 41. Taipei Municipal Yong Chun Senior High School

6.8 mg of bagasse, but the correlation coefficient  $R^2$  determined that the adsorption in this study was closer to the Freundlich constant temperature adsorption mode, where the constant  $n=1.58$ , which is favorable.



Picture 5 (Langmuir adsorption mode)



Picture 6 (Freundlich adsorption mode)

Langmuir Isotherm			Freundlich Isotherm		
$q_m$	$K_L$	$R^2$	$K_F$	$n$	$R^2$
6.8259	1.0404	0.9326	3.4182	1.5773	0.9726

### 3. Conclusion

- (1) According to the experimental results, sugarcane bagasse can effectively adsorb the dye methylene blue in industrial wastewater. It is true that it can achieve the effect of improving pollution emission.
- (2) The adsorption rate was faster at the beginning of the adsorption period for different amounts of bagasse, but after reaching the balance, the adsorption rate was almost the same.
- (3) The effect of temperature on the adsorption rate is not obvious.
- (4) The effect of stirring speed on the adsorption rate was not significant.
- (5) The experimental results showed that the adsorption of methylene blue by bagasse was in accordance with Freundlich Isotherm constant temperature adsorption theory.

### 【今後の展望/Future potential and its plan】

1. Increase the number of experiments to confirm the reproducibility of experimental data and reduce the experimental error.
2. Soak different acid-base solutions for chemical modification of bagasse to investigate the adsorption effect of methylene blue after modification.
3. Adding different acid-base solutions to methylene blue to change its pH value and observe the adsorption effect of sugarcane bagasse.
4. To investigate the adsorption kinetics.

### 【参考文献/References】

1. 臺灣國際科學展覽會(2020)。以農業廢棄物芝麻桿做為紡織業常用染料 吸附材質之探討。
2. 台灣環境資源永續發展之研討會(2007)。稻殼吸附有機污染物 METHYLENE BLUE 的實驗研究。高雄市：義守大學生物科技學系
3. 錢柏勳 (2009)。合成胺基磁性吸附劑應用於吸附水中銅離子 [碩士論文]。國立宜蘭大學環境工程學系。
4. 賴伯伶 (2008)。含纖維素之生物吸附劑對重金屬吸附之研究 [碩士論文]。國立中央大學環境工程研究所。

## 42. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

temperature difference of about 30°C.

- We used titanium oxide as an electrode.

• The stable pH of lactate dehydrogenase is 5~11 (1). Thus, 1.0L of mixed aqueous solution containing 0.020 mol/L lactic acid, 0.020 mol/L pyruvic acid, and 0.050 mol/L sodium sulfate used as the support electrolyte was diluted 95 times to pH 5, which was used as solution. The solution was placed in the H-shaped container to the point that one-fourth of the connection of the container is immersed(900mL).

The device was subjected to a difference in temperature and the voltage was measured with a tester. We will call this operation Experiment 1.

The voltages were measured at the point the values displayed by the tester became constant. The results of Experiment 1 are shown in Figure 2.

Next, 0.010 g of lactate dehydrogenase and NADH were added to the solution and the voltage was measured again. We will call this operation Experiment 2. The results of Experiment 2 are shown in Figure 3.

Contrary to the hypothesis, the voltage in Experiment 2 was smaller than in Experiment 1.

In Experiment 2, the enzyme was only added to the solution and was not attached to the electrodes. Therefore, we considered that the enzyme could not pass electrons to the electrodes and the voltage did not increase.

### 【今後の展望/Future potential and its plan】

We think that the failure for the voltage to increase in Experiment 2 was due to the lack of electron transfer between the enzyme and the electrode. To allow electrons to be passed between the enzyme and the electrode, we are considering attaching the enzyme to the electrode in the next experiment.

In this experiment, the solution was diluted to pH 5, but this method resulted in a smaller concentration of lactic acid and pyruvic acid per 1.0L. However, by adding sodium hydroxide, the pH of the solution can be reduced to 5 without reducing the concentration of lactic acid and pyruvic acid. We thought this would allow us to experiment with the original concentrations of lactic acid and pyruvic acid. We expect the voltage value will be larger than when diluted, and it will be easier to see the change in voltage when the enzyme is added.

### 【参考文献/References】

- (1) Tamura,A.et al. "Purification and characterization of lactate dehydrogenase (LDH) in the flour fermentative bacterium Enterobacter cloacae GAO",[https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_10581498\\_po\\_ART0003583485.pdf?contentNo=1&alternativeNo=](https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10581498_po_ART0003583485.pdf?contentNo=1&alternativeNo=) (Reference in 2022-11-7)
- (2)Eguchi,H.et al. "Inversely polarized thermo-electrochemical power generation via the reaction of an organic redox couple on a TiO<sub>2</sub>/Ti mesh electrode", <https://www.nature.com/articles/s41598-021-93269-7#article-info>,(Reference in 2022-11-7)

## 42. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☒化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics & Information ☐その他/Others specifying :

### 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

【代表者名/Representative's Name】 Yuto Takasu.

【メンバー/Member】 Yudai Koguma. Kouki Matsuo. Issei Mitani.

### 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Tosiya Hirayama.

### 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 The use of lactate dehydrogenase for thermo-electrochemical cells

### 【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Recent years, global warming has been progressing rapidly due to carbon dioxide and other greenhouse gases. Therefore, we focused on thermo-electrochemical cells, a power generation method that does not emit by-products such as carbon dioxide and can also generate electricity using low thermal energy. The thermo-electrochemical cells consists of an electrolyte with an oxidizer, a reductant that can react reversibly and two electrodes that sandwich the solution. When a difference in temperature occurs between cathode and anode, the rate of the oxidation-reduction reaction differs between the low and high temperature sides, causing a difference in the concentration of ions. This device generates electricity by the diffusion of ions resulting from the difference in the ion concentration. However, one challenge with this device is that the power obtained is less than other power generation methods. Therefore, we conducted an experiment to improve the power generated.

### 【目的/Goal】

To investigate how much the voltage increases when lactate dehydrogenase is added to thermo-electrochemical cells and verify whether the use of lactate dehydrogenase in thermo-electrochemical cells are practical or not. We are also planning to use the temperature difference between body temperature and outside temperature to generate electricity for applications such as cardiac pacemakers in the future.

### 【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

Lactate dehydrogenase is known to catalyze the redox reaction between pyruvate and lactate through nicotinamide adenine dinucleotide (NADH). We thought that adding these enzymes to the solution would increase the reaction rate of the redox reaction between lactic acid and pyruvic acid. By doing so, we thought that the electron transfer would be greater and the power obtained would be greater.

### 【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

Figure 1 is a simplified diagram of the experimental apparatus fabricated in this study.

- Two 500-mL PET bottles were connected with a rubber hose to create an H-shaped container.
- Lactate dehydrogenase ceases to be active above 50°C and may be inactivated above 60°C(1). Therefore, the temperature of the solution was set to about 40°C on the hot side and 10°C on the cold side, a

## 42. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

Figure 1: Simplified diagram of the device created

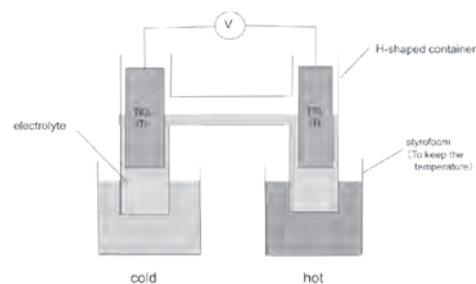
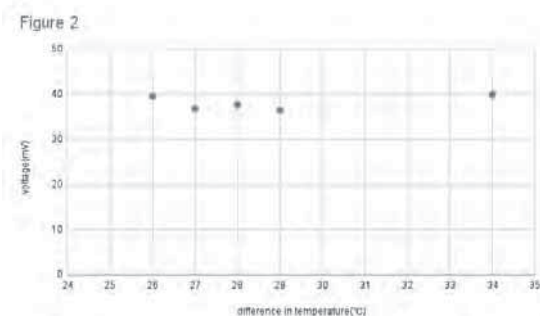


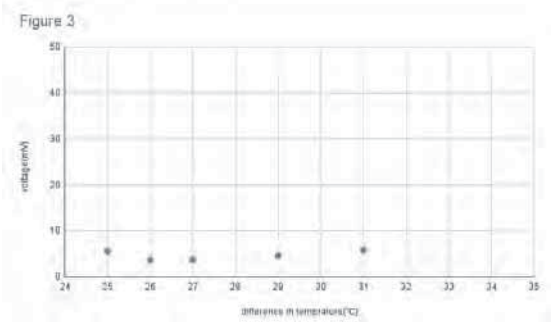
Figure 2: Graph of temperature difference vs. generation potential in pyruvate-lactic acid system





42. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

Figure 3: Graph of temperature difference vs. power generation potential in pyruvate-lactate + enzyme system



43. Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい Hiroo Gakuen Junior & Senior High School	
【代表者名/Representative's Name】 Haruka Hanamura	
【メンバー/Member】 Haruka Hanamura	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Yuki Kojima	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 Challenge to Fabricate Perovskite Solar Cells using Nickel and Ionic Liquids	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 Perovskite solar cells, which use a compound with a crystalline structure called perovskite, are made from several layers (Fig. 1). They can be mass-produced using coating and printing techniques, and are expected to be lightweight solar cells that are resistant to distortion. The perovskite crystals(Fig. 2) are contained in the perovskite layer, which is the layer that absorbs light among the layers that make up a perovskite solar cell. Perovskite solar cells generate electricity when electrons excited by the absorption of light by the perovskite layer move in an electric circuit. Perovskite crystals are often made using lead, which is harmful to the human body, but lead-free perovskite solar cells, which are safer to use, are attracting attention. In my research, nickel is used as a substitute for lead (Fig. 3). When a precursor solution of the perovskite layer was prepared using nickel as a substitute for lead, coated on glass, and calcined, this layer became colorless immediately after calcination. This means that the visible light region could not be absorbed sufficiently, and the power generation efficiency would be reduced. Then, I read a paper[1] by Prof. Tetsuya Touma and his colleagues at Kanazawa University, who found that by depositing a perovskite layer without ionic liquid on top of a perovskite layer with ionic liquid added, a perovskite layer with higher performance and longer lifetime could be deposited. Ionic liquids are liquid salts composed solely of ions, which are characterized by their non-volatility and flame resistance, high ionic conductivity, high thermal stability, and excellent electrochemical properties. By adding an ionic liquid to it (Fig. 4), I happened to discover a perovskite layer that can be controlled according to the surrounding humidity so that the color of the perovskite film goes from colorless to colored even at room temperature. Among them, the colored perovskite layer can absorb visible light. These factors led to the idea that nickel and ionic liquids can be used to develop organic-inorganic hybrid solar cells and hydrochromic materials.	
【目的/Goal】 To synthesize perovskite films using nickel and ionic liquids to produce harmless, high power generation efficiency solar cells.	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 Currently, perovskite solar cells are expected to be thinner and lighter than conventional silicon solar cells. Among them, I am researching perovskite solar cells that do not use lead, since they are harmful to the human body. However, when the perovskite layer was made with nickel, it became transparent. Therefore, I used ionic liquid, a material that is not originally used in making perovskite solar cells, for it. By doing so, I coincidentally synthesized a chromic material. Chromic materials are substances that change their observed color in response to changes in molecular structure caused by external conditions such as humidity and temperature.	

43. Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 Based on preliminary experiments, a colored perovskite layer was observed, though it was colorless previously. Thus, it can now absorb at least some of the visible light region. I measured how much of that absorbed light can be used to generate electricity, yet. Therefore, I am in the middle of figuring out whether nickel can generate electricity even if it were not in perovskite crystals. I made an entire perovskite solar cell using nickel with ionic liquid added and measured its power generation efficiency. As a result, the power generation efficiency was approximately 0.00341%, short circuit current density was approximately 0.01125 mA cm <sup>-2</sup> , the was approximately 0.1125 V, and the Fill factor was 0.0751. This result indicated that the sample that I made could generate electricity, although the efficiency is extremely small.
【今後の展望/Future potential and its plan】 I am trying to figure out how to optimize fabrication conditions both as a chromic material and as a perovskite solar cell. At this point, I have not been able to confirm whether the colored material that I have synthesized is perovskite crystals. So I would like to identify what is causing the color change and the composition and crystal structure of those compounds, and verify under what conditions the color change is most likely to appear. In one paper that studied nickel-based hybrid organic/inorganic metal halide for photovoltaic applications[2], the efficiency was 0.16%. Thus, I want to make a perovskite solar cell using nickel that goes over that power generation efficiency.
【参考文献/References】 [1] Shahiduzzaman, Md, et al. "Ionic Liquid-Assisted MAPbI3 Nanoparticle-Seeded Growth for Efficient and Stable Perovskite Solar Cells." 2021 [2] Daniel Ramirez, et al. "New nickel-based hybrid organic/inorganic metal halide for photovoltaic applications." 2018

43. Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

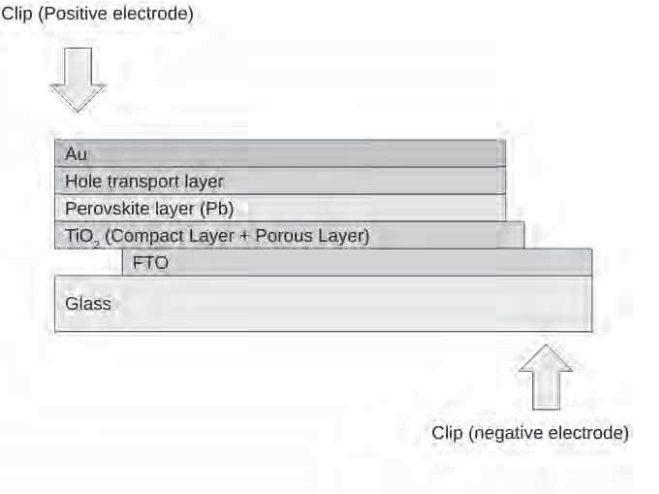


Figure 1 Cross-section structure of a general perovskite solar cells which uses Pb for the perovskite layer

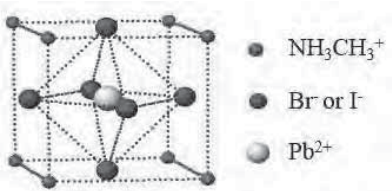


Figure 2 Image of a perovskite structure



### 43. Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

Clip (Positive electrode)

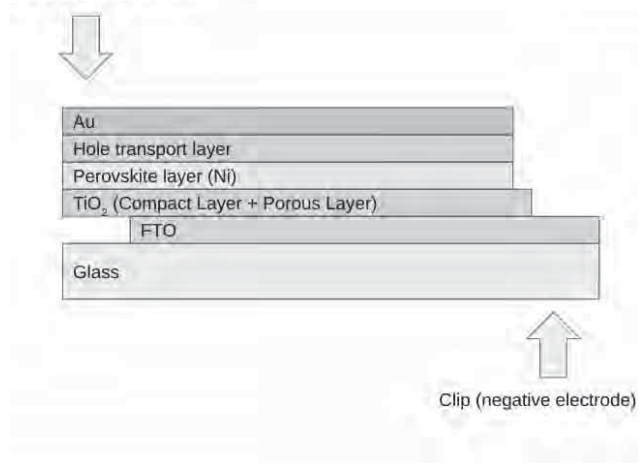


Image of completion

Figure 3 Cross-section structure of a lead-free perovskite solar cells which uses Ni instead of Pb for the perovskite layer

### 43. Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

Clip (Positive electrode)

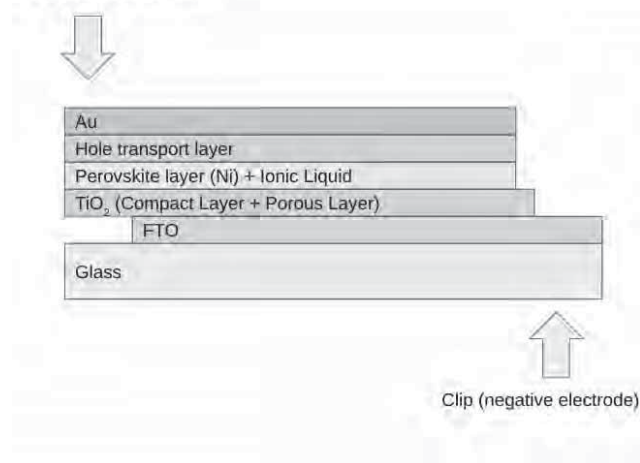


Image of completion

Figure 4 Cross-section structure of a lead-free perovskite solar cells which uses Ni instead of Pb for the perovskite layer with ionic liquid

### 44. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに印をして下さい。Check only one appropriate field

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

【代表者名/Representative's Name】 Funada Shoma

【メンバー/Member】 Ohshima Kiyoshiro, Nakamura Yukito, Fujii Yuito

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Mr.Aoki Shunnichi

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Conditions that facilitate adsorption of lactic acid with wastes

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Today, the world is moving toward a "decarbonized society. This is why a shift from fossil fuel-derived plastics to biodegradable plastics that can be degraded is underway. Among these, polylactic acid (PLA), which is derived from vegetable and bio-materials, is one of the most promising materials currently undergoing research and improvement. The widespread use of it will reduce the amount of carbon dioxide used in the production of plastics. It will also help solve the problem of plastics in the oceans by decomposing plastics that are abandoned in the ocean. However, polylactic acid is difficult to biodegrade in the ocean, and after hydrolysis, lactic acid remains in the ocean. Therefore, we thought of using activated carbon to adsorb lactic acid.

【目的/Goal】

Using activated charcoal from rice husks, which is difficult to process, and activated charcoal from bamboo, which is causing bamboo damage, to adsorb lactic acid and improve water quality. In addition, by improving the problem of polylactic acid, the diffusion rate of biodegradable plastics will be increased. By improving water quality, the project will increase the achievement of the SDGs "Protect the richness of the oceans" and "Responsible use of resources" by reducing the use of fossil fuel-based plastics.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

By changing the raw materials, manufacturing method, and use of activated carbon, the conditions suitable for adsorption of lactic acid are clarified. Also, by setting the activated carbon materials to those that are problematic, the amount of waste that is difficult to process will be reduced while lactic acid is adsorbed. Through this research, we aim to solve the marine microplastics problem from a new perspective by showing the possibility of removing lactic acid currently present in seawater.

### 44. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

We conducted experiments with three hypotheses. The study process is shown in Figure 1.

Hypothesis 1: Regarding "the adsorption rate is greater for substances with smaller density," this experiment will compare the adsorption rates of activated carbon from bamboo and rice husks of the same weight. For the same weight, the substance with smaller density has a larger volume. Therefore, the adsorption rate of the rice husk with smaller density is considered to have a larger adsorption rate. Figure 2 shows that bamboo has a higher adsorption rate than rice husks. Bamboo activated carbon has a sponge-like structure, which results in a larger surface area. Therefore, the adsorption rate of bamboo was greater than that of rice husks. We also believe that this structure of bamboo is due to the vascular bundles of bamboo

Hypothesis 2: "The adsorption rate of lactic acid is greater when the stirring time is increased." Stirring is a process that promotes reactions between different phases. This phenomenon was considered to occur in the case of both rice husk and bamboo. Figure 3 shows that in the case of rice husks, the adsorption rate decreases as the stirring time increases. The reason for this is that as the lactic acid is adsorbed, a concentration difference occurs between the lactic acid solution and the rice husk charcoal, and the adsorption occurs to reduce the concentration difference. From this, we believe that rice husks are not suitable as an adsorbent. Figure 4 shows that in the case of bamboo, the adsorption rate increases as the stirring time increases. The reason for this is thought to be that bamboo has a sponge-like structure and contains solution inside the bamboo, making it difficult for concentration differences to occur around the bamboo charcoal and preventing desorption.

Hypothesis 3: "Further heating of carbonized material does not increase micropores and does not change the adsorption rate of lactic acid," based on the results of the experiment, rice husks were not used in this experiment. Figure 5 shows that the adsorption rate is greater for bamboo heated for 2.5 hours than for bamboo heated for 1 hour. We considered that the activated carbon obtained in 1 hour was not completely carbonized; 2.5 g of activated carbon obtained in 1 hour and 1.0 g of activated carbon obtained in 2.5 hours, and from this difference in mass, we considered that some of the activated carbon was not carbonized in 1 hour.

【今後の展望/Future potential and its plan】

- Increase the number of experiments to improve the reliability of the results.
- Use vascular materials as adsorbents.
- Increase the number of experiments and improve the reliability of the results.
- Find out if the results change with or without stirring.

【参考文献/References】

- (1) (nature3D,Misconceptions about PLA biodegradable plastics)  
[https://nature3d.net/explanation/pla\\_notreally.html](https://nature3d.net/explanation/pla_notreally.html)
- (2) Presentation of student research project of R3 year students at Kasumigaoka High School
- (3) First presentation of student research project at Kasumigaoka High School R4



Chart 1 (experimental procedure)



Chart 2



Chart 3

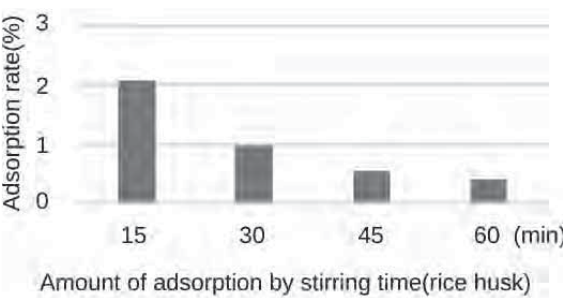


Chart 4

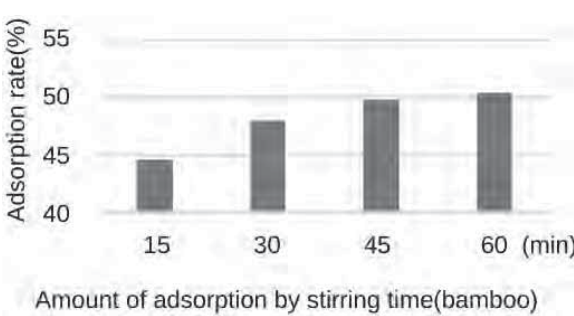
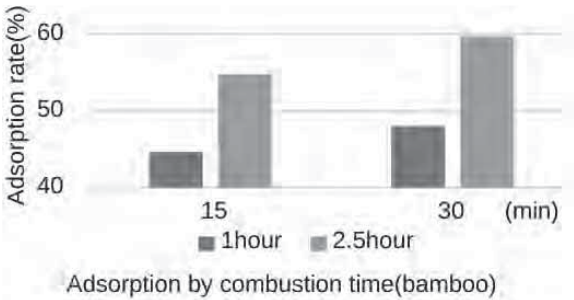


Chart 5



ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Rikkyo Junior High School

【代表者名/Representative's Name】 Shota Sawaguchi

【メンバー/Member】 Shota Sawaguchi, Takayoshi Kobayashi, Daniel Reo Fine

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Hiroshi Goto

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Fly ! Film Case Rocket

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

When I was in the primary school, I experimented the flying the film case rocket for the first time. Ever since, I was curious about how the film case flies and what are the important elements to make the films fly.

【目的/Goal】

In this experiment, we used sodium sulphate anhydrous, sodium hydrogen carbonate and fumaric acid, which is included in forming bath salt to make our own hand-made bath soap and find the roles of sodium sulphate anhydrous, sodium hydrogen carbonate and fumaric acid.

For that, we experimented with different amounts of sodium sulphate anhydrous, sodium hydrogen carbonate, fumaric acid, and water and recorded time when the lid is launched.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

Methods

【Process of the experiment】

1. We made a hand-made bath soap by mixing sodium sulphate anhydrous, sodium hydrogen carbonate and fumaric acid with ethanol until it started to break apart in a powdered form, resembling the feel of new thick snow.
2. We packed the hand-made bath soap in a sample bottle.
3. We added water in the sample bottle and closed the lid.
4. We recorded the time between closing the lid, and the launch of the lid, and rounded off after the 2<sup>nd</sup> place decimal point.

Experiment 1) Experiment on different ratios of the amount of water:

We made multiple hand-made bath soaps from the following amounts of sodium sulphate anhydrous, sodium hydrogen carbonate, and fumaric acid.

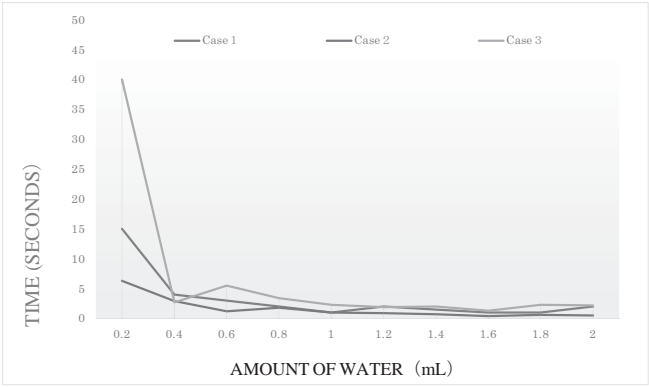
We fixed the amount of hand-made bath soap in the sample bottle at 3g and changed the amount of water from 0.2ml to 2.0ml by a 0.2 ml unit.

- Case 1: 15g of sodium sulphate anhydrous, 15g of sodium hydrogen carbonate, 10g of fumaric acid
- Case 2: 0g of sodium sulphate anhydrous, 15g of sodium hydrogen carbonate, 10g of fumaric acid

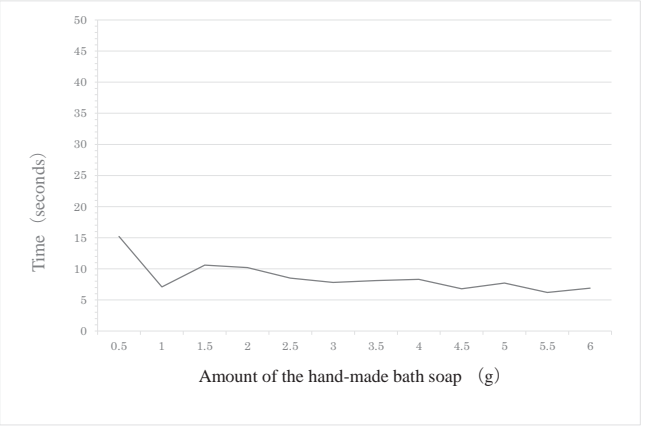


45. Rikkyo Junior High School

・ Case 3: 15g of sodium sulphate anhydrous, 7.5g of sodium hydrogen carbonate, 5g of fumaric acid
<b>Experiment 2) Changing the amount of hand-made bath soap :</b> With the ratio of 15g of sodium sulphate anhydrous, 5g of sodium hydrogen carbonate, 10g of fumaric acid, we changed the amount of the hand-made bath soap in the sample bottle from 0.5g to 6.0g by a 0.5g unit. We fixed the amount of water at 0.2ml. <b>Result</b> <b>Experiment 1) Experiment on different ratios of the amount of water:</b> The results are on graph 1. In Case 1, when the amount of the water was at 0.2ml, the time until the launch of the lid was long, but when the amount of water was at 0.4ml to 2.0ml, the time until the launch of the lid was almost the same. In Case 2, when the amount of the water was at 0.2ml, the time until the launch of the lid was relatively short compared to Case 1, but when the amount of water was at 0.4ml to 2.0ml, the time until the launch of the lid was almost the same as Case 1. In Case 3, when the amount of the water was at 0.2ml, the time until the launch of the lid was relatively long compared to Case 1, but when the amount of water was at 0.4ml to 2.0ml, the time until the launch of the lid was almost the same as Case 1. <b>Experiment 2) Changing the amount of hand-made bath soap :</b> The results are in Graph 2. Even though we changed the amount of the bath soap, the time of the lid launching was almost always the same.
<b>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> By comparing the seconds in Cases 1, 2, and 3 with the 0.2ml in Graph 1, we recognized that the more sodium sulphate anhydrous, the longer the time until the lid launched. We came to conclude that sodium sulphate anhydrous is a chemical that prevents reaction of carbon dioxide. And from Graph 2, we recognized that the amount of the hand-made bath soap does not interfere with the time until the lid launches, because time until the launching of the lid did not change with the different amounts of the hand-made bath soap.
<b>【今後の展望／Future potential and its plan】</b> We would like to research the relationship between the amount of carbon dioxide and the time until the lid launches.
<b>【参考文献／References】</b> 発砲自作用入浴剤をつくらう！ <a href="http://www.hyogoc.ed.jp/~saiten/seito/oyoka03/bub0.htm">http://www.hyogoc.ed.jp/~saiten/seito/oyoka03/bub0.htm</a> 2022 年 7 月 15 日閲覧



GRAPH 1 Experiment on different ratios of the amount of water



Graph 2 Changing the amount of hand-made bath soap

46. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
<b>参加者／Participant's Information</b> 【学校名／School Name】 Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School 【代表者名／Representative's Name】 Mahiro TAKAHASHI 【メンバー／Member】
<b>指導教員／Supervising Teacher</b> 【お名前／Name】 Yoshihiko TANAMURA
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b> 【タイトル／Title】 A tough gel created by poly(vinyl alcohol), borax, and water 【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 This idea is to treat freeze-thawed poly(vinyl alcohol) (PVA) physical gel with borax and make the gel tougher. Hereinafter this gel is called "PVA-ft-b gel". The concrete formula that seems to be promising is to immerse freeze-thawed PVA gel <sup>1)</sup> in borax aqueous solution. I came up with the idea when I got to know about "sacrificial bond principle" <sup>2)</sup> , the principle that introducing weak bonds (sacrificial bonds) into a strong structure makes the whole gel tougher. This is caused because weak bonds are destroyed first and absorb energy, protecting the strong structure when an external force was applied to the gel. If reversible bonds were used as sacrificial bonds, the gel can show its strength repeatedly, because destroyed sacrificial bonds will be repaired. I knew that PVA can be crosslinked in many ways such as freeze-thawing and reacting with glutaraldehyde or borax, and that borax bonds are reversible and weak <sup>3)</sup> , whereas others are irreversible and strong. Then, I thought that it may be possible to develop a tough gel that is produced from versatile materials in simple and safe process by introducing borax bonds into freeze-thawed PVA physical gel. 【目的／Goal】 I started this research to make tough gels, which have a great potential completely different from conventional materials, closer to us. Gels are soft and wet unlike plastics or metals or other materials originally, and tough gels have enough strength as structure materials. So, they can create many new values. One unique example is soft robots. When we look at or touch them, we can feel as if they were living things, not artificial robots, and we can be healed mentally so much. However, gels and gel-products are not familiar now. I suppose that it is because some tough gels require special materials, or the production process is complicated. PVA-ft-b gel in my idea uses only common and versatile materials and the production process is also very simple. I want to make PVA-ft-b gel practical by revealing the conditions that decide the properties in this research, and ideally broaden gels as structural materials! 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 To my best knowledge, there is no report on freeze-thawed PVA physical gel with crosslinks of borax, whereas PVA-borax complex is well known as a toy called "slime" and freeze-thawed PVA physical gel is also researched well. Hence, I think my research is a novel attempt. My research activity is also rich in creativity. While planning and conducting experiments, a lot of troubles have been occurred because of little funds, but

46. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High School

I have been trying to solve each problem with ingenuity. I have been going to 100-yen shops and home centers frequently, looking for something convenient for my research. For example, I am using water pipes as molds to pour PVA aq. into and conduct freeze-thawing process. The pipes are made of copper and able to be cold quickly. This feature lessened variations in the experimental environment. Besides, I can make many specimens in the same cylinder shape at once. Another example is tea strainers used in water-soaking experiment. These also made experiments easier and improved them a lot. When I found the tea strainer for the first time, I felt, "This is it! If I use this for my experiments, they will be quite easier and more accurate." At that time, I was using paper to absorb extra water on gel's surface, but in this way, fiber of the paper sticks to the gel and the measurement was not very accurate. Tea strainers improved the experiments' quality as I hoped. Like these examples, I have been considering everything as instruments to make experiments better.
<b>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> I tried to make PVA-ft-b gels, changing the order of operations. The specimens are expressed by lining alphabets for each operation, showed in Table 1. In this experiment, all specimens added borax aq. showed more shear strength than the one added water showed (Figure 1). However, specimens added borax aq. at the initial stage of gelation by freeze/thawing did not stand by themselves (Picture 1). Shear strength was measured by this way: Cylinder-shaped specimens were cut on a scale using a plate (0.5 mm in thickness, made of aluminum) (Picture 2), while taking a video. Shear strength was estimated from the video. When the specimen is cut, the specimen separates from the plate and the value of the scale decreases rapidly (Figure 2), thus, the value right before the decrease was read. From this experiment, the importance of operating order was revealed. Moreover, I found the method promising by making freeze-thawed PVA gel tougher actually by adding borax. After that, I soaked the specimens to water as Figure 3 to know their water-resistant. All of the specimens dissolved, and ones added borax aq. were more difficult to dissolve (Figure 4). However, it seems difficult to use PVA-ft-b gel for something which may be exposed to water.
<b>【今後の展望／Future potential and its plan】</b> I am conducting more experiment and going to reveal more on PVA-ft-b gel. For example, the effects by concentrations of PVA and borax will be revealed. Water resistance is also an issue. Besides, I am going to show this research to people in industry at annual meeting of Chemical Society of Japan and listen to their opinion. Ideally, I want to produce PVA-ft-b gel at a large scale with a chemical company and make it a familiar material. I hope gel's capability is come to be known widely through this easy-making material and gel products help people in many ways. I am planning to publish a paper in a journal at the last of my research to approach my goal.
<b>【参考文献／References】</b> 1) Adelnia. <i>et al.</i> Freeze/thawed polyvinyl alcohol hydrogels: Present, past and future. <i>Eur. Polym. J.</i> , <b>185</b> , 164164 (2021). 2) Gong. Why are double network hydrogels so tough?. <i>Soft Matter</i> , <b>6</b> , 2583-2590 (2010). 3) Casassa. <i>et al.</i> The Gelation of Polyvinyl Alcohol with Borax: A Novel Class Participation Experiment Involving the Preparation and Properties of a "Slime". <i>J. Chem. Educ.</i> , <b>63</b> , 57-60 (1986).



Operations	Abbreviations
Freeze at -20°C for 24 h	F for Freeze
Thaw at 15°C for 24 h	T for Thaw
Add 10.0 g of borax aq. (5.00 wt%)	B for Borax
Add 10.0 g of water	W for Water

Table 1 The relationship between abbreviations and operations.

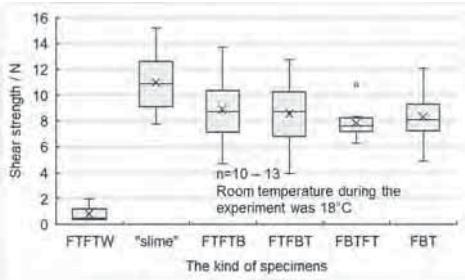
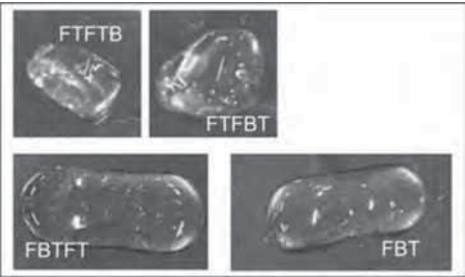


Figure 1. The shear strength of each kind of specimens.



Picture 1 The specimens after 24 hours.

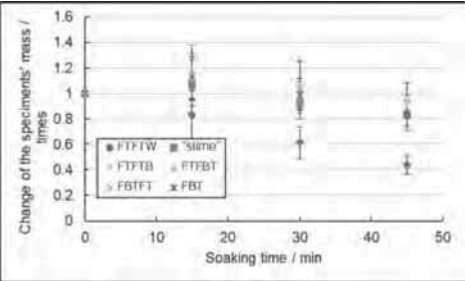


Figure 4 The result of the measurement of water-resistance.



Picture 2 The method of the measurement of shear strength.

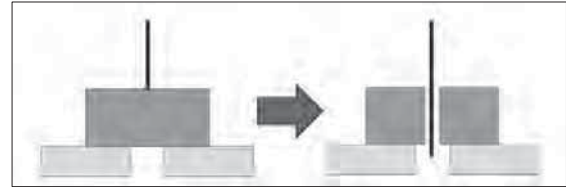


Figure 2 The schematic diagram of the measurement off shear strength.

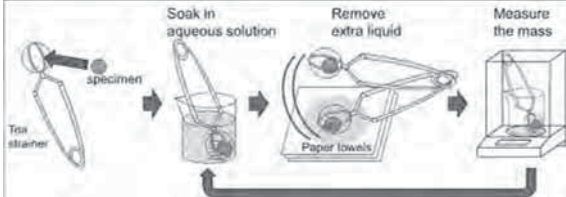


Figure 3 The process of the measurement of water-resistance.

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry	<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :			

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】※  
Taipei Municipal Dazhi High School

【代表者名/Representative's Name】LIN,YOU-TENG

【メンバー/Member】CHIU,YI-PO・SUN,YI-TENG・LU,JUN-PENG

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】Hsieh, Chun -Yi

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】The investigation of the pulling force caused by a forced vortex

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】(摘要)

- When the static fluid is swirled by an external force, the liquid is drained to the periphery. The liquid blocked by the outer wall is pushed upward, and then flows from the periphery to the center generating a pulling-down force on tested object, (figure 1). In the experiment, we used the electromagnetic stirrer to generate a pulling force caused by a forced vortex and used a Styrofoam ball as a tested object. The experiment is designed to explore the influence on the pulling force formed by different variables at different rotating speeds.
- The first part of the experiment is the effect of different concentrations of aqueous solutions on the pulling force. We found that the density and the pulling force are positively correlated, while the viscosity is negatively correlated with the pulling force. From this experimental result, we used corn flour as the solute to make multiple sets of concentration solution.
- In the second part of the experiment, we investigated the influence of the sphere depth immersed in the water on the pulling force. We used the height of the bracket as a benchmark and converted it to the immersion depth.
- The third experiment is the influence of the vortex size on the pulling force. We adjusted the speed of the magnetic stirrer, the volume of water, and container size in order to create the same proportional curve on the vortex radius and vortex depth. Finally, we used the software "GeoGebra" to draw curves to make sure the vortex shape was proportionally changed.

【目的/Goal】

- The research of the pulling force caused by the vortex of different kinds of liquid at the same rotating speed.
- The effect of the sphere depth immersed in the water on the pulling force.
- The effect of fluid temperature on the pulling force
- The influence of the proportional changes of the vortex size on the pulling force.

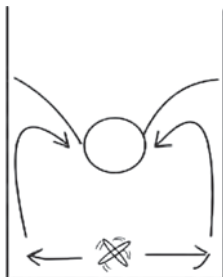
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

We control the electromagnetic stirrer to produce many sizes of the vortex and then measure the pulling



## 47. Taipei Municipal Dazhi High School

force correspondingly. Drawing and fitting the related curve of the pulling force with the increased radius can be applied to predict the pulling force of huge size radius of forced vortex.
<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> We are confident in the measurement of the pulling force caused by forced vortex. We use viscosity and density properties to explain the results of pulling force in the case of different kinds of liquid and different liquid temperature.
<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> 1. Design a new method to measure the viscosity of liquid by using the vortex system. 2. Solve the problem on the unexpected results about different immersion depth in the water. 3. Use a waterproof motor as new driving force for the vortex formation. Increase the distance between the motor and the bottom of the beaker and measure the pulling force. Draw the graph of the motor position against the pulling force.
<b>【参考文献/References】</b> 1. 林奕汝 (2012)。「漩」機妙算。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 2. 董其桓 (2012)。「Imagina「漩」」。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 3. 相關計算,球缺與球冠的區別-中文百科全書 4. 黃一玄 (2014)。「黏度 (或稱黏滯性) (Viscosity)」。科學 Online。



The Vortex formation principle (Figure1)

## 48. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School · National Tainan Girls' Senior High School · Sheng Kung Girls' High School

(2) The program library of the Open Source Computer Vision Library (opencv) instant image processing system is used to record the change of the diffraction light point image, analyze the change of the moving position of the light point within a certain range, write the Object Traking object identification program to track the target light point, analyze the eight object tracking algorithms built into opencv, select the CSRT algorithm with the highest accuracy and fast speed, carry out diffraction point tracking, save the displacement of the light point at different times as a .csv file, and use the code base Obspy of seismic data processing to carry out vibration spectrum analysis, draw seismic data and process seismic signals. (3) In order to optimize the diffraction spot image tracking of the object recognition program developed in experiment (1), the Class program optimization program is used, and the class external function is used to realize multi-execution image processing, and then the main program calls the custom function to transmit the image for analysis, so as to reduce the cache space of the stored data, and increase the original 8fps to 29fps to achieve the effect of improving the diffraction point image tracking recorded by the camera. (4) Through the one-piece 3D printing technology to miniaturize the size of the device, and design enough vibration space of the single pendulum device and use PET film grating sheet to plan the installation position of the photographic camera, so that the device can reduce the size while maintaining the original stability and accuracy. (5) In addition to the currently developed diffraction point image tracking mode, it is also planned to use Charge Coupled Device (CCD) array IC components to detect changes in diffracted light spots, and through the design of appropriate circuits, such CCD array IC elements can directly measure vibration signals, so as to achieve the goal of device modularization.
<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> 1. Device architecture (1) The laser in the device is shot into the grating sheet at the end of the pendulum, and it is known that the more notches the grating sheet has per mm, the more the distance between the diffracted light spots will be According to the size of the device, using 300 grating sheets/mm, the diffractive photoelectric will have a linear change relationship as the angle of the pendulum increases, as shown in the figure 1, the diffracted light spot is generated on the screen through the above characteristics, and the camera is used to record the distance change of the diffracted light point image when vibration occurs. Figure 2 shows the linear change of different angles at 300 bars/mm. (2) Use Tacer to analyze the image data of the diffracted light spot when the vibration occurs, so as to obtain the response relationship between the vibration and the diffracted light spot signal. 2. In order to be practical, it is necessary to capture and analyze the image immediately. Write in Python and use the Object Traking algorithm of OpenCV's CSRT to track light points, as shown in Figure 3. The green frame is the target for tracking, and then pass the data through Obspy conducts vibration spectrum analysis and draws a line graph to output time and frequency as shown in Figure 4. Save the analyzed image file as a .csv file as shown in Figure 5. Table.1 is a performance analysis and comparison chart of 8 opencv algorithms.



fig 1 number of laser lines

## 48. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School · National Tainan Girls' Senior High School · Sheng Kung Girls' High School

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result <b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying : Engineering
<b>参加者/Participant's Information</b> <b>【学校名/School Name】</b> Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School · National Tainan Girls' Senior High School · Sheng Kung Girls' High School <b>【代表者名/Representative's Name】</b> Chen Pin-Rui <b>【メンバー/Member】</b> Liu Bo-Yun · Tsai Yun-Chieh · Wan Chien-Yu <b>指導教員/Supervising Teacher</b> <b>【お名前/Name】</b> Ko Shih-Wei
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b> <b>【タイトル/Title】</b> Vibration detection by optical diffraction based on Image recognition of Python program <b>【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】</b> Based on the research of the 2022 Taipei City Medium Science Research Funding Program, an experiment was done to measure the vibration of a building using grating diffraction. A grating is a glass or metal sheet with many dense grooves (slits). When light passes through the slits, it will be diffracted, combined with the pendulum structure for vibration measurement, and then the Tracker software would track the changing data of the diffraction light point, analyzing the value through obspy and turn it into the seismic spectrum. In the above experimental process, two major problems were found: 1. The changed signal of the diffracted light point caused by vibration is tracked by the Tracker software after being captured by the camera, and then the spectrogram is output through obspy. Therefore, the earthquake-related data cannot be obtained in time. 2. Since the fps captured by the camera is not a fixed value, there will be miscellaneous values during the fast fourier transform (FFT) conversion process of obspy. In order to solve these problems, the research topic uses Python software with OpenCV to perform real-time diffraction spot image tracking, and optimize the sampling parameters of the obspy program to reduce the noise value of FFT conversion of the diffracted light spot vibration signals.
<b>【目的/Goal】</b> (1) Establishment of a model for the analysis of small vibrations using grating diffraction images. (2) Use python software to develop opencv-based Object Tracking object recognition program, cooperating with obspy for vibration spectrum analysis. (3) Optimization the image recording of diffracted light spots with class program and increase the camera sampling rate through multi-threading. (4) Miniaturization the dimensions of the grating diffraction vibration measuring device and maintain its stability and accuracy. (5) Establishment of a modular circuit for tracking diffracted light spots using CCD arrays.
<b>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</b> (1) Further modularize the research measuring device and achieve the same effect of diffraction optical measurement vibration with a smaller structure, optimizing the software for image processing and analysis of diffracted light spots. This way, the device can monitor the vibration signals in real time with optical measurement technology.

## 48. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School · National Tainan Girls' Senior High School · Sheng Kung Girls' High School

<p>fig 2 angle change diagram</p>
<p>fig 3 light spot tracking</p>
<p>fig 4 spectrogram</p>
<p>fig 5 Picture file</p>



td 1 algorithm comparison chart flowchart class

Algorithm	BOOSTING	MIL	GOTURN	TLD
Speed	slow	slow	middle	middle
Accuracy	low	low	middle	middle
Illustrate	Slower and not very accurate.	More accurate than BOOSTING, but still not very accurate.	A tracker that requires a deep computing model to work.	Average speed, average accuracy tracker.

Algorithm	MEDIANFLOW	KCF	MOSSE	CSRT
Speed	middle	fast	fastest	fast
Accuracy	middle	high	high	Highest
Illustrate	For jumping or fast-moving objects, the judgment is not very accurate.	Good tracker, but not very accurate when objects are occluded.	Fastest, but slightly less accurate than KCF and CSRT.	The accuracy is better than KCF, but the speed is slower than KCF.

(3) Figure 6 is an external function class, when the camera catches a photo of Zhen will fill it in the buffer area, wait for Tracking to take it away and analyze it, the photo in the buffer area is useless, so it is cleared, you can achieve the effect of reducing the cache space, Figure 7 is called in the program to include a number of class.



fig 6 function class

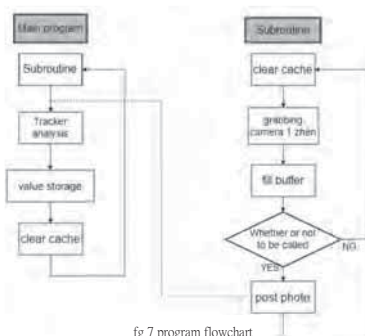


fig 7 program flowchart

(4) Print 8 \* 10 \* 16 3D printing to replace the original iron frame, 3D printing is one-piece and does not need to be fixed with

screws like the iron frame, as shown in Figure (8), can have high stability, as shown in Figure (9).

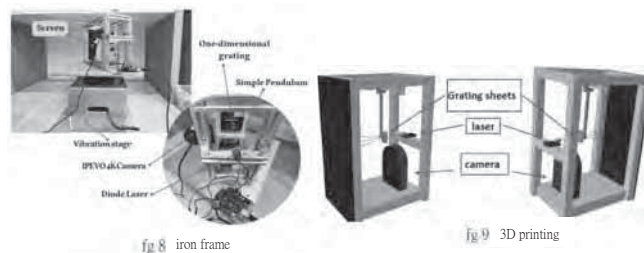


fig 8 iron frame

fig 9 3D printing

#### 【今後の展望／Future potential and its plan】

1. Use a CCD element such as TDC1201D to measure the diffracted light spot, so as to completely modularize the device
2. Cooperate with IoT to achieve real-time data backhaul

#### 【参考文献／References】

- [1] 周啟(2022)。第十七章 繞射光柵,中山大學物理系開放式課程講義: 1-3
- [2] 普通物理實驗 干涉與繞射, 清華大學普通物理實驗手冊, 4
- [3] 中央大學應用地質研究所(2022)。工程地質與新興科技研究室,集集地震專輯-地震資料的處理首頁, <https://reurl.cc/gOpRep>
- [4] 中央大學應用地質研究所(2022)。地震定位。 <https://reurl.cc/Y9 RYYo>。
- [5] 方維倫等(2019)。CMOS MEMS 微型加速度計,科儀新知第三十卷第一期 97.8。
- [6] 張文濤(2019)。基於干涉法的反射式光柵旋轉角度檢測方法 雷射與光電子學進展, 56(11):110501。
- [7] Python File(文件) 方法, (n.d.). <https://Www.RunooB.Com/>. <https://reurl.cc/vmznDk>
- [8] Day22 Python 基礎(六)-Datetime 日期, (2020, October 7). <https://lthelp.lthome.Com.Tw/>. <https://reurl.cc/Ayrl8e>
- [9] TimeFrequencyMisfit(n.d.).<https://Docs.Obspy.Org/>. <https://reurl.cc/GX6kmA>

## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

- ☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science
- ☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

#### 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

【代表者名/Representative's Name】 CHEN,YU-HSUAN

【メンバー/Member】

#### 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 HSIEH,TUNG-LIN

#### 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Use the Optical Lever Principle to measure the Micro weights

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Using the principle of lever and light reflection, we have made a device that can measure the number of grams to four decimal places. Then we hope to apply this device in our daily life.

So we made a device that can collect PM10 and PM2.5 in the air, then use the lever device to measure the content of PM10 and PM2.5 in the air.

#### 【目的/Goal】

1. Design and manufacture a lever device that can measure tiny masses.
2. calculate the relationship between the distance of the light spot and the mass of the object by the lever device.
- 3.Make PM10 collector.
4. Use the lever device to measure the quality of PM10 in the air.
5. Use the above results to calculate the concentration of PM10 in the air.

#### 【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

A. Research process

a. Fabrication of the lever device

## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

1. Make the stand



- (1) Use laser to cut MDF dense panels and assemble them with tenon principle.
- (2) Fix the flat mirror on the board inclined 30 degrees above the bracket with butterfly clips.

2. Make the Acrylic Lever



- (1) Cut out the acrylic sheet by laser cutting.
- (2) Draw the center line of the acrylic sheet, and glue the transparent plastic film on both ends

3. Make the lever bracket



- (1) Use laser to cut MDF dense panels and assemble them with tenon principle.
- (2) Use iron wire to fix the iron rod at the groove of the bracket.

4. Make Aluminum Foil Weights

- (1) Use an electronic scale to make 5 aluminum foil weights of 0.005g, 0.010g, 0.015g, 0.020g, and 0.025g each.



## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

### b. Measurement method and steps of lever device

#### 1. sequential weighting method

- (1) Put graph paper on the wooden board under the flat mirror to record the position of the laser spot.
- (2) Place the acrylic lever on the stand and make sure it is balanced horizontally.
- (3) Turn on the laser pointer and record the light point, which is the origin.
- (4) Put a 0.005g aluminum foil weight into the semicircular plastic film, observe and record the displacement of its light spot.
- (5) Repeat the method of step 4 to add four 0.005g weights respectively, and observe and record the displacement of the light spot.

#### 2. specific weight method

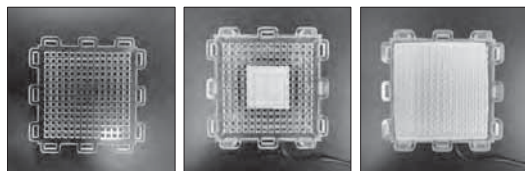
- (1) The first four steps are the same as the sequential weighting method
- (2) Next, take out the 0.005g weight that was put in before, put in a 0.010g aluminum foil weight, and record the displacement of the light spot
- (3) Repeat this action five times, each time taking out the weight and placing a weight 0.005g heavier than the previous weight, until the mass of the weight increases to 0.025g

### c. Make a fan box for collecting PM10

#### 1. Fan and acrylic case

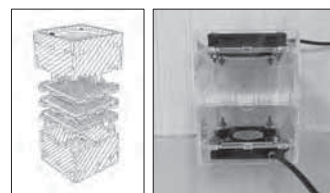
- (1) Make transparent acrylic box by laser cutting and tenon principle
- (2) Fix the fan on the upper cover and lower cover of the transparent acrylic box with screws
- (3) The upper cover is the air inlet, and the lower cover is the air outlet

#### 2. Filter paper interlayer



## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

- (1) Use laser cutting to make 3 transparent acrylic plates, and cut a lot of small square holes in the acrylic plates to allow air to pass through the filter paper
  - (2) The interlayer between the second piece and the third piece will place glass fiber filter paper to filter out the pm10 and pm2.5 of the quality to be tested
  - (3) The interlayer between the first piece and the second piece will place ordinary filter paper, first filter the dust in the air and absorb the excess water vapor in the air
3. Assemble the filter paper sandwich with the acrylic box

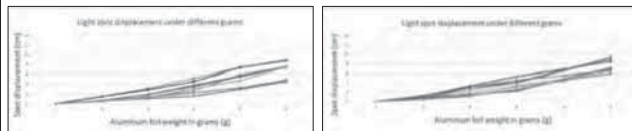


- (1) Assemble the filter paper interlayer that described above
- (2) Assemble the upper cover and the lower cover of the acrylic box, and make sure that the three interlayers have firmly clamped the filter paper

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

### A. Experimental results

#### a. First and second experiments



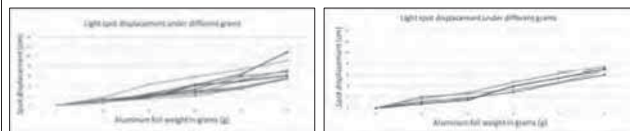
1. These two experiments were carried out using 0.3cm acrylic and a large transparent plastic film lever

## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

2. The weights used in these two experiments use the sequential weighting method to limit the placement of the weights

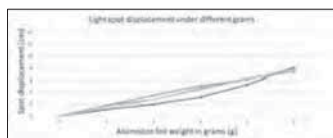
3. The two experiments did not limit the leverage balance time

#### b. The third and fourth experiments



1. These two experiments were carried out using 0.3cm acrylic and a large transparent plastic film lever
2. The weights of these two experiments use a specific mass weighting method, and the placement of the weights is fixed
3. The two experiments have a 1 minute lever balance time during the experiment

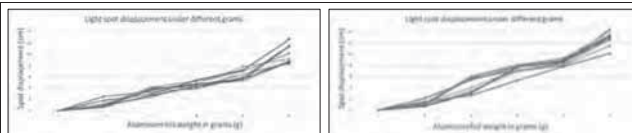
#### c. The fifth experiments



1. These two experiments were carried out using 0.3cm acrylic and small transparent plastic film levers
2. The weights of these two experiments use a specific mass weighting method, and the placement of the weights is fixed
3. The two experiments have a 1-minute lever balance time during the experiment

#### d. The sixth and seventh experiments

## 49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School



1. These two experiments were carried out using 0.3cm acrylic and small transparent plastic film levers
2. The weights used in these two experiments use the sequential weighting method to limit the placement of the weights
3. The two experiments have a 1 minute lever balance time during the experiment

### B. Discussion

#### a. The mode of placing weights

##### 1. sequential weighting method

- (1) During the experiment, weights of the same mass were sequentially added to the plastic film 5 times. The weights are not taken out during the measurement process, this method can only control the placement range of the weights

##### 2. specific weight method

- (1) During the measurement, only one weight is placed in the plastic film, and the masses of the five weights are in equal ratio. This method fixes where the weights are placed

### C. conclusion

1. The measuring mass range of this device is 0.001g~0.03g
2. Our device has become more and more stable and accurate after many adjustments

### 【今後の展望／Future potential and its plan】

1. improve and manufacture devices that can measure tiny masses more accurately
2. Complete the experiment of precipitation rate and PM10 content in the air

### 【参考文献／References 】

1. <https://reurl.cc/yQIZ38>
2. <https://reurl.cc/447RxX>



49. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

3. <https://reurl.cc/5GvliG>  
4. <https://reurl.cc/Qikdro>  
5. <https://reurl.cc/9O2d3a>  
6. <https://www.epa.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=506CB7308BB4AABD>

50. National Hsin Hua Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☒ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☐ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science  
☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☒ その他 / Others specifying : Engineering

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】※National Hsin Hua Senior High School

【代表者名 / Representative's Name】LIOU, JIA-YU

【メンバー / Member】LIOU, JIA-YU , WANG, WEI-HAN

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】HU YU JEN

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】Foehn Wind Turbine

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

The issue of green energy has been discussed for a long time in Taiwan and all over the world [5][6][8] . Among green energies, wind energy is a common method of generating power, and a certain proportion of power supply sources in Taiwan is also wind energy. In addition, according to the data of the Taiwan Central Meteorological Bureau, the foehn wind often occurs in many places in Taiwan Island in summer, for example : Hualien, Pingtung, Taitung, and others [3][4][7] . The foehn wind has temperature differences, whereas the general wind doesn't. In addition, it is reported that scientists in the Netherlands have used computers to simulate the foehn wind to generate wind power, and its generating capacity was 24 % higher than that of the general wind on average [1] . Therefore, this study attempts to investigate the foehn wind power with temperature differences in various regions of Taiwan, and tries to develop a wind energy system that can apply the foehn wind power .

【目的 / Goal】

( 1 )

To investigate the areas in Taiwan that are suitable for setting up the foehn wind farms.

( 2 )

To design a power generation system with the function of sensing temperature difference and wind power.

( 3 )

To evaluate the influent of different temperature differences on the power generating efficiency of the wind energy system developed by this research.

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

Use the device with the foehn wind energy system to study. This device differs from the traditional one in the energy conversion capacity. The former can exceed the upper limit of the original power generation capacity by about 24%[1] . Due to the special geographical location of Taiwan, if the land-based wind power installations can be combined with this research to improve

50. National Hsin Hua Senior High School

their energy conversion capacity, it will be more helpful for Taiwan to implement the effects and goals of the United Nations SDGs sustainable earth and green energy carbon reduction in the future (as shown in Fig 1.).

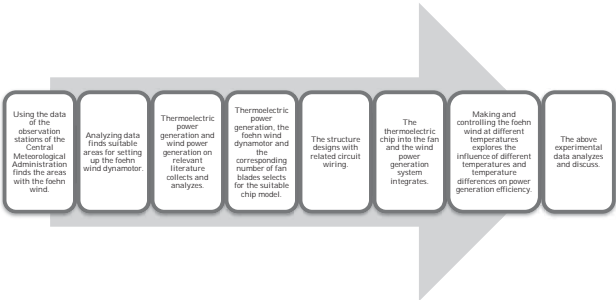


Fig 1.Experimental Architecture Flowchart

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect ( Report of progress can also be acceptable )】

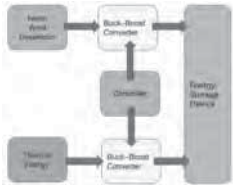


Fig 2. Integrated Circuit Implementation Block Diagram

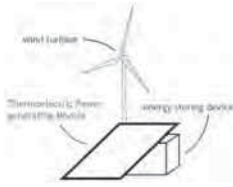


Fig 3. Fan Temperature Difference Integration Architecture Diagram

1. Investigation and visit of special landforms with wind power and temperature difference: actual investigation of areas in Taiwan that mainly have this phenomenon.  
2. Rectifier design: Self-made wind direction rectifier is used to control smooth wind force in all directions.  
3. Wind thermoelectric chip generator: Assemble the wind generator and integrate the chip into the wind generator, and design the circuit integrated power generation system (as shown in Fig 2.).  
4. Design the wind heater: heat the wind and connect the electric meter and storage device to measure the voltage and current at the same time (as shown in Fig 3.).

【今後の展望 / Future potential and its plan】

The relevant information in this study shows that if the land-based wind turbine can be combined with temperature difference power generation and installed in areas prone to

50. National Hsin Hua Senior High School

Foehn wind, the power generation efficiency will be improved again [1] , and even without Foehn wind, it can provide more energy even only the temperature difference with the surrounding air is required.

【参考文献 / References】

- [1] DaisyChuang. ( 2021/6/21 ) . Using the wind "over the hills", scientists found that wind turbines generated 24% more electricity. Tech News, Retrieved from <https://technews.tw/2021/06/18/behind-hill-wind/>  
[2] Huang Zhendong and Xu Zhengting. ( 2013/6 ) . Thermoelectric Materials, Feature Report No. 486, Retrieved from <https://reurl.cc/MX5Ka>  
[3] Central Meteorological Administration Digital Science Network - Fire Wind Falling Down the Mountain. Retrieved from <https://edu.cwb.gov.tw/PopularScience/index.php?weather/96>  
[4] Lin Yuyou, Weng Shuping, and Li Peixuan. ( 2016 ) . Analysis and study of wind burning phenomenon in Taitung and Taichung areas. Retrieved from Journal of Geography, No. 83  
[5] Green Energy Technology Industry Promotion Center, retrieved from <https://reurl.cc/MX5Kak>  
[6] China's energy policy is seen from the proportion of electricity generation in Taiwan. (2022/8/11) \* Retrieved from the Energy Series.  
[7] Taipei Gold High temperature is nearly 39°C! Zheng Mingdian revealed the reason in a picture: there is a burning wind phenomenon north of the snowy mountain. (2020/7/13). Retrieved from <https://reurl.cc/x1mZx1>  
[8] Taiwan's onshore wind turbines have been rotating for 20 years! What is the contribution? And what is the controversy? The wind turbine construction leader talks bitterly. (2022/4/12) \* Retrieved from Taiwanese English News.  
[9] Offshore wind power, Retrieved from <https://zh.wikipedia.org/wiki/>  
[10] Taiwan wind power, Retrieved from <https://zh.wikipedia.org/wiki/>



ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】※National Experimental high School At Central Taiwan Science Park

【代表者名/Representative's Name】 Zhe-Shiun Fan

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 David Yu

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Fly Way Catapult- Determine Traveling Elevation and Distance of Projectile

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

During my science class in elementary, one of the assignments was to make a launcher out of chopsticks-Catapult. Catapult is an ancient weapon which is a ballistic device used to launch a projectile (ball) to a great distance without the aid of gunpowder. Without any specific instructions of how to make it, each one of us made his own personal unique design of Catapult. I am always curious about how I can launch various ball using the Catapult to its limit.

【目的/Goal】

Conducted Catapult launch experiments and compared experimental results (determined by hand measurement and Tracker) with theoretical results determined from Equations of Motion. Determine the factors that have significant impact on the traveling height and distance of the projectile (ball).

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

1. Use "Tracker" program to simulate the Catapult launch experimental results such as time, elevation, and distance. There is a good agreement between simulation results of Tracker and theoretical calculation determined from Equations of Motion.
2. The simple set up of the experiments used in this study would be a useful tool to investigate and simulate the moving path of an object.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. In general, there is a good agreement between the results obtained from both experimental (by Hand measurement and Tracker) and theoretical (Equations of Motion).
2. Significant factors affecting the traveling height and length of the ball including density, shape, and surface area.
3. Small differences between experimental and theoretical results might be due to the shape or surface area of the ball which might be caused by difference in air resistance.

【今後の展望/Future potential and its plan】

"Tracker" was a good and convenient tool for determining the traveling path of a moving objective (including time, elevation, distance, and speed). The method developed in study would be a very useful tool to investigate a moving object, for example, it can be used to study of motion of basketball, baseball, and soccer etc. It could help athletes to better understand and control the balls.

【参考文献/References】

1. Szyk, Bogna, and Hanna Pamuła. "Projectile Motion Calculator." *Omni Calculator*, Omni Calculator, 25 July 2022, <https://www.omnicalculator.com/physics/projectile-motion>.
2. "Projectile Motion." *PhET*, <https://phet.colorado.edu/en/simulation/projectile-motion>.
3. Admin. "Projectile Motion Formula - Definitions, Formula for Projectile Motion, Video, and Faqs." *BYJU'S, BYJU'S*, 19 Nov. 2021, <https://byjus.com/projectile-motion-formula/>.
4. "Projectiles Launched at an Angle Review (Article)." *Khan Academy*, Khan Academy, <https://www.khanacademy.org/science/in-in-class11th-physics/in-in-class11th-physics-motion-in-a-plane/projectiles-launched-at-an-angle/a/projectiles-launched-at-angles>.
5. Azo . "Tracker 6.0.9 免安裝中文版 - 物理實驗影像分析軟體." - 免費軟體下載, <https://www.azofreeware.com/2014/04/tracker-485.html>.

## Method:

1. Built a Catapult (Fig. 1) using chopsticks and rubber bands. The Catapult is used as a launcher to shoot out the balls. The Catapult uses the sudden release of stored potential energy in rubber bands to propel its payload (ball).
2. Prepare various balls (Fig. 2) with different materials including different size, shape, mass, density, and surface area.
3. Set up the test field for the Catapult.
4. Set up the camera to capture the motion of the balls.
5. Start the experiment. Each ball had to be launched 3 times and the whole process was recorded by the camera. The traveling lengths and heights of the balls were measured by hand on site (Fig 3a).
6. Upload the recorded video into the camera to the program Tracker. Obtain the projection lengths and heights of the balls (Fig. 3b).
7. Determine the theoretical projection length and height of the balls using the Equations of motion (Fig.3c).
8. Compare experimental results (determined by Hand Measurement and Tracker) with theoretical results determined from Equations of Motion (Table 2).
9. Determine the significant factors affecting the projection height and length of the Catapult.



Fig. 1 Catapult build in this study

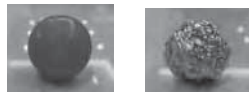


Fig. 2 Exmample of projectiles (balls) tested in this study



Fig. 3 Three determined method

- (a) Hand measure: The traveling distance, height, and time were measure by hand on site.
- (b) Tracker method: Upload the video into Tracker, and traveling distance, elevation, and time were determined by the program.
- (c) Theoretical method: The traveling distance, elevation, and time were determined by equation of motion.

Table 1. Traveling distance (m)-Three trials for each run

	Traveling distance (m)			
Balls (g)	Trial 1 (m)	Trial 2 (m)	Trial 3 (m)	Average (m)
3	1.022	1.078	1.103	1.067
4	0.768	0.764	0.821	0.784
5	0.529	0.632	0.893	0.685
10	0.302	0.327	0.291	0.306
14	0.285	0.262	0.294	0.283

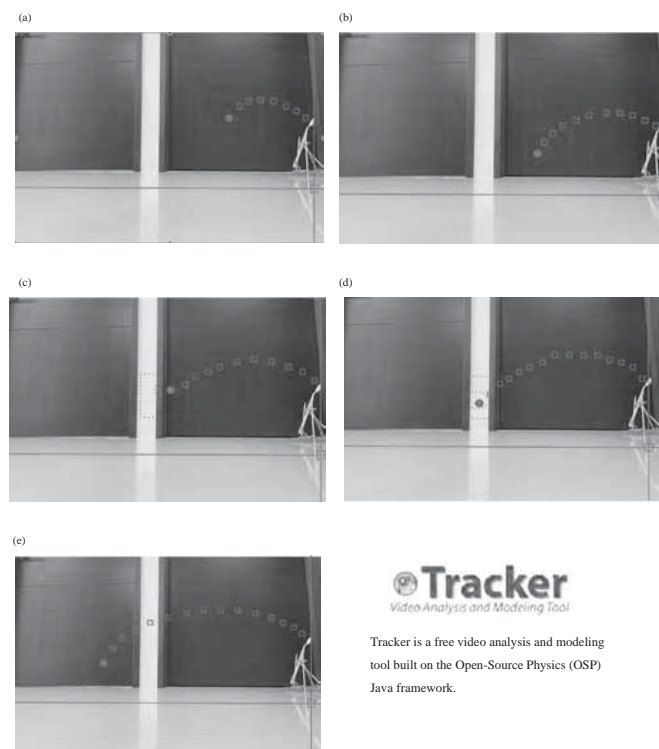


Fig. 4 The moving paths of balls (a-e) with different density (mass) were analyzed by Tracker, (a) ball with highest density travel shorter distance. (e) ball with lowest density has a longer traveling distance. The traveling time, elevation, and distance were determined by Tracker.



## 51. National Experimental high School At Central Taiwan Science Park

Table 3. Comparison of traveling time (sec) determined by Tracker, and theoretical value.

Ball (g)	Time (s)
3	2.42
4	1.86
5	1.36
10	0.73
14	0.53

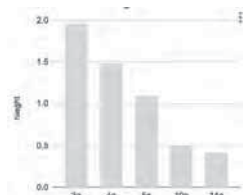


Fig. 6 Comparison of traveling height (m) with various mass of balls.

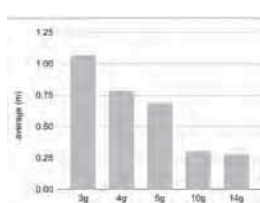


Fig. 8 Traveling distance (m) with various mass of balls.

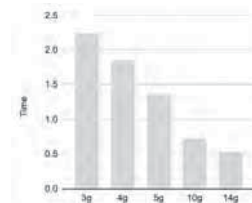


Fig. 9 The comparison of time (s) the ball travel with various mass of balls.

Based on this study, Tracker is a great and convenient tool for study of motions with good accuracy. Factors affecting the traveling length and height of Catapult such as materials, size, shape, mass, density, and surface area were investigated in this study. Significant factors include density and surface area of balls. From this experiment, I finally understand how to make a perfect "ball" to travel its limit using Catapult. Reveal the mystery of my childhood.

## 52. National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

V: Voltage(V) Lw: Water Horse Power(kw) L: electric power(kW)  $\eta_{gr}$ : overall efficiency(%)

**First stage optimization:**

We collected the data of 50 kinds of impellers including Circular-arc [2], Elliptical-arc and Upright shapes. After organizing data and calculating efficiency, we draw the hydrostatic curve. [3] In the charts, we can find out that the flow rate and efficiency curves have peak value. The impeller labeled as A2 dash 8 has the highest efficiency in the first stage (Fig.2). We chose it to do the further optimization.

**Taguchi Method optimization:**

In Taguchi Method, our goal is the larger the better. [4] We apply the impeller which performed the best in the first stage in the orthogonal table. In the Main effect of SN-ratio, the higher the absolute value of the level slope for each factor, represents the greater the impact of this factor. Absolutely, the effect of the blades number was the largest, and then the angle of exit, and the angle of inlet (Fig.3).

Consequently, the efficiency have increased 1.97%. We also propose the best impeller in our research labeled as A2-ea28-ia23-8 has the highest efficiency to 28.89 overall efficiency(%) (Fig.4.5).

**Machine learning:**

In supervised multivariate-learning regression , we chose the multivariate linear function. [5]  

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + e$$

X : Independent variable (analysis object) 、 Y: strain number (corresponding result) 、  
 $\beta$ : weight 、 e : bias

By analyzing the data we collected, which had 189 data. The Evaluation metrics (MSE) is 0.82. Which means the model has comparable accuracy. By weight parameter, we can find out which parameter need to be modify (Fig.6). Predict the impeller's efficiency by inputting parameters, saving experiment time and cost (Fig.7).

**Software simulation:**

We use COMSOL to simulate the velocity and pressure's distribution of the best impeller in the Taguchi Method optimization (Fig.8). The simulated velocity is positive correlated to the measured flow rate (Fig.9). Similarly, the pressure is related to the head (Fig.10). The outcome of actual and simulated is compatible. Moreover, our inaccuracy is within 3%. [6]

**Conclusion:**

1. After the first stage optimization and Taguchi Method optimization, we achieve to propose the optimized impeller.
2. Compared with the best impeller through the market research, we are still better than each of them (Fig.11).
3. Furthermore, with the large amount of our data. Through the Taguchi Method and supervised learning, the best parameter for impeller can be found out and predicted.
4. What's more, the measured results are in good agreement with the simulation.

efficiency of the pump is mainly discussed, and it is related to the value of flow power consumption.

The Taguchi experimental program method to obtain the best overall efficiency of the pump is used in this paper. The SOL Multiphysics software simulation to verify whether the measured results are correct. The supervised learning to establish the correlation model, and the overall efficiency of the pump is mainly discussed, and it is related to the value of flow power consumption.

The Taguchi experimental program method to obtain the best overall efficiency of the pump is used in this paper. The SOL Multiphysics software simulation to verify whether the measured results are correct. The supervised learning to establish the correlation model, and the overall efficiency of the pump is mainly discussed, and it is related to the value of flow power consumption.

1. The overall efficiency of the pump is mainly discussed, and it is related to the value of flow rate, head, and power consumption.
2. Optimized by Taguchi experimental program method to obtain the best overall efficiency of the impeller.
3. Use the COMSOL Multiphysics software simulation to verify whether the measured results are consistent.
4. Through the supervised learning to establish the correlation model, and the overall efficiency is marked with experimental data to design the optimization parameters of the impeller.

1. Unlike other studies focusing on one shape of blades, this study discusses three types of blades and proposes the highest efficiency blade.
2. Provide a complete blade test and design parameter optimization program, including Taguchi method, software simulation and machine learning.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

We experiment three different shapes of impellers, which are about 50 ones, in the pump. Overall Efficiency is the standard to pick up the best impeller (Fig.1). [1]

$$Lw = \frac{\gamma HQ}{102} - (1) \quad L = \frac{IV}{1000} - (2) \quad \eta_{gr} = \left( \frac{Lw}{L} \right) \times 100\% - (3)$$

H: head(m)  $\gamma$ : Liquid specific gravity Q: flow rate(R. P. M) I: electric current(A)



【今後の展望／Future potential and its plan】

1. Cooperate with the manufacturer on the proposal to provide a multiple linear regression model in machine learning to improve product performance, and collect test data from the manufacturer to increase data and make the regression function model more accurate.
2. This research is to discuss single-stage pumps. In the future, multi-stage pumps can be discussed.

【参考文献／References】

- [1]林育正(2011)。離心式水幫浦流場分析。華梵大學碩士論文，新北市。
- [2]ACCA PUMPS, *Types of lempir in pumps-selection and consideration*,ACCA PUMPS Katy,TX。 <https://accapumps.com/types-of-impeller-in-pumps-selections-and-considerations/>
- [3]王希伯(1991)。流體機械。新北市：文京圖書有限公司。
- [4]Ling Zhou, Weidong Shi, and Suqing Wu (2013). *Performance Optimization in a Centrifugal Pump Impeller by Orthogonal Experiment and Numerical Simulation*. Advances in Mechanical Engineering, 385809, 1-7.
- [5]AI4kids(2020)。學AI真簡單(I)：初探機器學習。全華圖書。
- [6]皮托科技 (2014)。COMSOL Multiphysics 有限元素分析快易通。彰化市：皮托科技股份有限公司。章 3-1，5-1。

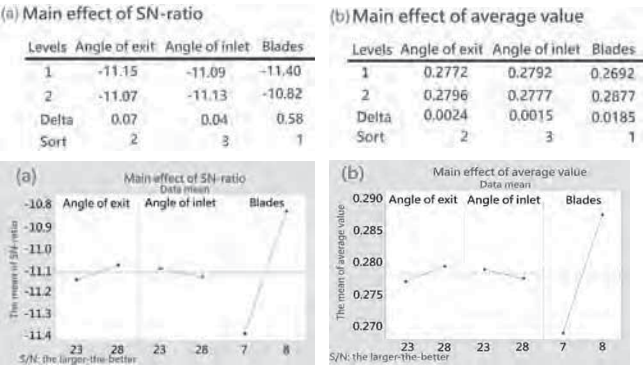


Fig.3 (a) Main effect of SN-ratio

Fig.3 (b) Main effect of average value





Experiment number	A2-ia23-ia23-7	A2-ia23-ia23-8	A2-ia23-ia23-8	A2-ia23-ia23-7
Impeller shape				
Angle of exit	23	23	25	28
Angle of inlet	23	28	23	28
Blades number	7	8	8	7

Fig.4 Orthogonal arrays

	Weight(β)
X1: Blades	0.3113
X2: width	0.3636
X3: Inlet diameter	-0.0907
X4: Angle of inlet	-0.0059
X5: Angle of exit	-0.0049

Fig.6 Weight parameter Orthogonal arrays

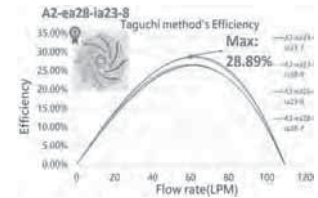


Fig.5 Data with the maximum overall efficiency in comparison with diagram of Taguchi Method

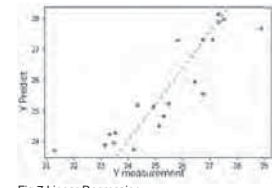
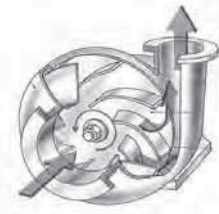
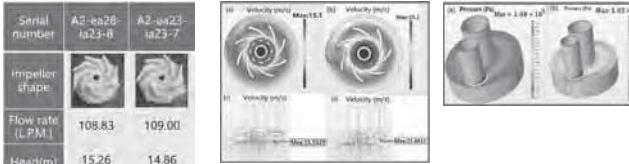
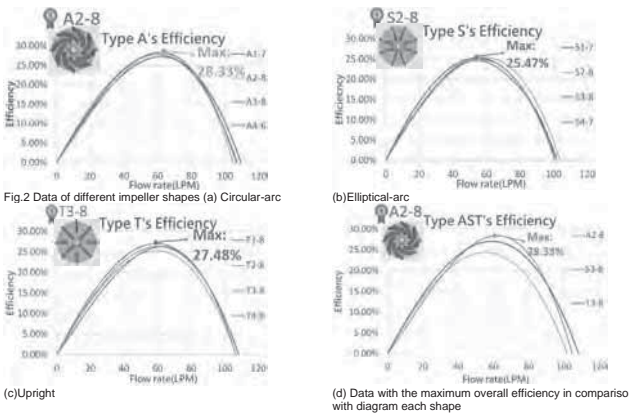
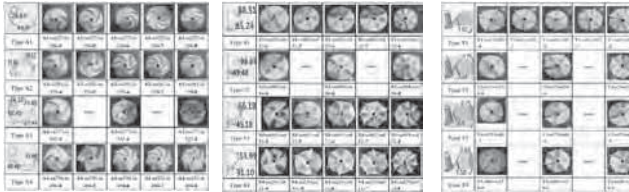


Fig.7 Linear Regression



A schematic diagram of the pump's operation







Model	A2-ia23-ia23-8	B brand's pump	C brand's pump	D brand's pump
Shape difference				
Flow rate(L.P.M.)	108.83	106.10	100.35	97.46
Head(m)	15.26	15.03	12.33	11.53
Overall Efficiency(%)	28.89	28.05	27.66	22.04

Fig.11 Comparison of the advantages and disadvantages of impeller's performance



**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

**分野/Field** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying : applied science

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School

【代表者名/Representative's Name】 CHEN,YU-CHI

【メンバー/Member】 LIN,CHEN-XIANG · YANG,HAO-HSIANG

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】 CHENG,CHAW-CHEN · CHEN,HUANG-JEN

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】 Discuss how to improve the phenomenon of blurring after writing with water-soluble chalk

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Traditional blackboards are made of wooden boards painted with a layer of green or black paint, and chalk is used for writing. When wiping the blackboard and cleaning the blackboard erasers, the raised chalk dust could cause air pollution. To solve the problem, most schools in Taiwan have glued a waterproof sheet on the traditional blackboard, making them suitable for water-soluble chalk writing. While cleaning, the scripts could be cleaned using damp board wipes without raising chalk dust. However, the scripts would be blurred and hard to read if we did not let the water completely dry up after cleaning the blackboard with a wet blackboard eraser and writing directly. Here, we aimed to explore the potential solutions to this problem and establish a standard method to test and assess the improvement.

【目的/Goal】

- Purpose

This study focuses on how to improve the blurring when using water-soluble chalk writing on a freshly-wiped blackboard. Blurring is a sensation and could be different among people; therefore, a detection system that distinguishes the differences caused by various factors should be established to present "blur" more scientifically. Then the effects of the following factors, including the compositions of water-soluble chalk, solvent used for wiping, and materials of blackboard erasers, on writing results will be tested using the detection system established by ourselves.

- Research question

  - (1) Establishing a standard blackboard writing system (with control of writing strength and chalk thickness).
  - (2) Building a method to measure the degree of blurring quantitatively.
  - (3) Modifying the chalk-making process and compositions to explore the relationship between the main ingredients and the degree of blurring.
  - (4) Investigating how the compositions of the wiping solution affect the degree of blurring.
  - (5) Finding the correlation between the fabric materials of the board eraser and the resulting degree of blurring.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

- Fixing the writing style of water-soluble chalk

As shown in Figure 2, we glued a rubber stopper of a volumetric flask is glued to the bottom of the custom-made acrylic box, and weights of different weights can be placed on the box. A three-prong clamp holds a 10-cm long centrifugal tube, which is slightly wider than a straw with a size just right to put chalk and allow the chalk to slide freely, and the top of the chalk was pressed by the rubber stopper (Figure 3). Then we could simulate the writing style on a blackboard by dragging the blackboard underneath, and lines will be drawn like writing. To keep the writing pattern consistent, we locked the homemade chalkboard to four small carts, which were straddled on the track. The chalkboard was connected to suspended weights by a cotton thread (Figures 4 and 5). When the hanging weights drop due to gravity, the carts with the board slide forward and the chalk pressed against the board would draw lines. We can control the speed of writing by the changing the weight of the

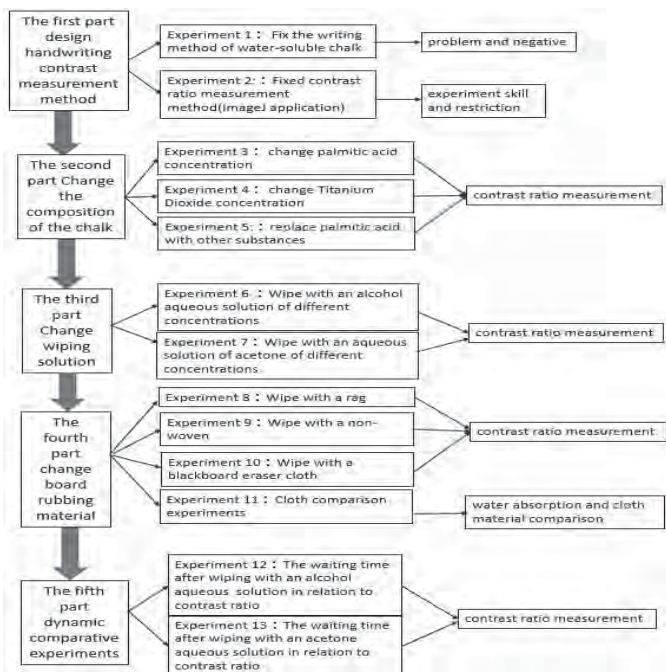



Figure 1. Experimental flow chart

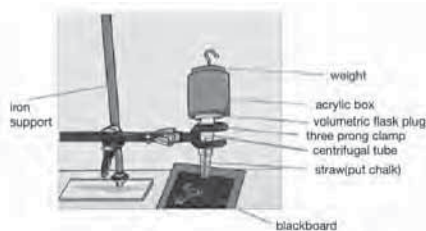


Figure 2. Schematic diagram of simulating writing device

hanging weights.

2. Defining Contrast Ratio

We divided the blackboard into three blocks, A, B, and C. Block A was entirely covered with white chalk; Block B was kept untouched to maintain the dark green color of the blackboard; Block C was first gotten wet and then filled with white chalk to generate a blurring situation (Figure 6). Then, we analyzed the photos (Figure 6) by ImageJ software to get the quantified results (Figure 7). ImageJ is a free, publicly available software that plots the light intensity of a photographic file and then calculates the areas under curves. Figure 7 shows that block A is significantly brighter than others, with a curve appearing at the bottom of the image, while the curve of block B is found at the top. Block C is unevenly white due to blurring, and the curve goes up and down. This experiment aims to determine how the blurring is improved after different factors were modified; thus, the contrast ratio was defined as follows.

$\text{contrast ratio} = \frac{\text{ImageJ calculates the area after the blackboard writing}}{\text{ImageJ calculates the area before the blackboard writing}}$

Using the results shown in Figure 9 as an example, area B is a clean blackboard, so the contrast ratio of the blackboard in areas A and C are

A contrast ratio =  $\frac{224123.316}{39032.813} = 5.742$  C contrast ratio =  $\frac{158100.650}{39032.813} = 4.050$

From the contrast ratio results, we can conclude that when the scripts on the blackboard are blurred or uneven, the contrast ratio will decrease as area A has a higher contrast ratio than area C.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

- Writing force and speed: once the writing force was greater than 150 gw, the resulting writing effect would be similar. Besides, the writing speed went up as the weight of hanging weights increased, and the contrast ratio would also increase, leading to a better writing effect.
- Composition of water-soluble chalk: the chalk could not be formed when palmitic acid was replaced by a different mass of oleic or stearic acid using the same protocol. The result indicates that palmitic acid is indispensable for making water-soluble chalk.
- Solvent for blackboard cleaning: three aqueous solutions were made, and the writing effects (contrast ratio) were strongly related to the evaporation speed of the solution. Writing effect (contrast ratio), acetone aqueous solution > alcohol aqueous solution > pure water. Notably, the writing effect was improved when the concentration of acetone increased in the aqueous solution; however, the result was not observed when using an alcohol aqueous solution for cleaning.
- Materials of wiping cloth: the board wipes fabric showed a better wiping effect than the wipe and non-woven cloth as determined by the contrast ratio.
- Length of the waiting time, the better the writing effect (contrast ratio). Besides, the same waiting time, the writing effect (contrast ratio) is 95% acetone aqueous solution > 95% alcohol aqueous solution > pure water, which echoed the findings reported in Point 3.

In summary, the blurring problem we aimed to answer could be solved by increasing the content of titanium dioxide in chalk, utilizing a high concentration of acetone aqueous solution as wiping solvent (regardless of cost), and utilizing the manufacturer-provided board wiping cloth for the best writing results.

(Figure 10-27)

【今後の展望/Future potential and its plan】

- The second part of this study aims to modify the manufacturing process of water-soluble chalk. Various materials are used for making water-soluble chalk; currently, we only studied the effects of titanium dioxide and palmitic acid by adjusting their concentrations due to the limited time. The effects of other ingredients on writing results will be investigated further in the future.
- A standard operating procedure for writing simulation, blackboard wiping, and determining contrast ratio has been developed, which will allow us to test different components influencing writing results in the future scientifically.

【参考文献/References】

- 趙志華, 中華人民共和國專利公報公告編號:CN102952433B「水溶性粉筆」, 2011 年 8 月 CN102952433B - Water-soluble chalk - Google Patents



Figure 3. Writing simulation by pressing the chalk down with weights

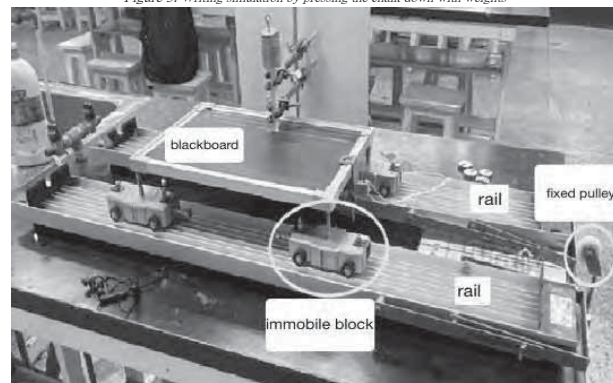


Figure 4. Setup of writing simulation device

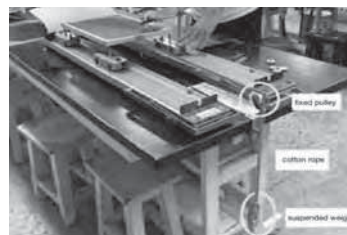


Figure 5. Setup of writing simulation device from another view

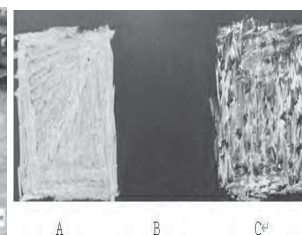


Figure 6. Test blackboard by ImageJ



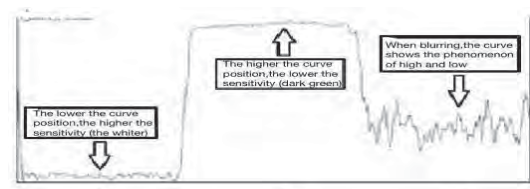


Figure 7. An example showing the signal intensity determined by ImageJ analysis

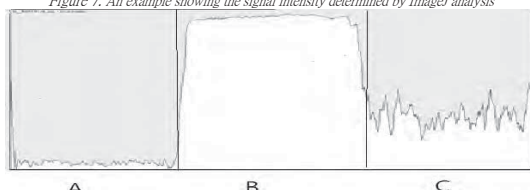


Figure 8. The areas under curves (shown in yellow) will be calculated by ImageJ



Figure 9. The signal intensity of the above plot calculated by ImageJ

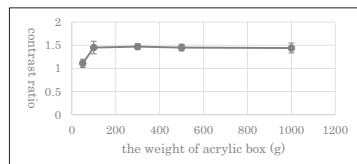


Figure 10. The relationship between the weight of chalk acrylic box and contrast ratio

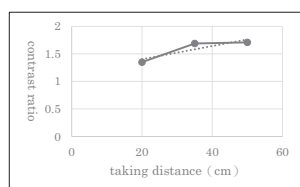


Figure 11. The relationship between the distance (from blackboard to camera) and contrast ratio

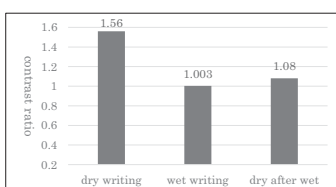


Figure 12. The contrast ratios obtained from different writing conditions (dry writing · wet writing · dry after wet)

## 53. Taipei Municipal Dazhi High School

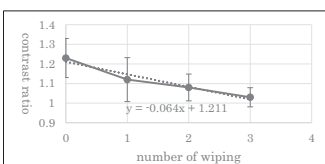


Figure 23. Relationships between number of wiping by non-woven and contrast ratio

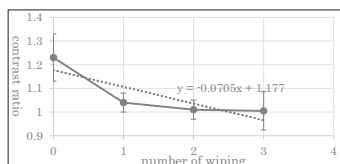


Figure 24. Relationship between number of wiping by blackboard eraser cloth and contrast ratio

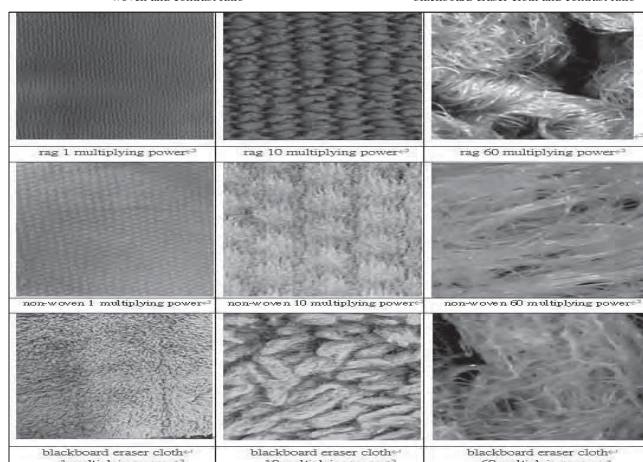


Figure 25 Cell phone and optical microscope photo results

(1 and 10 multiplying power both take by cell phone, and 60 multiplying power take by optical microscope)

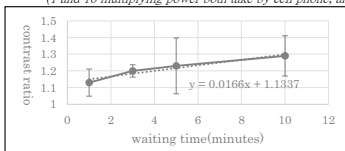


Figure 26. Relationships between waiting time after wiping with alcohol aqueous solution and contrast ratio

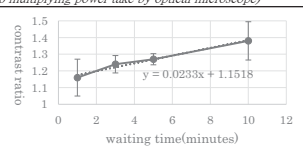


Figure 27. Relationship between waiting time after wiping with acetone aqueous solution and contrast ratio

## 53. Taipei Municipal Dazhi High School

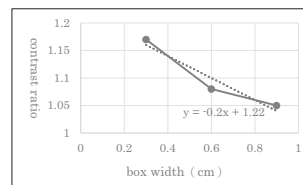


Figure 13. The relationship between box width and contrast ratio

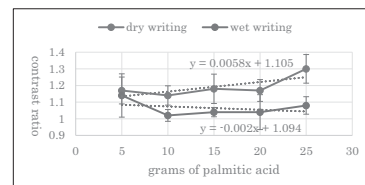


Figure 14. Comparing the contrast ratios of dry writing and wet writing using chalk with different mass of palmitic acid

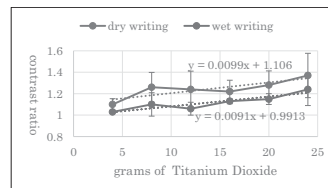


Figure 15. Comparing the contrast ratio of dry writing and wet writing using chalk with different mass of titanium dioxide concentration

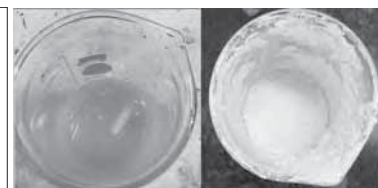


Figure 16. Oleic acid chalk (before stir)



Figure 17. Oleic acid chalk (after stir)

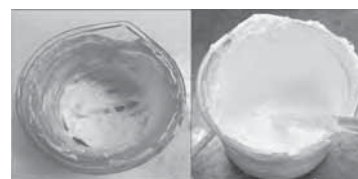


Figure 18. Stearic acid chalk (before stir)

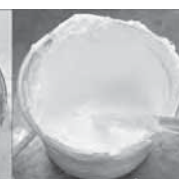


Figure 19. Stearic acid chalk (after stir)

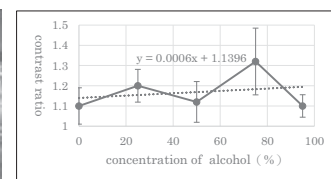


Figure 20. Correlation of concentrations of alcohol aqueous solutions and contrast ratio

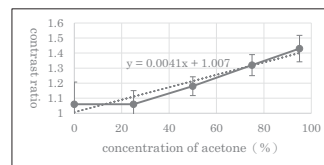


Figure 21. Correlation of concentration of acetone aqueous solutions and contrast ratio

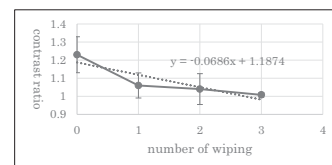


Figure 22. Relationship between number of wiping by rag and contrast ratio

## 54. Taipei Municipal Dazhi High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School

【代表者名/Representative's Name】 CHIANG, CHIH-YU

【メンバー/Member】 CHANG, CHUAN · FENG, YUN-CHING

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 HSIEH, CHUN-YI

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 The qualitative analysis of crispy food.

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

When eating some foods like potato chips, we feel that foods are crunchy. However, the degree of crispness is not easy to quantify. In this study, we want to qualitatively analyze the crispness we feel. Since humidity would affect crispness, in our experiment same type of potato chips were put into a constant temperature and humidity controlled machine with an adjustable humidity function, divided into five groups of humidity values of 30%, 40%, 50%, 60%, and 70%. In order to investigate the relation among humidity, sound pressure and crispness of potato chips, a pressing crack device organized with a tensile hardness tester and a microphone sensor was used to record a fracture result on the potato chips. We simultaneously record the Fracture Acoustic Pressure Spectrum and the fracture force when a potato chip was pressed crack. Our research has shown that humidity does have an effect on the amplitude and frequency of sound pressure, and the value of fracture force. The lower the humidity, the greater the fracture force is. The Fourier transform analysis also shows the amplitude of low-frequency component of sound pressure was decreased in higher humidity. In addition, as we know temperature affects Raman spectrum and Photoluminescence (PL) spectrum, we investigate the Raman and PL Spectrum of potato chips under different humidity ranging from 30 to 70%. Although the results of PL spectrum show there is no regular variation in characteristic peak of potato chips when the humidity is increasing, we still find the characteristic peaks of samples with same humidity are very concentrated.

In addition to humidity, the geometry of food samples (such as rod shape or chip shape), and the geometry of cutting-off tools (such as our front teeth or molar) had positive influence on crispness. It is hoped we will find more research in these areas in the future.

【目的/Goal】

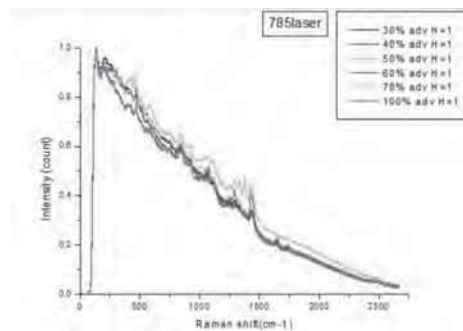
1. Observe and explore the influence of humidity on the crispness and sound pressure frequency of potato chips.
2. Explore the relation between crispness and fracture force of potato chips with different humidity.
3. Explore the effect of potato chips with different humidity on Raman and PL spectrum.



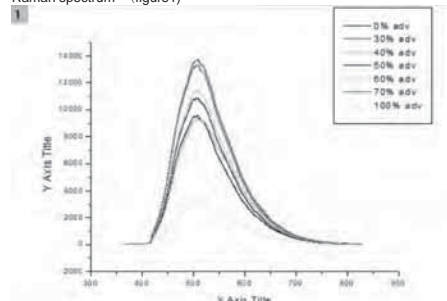
## 54. Taipei Municipal Dazhi High School

<p>【新規性と創造性／Novelty and Creativity】</p> <p>The degree of crispness is not easy to describe. We design some experiments to quantitatively analyze the physical meaning behind.</p>
<p>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>1.The moisture of potato chips affects the amplitude and frequency of the sound pressure.</p> <p>2.Potato chips become hard and crispy when humidity is lower, and the fracture force is greater when humidity is higher</p> <p>3.The Raman spectrum of a potato chip does change due to humidity. For example, the characteristic peaks of samples with same humidity are very similar.</p>
<p>【今後の展望／Future potential and its plan】</p> <p>The experimental data between humidity, sound pressure and crispness of potato chips is still not complete, and data with a humidity below 30 is not provided in the current study. The humidity manufacturing time can also be extended to reduce the chance of error.</p> <p>Also, other factors such as shape of food samples (such as rod-shaped) or the geometry of cutting-off tools might have influence on the crispness people feel.</p>
<p>【参考文献／References】</p> <p>LI, JIA-TONG (November 26, 2015). Fourier Transform. December 15, 2021. Taken from <a href="#">26   11月   2015   FreeSandal</a></p> <p>Wikipedia (2022). Humidity. November 26, 2021. Taken from <a href="#">湿度 - 維基百科，自由的百科全書 (wikipedia.org)</a></p> <p>CHEN, DENG (2012). Get to know Raman spectroscopy. January 2, 2022. Taken from <a href="#">拉曼光譜 /拉曼效應 - 應用文章 - 台灣知海光電 (oceanhoodtw.com)</a></p> <p>Research into Theory (August 22, 2017). How much does Raman know – An introduction to Raman basics. August 6, 2022, Taken from <a href="#">Raman 知多少——Raman 基础知识介绍 - 知乎 (zhihu.com)</a></p> <p>JoeHas Technology. Take you to know the principle of Raman spectroscopy (Raman)! August 6, 2022, Taken from <a href="#">帶你認識 拉曼光譜 儀(Raman)的原理!   台灣喬哈斯科技 (johas.com.tw)</a></p> <p>Benedetta C. (2014). Experimental evidence of dual emission in a negatively solvatochromic push-pull pyridinium derivative. Physical Chemistry Chemical Physics, 17(3):1877-82.</p> <p>Zoltán Szakács et al(2018). Experimental evidence of TICT state in 4-piperidinyl-1,8-naphthalimide - a kinetic and mechanistic study. Physical Chemistry Chemical Physics, 20(15):10155-10164.</p> <p>CIU, JYUN-YAN, LAI, WUN-LIANG(January 19, 2014). Three-dimensional fluorescence spectroscopy and monitoring of environmental organics. August 6, 2022, Taken from <a href="#">三維螢光光譜與環境有機物的監測 最新文章 - 科技大觀園 (nat.gov.tw)</a></p>

## 54. Taipei Municipal Dazhi High School



Raman spectrum (figure1)



PL spectrum (figure2)

## 55. The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

<p><b>Research Stage:</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result</p>
<p><b>Field/Field</b> Make one <input checked="" type="checkbox"/> of the fields that best apply. Check only one appropriate field.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Physics <input type="checkbox"/> Chemistry <input type="checkbox"/> Biology <input type="checkbox"/> Earth Science</p> <p><input type="checkbox"/> mathematics+information / Mathematics&amp; Information <input checked="" type="checkbox"/> other / Others specifying : engineering</p>
<p><b>Participant's Information</b></p> <p>【学校名／School Name】國立暨南過清大學附屬高級中學 The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University</p> <p>【Representative's Name】LI, HUEI-NI</p> <p>【メンバー／Member】PAN, CHI-AN HSU, TZU-FANG</p>
<p><b>Supervising Teacher</b></p> <p>【お名前／Name】LI, JYUN-HUA Lo, I-Fan</p>
<p><b>Abstract of the Presentation</b></p> <p>【タイトル／Title】Paint the School Green — Turning the Schoolhouse into Green Building</p> <p>【Outline and its First Inspiration】</p> <p>We have participated in a green building camp. In the camp, we felt the most important elements of the natural environment, light, wind, and water, and experienced the connection and interaction between the environment and architecture. After the camp, we began to reflect on how to use and present green buildings in our lives to achieve the integration of people and the environment, so we decided to start from the most familiar environmental, school. With the goal of energy-saving green buildings to transform and passion, we wanted to find out what kind of improvement is most suitable for the school.</p> <p>【Purpose/Goal】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigate the main causes of stuffiness in the classroom</li> <li>2. Improve the teaching field in an energy-saving manner</li> <li>3. Design remodeling schemes that can improve sweltering heat</li> <li>4. Simulate the hut to explore whether the improvement plan is effective</li> </ol> <p>【Novelty and Creativity】</p> <p>Classrooms are the space that students take up the longest of the day, but often poorly designed classrooms are hot and uncomfortable. Installing air conditioning is currently the most common and direct way to improve, but the consumption of air conditioning in energy aggravates the problem of climate change, but causes a more stuffy environment. Our research is to integrate the concept of low-energy-consumption, high-comfort green buildings into the improvement plan, and through local transformation, the indoor ventilation can achieve the cooling effect, which can not only solve the problem of stuffiness, but also reduce energy consumption. The cooling method by introducing wind into the room can be implemented not only in the classrooms we experimented with, but also in general buildings.</p> <p>【Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p><b>1. Investigate the main causes of stuffiness in the classroom</b></p> <p>We measured the temperature (Fig.1, Fig.2), humidity, wind direction (Fig.4), wind speed, sun altitude angle, sun azimuth (Fig.5), rainfall (Fig.6) and the structural analysis of the building, the main cause of</p>

## 55. The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

<p>the stuffy classroom was the design of the indoor top structure, which caused the heat gathering layer to be too thick and unable to exhaust heat. (Fig.7, Fig.8)</p>
<p><b>2. Improve the teaching field in an energy-saving manner</b></p> <p>(1) Our team has prepared a list of renovation plans that can be implemented without renovating the building structure and with financial constraints. (Tab.1)</p> <p>(2) If the classroom is equipped with air-conditioning, the correct placement should be placed in the lowest temperature in the classroom and the wind direction is clear to blow into the classroom, so that the classroom can reduce the use of air conditioning energy and quickly cool down. (Fig.8)</p>
<p><b>3. Design remodeling schemes that can improve sweltering heat</b></p> <p>We figured out three improvement plans : make ventilation holes in the wall (Fig.9), change the way the electric fan rotates (Fig.10), and open windows in the heat gathering layer. The first is that the wall connecting the classroom to the classroom, as well as the outermost wall of the entire floor, has a circular ventilation hole within the heat gathering layer to allow the hot air above the classroom to circulate and finally drain out of the building. The second is that because blowing the fan downward will blow hot air into the student seating area, causing the body to feel the hot air, we propose to change the fan to blow upward, increase the convection of air in the heat gathering layer, and finally blow the hot air out of the vent. The third is that the opening of the window can increase the air convection between the outside and the classroom, discharge hot air through the window, and then introduce cold air through the fan, and the interaction between the two can achieve the effect of cooling the classroom.</p>
<p><b>4. Simulate the hut to explore whether the improvement plan is effective</b></p> <p>In the three schemes, our team designed the experiment with the first solution, "opening ventilation ports in the wall", and made a total of two groups of simulated huts, with the cabin with ventilation holes as the experimental group and the other as the control group. The experiment is divided into two parts, namely:</p> <p>(1) Simulate the cooling efficiency of the hut without an electric fan to dissipate heat (Fig.11(a), Fig.13)</p> <p>(2) Simulate the cooling efficiency of the hut with an electric fan for heat dissipation (Fig.11(b), Fig.14)</p> <p>After analyzing the experimental data, we found that the temperature of the experimental group was generally lower than that of the control group, and the installation of electric fans could increase the cooling amplitude.</p>
<p>【Future potential and its plan】</p> <p>At present, the above design has been submitted to the local primary school, and the principal is already preparing funds, dreaming of making the school the first green building school in our township. "Smart green building" is already a key global industrial development direction, and our research corresponds to the trend of the world, we believe that this research can let the public know that green buildings are not out of reach, but within reach.</p>
<p>【References/References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zheng Yan (2014). The influence of different environmental factors on learning efficiency. Department of Architecture and Urban Design, School of Environmental Design, Chinese Culture University. Taken from : <a href="http://ir.lib.pccu.edu.tw/bitstream/987654321/28273/2/tb140926172143.pdf">http://ir.lib.pccu.edu.tw/bitstream/987654321/28273/2/tb140926172143.pdf</a></li> <li>2. U.S.GreenBuilding Council. (2009, June27). USGDS-What is LEED ? : <a href="https://www.usgbc.org/help/what-leed">https://www.usgbc.org/help/what-leed</a></li> <li>3. BRE. (1921). BREEAM - Sustainability Assessment Method : <a href="https://www.breem.com">https://www.breem.com</a></li> </ol>





Fig.1 Aerial photograph of a local elementary school(left) and the measuring point inside of the classroom(right)

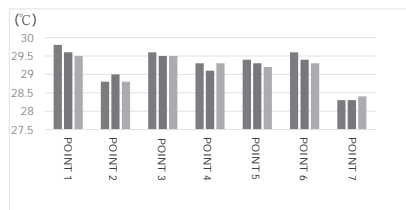


Fig.2 Average temperature at each measurement point

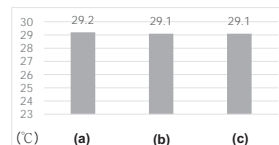
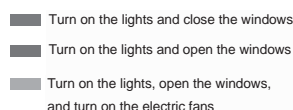


Fig. 3 The average temperature in the classroom under each variation, from left to right :

- (a) Turn on the lights and open the windows  
(b) Turn on the lights and close the windows  
(c) Turn on the lights, open the windows, and turn on the electric fans

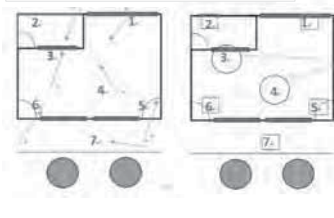


Fig. 4 The wind direction chart on the left shows the largest wind direction for each measurement point;  
the wind direction icon on the right shows the wind direction obviousness of each measurement point.

- ☐ The wind direction is clear
- ☒ The direction of the wind is not clear

1	2	3	4	5
Very difficult to improve: it takes a lot of money and time to change and maintain a building	Not easy to improve: Buildings need to be changed, and it takes money and time to change and maintain	Normal: A small part of the building needs to be changed, which costs money and time to change and maintain	Easy to improve: There is no need to change the building, but it will take some time and money to improve	Very easy to improve: no need to change the building does not require much effort to change and maintain

Category	Explanatory text	Image	Explanatory problem	Building part	Alternative	Result	Explanatory text	Image
(1)	The exterior equipment of the building (heating heat)		Reduce heat loss from the building (heating heat)	A-1 Roof	A-1 Outside the floor	1. Sample	Less lower quality and resource use	Less material waste and lower recycling rate
					A-2 Inner panel	2. Solar panel	It can save electricity cost and green energy	High performance and safety concerns about the installation site
					A-3 Tiles	1. Light panel	Heat insulation, easy to maintain, and reflects radiant heat	The maintenance time is short, it requires frequent maintenance, and reflect and they are not applicable
					A-4 Air layer	Heat conduction points	Increase heat insulation and provide some energy loss	The energy may damage the roof, may damage the original structure, and are not easy to collapse
					A-5 Concrete area			
(2)	The building itself (insulation heat)		Reduce heat conduction	D-1 Windows	Double (glass)	Reduce light heat and avoid light loss	High cost and maintenance, require frequent cleaning, and may damage the original structure	
				D-2 curtains	Light curtains	Small reflects of radiant heat (low cost)	Useful	
(3)	The interior equipment of the building (heating heat)		Reduce heat loss from the building (heating heat)	E-1 Exhaust fan	Exhaust fans	They exhaust the heat so it is removed from the room and it is easy to clean	From its cost	
				E-2 windows	More the heat away from the building	It increases the efficiency of air circulation (clean and fresh)	The problem of heat loss is not solved, it is not easy to clean	

Tab.1 Green building renovation feasibility table

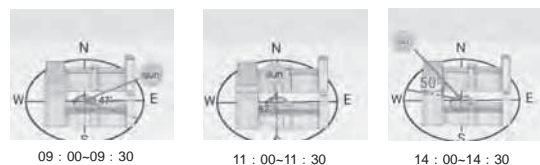


Fig.5 Sun azimuth and sun altitude angle

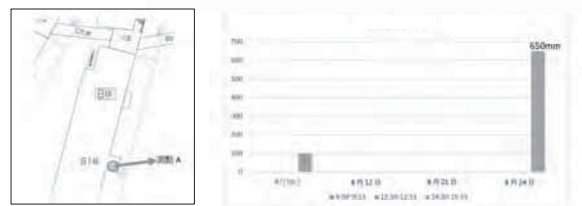


Fig.6 Rainfall measurement locations and data

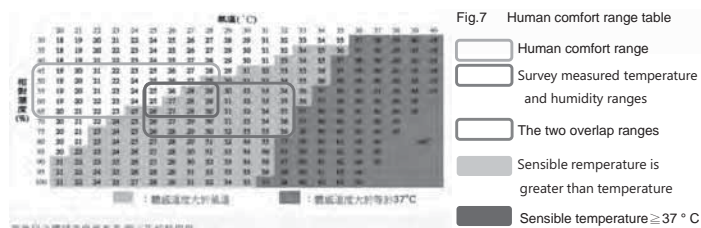


Fig.7 Human comfort range table

- ☐ Human comfort range
- ☐ Survey measured temperature and humidity ranges
- ☐ The two overlap ranges
- ☒ Sensible temperature is greater than temperature
- ☐ Sensible temperature  $\geq 37^{\circ}\text{C}$



Fig.8 The orange part is where the heat is concentrated



Fig.8 Recommended air-conditioning installation location:

- (1) Make the indoor temperature low
  - (2) The direction of the wind is clear where it blows indoors
- The first ensures that the cold air does not stay in place for too long; The second item is allowable cold air is extended to the entire classroom in the shortest possible time to maximize efficiency

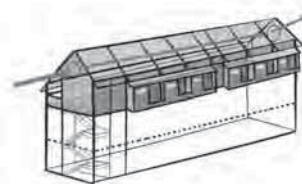


Fig.9 improvement plan : make ventilation holes in the wall

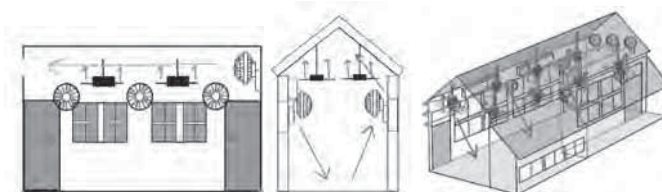


Fig.10 improvement plan : change the way the electric fan rotates



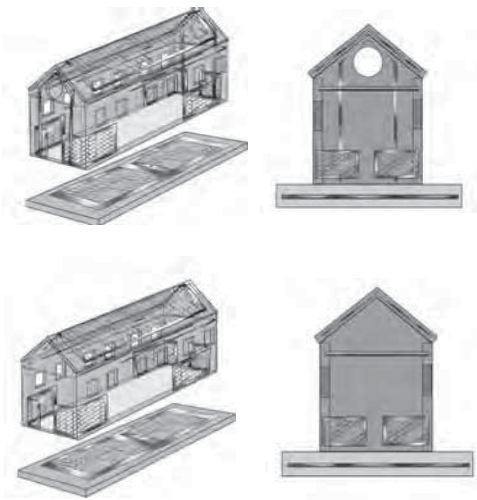


Fig.11 Experimental simulation hut design drawing:  
(a)above is the experimental group; (b)Below is the control group



Fig.12 Experimental simulation hut completion diagram

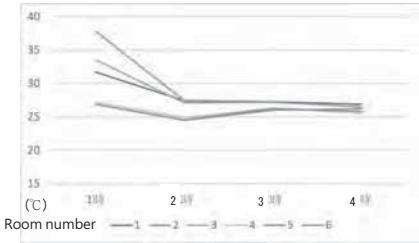
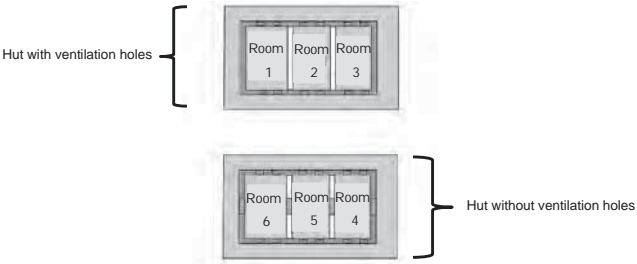


Fig.13 Experimental data (1) : Simulate the cooling efficiency of the hut without an electric fan to dissipate heat

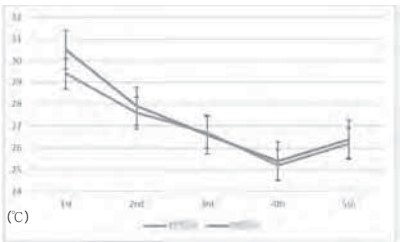


Fig.14 Experimental data (2) : Simulate the cooling efficiency of the hut with an electric fan for heat dissipation

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】National Pingtung High School, Pingtung, Taiwan

【代表者名/Representative's Name】Lin, Hsuan-Yi

【メンバー/Member】Wu, Zong-Ruei

指導教員/Supervising Teacher

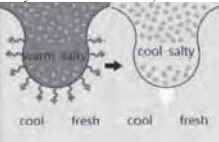
【お名前/Name】Wu, Chia-Jen

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Double Diffusion Convection on Salt-Finger Phenomenon

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

"Double-diffusion convection" refers to the diffusion with two gradient differences. In addition, we have observed an interesting phenomenon called "salt-finger." When the differences of temperatures reach a balance, the diffusion rate is much faster than that of salinity-balanced conditions, the diffusion phenomenon grows extremely unstable at this time, and the two solutions will produce uneven shapes resembling fingers.



【目的/Goal】

1. Prove that diffusions can't be caused by only one salinity or temperature gradient.
2. Observe the emergence of salt-fingers, and further simulate and discuss thermohaline circulation in oceanography.
3. Use cement as seabed terrain, trying to simulate the phenomenon of double diffusion in oceans.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

In the research scope of double diffusion, only the research of physical theory is seen, with few studies verified with experiments on aquatic systems. We had designed a comparatively more concise and explicit way to conduct this experiment.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. In two different gradients of temperature, and salinity, salt fingers emerge, which can also be utilized in the discussion of icicle of death phenomenon in the Antarctic.
2. Salt fingers would separate and decelerate while they are between two different layers of gradient, which further leads to the discussion of thermohaline circulation in oceanography.

【今後の展望/Future potential and its plan】

In the future, we want to improve equipment for measuring temperature and to reach more precise analysis of temperature.

【参考文献/References】

[1] 趙 倩, 趙進平 (2011)・加拿大海盆双扩散阶梯结构分布与热通量研究・地球科学進展 第26卷・第2期・取自 <https://reurl.cc/6E4KEM>

[2] 海洋細微結構・百科知識・取自 <https://reurl.cc/WkY0rD>

[3] 咖啡中的流體力學 (2018年1月23日)・CASE 報科學・取自 <https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=30164>

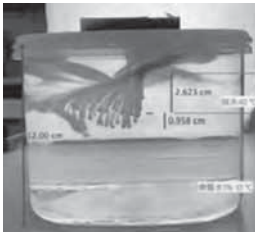
[4] Salt Fingering from <https://www.planetwater.ca/research/oceanmixing/saltfingers.html>



Picture 1. experiment on gradient of salinity



Picture 2. experiment on gradient of temperature



Picture 3. experiment on gradient of salinity and temperature



57. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup>  
& National Tainan Girls' Senior High School<sup>2</sup>

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☒その他/Others specifying : Engineering

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School<sup>2</sup>

【代表者名/Representative's Name】 LIANG,WEI-CHE

【メンバー/Member】 LIANG,WEI-CHE<sup>1</sup> LU,CHEN-I<sup>1</sup> LEE,BO-HUA<sup>1</sup> HSU,CHEN-HSAN<sup>1</sup>  
WANG,PIN-HAN<sup>2</sup> HUANG,CHEN-HSUN<sup>2</sup>

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 KO,SHIH-WEI

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Sun drying weight sensing device

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

There is a profession of drying fish in Taiwan. With the adverse weather torturing the fishermen, drying fish is extremely irritating all year long. The fishermen have to repeatedly check the condition of the fish, which is very time-consuming. Whether the operation of drying fish is completed depends entirely on the experience of the fishermen, which is mainly based on the difference between the weight of wet and dry fish. Therefore, we came up with an idea. We designed a weight sensing device to measure the reducing weight of dried fish during the manufacturing process of dried fish in the sun. When the weight reaches a previously predicted value, the device will remind fishermen through their phones that their fish have been dried and can be harvested.

【目的/Goal】

(1) Discuss the principles of fish drying experience and understand the traditional process of fish drying.  
(2) Plan the machine production to detect the quality of dried fish by standard process.  
(3) Collect the data measured by each platform through the Internet of Things(IOT), which will effectively help us grasp the situations and changes of the sun-drying procedures.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

(1) Use the weight sensing element HX711 to measure the weight of fresh fish on the sun-drying platform(as Fig. 1).  
When the sensor element is subjected to force deformation, the different weight between wet and dry fish can be detected, allowing the fishermen to examine the completeness of the dried fish.




Fig.1 The introduction of the device

(2) Setting multiple weight sensing elements and constructing the IOT function with chips in order to send the data of the sun-drying platform.  
(3) With the data collected from the chips, we can analyze the collected value and organize the rules to find a certain proportion of weight loss.  
(4) When the detected value reaches a certain number, the fishermen would be informed of the consumption of fish

57. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup>  
& National Tainan Girls' Senior High School<sup>2</sup>

【参考文献/References】

[1] SHI, ZHENG-XIONG (2015) . Chemical sensors, Taipei : WU, NA +  
[2] LIAO, WEN-HUA, ZHANG, ZHI-YONG, ZHAO, ZHI-MIN.& LIU, YUN-HUI ( 2018). Intelligent application and practice of Internet of Things, Taipei : WU, NA.  
[3] LIANG, DONG, ZHANG, ZAO-JING, & PENG, MU-GEN ( 2020). Big Data X Data Mining X Intelligence Operation, Taipei : SONG,YE.  
[4] Jason Chu. Calibration program. Arduino HX711Complete example of electronic scale.  
https://blog.jmaker.com.tw/hx711\_set/  
[5]Haixin Technology. Description. 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales  
https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\_english.pdf

57. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup>  
& National Tainan Girls' Senior High School<sup>2</sup>

drying.

(5) If the plan could be carried out successfully, not only the fishing industry but also the agriculture field and so on can benefit from it.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

A. The principles of experience  
a. The fish drying process



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地球/Earth Scie	nce
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	
【代表者名/Representative's Name】根岸愛実	
【メンバー/Member】荻司杏実 山内結衣 米田拓真	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】矢部重樹	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】Shaping Seaweed-Material	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 Plastic waste in the ocean has become a big problem in recent years. One way to solve this problem is to reduce the use of plastic by replacing plastic products with other materials. "Seaweed-Material" is a material that can be created from water and agar, a type of red algae(Figure 1). It has a dark brown color and is transparent. Even though seaweed-material is a hard material that has the possibility of replacing plastic products, there has not been a sufficient way of processing them to the needed shape. Seaweed-material becomes partially dried after slowly drying them for several days. The partially dried seaweed-material is soft and is easy to process. Our idea is to die-cut the partially dried seaweed-material to process them to needed shapes.	
【目的/Goal】 Our goal is to find a way to process seaweed-material to use it as a replacement for plastic products such as spoons and forks. To achieve this goal, we researched how we can change the shape and how much and how the size changes when we dry the seaweed-material at the last process, and how to shape the seaweed-material to usable shapes.	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 The novelty of our research is in the way of shaping the seaweed-material. A previous research shaped seaweed-material by bending a partially dried seaweed-material, which is bendable, and bending it into needed shapes[1]. This was possible because the concentration and thickness of the seaweed-material was small. To create a spoon, we need a way of shaping high concentrated and thick ones. As a new way of shaping hard seaweed-material, we decided to die cut a partially dried seaweed-material. We created the mold by using a 3D printer. This time we created a spoon shaped mold, and by creating molds for other products, we will be able to use seaweed-material in many places. To improve the way of shaping seaweed-material, we also experimented how and how much the seaweed-material shrinks from the size of the mold. By using this data, we will be able to know and control the size and shape of the final product.	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ・ Shaping the seaweed-material by die cutting the shape We created a 5% seaweed-material mixture(agar:water is 1:19) and autoclaved it to fully solute it. Then we put the mixture inside a plastic container. The container was put into a 50℃ dryer to be dried. It was dried for 3 days to become partially dried. To cut out the partially dried mixture, we made a spoon mold with a 3D printer(Figure 2). After die cutting the partially dried mixture, we dried the spoon shaped mixture inside the dryer again. After several weeks, the spoon shaped mixture became a hard seaweed-material(Figure 3). It became a lot smaller than mold and was bent because of the drying. However we could still notice the shape of the spoon. ・ The change in diameter by the drying Sea-weed plastic shrinks to a smaller diameter when dried. To improve the process of shaping seaweed-material, we decided to research how and how much the diameter changes by the drying. We did a comparative experiment by changing the concentration of agar, the diameter of the petri	

dish and the temperature of the dryer. We created a 1%, 5%, and a 10% seaweed-material. We could see that in the 1% seaweed-material, the change in diameter was small(Figure 4). Also many of the high concentrated seaweed-material was bent in contrast with the low concentrated seaweed-material(Figure 5). The small petri dish's size is 52mm, and the larger petri dish's size is 84mm. In the experiment we were afraid that the change in thickness and amount of mixture would influence the result, so we created a seaweed-material that is made in the large petri dish but have the same thickness as the small ones and a seaweed-material that is made in the large petri dish but uses the same amount of mixture as the ones made in the small petri dish. Even though there was a difference between these two, we could still tell that the ones made in small petri dishes became smaller than the ones made in large petri dishes(Figure 6, 7). The experiment of changing the temperature of the dryer is still in progress. 【今後の展望/Future potential and its plan】 We would like to use the data that we took in this experiment to control the shape and size of the spoon. Since the handle part and the scooping part of the spoon are different in size and shape, we would think of the spoon as a rectangular and a cylinder. When we changed the concentration of the seaweed-material we could see that the low concentrated seaweed-material did not change in diameter as much as high concentrated seaweed-material. Also, the high concentrated seaweed-material was bent. To make a spoon, we will use a concentration between 1% and 5%. It is not too low that it can not be used as a spoon, but is not too high that it will shrink too much and be bent. We will also consider what temperature would be the best for drying seaweed-material by looking at the result of the experiment of changing the temperature of the dryer. 【参考文献/References】 [1]寒天プラスチックの開発 <a href="https://school.qifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc2/21931.pdf">https://school.qifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc2/21931.pdf</a>
--



Figure 1. seaweed-material



Figure 2. Spoon mold made with a 3D printer



Figure 3. Spoon shaped seaweed-material next to the mold



Figure 4. The difference in diameter due to the difference in concentration (100% is the diameter of the petri dish)

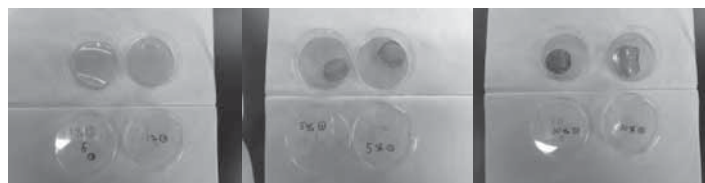


Figure 5. (Left) 1% seaweed-material (Middle) 5% seaweed-material (Right) 10% seaweed-material

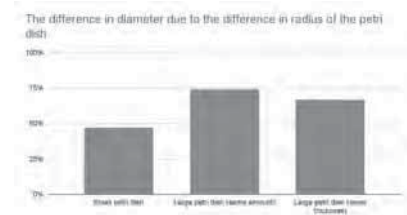


Figure 6. The difference in diameter due to the difference in diameter of the petri dish (100% is the diameter of the petri dish)

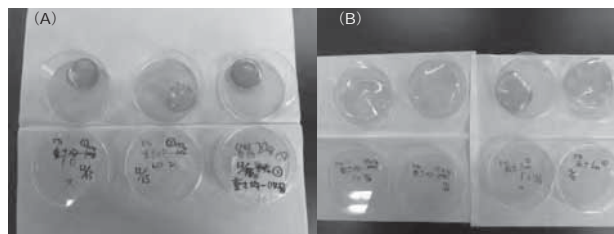


Figure 7. (A) The seaweed-material made in small petri dishes (B) The seaweed-material made in large petri dishes



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics

☐ 化学/Chemistry

☐ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】Ikubunkan Global High School

【代表者名/Representative's Name】Yuto Seino

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】Kota Toda

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Development of the Winged Model Rocket

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

A spaceplane is a futuristic space transportation system. It has an airplane-like operation, and it has some advantages such as reusable, small, and safety<sup>(1)</sup>. A suborbital spaceplane (winged rocket), that flies into sub-orbit is the first step [Fig.01]. There is advanced research being carried out at the Tokyo University of Science on winged rockets that have rocket engines and launch vertically<sup>(2)(3)</sup>. However, since winged rockets require high technological level to develop, these are still far from realized.

The sub-scale winged rocket, that is using a model-rocket's engine ("winged model rocket"), is aiming to reproduce the flight of winged rockets. It would solve some of the technological issues that winged rockets face related to the ideal trajectory; horizontal-launch and vertical-ascent [Fig.02]. The research project is collectively called "PROJECT SPACEBIRD" [Fig.03].

There are three steps for development: SB X-1, SB X-2, and SB X-3 [Fig.04]. SB X-1, the first experimental winged small rocket, which aimed to deepen our understanding of the flight characteristics of winged rockets and to change the attitude of the rockets in its flight by using its angled Elevons (part of the wings) [Fig.05]. SB X-2 is the 3D printed unwinged rocket and aims to study how to best fit a microcomputer onboard and flight stabilization (controlling) [Fig.06]. SB X-3 is the final goal, that is to create a controllable winged rocket by using a microcomputer, controllable Elevons, and has the trajectory for horizontal-launch and vertical-ascent [Fig.07].

The research on SB X-1 finished in August 2022 and we are currently working on SB X-2's flight stabilization, as well as designing SB X-3.

【目的/Goal】

The goal of the research is to reproduce the flight of a suborbital spaceplane (winged rocket), with a horizontal-launch and vertical-ascent, by using a sub-scale experimental rocket with model-rocket's engines and microcomputer.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

In the field of the reusable rockets, "cylindrical reuse" is now popular due to the influence of success of SpaceX's Falcon 9<sup>(4)</sup>. However, it is considered that the winged reusable rockets have not attracted much attention at present due to the high technical difficulty and the retirement of the space shuttle. As mentioned above, winged rockets have advantages due to the airplane-like operation and some of these advantages do not exist in cylindrical reusable rockets<sup>(1)</sup>. While there is a lot of basic research, small-scale but short-term development and actual flight research can be

considered valuable in this field.

Also, the winged rocket in this research flies from a horizontal orientation like an airplane, which is the ideal flight style of spaceplanes in the future. In the advanced research at Tokyo University of Science, the experimental winged rockets were vertically launched using rocket engines<sup>(2)(3)</sup>. Because of that, our research can be considered as an approach to the new field of horizontal takeoff rockets with wings and rocket engines.

In addition, the experimental winged rockets "SB X-2" and "SB X-3" are built using 3D printers and computer-aided-designing software when possible. This is an accurate and easy rocket production method.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

This project already has some achievements and results.

In the research of SB X-1 (the first experimental winged rocket in the project), the flight characteristics of the uncontrolled winged rocket were confirmed by experimental methods. Flight tests were repeated with the launch angles of 60° and 30° for horizontal launch and takeoff, and with and without the Elevon angle on the wing of the experimental aircraft. In conclusion, it was suggested that it is necessary to control the rocket in some way because of its extremely high aerodynamic drag and its tendency to be agitated by the wind [Fig.08] [Fig.09]. In addition, it was proven that the angled Elevon is effective in rockets by changing the trajectory of the vehicle [Fig.10].

After the research on SB X-1, we built SB X-2 by using 3D printer and launched it in the playground of a school in Canada. This rocket managed to achieve the following: 1) Building of a fully original and 3D printed rocket. 2) Established an original process that covers both the development and flight testing of these original rockets. 3) Flight of a rocket with a microcomputer on board [Fig.11].

With the accumulation of these technologies and experiences, the sub-scale experimental rocket of suborbital spaceplanes (SB X-3) can be achieved over time.

【今後の展望/Future potential and its plan】

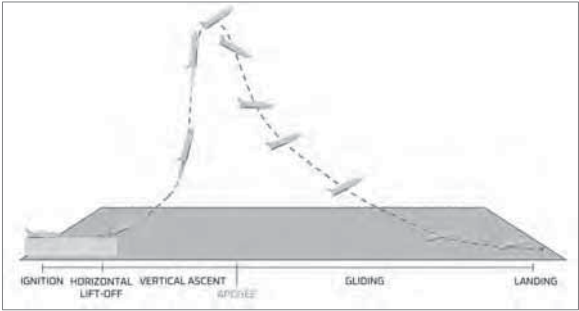
On the SB X-2, we will continue aiming the flight stabilization / controlling system by using microcomputers and driving fins. Also, since there was no completely successful landing so far, we hope to improve its recovery system (parachute). After SB X-2, we aim to build the SB X-3, the final goal of the project, by combining the two fields that we have researched so far; winged rockets and the effect of Elevons in SB X-1, as well as the ability of SB X-2 to carry and use a microcomputer onboard to assist with flight control. SB X-3 will aim to reproduce the flight of the suborbital spaceplane (winged rocket), with horizontal-launch and vertical-ascent.

【参考文献/References】

- 1) Yasuda,A., Manabe,A., Inakoshi,H., & Yonemoto,K. (2020). 2027 年誰もが宇宙に行き来することを目指して [Aiming for Everyone to Come and Go to Space in 2027]. Space Solar Power Systems Society, 5, 71-73.
- 2) Yonemoto, K., Yamasaki, H., Ichige, M., Ura, Y., Gossamsetti, G. S., Ohki, T., ... & Nanri, H. (2016). Winged Test Rocket with Fully Autonomous Guidance and Control for Realizing Reusable Suborbital Vehicle. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, 10(1), 96-107.
- 3) *Space Systems Lab.* (n.d.). Tokyo University of Science Department of Mechanical Engineering Faculty of Science and Technology. <https://space-systems.me.noda.tus.ac.jp/en/>
- 4) コスト 100 分の 1 へ、再使用ロケットが壊す宇宙の常識と残る課題 [Reusable Rocket Breaks Space Norms and Remaining Challenges at 1/100th Cost.]. (n.d.). Sorabatake. <https://sorabatake.jp/6690/>



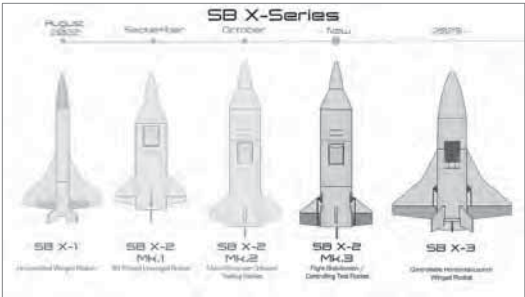
[Fig.01] Original CG of the suborbital spaceplane



[Fig.02] Flight of the suborbital spaceplane (winged rocket)



[Fig.03] Logo of "Project SPACEBIRD"



[Fig.04] The "SB X-Series"



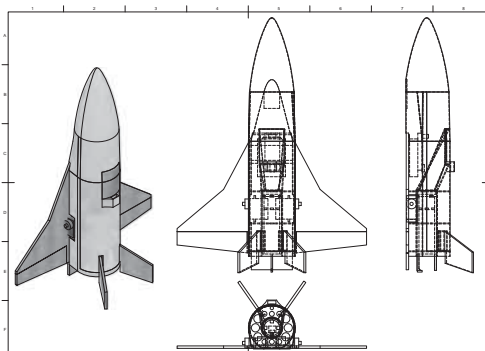
[Fig.05] SB X-1



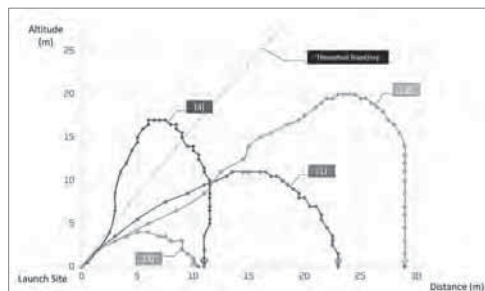
[Fig.06] SB X-2



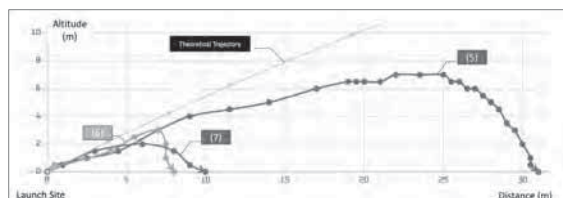
## 60. Ikubunkan Global High School



[Fig.07] Design of SB X-3

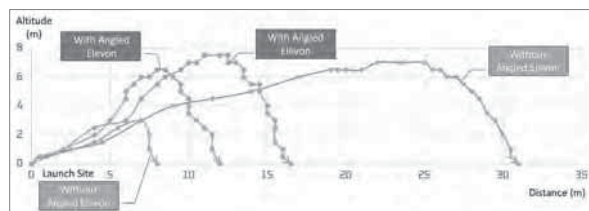


[Fig.08] Trajectory of SB X-1 from launch angle of 60°

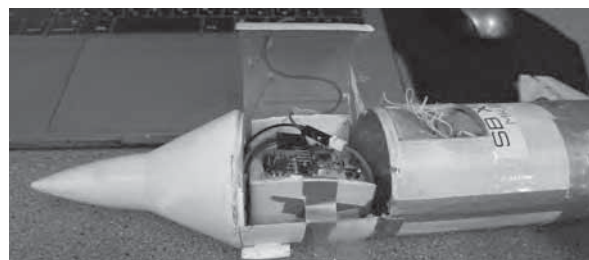


[Fig.09] Trajectories of SB X-1 from launch angle of 30°

## 60. Ikubunkan Global High School



[Fig.10] Comparison Between the flights with and without angled Elevon, trajectories with angled Elevons had higher altitude



[Fig.11] A microcomputer on the rocket

## 61. Tokyo Metropolitan Toyama Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

## 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】Tokyo Metropolitan Toyama Senior High School

【代表者名/Representative's Name】Yoshino Hotta

【メンバー/Member】Yoshino Hotta

## 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】Ms. Yuki Kashima

## 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】The conditions of the object and its flying distance

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

I got my first inspiration when I was playing with my little sister flying paper planes. There were various kinds of paper planes that we made, and though they were all made of the same pieces of paper, each one had different ways of flying at different speed, reaching point, flying distance, and so on, which attracted me. Of all, I especially chose flying distance to research and set it as a goal to create a paper plane that will fly farthest.

## 【目的/Goal】

The goal of my research is to find out what is affecting the way of a paper plane flies and create a paper plane with the longest flying distance it can get to.

## 【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

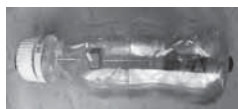
I have built my original experimental equipment to make it possible to do my experiments accurately.

Though my goal is to fly a paper plane farther, I have used a small plastic bottle instead since plastic bottles are better at meeting the conditions for my experiments. On the tail of the plastic bottle, I have attached a part which has a spring inside. This part will be connected to the head of the other equipment and allow the bottle to be flown out by just pushing a button.[1] Inside the bottle, I have put another component which can be used to change the position of the center of gravity.[2] Also, I have taken a video of my experiment so it will help me think about how I got the result. [3]

[1]

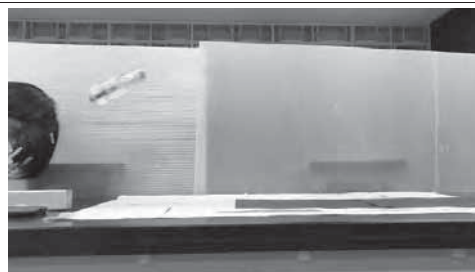


[2]



## 61. Tokyo Metropolitan Toyama Senior High School

[3]



【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

I have done my first experiment to see what angle the best is to get to the farthest flying distance. As a result, it has shown 50° while I have expected it to be around 45° [4]. However, giving feed back to the experiment, I have found that the data I have got were too random which should be fixed. Thus, I have rebuilt new experimental equipment [1] [2] [3] and reconsidered the way of doing the experiment. As my second experiment, using new equipment, I have tried to find out how the position of the center of gravity will affect a flying distance. My assumption for this was that a flying distance will be the farthest when the center of gravity is placed just up from the middle. At the same time, I have also guessed that the best position might change depending on the angle. Therefore, I have changed both the position of the center of gravity and angle this time. As a result, the best position has certainly change by angle. However, I could not detect a clear relationship between them. Placing the center of gravity at the back had not worked well at any angle that I have examined.

【今後の展望/Future potential and its plan】

I am planning to do the same experiment again but put the center of gravity exclusively at the upper half of the object to see if there really is any relationship between the angle and the position, and to discover the best condition to fly the object farther. After doing the research about the position of the center of gravity, I would like to do some more experiments by adding some other conditions such as changing the shape of the object or attaching wings in order to deepen my research.

【参考文献/References】

[4]平成 27 年 (2015 年) 度「宮水学園」マスター講座【日常は物理で満ちている】3, 乗り物の物理—空気抵抗と闘う乗り物



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics

☐ 化学/Chemistry

☐ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】Junior High School Attached To Yokohama Science Frontier High School

【代表者名/Representative's Name】Yusei Mizutani

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】Nari Ozaki

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】PET bottle label production using agar plastic

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

I used agar as a substitute for plastic, based on the previous research of my seniors. Agar hardens into a gel when cooled. When the hardened gel-like agar is dried, it loses its moisture and hardens. I am researching whether this can be used as a substitute for plastic (hereinafter we call this "agar plastic"). Agar plastic is plastic made only from agar and distilled water. It has the property of becoming soft when placed in water (it is currently being tested in a test tube, and I expect that it'll eventually dissolve and disappear after being immersed in water for a long time). Therefore, I believe that even if littered garbage is washed into the ocean, it will not create microplastics (\*1). If existing plastics can be turned into agar plastics, the build up of microplastics can be reduced and the environment's condition can improve.

In my previous research on agar plastics, I found that the higher the agar concentration, the stronger the agar plastic. On the other hand, the stronger agar plastic was found to be less pressure resistant. Since it was possible to make it thin to the touch and close to plastic, it was easy to make 0.2mm thick agar plastic, the thickness of a plastic bottle label (hereinafter referred to as "labels") (\*2). Therefore, I set out to make labels.

【目的/Goal】

In previous research and in this research, I will discuss four points. Production, printing, strength and cost. Through experiments and surveys to substitute agar plastic as labels, I will work toward a practical use of agar plastic.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

I cannot find much research on agar plastic, or to replace a familiar product with agar plastic(\*3). Therefore, I aim for a practical application to familiar labels. If it is for a label, we can use the properties of agar plastic as described in the background. Besides, even if you eat agar plastic, agar is made from seaweed, its practical application as a plastic that is safe to eat is also conceivable.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. Production

To produce an agar plastic sheet the size of a postcard, a container was created using a 3D printer (Fig. 1), and a cooking sheet was placed on the bottom of the 3D-printed container (Container 1) to prevent the agar plastic from sticking to it. In addition to the 3D-printed container, commercially available containers (Containers 2, Container 3) were also used to produce agar plastic sheet(Fig. 1).

Container 1 is designed to produce an agar plastic sheet the size of a standard postcard. Container 2 has a width of 117 mm and a depth of 155 mm. Container 3 has a width of 105 mm and a depth of 165 mm. Agar plastic sheet made in Containers 2 and 3 are cut to the size of a postcard because the agar plastic produced in those containers would be larger than a postcard. The left side of Fig. 1 shows Container 1, the middle is Container 2, and the right side is Container 3.

The agar plastic produced in Container 1 is shown in Fig. 2. The agar plastic produced in Container 2 is shown in Fig. 3, and the agar plastic produced in Container 3 is shown in Fig. 4.

Container 1's agar plastic could be made to look relatively like paper, but it had holes in some places. In Container 2, black mold formed in some places during the agar plastic's drying process. Container 3's agar plastic was made well but bent during the drying process.

2. Printing

I examined whether it was possible to write on the agar plastic produced at a concentration of 2% using a water-based pen (Fig. 7), an oil-based pen (Fig. 8) and printing ink (Fig. 9). The results are summarized in Table 1.



Fig. 1 Container Comparison



Fig. 2  
Agar plastic produced in  
Container 1



Fig. 3  
Agar plastic produced in  
Container 2

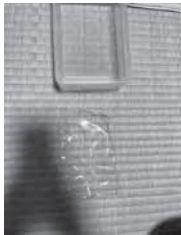


Fig. 4  
Agar plastic produced in  
Container 3



Fig. 5 3-point bending test

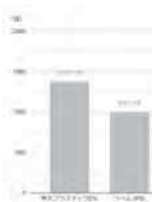


Fig. 6 Cost comparison of agar plastic and PET bottle label

Next, I examined whether it could be printed on with a printer. I chose the flattest agar plastic (Fig. 2) and printed letters on it with a printer (Fig. 10).

The print was recognizable, but a little messy and it was difficult to print exactly where I wanted to. In addition, the unevenness of the bottom of the container was reflected in the agar plastic, making the printed image messy.

3. Strength

A three-point bending test (Fig. 5) showed that 0.2mm agar plastic sheet withstood 380g more weight than the label (Fig. 6).

4. Cost

I calculated the cost per ㎢. I checked the price of agar and distilled water used to produce agar plastic and found that the cost of producing agar plastic with 2% concentration would be 0.12 yen/㎢. If the label made of agar plastic is 150 ㎢, the cost would be 18 yen/㎢.

I have researched the production cost of PET bottle labels and found it to be 15 yen (\*4).

Therefore, the production cost is about 3 yen higher per label.

Conclusion

I could write things on agar plastic using water-based and oil-based pens, and printers. The printing was not very different from printing on paper. Although there were many issues, I was able to produce something that resembled PET bottle labels.

【今後の展望/Future potential and its plan】

The Cost of Agar

Since the agar used for this research was agar for research purpose, I would like to see if I can achieve the same results as in these experiments by using agar for cooking to reduce the cost, since cooking agar sold at supermarkets is cheaper.

I would also like to find out if it is possible to reduce the amount of agar used to reduce production costs and still make a viable label.

Container Improvements

During the agar plastic production process, the 3D-printed container swelled, causing the swelling to puncture the agar plastic. In addition, the sides of the container were caving inward, causing the bottom to bulge out (Figure 11). As a result, flat and clean agar plastic could not be produced from this kind of container.

Future Prospects: The process of producing agar plastic involves temperatures of over 100℃, so the material must be able to withstand such temperatures. In addition, the containers must not be made of plastic.

Accuracy of production

During the drying process, the agar plastic would bend, develop holes, and mold. Therefore, it was difficult to produce agar plastic in the desired shape. The 3D-printed container allowed the cooking sheet to float on the melted agar, which became a lid, and flat agar plastic could be produced.

Future Prospects: From this, I thought that it might be possible to produce agar plastic flatly by using a lid.

Ink

When agar plastic is washed into the ocean or rivers, the ink itself must also be environmentally friendly because of the ink's impact on the water.

Future Prospects: Investigate inks that do not affect the environment.

Adhesive

After completing this research, I realized that it is also important that the agar plastic adheres to the PET bottles. It is important that the material used for this adhesion does not impact the environment either.

Future Prospects: I would like to research an adhesive that can be used on the adhesive side of the label.

Prevention of mold growth

During the drying process, mold grew on the agar plastic.

Future Prospects: To prevent this, I would like to use sterilized containers, change the temperature at which they are dried to 50℃, and change the drying time.

【参考文献/References】

\*1. Fuji-no-ito (Yamanashi Chuo Bank, Ltd.): Microplastics and ocean plastics - Trash that will not decompose for hundreds of years. Causes and countermeasures  
[https://www.yamanashibank.co.jp/fuji\\_note/fuji/microplastic.html](https://www.yamanashibank.co.jp/fuji_note/fuji/microplastic.html)

\*2. My previous research  
<https://docs.google.com/presentation/d/1WagsF-QaAyyBgOEzfsAA-PT858bDKfQ/edit#slide=id.p8>

\*3. TABI LABO: The world is looking to "natural materials" to replace plastics!  
<https://tabi-labo.com/260749/agar-plasticity>

\*4. Cost survey of plastic bottles, cans, and bottles  
[http://ishintai.up.seesaa.net/image/CA67MDHZ\\_.pdf](http://ishintai.up.seesaa.net/image/CA67MDHZ_.pdf)

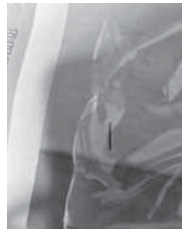


Fig. 7 Oil-pen



Fig. 8 Water-pen



Fig. 9 Printer ink

Bleeding	No bleeding	Little bleeding	Non bleeding
Friction resistance	Indelible	Indelible	Indelible

Table 1 Bleeding and friction resistance comparison



Fig. 10 Printed on agar plastic





Fig. 11 Distorted 3D printed container

ご自身の研究段階（Research Stage）：☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☒物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい  
Hiroo Gakuen Junior & Senior High School

【代表者名／Representative's Name】Ayana Koumura

【メンバー／Member】Ayana Koumura ／ Arisa Yajima

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Kazuhiro Tamura

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】  
Effect of fractal structures on tsunami

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】  
In the oceans, tsunamis cause severe damage<sup>(1)</sup>. Tsunami causes particularly big damage in complex topographies such as the rias coast. Rias coast has fractal structures(Fig. 1), and it is known that superhydrophobic and superhydrophilic phenomena appear on fractal surfaces due to their infinitely large surface area<sup>(2)</sup>. Thus, fractals can cause intriguing behavior. Therefore, we hypothesized that there might be some connection between the mechanism of increased tsunami damages and the fractal nature of the rias coast, and we will investigate the interaction between tsunamis and fractal structures. First, we will computer simulate what the difference would be when waves hit fractal and non-fractal figures. We also wanted to investigate the differences in the wave effects of fractal dimensions, a mathematical index for characterizing the level of complexity and self-similarity of a fractal<sup>(3)</sup>. In addition, it is known that shallow water waves, such as tsunamis, can be described by the KP equation. The KP equation can describe nonlinear waves, and superposition does not work for nonlinear wave motion. It is known that unpredictable behavior such as sudden giant waves can occur under certain conditions. Therefore, we wondered if there might be other effects such as a reduction in the momentum of the waves depending on the shape of the coastlines where the tsunamis hit. Thus, we thought that studying the interaction between tsunamis and fractal structures could be applied to disaster prevention, such as attenuation of wave momentum, for example, wave blockers placed on beaches and levees that control the momentum of the water in the case of a tsunami. Furthermore, we thought about how to control the momentum of the water when tsunamis approach the coast so far, but we thought that it is also important to reduce the damage of tsunamis by reducing the power of tsunamis before they approach the coast. Since it is difficult to fix a device on the ground offshore, far from the coast, where the water is deeper than near the coast, we thought it would be good if we could make a stand-alone device that could float on the water and stop the stream of the waves. By floating a device with a fractal structure in the ocean and breaking it out of wave shapes before waves become large, it could be expected to prevent tsunamis from becoming huge. For example, there is a device that generates power from waves as an example of floating objects in the ocean(Fig2), and we thought that the combination of this device and a fractal could also be used to control the momentum of waves and generate wave power at the same time. In other words, we thought that investigating the interrelationship between tsunamis and fractals might have a possibility to help mitigate tsunami damage ultimately as well.

【目的／Goal】  
To research the interaction between tsunami and fractal structures in order to clarify the mechanism of the increase in tsunami damage

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】  
There have been studies of the reaction of water to the surfaces of fractal structures<sup>(4)</sup> and on the relationship between gas turbulence and fractals<sup>(5)</sup>, but few studies have focused on the relationship between waves, such as tsunamis, and fractals. The mechanism by which tsunami damage increases on the rias coast is thought to be the increase in wave height caused by the sudden narrowing of the bay<sup>(6)</sup>, but there are few precedents for analysis from a physical point of view using numerical calculations. Experiments have shown that the fractal structure amplifies waves<sup>(5)</sup>, but few studies have aimed to confirm whether the opposite is true for wave attenuation.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
We will choose one way to use numerical analysis to research. In addition, analysis using graphs is sometimes used for nonlinear phenomena for which it is difficult to find a direct solution. This is a method in which the modeling equation is analyzed at fixed points and the behavior of the solution is represented directly as a graph. Even when analytical solutions cannot be obtained, this method can be used to investigate the divergence and convergence of solutions, and we are considering using this method. Specifically, we plan to model the case of a wave hitting each of the various cases with and without fractal structure and fractal dimension, and analyze numerically by computer using the Crank-Nicholson method and so on. Studies have also been done on the effect of fractal structure on turbulence<sup>(4)</sup>, and although this is a gas flow, we believe that a similar analysis can be done for water waves. This study can lead to a fundamental understanding of the interaction between tsunamis and fractal structures in tsunami disaster prevention.

【今後の展望／Future potential and its plan】

- Compare and evaluate the methods of analysis
- Research the relation between fractal structures and waves like tsunami

【参考文献／References】

- 「日本沿岸でのチリ地震津波」内閣府 防災情報のページ 災害教訓の継承に関する専門調査会 viewed 19 January 2023
- 「東北地方太平洋沖地震による津波被害について」織田 幸伸・伊藤 一教・高山 百合子・橋本 貴之・横田 華奈子, 大成建設技術センター報 第 44 号, 2011 viewed 19 January 2023
- "Ht-Index for Quantifying the Fractal or Scaling Structure of Geographic Features", Bin Jiang, Junjun Yin, May 2013, viewed 19 January 2023
- "Physics of Wettability and Water Repellency of Fractal-Structure Surfaces", Tomohiro ONDA, 2015, viewed 19 January 2023
- "Modeling turbulent flow over fractal trees with renormalized numerical simulation", Stuart Chester, Charles Meneveau, Marc B. Parlange, 2006, viewed 19 January 2023
- "Turbulence Enhancement by Fractal Square Grids: Effects of Multiple Fractal Scales", Alexis Omilion, Jodi Turk and Wei Zhang, 2018, viewed 19 January 2023

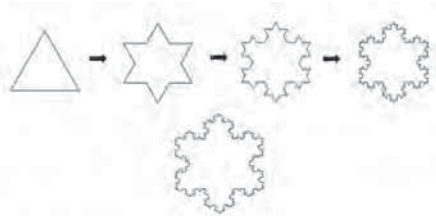


Fig1 An example of fractal  
(ニッセイ基礎研究所 「フラクタルって何ですかー1.26次元や1.58次元の図形ってどんなものなのだろうー」 <https://www.nri-research.co.jp/report/detail/id=68116?site=nri> (viewed 19 January 2023))



Fig2 Wave power generator floating on the sea  
(Sea Wave Energy Ltg "Research" <https://swel.eu.eu/research/> (viewed 19 January 2023))



## 64. Jockey Club Man Kwan Eduyoung College

◎ 自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野 / Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに○をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input type="checkbox"/> 数学 / 情報 / Mathematics & Information <input checked="" type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
【学校名 / School Name】 ※Jockey Club Man Kwan Eduyoung College	
【代表者名 / Representative's Name】 Chan Lai Ying	
【メンバー / Member】 Chan Chun Kit, Chung Yat Long	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
【お名前 / Name】 Chung Sze Hon	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル / Title】 The Application of DSSCS	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】	
<p>Hong Kong is a Special Administration Region of the People's Republic of China and one of the most developed cities in the country. Although Hong Kong has good potential for solar, wind, and waste-to-energy, the development of renewable energy in the region has been lagging.</p> <p>According to China Light Power Limited ( CLP ), at present renewable energies remain a negligible player in the city's energy system, contributing to less than 1% of total energy consumption (CLP, 2020). The figure reflects that the significant adoption of solar energy is insufficient in Hong Kong.</p> <p>Two main factors contribute to making it Hong Kong difficultly utilise solar energy.</p> <p>Firstly, the shortage of land and space is the critical factor limiting the deployment of renewable energy systems. Within the 1,098 square km area of Hong Kong's territories, about 184 km<sup>2</sup> (17%) are developed lands, and most of Hong Kong is hilly (Dr. Sam C. M. Hui, 2003). The land use conditions and building density often present difficulties in designing and installing solar energy collectors or panels. Although the incoming solar radiation is favourable, in practice, the collectable solar energy is affected by specific site conditions.</p> <p>Secondly, when we examine the available land in urban areas like those on Hong Kong Island and Kowloon, it is difficult to find suitable locations for large-scale solar energy projects because there is a significant number of high-rise buildings or skyscrapers accommodating the highly- densely population and office commuters. This architectural style and the feasible lack of land in the territories are considerable barriers to applying solar energy.</p> <p>Considering Hong Kong's geographic structure, it is difficult to use solar power widely here since traditional solar panels require large open areas for instalments, while Hong Kong is relatively mountainous. As a result, it is not easy to find available and flat spaces to place large-scale solar panels.</p>	

## 64. Jockey Club Man Kwan Eduyoung College

<p>【今後の展望／Future potential and its plan】</p> <p>To analyze if the new innovation can be widely promoted to more places other than in Hong Kong. In addition, to optimize the ratio of the use of renewable energy to generate power. Lastly, we hope to promote green energy in the society and to achieve the ultimate goal of decarbonization.</p>
<p>【参考文献／References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Electricity Output by Generation Fuel Type in 2020</i> (no date) <i>Power generation</i>. Available at: <a href="https://www.clp.com.hk/en/about-clp/power-generation">https://www.clp.com.hk/en/about-clp/power-generation</a> (Accessed: January 15, 2023).</li> <li>2. Hui, S.C.M. (no date) <i>Solar Energy Development in Hong Kong and Its Implications to Energy Market Reform</i>. Available at: <a href="http://lbse.hk/cmhui/icemipr-samhui_paper.pdf">http://lbse.hk/cmhui/icemipr-samhui_paper.pdf</a> (Accessed: January 15, 2023).</li> <li>3. Freeman, D. and Sridhar, N. (no date) <i>A study of dye sensitized solar cells under indoor and low level ... - G24, COMPARISON TO ORGANIC AND INORGANIC THIN FILM SOLAR CELLS AND METHODS TO ADDRESS MAXIMUM POWER POINT TRACKING</i>. Available at: <a href="https://gcell.com/wp-content/uploads/Appendix-2-a_study_of_dssc_under_indoor_low_level_light_texas_instruments.pdf">https://gcell.com/wp-content/uploads/Appendix-2-a_study_of_dssc_under_indoor_low_level_light_texas_instruments.pdf</a> (Accessed: January 15, 2023).</li> <li>4. <i>Current table 2.0</i> (no date) <i>Marjan van Aubel</i>. Available at: <a href="https://marjanvanaubel.com/current-table-2-0/">https://marjanvanaubel.com/current-table-2-0/</a> (Accessed: January 15, 2023).</li> </ol>

## 64. Jockey Club Man Kwan Eduyoung College

<p>Moreover, Hong Kong's high population density and scarce land make it more urgent to build public housing. We cannot possibly try to solve one problem if it gives rise to a worse one.</p> <p>Other than that, the towering architectures in the territories will also affect the efficiency and effectiveness of the adoption of traditional solar panels, which are installed in low-storeyed buildings.</p> <p>Compared to traditional power cells, dye-sensitized solar cells (DSSCs) represent an effective alternative to provide clean energy from the sun. Dye-sensitized solar cells can offer an efficient and easily implemented technology for future energy supply at affordable manufacturing costs. Additionally, DSSCs perform better under lower light intensities, which makes them an excellent choice for indoor applications (Freeman &amp; Sridhar, ). DSSCs are semi-transparent, multi-coloured and multi-shaped, resulting in a broader range of its applications. Currently, many manufacturers are studying how to develop new energy products with DSSCs (Current table 2.0, 2023). It is believed, no doubt, DSSCs will play a vital role in future solar energy composition.</p>
<p><b>【目的／Goal】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To investigate the feasibility of the applications of DSSCs at our school.</li> <li>2. To study the possibility of adopting DSSCs in an area with a high density of architectures.</li> </ol>
<p><b>【新規性と創造性／Novelty and Creativity】</b></p> <p>Though DSSCs is not something new, but consider designing and developing new innovations in comply with the real situations at our school is the new idea of our study.</p>
<p><b>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b></p> <p>DSSCs mainly absorb visible light with a wavelength of 300nm-700nm. Therefore, it can be used indoors. Although the technology of DSSCs nowadays is more advanced than that 20 years ago, there is still a long way to go to become the major source of power generation in future. It is because when DSSCs are installed indoors, the energy source of their electricity generation comes mainly from the light emitted by light bulbs. Essentially, the architectures still need to be powered by the conventional fuels like oil and coal. However, the use of DSSCs can certainly reduce the dependence on fossil fuels to a certain extent. Needless to say, the installation of DSSCs has a value of long-term development.</p> <p>Our solar-powered cabinets are designed according to the needs of users. For instance, the school implements BYOD, students often have to charge IPADs, Apple Pencils, mobile phones, and any other digital gadgets. DSSCs cabinets can reuse light resources to charge students' digital devices.</p> <p>We will use 3D printing technology to make a model to introduce to you. It is hoped that the device can promote green energy and as a result, it can reduce the consumption of non-renewable energy.</p>

65. Taipei Municipal Nei-Hu vocational High School

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.</b>	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
T	
【代表者名／Representative's Name】 KO, CHIH-HAN	
【メンバー／Member】 KUO, HUNG-SHAO    YE, XUAN-TANG    CHANG, YU-JUNG	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】 KO, SHIH-WEI    CHEN, JIAN-ZHI	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
<b>【タイトル／Title】</b> Smart LED headlight ad tail light	
<b>【研究背景/study background】</b> In the bicycle code, it is mentioned that riding at night should have front and rear lights, wear bright and reflective clothing to improve riding safety. However , one of our friends once rode a bicycle at night, and a traffic accident still occurred, in the above- mentioned condition.  Analysis of the reason is mainly due to the blind spot problems. Therefore, we hope to study a set that can actually reduce or even eliminate the blind spot vision when making a turn, allowing cyclists to avoid traffic accidents due to blind spots when riding at night.  Our idea is to change the single headlight into double headlight, and design a sensor that can detect the turning angle so that one of the headlights can turn to the blind spots of the vision, extended illumination and make the cyclists get wider vision and reduce the accident rate.	
<b>【目的／Goal】</b> 1. Create an environment that leads to a safer night-time cycling environment. 2. When turning the direction, the headlight can adjust the position to perfect irradiation angle so that things within the sight can be clearly seen. 3. When turning the direction, the direction light will flash along with the position turned. 4. Combined with flickering of the taillights to warn the vehicles coming from behind.	
<b>【新規性と創造性／Novelty and Creativity】</b> There are five innovative parts of our work 1. Dual lighting system : Different from general bicycle headlights , our works adopt dual lighting system to increase the lighting field of view to make the front view clearly visible and can effectively reduce the blind spots to reach safer lighting conditions for night riding. 2. Headlight steering system: In ordinary bicycles, the headlights are fixed on the front of the bike, because of the insufficient lighting range, they cannot effectively illuminate the blind spots on the left and right sides for the cyclists, so the accidents happen easily. Therefore, our work adopt the headlight steering system. When turning, our system will detect the direction of the turn, and the angle of the headlight on the	



65. Taipei Municipal Nei-Hu vocational High School

side of the turning direction will gradually increase according to the rotation angle, while the headlight on the other side will remain.

3. Turn signal system: In order to make sure the cars coming from behind will notice the direction of the cyclist, we have added direction lights on both sides of the bike, when turning, the direction lights will flash up, according to direction of the turn.

4. Ambient light sensing system: Due to the rising of the public awareness of environmental protection, we have installed the ambient light sensing system, when the system senses that brightness of the environment is dim, our system will automatically turn on. On the contrary, when the system detects that brightness of the environment is sufficient, our system will not start.

5. Bluetooth taillight system: We've installed a taillight system on the rear of our bike and on the helmet respectively. The taillight on the helmet uses Bluetooth, and the taillight will always flash when riding.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect】

This research implements and discusses that by improving the traditional lighting of bicycles to dual lights and automatic steering, it can make up for blind spots in the field of vision and improve the safety of cyclists at night. The main research framework is shown in Figure 1.

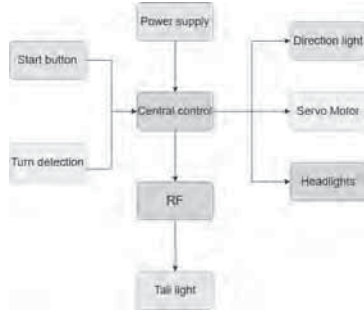


Figure1.

Research architecture of smart LED lights

1. Discussion on Improvement of Bicycle Lighting Field of View

(1) Traditional lighting: Most bicycles are equipped with a headlight in front of the handle bar, which can illuminate limitedly, and it may create bigger blind spots especially when making a turn instantly. For bicycle riders, it may be one of the factors that causes traffic accidents and affect riding safety.

(2) Double lamp lighting: If two lamps are used for lighting, compared with the traditional single lamp lighting, it can have a larger irradiation range, widen the irradiation field of vision when going straight, but still have a small part of the field of vision when turning blind spot.

65. Taipei Municipal Nei-Hu vocational High School

(3) Turnable dual-light lighting: In order to expand the field of vision as much as possible and reduce the range of blind spots, one of them is turned on when turning.

Table 1. Comparison of the blind spot of steerable dual headlights and other headlights

traditional lighting	Dual lighting	Steerable double lamp lighting
There is a large blind spot when turning	There is still a small blind spot when cornering	Make up for blind spots by turning around

2. Steering detection: Use a variable resistor to detect the steering angle of the bicycle. When the stem turns, the value of the variable resistor changes. The middle value of the variable resistance value represents going straight, the value greater than the middle value represents a right turn, and less than the value represents a left turn. is the steering angle.



(Before)



(After)

65. Taipei Municipal Nei-Hu vocational High School

Figure 2. Schematic diagram of steering control device architecture

3. Control the steering of the headlights according to the steering detection: integrate the steering detection of the variable resistor and the steering control of the servo motor, and provide the PWM value of the angle signal to the Arduino control board to drive the servo motor by detecting the value of the variable resistor Drive the headlights to turn to the corresponding angle.

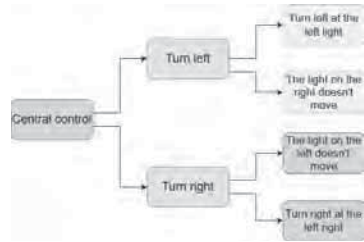


Figure 3.

【未來展望/Future potential and its plan】

1. Add a mechanism that can adjust the brightness in different brightness environments to increase the sight when riding at night.
2. Add the driving recorder function to record the brightness, line of sight and road conditions of each ride and upload the data to the database for analysis.
3. In the normal steering process, not only the handle is used to steer, but the center of gravity may also be used to steer, so we consider adding a gyroscope or a tilt sensor to make our device measure more precisely, increase safety and increase Accuracy when turning the device.
4. Increase the function of the Internet of Vehicles, so that riders can understand the location and direction of the vehicle, and can also understand the riding

【参考文献/References】

- 1.RF Comparison of different radio frequencies  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%84%E9%A0%BB>
2. Comparison of different bicycle lights  
[https://www.biccamera.com/t.lj.hp.transer.com/bc/tl/topics/osusume\\_bicycle\\_lights/index.jsp](https://www.biccamera.com/t.lj.hp.transer.com/bc/tl/topics/osusume_bicycle_lights/index.jsp)
3. Introduction to RF Radio Frequency Identification  
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2463>
4. New application of LED makes cycling at night safer  
<https://www.ledinside.com.tw/news/20080216-3765.html>
5. Bicycle light knowledge  
<https://www.jendow.com.tw/wiki/%E8%87%AA%E8%A1%8C%E8%BB%8A%E7%87%88>

66. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☒その他/Others specifying : Engineering

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School<sup>2</sup>

【代表者名/Representative's Name】 LIANG,WEI-CHE

【メンバー/Member】 LIANG,WEI-CHE<sup>1</sup> LU,CHEN-I<sup>1</sup> LEE,BO-HUA<sup>1</sup> HSU,CHEN-HSAN<sup>1</sup>  
WANG,PIN-HAN<sup>2</sup> HUANG,CHEN-HSUN<sup>2</sup>

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 KO,SHIH-WEI

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Sun drying weight sensing device

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

There is a profession of drying fish in Taiwan. With the adverse weather torturing the fishermen, drying fish is extremely irritating all year long. The fishermen have to repeatedly check the condition of the fish, which is very time-consuming. Whether the operation of drying fish is completed depends entirely on the experience of the fishermen, which is mainly based on the difference between the weight of wet and dry fish. Therefore, we came up with an idea. We designed a weight sensing device to measure the reducing weight of dried fish during the manufacturing process of dried fish in the sun. When the weight reaches a previously predicted value, the device will remind fishermen through their phones that their fish have been dried and can be harvested.

【目的/Goal】

- (1) Discuss the principles of fish drying experience and understand the traditional process of fish drying.
- (2) Plan the machine production to detect the quality of dried fish by standard process.
- (3) Collect the data measured by each platform through the Internet of Things(IOT), which will effectively help us grasp the situations and changes of the sun-drying procedures.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

- (1) Use the weight sensing element HX711 to measure the weight of fresh fish on the sun-drying platform(as Fig. 1). When the sensor element is subjected to force deformation, the different weight between wet and dry fish can be detected, allowing the fishermen to examine the completeness of the dried fish.

The introduction of the device

With 3 weight sensing elements arranged in an equilateral triangle shape installed underneath the board, we get to sense the slight weight difference of the fish, and thus be able to collect the weighting data



Fig.1 The introduction of the device

- (2) Setting multiple weight sensing elements and constructing the IOT function with chips in order to send the data of the sun-drying platform.
- (3) With the data collected from the chips, we can analyze the collected value and organize the rules to find a certain proportion of weight loss.
- (4) When the detected value reaches a certain number, the fishermen would be informed of the consummation of fish



## 66. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School

drying.

(5) If the plan could be carried out successfully, not only the fishing industry but also the agriculture field and so on can benefit from it.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

A. The principles of experience

a. The fish drying process

**The fish drying process**

Fig.2 The fish drying process

b. The collection of fishermen's experience:

1. Open ended questionnaire
2. Questionnaire analysis
3. Artificial modeling
4. Computer simulating

With the four steps above, we get to obtain the fishermen's experience and organize the answers to understand the standard process of fish drying.

B. Implementation of IOT Weight Sensor

Use HX711 to measure the weight of the fish, and transmit the measured value to the chips, and then use the IOT to send it to Line notify to remind the fishermen.

C. The flow chart

Fig3 The flow chart

D. Data collection of dry and wet weight difference in each fish drying area

We placed three towels on the board in the West, East, and the middle to dry. We found that the weight of the towels in the East dropped faster in the morning. However, at noon, the weight of the three towels dropped at about the same speed. In the afternoon, we found that the weight of the towel in the West dropped the fastest. Therefore, we came to a conclusion: Since the angle of the sun varies, the weight data of each area will change based on where the sun is in the process of drying.

After the experiment, we figured out that the time it takes to dry the fish may vary from different areas, which can cause trouble to the fishermen while examining the condition of the fish. If so, our weight sensing device is definitely a big help due to its ability to allow the fishermen to readily check out the completeness of the fish.

## 66. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Tainan Girls' Senior High School

【参考文献／References】

[1] SHI, ZHENG-XIONG (2015). Chemical sensors. Taipei: WU, NA \*

[2] LIAO, WEN-HUA, ZHANG, ZHI-YONG, ZHAO, ZHI-MIN, & LIU, YUN-HUI (2018). Intelligent application and practice of Internet of Things. Taipei: WU, NA.

[3] LIANG, DONG, ZHANG, ZAO-JING, & PENG, MU-GEN (2020). Big Data X Data Mining X Intelligence Operation. Taipei: SONG, YE.

[4] Jason Chu. Calibration program. Arduino HX711 Complete example of electronic scale. [https://blog.jmaker.com.tw/hx711\\_set/](https://blog.jmaker.com.tw/hx711_set/)

[5] Hain Technology. Description. 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf)

## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☐ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☒ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics & Information ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

【代表者名／Representative's Name】 JIANG, TSAI-NI

【メンバー／Member】 LEE, YUN-AN

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 LIN, CHENG-EN, HUANG, JYH-ROU

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】

Discussion on Building Infrastructure in High Liquefaction Potential Area – Take the Example of The new Construction Project of the Shilin Paper Mill Hotel, Taipei Shilin MRT Station

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

Located at the junction of the Eurasian Plate and the Philippine Sea Plate, Taiwan has caused many catastrophic earthquakes in history, such as the Chi-Chi earthquake on September 21st, 1999, with a magnitude of 7.3, which caused the largest soil liquefaction disaster in Taiwan's history (Figure.1).

For a long time, compared with other disasters caused by earthquakes, disasters caused by soil liquefaction have not been taken seriously by the Taiwanese people, and soil liquefaction will not cause casualties, but it will damage the building structure of the entire area on a large scale, causing property losses and severely damaging local economic activities.

The Meinong earthquake in Kaohsiung on February 6th, 2016, pushed the Central Geological Survey to publish the soil liquefaction potential maps in Taiwan due to the tilting of buildings with no foundation or poor earthquake resistance (Figure.2).

Thinking of my grandfather saying that Jihe Road next to our school and Shilin Night Market was an abandoned river channel in the early days. I thought that such a tall building next to Jihe Road was safe to build in the river? How can the building withstand strong earthquakes and soil liquefaction? After we inquired the potential map of the ground investigation institute, we found that the potential map of Jihe Road and Shilin MRT Station changed from 2020 to 2022, whether it was a change in geological characteristics or an error in the measuring instrument, which opened a milestone in our research.

## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

Figure.1: Chi-Chi earthquake made huge soil liquefaction. Figure.2: Soil liquefaction potential in Taipei area.

【目的／Goal】

1. Make a model of the diaphragm wall, cross wall and barrettes of the foundation of the Shilin Paper Mill Hotel, and observe the resistance of the building structure to liquefaction when a strong earthquake causes soil liquefaction [1].
2. Analyze the seismic and liquefaction strength of different infrastructure structures, and explore the differences [2][3].
3. Use Self-developed simple APP on cellphone to measure the inclination of buildings, for buildings that are more than 30 years and located in a high soil liquefaction potential area, when the tilt occurs under the influence of earthquakes or other external forces, self-detect the appearance inclination of the house through the mobile phone APP, and regularly record the measurement value as a reference information for the repair or reconstruction of old buildings [9].

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

In this study, the old buildings located in the high liquefaction potential area for more than 30 years are also the research object, and the self-developed APP is used to measure whether the building has tilt problems, and when the inclination rate reaches the structural construction standard, it is recommended that the site improvement and reinforcement can be carried out to make the building infrastructure more stable and greatly reduce the disaster risk of soil liquefaction caused by earthquakes (Figure.3) [7][8].

Slope measurement for buildings that have been affected by earthquakes, soil liquefaction, or buildings older than 30 years old [5].

Figure.3: Introduction of the self-developed APP. The formula we use and the example.



## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

### 1. Development of a Simple APP – Measure Inclination(Figure.4,5) [4]

- (1) Easy to learn
- (2) Easy to conduct
- (3) Anytime & Anywhere
- (4) Spend less money



Figure.4: The code of the self-developed APP.

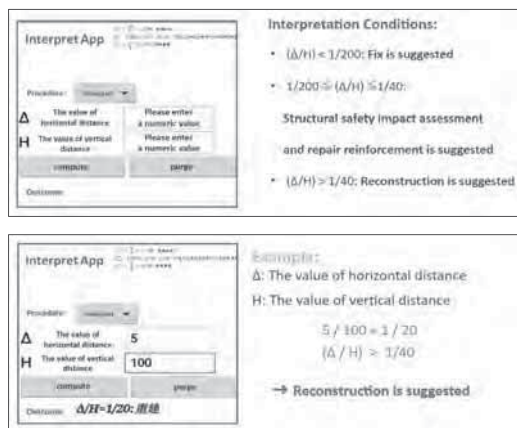


Figure.5: The proto-type APP.

## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

### 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

After detailed geological investigation and analysis, due to the different soil geological characteristics of the foundation, the underground structure of the building has to adopt appropriate foundation construction methods according to each geological characteristic. It is necessary to consider the different loads of the superstructure, respectively, using the raft foundation, pile foundation and diaphragm walls to separate the liquefied layer or carry out site improvement to ensure the overall structural safety of the building (Figure.7) [6]. Self-made simulate model shows in Figure 8, using acrylic to finish our experiment to examine the resistance of soil liquefaction.

### 1. Research flowchart (Figure.6):

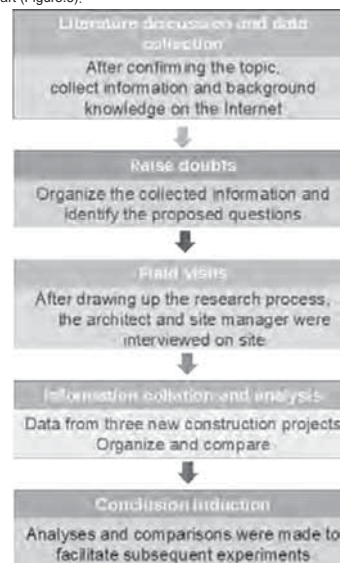


Figure.6: Research flowchart.

### 2. The Configuration Floor Plan of the Diaphragm Wall, Cross Wall and Barrette:

## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School



Figure.7: The design diagram of Shilin Paper Mill Hotel.

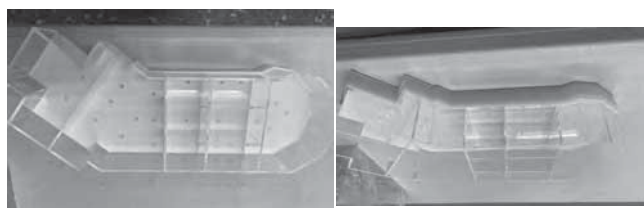


Figure.8: Self-made model of Shilin Paper Mill Hotel.

We will control the level of soil liquefaction. To observe which foundation we use will resist soil liquefaction efficiently.

### 【今後の展望／Future potential and its plan】

Develop an app to regularly detect changes in the inclination rate of old buildings, in order to prevent disasters and take preventive measures.

To show our modeling experiment of Shilin Paper Mill Hotel against soil liquefaction, and check if it is consisting with the construction in the real world.

Arouse public's attention to the building structural safety and foundation designs of buildings in high potential areas.

## 67. Taipei Municipal Yang Ming Senior High School

### 【参考文献／References】

1. 陳啟中 (2022)・建築結構系列 (II) 建築結構系統 (二版)・臺北市：詹氏書局・
2. 建築圖解事典編集委員會 (2017)・圖解辭典—建築的整體結構・臺北市：詹氏書局・
3. 張先覺 (2021)・建築構造施工・新北市：文笙書局・
4. 維冠金龍大樓倒塌事故 (2016 年 2 月 6 日)・維基百科・取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%B6%AD%E5%86%A0%E9%87%91%E9%BE%8D%E5%A4%A7%E6%A8%93%E5%80%92%E5%A1%8C%E4%BA%8B%E6%95%85>
5. 0206 美濃地震災害概況-臺南市政府 (2022 年 2 月 6 日)・地質調查所・取自 <https://tw.georef.moeacgs.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/ct?xItem=177108&ctNode=1243>
6. 震度新分級應變更實用 (2019 年 12 月 18 日)・交通部中央氣象局新聞稿・取自 <https://www.cwb.gov.tw/Data/service/Newsbb/CH/1081218earthquakepress.pdf>
7. 中央地質調查所 (2022 年 10 月 3 日)・土壤液化潛勢查詢系統・取自 <https://www.liquid.net.tw/cgs/public/story01.html>
8. 地震震度新制是什麼？強弱又該怎麼分？ (2022 年 9 月 19 日)・YAHOO 新聞!・取自 <https://tw.news.yahoo.com/%E5%9C%B0%E9%9C%87%E9%9C%87%E5%BA%A6%E5%9C%B0%E9%9C%87%E6%96%B0%E5%88%B6%E6%B0%A3%E8%B1%A1%E5%B1%80-064016551.html>
9. 臺北市建築師公會共同修訂 (2006 年 7 月)・臺北市建築物工程施工損害鄰房鑑定手冊・



68. National Pingtung Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☒地球学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 National Pingtung Senior High School

【代表者名/Representative's Name】 ZHANG,EN-KAI

【メンバー/Member】 HU,BO-JUN

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 CHANG,KAI-WEN

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】  
Probing the relationship between meteorological factors and convective rain in the Pingtung area of Taiwan

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】  
Pingtung county is an important agricultural region in Taiwan, and is famous for various fruits such as pineapples and mangos. The main goal of this study is to mitigate the agricultural loss from heavy rainfall of an unexpected convective rain. We analyze the spatial-temporal correlations between the convective rain and meteorological factors recorded from four weather stations in Pingtung County. Based on the results, we could identify the main meteorological factor as a precursor of the convective rain. With a statistic analysis, we are going to develop an efficient warning system for the convective rain. The system should make considerable contributions not only to agriculture, but also to debris flows and landslides.

【目的/Goal】  
1. Probe the spatial-temporal property of convective rain in the Pingtung area.  
2. Find out the relationship between convective rain and meteorological factors in the Pingtung area.  
3. Develop an efficient warning system for the convective rain.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】  
With an analysis of various meteorological factors, including air pressure, temperature, relative humidity, wind speed, wind direction and vapor pressure, we find out the main meteorological factor as a precursor of the convective rain, and develop an efficient warning system.

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
1. We remove the data during the typhoon period. Convective rain is defined as the rainfall duration, which is shorter than 3 hours and the maximum hourly rainfall exceeds 5mm.  
2. We analyze the spatial and temporal distribution of convective rain in the Pingtung area.  
3. We find out the main meteorological factor as a precursor of the convective rain, and develop an efficient warning system.

【今後の展望/Future potential and its plan】  
1. By analyzing the spatial-temporal distribution of convective rain at four stations, we find out the most important meteorological factors as a precursor, and establish a set of prediction models for rapid detection of convective rain.  
2. With this system, it will be possible to apply to the Pingtung mountainous area for early warning of landslide potential.

【参考文献/References】  
1.楊天瑞 (2021). Prediction of Afternoon Thunderstorm in the Taipei Metropolitan Area using Observations of Environmental Parameters and Machine Learning.  
2.李智翔(2021). Dynamic and Thermodynamic Characteristics of Afternoon Thunderstorm in Northern Taiwan.  
3.林品芳、張保亮、周仲島 (2012). 弱線觀環境下台灣午後對流特徵及其客觀預報。

69. The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

Research Stage: ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

Field/Field Make one ☑ of the fields that best apply. Check only one appropriate field.

☐ Physics ☐ Chemistry ☐ Biology ☒ Earth Science  
☐ mathematics+information/Mathematics&Information ☐ other/Others specifying :

Participant's Information

【学校名/School Name】 The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

【Representative's Name】 HSU,WEI-EN

【メンバー/Member】 CHANG,YU-PEI ZHANG,TING-JIA

Supervising Teacher

【お名前/Name】 LI,JYUN-HUA LO,I-FAN

Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Joyful about green building---From Weiwuying National Center for the Arts to school library

【Outline and its First Inspiration】  
We have seen Weiwuying National Center for the Art ( Fig.1. ) in the magazine, and we were curious to explore its relationship of green buildings. We also participated in the green building camp and discovered the beauty of nature. These two activities let us know more about green buildings. Since then, we will find more different problems of our lives. Recently, we found that the school library is very hot no matter in summer or winter. We want to explore problems of the nearest building, school library.

【Purpose/Goal】  
1. Weiwuying National Center for the Art and the green building camp  
2. Investigate on environmental factors of library  
3. Making and completing forms  
4. Formulate solutions based on research data

【Novelty and Creativity】  
We found that due to poor ventilation in the library, very few people stayed in the library for a long time. Although the air conditioner can be turned on, it consumes a lot of energy. After discussions with professional teachers, we believe that if the green building concept is introduced into the library, it will not only improve comfort, but also bring students closer to green. After our discussion, we propose an improvement plan, hoping to achieve the desired effect. This kind of investigation and experiment on the library can discover more different environmental factors in the process.

【Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
1.Weiwuying National Center for the Art and the green building camp  
Weiwuying National Center for the Art is fluctuating shape, smooth arc, and irregular shape of the white waves are ingeniously, and the banyan trees around are flourishing, so that the public can also immerse themselves in the natural. It complies with the nine green building indicators: green volume indicator. It has the green performance of the architectural surface and also pursues the concept of sustainable development.  
We participated in the green building camp, which we learned about the land under our feet, the appearance of nature, and many greens building materials

69. The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

2. Investigate on environmental factors of library

We investigate many environmental factors, such as temperature ( Fig.2. ) , wind speed, wind direction, sun altitude...etc., these are the reasons for the stuffiness in the library.

3. Making and completing forms

Survey item:

1 Do you often go to the library to borrow books? Less frequented.

2. Have you ever been in the library for a long time? Only 1/5 of people has

3. Feel the stuffiness of the library? 80% feel hot.

4. In a year, which season with the library makes you feel the most uncomfortable? In summer, feeling stuffy and uncomfortable.

5. Which places make you feel stuffy and you don't want to go the most? The second floor

4. Formulate solutions based on research data

1. Planting trees outside: We plant trees outside the windows of the library. The leaves of the trees can provide shade and block the entry to / into heat radiation.

2. Hanging vines on the exterior wall: Planting vines on the roof, the plants grow down to form a natural curtain, which can not only reduce heat radiation, but also get close to nature.

3. Open the windows on heat accumulate layer: replace the windows with openable ones to increase the air convection between indoor and outdoor, so that hot and cold air can circulate and reduce the indoor temperature.

【Future potential and its plan】  
The importance of green building is not only to emphasize the architectural design of coexistence and co-prosperity with the earth's environment, but also to reduce environmental pollution and provide a safe and healthy living environment. We will design the simulated house to test whether our retrofit plan will reduce the temperature of the building. We want to make two simulated house, one for the experimental group and the other for the control group

【References/References】  
1.The Weiwuying National Art and Culture Center page  
<https://www.npac-weiwuying.org/about>

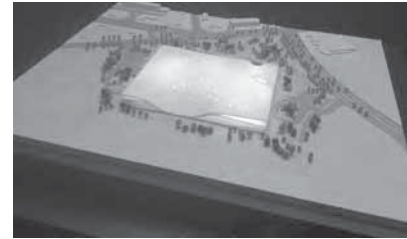


Fig.1. Weiwuying National Center for the Arts

69. The Affiliated Senior High School of National Chi-Nan University

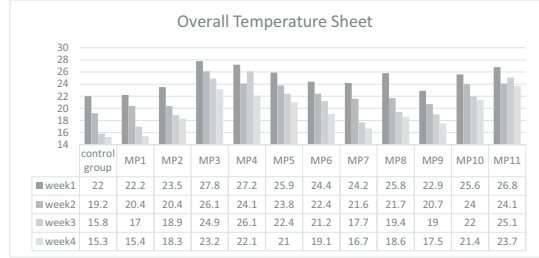


Fig.2. Overall Temperature Sheet



## 70. Chiba Prefectural Kisarazu High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☒ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Chiba Prefectural Kisarazu High School

【代表者名/Representative's Name】 Nishikawa Hina

【メンバー/Member】 Nomura Ayaka, Sato Kazuki

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Kamiya Yoshikazu

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Development and analysis of inexpensive weather observation equipment for local weather prediction

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

Recently, there have been many abnormal kinds of weather, such as heavy rains and Powerful typhoons that caused significant damage named "Reiwa Annual Boso Peninsula Typhoon" on the Boso Peninsula in Chiba Prefecture. One of the causes of the increase in heavy rains is the effects of global warming<sup>(1)</sup>. Torrential rain falls in a very narrow area of 10~several tens of km, without knowing when or where it will occur and concentrate over a brief period (1~several hours). Therefore, for the observation of torrential rain, it is necessary to have a measuring instrument that can measure a vast area with high resolution temporally and spatially<sup>(2)</sup>. Kisarazu City, Chiba Prefecture, has also been flooded by heavy rains, and many disasters have occurred that are thought to be the effects of abnormal weather. Therefore, at Chiba Prefectural Kisarazu High School, we will try to realize local weather prediction using basic physics laws. For this purpose, it is necessary to install not only AMeDAS but also more meteorological observation equipment<sup>(3)</sup>. We have developed an observation instrument that acquires the data for weather prediction with a Raspberry Pi, which is inexpensive and consumes less power. Weather judgment is determined by the ratio of clouds to the entire sky. Instead of visual assessment, we developed a device that automatically and continuously calculates from captured image data. Using a camera connected to Raspberry Pi, We converted the captured colour images to black and white photos.

【目的/Goal】

In this research, we will calculate this local weather prediction using basic physical laws and develop a meteorological observation instrument to acquire the data. We compare the data from Raspi-Observatory with the data from the weather station to check the accuracy of the data. Raspi-Observatories are installed at several elementary schools in Kisarazu City to observe the data continuously. Raspi-Camera keeps running to take sky pictures and decides the weather by the ratio of clouds to the entire sky. By binarization using both BI and SI, more accurate identification is performed. Moreover, we try Deep Learning to decide the weather by many sky pictures and use the result for binarization.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

Raspi-Observatory will be installed at elementary schools in the same city to conduct the continuous observation. The development of inexpensive weather observation equipment for predicting local weather is challenging. The creation of a Raspi-Camera that judges the weather in real-time already exists. It is novel to use both BI and SI to derive weather from the proportion of clouds. We will try Deep Learning to classify climate from many sky images.

## 70. Chiba Prefectural Kisarazu High School

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

First, we check the accuracy of Raspi-Observatory. Comparing Raspi-Observatory and Weather Station at Kisarazu High school (Fig.2(a)-(c)). The graph shows that the Raspberry Pi Observatory is an observable device. We have already made three devices and put them at elementary schools in Kisarazu City (Fig.2 (d)). It is not clear whether it is possible to predict the weather, but it is a significant challenge to clarify future issues. A camera module with a viewing angle of 130° was attached to the Raspberry Pi and took images of clouds. The weather is automatically judged by binarizing the picture and finding the proportion of clouds (Fig.3).

【今後の展望/Future potential and its plan】

From the scatter plot (Fig.4), the threshold between BI and SI is related to one increasing and the other decreasing as the further increases. This relationship can be approximated by the exponential function and is given by:  $BI = e^{(-k \times SI)}$  where k is the exponential coefficient of the threshold curve separating the blue sky from the clouds, in the range of 5 to 13. Based on the equation, we want to improve the accuracy of binarization by analyzing the image in detail and deriving the value of k.

In binarization, the sun's influence is also affected, it is necessary to extinguish the sun by mask treatment.

【参考文献/References】

(1) Hiroaki Kawase, Why Extreme Heavy Rain Occurs Every Year, DOJIN Selected Books, 2021, 226p., ISBN 978-4-7598-1689-1

(2) Hitoshi Sakakibara, Understanding and Prediction of Torrential Rain, Journal of the Japan Remote Sensing Society of Japan, 1989, Vol.9, No.4, p.49-51

(3) Japan Meteorological Agency, FY Reiwa 3 Numerical Forecast 1.7.7Local Analysis, 2021, [https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/mxplaisetu/R3/1\\_7\\_7.pdf](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/mxplaisetu/R3/1_7_7.pdf)(accessed 2022-08-15)

(4) Megumi Yamashita, Mitsunori Yoshinaka, Development of Sky State Observation Method Using All-Sky Camera, 2008

(5) Takehiko Furukawa, Hayato Oki, Introduction to Illustration and Weather Forecasting, Kodansha, 2021, 278p., ISBN 978-4-06-524682-5

## 70. Chiba Prefectural Kisarazu High School

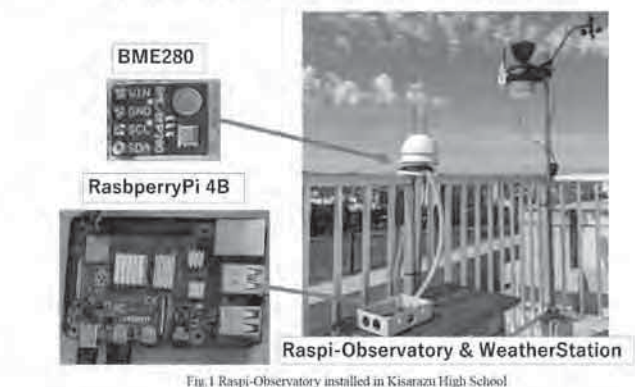


Fig.1 Raspi-Observatory installed in Kisarazu High School

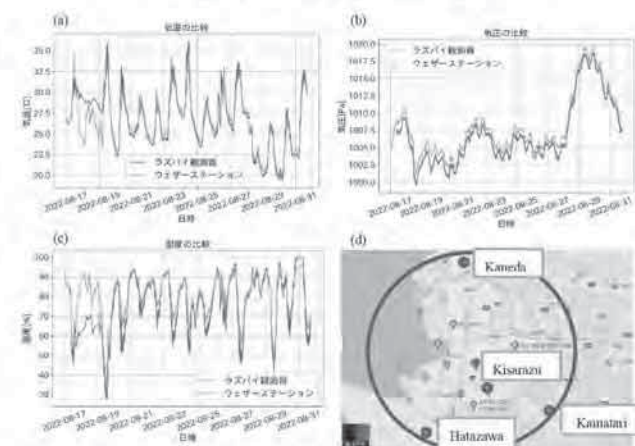


Fig.2 Verification of the accuracy of the Raspi-Observatory (a)-(c), the installation locations of the Raspi-Observatories (d)

## 70. Chiba Prefectural Kisarazu High School

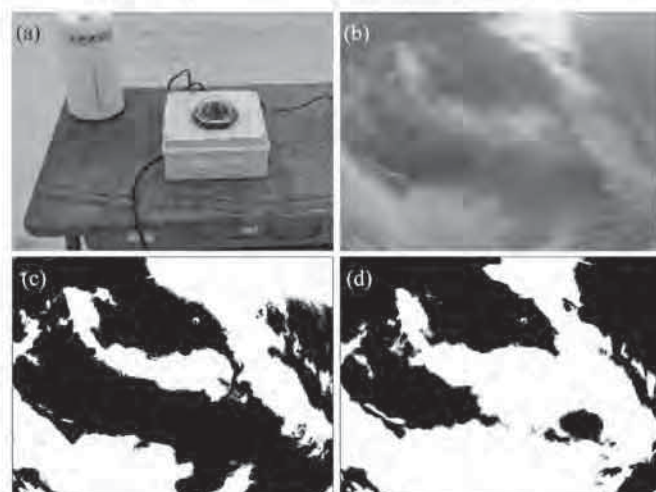


Fig.3 Raspi-Camera installed in Kisarazu High school (a), Sky image taken on October 30(b), Binary image by BI (c), Binary image by SI (d).

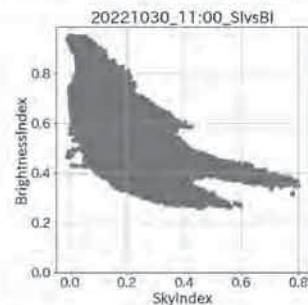


Fig.4 Distribution of BI and SI at 11 o'clock on October 30



ご自身の研究段階は(你的研究階段は)： ☐アイデア主意 ☐予備的な成果初步結果

☒研究成果

分野/ Areas 最も当てはまる分野ひとつに 印を付けて下さい。 Check only one appropriate area.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☒地球学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specify ins:

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】※画次の表を参考に正確に入力して下さい。 Guoguang Laboratory School, NSYSU

【代表者名/Representative's Name】Tsai Chia-Yun

【メンバー/Member】Cai Tian-Zhu, Lu Wen-Si, Huang Tzu-Yun, Lin Min-Hung

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】Hsieh Luns-Chin

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Marine Environment Change: Foraminifera

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

The species of foraminifera are flourishingly numerous and can be divided into <sup>[1]</sup>three major categories by the material of test: organic substance (also known as chitin), particle cement, and calcareous. Foraminifera have been existing at length, from the Cambrian Period of the Paleozoic Era to the present. Many types of foraminifera are macroscopic, some of which even reach up to 15 cm. However, we don't usually pay much attention to the little creature in our daily lives. Foraminifera varies itself due to the ocean environment; for instance, foraminifera will change the composition of its shell given the salinity in the ocean. Moreover, foraminifera is widely spread around the globe, whether in a polar region or the equator, shallow sea or deep sea, high oxygen areas or low oxygen areas, the imprint of foraminifera covers almost all waters, and the feature makes it an excellent model for an indicator of the marine environment change. Therefore, we came up with an idea, trying to find the most suitable environment for foraminifera.

【目的/Goal】

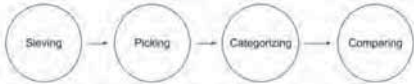
1. The most influential factor of the variation of particle size on foraminifera.
2. Figuring out the factor of quantity suitable for the survival of foraminifera.
3. The number of foraminifera as an indicator of environmental changes.
4. Practicing on SDGs 13: Climate Change and SDGs 14: Life Below Water.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

The writers compare the various values in the particle size change with foraminifera, trying to find out the factors of particle size analysis that are most related to foraminifera. In addition, because foraminifera is a food source for many marine creatures and a significant basis of the marine environment changes, the writers also want to find the most suitable environmental norm for the survival of foraminifera, to know in which waters there is more foraminifera survival, and further understand the environment when marine creatures are more helped by foraminifera.

【実現性とその手続/Feasibility and its Prospect(Report of progress can also be acceptable)】

I. Procedures



1. Sieving

The specimens are sieved first, and the writers use a 250mm sieve to sieve out the small gravel and unformed foraminifera so that when picking foraminifera, the researchers can more accurately find out the required foraminifera that can be used in the following experiment. After washing the foraminifera, put the remaining substances (larger gravel, impurities, and foraminifera) into the vacuum-dried instrument for drying.

2. Picking

Use a dissecting microscope to observe each group of dried specimens, and look for foraminifera, and then use a very fine brush to pick out the foraminifera the writers found under the microscope, and finally put the foraminifera taken out into the sorting trays.

3. Categorizing

Foraminifera are subdivided into two types: benthic foraminifera and planktonic foraminifera. Classification basis: the shell of benthic foraminifera is roughly in the shape of a spiral, and some of them are cemented; while the shell of planktonic foraminifera is roughly in the shape of a ball. The writers can classify them to pick the foraminifera they want on a basis.

4. Comparing

Compare the results of foraminifera and particle size analysis, and discuss the influence of particle size changes in sediments on the survival of foraminifera.

II. Particle Size Analysis

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	mean(g)	sorting(g)	skewness(g)	kurtosis(g)	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)	EA	Sample ID	TOC (wt%)		
1	3.93	1.14	1.95	7.19	1.07	25.23	79.7		200517FL25	0.528		
2	0.96	1.19	0.19	2.25	15	84.7	0.3		060802J025	0.194		
3	3.48	1.45	1.33	5.29	1.73	24.67	73.6		080104FL25	0.332		
4	2.45	1.01	3.12	16.22	0.49	4.23	95.28		150402KP25	0.329		
5	5.90	1.17	0.00	2.29	19.4	80.5	0.1		060104KP25	0.322		
6	2.42	0.96	2.89	14.51	0.88	3.96	95.64		200517CS25	0.237		
7	6.56	1.28	0.17	2.35	15.5	83	1.5		180508CG25	0.152		
8	2.61	0.70	0.68	7.29	0.045	2.284	67.67		200610JD25	0.235		
9	6.57	1.24	0.07	2.37	13.8	84.7	1.4		200517LY25	0.276		
10	6.88	1.19	0.02	2.48	14.7	84.5	0.8		060802CG25	0.206		
11	2.53	0.86	0.17	2.76	0	5.48	94.52		180508J025	0.218		

Table 1: results of particle size analysis

Table 2: ratios of grams of foraminifera (grams of foraminifera/total grams of the

year\location	Qieding	Qigu	Linyuan	Gaoping	Fangliao
2008	1.020/5.263 =0.194	1.033/5.211 =0.198		1.048/5.550 =0.189	1.057/5.182 =0.204
2015~2016	1.064/5.260 =0.202	1.052/5.124 =0.205		1.034/4.297 =0.241	
2020	1.053/5.504 =0.191	1.028/5.255 =0.196	1.068/5.339 =0.200		1.031/5.289 =0.195

specimen)



Figure 1: distribution map of specimens (approximate) Figure 2: distribution map of specimens (precise)

III. Analysis and Results

1. Sorting

- a. Linyuan: 1.24 (2008) -> 0.86 (2016) -> 0.70 (2020)
- b. Qieding: 1.19 (2008) -> 0.86 (2016) -> 1.14 (2020)
- c. Fangliao: 1.45 (2008) -> 1.14 (2020)
- d. Qigu: 1.19 (2008) -> 1.28 (2016) -> 0.99 (2020)
- e. Gaoping: 1.17 (2008) -> 1.01 (2016)

All of the above are well-sorted sediments.

2. Coefficient of Skewness

- a. Linyuan: 0.07 (2020) : It can only be known that the local sand particle size tends to be coarse-grained
- b. Qieding: 0.18 (2008) -> 0.17 (2016) -> 0.69 (2020)
- c. Fangliao: 1.33 (2008) -> 1.95 (2020)
- d. Qigu: 0.02 (2008) -> 0.17 (2016) -> 2.63 (2020)
- e. Gaoping: 0.00 (2008) -> 3.12 (2015)

No.2 to No.5 are all biased toward coarse-grained, and the coarse-grained sediment source is caused by addition or erosion.

3. Kurtosis

- a. Linyuan: 2.37 (2020) : It can only be known that the kurtosis is very leptokurtic.
- b. Qieding: 2.35 (2008) -> 2.76 (2016) -> 7.29 (2020) : The kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic.
- c. Fangliao: 5.28 (2008) -> 7.18 (2020) : The situation of extremely leptokurtic is getting obvious.
- d. Qigu: 2.49 (2008) -> 2.35 (2016) -> 14.51 (2020) : The kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic.
- e. Gaoping: 2.29 (2008) -> 16.22 (2015) : The kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic

4. Total Organic Carbon, TOC

- a. Linyuan: 0.276 (2020) : The information is too little to be discussed.
- b. Qieding: 0.194 (2008) -> 0.216 (2016) -> 0.235 (2020) : The amount of TOC increases by years.
- c. Fangliao: 0.332 (2008) -> 0.529 (2020) : The amount of TOC increases by years.
- d. Qigu: 0.206 (2008) -> 0.152 (2016) -> 0.237 (2020) : The amount of TOC increases and then falls.
- e. Gaoping: 0.322 (2008) -> 0.329 (2015) : The amount of TOC slightly increases.

IV. Comparison Among Five Locations

1. Linyuan: Based on the existing data, it can be known that the sand particle size at that time (2015) was biased to be coarse-grained, and the kurtosis is very leptokurtic.
2. Qieding: It can be known that the local river is getting better, the sand particle size is biased to be coarse-grained, the situation of the coarse-grained sediment caused by addition or erosion is getting obvious, the kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic, and the amount of TOC increases by years.
3. Fangliao: It can be known that the local river is getting better, the sand particle size is biased to be coarse-grained, the situation of the coarse-grained sediment caused by addition or erosion is getting obvious, the situation of extremely leptokurtic is getting obvious, and the amount of TOC increases by years.
4. Qigu: It can be known that the local river got worse but then turns better, the sand particle size is biased to be coarse-grained, the situation of the coarse-grained sediment caused by addition or erosion is getting obvious, the kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic, and the amount of TOC increased but then falls.
5. Gaoping: It can be known that the local river is getting better, the sand particle size is biased to be coarse-grained, the situation of the coarse-grained sediment caused by addition or erosion is getting obvious, the kurtosis turns from very leptokurtic to extremely leptokurtic, and the amount of TOC slightly increases.

V. Conclusion

Based on the above data analysis, we can compare the values of total organic carbon in different regions: Fangliao>Gaoping>Linyuan>Qigu>Qieding. There are discrepancies in the arrangement of the ratio of grams of foraminifera. Therefore, the writers speculate that the TOC has the greatest impact on foraminifera, and we can see from the data that the ratio of total organic carbon to foraminifera grams is positively correlated (TOC can be observed from the following chart is closest to the slope of the foraminifera ratio).



71. Guoguang Laboratory School, NSYSU

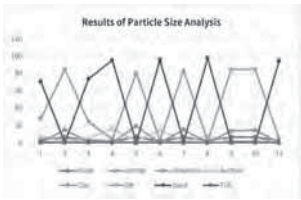


Table 3: results of particle size analysis

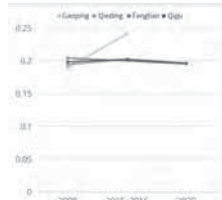


Table 4: ratios of grams of foraminifera in each location

**【今後の展望／Future potential and its plan】**

1. **SDGs 13 Climate Change:**  
We can use foraminifera, a relatively sensitive creature, to know the changes in the marine environment more immediately, and because the changes in the marine environment are closely related to climate change, it is convenient for us to take early preparations and preventive measures.
2. **SDGs 15 Life Below Water:**  
Foraminifera is an essential food source for many marine creatures, and when the amount of foraminifera decreases because of changes in the marine environment, it will also indirectly lead to a decrease in the type or quantity of marine life. When we measure the decrease in the number of foraminifera, it can be further speculated that marine ecology may be negatively affected in a few years, so that we can take early improvement and restoration actions to achieve the goal of ocean conservation.
3. The writers hope that in the future, more samples can be collected at the same location to collect more foraminifera and conduct oxygen isotope analysis, or do more research on the relationship between foraminifera and the environment, making a more complete environmental change report, so that we can better understand the changes in the marine environment.
4. Because both Taiwan and Japan are countries surrounded by the sea, changes in the marine environment are inseparable from our lives, we should pay more attention to the sustainable development and conservation of the marine environment. The writers also hope that we can use foraminifera to be more accurate and timely in grasping the information about the waters and to make the most appropriate and rapid response measures.

## 【参考文献/References】

- 1.文中未標示來源 (2008) 有孔蟲—細訴地球奧秘的水中精靈。  
[https://www.yilib.com/ws2008/images/18\\_b.pdf](https://www.yilib.com/ws2008/images/18_b.pdf)  
 2.廖瑩 (2020)。珊瑚帶底棲有孔蟲對溫度和鹽度變化的響應。中國科學院海洋研究所博士論文。  
<https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-80068-1021726635.htm>

## 72. National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

**分野／Field** **最も**当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics   ☐化学/Chemistry   ☐生物/Biology   ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information   ☒その他/Others specifying :

[illegible]

【学校名 / School Name】※原文のまま要旨集に掲載しますので正式な学校名を記載して下さい  
National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

【代表者名／Representative's Name】

Hong-Sian Chen、Yi-Ting Lu
【メンバー／Member】Hong-Sian Chen、Yi-Ting Lu

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前/Name】 CHEN JIAN ZHI

## 発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 The Industrial Development of Halutun Canal

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

When we were studying in elementary school, there was a ditch flowing across it. It makes us wonder where it is from. After several months of research, we found that the water in the ditch is from the Dajia River. When we investigated there, we saw factories beside the river called "Haluton". Most of them are machinery and processing industries. Besides, there are lots of environmental problems. For example, there are some factories just in residential areas or in farmland, which can affect people's health. When we observed the river, we saw that the river was polluted, there was lots of plastic trash floating on the river and the water looked a little bit turbid. If the pollution flows down to the Taichung City and Taiwan Strait, there will be serious problems.

【目的／Goal】

We will investigate the origin of the pollution and analyze the change of the industries in more detail, and gain a deeper understanding of the Halutun River.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

1. After investing the factories in Fengyuan, we had separated them into different categories (chart 1). We found that half of the factories are industry and mechanical. In addition, when we were observing in Fengyuan, there were some factories that were working, however, their factory buildings didn't show out their names. We guessed they were the illegal factories, which were still working without permission.

2. Analyzing the history beside Halutun Canal (chart 2), we organized the historic events and drew them into a map (fig1). By using the different layers, the overlapping maps can make people learn history and geography at the same time. Nevertheless, on the top layer, we had marked the location of the factories nearby Halutun Canal. According to the distribution on our map, we can contrast the use of lands in Fengyuan and the Halutun Canal, and find out the development of it.

## 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

With the rapid development of industry and the construction of traffic, the pollution of Haluton Canal will get worse if the government doesn't take any actions (fig 2). Our prediction, considering Taichung public constructions in the future, the water as well as the farmlands beside the canal will be polluted by heavy metal. If we don't handle it, the next layer of the map will turn completely black.

【今後の展望／Future potential and its plan】

We hoped our map could alert the government that illegal problems need to be fixed. After field investigation, we also found out the pollution of the canal was terrible. To make our homeland cleaner, it is necessary to appeal to the government to face the problems and solve them.

## 【参考文献/References】

- A. 張勝彥(2010)。《台中縣志(續修)經濟志》。台中縣：台中縣政府。  
B. 廖忠俊(2008)。《臺灣鄉鎮舊地名考釋》。台北市：允晨文化。

## 72. National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

- C. 劉立民等人(1989)。《台中縣大甲溪流域開發史》。台中縣：台中縣立文化中心。
- D. 黃則煜(2016)。《打造水力黃金走廊 大甲溪電力百年有成》。檢自  
<http://125.227.255.111/yuan/book/118/files/assets/basic-html>

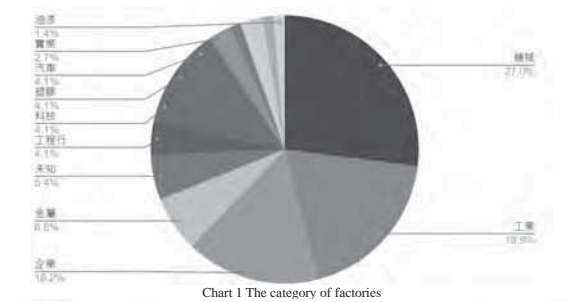
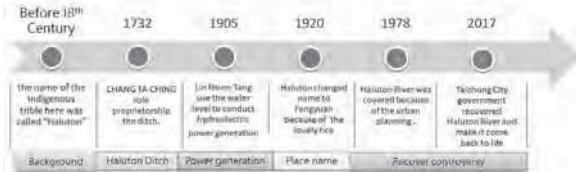


Chart 1 The category of factories



### Chart 2 The history of Fengyuan

## 72. National Experimental High School at Central Taiwan Science Park

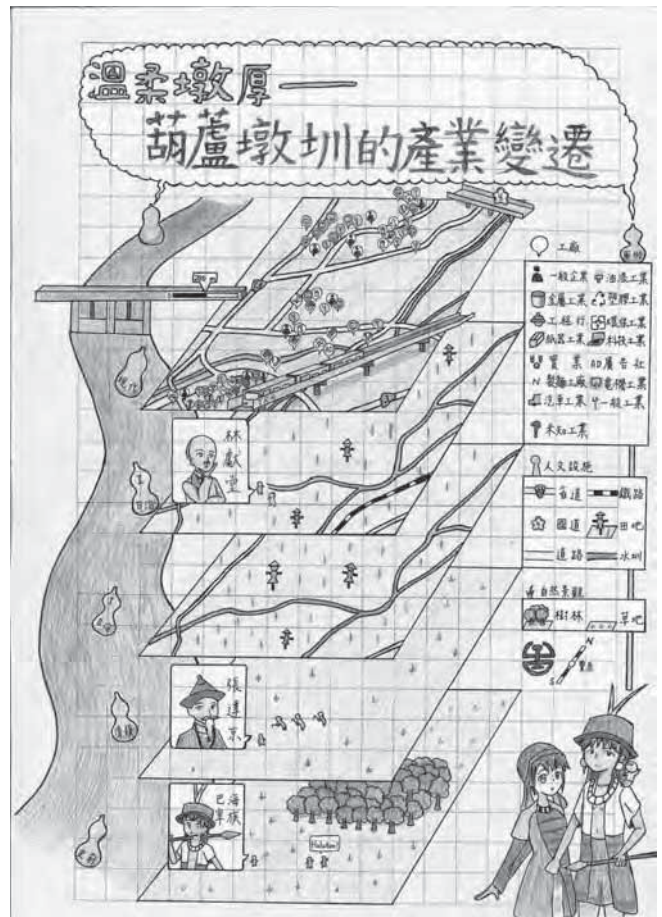


Fig 1 The Industrial Development of Haluton River





Fig 2 the imagination of Haluton Canal

Research Stage: ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

Field/Field Make one ☒ of the fields that best apply. Check only one appropriate field.

☐ Physics ☐ Chemistry ☐ Biology ☐ Earth Science

☒ mathematics+information/Mathematics&Information ☐ other/ Others specifying :

Participant's Information

【学校名/School Name】 New Taipei Municipal Linkou Senior High School

【Representative's Name】 CHEN, YU-CHEN

【メンバー/Member】 CHEN, YU-CHEN, LIN, WEI-HSIN

Supervising Teacher

【Name】 HU, YU-JEN

Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】  
**The Feasibility Study of Computer-Aided Design of Best-Selling Romance Novels**

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】  
Romance novels have been popular with boys and girls, such as Cao Xue-Cin's Dream of the Red Chamber in the Qing Dynasty and William Shakespeare's Romeo and Juliet in England, which have evolved into a variety of styles and patterns in modern times. As a fan of romance novels, I hope to understand why romance novels attract a large number of readers in many types of books by analyzing relevant information, and **combine with today's artificial intelligence to design core themes that can be automatically generated by computers to write plots for best-selling romance novels. It would be commercially valuable for publishers to understand why romance novels appeal to readers in so many types of books, and to identify successful plot writing patterns for romance novels. GAN is applied to help develop the plot of best-selling novels and find out the core of best-selling plot writing.**

FIG 1:GAN research architecture diagrams

【目的/Goal】  
This study was divided into four parts to discuss the feasibility of GAN generate romance novels:  
(1) Analysis of the main writing structure of romance novels.  
(2) Analysis of the main plot structure causes that attract readers.  
(3) Summarize the plot and script design patterns of commercial romance novels.

(4) Evaluation of the feasibility of generating commercial romance novel plots and script design patterns by GAN.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

(1) The results showed that there was not much difference in cognitive behavior at different stages of writing planning, translation and review. They rarely set writing goals or conceive paragraphs before writing, but **most authors will refer to the background of the times to write and discuss diverse social issues in the hope of increasing readers' sense of identity**, so the plot of commercial romance novels needs to take into account many factors.

(2) It is worth noting that after the popularization of the Internet, online writers began to write online novels, so **many works have increased the description of online romance, all of which aim to resonate with readers.**

(3) This study successfully completed four research objectives, and also explored the analysis of best-selling romance novel patterns and writing content structures with different writing performances, and **transformed them into feasibility analysis of GAN generative writing patterns.**

(4) From the result, whatever type of romance novel, **the ultimate goal is to hope that readers will fantasize about becoming male and female protagonists, so that they will embrace girlish feelings and love dreams.** In particular, the content is aimed at readers of romance novels. [4]

(5) Regarding the technology of GAN, it is currently mostly used in the generation, synthesis, identification, repair and other data of images and audio, and more advanced is to input text descriptions, which can generate images that match the description of text descriptions, etc. The feasibility report of the plot and script design of romance novels proposed by this research can indeed specifically reduce the relevant costs of the film and television publishing industry in the future.

Fig 2: Architecture diagram of commercial novel generated by crawler network analysis

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

(1) The results show that the main best-selling modes of romance novels can be divided into three categories: campus, city, and from campus to city. The first acquaintance of the male and female protagonists shows a higher proportion of plots which is about disliking each other. In the process of communication, the high probability is not falling in love at first sight, but falling in love over time. Although the story contains both sad and happy elements, comedy still accounts for the majority.

(2) The male protagonists of best-selling novels mostly have the characteristic of **excellent handsomeness, as well as being quiet and calm, mature and steady, and gentle and reliable**, while the female protagonists

mostly have **excellent academic performance, bright appearance, kindness, cheerfulness** and other characteristics. And the male and female protagonists are mostly each other's first love. In the process of research, we also found that **the more diverse the topics are being discussed in the book**, the higher the online responses are. Based on this result, we speculate that the more diverse the topics are being discussed, the more the book will increase readers' sense of identity and attract different types of readers, thereby increasing book sales and online responses because readers will support books with action.

(3) After analyzing the above 11 books and 10 major factors, the computer suggested the best writing mode as the following: the background of the story should be mainly about **campus love**, and the male and female protagonists **dislike each other first**, but then they begin to like each other and fall in love over time. In the final ending, the male and female protagonist are together in a **comedy way**; besides, the male protagonist often has **quiet and calm, gentle and reliable, excellent and handsome** quality, and female protagonist often has the quality of **domination, neutrality, cheerfulness and liveliness**; moreover, the topics usually contain **learning to understand as well as adolescent growth**, and male and female protagonists are each other's **first love**.

Written elements	Artificial analysis results	AI Analysis Results
History background	Campus love	Campus love
Way of communication	It's not nice to look at each other	It's not nice to look at each other
Interaction process	Love for a long time	Love for a long time
Feeling	comedy	comedy
Male protagonist traits	Mature and steady, quiet and calm, gentle and reliable, excellent and handsome	Quiet and calm, gentle and reliable, excellent and handsome
Female traits	Bright appearance, excellent homework, dominating and control, lively and cheerful	Dominating, moral, lively and cheerful
Experience topics	Learning understanding, adolescent growth, love, school, dream	Learning understanding, adolescent growth, first love

Fig 3: Comparison of manual analysis and AI analysis results (experimental results of this study)

【今後の展望 / Future potential and its plan】

(1) With the development of science and technology, it is believed that the era of large-scale generation of novels by artificial intelligence is coming. It is hoped that the research results can **be widely used in text generation**, specifically **reducing the work pressure of writers and screenwriters of various types of novels, and reducing more manpower and time costs.**

(2) Since the GAN is an important training method for unsupervised learning, it has training data that does not need to be processed by humans in advance. And when the machine faces the data, the processing is to classify according to correlation, and then find out the potential rules and routines to form a cluster; also, it does not have correct or incorrect judgment of the information, so it is necessary to provide good training text data in advance. Therefore, in the future, we should comprehensively use the method of web crawlers, that is, use crawler software to update the content of different novels, and then use keyword analysis and



73. New Taipei Municipal Linkou Senior High School

text cloud to measure the best text data to strengthen the identification of network information, and specifically improve the accuracy of unsupervised learning GAN analysis calculation.
【参考文献/References】 [1] Goodfellow, Ian J.; Pouget-Abadie, Jean; Mirza, Mehdi; Xu, Bing; Warde-Farley, David; Ozair, Sherjil; Courville, Aaron; Bengio, Yoshua. (2014). Generative Adversarial Networks. [2] Caesar, Holger. (2019). A list of papers on Generative Adversarial (Neural) Networks: nightrome/really-awesome-gan. [3] Jakub Langr, Vladimir Bok. (2020). GAN adversarial generative network, flag. [4] Md. Akmal Haidar and Mehdi Rezagholizad. (2019). TextKD-GAN: Text Generation using Knowledge Distillation and Generative Adversarial Networks. Advances in Artificial Intelligence (pp.107-118) [5] Mahmoud Hossam1, Trung Le1, Michael Papasimeon2, Viet Huynh1, Dinh Phung. (2021).Text Generation with Deep Variational GAN. 32nd Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2018), Montréal, Canada. [6] Chen, Yu-Chen (2021). A feasibility study on the production of romance novels by artificial intelligence to attract teenagers. Essays for middle school students. Information taken from: <a href="https://www.shs.edu.tw/works/essay/2021/03/2021031417470854.pdf">https://www.shs.edu.tw/works/essay/2021/03/2021031417470854.pdf</a>

74. Taipei Municipal Yong Chun High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☒数学+情報/Mathematics & Information ☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Taipei Municipal Yong Chun High School

【代表者名/Representative's Name】 LIU, GUAN-SHENG

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 TSAI, CHUN-FENG, CHEN, HONG-BIN

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Discussion on the Maximum Number of Edges of Lattice Polygon and Its Graphing Method

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

In previous research, properties of specific lattice (grid) polygon like squares and rectangular triangles on Cartesian coordinate plane had been discussed [1][2][3][4], but few had used mathematical methods to extend this topic to arbitrary polygons. Properties of lattice polygons have always been classified into computer information study [5], and their purpose turns to estimate the numerical solution of different shapes or largest area which contain.

The purpose of this study is to find mathematical ways to calculate the maximum edge number of lattice polygons. The researcher proposed the "Symmetry Graphing Method (SGM)", and successfully derived and proved that the maximum number of edges of lattice polygons in arbitrary rectangle range. A special case of edge length four was also discussed.

This study features on general solutions of concave and convex lattice polygons, but it doesn't contain non-simple polygon [6]. The maximum number of edges of polygon in the area determined by  $x = n$ ,  $y = n$ ,  $x$ -axis, and  $y$ -axis  $\{(n, m) \in N, \text{ let } m \leq n \text{ without loss of generality}\}$  can be expressed as follows.




$$S(n, m) = \begin{cases} 4 & \{if\ m = 1\} \\ 3n + 1 & \{if\ m = 2\} \\ 24 & \{if\ m = n = 4\} \\ (n + 1)(m + 1) & \{otherwise\} \end{cases}$$

Using the result of this study, we can easily find the maximum and minimum number of edges of arbitrary lattice polygons among specific range. It helps us to find the best way, shortest path, or lowest cost, to make design or construction in limited space such as the integrated circuit design, the driver training center, or a maze.

【目的/Goal】

1. Explore the feasibility of different graphing methods.

74. Taipei Municipal Yong Chun High School

2. Discuss the operational steps and special cases of the graphing method. 3. Rigorously prove the feasibility of the graphing method. 4. Deduce the formula solution of the formula for the maximum number of edges of a polygon.
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 Different from the previous use of procedural approximation, the direction of mathematical research and an original graphing method: "symmetry method" to explore research are proposed.
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 1. Explore the feasibility of different graphing methods.  In the previous study, the researcher proposed the "inside-out method" [7] to infer the maximum number of edges of lattice polygon, but because the graphing method is too complicated, and there isn't correlation between graphics in the graphing method, so it may not be provable.  Considering many aspects and guidance of the professor, I began to study "symmetry method". The goal is to derive the maximum number of edges from a smaller graph to a larger graph. In this way, the maximum number of edges of larger graphs can be deduced by mathematical induction, and there is a better chance of derivation and proof.  2. Discuss the operational steps and special cases of the graphing method.  Definition: If the four corners of the lattice polygon $P$ are □□□□(Figure 1) in clockwise order from the upper right corner, and the number of edges is equal to the number of lattices, then the polygon $P$ is said to have the □ property.  Figure 1: □ property  There are two combining methods:  Figure 2: 1-unit combining method  Figure 3: 4-unit combining method  Basic cases and its' compositions of symmetry method:

74. Taipei Municipal Yong Chun High School

Table1: Basic cases and its' compositions of symmetry method	
Basic cases	Compositions
$n \times 1$	$n \times 3$
	$n \times 6$
$n \times 2$	$n \times 5$
	$n \times 8$
$n \times 4$	$n \times 9$
	$n \times 12$

Because we predict that  $n \times 1 \cdot n \times 2$ , and  $4 \times 4$  have different type of maximum number of edges, therefore we must check cases that theoretically should be combined with basic case are conform to  $\square$  property.

$n \times 3$ :




Figure 4:  $n \times 3$  graphing method

$n \times 6$ :




Figure 5:  $n \times 6$  graphing method when  $n$  is odd




Figure 6:  $n \times 6$  graphing method when  $n$  is even

$n \times 5$ :




Figure 7:  $n \times 5$  graphing method when  $n$  is odd




Figure 8:  $n \times 5$  graphing method when  $n$  is even

$n \times 4$  (Except  $4 \times 4$ ):




Figure 9:  $n \times 4$  graphing method when  $n$  is odd




Figure 10:  $n \times 4$  graphing method when  $n$  is even

$n \times 8$  can be composed of  $n \times 3$  and  $n \times 4$  (Except  $8 \times 8 \cdot 9 \times n$ , or  $10 \times 8$ ):




Figure 11:  $8 \times 8$  graphing method




Figure 12:  $9 \times 8$  graphing method




Figure 13:  $10 \times 8$  graphing method



## 74. Taipei Municipal Yong Chun High School

$n \times 9$  can be composed of  $n \times 4$  (Except  $9 \times 9$ , or  $10 \times 9$ ):



Figure 14:  $9 \times 9$  graphing method



Figure 15:  $10 \times 9$  graphing method

$n \times 12$  can be composed of  $n \times 5 \cdot n \times 6$ .

### 3. Rigorously prove the feasibility of the graphing method.

Let  $n \geq m$  without loss of generality

Assume that when  $m < k \{m \neq 1 \vee 2 \vee 4, k > 9\}$ , symmetry method is applicable to  $n \times m$  area.

When  $m = k + 1$ :

If  $(k+1) \bmod 2 = 0 \therefore \frac{k+1-4}{2} = \frac{k-3}{2} < k \therefore m = k+1$  is true

If  $(k+1) \bmod 2 = 1 \therefore \frac{k+1-1}{2} = \frac{k}{2} < k \therefore m = k+1$  is true

$\therefore n \times 10$  can be composed of  $n \times 3$ , therefore  $m = 10$  is true and mathematical induction is true.

$\therefore$  symmetry method is applicable to  $n \times m$  area  $\{m \neq 1 \vee 2 \vee 4\}$ .

### 4. Deduce the formula solution of the formula for the maximum number of edges of a polygon.

General case:

From symmetry method and mathematical induction, we know that the maximum number of edges of lattice polygon equal to the number of lattices, that is  $(n+1)(m+1)$ .

$m = 1$ :

Because a rectangle is a quadrilateral, therefore  $S(n, 1) \geq 4$ .

A pentagon has five vertices. For a rectangular area of  $n \times 1$ :

If there are five vertices on a long side of area, then the  $y$  coordinates of five vertices are same. A pentagon cannot exist because more than three vertices are collinear.

If there are four vertices on a long side of area, then there are four vertices with the same  $y$  coordinates in five vertices. We can find that if we arrange  $y$  coordinates of five vertices in a circular arrangement, then there are  $\frac{5!}{5} = 1$  arrangement, so four vertices that  $y$  coordinates are same will adjacent. A pentagon cannot exist because more than three vertices are collinear.

If there are three vertices on a long side of area, then there are three vertices with the same  $y$  coordinates in five vertices. Without loss of generality let five vertices be  $A(a, 0) \cdot B(b, 0) \cdot C(c, 0) \cdot D(d, 1) \cdot E(e, 1) \{a >$

## 74. Taipei Municipal Yong Chun High School

$b > c, d < e, (a, b, c, d, e) \in \mathbb{N}$ . There are  $\frac{5!}{5} = 24$  arrangement while we arrange five vertices in a circular

arrangement. Because there are  $\frac{2!}{3} \times 3! = 12$  arrangement when  $A \cdot B \cdot C$  are collinear, and every single

polygon can be graphed from two clockwise, therefore there are only  $\frac{24-12}{2} = 6$  arrangement may exist a pentagon. Name the six polygons in vertex graphing order starting from  $A$ :

$ABDCE$ : Since vertex  $B$  is to the right of vertex  $C$  and vertex  $D$  is to the left of vertex  $E$ , edge  $\overline{BD}$  intersects edge  $\overline{CE}$ , so it is not a simple pentagon.



Figure 16: Polygon  $ABDCE$  schematic diagram

$ACDBE$ : Since vertex  $B$  lies on  $\overline{AC}$ , it is not a simple pentagon.



Figure 17: Polygon  $ACDBE$  schematic diagram

$ABECD$ : Since vertex  $A$  is to the right of vertex  $C$  and vertex  $D$  is to the left of vertex  $E$ , edge  $\overline{DA}$  intersects edge  $\overline{EC}$ , so it isn't a simple pentagon.



Figure 18: Polygon  $ABECD$  schematic diagram

$ACEBD$ : Since vertex  $B$  lies on  $\overline{AC}$ , it isn't a simple pentagon.



Figure 19: Polygon  $ACEBD$  schematic diagram

$ADCBE$ : Since vertex  $A$  is to the right of vertex  $B$  and vertex  $D$  is to the left of vertex  $E$ , edge  $\overline{DA}$  intersects edge  $\overline{BE}$ , so it is not a simple pentagon.



Figure 20: Polygon  $ADCBE$  schematic diagram

$AECBD$ : Since vertex  $B$  is to the right of vertex  $C$  and vertex  $D$  is to the left of vertex  $E$ , edge  $\overline{BD}$  intersects edge  $\overline{CE}$ , so it isn't a simple pentagon.



Figure 21: Polygon  $AECBD$  schematic diagram

Therefore, for any  $n \times 1$  rectangular area, it is impossible to construct a simple lattice pentagon, and a polygon with more edges is naturally impossible, so the maximum number of edges is always four, that is  $S(n, 1) = 4$ .

$m = 2$ :

From the graphing method in figure 22, it can be found that no matter how much  $n$  is, there are two lattice

## 74. Taipei Municipal Yong Chun High School

points that are not the vertices of the rectangle, and the subsequent graphic is the previous graphic extending a trapezoid to the right. Currently, the number of edges of the polygon is always equal to the number of lattices minus two, that is,  $3(n+1) - 2 = 3n + 1$ , therefore  $S(n, 2) \geq 3n + 1$ .



Figure 22:  $n \times 2$  graphing method (red lines are deleted, green lines are added)

Consider the increase in the number of edges after a lattice triangle with area  $1/2$  unit is cut:

If the location of the triangle like Figure 23, the graph becomes a non-simple polygon because the vertices of the graph overlap.



Figure 23: Schematic diagram of cutting off three vertices of a triangle into two lattices inside the graph and one lattice on the edge of the graph

If the three vertices of the triangle are the three internal lattices of the graph, and the number of edges increases by three. However, when  $m = 2$ , all the internal lattice points within the range are collinear, and this study excludes flat angles, so it cannot be cut in this way.

If the location of the triangle like Figure 24, then the number of edges increases by three.



Figure 24: Schematic diagram of cutting off three vertices of a triangle into one lattice inside the graph and two lattices on the edge of the graph

If the location of the triangle like Figure 25, then by truncated corner, the number of edges increases by three.



Figure 25: Schematic diagram of cutting off three vertices of a triangle into one lattice inside the graph and one lattice on the edge of the graph

Therefore, the maximum number of edges of polygon at most equal to three times the number of lattices inside the graph plus four, that is  $S(n, 2) \leq 3(n-1) + 4 = 3n + 1$ . We can prove that  $S(n, 2) = 3n + 1$  by squeeze theorem.

$n = m = 4$ :

We predict that  $S(4, 4) = 24$  by the graphing method in figure 26, still trying to prove it rigorously.



Figure 26:  $4 \times 4$  graphing method

Formula solution:

We predict that the formula solution of the maximum number of edges of polygon like:

## 74. Taipei Municipal Yong Chun High School

$$S(n, m) = \begin{cases} 4 & \{if\ m = 1\} \\ 3n + 1 & \{if\ m = 2\} \\ 24 & \{if\ m = n = 4\} \\ (n+1)(m+1) & \{otherwise\} \end{cases}$$

### 【今後の展望／Future potential and its plan】

Future work aims to derive the other properties of lattice polygons, and for reality, we will try to apply our results into the design of longest traveling route in limited space such as integrated circuit design, the driver training center, or a maze.

### 【参考文献／References】

- 蔡昶茹、鄧欽祥 (2004). National Primary and High School Science Fair paper: 正方形的捉迷藏. August 7, 2021, Retrieved from <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080406.pdf>
- 健賓、林祈詮、鍾昕陽、白堯言、葉心慈 (2008). National Primary and High School Science Fair paper: 方之律動－方格板上的「斜」正方形. August 7, 2021, Retrieved from <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080401.pdf>
- 陳昱廷、陳靖、劉子瑋 (2015). National Primary and High School Science Fair:  $n \times n$  方格中的正方形. August 7, 2021, Retrieved from <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/030403.pdf>
- 廖宥翔、林艾莉、田宜禾、蔡敦尹 (2019). National Primary and High School Science Fair: 翻滾吧！正方形—探討正方形網格邊上網點構成正方形所生成的相似合法直角三角形數量之最大值. August 10, 2021, Retrieved from <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-080403.pdf>
- Dragan M. Acketa, Jovisa D. Zunic (1995). Semantic Scholar paper: On the Maximal Number of Edges of Convex Digital Polygons Included into an  $m \times m$ -Grid. August 31, 2021, Retrieved from <https://reurl.cc/8227OX>
- Wikipedia (2021). Polygon. September 20, 2021, Retrieved from <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%9A%E8%BE%B9%E5%BD%A2%E7%B0%A1%E5%96%AE%E5%A4%9A%E9%82%8A%E5%BD%A2>
- 劉冠陸 (2022). TISF: Properties of Grid Polygon on Cartesian Coordinate System. March 7, 2022, referenced from <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=115&a=6822&fid=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=19272>



75. MAN KWAN PAK KAU COLLEGE

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☐ Preliminary

☒ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☒数学＋情報／Mathematics & Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】MAN KWAN PAK KAU COLLEGE

【代表者名／Representative's Name】Chan Ying Ho

【メンバー／Member】Chiu Hoi Ching

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】lu Ka Wang

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Find My Pet

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】The product is designed to help people to look for lost pets. The product consists of a cage, an AI camera (HuskyLens) controlled by a microcontroller and a webcam. If a stray animal goes in the cage, the AI camera can detect it and a message will be sent to users' device. Users can watch the livestreaming image of the cage from the link in the message. Users can also remotely control the cage to capture the strays.

【目的／Goal】This product aims to help pet owners find their lost pets in a more efficient way. Cages can be placed in different places without continuously monitoring them.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】Traditionally, if pet owners lose their pet, they tend to place cages outside their homes and keep monitoring the cages from the livestreaming video. The process is time-consuming. Also, if an unwanted stray is caught by the cage, the owner needs to release it. Our product uses an AI camera to automate the monitoring process. A remote-control system can avoid capturing unwanted strays.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】The system can recognize dogs and cats. Notifications are sent to users after detecting a stray animal. Users can also remotely control the cage.

【今後の展望／Future potential and its plan】AI model will be trained to recognize different breeds of dogs and cats which can improve the monitoring system.

【参考文献／References 】https://wiki.dfrobot.com/HUSKYLENS\_V1.0\_SKU\_SEN0305\_SEN0336

A pet volunteer create an App to help people find their lost pets, Ming Pao Weekly https://www.mpweekly.com/innerbeauty/innerwoman-%e7%8b%97%e7%be%a9%e5%b7%a5-%e9%a0%98%e9%a4%8a-189243

76. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

ご自身の研究段階は :

☐ アイデア

☒ 予備的な成果

☐ 研究成果

分野 / Areas

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

☐物理 / Physics

☐化学 / Chemistry

☐生物 / Biology

☐地学 / Earth Science

☒数学 + 情報 / Mathematics & Information

☐その他 / Others specifying :

参加者 / Participant' s Information

【学校名 / School Name】Taipei Municipal Yongchun Senior High School

【代表者名 / Representative' s Name】Wu, Yu-Hsuan

【メンバー / Member】

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】Kao, Chen-chun

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】Analysis and planning of stock selection strategies for fundamental factors in Taiwan stock market.

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】There are many investment strategies in the market, and I found the "factor stock picking" strategy, which does not require complicated calculations and daily monitoring, which made me curious about its performance and led to this research. I was curious to see how it would perform and whether it could be optimized to create a new "Factor strategy 2.0". The factors used in this study are some indicators from fundamental analysis, namely ROE, ROA, PE, PB, and EPS, which are not yet found in the factor selection literature. The annualized returns of different factor combinations with different weights are compared to find the best factor combination and weighting for this strategy.

【目的 / Goal】

1. To investigate the performance of different indicators (ROE, ROA, PE, PB, EPS) in the Taiwan stock market as a single-factor stock selection model.

2. To investigate the performance of a two-factor stock selection model with equal weightings for different indicators (ROE, ROA, PE, PB, EPS) in the Taiwan stock market.

3. To investigate the performance of the two-factor model in the Taiwan stock market with different weightings and whether it has aggregate effect.

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

1. Backtesting time includes two major events are Lehman Brothers incident and covid-19 outbreak.

2. Add different factor of EPS.

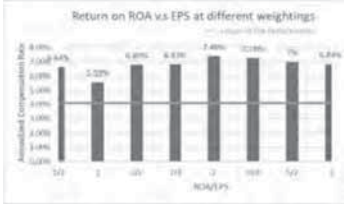
3. Use different weights of different factors to score and find the best stock selection model.

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect ( Report of progress can also be acceptable)】This study ranks investment targets in the Taiwan stock market by five different indicators (ROE, ROA, PE, PB, EPS). From 2008Q1 to 2022Q2, the quarterly investment and transaction costs are taken into account, and the 15-year period is tested. As these five factors are common fundamental indicators, they are publicly available information in the stock markets of various countries. No matter single factor or multi-factor with any weighting, this study uses the above-mentioned public information to calculate and rank the top 30 targets for backtesting. Therefore, this method is applicable to any country's stock market.

This study uses a backtesting method to investigate the combination of various factors and their different weights from 2008 to 2022. The optimal ratio of ROA to EPS is 2, and the annualized return after backtesting is 7.40%, outperforming the 4.07% of the broad market. In the future, this study will adopt a dynamic tracking approach to revise the weighting of each factor quarter by quarter in order to maintain the best return on investment for the multi-factor structure.

76. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

Return on ROA v.s EPS at different weightings



【今後の展望 / Future potential and its plan】

1. This study currently uses only two-factor scores for weighting, and in the future, we will consider three-factor, i.e., scoring and weighting with three factors at the same time, in the hope that the three-factor can optimize this research result.

2. We hope that in the future, we can find information on the stock markets of other countries to explore the performance of this study in different countries such as the Japanese stock market and the U.S. stock market, and to compare their indices such as the Nikkei Index and the NASDAQ Index.

【参考文献 / References 】

[1] 葉怡成・(2021)・用黃金公式找到隱藏版潛力股：自組投資組合年賺 19.9%・價值+獲利+價性 3 指標・在最小的波動下得到最大效益・財經傳訊・

[2] CMoney 系統簡介・CMoney・取自 https://www.cmoney.com.tw/search.asp

77. Yamagata Prefectural Touhgakkan Junior&Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒数学＋情報／Mathematics & Information

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】山形県立東校学館中学校・高等学校 / Yamagata Prefectural Touhgakkan Junior&Senior High School

【代表者名／Representative's Name】清水 紘輔

【メンバー／Member】なし

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】堀文仁

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Effects of binaural audio on English vocabulary learning

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】One-day, I went to "Nihon Kagaku Miraikan" located in Odaiba, Tokyo. There, I was fascinated by the concept of Digital Nature proposed by Yoichi Ochiai, an associate professor at Tsukuba University. Digital Nature is the concept of "a new natural environment reconstructed by the affinity between the computational and the organic." In the concept of Digital Nature, I was curious of computational imitation of human experiences like the five senses. And I thought that it's possible to enhance the quality of digital education by adopting this technology because these technologies make it possible for students to learn things with realistic experience in digital learning stuff. Nowadays, the significance to acquire a second language, such as English, is evident and also can be seen in the change of teaching guidelines, demanded by MEXT. Additionally, we are surrounded with bunch of English learning materials, including English picture dictionary, and many students use apps to extend their vocabulary and so forth. For example, English Picture Dictionaries are the dictionaries with stored pictures that represent meanings of English words, and they are considered to enhance the learning experience. Like this, my aim was to create an audio repository of stock sounds that similarly represent meanings of English words. To effectively express the meaning of various English words through sound, I used binaural recording technology, which is a method of reproducing the direction, distance, and spread of sound in three dimensions when recording and reproducing sound.

【目的／Goal】Our goal is to create a dictionary, whose sounds represent the meaning of English words. We tested the efficiency of binaural audio, which reproduces the sound more closely to real audible experiences than monaural.

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】With the increasing digitization of learning materials, learning formats that use rich audiovisual multimedia content are becoming more common, replacing paper-based materials. In second language learning, learning methods using smartphones (Dearman et al., 2012) and virtual spaces (Christian et al., 2018) have been proposed. EmoTan (Fukushima, 2019) is a learning system that specifically utilizes auditory technology; EmoTan uses emotional narration and stories to learn English words and utilizes binaural recording technology to create the sound with emotional expressions. Fukushima (2019) showed that the use of EmoTan enhance the memory retention of English words, but this experiment is an experiment in which two variables change simultaneously: the presence or absence of an emotional story and the presence or absence of binaural recording technology and did not examine the effect of binaural recording technology alone.

- 98 -



77. Yamagata Prefectural Touhagakkan Junior&Senior High School

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 Binaural audio is the technology whose development is notable in the world. With the increase in the number of content of ASMR, which applies binaural recording, the attention toward the possibility of binaural audio is increasing. In addition, the Digital transformation of educational field should be in the limelight. The Japanese government is trying to conduct the policy called "Giga School", which promotes the introduction of digital devices in secondary schools, and therefore, schools will have stable internet connection and students will have each their devices. Given these backgrounds, it's possible that binaural audio or the products, which technically use the technology, can be introduced for technology-enhanced learning.
【今後の展望／Future potential and its plan】 This project evaluated the effect of the presence or absence of binaural audio on English vocabulary learning. In future, we will evaluate the effect of learning over a longer time period and develop learning software. Also, seeking for the possible adoption of binaural audio, such as surveying compatible words with binaural audio, in vocabulary learning.
【参考文献／References】 Jayme Adelson-Goldstein, N.S. (2015). Oxford Picture Dictionary Monolingual (American English) Dictionary for Teenage and Adult Students (Oxford Picture Dictionary Second Edition). Oxford: Oxford University Press. Zhu Yeshuang, Wang Yuntao, Yu Chun, Shi Shaoyun, Zhang Yankai, He Shuang, Zhao Peijun, Ma Xiaojuan and Shi Yuanchun (2017). ViVo: Video-Augmented Dictionary for Vocabulary Learning. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '17, pp. 5568–5579. David Dearman and Khai Truong (2012). Evaluating the implicit acquisition of second language vocabulary using a live wallpaper. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp.1391–1400. Christian D. Vázquez, Lei Xia, Takako Aikawa, and Pattie Maes (2018). Words in Motion: Kinesthetic Language Learning in Virtual Reality. In 2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pp. 272–276. Shogo Fukushima (2019). EmoTan: enhanced flashcards for second language vocabulary learning with emotional binaural narration, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, vol. 14, no. 1, 16 pages Paivio, Allan, and Alain Desrochers. "A dual-coding approach to bilingual memory." Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie 34.4 (1980): 388. ※This work is supported by UTokyoGSC and JST-Mirai Program Grant Number JPMJMI21D3, Japan

78. The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying : システム／Engineering	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University <國立暨南國際大學附屬高級中學>	
【代表者名／Representative's Name】 CHEN,YU-JUNG	
【メンバー／Member】 FENG,HSIANG-YUN	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 YANG,CHEN-CHE、LO,I-FAN	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 Solve the apple snail device	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 Among the United Nations Sustainable Development Goals, the second goal is to "ensure food security, eradicate hunger, and promote sustainable agriculture." It can be seen that agricultural issues are issues that everyone attaches great importance to because they are related to the most important ,food, in human life. From the literature, we can know that apple snails ( <i>Pomacea canaliculate</i> ) like to eat the young and tender parts of plants. Rice seedlings or water chestnut buds, lotus, water spinach, etc. will be harmed by it. The annual damage area is as large as several hundred thousand hectares. The purpose of this work is to exterminate apple snails and prevent harming crops from them.	
【目的／Goal】 The modified remote control boat is combined with a high-pressure water gun that can swing up and down, and the camera is used to capture the image. Once the apple snail eggs appear on the screen, the frame selection action is made through the program to identify the eggs of the apple snails with AI, and then drive the water gun to spray a powerful water column. it knocks off the eggs of apple snails.	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 This work uses AI technology to effectively identify apple snail eggs and shoot them down accurately, which can effectively remove the eggs attached to the crops. The work itself has a high degree of stability, which can reduce the burden of farmers' agricultural work. The required water comes from paddy fields, which can effectively use and recycle water resources without causing environmental pollution. This work is one of the most important inventions for farmers in paddy fields, because several apple snails can be born in one egg mass, and the apple snails will bite the crops and cause serious losses, which has become the biggest problem for farmers. Therefore, this work can effectively solve the problem of apple snails, and at the same time solve the problems of farmers.	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 Using the principle similar to the maze robot, place the boat in the bamboo shoot field, the boat will automatically move forward and turn when encountering obstacles. In addition, it is equipped with solar panels, which can extend the endurance of the hull, and capture images through the lens. Use AI to identify whether	

78. The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University

it is apple snail eggs, do frame selection through the program, and then drive the water gun to extract water from the bamboo shoot field, and start the water gun to remove the apple snail eggs without destroying the bamboo shoots. This clearing operation can save a lot of labor costs, and can also reduce the agricultural damage of the bamboo shoot field, which is very helpful for farmers.( Fig.1 and Fig.2)
(1) Circuit design Use tinkercad software to draw circuit diagrams, perform program simulation, and then implement it with breadboard after the simulation action is successful, and then perform circuit welding after the above actions are successfully operated. (Fig.3)
(2) Program writing The program on the analog system is transferred to the Arduino IDE for program compilation, and the program is burned to the Arduino UNO, after which the circuit test can be carried out, that is, the servo motor is smoothly rotated at a precise angle. (Fig.4)
(3) APP design MIT's appinventor software is used for APP program writing, and objects such as image recognition function and Bluetooth signal transmission function are first built. In the APP programming part, we must first consider the relationship between the components and their logical relationships, so that we can program, of course, this part must spend a considerable amount of time testing and repeated correction. (Fig.5 and Fig.6)
(4) Teachable Machine model training We actually took a number of photos of the bails and eggs, taking them from various angles, hoping to collect enough samples, and also collected photos of the bamboo shoot field, and used two different types of photos for model training, hoping to find out the planting with the eggs of the bamboo shoots sticking to the bamboo shoots through the lens. After completing the model training, we randomly load the picture with apple apple snail eggs into the system, let the system recognize, and can smoothly identify the apple snail eggs and the white bamboo shoot fields without apple snail eggs. (Fig.7 and Fig.8 and Fig.9) The feasibility of this work is very high, and the progress has been almost completed. However, the water pressure problem has not been solved. Because the water pressure is too low, it may not be possible to shoot down the apple snail eggs. This part will be solved by other methods.
【今後の展望／Future potential and its plan】 For the development of the work, we hope to successfully apply for a patent and sell it in the store, so that farmers affected by the apple snails can use this machine to eliminate the apple snails, reduce the use of pesticides, achieve the effect in the economic benefits of agricultural products, successfully eliminate the apple snails, and increase the crop yield. After that, a fishing net can also be installed on this device, which can be enough to pick up the apple snail eggs floating on the water to achieve the effect of immediate removal.
【参考文献／References】 Lin, C. S. 1986. Ecological Studies on Water Snail, <i>Pomacea lineata</i> Spix <a href="https://www.tdais.gov.tw/upload/tdais/files/web_structure/583/13-9.pdf">https://www.tdais.gov.tw/upload/tdais/files/web_structure/583/13-9.pdf</a>

78. The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University



Figure 1 Flood Fill Algorithm (Maze Robot)

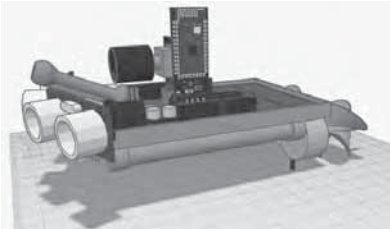


Figure 2 3D map of works



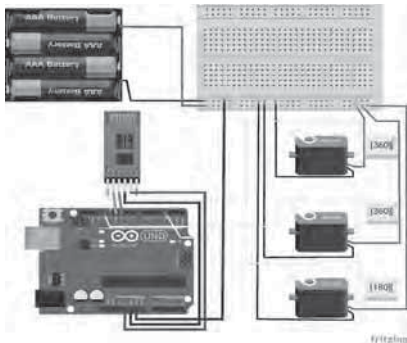


Figure 3 Circuit simulation



Figure 4 Firmware programming screen



Figure 9 Image recognition verification screen

Table. 1 Effect of submergence on the duration and hatchability of egg

period of submergence (days)	eggs duration (days)	hatchability (%)
1	11	88.1
2	12-13	89.9
3	13	69.8
4	13	83.4
5	15	69.5
6	15	27.6
7	16	19.9
8	18	9.8
9	—	0
10	—	0
無浸水對照	11	85.5

[https://www.tdaais.gov.tw/upload/tdais/files/web\\_structure/583/13-9.pdf](https://www.tdaais.gov.tw/upload/tdais/files/web_structure/583/13-9.pdf)

Figure 5 APP layout configuration settings



Figure 6 APP programming



Figure 7 Sample picture of Fushou snail eggs



Figure 8 Sample picture of a field of white bamboo shoots

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☒ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Man Kwan Pak Kau College

【代表者名/Representative's Name】 Chan Chun Ming

【メンバー/Member】 Lai Tin Yu Katrina

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Wong Wing Yi, Lai Fu Wai

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Rush & Flush (An automatic toilet sterilization system)

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

The difficulty in cleaning a toilet frequently promotes bacteria growth. Without putting a toilet lid down, toilet flushing may splash germs and bacteria, such as Escherichia coli, Staphylococcus aureus, and Salmonella, as far as 6 feet away, polluting the surrounding environment. According to the survey, only 56% of interviewers would put down the toilet lid after using, and only 20% have the habit of putting down the lid every time. A smaller area might contain even more Germ and bacteria than a larger one. This project aims to make a low-cost, effectively sterilizing, automatic device for toilet disinfection to protect public health.

【目的/Goal】

Our device uses ultraviolet light and titanium dioxide's photocatalytic effect to sterilize the toilet and reduce germ and bacteria growth. It has equipped multiple sensors to collect data of toilet real-time usage in order to determine whether a toilet has been sterilized automatically.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

With using our device, sterilization time can be reduced by utilization of ultraviolet light and titanium dioxide coating. The durability and bacterial efficacy of titanium dioxide coating are higher than normal bactericidal coatings on the market; thus, the replacement of infected toilet seats can be largely decreased.

Furthermore, our device has an infrared sensor and a magnet sensor. An infrared sensor detects whether the user leaves the bathroom, and then the toilet lid will be automatically closed, followed by disinfection process. A magnet sensor ensures the toilet lid is closed, which means the toilet is unused when the ultraviolet light is activated, and the germs and bacteria will not be splashed out while flushing and sterilizing.



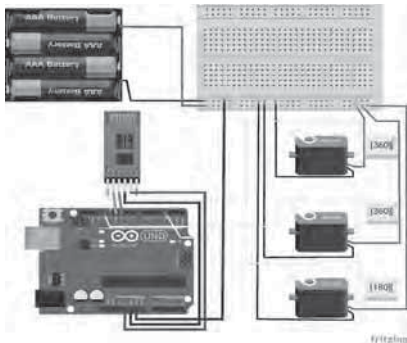


Figure 3 Circuit simulation



Figure 4 Firmware programming screen



Figure 9 Image recognition verification screen

Table. 1 Effect of submergence on the duration and hatchability of egg

period of submergence (days)	eggs duration (days)	hatchability (%)
1	11	88.1
2	12-13	89.9
3	13	69.8
4	13	83.4
5	15	69.5
6	15	27.6
7	16	19.9
8	18	9.8
9	—	0
10	—	0
無浸水對照	11	85.5

[https://www.tdaais.gov.tw/upload/tdais/files/web\\_structure/583/13-9.pdf](https://www.tdaais.gov.tw/upload/tdais/files/web_structure/583/13-9.pdf)

Figure 5 APP layout configuration settings



Figure 6 APP programming



Figure 7 Sample picture of Fushou snail eggs



Figure 8 Sample picture of a field of white bamboo shoots

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☒ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Man Kwan Pak Kau College

【代表者名/Representative's Name】 Chan Chun Ming

【メンバー/Member】 Lai Tin Yu Katrina

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Wong Wing Yi, Lai Fu Wai

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 Rush & Flush (An automatic toilet sterilization system)

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

The difficulty in cleaning a toilet frequently promotes bacteria growth. Without putting a toilet lid down, toilet flushing may splash germs and bacteria, such as Escherichia coli, Staphylococcus aureus, and Salmonella, as far as 6 feet away, polluting the surrounding environment. According to the survey, only 56% of interviewers would put down the toilet lid after using, and only 20% have the habit of putting down the lid every time. A smaller area might contain even more Germ and bacteria than a larger one. This project aims to make a low-cost, effectively sterilizing, automatic device for toilet disinfection to protect public health.

【目的/Goal】

Our device uses ultraviolet light and titanium dioxide's photocatalytic effect to sterilize the toilet and reduce germ and bacteria growth. It has equipped multiple sensors to collect data of toilet real-time usage in order to determine whether a toilet has been sterilized automatically.

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

With using our device, sterilization time can be reduced by utilization of ultraviolet light and titanium dioxide coating. The durability and bacterial efficacy of titanium dioxide coating are higher than normal bactericidal coatings on the market; thus, the replacement of infected toilet seats can be largely decreased.

Furthermore, our device has an infrared sensor and a magnet sensor. An infrared sensor detects whether the user leaves the bathroom, and then the toilet lid will be automatically closed, followed by disinfection process. A magnet sensor ensures the toilet lid is closed, which means the toilet is unused when the ultraviolet light is activated, and the germs and bacteria will not be splashed out while flushing and sterilizing.



We hope that our device can be widely used in public toilets.
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 We discovered that a longer UVC lamp irradiation time decreases more significant numbers of cultivated colonies of bacteria. The longer UVC light is used, the better impact on bactericidal efficacy. The sanitizing time of the device is set to four minutes after every use to promote toilet cleanliness. According to the study results, titanium dioxide impacts bactericidal efficacy. No matter under a one-minute or a four-minute UV-C light exposure, the number of the cultivated colony of the experimental group which does not use atomization of titanium dioxide solution is relatively higher than that of the experimental group which use a 30-second atomization of titanium dioxide solution.
However, no matter under a one-minute or a four-minute UV-C light exposure, the experimental group with a 60-second atomization of titanium dioxide solution, has a higher numbers of the cultivated colony of bacteria than that of the experimental group which use a 30-second atomization. It reflects the photoreactivation in DNA repair may occur in the experimental group with higher titanium dioxide content so that the number of cultured colonies increases. It shows the best method to promote photocatalysis and achieve the best bactericidal effect is to use a 30-second atomization of titanium dioxide.
【今後の展望／Future potential and its plan】 Our device can only kill bacteria without removing stains. We will dedicate to design an additional component for removing stains, so that stain cleaning and sterilization can be achieved at the same time. Besides, we hope we can utilize the ozone generator to sterilize the toilet inside. Finally, we would like our disinfection device to be installed in public toilets with a screen showing the Bacterial level in the toilet.
【参考文献／References】 Bono, N., Ponti, F., Punta, C., & Candiani, G. (2021). Effect of UV irradiation and TiO <sub>2</sub> -photocatalysis on airborne bacteria and viruses: an overview. <i>Materials</i> , 14(5), 1075. (P.7)  Kamat, P.V. (2012). Photocatalytic bactericidal effect of TiO <sub>2</sub> on <i>Enterobacter cloacae</i> : Comparative study with other Gram (–) bacteria. <i>J. Phys. Chem.</i> 116, 22, 11849–11851 (P.4)  Kowalski, Wladyslaw (2009). <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection</i> . doi:10.1007/978-3-642-01999-9. ISBN 978-3-642-01998-2. (P.4)  Oguma, K., Katayama, H., & Ohgaki, S. (2002). Photoreactivation of <i>Escherichia coli</i> after low- or medium-pressure UV disinfection determined by an endonuclease sensitive site assay. <i>Applied and environmental microbiology</i> , 68(12), 6029–6035. (P.9)

## 80. Taipei Municipal Dazhi High School

Let a matrix $C$ be the final state of each lamp, a matrix $M$ be the number of presses corresponding to each node, and $AM=C$ . In the case of two-color lamps, the result we seek is that all lamps are changed to the second color. We know that pressing the node twice in the two-color light will restore the original unit state. Similarly, pressing the node once and pressing the node three times will have the same result, both are lights. In this way, the result obtained by $AM$ is congruent to $C \pmod{2}$ (Figure 3), the calculation is shown in Figure 4.
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 1. Perfect $n$ -ary trees satisfy the $k$ -all-ones problem. 2. Perfect $n$ -ary trees satisfy the $n$ -all-ones problem. 3. Cycle satisfies the $k$ -all-ones problem when the quantity of the nodes equals $3n, 3n+1, \text{ or } 3n+2$ . 4. Tessellation satisfies the $k$ -all-ones problem when the quantity of the nodes on every edge equal $2 \pmod{3}$ . 5. Triangular tessellation and hexagonal tessellation satisfy the $k$ -all-ones problem when the quantity of the nodes on every edge congruent to $0 \pmod{3}$ .
【今後の展望／Future potential and its plan】 We applied the matrix into the lamp lighting game, found that the solution can be determined by determinant. Using determinant and inverse matrix, we find out the solution of lighting problem. However, if the determinant is zero, we cannot use inverse matrix to solve the equation. As a result, the further research will be find another method to solve to the all-ones problem. In the future, we will study the relationship between the determinant and the solution of the matrix represented by the connection relationship of the graph nodes. Starting with three-color lamps, further discuss the development of the lighting problem in $k$ -color lamps and study the influence of the change of $C$ matrix in matrix operations. In the end, we want to find the general solution of all-ones problem in arbitrarily graphs. Furthermore, we want to improve the solution to the simplest solution.
【参考文献／References】 [1]Canadian Mathematical Society, Crux Mathematicorum, February, 2019. retrieved from <a href="https://cms.math.ca/wp-content/uploads/crux-pdfs/CRUXv45n2.pdf">https://cms.math.ca/wp-content/uploads/crux-pdfs/CRUXv45n2.pdf</a> [2]蔡宗賢, 提升點燈遊戲之拼圖法搜尋速度 Improving the Solving Time of the Patching Method for All-Ones Problem, 2011. [3]張鎮華, 蔡牧村, 演算法觀點的圖論, 修訂版, 台大出版中心, 2020. [4]K. Sutner, "Linear cellular automata and the garden-of-eden", <i>The Mathematical Intelligencer</i> , Vol.11-2, pp.49-53, 1989. [5]W. Y. C. Chen, X. Li, C. Wang and X. Zhang, "Linear time algorithms to the minimum all-ones problem for unicyclic and bicyclic graphs", <i>Electronic Notes in Discrete Mathematics</i> , Vol.17, pp.93-98, 2004.

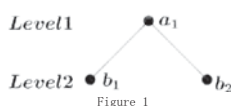


Figure 1

## 80. Taipei Municipal Dazhi High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School
【代表者名／Representative's Name】 LIU,FAN-SHOU
【メンバー／Member】 SHIH,JU-YU, LIU,CHI-MING, YAO,SHUN-YI
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】 PANG,SHIH-CHIEN, CHUNG,YI-TING
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】 Discussion on the Generality of All-Ones Problems
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 In the lamp lighting game, every lamp is regarded as a node. If two lamps are adjacent, we connect the nodes corresponding to the lamps with edges, thus forming a graph. In the past, most of the lighting problems only discussed the lamps on a lattice. When lighting one of the lamps, the status of the lamp and its adjacent lamps will be changed from lit to unlit or from unlit to lit. This rule is called the $\sigma$ +rule. The goal of the game is to turn all the lamps from unlit to lit, which represents the fact that the graph satisfies the all-ones problem. Under the $\sigma$ +rule, we extend the lighting problem to lamps in perfect $n$ -ary trees, cycles and tessellations, and discuss their all-ones problems. At the same time, we extend the lit-and-unlit lighting status to lamps changing sequentially into more than three different colors, using matrixes to represent the relations between the lamps connected and find solutions to different graphs.
【目的／Goal】 1. Under the sigma plus rule, find out all properties of two-color lamps in different shapes. 2. Under the sigma plus rule, find out all the properties of the three-color lamps in different shapes. 3. Under the Three-color lighting rules, find out all the properties of the three-color lamps in different shapes.
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 This study starts from the problems in the literature [1]. Imagine that each square on a lattice is a lamp with two states: on and off. Press a lamp on lattice point, then its state changes, along with the states of its vertically and horizontally aligned neighbors. If the graphs of different shapes can change all the points to the desired color after a finite number of state changes, then the graph $G$ is said to have the property of oneness. If the graph $G$ has the all-one property when the number of lamp colors is $k$ , then $G$ is said to have $k$ -all-ones property. This study will further explore the all-one nature of dendrograms, cycle and tessellation in $\sigma$ +rule under $k$ -color lights. We take a perfect binary tree (Figure 1) with a layer number of 2 as an example. We use matrix $A$ (Figure 2), which is an adjacency matrix plus an identity matrix, to represents the relationship between points. When the relationship between the pressed point and the affected point represents 1 in the matrix $A$ , and 0 otherwise.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Figure 2

$$C = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \pmod{2}$$

Figure 3

n	answer	graph	n	answer	graph
2	Level1, Level2		3	Level2	
2	Level1, Level2		3	Level1, Level4	
2	Level1, Level3, Level2		3	Level1, Level4	
4	Level1, Level3		3	Level2, Level3	
3	Level1, Level2				

3n	
3n+1	



## 80. Taipei Municipal Dazhi High School

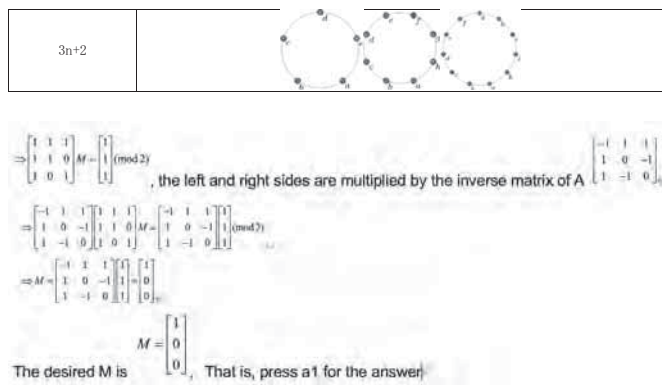


Figure 4

## 81. Taipei Municipal Dazhi High School

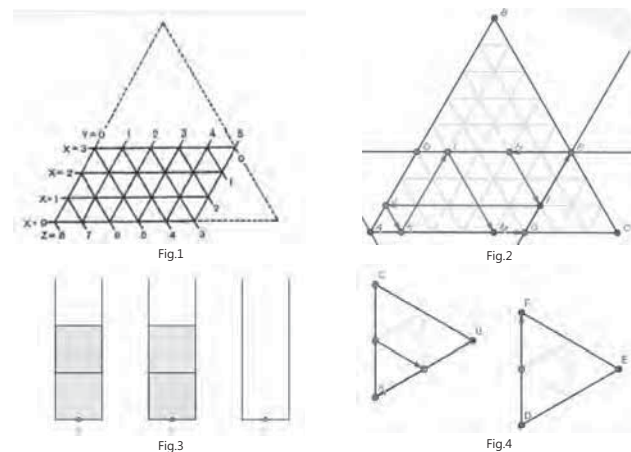
ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School	
【代表者名/Representative's Name】 Jia-Jia, Liu	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Yi Ting, Chung	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 Graphical pouring problem	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】	
<p>The water-pouring puzzle is also known as the three-jug problem. The topic is as follows: There are three jugs whose capacities are 3, 5, and 8 liters respectively. The largest is full of water. Then, how to measure 4 liters of water with these three jugs.</p> <p>This problem can also be obtained through Barycentric coordinates (also called trilinear coordinates).</p> <p>There is a similar water-pouring mobile game called Sort Water Puzzle, which changes water into a variety of immiscible color water. The player can only pour if the two jugs have the same color on the top and have space to hold more water. One needs to keep pouring colored water among the jugs until each has one color. The amount of colored water cannot be the same as the amount of the jug because there must be an empty jug at the end before proceeding, and it cannot be more than the amount. Otherwise, there is no place to put the excess water. [1]</p> <p>For example, there are three 3-liter jugs, two of which contain 1 liter of blue water and red water. The result is one jug of blue water, one jug of red water, and one empty jug. We need two barycentric plots to represent the moving process, and the answer can be obtained through these two diagrams.</p> <p>This article explores whether Sort Water Puzzle can be solved using trilinear coordinates.</p>	
【目的/Goal】	
1. Can the Sort Water Puzzle be solved using Barycentric coordinates? 2. In the water-pouring puzzle, if the liquid used is no longer limited, can it be solved with Barycentric coordinates?	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】	
<p>Water-pouring puzzle</p> <p>There are three jugs called X, Y, and Z, and the capacity of these three jugs is x, y, and z. Since the total volume of water is 8 liters, we have <math>x + y + z = 8</math>, <math>0 \leq x \leq 3</math>, <math>0 \leq y \leq 5</math>, <math>0 \leq z \leq 8</math>. Initially, <math>x = 0, y = 0, z = 8</math>; finally, <math>x = 0, y = 4, z = 4</math>. Now x, y, and z can be taken as the trilinear coordinates of a point with respect to an equilateral triangle of altitude 8. Because of the above restrictions, all the possible positions of the point lie between the pairs of lines <math>x = 0, x = 3</math>; <math>y = 0, y = 5</math>; <math>z = 0, z = 8</math>. The set of parallel lines <math>x = 0, 1, 2, 3</math> corresponds to the different possible amounts of water in X, and the lines <math>y = 0, 1, \dots, 5</math> correspond to the possible amounts in Y. The lines for Z are a set of lines passing through the intersections of the lines for X and Y, the quantities they represent being determined by the equation <math>x + y + z = 8</math>. The diagram is shown in Figure 1. [2]</p> <p>The path to the final result is shown in Figure 2:</p> <p><math>(0, 0, 8) \rightarrow (3, 0, 5) \rightarrow (0, 3, 5) \rightarrow (3, 3, 2) \rightarrow (1, 5, 2) \rightarrow (1, 0, 7) \rightarrow (0, 1, 7) \rightarrow (3, 1, 4) \rightarrow (0, 4, 4)</math></p> <p><math>A \Rightarrow G \Rightarrow E \Rightarrow H \Rightarrow I \Rightarrow J \Rightarrow K \Rightarrow L \Rightarrow M</math></p>	

## 81. Taipei Municipal Dazhi High School

<p>The first step is point A→G, which is to pour 8 liters of water from jug Z into the jug X, but the content of the jug X is only 3 liters, so the remaining 5 liters of water will stay in jug Z, that is <math>(0, 0, 8) \rightarrow (3, 0, 5)</math>, pick up The following steps are also analogized.</p> <p>二、 Sort Water Puzzle</p> <p>According to the rules of the Sort Water Puzzle, suppose there are three jugs (labeled a, b, and c) and waters of two colors. The water distribution of the two colors is shown in Figure 3. There are two solutions:</p> <p>(一) The steps of the first solution are</p> <p>Step1 : Pour the blue water in jug a into jug c.</p> <p>Step2 : Pour the red water in jug b into jug a.</p> <p>Step3 : Pour the blue water in jug c into jug b, or pour the blue water in jug b into jug c.</p> <p>(二) The steps of the second solution are</p> <p>Step1 : Pour the red water in jug b into jug c.</p> <p>Step2 : Pour the blue water in jug a into jug b.</p> <p>Step3 : Pour the red water in jug c into jug a, or pour the red liquid in jug a into jug c.</p> <p>The trilinear coordinates represent the changes in the amount of water in the three jugs. But there is more than one color of water in the Sort Water Puzzle, and different colored waters don't mix with each other. If the dots move, it means the amount or location of the blue or red water in the jug for each diagram is changing. Assuming that there is no solution in bottle c at the end, Figure 4 shows the amount of blue water in different jugs and the amount of red water in different jugs.</p> <p>Figure 4 is a solution to Figure 3. However, the trilinear coordinates can be used to show the solution, when the number of colors and jugs increases, the trilinear coordinates may not be suitable for the solution of the Sort Water Puzzle. Because the trilinear coordinates will draw more and more, a trilinear coordinates are no longer trilinear coordinates, it will become a diagram of other polygons. Therefore, the trilinear coordinates can only be used when there are few colors, and the number of jugs is three. The water-pouring puzzle is different from the trilinear coordinates in Figure 4. It is possible to stop in the middle of the diagram after starting from the point. Different from the water-pouring puzzle, not all the amount of water poured out in the Sort Water Puzzle depends on how many liters of water the same color on the top layer of the current jug. Therefore, the path will not reach the end of the diagram at one time.</p> <p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>There are two ways to increase the difficulty of the Sort Water Puzzle, one is to increase the number of jugs, and the other is to increase the number of water colors. However, the trilinear coordinates can only solve the problem with three jugs and cannot have too many waters of different colors because the final result only have one color of water in each jug. The solution can be obtained if there are fewer than three jugs and water colors in the Sort Water Puzzle.</p> <p>【今後の展望/Future potential and its plan】</p> <p>The three sides of the trilinear coordinates represent the direction of movement when the water volume of the three jugs increases or decreases. Therefore, when there are more jugs, there must be another side triangle that is not parallel to the length of the original three sides, and the figure of the triangular figure may change from a triangle to a quadrilateral. Also, use three-dimensional Barycentric coordinates might be another method to solve the problem.</p> <p>【参考文献/References】</p> <p>[1] Water Sort - Color Puzzle Game - Appson Google Play  <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gma.water.sort.puzzle&amp;hl=en_US&amp;gl=US&amp;pli=1">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gma.water.sort.puzzle&amp;hl=en_US&amp;gl=US&amp;pli=1</a></p> <p>[2] M. C. K. Tweedie. (1939). The Mathematical Gazette: A Graphical Method of Solving Tartaglian Measuring Puzzles. Vol. 23, No. 255 (Jul, 1939), pp. 278-282 (5 pages). Retrieved November 30, from <a href="https://doi.org/10.2307/3606420">https://doi.org/10.2307/3606420</a></p>
--

Appendix

## 81. Taipei Municipal Dazhi High School





ご自身の研究段階は： ☐ アイデア ☒ 予備的な成果 ☐ 研究成果

分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate area.

☐ 物理／Physics ☐ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science  
☒ 数学＋情報／Mathematics & Information ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yong Chun High School

1 【代表者名／Representative's Name】 Tsai, Chieh-Yu

【メンバー／Member】

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 Hsieh, Sheng-Hung

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 Using machine learning to predict the trajectory of ping-pong balls

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

In recent years, the development of deep learning and computer vision has led to the emergence of sports science. Among them are many studies that analyze table tennis tournaments, which play an important role in sports science because they can analyze various data of tournaments more accurately and quickly than collecting data manually.

Spin is one of the techniques used in table tennis, but because of the extreme speed of the ping-pong ball, the speed of rotation is difficult to measure. Therefore, I would like to use physical models to deduce the rotational velocity of table tennis balls in order to predict the ball path and drop range, which can help in the analysis of sports events and improve athletes' performance.

【目的／Goal】

1. Reconstruction of 3D coordinates and 3D point positions of ping pong balls by camera calibration
2. Using parametric curves to fit the motion trajectory of a table tennis ball
3. Simulation of trajectory shifts caused by the Magnus effect

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

1. In contrast to the deep model to track ping-pong balls, this study takes a physical approach to modeling through the Magnus effect (rotational speed).
2. The analysis of motion trajectory by rotational velocity is beneficial for force analysis, which is expected to quantify the player's body motion to predict the motion trajectory.

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. For the data collection part, we used the OpenTTGames dataset [1]. Since this dataset was used in [2], each video was annotated with a specific frame, as shown in Fig. 1. Therefore, we can reconstruct the coordinates of these data by camera calibration. The mathematical expression is given by (1) and the schematic diagram is shown in Fig. 2. The implementation method obtains all parameters of the camera by marking specific coordinates, as shown in Fig. 3 and Table I, according to the cv2.calibrateCamera() function [3], all parameters of the camera calibration can be found.
2. For the part of parametric curves, I refer to the polynomial curve fitting method [4]. The goal is to find the parameter curve with the smallest total error value through parameter iteration. The mathematical expression of the error value is given by (2). The result of the six polynomial fit is shown in Fig. 4, Fig. 5, and Fig. 6.

3. In order to investigate the effect of speed on trajectory, I refer to Kutta Joukowski Theorem [5], which describes the relationship between speed and force. Through python simulation, I can get the position coordinates of each time point to compare the trajectory with different speed, as shown in Fig. 7, the red trajectory is the downward rotating trajectory with  $\omega = 4(\text{rad/s})$ , the yellow is the trajectory without rotation speed, and the black is the upward rotating trajectory with  $\omega = 4(\text{rad/s})$ , taking into account the air resistance.

【今後の展望／Future potential and its plan】

1. Designing a motion model for table tennis based on the Magnus effect
2. Analyze the relationship between a player's body motions and ball trajectory

【参考文献／References】

[1] OSAL. (2020, April 15). OpenTTGames Dataset. <https://lab.osai.ai/>

[2] Roman Vocikov, Nikolay Falaleev, and Ruslan Baikulov TTNet: Real-time temporal and spatial video analysis of table tennis. The IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 2020, pp. 884-885

[3] Camera Calibration. (n.d.). OpenCV. [https://docs.opencv.org/3.4/dc/dbb/tutorial\\_py\\_calibration.html](https://docs.opencv.org/3.4/dc/dbb/tutorial_py_calibration.html)

[4] PARAMETRIC CURVE FITTING WITH ITERATIVE PARAMETRIZATION. (2016, July 20). MESHLOGIC. <https://meshlogic.github.io/posts/jupyter/curve-fitting/parametric-curve-fitting/>

[5] Van buren. (2021, March 8). Kutta Joukowski Theorem [Aerodynamics #10]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=yID7uJZWJgA>

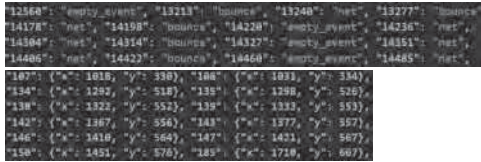


Fig. 1. A part of data events and ping-pong ball coordinates

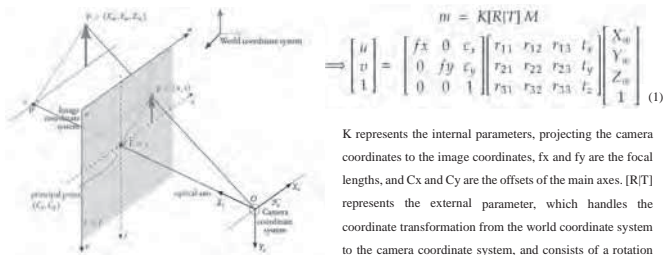


Fig. 2. schematic diagram of camera calibration



Fig. 3. Video screen and specific points marking

Table I Relative position of coordinates (upper right is image coordinates system, lower left is world coordinates system)

(621,616)	(997, 630)	(1381,639)
(0,0,0)	(137,0,0)	(274,0,0)
(560, 660)	(999, 674)	(1444, 683)
(0,72.25,0)	(137,72.25,0)	(274,72.25,0)
(463, 723)	(995, 740)	(1534, 752)
(0,152,5,0)	(137,152,5,0)	(274,152,5,0)

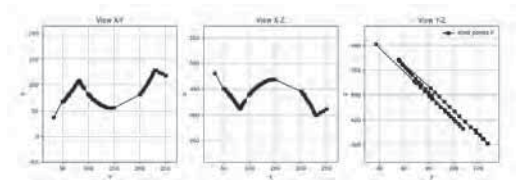


Fig. 4. 2D View

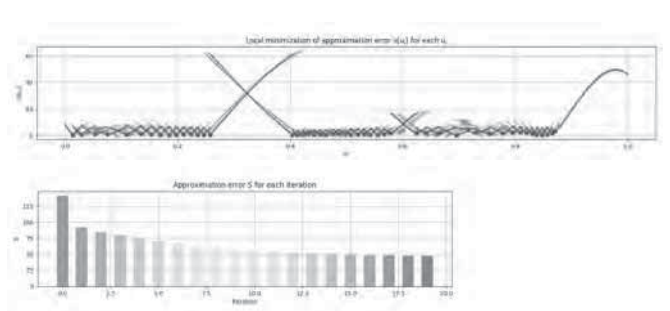


Fig. 5. Parametric Convergence Process

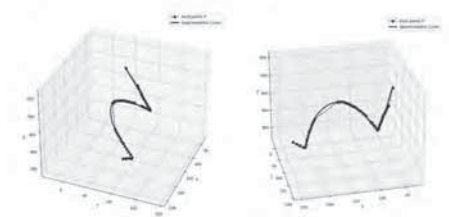


Fig. 6. Table tennis trajectory and parameter curve



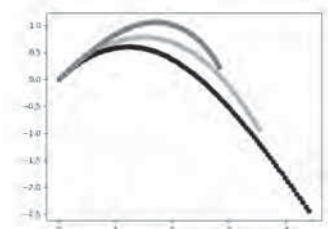


Fig. 7. Comparison of trajectories at different rotation

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 Taipei Municipal Dazhi High School , Taiwan (R.O.C.)	
【代表者名/Representative's Name】 Wu,Dai-Zheng	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 Liu, Shan-Pang / Lan, Pang-Wei	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 Discussion regarding the Moving Line Analysis of Finding a Parking Spot in the Parking Lot	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】	
<p>The subject of the research is the mathematical analysis of the moving line analysis of finding a parking spot in a parking lot. We have designed a parking method mathematical model for "Double-Row Two-Way Combined with Floor-Level Single-Row One-Way Parking Lots." Eventually, four different parking routes were designed, and a comparison was made between them. And among the driving behavior mathematical models of these four different parking routes, find the parking route model for parking towers and conduct a comprehensive discussion.</p> <p>From topology analysis, it can be known that the majority of the parking tower structures can be viewed as 2D two-way parking within a floor level and single-row one-way parking between floor levels. Therefore, the rational assumption will be the driver will drive to the next level to park, definitely because there are no more spaces on that particular level; therefore, between the levels will be viewed as weighting parameters, which can rationalize the reason why most drivers would only park in the nearest floor level and not search for spaces in the level below (or above).</p> <p>The research is aimed at exploring the moving lines of parking and applying them in life. In the literature, most of them discussed the success or failure of parking numbers and their numbers for success[4-10]; moreover, these only discussed single-row one-way scenarios. We hope to use the integration of parking functions and expected values, as well as related parking function research, to improve parking lot routes and parking rule discussions in parking towers and to observe a variety of different conditions [11-12].</p>	
【目的/Goal】	
<p>This research will be using parking functions as fundamental concepts for "single-row one-way parking lots"(Fig. 1) and "double-row two-way parking lots." (Fig. 2) In addition, the parking method of the driving behavior mathematical model of "Double-Row Two-Way Combined with Floor-Level Single-Row One-Way Parking Lots" came about to discuss parking towers. The plan is to simulate, calculate, and compare the situations, and we hope to come up with an innovative way to look at parking problems in parking towers.</p>	

<p>The purposes of the study are listed below.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A mathematical model is used to represent the various situations in "double-row two-way" parking.</li> <li>2. Combining "double-row two-way" (note: the parking routes of each floor level) and "single-row one-way" (note: the situation in the connection between floor levels) to design parking towers and using weighting parameters to design the probability of drivers parking at each floor level</li> <li>3. Discussing the differential analysis between the models of parking towers and 2D parking lots</li> </ol>
<p>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</p> <p>The main results are listed below.</p> <p>A. "Only Driving Straight" Situation:</p> <p>In the situation of "Only Driving Straight," the number of successful parking sequence is <math>(r+1)^{n-1}((n-r)+1)^{(n-r)-1} \frac{n!}{r!(n-r)!}</math> [11], where <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces) and</p> $r = \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor.$ <p>Theorem 1: <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces), then the success ratio <math>Str_n</math> is decreasing.</p> $\text{That is, if } Str_n = \frac{(r+1)^{n-1}((n-r)+1)^{(n-r)-1} \frac{n!}{r!(n-r)!}}{n^n}, \text{ then } Str_n \geq Str_{n+1}, n \geq 1.$ <p>B. "Only Turning" Situation</p> <p>In the situation of "Only Turning," the number of successful parking sequence is <math>n!2^{n-r}</math>, where <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces).</p> <p>Theorem 2: <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces), then the success ratio <math>S_n^{turn}</math> is decreasing.</p> <p>That is, if <math>S_n^{turn} = \frac{n!2^{n-r}}{n^n}</math>, then <math>S_n^{turn} \geq S_{n+1}^{turn}, n \geq 1</math>.</p> <p>C. "2D Floor Level Route of Store" Situation:</p> <p>Let <math>F_{d(i)}</math> be the number of drivers who have not found a parking space at floor <math>i</math>, and <math>F_i</math> be the number of sequence of parking functions for floor <math>i</math> in this study.</p> <p>Proposition 1: Under the rules of "2D Floor Level Route of Store," if <math>\sum_{i=1}^{r-1} (r-i)F_i &lt; r^2 - r</math>, then it is a "definitely failure" parking sequence, where <math>r = \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor</math> and <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces).</p> <p>Proposition 2: The number of successful parking sequences in the situation of "2D Floor Level Route of Store" is <math>f(n) = \sum_{(x_1, x_2, \dots, x_r) \in A} \frac{n!}{x_1! x_2! \dots x_r!} \times 2^r</math>, where <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces) and</p> $A = \{(x_1, x_2, \dots, x_r) \mid x_1 \geq 2, x_1 + x_2 \geq 4, \dots, \sum_{i=1}^{r-1} x_i \geq 2(r-1)\}.$ <p>a. These and "Randomly Turn or Drive Straight" all correspond with Propositions 1 and 2.</p>

<p>b. Their success ratio is <math>\frac{f(n)}{n^n}</math>.</p> <p>D. "Randomly Turn or Drive Straight" Situation</p> <p>Proposition 3: For the sequence with a success ratio of 1 in the "Randomly Turn or Drive Straight" situation, there are <math>n!</math> number of sequences, where <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces).</p> <p>Proposition 4: If <math>n</math> is the number of drivers (number of parking spaces), then in the situations of "Only Driving Straight" and "Only Turning," we can have <math>\lim_{n \rightarrow \infty} Str_n = 0</math> and <math>\lim_{n \rightarrow \infty} S_n^{turn} = 0</math>.</p> <p>E. Comparison</p> <p>Proposition 5: The number of failure parking sequences of "2D Floor Level Route of Store" is equal to the number of definite failure parking sequences of "Randomly Turn or Drive Straight."</p> <p>Proposition 6: The success ratio of finding a parking space in "2D Floor Level Route of Store" is greater than or equal to the success ratio of finding a parking space in "Randomly Turn or Drive Straight."</p> <p>F. Parking Tower Floor Level Route Analysis (Extended to 3D)</p> <p>Proposition 7: In a parking tower, the number of drivers that failed to park on each floor level is <math>\sum_{i=1}^r F_{d(i)} = \frac{1}{2}n - F_r - \sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{s-i}{2} + 1\right)F_i</math>, where <math>F_i</math> is the number of successful parking on each floor level.</p> <p>Proposition 8: In a parking tower, <math>\lim_{n \rightarrow \infty} Str_n = 0</math> and <math>\lim_{n \rightarrow \infty} S_n^{turn} = 0</math> (refer to Proposition 4) does not hold.</p>
<p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>New route planning and design, such as "2D Floor Level Route of Store," etc.,(Fig. 3) can raise parking efficiency, decreasing the amount of time wasted for the drivers while also decreasing the situation of not being able to find a parking space. If this type of route is applied to common parking lots or even the larger-scale parking tower zonings, this will contribute to the improvement of parking situations.</p> <p>This study incorporates the floor expectation value and can discuss the drivers' willingness and situation to park their cars on each floor level, with the goal of designing a parking tower plan that costs the least amount of parking time.</p> <p>Parking Tower Design[13]: Assume a driver wants to park in a space on the level; if a parking space cannot be found on this level, then he leaves the parking tower. This situation is similar to the "Only Driving Straight" situation; as a further extension, the formula is as follows( Fig. 4):</p> $(a_1 + 1)^{n-1} (a_1 + 1)^{n-1} \dots (a_r + 1)^{n-1} \times \frac{\left(\sum_{i=1}^r a_i\right)!}{a_1! a_2! \dots a_r!}$ <p>The following figure is the success ratio of <math>n</math> from 1 to 6 in the various situations in a 2D parking lot(Fig.5). From the previous theorems, we discover that for <math>n \geq 5</math>, the success ratio, from the largest to the smallest in order, is</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. "2D Floor Level Route of Store"</li> <li>b. "Single-Row Parking"</li> </ol>



83. Taipei Municipal Dazhi High School , Taiwan (R.O.C.)

<div>c. “Randomly Turn or Drive Straight”</div> <div>d. “Only Driving Straight”</div> <div>e. “Only Turning”</div>
<div>【今後の展望／Future potential and its plan】</div> <div>1. In the situation of double-row parking, only “2D Floor Level Route of Store” can surpass “Single-Row Parking,” and the success parking ratio of “2D Floor Level Route of Store” is still higher than “Single-Row One-Way Parking.” This conclusion proves that with parking spaces, the successful parking ratio of double-row parking spaces is higher than the parking ratio of single-row parking spaces; therefore, planning and changing the one-way parking path into a “2D Floor Level Route of Store” will be the best design.</div> <div>2. In a narrow car path, the “Only Turning” route is preferable to the “Only Driving Straight” route (<math>n \leq 6</math>).</div> <div>3. “2D Floor Level Route of Store” is the upper limit of “Randomly Turn or Drive Straight.” Therefore, the management of parking traffic flow shall try to ensure the driver has already confirmed that both the left and right spaces have been taken before driving forward to search for a parking space.</div> <div>4. Analysis Result of Parking Towers: From topology analysis (Fig. 3), we can know that the majority of the parking tower structure can be viewed as <u>2D two-way parking within a floor level</u> and <u>single-row one-way parking between floor levels</u>. As a result, the rational assumption will be that the driver will drive to the next level to park, almost certainly because there are no more spaces on that level; thus, the levels will be viewed as weighting parameters, which can explain why most drivers will only park on the nearest floor level and will not search for spaces on the level below (or above).</div>
<div>【参考文献／References】</div> <div>[1] Hsu, Zhi-nong (2012). High School Mathematics Textbook Volume II. New Taipei City: Lungtung Cultural</div> <div>[2] Tsai, Tsong-ming (1993). Talks About Stirling Formula. MATHMEDIA, 17(2).</div> <div>[3] Lai, Jun-Ru (2005). Parking is Picking Coins. Taiwan 2005 International Science Fair Description Manual.</div> <div>[4] Armstrong, D., Eu, S.-P. (2008). Nonhomogeneous Parking Functions and Noncrossing Partitions. Electronic Journal of Combinatorics, 15(1), 1-12.</div> <div>[5] Beck, M. (2010). Parking Functions. Stanford Math Circle. Retrieved March 9, 2013, from <a href="http://math.stanford.edu/circle/2010fall.php">http://math.stanford.edu/circle/2010fall.php</a>.</div> <div>[6] Cameron, P.J., Johannsen, D., Prellberg, T. (2008). Schweitzer, P., Counting Defective Parking Functions.</div> <div>[7] Eu, S.-P., Fu, T.-S., and Lai C.-J.(2005). On the Enumeration of Parking Functions by Leading Terms. Advances in Applied Mathematics, 35, 392-406.</div> <div>[8] Eu, S.-P., Fu, T.-S., and Lai C.-J. (2010). Cycle Lemma, Parking Functions and Related Multigraphs. Graphs and Combinatorics, 26, 345-360.</div> <div>[9] Ford, P. (2012). Parking Sequences. Circles on the Road. Retrieved March 9, 2013, from <a href="http://www.mathcircles.org/files/parkingsequences_handout.pdf">http://www.mathcircles.org/files/parkingsequences_handout.pdf</a>.</div> <div>[10] Shin, H. (2008). Forests and Parking Functions. The 61st Séminaire Lotharingien de Combinatoire Curia, Portugal. Retrieved March 9, 2013, from <a href="http://www.emis.ams.org/journals/SLC/wpapers/s61vortrag/shin.pdf">http://www.emis.ams.org/journals/SLC/wpapers/s61vortrag/shin.pdf</a>.</div> <div>[11] Liu, Shan-Pang, Chian Lin, Bo-chian Huang, Yu-ren Hu, and Yi-wu Chang.(2014). Analysis on the Issue of Quickly Finding a Parking Space – Using “Double-Row One-Way” Parking as Example. The thesis published at the 31st Workshop</div>

83. Taipei Municipal Dazhi High School , Taiwan (R.O.C.)

on Combinatorial Mathematics and Computation Theory. The University of Taipei. April 25th-26th, 2014.
[12] Ni, Dao-sheng, High Throughputs of Parking Lots, the Republic of China Patent Gazette, 2014, January 1st.
[13] Yasmin Aguillon , Dylan Alvarenga , Pamela E. Harris , Surya Kotapati , J. Carlos Martínez Mori , Casandra D. Monroe , Zia Saylor , Camelle Tieu , Dwight Anderson Williams II(2022). On Parking Functions and The Tower of Hanoi. Retrieved January 1, 2022, from <a href="https://arxiv.org/abs/2206.00541">https://arxiv.org/abs/2206.00541</a> .

Appendix

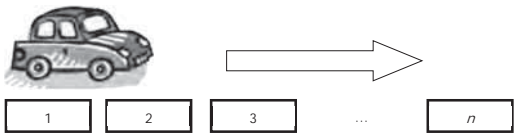


Fig 1. Single-Row One-Way Parking Rule

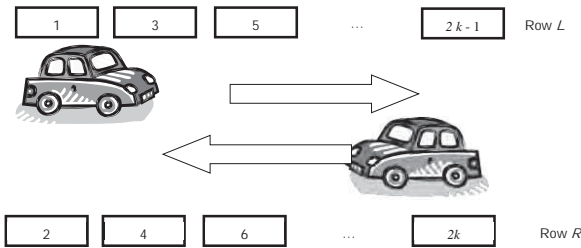


Fig 2. Double-Row Two-Way Parking Rule

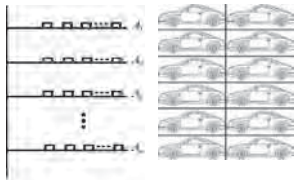


Fig 3. Parking Towers

83. Taipei Municipal Dazhi High School , Taiwan (R.O.C.)



Fig 4. Similar to “Single-Row One-Way Parking”



Fig 5. Success Ratios

84. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

<div>ご自身の研究段階は：<input type="checkbox"/>アイデア<input checked="" type="checkbox"/>予備的な成果<input type="checkbox"/>研究成果</div> <div>分野 / Areas 最も当てはまる分野ひとつに印をして下さい・Check only one appropriate area.</div> <div><input type="checkbox"/>物理 / Physics<input type="checkbox"/>化学 / Chemistry<input type="checkbox"/>生物 / Biology<input type="checkbox"/>地学 / Earth Science</div> <div><input checked="" type="checkbox"/>数学 + 情報 / Mathematics &amp; Information<input type="checkbox"/>その他 / Others specifying :</div>
<div>参加者 / Participant's Information</div> <div>【学校名 / School Name】Taipei Municipal Yongchun Senior High School</div> <div>【代表者名 / Representative's Name】LIU YI-HONG</div> <div>【メンバー / Member】</div>
<div>指導教員 / Supervising Teacher</div> <div>【お名前 / Name】CNEN BAU-LING</div>
<div>発表内容 / Abstract of the Presentation</div> <div>【タイトル / Title】The Problem of the Scale Ball</div> <div>【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 I saw a problem on the internet, there are 8 balls, 7 of them have the same weight, only one ball is heavier, please use a balance to try to find this ball in the least number of times.</div> <div>【目的 / Goal】 1. Find an inferior product (known to be heavier) in N balls at least as many times as it takes. 2. Find two inferior products (known to be heavier) in N balls, at least as many times as needed.</div> <div>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 Looking for two or more poor quality products</div> <div>【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect ( Report of progress can also be acceptable )】 Mathematical induction was used to solve the case of only one inferior product and is currently trying to solve the case of two inferior products.</div> <div>【今後の展望 / Future potential and its plan】 Find one or more inferior products (unknown lighter or heavier) in N balls, at least as many times as needed.</div> <div>【参考文献 / References】 <a href="https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/senior/040414.pdf">https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/senior/040414.pdf</a></div>



85. Taipei Municipal Yongchun senior high school

ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yongchun senior high school	
【代表者名／Representative's Name】 Rui-Chieh Chang	
【メンバー／Member】 Dun-Lin Chen, Chao-Hsuan Mei	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 Bau-Ling Chen	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 The Number of People Standing and Sitting Down	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】	
We were interested in a question that we saw in the school level math contest. We changed the rules of the original question, observed the law of change, and found the general solution. After studying an article about Josephus problem, we found that there are many similarities between the article and our research, but we have not used the solution to Josephus problem. In order to facilitate the observation of the laws, the description of the problem is presented in the form of a graph. The graphical variation is used to find the calculation method and then the arbitrary number is entered for verification, and finally the general solution is derived.	
【目的／Goal】	
Change the original question to the case of unlimited number of people and the rest of the rules are the same. Explore the general formula for the number of people standing at the t-th second.	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】	
None	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】	
$2^{m-1} \times 2^n$ =the number of people standing.	
【今後の展望／Future potential and its plan】	
1.Explore the general equation that limits the number of people standing at the t-th second when k people are present.	


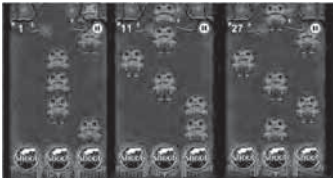

86. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

ご自身の研究段階 (Research Stage)： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 Taipei Municipal Yongchun Senior High School	
【代表者名／Representative's Name】 Chang, Chin-Yang	
【メンバー／Member】 Chang, Chin-Yang	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 Hsieh, Sheng-Hung	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 Image Recognition Play Mobile Games	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】	
There are many places in life that require a lot of manual operation. However, due to the declining birth rate in the world, more and more places cannot rely on manpower. Therefore, computer vision image recognition is indispensable. We simulated human control by playing Shot Zombie. Realize automatic control computer.	
【目的／Goal】	
1. Automatic control operation through Windows Subsystem Android. 2. Track object location and coordinates through visual recognition. 3. Discuss the changes of FPS, threshold, and accuracy under tracking objects. 4. Simulate human control of electronic products through automatic judgment of computer vision.	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】	
1. Automatically operate machinery through image recognition. 2. Use different recognition methods to judge objects.	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】	
We use the Windows Subsystem Android of Windows to install the game Shot Zombie. And capture the window of the game through the Win32gui function library, so as to analyze the window screen. As an example of a figure, consider Figure 1. Slide through the template image in the detected image to compare the matching degree of each position. By adjusting the threshold, the position of the image coordinates can be detected for automatic control. Specify an object or template through the Matchtemplate function in OpenCV. Compare the matching degree of each position color from the detection image. And adjust the threshold size by sweeping every position of the graph in this way. We use a single-color zombie detection with a threshold of 0.7. Works well, but only on monochrome zombies. Later we used black and white zombie detection with a threshold of 0.3. Can successfully detect zombies of different colors. The purple swastika is the center point of detection. As an example of a figure, consider Figure 2. But there are also unexpected situations. Because the detected zombie template is composed of large areas of black and white blocks, and the threshold is low. So prone to false detection range. As an example of a figure, consider Figure 3. There are currently many images of	

85. Taipei Municipal Yongchun senior high school

2.Explore the general equation for the number of people standing at second t in a circular arrangement of k people.
【参考文献／References】
[1]蔡旻諱(2015)。再見約瑟夫。中小學科學展覽會作品。2022 年 6 月 14 日取自： <a href="https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/030415.pdf">https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/030415.pdf</a>
[2]劉軒齊(2018)。約瑟夫問題之來去生死間。中小學科學展覽會作品。2022 年 6 月 14 日取自： <a href="https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-030421.pdf">https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-030421.pdf</a>
[3]李永樂老師(2021 年 11 月 18 號)。李永樂老師:現實中的魷魚遊戲，你能成功活到最後嗎?—約瑟夫問題  [影片]。Youtube。 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Yeh1_2Gy55s">https://www.youtube.com/watch?v=Yeh1_2Gy55s</a>

86. Taipei Municipal Yongchun Senior High School

unexpected ranges. The parameters need to be improved to reduce the possibility of misidentification. Because we are using Pyautogui to automate the control. However, it has lag, which leads to poor autoplay performance. Will be changed to use the faster Pynput or Mouse library instead. We are currently tracking objects from the Windows Subsystem Android on the computer. The tracking method must be changed to Webcam tracking.
 
Figure 1-Captured Game Window
Figure 2-Detect Zombies

Figure 1-Wrong Screen
【今後の展望／Future potential and its plan】
1. In the future, targets will be found through contour detection. Let the visual identity be used in different situations without limitation. 2. In the future, the label data will be trained through the Yolov5 algorithm. Study the fields of deep learning and computer vision. 3. It is hoped that through the automatic control of the clicker and the webcam, the game can be played automatically.
【参考文献／References】
<a href="https://ahaan.co.uk/article/top_stories/google-play-store-windows-11-install">https://ahaan.co.uk/article/top_stories/google-play-store-windows-11-install</a> <a href="https://learncodebygaming.com/blog/tutorial/opencv-object-detection-in-games">https://learncodebygaming.com/blog/tutorial/opencv-object-detection-in-games</a> <a href="https://stackoverflow.com/questions/59014894/screenshots-taken-with-pywin32-some-times-get-a-black-images-i-think-that-handl">https://stackoverflow.com/questions/59014894/screenshots-taken-with-pywin32-some-times-get-a-black-images-i-think-that-handl</a> <a href="https://docs.opencv.org/4.x/d4/dc6/tutorial_py_template_matching.html">https://docs.opencv.org/4.x/d4/dc6/tutorial_py_template_matching.html</a> <a href="https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10277668">https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10277668</a> <a href="https://reurl.cc/gQjVrN">https://reurl.cc/gQjVrN</a>



## 87. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Hsin Hua Senior High School<sup>2</sup>

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☐ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science  
☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☒ その他 / Others specifying : Engineering

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】 Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Hsin Hua Senior High School<sup>2</sup>

【代表者名 / Representative's Name】 LAI, JIA-WEI<sup>1</sup>

【メンバー / Member】 CHEN, YEN-YU<sup>1</sup> CHEN, WEI-TING<sup>1</sup> LAI, JIA-WEI<sup>1</sup> LAI, TING-WEI<sup>2</sup>

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】 KO, SHIH-WEI

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 The screws and holders based on IoT engineering disaster warning system

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

We've seen many serious engineering catastrophes on the news, these engineering catastrophes often cause casualties of members. Ex:loosen screw(as shown in Fig 1.), scaffold collapse(as shown in Fig 1.), cable fracture...etc. Thus, we want to design a buckle with an early warning device. The data will be returned by IoT, compiling every nodes, which problems occur easily, and then we can analyze and predict the possibility of danger. To lower engineering disaster's possibility.




Fig 1. Loosening events of railroad track bolt




Fig 2. The Nanfang'ao Bridge fracture accident

【目的 / Goal】

1. Apply IoT to fasteners.
2. Use the web to display data and warning text. Line Notify would send warning messages to improve the safety of various buckle auxiliary projects at the same time.
3. Establish a buckle related early warning system.

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

1. Stretch and extrusion Fasteners' pressure sensor convert value by conversion value wafer.
2. After converting, the value will be sent to the Wi-Fi wafer.
3. Wi-Fi wafer would upload the value to online database and the web.
4. If there is something abnormal with the value, Line Notify would send a warning message.
5. Screws buckle will send Line Notify warning messages by Wi-Fi wafer when the screws are loosen. (as shown in Fig 3)

## 87. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School<sup>1</sup> & National Hsin Hua Senior High School<sup>2</sup>

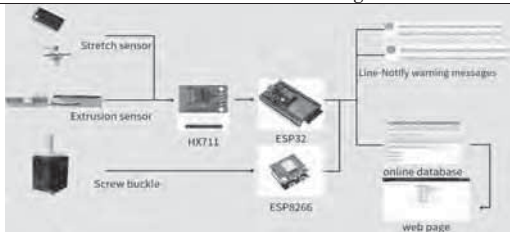


Fig 3: Operation process

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. Combine Wi-Fi wafer with pressure sensor and conversion value wafer to fabricate IoT buckle.
2. The sensor will detect the value and judge if the value is over the range by Arduino code. If the value is unusual, it will send an alarm message to relevant units and upload the data to online database and web at the same time.
3. Upload data to the database then the database would store the data and upload to the web for engineers to monitor and also be analyzed by the relevant scholars.(as shown in Fig 4)

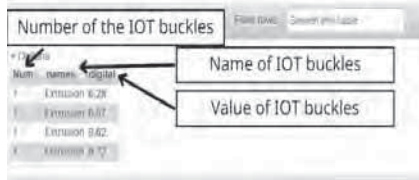


Fig 4: The database of IoT Fasteners

【今後の展望 / Future potential and its plan】

1. We hope that the IoT Fasteners can help the engineering monitor, and also can use the solar energy to be the operating energy.
2. IoT Fasteners can be combined with blockchain technology to improve information security in the future.

【参考文献 / References】

- [1] Update data on a page without refreshing. Retrieved from <https://stackoverflow.com/questions/22577457/update-data-on-a-page-without-refreshing>
- [2] Arduino with Load Cell and HX711 Amplifier. Retrieved from <https://randomnerdtutorials.com/arduino-load-cell-hx711/>
- [3] So Easy MicroPython - LINE Notify. Retrieved from <https://www.instructables.com/So-Easy-MicroPython-LINE-Notify/>

## 88. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☐ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science  
☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☒ その他 / Others specifying :

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】 Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School

【代表者名 / Representative's Name】 WANG, PO-CHUN

【メンバー / Member】 CHANG, JEN-CHE, TAN TAI, LING-CHENG

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】 CHEN, YUNG-HUA

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 Pet training machine that combines thermal imaging and behavior recognition

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

This research is based on a pet training machine that combines thermal images and behavior recognition. First, thermal images are used to confirm the temperature of specific items, and YOLO is added to track and identify the targeted items. After the combination of the two, they are analyzed whether the pet has performed a specific action.

We have designed this project because keeping pets has become a trend and owners will encounter the problem of training pets. Training pets to go to the toilet is one of the most important. Pets can be compared to people and they all need to learn to hold back urine until they reach toilets. Yet, pets without training are not able to control themselves. Therefore, a lot of cleaning will be done by the owners after they arrive home. The best age to train pets is around 6 to 8 weeks old. However, some owners do not have time to train pets. Due to the fact that keeping pets takes a lot of time and effort, we have designed this machine to train the pets to use the toilet without the owner's help.

Difficulties in training pets by manpower:

1. Inadequate time of taking pets outdoors.
2. Lack of time and effort in training pets.
3. Space limitation for pets.
4. Recommending a specific age for training pets.
5. Positive feedback for pets when correct performances are done.
6. Reducing owner's patience and anger when pets are not in control.

Fig.1 System architecture diagram

【目的 / Goal】

1. Life Behaviors of pets and Discussion
2. Thermal images analysis
3. How to use differential differentiation to identify pets and excrement
4. Track pets with YOLO
5. Automatic voiced reward mechanisms

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

1. In the thermal image screen, the pet and the excrement will have the same temperature, and the pet's temperature is stable. When the excrement is detected, the color changes from red to blue based on its temperature. Therefore, the difference can be distinguished by differential methods.
2. Due to the fact that insufficient training files are on the Internet and that files do not meet our needs, we then used our own designed training file to identify the specific object.
3. Behavior patterns and discipline principles of pets in the household are discussed

## 88. Taipei Municipal Nei-Hu Vocational High School

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

1. Life Behaviors of pets and Discussion
2. Capturing and analyzing Thermal image
3. Identifying pets and excrement through thermal images
- 3-1 YOLO principle
- 3-2 Using CNN to construct identification module of pets and excreta
4. Voiced feedback rewarding design

【今後の展望 / Future potential and its plan】

In the future, we will use YOLO to identify and track pets, and combine voice feedback and feeding snacks to give positive feedback to pets, so that pets know what they are doing is right.

【参考文献 / References】

1. Yolo object tracking and training
- (1) How to Train YOLOv4 on a Custom Dataset in Darknet
- (2) GitHub - niconielsen32/ComputerVision
- (3) YOLOv7 Paper Review in 13 Minutes
- (4) <https://pjreddie.com/darknet/yolo>
2. Opencv thermal image analysis
- (1) How to Detect Colors in OpenCV [Python]
- (2) Object Counting by Color | OpenCV
3. Read thermal images
- (1) High Resolution Thermal Camera with Raspberry Pi and MLX90640
- (2) MLX90640 IR Thermal Camera Working With Raspberry Pi 4

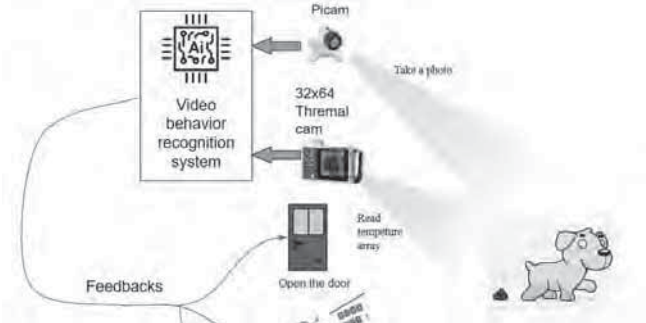


Fig.1 System architecture diagram



## 89. Tokyo Metropolitan Koishikawa Secondary School

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result			
分野/Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.			
<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry	<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information		<input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>			
【学校名/School Name】			
Tokyo Metropolitan Koishikawa Secondary School			
【代表者名/Representative's Name】			
Ota Ando			
【メンバー/Member】			
Ota Ando			
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>			
【お名前/Name】			
Noriko Tokuda, Akira Nakamuta			
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>			
【タイトル/Title】			
Analysis of the relationship between skin, hair color and personal color using MATLAB			
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】			
Between personal color and skin color hair color, they have a deep relationship.			
I want to research it.			
【目的/Goal】			
Clear the relationship.			
And use them for discriminating my personal color.			
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】			
No one researched personal color by MATLAB as far as I've researched.			
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】			
I only researched 100 pictures. So the consideration is inaccurate.			
【今後の展望/Future potential and its plan】			
Research more pictures.			
More precise.			

## 89. Tokyo Metropolotan Koishikawa Secoudary School

【参考文献/References】

---

**1. Precise1**  
"Personal Color" is a group of colors that are said to be suit a person.  
Broadly divided into blue base and yellow base.  
Furthermore, the blue base is divided into summer and winter, and the yellow base is divided into spring and autumn.  
There are a lot of ways to know own personal color.

**1. precise2**  
All pictures are consisted of R-scales and G-scales and B-scales.  
We can extract R,G,B from any picture.

**2. Research motivation**  
My research motivation is to research the relationship between the skin color, hair color and personal color.

**3. Research method**  
1. prepare face photos and divide them into 4 groups.  
2. extract RGB for each figure by using MATLAB. (a)  
and get the pixel value of them.  
3. examine the RGB values compared to the mean for the 4 groups.  
and plot them. (b)  
But it is not easy to read the figure, so rotate them. (c)

**4. Research result**  
The greater the difference from the average, the brighter the color.  
I'll show you figures in pairs. Left is above-average, right is below-average.  
For example, look at figure. (d)  
In red circle 1, the pixel value of red is much greater than the average.  
In red circle 2, the pixel value of red is much lower than the average.

Figure(e) shows red value.  
The hair color of spring people is more red than the average.  
The hair color of summer people is less red than the average.

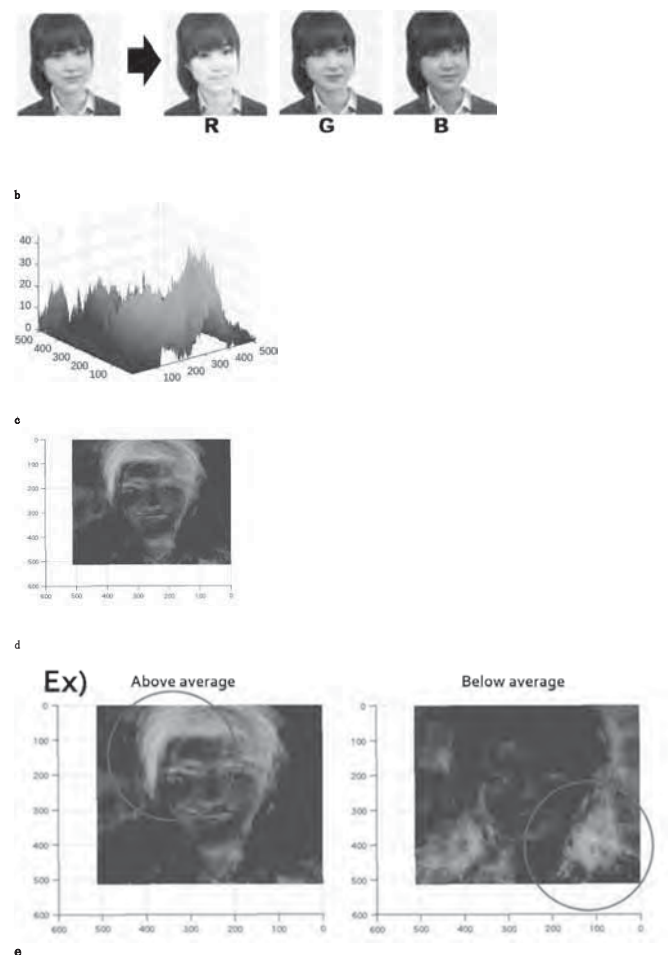
Figure(f) shows green value.  
The hair color and skin color of spring people is more green than the average.  
The hair color of summer people is less green than the average.  
The skin color of autumn people is less green than the average.

Figure(g) shows blue value.  
The skin color of spring people is less green than the average.  
The hair color of summer people and skin color is less blue than the average.  
The hair color and skin color of autumn people are less blue than the average.

**5. Consideration**  
Figure (h)

**6. Utilization of research**  
As this research progresses, it will possible to more accurately determine personal color.  
And, people can choose makeup and clothes with more confidence.  
In future, this technology would suggest to us makeup and clothes shortly, and it would be easy to understand our health by our face color.

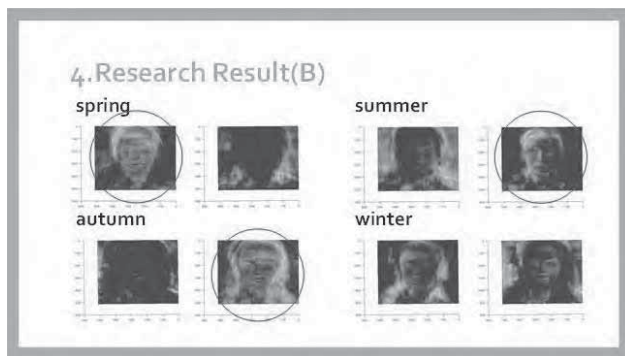
## 89. Tokyo Metropolotan Koishikawa Secoundary School



## 89. Tokyo Metropolotan Koishikawa Secoundary School







h

	Hair color	Skin color
Spring	All dark	G, B dark
Summer	Light	No features
Autumn	B light	G, B light
winter	No features	No features

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☒ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 Junior High School Attached to Yokohama Science Frontier High School

【代表者名/Representative's Name】 Piano Yamamoto

【メンバー/Member】 Piano Yamamoto, Yuta Ito, Tatsuki Kuwano, Sora Nishimura

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 Shigeki Yabe

## 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 New Reinforcement Learning Method with Sparse Modeling

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

On April 10, 2019, the Event Horizon Telescope, an international project, captured the world's first image of a black hole, attracting a great deal of attention <sup>[1]</sup> (Fig. 1). The technique used to achieve this was called sparse modeling. This is a method of converting observation data taken from radio telescopes into images. The code used in the project has been published as the SMILI library <sup>[2]</sup>, and anyone can use it in Python. Since sparse modeling is such an effective technique, we wanted to apply it to reinforcement learning.

Sparsity refers to a property when only a small amount of information in a given data set is intrinsically important, while most of the data equals zero. The method of assuming sparsity and learning only based on the remaining elements is called sparse modeling. This study uses one approach to sparse modeling, LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) regression <sup>[3]</sup>. This is a method that allows for automatic variable selection because the coefficients of some terms in the model are zero.

Reinforcement learning was performed using OpenAI Gym, a platform by OpenAI <sup>[4]</sup>. Two games, Cart Pole (Fig. 2) and Mountain Car (Fig. 3), were chosen for reinforcement learning by approximating the action value function with sparse modeling.

Cart Pole is a game in which players must balance a stick on a cart moving from side to side, so that the stick does not fall. The longer a player can keep the pole from falling, the more rewards they receive.

Mountain Car is a game in which a car climbs a hill between two mountains, gaining momentum back and forth. The faster the player can reach the goal on the right mountain, the more rewards they receive.

This study used sparse modeling to approximate the action value function and reinforcement learning in these two games. The difference between them is whether the reward increases (as in Cart Pole) or decreases (as in Mountain Car). The experiment's results showed that the suitable calculation methods for each game were as follows:

(1) Games with increasing rewards (e.g., Cart Pole):

$$Q(s, a) \approx R + \gamma \cdot Q(s', a')$$

Where  $R$  is the reward received in state  $s$ ,  $\gamma$  is the discount rate, and  $Q(s, a)$  is the value of action  $a'$  in state  $s'$  that transitions when action  $a$  is performed in state  $s$ .

This formula does not reflect the prediction of action value by the model created by sparse modeling. The

<p>calculation is performed from the most recent state using once-played data.</p> <p>(2) Games with decreasing rewards (e.g., Mountain Car):</p> $Q(s, a) \approx R + \gamma \cdot Q(s', a') + \gamma' \cdot Q_{pre}(s, a)$ <p>Where <math>R</math>, <math>\gamma</math>, and <math>Q(s, a)</math> are the same as in (1), <math>\gamma'</math> is a discount rate different from <math>\gamma</math>, and <math>Q_{pre}(s, a)</math> is the behavioral value predicted by the model created by sparse modeling)</p> <p>This formula is (1) plus model-based forecasts.</p> <p>An example of the study results can be expressed in the form of an equation, as shown in Figure 4. The overall result was a successful learning experience for both games (Figs. 5 and 6).</p>
<p>【目的/Goal】</p> <p>In recent years, there has been a growing demand for learning using drones, robots, and other low-power devices that can operate independently. With this in mind, we wanted to apply reinforcement learning with low power consumption and cost; this should be possible using sparse modeling. We wondered if it would be possible to use reinforcement learning with sparse modeling.</p>
<p>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</p> <p>Although deep learning is often used for reinforcement learning, it takes an enormous amount of time, because deep and complex calculations must be repeated. In addition, it is not possible to learn without a huge amount of data. However, sparse modeling can be used to learn from a small amount of data. It can also be trained on low-power CPUs, due to its low computational cost. Currently, sparse modeling is being used practically in certain fields, such as medicine and space, but not much research has been done to apply it to reinforcement learning. Reinforcement learning with sparse modeling would likely be a revolutionary technology, given its low cost and power consumption.</p>
<p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>Simple learning, such as cart polls, can be performed 100 times as fast as deep learning. Since simple reinforcement learning can be learned with only a slight rewriting of a computer's program, there is a high possibility that these results can be put to practical use immediately; however, complex learning is not yet possible — this is a future challenge.</p>
<p>【今後の展望/Future potential and its plan】</p> <p>Due to the small variety of games used in the study, the relationship between rewards and the calculation method is likely incorrect. For this reason, we want to clarify the relationship using more games. We will also clarify how to learn using more complex games.</p>
<p>【参考文献/References】</p> <p>[1] Event Horizon Telescope International Team (2019), <a href="https://eventhorizontelescope.org/">https://eventhorizontelescope.org/</a>, 2023/01/20.</p> <p>[2] Kazunori Akiyama, et al. Imaging the Schwarzschild-radius-scale Structure of M87 with the Event Horizon Telescope Using Sparse Modeling, The Astrophysical Journal, Vol. 838, Issue 1, article id. 1, 13 pp. (2017).</p> <p>[3] Robert Tibshirani, Regression Shrinkage and Selection via the Lasso, Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological) , 1996, Vol. 58, No. 1 (1996), pp. 267-288</p> <p>[4] Greg Brockman and Vicki Cheung and Ludwig Pettersson and Jonas Schneider and John Schulman and Jie Tang and Wojciech Zaremba, OpenAI Gym, arXiv:1606.01540 (2016).</p>



Figure 1: World's first image of a black hole



Figure 2: Cart Pole



Figure 3: Mountain Car



$$Q(s, 0) = 39.84 - 4.01x + 2.47x + 6.84\theta - 5.27\theta - 5.59x^2 + 1.77x\theta + 5.78x\theta - 3.88x^2 - 12.04x\theta - 18.27\theta\theta - 20.52\theta^2$$

$$Q(s, 1) = 41.04 - 1.69x + 1.63x + 6.22\theta - 5.54x^2 + 2.13x\theta - 4.59x^2 - 5.99x\theta - 20.40\theta^2$$

Figure 4: An example of an action value function learned in Cart Pole

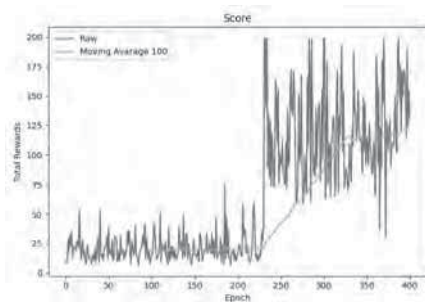


Figure 5: Learning progression in Cart Pole (sparse modeling)

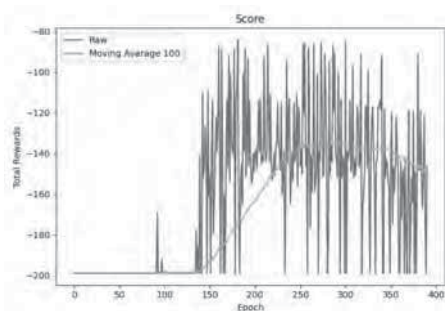


Figure 6: Learning progression in Mountain Car (sparse modeling)



1. 秋田県立秋田高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】秋田県立秋田高等学校	
【代表者名／Representative's Name】齊藤 延華	
【メンバー／Member】佐々木 陸 岩田 悠生	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】遠藤 金吾	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】プラスチック分解能の高い酵母菌の探索	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 生分解性プラスチックは近年実用化が進んでいる素材だ。実用化の例としては、農業で畑のうねを覆うフィルムの原料として使い、生分解性のため使用後に撤去する手間が省ける、というものがある。しかし、生分解性プラスチックは実際には、分解に時間がかかり <sup>1)</sup> 、周囲の環境(フィルムの例では「土壌微生物の種類と量」など)にも左右される <sup>2)</sup> というデメリットがある。そのため、より速く、安定して分解する必要がある。先行研究では、植物の葉のクチクラ層の成分がプラスチックと似ていることに着目し、イネの葉から生分解性プラスチックを素早く分解する <i>Pseudozyma antarctica</i> という酵母菌を分離しており、この酵母菌は、それ以前の研究で見つかった生分解性プラスチックを分解する微生物より多くの種類の生分解性プラスチックを素早く分解した <sup>3)</sup> 。また、オオムギの葉からも多くの種類の生分解性プラスチックを分解する酵母菌が見つかった <sup>4)</sup> 。我々はこれらの点に着目し、自然界の植物の葉の表面から他にも生分解性プラスチック分解能の高い酵母菌を発見できるのではないかと考えた。	
【目的／Goal】 生分解性プラスチックを分解する酵母菌を効率よく選別する方法を検討すること。また、自然界の植物の葉の表面から生分解性プラスチックを分解する酵母菌、特に、イネの葉面から発見された酵母菌と同等、またはそれ以上の分解速度をもつ酵母菌を発見することを目的とした。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 本研究の新規性は、生分解性プラスチックを分解する菌を自然界の植物の葉の表面から分離しようとしたことにある。創造性は、生分解性プラスチックを乳化したものを培地に加えたり培地の栄養素を調整したりして生分解性プラスチックを分解する酵母菌を効率よく分離する方法を考えたことにある。以下の3段階の実験を経て、よりよい実験方法を検討した。1つ目の実験では、自然界から植物の葉を採取して酵母菌の培養に適したYPD培地(成分: 1% Yeast extract, 2% Bacto tryptone, 2% Glucose, 2% Agar)で培養して酵母菌をどれくらい分離できるかを調べた。その結果、約10種類の植物を採取しても酵母菌を分離できず、目的以外の微生物が多く増殖した。そこで、目的以外の微生物が増殖するのを防ぐために、2つ目の実験では、細菌が増殖しないようにアンピシリンを最終濃度が50 µg/mLになるように加えた。さらに、生分解性プラスチックを乳化したものをかけ、グルコースを除いた最少培地(成分: 0.67% Yeast Nitrogen base w/o amino acid, 2% Agar)を用いることで、生分解性プラスチックを分解して栄養源にできる微生物のみが増殖しやすいようにした。しかし、この方法では微生物の増殖が確認できなかったため、3つ目の実験では、生分解性プラスチックを乳化したものを濃度が1%になるように培地に混ぜ込んだ。いずれの実験でも培養温度は30℃、培養期間は1週間とした。また、先行研究の実験では、微生物によるポリ乳酸の分解に約2週間かかったのに対し、他の2種の生分解性プラスチックは約1週間で分解された <sup>4)</sup> 。そして、前述したイネ、オオムギから見つかった酵母菌はどちらもポリ乳酸を分解する <sup>4)</sup> 。これらのことから、本研究では、培地に加える生分解性プラスチックをポリ乳酸にすることで、強力な分解能を持つ酵母菌を選別しやすくなるのではないかと考えた。なお、2022年度の日本動物学会東北支部大会では1つ目の実験まで、第96回日本細菌学会総会では3つ目の実験の構想段階までを発表した。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 1つ目の実験では、菌の培地への塗布方法は培養液を培地全体に広げるように塗る方法より、画線法を用いたほうが単一のコロニーを分離しやすいことを確認した(図1)。残り2つの実験では、生分解性プラスチックを乳化したものを加えて安定した培地を作製する方法を検討した。安定した培地の作製には成功し	

1. 秋田県立秋田高等学校

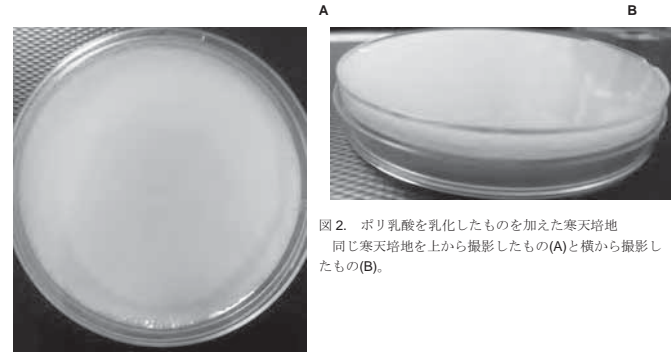


図2. ポリ乳酸を乳化したものを加えた寒天培地  
同じ寒天培地を上から撮影したもの(A)と横から撮影したもの(B)。

1. 秋田県立秋田高等学校

た(図2)が、まだ十数種の植物由来の微生物しか培養できておらず、生分解性プラスチックを分解する酵母菌は確認できなかった。生分解性プラスチックを効率よく分解する酵母菌を新たに発見できれば、生分解性プラスチックの研究に応用でき、技術の実用化と生分解性プラスチックの普及につながると思われる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 作製に成功したポリ乳酸を乳化したもののが沈殿しない寒天培地を用いて、より多くの植物の葉を採取して、生分解性プラスチック分解能のある酵母菌を単離し種を同定する。そして、5cm×5cm <sup>5)</sup> のフィルム状の生分解性プラスチックを用いて、その分解能を評価する。また、強力な分解能を持つ菌が見つかった場合は、様々な種類の生分解性プラスチックのフィルムを用いて、それらの分解能を評価する。	
【参考文献／References】 1) 西尾道徳 (2008).超強力な生分解性プラスチック分解菌.西尾道徳の環境保全型農業レポート.p1-2 2) 北本宏子 (2020).野菜の生産に生分解性プラスチック製農業資材を使い、労力とゴミを減らす 農業用プラスチックへの挑戦.化学と生物 58, (8), p486-91 3) 北本宏子 (2008).農業研が生分解性プラスチックを強力に分解する微生物をイネの葉の表面から発見—プラスチックごみの減量と省力化に期待—.農業環境技術研究所プレスリリース 4) Suzuki Ken, Masako Tsujimoto Noguchi, Yukiko Shinozaki, Motosi Koitabashi, Yuka Sameshima-Yamashita, Shigenobu Yoshida, Takeshi Fujii, Hiroko K Kitamoto (2014). Purification, characterization, and cloning of the gene for a biodegradable plastic-degrading enzyme from <i>Paraphoma</i> -related fungal strain B47-9. <i>Appl Microbiol Biotechnol</i> . ;98(10):4457-65 5) 二宮紀奈多, 門屋知里, 森実空, 中川和倫 (2021).バクテリアによるバイオプラスチックの合成と分解. 化学と生物 59,(10), p527-30	

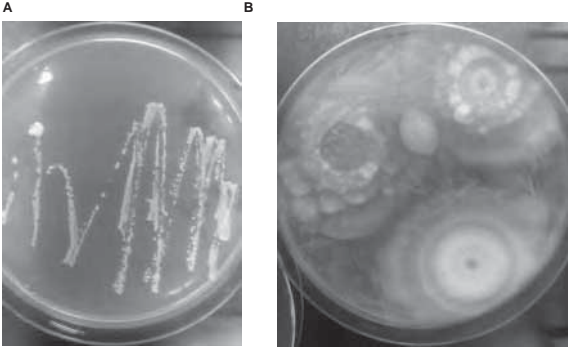


図1. 画線法を用いて培養した寒天培地(A)と培養液を広げる方法で培養した寒天培地(B)  
Bは複数のコロニーが重なっていたのに対し、Aは孤立したコロニーが確認できた。

2. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】山村学園 山村国際高等学校 生物部	
【代表者名／Representative's Name】川口 秀翔 竹内 愛惺	
【メンバー／Member】竹内 愛惺	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】天野 豊	
発表内容／Abstract of the Presentation	

【タイトル／Title】ペーパーディスク法によるマスキング剤の口腔細菌におよぼす抗菌効果	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 生物部の研究テーマはマウス腸内フローラから食品の機能性と微生物(真正細菌)による抗菌効果である。1年生部員は、まだマウスによる研究に参加できないので、コロナ禍の中、毎日のマスク生活を強いられていることからマスキング剤による抗菌の研究を考えた <sup>1-6)</sup> 。	
【目的／Goal】 マスキング剤には、マスクの「ムレ感」や「抗菌」「除菌」「消臭」の効果があるとあり、各スプレーの薬効成分などが異なるので抗菌効果に優劣があると考えた(仮説)。そこで、通販サイトより購入した16種類のマスキング剤を「ハーブ系」「抗菌剤系」「エタノール系」「金属イオン系」にそれぞれ分類し、マスクに付着した口腔細菌におよぼす抗菌効果をペーパーディスク拡散法により検証することを目的とした(図1)。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 抗菌効果の測定は、改良したペーパーディスク拡散法にしたがった。使用したペーパーディスクは8φを使用した。 マーカーである口腔細菌は、部員が一日着用したマスクから滅菌水で洗い出して使用した。この口腔細菌を培養後、希釈法により最終濃度を10 <sup>7</sup> CFU/mLとし、次にマイクロピペットを用いて150μLを標準寒天培地(以下、培地とする)に流し込み、これをスプレッターで塗り広げて使用した(平板表面塗抹法)。 試験検体である16種類のマスキング剤は4系統に分け、それらをペーパーディスクに浸み込ませた後、培地に配置した。したがって、実験区は5区の設定となった。また対照区は、生理食塩水のみを浸み込ませたペーパーディスクを使用して1区を設けた。なお、これらの操作は全てクリーンベンチで行い、培養はインキュベーターを使用し好気条件下で実施した(37℃・18時間)。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 対照区は滅菌水なので抗菌効果はない。「ハーブ系」のA・B・Cは、ハーブの抗菌成分である Terpinen-4-ol[官能基は三級アルコール(ティートリー)]や1,8-Cineol [官能基はエーテル(ローズマリー)]、また Citral [官能基はアルデヒド(レモングラス)]などを持つので強い抗菌効果が現れたと考えた。また、同じく「ハーブ系」のD・E・Fであるが、これは強い抗菌効果もつハーブではなく、清涼感のある Menthhol[官能基は二級アルコール(ペパーミント)]などが添加され、抗菌よりもマスクのムレ感解消に向けた商品と考えた。次の「エタノール系」のG・H・I・Jであるが、今回の検証では抗菌効果がほとんど現れなかった。これは基剤にエタ	

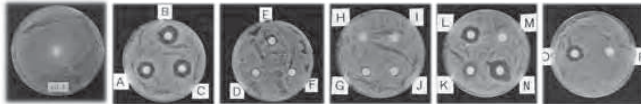


2. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

ノール(濃度計測定 64%～)が使用されると、薬効成分が揮発してしまうのか、ペーパーディスク拡散法ではなく気体法など別の方法での検証が必要と考えた。また薬効成分としては、Gはメントール、Hはエトキシシラン系化合物、Iは陽イオン界面活性剤、またJはメントールが使用されており、Hを除き抗菌効果よりマスクのムレ感解消に向けた商品と考えた。また、「抗菌剤系」のK・L・M・Nであるが、Kは薬効成分による抗菌効果ではなく、陽電荷ポリマーや粘着物質で菌やウイルスをマスクにキャッチとあり、今回のペーパーディスク拡散法では抗菌効果を確認することはできなかった。一方、Lは柿渋のタンニンの薬効により効果が現れたと考えた。またMは、薬効成分はハーブ由来とはあるが、シルク成分やヒアルロン酸が配合されており、マスクによる肌の摩擦保護とあるので、これも抗菌効果は現れなかった。最後のNは、リシノレイン酸グリセリル(抗菌)とベンザルコニウムクロリド(殺菌)の二つの薬効成分が含まれているので、最も強い抗菌効果が現れたと考えた。一方、「金属イオン系」であるが、Oの銀イオンには抗菌効果が現れたが、Pの銅イオンでは、全く抗菌効果が現れなかった。本来、銅は2価の陽イオンであり、殺菌・抗菌の報告も多数あるが、このマクスプレーに含まれる銅イオンの濃度に関係があるのかも知れない。再検証と考えた(図2)。
【今後の展望/Future potential and its plan】 今回の検証では、ハーブ系(A・B・C)と抗菌剤系(L・N)および金属イオン系(O)のマクスプレーに強い抗菌効果が現れたが、部員によるマクスプレーの官能試験ではハーブ系の爽やかな香りに魅せられた。抗菌剤の様な化学物質に頼ることなく、自然のハーブから抽出されたアロマオイルの成分で手作りの「マクスプレー」にも挑戦してみたい。
【参考文献/References】 1)「ペーパーディスク法を使用した天然防腐剤の抗菌効果の測定」 第4回坊っちゃん科学賞(東京理科大学) 山村国際高等学校 生物部 (2012) 2)「ペーパーディスク法を使用した香辛料の抗菌効果の測定」 第12回 全国高校生理科・科学研究論文大賞(神奈川大学)山村国際高等学校 生物部 (2014) 3)『香辛料の食中毒原因菌におよぼす抗菌効果』第6回高校生バイオサミット ポスター発表 山村国際高等学校 生物部 (2016) 4)『小型ペットボトル透明飲料に混入した口腔細菌の除菌法』第8回高校生バイオサミット ポスター発表 山村国際高等学校 生物部 (2018) 5)『ペーパーディスク法によるヨーグルトの抗菌効果の測定』第9回高校生バイオサミット ポスター発表 山村国際高等学校 生物部 (2019)



(図1) 市販されているマクスプレー (16種類)



(図2) ペーパーディスク法によるマクスプレーの口腔細菌におよぼす抗菌効果

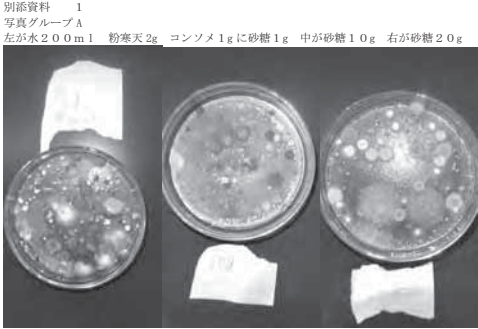
3. 学校法人青森山田学園青森山田中学校

この結果を得たのちに、私たちは、砂糖に抗菌効果があり、自然災害に会い、怪我をしたときに薬の代用になることを見て、この防災食の琥珀糖を被災して消毒薬が無い時に傷に貼り付けることで化膿などを防ぐことができるという利点もあるのではないかと考えました。参考文献では、実際に砂糖を使うと、抗菌作用で薬の代わりになるとあります。今後、怪我をしたときの薬としてもこの琥珀糖や、砂糖が利用できるのであれば、自然災害への防災の意識を高めるために普段から防災食を作り、薬が手に入らない時のために薬に代わるものとして生活に使うものを利用する知恵を科学から学ぶことができると考えます。
【目的/Goal】 砂糖の防カビ効果が、どのくらいの含有量で効果を発揮するのかを調べる。また、砂糖が傷に対してどのくらいの抗菌効果や修復効果があるのかを調べ、砂糖含有量に見合った手作り防災食が、救急用の備薬として効果があるのか調べ、レシピを公表し、広める。(参考文献「嗜好品の殺菌作用について」(1955年4月18日) 金沢大学医学部 林喜久男)
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 これまでは水砂糖が防災食として有効であること。砂糖は防腐効果が高いので、塩と並んで消費期限などを記さなくても良いこと。砂糖が抗菌剤として利用価値があること。砂糖には細胞に働きかけ活性化させること。砂糖をたくさん使った食品は、腐食しにくいことなどが示されてきましたが、砂糖の抗菌効果に注目して防災食を提案したり、その防災食の砂糖を使って、簡単な治療薬にするという発想はなかったと思います。そこを繋げようとする発想が、これまでにないものと考えました。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 私たちは、今年の研究で、砂糖の防カビ効果については、一程度結論を出すことができました。(1) また、砂糖を利用した可食で、家庭で防災食として作りたくなるものとして、表面に砂糖が付着する琥珀糖を考へつくところまでは出来ました。しかし、抗菌効果については実験設備や、人体に対する影響については、コンプライアンス上の問題があり実現できませんでした。しかし、今後、進学してこのことの研究を進めたいかは、実現は可能だと思います。
【今後の展望/Future potential and its plan】 今後は、いろいろな助言をいただいたり、自分たちでも研究を進めて、準備された防災グッズや防災食だけでなく、自分たちが意識して普段から自然災害に備えるために科学を使えるようにすることができるようさらに研究を進めていきたいと考えています。
【参考文献/References】 嗜好品の殺菌作用について (1955年4月18日) 金沢大学医学部 林 喜久男 モーゼン・ムランドウ (journal of wound care awards 2018)

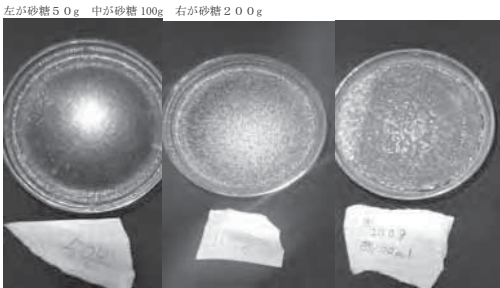
3. 学校法人青森山田学園青森山田中学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑を付けて下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
参加者/Participant's Information 【学校名/School Name】学校法人青森山田学園青森山田中学校 【代表者名/Representative's Name】高橋芽愛 【メンバー/Member】増井優心
指導教員/Supervising Teacher 【お名前/Name】片石一成
発表内容/Abstract of the Presentation 【タイトル/Title】砂糖の防カビ、抗菌効果で家庭でできる防災食のレシピを作る 【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 私たちが小さいころ東日本大震災があり、その後も自然災害が身近な場所で起きています。しかし、いざ被災して食べ物や備薬などがすぐに手に入らない時に私たちは備えをあまりしていません。そこで、砂糖の防カビ効果や抗菌効果を調べて、砂糖を使っていつでも使えて美味しく、できれば可愛い防災食をつくれたら災害への心構えも出来るし、いざという時に役立つのではないかと考えアイデアを出しました。 実際に自分たちが研究したことの詳細を下に記します。 ①消費1gと砂糖の量を変えて加えた寒天培地を準備し、砂糖の量を増やして濃度を高め、どのくらいの濃度の砂糖が含まれると防カビ効果があるのか調べる。この場合、30日目まで常温放置して調べました。常温にしたのは、防災食として保存するのが常温と考えたためです。 結果として、じゃよう水200mlに粉寒天2g消費1gの培地の場合、砂糖が30gの13%までは2日目にカビが発生し、全体の80%程度までカビのコロニーが出来ることが分かりました。また、50gを超えるカビがほとんど発生せず、60gの23%以上では10日目以降、表面に砂糖の結晶も見られ、カビは一切発生しませんでした。(別添資料 写真Aグループ) ②次に50gから1g単位で砂糖の量を増やして、それぞれ3つずつ検体を作って比較し、何gでカビが発生しなくなるのかを調べて、防カビ効果が完全になる濃度について調べました。結果として、52gの20・6%までは15日目にカビの発生が見られましたが、3つの検体とも53gの21%を超えるカビは30日経過しても発生せず、この濃度が最低限必要な砂糖の量ではないかという結果になりました。(別添資料 写真Bグループ) ③次に砂糖をたくさん使っている市販の食品についての防カビ効果について調べました。比較したのはイチゴジャム(砂糖分25%)イチゴジャム(砂糖分40%)メープルシロップ、黒蜜、小豆餡、羊羹で30日間常温放置し、砂糖分を多く含む食品の結果を防災食の参考にすることにしました。(別添資料写真Cグループ) 結果として、砂糖の含有量が多い、メープルシロップ、砂糖分が多いイチゴジャム、羊羹は、カビは生えない。小豆餡はカビは生えないが、乾燥して食べられなくなる。砂糖濃度の低いイチゴジャムはカビが発生する。黒蜜は酸っぱいにおいがして食べる気にならない。このことから、砂糖濃度が高く、粘性の強いメープルシロップと果物のジャムは水分が抜けにくく、その水分もカビが使える自由水が少ないこと、また特にジャムはペクチンが効果を生み出すと考えられました。また、羊羹は寒天が水を閉じ込めてしまい、砂糖分の濃度が高いため、自由水が少ないものと考えました。 ④最後に家庭で作る砂糖を使った防災食として効果があると考えた寒天を使い、簡単に作れるものとして水羊羹、羊羹、琥珀糖の3種を考え砂糖の量をすべて②の実験で明らかにした濃度の水200mlに水羊羹だけは粉寒天2g他の2つは4gとして、砂糖の量を60gの濃度23%で比較しました。(別添資料写真Dグループ) 結果として水羊羹は、12日目にカビが発生しましたが、羊羹と琥珀糖は30日後もカビが発生しませんでした。ただし、羊羹は表面が砂糖の塊上になってしまい、お菓子のきんつばの表面がちがちの状態になりました。琥珀糖も同じようになるのですがこちらは食用色素で色を可変くつけただけなので、表面が砂糖の結晶で覆われても、保存食としての見た目は悪くありません。見た目に限っては、クラスの人にアンケートして調べました。以上の結果から琥珀糖のレシピを作ることで効果がありそうな所までは、結果を出すことができました。

3. 学校法人青森山田学園青森山田中学校



上のいずれも、アオカビ、アカカビ、黒カビなどかなり多くの種類のカビのコロニーが、2日目には発生し、増殖する。

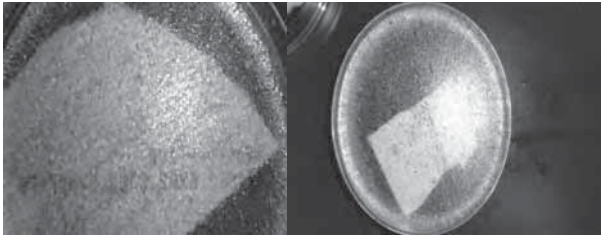


砂糖50gでは、カビのコロニーが数ヶ所発生しますが、60gでは、コロニーが発生しません。写真のように100g、200gと砂糖の量が増えると、表面に砂糖の結晶で覆われてきます。砂糖によって、自由水が無くなったものと思われます



3. 学校法人青森山田学園青森山田中学校

別添資料 2  
写真B グループ  
右が砂糖 5.2g、左が砂糖 5.3g



5.2g では2〜4箇所カビのコロニーが見られるが、5.3g を超えるとカビのコロニーは発生しません

写真C グループ  
左がイチゴジャム、中がメープルシロップ、右が小豆餡。いずれも蓋をせず常温放置。



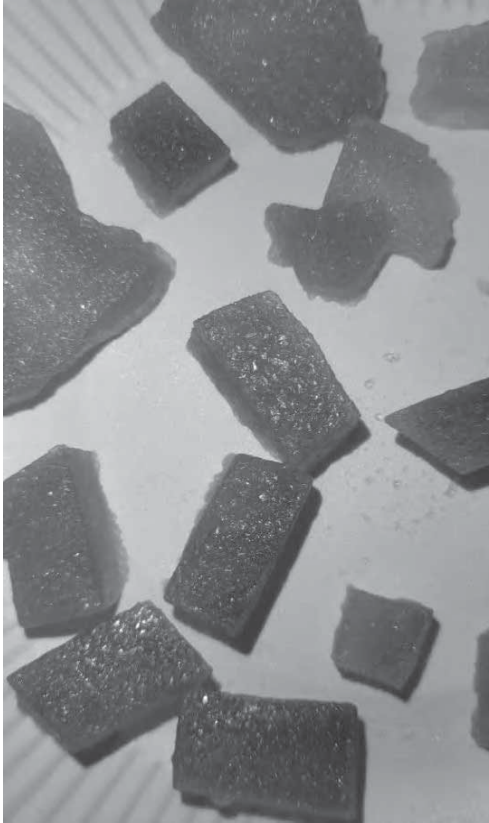
イチゴジャムの濃度の低いものを蓋をせずに放置するとカビのコロニーが発生した。メープルシロップは同じ条件では30日後もカビのコロニーが発生せず、小豆餡は表面が乾燥してカビのコロニーが発生しませんが、食べられない状態になります

4. 山村学園 山村国際高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>	
【学校名/School Name】	山村学園 山村国際高等学校
【代表者名/Representative's Name】	金子 菜名子
【メンバー/Member】	藤野 正雪、 矢田貝 泰輝
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【お名前/Name】	祝 弘樹
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】    フラクトオリゴ糖は短鎖脂肪酸を生産する腸内細菌の割合を増加させる	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 ディスバイオーシス (dysbiosis) は、「腸内細菌叢の乱れ」あるいは「腸内細菌叢のバランス異常」を指す (文献 1, 2)。腸内細菌叢のバランスに大きな影響を与える要因の1つは、食習慣や高脂肪食の摂取であると考えられる (文献 1)。プレバイオティクスは、難消化性であるため、大腸まで消化されずに到達する (文献 3, 4)。腸内細菌にプレバイオティクスが利用されることで、腸内の菌叢のバランスが保たれると考えられている (文献 3, 4)。    フラクトオリゴ糖 (FOS; fructooligosaccharides) は、ショ糖 (GF; グルコース+フラクトース) のフラクトース残基に1〜3分子のフラクトースが結合した構造を持つ糖質の混合物の総称で短いものから、1-ケストース (GF2)、ニストース (GF3)、1F-フラクトフラナシルニストース (GF4) を含む難消化性糖質の混合物である (文献 5, 6)。これまでに FOS により腸内細菌叢が変化することが報告されている (文献 7, 8)。炎症性腸疾患 (IBD; Inflammatory bowel disease) は、クローン病 (CD; Crohn's disease) と潰瘍性大腸炎 (UC; Ulcerative colitis) が知られている (文献 9)。IBD は、その発症の原因が特定されていないが、過剰な免疫反応により腸炎が起こることが分かっている。一方で、IBD モデルである自然発症腸炎は無菌状態では発症せず、腸内細菌によって発症することが分かっていた (文献 2)。プロバイオティクスとして乳酸菌とビフィズ菌を摂取すれば、ディスバイオーシスを予防できるだろう (文献 2)。食物繊維を摂取すると酪酸が増え、大腸管腔側は無酸素状態となり、偏性嫌気性菌が増殖する場となる (文献 10, 11, 12)。	
【目的/Goal】 腸内細菌叢のバランスに影響を与える要因の1つは、高脂肪食の摂取である。プレバイオティクスは、難消化性であるため、大腸まで消化されずに到達する。フラクトオリゴ糖 (FOS) は、難消化性糖質の混合物である。FOS 摂取により、腸内の菌叢のバランスが保たれるかどうか調べる。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 FOS によりビフィズ菌と乳酸桿菌は僅かに減少した。一方で、短鎖脂肪酸を生産する腸内細菌は、有意に増加した。ヒト やマウモセットに比べ、マウスの糞便中のビフィズ菌は70.7〜153.6分の1以下で存在する。ヒトやマウモセットに比べ、ラットの糞便中のビフィズ菌は3.0〜6.5分の1以下で存在する。IBD ではビフィズ菌と乳酸桿菌が増加して、酪酸生産菌が減少している。本研究では高脂肪飼料を与えるとビフィズ菌の増加が観察された。短鎖脂肪酸生産菌の割合が増加したことから、IBD の改善・予防に FOS が有効かもしれない。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 FOS が腸内細菌叢のバランスを変化させるのは何故か、更に調べてみたい。FOS が満腹感と関係することが報告 (文献 13, 14, 15, 16, 17) されており、興味を持った。農林水産省の「できることから始めよう! 食育ガイド」によると、よく噛んで食べることは満腹感を得られるため、肥満の予防になる (文献 18)。肥満になると早食い防止は難しいだろう。どのようなメカニズムで FOS により満腹感を得られるかを知りたい。	

3. 学校法人青森山田学園青森山田中学校

別添資料 3  
写真D グループ  
砂糖 2.3%で作った琥珀糖。30日後もカビのコロニーが発生しません。また、表面に砂糖の結晶が覆われますが、発色は良く変化しません。



4. 山村学園 山村国際高等学校

<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> フラクトオリゴ糖摂取による肥満を改善する腸内細菌として、4つの短鎖脂肪酸生産菌が有意に増加することを見出した。しかし、次世代シーケンサーによる解析では、 <i>Clostridium sensu stricto</i> 属、 <i>Bacteroides</i> 属、 <i>Butyrivibrio</i> 属、 <i>Odoribacter</i> 属の腸内細菌が、経時的に増加したり、減少したりするかどうかを調べることは費用的に困難である。そこで、PCR で4つの短鎖脂肪酸生産菌が存在するかどうか調べるためのプライマー作製を行う。また、本当にこれらの短鎖脂肪酸生産菌が、有用な代謝産物を生産するかどうかを調べるために、嫌気培養も行う。4つの短鎖脂肪酸生産菌を培養し、フラクトオリゴ糖を分解 (発酵) し、どのような短鎖脂肪酸を生産するかを調べる。	
<b>【参考文献/References】</b> 1 福田真嗣, もっとよくわかる! 腸内細菌叢 健康と疾患を司る“もう1つの臓器”. 実験医学別冊 2019 2 大野博司, 腸内細菌叢 健康と疾患を制御するエコシステム, 実験医学増刊 37(2), 201 3 Le Bourgout et al, Fructo-oligosaccharides and glucose homeostasis: A systematic review and meta-analysis in animal models, Nutrition & Metabolism 15(9): DOI 10.1186/s12986-018-0245-3, 2018 4 Azad AK et al, Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals, Animal Nutrition 6: 379-388, 2020 5 早川幸男ら, オリゴ糖の製法開発と食品への応用, シーエムシー出版, 2012 6 日高秀昌ら, フラクトオリゴ糖の工業生産とその利用開発, Nippon Nogeikagaku Kaishi 61(8):915-923, 1987 7 Le Bourgout et al, Fructo-oligosaccharides and glucose homeostasis: A systematic review and meta-analysis in animal models, Nutrition & Metabolism 15(9): DOI 10.1186/s12986-018-0245-3, 2018 8 Azad AK et al, Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals, Animal Nutrition 6: 379-388, 2020 9 鈴木肇, 医学大辞典 第20版, 南山堂 2015 10 内藤裕二, すべての臨床医が知っておきたい腸内細菌叢 基本知識から疾患研究、治療まで, 羊土社 2021 11 Scheithauer TPM et al, Causality of small and large intestinal microbiota in weight regulation and insulin resistance, Molecular Metabolism, 5: 759-770, 2016 12 Gorkiewicz G & Moschen A, Gut microbiome: a new player in gastrointestinal disease, Virchows Archiv, 472: 159-172, 2018 13 Cani PD et al, Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal-3, The American Journal of Clinical Nutrition, 90: 1236-43, 2009 14 Parnell JA et al, Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults-3, The American Journal of Clinical Nutrition, 89: 1751-9, 2009 15 Cani PD et al, Improvement of glucose tolerance and hepatic insulin sensitivity by oligo fructose requires a functional glucagon-like peptide 1 receptor, Diabetes, 55: 1484, 2006 16 Verhoef SPM et al, Effects of oligofructose on appetite profile, glucagon-like peptide 1 and peptide YY-36 concentrations and energy intake, British Journal of Nutrition, 106: 1757-1762, 2011 17 Hume NP et al, Prebiotic supplementation improves appetite control in children with overweight and obesity: a randomized controlled trial-3, The American Journal of Clinical Nutrition, 105: 790-9, 2017 18 農林水産省の できることから始めよう! 食育ガイド <a href="https://www.maff.go.jp/i/svokuiku/guide/guide_201903.html">https://www.maff.go.jp/i/svokuiku/guide/guide_201903.html</a>	



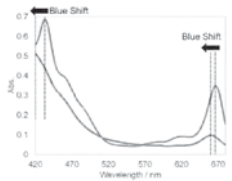
5. 桜丘高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】桜丘高等学校	
【代表者名/Representative's Name】富岡 洗希	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】矢野 敬和	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】菊を用いた組織分化実験	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 近年、環境変化や環境汚染により自生が難しくなり日本の植物は 25%が絶滅の恐れがある。主な原因として、森林伐採、園芸栽培などの人間が直接関与しているものが 80%を占めている。その他に環境適移などによる絶滅の危機がある。この現状を打開するために分化に着目して実験を行った。分化とは一個の細胞が分裂を繰り返して組織や器官を形成することで植物は一つの細胞が個体を構成する全ての細胞に分化できる多能性幹細胞を持っている。本研究では、突然変異によって花弁に部分的に変異があらわれやすく、カルス化が比較的容易である菊の花を用いた。成長ホルモンを入れた培地を作製し花弁を埋め込んで 25℃下で静置した。分化した菊の葉をジメチルスルホキシドで抽出し、UV-vis スペクトル測定を行ったところ、元の菊の葉とは異なるスペクトルが得られた。菊は短日植物であり、過度に光を照射したことで、分化の抑制をしていた可能性があったため、日照時間を減らした 5 つの系に分け置床した。分化した花と本葉中では本葉で 650nm 付近のピークはブルーシフトが見られたことから、より不安定な物質が生成された。日照時間と成長ホルモンをえた系では SD の系が一番脱分化までの期間が短かった。	
【目的/Goal】 分化の少数から増やせる性質を生かし、絶滅危機などの個体数が減少してしまった植物を保護し、人工的に増やす。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 近年、環境変化や環境汚染により自生が難しくなり日本の植物は 25%が絶滅の恐れがある。主な原因として、森林伐採、園芸栽培などの人間が直接関与しているものが 80%を占めている。その他に環境適移などによる絶滅の危機がある。この現状を打開するために分化に着目して実験を行った。分化とは一個の細胞が分裂を繰り返して組織や器官を形成することであり、植物は一つの細胞が個体を構成する全ての細胞に分化できる多能性幹細胞を持っている。分化のメカニズムは、植物が体の一部を欠損するとそれを補おうとして脱分化を行い全ての細胞になれる幹細胞の塊であるカルスが生成する。それらが分化し、1 つ植物ができるというものである。本研究では、突然変異によって花弁に部分的に変異があらわれやすく、カルス化が比較的容易である菊の花を用いた。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 Experiments1 MS 培地 4.4g、Kinetin0.1mg、BA10mg、IAA10mg ショ糖 30 g 寒天 5 g を加え、試験管七分目くらいまでいれクリンベンチに置き固めた。 菊の花を採取し、次亜塩素酸ナトリウム 0.3%で表面殺菌を行い滅菌水で軽くゆすぎ切断し、培地に半分埋め込む。これを 6 本作製し、3 か月間 LED のあたる場所に置床した。そして分化した菊の花を UV-vis スペクトルを測定した。 Experiment2 菊は短日植物であり、過度に光をあてすぎて分化の抑制をしていた可能性があるため Experiment 1 から日照時間を 24 時間あてていたものを 6 時間に変更し、頂芽優勢によりオーキシン類がサイトカイニン類を抑制した可能性があったためサイトカイニン類とオーキシン類それぞれの量を調整した。 Result&Discussion 本葉のスペクトルでは 450nm 付近と 650nm 付近のピークはそれぞれソレレ帯、Q バンドと考えられ、本	

6. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】神奈川県立相模原弥栄高等学校	
【代表者名/Representative's Name】佐藤 匠	
【メンバー/Member】原 七海 道下 七海	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】向江 佳織	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】ドクターフィッシュの知られざる生態〜魚がお医者さん!?〜	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 ドクターフィッシュ(学名: <i>Garra rufa</i> )は、ヒトの角質を食べることで知られているが、どのようにしてヒトの皮膚を認識し、摂食行動をしているのかはわかっていない <sup>[1]</sup> 。また、ドクターフィッシュの詳しい生態についても知られていないため、雌雄の判別方法や体色変化のしくみなども新たに検証した。	
【目的/Goal】 ヒトの皮膚から受容する刺激やそれを受容する器官を特定し、ドクターフィッシュが角質を認識してかっついたり行動に至るまでの採餌行動のしくみを解明する。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 ドクターフィッシュは角質を食べると言われているが、どのように食べているのか、どのくらいの量を食べているのか、そもそもついでにときに本当に角質を食べているのかわかっていない。これらの疑問を解明するために鰓節、人工飼料、ゼラチン、ビニール手袋を材料にして、模擬的な指を作製し、個体の反応を調べた(図 1)。実際に角質がついてしまっているのか観察することは難しかったため、粉末状の鰓節や動物性の人工飼料をゼラチン溶液でテープに固着させ、それをビニール手袋に巻きつけることで指の角質を模擬的に再現した(図 2)。ついでに面積を計測することで、一度にどの程度の量の角質を剥ぎ取っているのかを検証する。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 私たちは、人が水槽に近づくと魚が寄ってくる行動などから、採餌行動のきっかけとなるのは、光、温度、振動などの物理的刺激も起因する可能性を考えた。これらの刺激に対するドクターフィッシュの反応を調べると、ドクターフィッシュが皮膚のどのような要素に、どのように反応しているのか解明できると考えている。模擬的な指を用いた実験では、餌の粉末を塗ったテープに対してはついでに行動がみられたが、ビニール手袋のみの場合、個体は近寄らず興味を示さなかった(図 3)。このことから、水中に拡散した粉末のにおいや化学的成分に反応した結果、採餌行動を引き起こした可能性がある。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 一般的に、魚には「嗅覚」と「味覚」があるといわれている。餌のにおいを感知すると索餌行動をとり、動きが活発になる。また、味蕾という細胞が口内だけでなく、ヒゲやヒレのほか、くちびるにも存在しており、そこで化学物質を受容し、「味覚」を感じていることも知られている <sup>[2][3]</sup> 。ドクターフィッシュの透明骨格標本を作製したところ、顎の下あたりに特徴的なヒゲが観察された(図 4)。味蕾を特異的に染色することで、餌の成分を受容する細胞がどこにあるか特定していきたい。また、魚類には側線と呼ばれる器官があり、そこで水流を感じているため、振動も採餌行動の要因である可能性がある。実験装置の改良や製作を進め、光、温度、振動、餌の成分などの要素を特定し、ドクターフィッシュが受容していると考えられる刺激とついでに行動の関連性を検証し、一連の採餌行動のしくみを解明したいと考える。	
【参考文献/References】 [1]Red Garra(Garra rufa) Ecological Risk Screening Summary (U.S. Fish & Wildlife service) [2]カマツカの口唇に存在する粒状突起の組織学的考察-鈴木良成(愛知学芸大学臨海実験所) [3]農林水産省「魚に味覚はありますか」 URL:https://www.maff.go.jp/j/heyak/kodomo_sodan/0007/03.html	

5. 桜丘高等学校

葉中のクロロフィル由来するスペクトルが得られたと考えられる。一方で分化した花のスペクトルは 650nm 付近のピークが見られるものの、450nm 付近のピークは観測できなかった。また、分化した花と本葉中で本葉では 650nm 付近のピークはブルーシフトが見られたことから、より不安定な物質が生成したものと考えられる。日照時間と成長ホルモンをえた系では SD の系が一番脱分化までの期間が短かった。

図 1. UV-vis スペクトル
【今後の展望/Future potential and its plan】 Experiment 1 では 3 か月間置床したが、Experiment 2 は置床期間が 2 週間と少ないため 3 か月間置床を行う。Experiment 1 で測定した UV-vis スペクトルと Experiment2 で作製した培地で分化した花との比較を行い、分化に最適な成長ホルモンの配合を探す。
【参考文献/References】 植物バイオテクノロジー ロジック 平成 16 年 第二刷 P121

6. 神奈川県立相模原弥栄高等学校



図 1：模擬的な指



図 2：粉末をゼラチン溶液で固着させたテープ



図 3：模擬的な指 (対照実験)



図 4：ドクターフィッシュの透明骨格標本



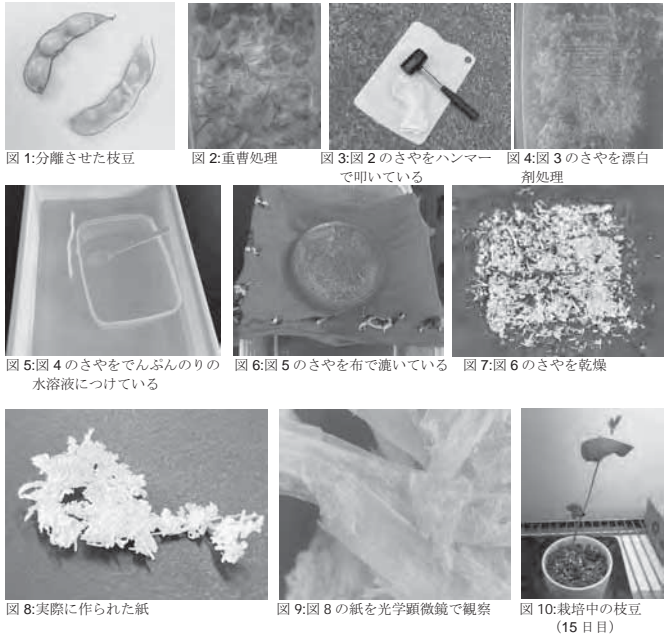
7. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】神奈川県立相模原弥栄高等学校	
【代表者名/Representative's Name】高橋 大樹	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】向江 佳織	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】枝豆の「さや」から書きやすい紙を作るには	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 中学生のときに雑草から文字が書ける程度の紙を作ったことがあり、他の植物からも作ることができるのではないかと考えた。枝豆を食べる際に、さやは捨てられることが多い。そこで枝豆のさやから紙を作ることができれば、環境に優しく、森林の保全につながるのではないかと考えた。しかし、紙を作ることができたとしても実用性がなければ意味がないので、書きやすく、強度のある紙を作る研究を行おうと考えている。	
【目的/Goal】 枝豆のさやから身近なものをを用い、環境に優しく、書きやすい紙を作る。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 枝豆のさやから紙を作る工程は、和紙を作る工程や雑草から紙を作る工程を参考にし、新しく確立しようと考えている。和紙は楮という植物を原料とし、石灰や木灰を使用しているのに対し、枝豆のさやという廃棄物を原料とし、重曹のような身近なものをを用いて環境に配慮した工程になっているところに和紙作りとの違いがある。まず、枝豆をさやと種子に分け (図 1)、切ったさやをハンマーで細かくする (図 2)。それを重曹に1週間ほどつけ、さやを取り出しハンマーで叩き、ふるいにかけて、細かくないものを溶液に戻す (図 3)。これを 3~4 回繰り返す。さやを取り出し、漂白剤と水 1:100 に薄めた溶液に 1 週間つける (図 4)。でんぶんのりと水 1:200 に薄めた溶液につけ (図 5)、布で漉し (図 6)、乾燥させる (図 7)。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 最近では、人参や玉ねぎから作られた紙が商品化され、雑草から身近な材料を用いて、紙を作れることが既に知られている。実験材料の量を調整したり、でんぶんのりではなく木工用ボンドやPVAL に代替したりすることで、製作工程を改良したい。一般的に、枝豆のさやからセルロース繊維を分離する工程で、親水性が低いリグニンが残ると紙の強度が減ったり、光や酸素により色素が生じ、時間経過とともに紙の色が黄ばんだりするといわれている。私の研究では、枝豆から耐久性と保存性が高く、文字が書きやすい紙を身近な材料を用いて作りたいと考えている。炭酸ナトリウムで枝豆のさやの細胞を処理したところ、葉緑体がほとんど分解しているようすが観察された。このことから、タンパク質を分解するときに用いられる水酸化ナトリウムと同等の効果が、炭酸ナトリウムにもあると考えられた。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 枝豆のさやから紙を作る工程に加熱する作業を加え、2つの実験方法で調べる。1つ目は、最初に枝豆のさやを煮込んでから炭酸ナトリウム水溶液につける方法、2つ目は、枝豆のさやを炭酸ナトリウム水溶液と一緒に煮込む方法で実験を行う。また、水溶液を入れ替える回数による枝豆のさやの変化を調べる。枝豆のさやを 4% 炭酸ナトリウム水溶液につけ、6 日おきに水溶液を 4 回入れ替える。各 4 回の枝豆のさやを光学顕微鏡で観察し、細胞の状態を調べる。以前作った紙がセルロース繊維を抽出することができていたのかを調べるために、カルコフロールホワイト染色液で特異的に染色する。または、セルロース以外を染色し、ほかの物質が分解されているか調べる。栽培した枝豆を使用して紙を作る (図 10)。	
【参考文献/References】 第 2 6 号 (PDF 納品用) / 表 1・表 4・背 (bunmori.tokushima.jp)	

8. 駒込高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】駒込高等学校	
【代表者名/Representative's Name】堀 幸汰	
【メンバー/Member】高田 朋弥 竹林 佑都 堀 幸汰	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】中島 遼	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】昆虫食と未来	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 近年、私たちがよく使用する YouTube 上では、昆虫食を生業としたチャンネルが増えてきている。近い将来では、自分達の食卓にも並ぶかもしれない「昆虫食」を細かく分析しようと考えた。 また、インドや中国などの先進国は人口が爆発的に増加しているため、将来的に食糧不足が考えられる。そこで、「昆虫食」の活用ができるのではないかと考えた。	
【目的/Goal】 昆虫食を活用して食糧問題の解消に導く。 →今現在ですら食糧がギリギリである (参考文献第 6 項参照) が、人口は増え続ける一方で、このままだと近い将来に食糧不足に陥ることが考えられる。それを未然に防ぐため、私たちの世代から昆虫食を取り入れていく。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 未来の食卓に昆虫食が並べられるようになる。 昆虫の栄養価を加工食品や添加物などで利用する。 →副菜や間食に利用する、添加物に利用する(パウダーなど)、タンパク質含有食品(飲料)に利用するなどといった場面で活用する。  上記のように、昆虫を活用することで食糧危機を予防できると考えられるのではないかと。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 昆虫を家畜化することで、食糧問題を軽減させるほか、牛などが排出する温室効果ガスなどを減少させ、地球温暖化の進行を遅らせることができるのではないかと。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 虫を食べることに対する、抵抗感をなくし (加工して見た目を変えるなど)、昆虫食に慣れるように手引きする。 →実際に昆虫食(コオロギせんべい)と昆虫加工品の(コオロギ)を食べた人の意見 ・食べ慣れていない。 ・体に虫が入るのが嫌だ。 ・虫に対するトラウマがある。	

7. 神奈川県立相模原弥栄高等学校



8. 駒込高等学校

などといった点が挙げられる。 これらの問題は、虫を加工し、見た目を大幅に変えることはもちろん、個人が時間をかけ、抵抗感を少なくしていくことが重要だ。 実際に食べてもらった「コオロギせんべい」は、見た目を大きく変え、抵抗感はほぼ無くなっている。また、味もエビせんべいに近いものとなっている。しかし、この食品にはえびパウダーが使用されており、アレルギーを持つ人は食べることができない。その点に関しても、改良の余地があると考えられる。
【参考文献/References】 <a href="https://k-kawanishi.hatenablog.com/entry/2020/10/07/222726">https://k-kawanishi.hatenablog.com/entry/2020/10/07/222726</a> →昆虫の重量の表  <a href="https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_001774.html">https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_001774.html</a> →牛、鶏、豚の生産量  <a href="https://www.nikkansports.com/general/nikkan/news/202111080000142.html">https://www.nikkansports.com/general/nikkan/news/202111080000142.html</a> →牛の生み出す温室効果ガスについて  <a href="https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p04.html">https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p04.html</a> →温室効果ガスの円グラフ  <a href="https://www.muji.com/jp/ja/feature/food/460936">https://www.muji.com/jp/ja/feature/food/460936</a> →コオロギに関する表  文部科学省検定教科書 38 光村 国語831 中学校国語科用 『モアイは語る一地球の未来』p121 第 16 行



9. 駒込高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :  
☐ Idea    ☐ Preliminary    ☒ Result

分野／Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.  
☐ 物理／Physics    ☐ 化学／Chemistry    ☒ 生物／Biology    ☐ 地学／Earth Science  
☐ 数学＋情報／Mathematics&Information    ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】    駒込高等学校

【代表者名／Representative's Name】    澤村杏織

【メンバー／Member】    澤村杏織    阿部真里亜

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】    中島 遼

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】    意識の方向と集中力の関係性

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】  
私自身も私の身の回りの友人も、勉強が至極苦手である【データ①】。また、作業に集中できないという場合をよく耳にする。それはこれらのことについて悩みがある人が多いという指標になるとも言える。そこで、意識をどこに向けてことで効率を向上させることができるかについて調査しようと考えた。検証結果で傾向を求めることができれば、勉強に対する厭気が減り、新しい才能を開花させる機会が増えると考えている。

【目的／Goal】  
本研究では仮説を検証し、さらに新しく立てた仮説を検証することで意識の方向と集中力の関係性について調べ、年代別、性別ごとなどに分類しそれぞれの傾向を調査する。検証結果によって求められた傾向をベースに、効率良く作業等を行えることを目的とする。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】  
ネット上を調べた結果、発声することで暗記効果が高まるなどの調査結果はあった【参考文献】が、年代別の評価や性別ごとの評価は存在しなかった。そのため、それらの調査結果を基に年代別、性別ごとに評価することでより細かな傾向を得られ、新たな指標を求められる。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
暗記方法や効率の良い作業方法などは人それぞれであるが、無闇矢鱈に自分に合ったやり方を探すよりも、1つでも多くの指標が存在することで時間を大幅に減らすことができるのではないか。その際にも、苦痛でない簡単なゲーム形式のテストなどにする事でより簡単に自分に合ったやり方のものを見つけられるのではないかと。直接的ではなくとも、間接的ながらも勉強や作業などで効率化を図ることができれば、それらを行なった人らの能力値を若干ながらも向上させるのに貢献するのではないかと。

【今後の展望／Future potential and its plan】  
現状、データが完全に正確であると言えるほど集まっておらず【データ②】、更に同世代の方々からのデータばかりであるため様々な方々に協力を依頼し、データ数を増やしていこうと思う。  
また、検証を行なっていく中で、新しく考えられる調査方法などがあれば随時増やし、指標としてより役立つようなものを作成していこうと思う。

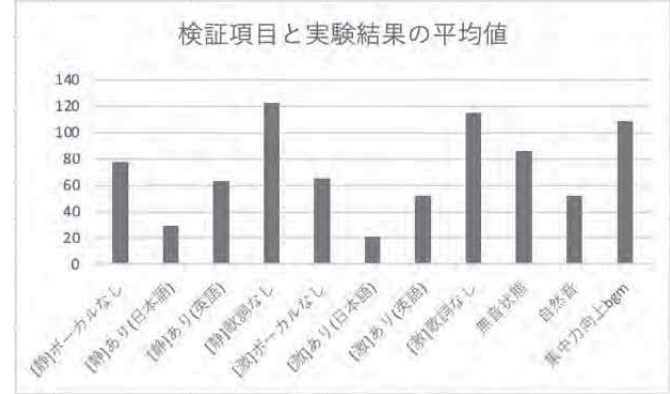
【参考文献／References】  
いくつも見たネット上の評価を一部記載。  
https://www.10000nen.com/media/12790/  
https://kou.benesse.co.jp/nigate/method/b14ac09.html  
https://nichigaku-yobiko.com/2020/11/12/memory-work/

9. 駒込高等学校

データ②-3

【検証方法】  
歌詞ありの曲のボーカルなし、あり(日本語ボーカルと英語ボーカル)のもの。  
歌詞を持たない曲。  
(それぞれ曲調が激しいものと静かなもの)  
自然音、集中力向上 bgm  
上記の計 10 個を開いている状態で検証②-2 と同じ作業を行う。

【検証結果】  
それぞれの母集団は 10～15 名ほど



9. 駒込高等学校

データ①

24 名にアンケートを実施した結果 15 名が暗記・勉強が苦手と答えた。

データ②-1

【検証方法】  
不規則に書かれた数字 (1～50) の中から順番に印をつけ、終わったタイムを計測する。

【検証結果とアンケート結果】

検証結果  
発声する方が、ほとんどの人は記録が良かった。(17 人/20 人)

アンケート結果  
発声の有無で、どちらの方がやりやすかったかを調査した。(母集団 20 人)



データ②-2

【検証方法】  
発声しながら、もしくは発声しないで数字を 1 から順番に書く。  
(書き間違えた段階で終了とする)

【検証結果とアンケート結果】

検証結果  
データ②-1 のものとは異なり、ほぼ半々に分かれた(発声有:12 人/20 人)

アンケート結果  
発声の有無で、どちらの方がやりやすかったかを調査した。(母集団 20 人)



10. 都立八王子東高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :  
☐ Idea    ☒ Preliminary    ☐ Result

分野／Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.  
☐ 物理／Physics    ☐ 化学／Chemistry    ☒ 生物／Biology    ☐ 地学／Earth Science  
☐ 数学＋情報／Mathematics&Information    ☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】    都立八王子東高等学校

【代表者名／Representative's Name】    塚原誠也

【メンバー／Member】    塚原誠也

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】    長尾嘉崇

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】    みなみ野地域において在来タンポポは外来タンポポにより繁殖干渉を受けているのか

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】  
現在、世界各地において外来種による在来種への影響が問題となっている。日本においても外来種による在来種への影響は問題視されている。その例として挙げられるのがタンポポだ。外来種であるセイヨウタンポポ、または雑種タンポポ (在来タンポポと外来タンポポが交雑し、生まれたタンポポ) が数を増やし、在来種のタンポポが数を減らしていることはたびたび言われている。このことは、『タンポポ調査』からも分かる (5)。  
この原因に繁殖干渉が挙げられる。繁殖干渉とは『ある生物種の繁殖が近縁種により邪魔されること』 (2) である。繁殖干渉を受けたタンポポは、正常な種子をつくることができない。倍数体である外来タンポポの花粉が 2 倍体の在来タンポポの柱頭に付着することで引き起こされる (一部例外あり)。一方、外来タンポポは単為生殖によって種子をつくる (1) ため、在来タンポポによる繁殖干渉は受けにくい。これにより、在来タンポポが数を減らし、外来タンポポが数を増やしていると言われている。  
繁殖干渉はカンサイタンポポによく見られるが、トウカイタンポポでは繁殖干渉が起こりにくいことが分かっている (3) (4)。このように一部の在来タンポポは繁殖干渉を受けにくく、外来タンポポと共生している。すると、「他のタンポポにおいてはどうか」という疑問が湧いてくる。そこで、地域を絞り、そこに生息する在来タンポポが外来タンポポから繁殖干渉を受けているかを調査し、在来タンポポと外来タンポポの未来を考えていこうと思う。

【目的／Goal】  
みなみ野地域に生息する在来タンポポが繁殖干渉を外来タンポポにより受けられているのかを明らかにし、繁殖干渉の仕組みの解明に近づく。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】  
在来タンポポと外来タンポポの分布を調査し (11)、在来タンポポと外来タンポポが共生しているかを基準に、在来タンポポと外来タンポポ間の繁殖干渉を考察する。タンポポが群生している場所を一つのエリアとし、集団をつくっているタンポポをすべて数え上げ (8) (9)、エリアごとの在来タンポポと外来タンポポの割合を出した (10)。今回、みなみ野地域の在来タンポポが外来タンポポにより繁殖干渉を受けているかを調べる為にみなみ野地域のタンポポの分布を 7 つのタンポポが群生しているエリアに分けて調査した (6) (7)。



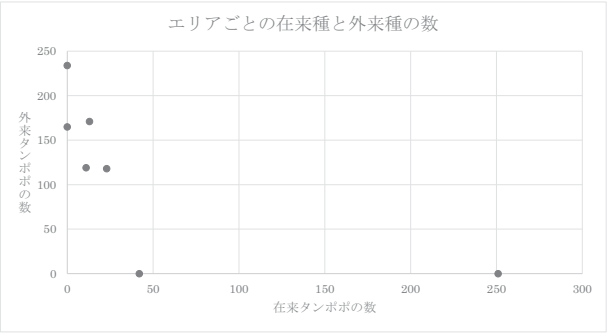
今回の調査では、在来タンポポはカントウタンポポ（カントウタンポポは2倍体である）のみ見られたため、カントウタンポポを在来タンポポ、セイヨウタンポポと雑種タンポポを外来タンポポとした(3)。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 在来タンポポが多いエリアと外来タンポポが多いエリアと二極化していることが分かる(8)(9)(10)。どのエリアにおいてもどちらかが圧倒的に多い数を占めている。また、在来タンポポが群生しているエリアでは外来タンポポが一つも見られなかった(8)(10)。 カントウタンポポが繁殖干渉を受けないと仮定すると、外来タンポポが群生している場所にカントウタンポポの種子が飛ばされたとき、そこで数を増やしていくだろう。また、カントウタンポポが群生している場所に外来タンポポの種子が飛ばされたとき、カントウタンポポは数を減らすことなく、外来タンポポも数を増やしていくためカントウタンポポと外来タンポポの数が拮抗すると考えられるが、今回の調査ではそのような事例は確認できなかった。 カントウタンポポが繁殖干渉を受けると仮定すると、カントウタンポポの種子が外来タンポポの群生している場所に飛ばされたとき、高い確率で繁殖干渉を受けるため、外来タンポポが群生している場所で数を増やすことが難しい。逆にカントウタンポポが群生している場所に外来タンポポの種子が飛ばされたとき、単為生殖を行う外来タンポポが急速に数を増やし、カントウタンポポは繁殖干渉により急速に数を減らしていくだろう。つまり少量の外来タンポポがカントウタンポポの中に入るだけでカントウタンポポはすぐに駆逐される。そうだとすると、カントウタンポポが群生しているエリアで外来タンポポが見られないことに納得がいく。また、エリア2、4、6のように外来タンポポの中に少しだけカントウタンポポがあるのは、新しくカントウタンポポが入ってきた、またはカントウタンポポが駆逐されている途中であることが考えられる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 人工授粉による実験を行うことで、より確実な結果を得ることができるだろう。また、カントウタンポポ以外の在来タンポポの繁殖干渉についての調査が必要だと考える。在来タンポポにも倍数体が存在しているが、外来タンポポのように広く分布していない(1)。在来の倍数体タンポポと外来タンポポの違い、在来の2倍体タンポポへの繁殖干渉の有無に注目するべきだと考える。繁殖干渉の解明は外来種問題解決の鍵であり、外来種の駆逐、または在来種と外来種の共生に繋がるだろう。
【参考文献／References】 保谷彰彦『タンポポハンドブック』2017.2.4(1)『デジタル大辞泉』小学館(2) 西田佐知子・高倉耕一・西田隆義「伊豆における外来タンポポと在来タンポポ間の繁殖干渉」2014(3) 西田佐知子・高倉耕一・西田隆義・金岡雅浩・橋本佳祐「繁殖干渉における花粉—めしべ間の相互作用：在来タンポポ2種における外来種花粉の花粉管伸長の比較」2013.9.24(4) 「タンポポ調査・西日本2015」2015(5) 国土地理院 https://www.gsi.go.jp(6)



調査エリア。7つのエリアに分けて調査した。地図は国土地理院より(7)

エリア	在来タンポポ	外来タンポポ
1	251	0
2	13	171
3	42	0
4	11	119
5	0	165
6	23	118
7	0	234

エリアごとの在来、外来タンポポの数(8)



エリアごとの在来、外来タンポポの数をグラフで表した(9)

エリア	在来タンポポ(%)	外来タンポポ(%)
1	100	0
2	7.07	92.93
3	100	0
4	8.46	91.54
5	0	100
6	19.49	80.51
7	0	100

エリアごとの在来、外来タンポポの割合(10)



調査の様子。群生するカントウタンポポ。(11)



11. 宮城県多賀城高等学校

**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

**分野 / Field** **最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.**

☐ 物理学 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☒ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science

☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☐ その他 / Others specifying :

**参加者 / Participant's Information**

【学校名 / School Name】 宮城県多賀城高等学校

【代表者名 / Representative's Name】 濱野瑞紀

【メンバー / Member】 鈴木侑女 赤間結衣 池田蓮

**指導教員 / Supervising Teacher**

【お名前 / Name】 小野勝之

**発表内容 / Abstract of the Presentation**

【タイトル / Title】 未知なる生物「マクラギヤスデ」の生息北限を探る Part2

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

2019 年 10 月 8 日に多賀城高校から続くアンダーパス（歩行者専用地下道）において、奇妙な形をした生物が採集された。この生物は関東以西に生息しているヤスデ綱、オビヤスデ目、シロハダヤスデ科のマクラギヤスデ (*Niponia nodulosa*) である (図 1)<sup>2,3)</sup>。マクラギヤスデの生態調査及び生息調査を継続して行った。




図 1 マクラギヤスデ (成体と幼体)

【目的 / Goal】

平山ら(2016)により福島県会津若松市でマクラギヤスデの生息が報告されているが<sup>1)</sup>、2021 年に我々が実施した調査で宮城県及び岩手県での生息が確認できた。本州におけるマクラギヤスデの生息の北限をどの辺りまで北上できるのか調査・研究によって明らかにする。

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

【研究 1 生息調査】

生息調査のため、平均気温や降水量といった気象データ、衛星写真からわかる植生状況などを判断材料に調査対象地を選定した。

調査を実施するにあたり、事前に管理団体に連絡して調査の許可を得た後に現地に出発し、マクラギヤスデが採集できた場合には、個体ごとに体長と令数を記録した。

【研究 2 歩行速度の研究】

校地内で採集した成体 10 個体を用いて、マクラギヤスデの歩行速度を調べた。ストロー (φ12mm) をつなげた全長 500 mm の通路を作成し、その中を歩行させて時間を計測した。

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

【研究 1 生息調査】

2022 年 7 月 4 日の青森県におけるマクラギヤスデの生息調査を実施した。結果、八戸市内で複数の個体を採集することができた (図 2)。これまでの継続調査により、マクラギヤスデは宮城県から青森県までの広い範囲に生息する。本州における北限は青森県である。




図 2 青森県における調査結果

12. 宮城県宮城第一高等学校

<b>【自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野 / Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.</b> <input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
<b>【学校名 / School Name】</b> 宮城県宮城第一高等学校	
<b>【代表者名 / Representative's Name】</b> 佐藤 瑠那	
<b>【メンバー / Member】</b> 佐藤 瑠那, 長岡あおい, 藤原 結彩, 佐々木 風鈴	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
<b>【名前 / Name】</b> 二瓶 貴之	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
<b>【タイトル / Title】</b> 溶存 CO <sub>2</sub> 濃度の変化によるプランナリアの再生速度と生存率への影響に関する研究	
<b>【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】</b> 地球温暖化が世界的に問題になっており、世界中で二酸化炭素を減らそうという動きがみられる。二酸化炭素が増えることによる地上での影響は教科書に載っていたりしているが、水中ではどうなるのだろうかと疑問に思った。海水中での影響は調べていくうちに研究などを見つけたことができたが、淡水中のものは見を得られなかった。そこで学校近くの広瀬川に生息し、再生する特徴を持つプランナリアを使ってこの研究をしようと考えた。	
<b>【目的 / Goal】</b> 溶存 CO <sub>2</sub> 濃度が増加することによってプランナリアの再生速度や生存率に影響が及ぶのかを調べる。	
<b>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</b> 広瀬川に生息しているプランナリアを採集し、実験に用いた。頭側と尾側になるように切断後、CO <sub>2</sub> を噴霧した河川水の中に入れ、再生する様子を観察し、2 週間での生存率を調べた。CO <sub>2</sub> が河川水に溶けていることは pH を測定することで確認した。さらに pH の低下が原因であるのかを確認するために、緩衝液を使用し、pH のみを下げた河川水でも同様に観察を行った。	
<b>【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> CO <sub>2</sub> の影響を調べた実験では、より多く CO <sub>2</sub> を噴霧し pH が低くなった条件で再生速度が速くなり、生存率が下がることが観察から分かった。CO <sub>2</sub> を噴霧せず、淡水魚用 pH 調整剤を用いて pH のみを下げたものでは、多少の差はあるものの pH の低さによる再生速度、生存率の明確な差はみられなかった。以上のことから溶存 CO <sub>2</sub> 濃度の上昇がプランナリアの再生速度や生存率に影響を与えることがいえる。したがって、大気中の CO <sub>2</sub> 濃度の上昇が進むことで溶存 CO <sub>2</sub> 濃度が増えるため、温暖化のみならず淡水中に生息する生物に影響を与えるといえる。	
<b>【今後の展望 / Future potential and its plan】</b> 地球温暖化の進行を抑えるためには世界中の人々が協力していかなければならない。私たちにできることは小さなことであるがゆえにその行動をおこさない人がある。私たちが今回行った研究を多くの人に知ってもらうことで、二酸化炭素を排出しすぎるものの危険性を認識してもらえれば良いと思う。また、この研究をきっかけに、また新しい研究が生まれ、二酸化炭素削減へのヒントになれば本望である。	
<b>【参考文献 / References】</b> ①気象庁【「コラム」海洋酸性化】 <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaikyo/shindan/sougu/html_vol2/col_1_4_2_vol2.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaikyo/shindan/sougu/html_vol2/col_1_4_2_vol2.html</a> ②気象庁「異常気象レポート 2014」 <a href="https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_full.pdf">https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_full.pdf</a>	

11. 宮城県多賀城高等学校

また、2022 年 8 月 4 日に科学部〇Ｂにより、山形県山形市の東方に位置する千歳山の嵩松そとそこに繋がる山道にて、複数のマクラギヤスデが採集されたとの報告を受けた（図 3）。

この様に冬季に冷え込みの厳しい東北の地でマクラギヤスデの生息が広範囲で確認できた要因として、環境適応温度と積雪が考えられる。2021 年の日平均気温の比較から（図 4）、マクラギヤスデの生息北限の境界は-3℃前後にあると考える。積雪により土壌表面温度が0±0.5℃に維持できることが、東北地方におけるマクラギヤスデの越冬を可能にしていると推察する。

【研究 2 歩行速度の研究】

実験の結果、歩行速度は平均 84.9 秒/500 mmであった。

日速を求めると約 508.8m/日となる。

この結果から、移動時間を算出すると

「宮城県多賀城市～岩手県盛岡市までの移動（距離：157 km）」  
 $157 \times 10^3 \text{ m} \div 508.8 \text{ m/日} \approx 308.6 \text{ 日間}$

「宮城県多賀城市～青森県八戸市までの移動（距離：250 km）」  
 $250 \times 10^3 \text{ m} \div 508.8 \text{ m/日} \approx 491.4 \text{ 日間}$

この算出数値に、マクラギヤスデの移動条件として、夜間のみの移動（×1/2）、春から秋にかけての移動（×3/4）を加味すると、さらに多くの年月を必要とする。

「宮城県多賀城市～岩手県盛岡市（距離：157 km）」  
 $308.6 \text{ 日間} \times 1/2 \times 3/4 \approx 822.9 \text{ 日間}$

「宮城県多賀城市～青森県八戸市（距離：250 km）」  
 $491.4 \text{ 日間} \times 1/2 \times 3/4 \approx 1310.4 \text{ 日間}$

マクラギヤスデは定住性の高い生物である。よって、移動のためにはこれ以上の日数が掛かることから何世代にもわたって生息地を拡大してきたものとする。さらには、物流による人為的な拡散なども考慮する必要がある。

【今後の展望／Future potential and its plan】

マクラギヤスデの生息が未確認の秋田県での調査を実施し、東北 6 県における生息確認の完全制覇を目指す。また、これまでの調査対象から外れている標高に着目した調査を実施する。

【参考文献／References】

1)平和山宏、平山裕翔、石井清、2016. 福島県からマクラギヤスデ (*Niponia nodulosa* Verhoeff, 1931) を発見. *Edaphologia*, (98): 29-30.

2)石井清、大塚淳子、永井伸一、1983. マクラギヤスデの生活史について。日本動物学会第 54 回大会一般講演要旨。動物学会誌, 92(4): 648.

3)田辺力著。2001. 「多足類読本」, 192pp. 東海大学出版会、神奈川

<https://www.city.shimonoseki.lg.jp/uploaded/attachment/54178.pdf>

図 3 山形県における調査結果

図 4 日平均気温の比較 (2021 年) \*気象庁データより

13. 東京都立科学技術高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics ☐化学／Chemistry ☒生物／Biology ☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information ☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】東京都立科学技術高等学校

【代表者名／Representative's Name】大石望結

【メンバー／Member】平田千恵 中野愛心

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】鈴木 憲征

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】鳥フンの調査結果から見えるもの

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

現在、世界では異常気象や人為的な環境負荷など、様々な環境問題が起きています。その環境問題の一つで海洋マイクロプラスチックによる生物への影響が世界的に取りざたされています。しかしプラスチックは本来陸上で作られているため、地上にも何らかの問題が起きている可能性があります。実際に、大気中にもマイクロプラスチックが浮遊していると報告されています。そこで、海と同様に陸上の生物に対してもマイクロプラスチックの影響がでているのではないかと考えました。調査にあたり、陸の生き物として私たちの身近に生息している鳥に注目しました。鳥は生息地域が広く分布し、昆虫や小魚、木の実など様々な食性を持っています。その糞を調べることで、マイクロプラスチックの環境への影響が分かるのではないかと思います。また鳥の糞だけでなく、鳥に捕食される生物についても注目し研究を開始しました。

【目的／Goal】

- ・鳥の糞の内容物を調査・分析
- ・小魚に擬似マイクロプラスチックを与え食すか観察
- ・小魚から排出されたフンにマイクロプラスチックが含まれているか観察・分析

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

現在、海洋生物に対しマイクロプラスチックの影響が問題視されています。同様に陸上の生物にもマイクロプラスチックの影響が出ていると考えられます。そこで身近で多様な食性を持つ鳥について着目しその糞を調べることで地上で起きているマイクロプラスチックによる環境問題が分かるのではと考えています。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

実験にあたり3つの仮説を立てました。

- ・小魚や昆虫、木の実などを捕食する鳥の糞にはマイクロプラスチックが含まれている。
- ・小魚はマイクロプラスチックをエサだと思い食べてしまう。
- ・小魚はマイクロプラスチックを排出できない。

実験 1【鳥の糞の内容物の調査】 方法は以下の通りです。(図 1、2)

- ① 野外の鳥の糞をヘラなどを使い採取した。
- ② 鳥の糞の熱処理後、5 mm のふるいにかけた。
- ③ 鳥の糞に過酸化水素を加え有機物を除去し、吸引ろ過でろ過を行った。
- ④ ③で処理した糞に 70 %ヨウ化ナトリウム水溶液を加え比重分離を行った。



⑤ ④で処理を行った糞をデジタル実体顕微鏡(STZ-171TLED 島津理化製)、赤外分光光度計 (FT/IR-4700 日本分光) で観察を行った。(図3)

**結果**

糞をデジタル実体顕微鏡で観察するとほとんどが虫の羽や脚などでしたが、その中に繊維状のプラスチックらしき物を発見しました。そこで赤外分光光度計で測定をした結果、ポリエチレンテレフタレートと思われるスペクトルを確認できました。(図4)

**実験2【マイクロプラスチックを食べるかどうかの観察】**

**方法**

作製したマイクロプラスチック(ペットボトルのキャップ(ポリエチレン)以降:MP)とグッピーフードを1:1 の割合で混合し乳鉢で混ぜ、学校で飼育しているグッピーに1週間与え、食べている様子を観察しました。(図5)

**結果**

グッピーは MP をエサだと思い食べ、体内に取り込んでしまうことが分かりました。(図6) また、そのグッピーの糞と与えたマイクロプラスチックを赤外分光光度計(ATR 法)でスペクトル比較を行った結果、約2800、1400、700cm<sup>-1</sup>付近にポリエチレン特有のスペクトルがあり、与えたMPであることが分かりました。

緑のスペクトルは与えた MP でポリエチレン、赤いスペクトルはグッピーが排出した糞を測定した赤外スペクトルとなります。(図7)

**考察**

今回の実験で淡水魚にマイクロプラスチックの影響が出ていることが示唆され、陸上の生物にもマイクロプラスチックの影響が出る可能性があると考えられます。

また今回は調査した鳥の糞にはマイクロプラスチックが含まれていることが確認できました。

鳥がマイクロプラスチックを食べた小魚を捕食したり、羽化して飛び回る昆虫を捕食したりすることで生物濃縮が起き、体内に蓄積するのではないかと考えられます。

**まとめ**

今回の実験を通して海だけでなく陸上でも同様に、池や河川の小魚や小動物がMPを体内に取り込んでいる可能性があり、その生物を鳥などが食べることで生物濃縮が起き、様々な生物にもMPの影響が出てくると考えました。またMPは「陸上から海」、さらに紫外線などで細くなりナノプラスチック (NP) となって台風などで「海から陸上」へと循環していくことも考えられます。

**【今後の展望/Future potential and its plan】**

今後の展望として、鳥の糞の徹底調査を行い地域ごとの食性の違いや大気中のマイクロプラスチックの傾向を探り生物間の影響についての調査を行い、また新たに鳥の糞の構造解析や化学的分析を行っていきます。

**【参考文献/References】**

- ・藤里 沙, フーリエ変換赤外分光光度計プラスチック分析システム「Plastic Analyzer」による劣化プラスチックの分析, 株式会社島津製作所, ぶんせき 2021.3
- ・鈴木 光彰, 海岸域におけるマイクロプラスチックの調査手法の確立, 環境衛生科学研究所
- ・Dr. Natalia P.Ivleva , JASIS WebExpo@2022-2023 セミナー動画特集-マイクロプラスチックおよびナノプラスチックの化学分析 ~課題, 先進的手法と展望-(コンテンツ No[871]



図2 鳥の糞の採取の様子



図3 デジタル実体顕微鏡 (STZ-171TLED 島津理化)



赤外分光光度計 (FT/IR-4700 日本分光)

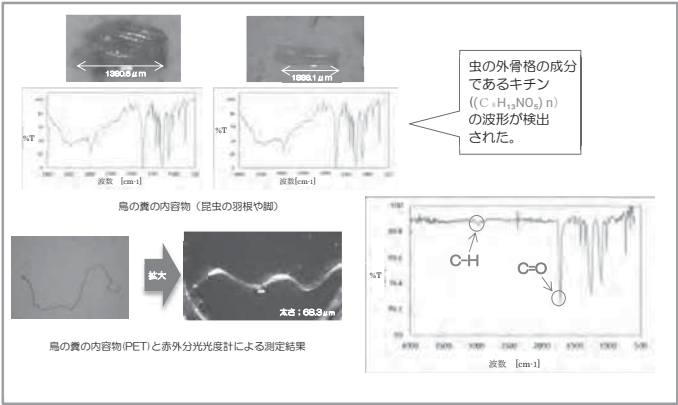


図4 鳥のフンの内容物の調査結果および確認できたプラスチック繊維



図5 グッピーと疑似MP入りのエサ



図6 グッピーがMPを食べている様子

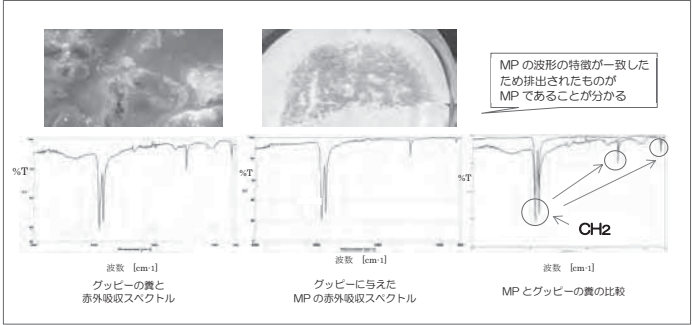


図7 グッピーの糞と作製したMPのスペクトル比較

**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

**分野/Field** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry	<input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :			

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】東京学芸大学附属国際中等教育学校
【代表者名/Representative's Name】岩波晴之
【メンバー/Member】岩波晴之、齊藤奏斗

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】伊藤穂波先生
------------------

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】セルロース系バイオマスエタノール生産におけるバイオマスサイクルの確立
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 バイオマスエタノールは、化石燃料に代わる地球にエコなエネルギーとして注目を集めている。しかし、現在はバイオマスエタノールの原料として、サトウキビやトウモロコシなどの食品が使われている場合がある。食料は、将来的な人口増加に伴って供給が難しくなることから、エネルギーとして使うことは望ましくなく、セルロース系バイオマスからエタノールを生成することが将来を見据えて重要になってくる。その上で、キシロースを発酵することができるか否かが大きくセルロース系バイオマスの発展を左右する。現在は、遺伝子組み換え菌の利用などでキシロースを発酵させ、バイオマスエタノールの製造効率を向上させているが、前処理や遺伝子組み換え菌などの人工的な工程によって製造コストが高くなる問題点を持つ(小西, 2015)。そのため、自然界からキシロースを発酵すべく新しい酵母を発見できれば、セルロース系バイオマスというのを原料に、バイオマスだけのエタノール生産サイクルが生まれバイオマスサイクルを確立させることができるのではないかと考えた。
【目的/Goal】 前処理を含みコスト高になるセルロース系バイオマスエタノール製造の簡略化によるコストダウン
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 食料と競合しないセルロース系バイオマスエタノールのうち、セルロースに含まれるグルコース以外から単糖を得るにはキシロースから得るのが最も効率が良く、キシロースは五炭糖の難発酵性糖であり、前処理や遺伝子組み換え菌などの利用によって製造コストが高くなる問題点を持つ(小西, 2015)。また、キシロース発酵酵母は見られているが、アルコール耐性や発酵能力が低く、バイオマスエタノール生産に適していない(小原, 2014)。現在、自然界には酵母菌が600属500種同定されているが実際には未知のものを含め1000種類以上の酵母菌が存在すると予想されている。以上を踏まえ、自然の酵母からアルコール耐性を持ちキシロースの発酵能力が高い酵母菌を発見することができれば、セルロース系バイオマスエタノールのコスト問題解決に繋がるという社会的意義を持つ。また、それによりバイオマスエタノールの普及も現状より増えると考えられ、エネルギー・環境面での持続可能な社会実現への一歩となる。 しかし、キシロース発酵酵母の調査は現在多くの企業で実施されている。私たちは、バイオマスエタノール事務所の見学を通じて、植物からバイオマスエタノールを生成するプロセスを理解するとともに、現在の技術的な限界点にも接することができた。そこから、酵母を発見した後も、その酵母を現社会に求められている製造方法に応用することができると考えた。それが、「環境問題×現在のセルロース系バイオマスエタノール



ル生産の課題×汎用性」を伴ったものとなっている。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 目的を達成するにあたり、最初の段階である野外からのキシロース発酵酵母の採取を行なった。 <実験①> 河野勇人氏の「地域特産品開発を目的とした酵母の分離」を参考にし、10個のサンプルを決め、5つずつに分け、2回に分けて実験を行った。一回目はA:多摩川の土、B:木の樹皮、C:竹林の土、D:公園の土、E:ヤブツバキの花弁で培養を開始し、二回目はF:笹の茎、G:落ち葉、H:芝、I:雑草の根、J:ナンテンで培養を開始した。（図1）実験経過では、A,B,C,F,G,Jから位相差顕微鏡で酵母の発生が見られ、PCRによってリボソームRNA遺伝子の一部を増幅させて塩基配列のデータを得た（図2,3,4,5,6,7）。結果的にAから <i>Pichia manshurica</i> 、B,C,F,G,Jから <i>Saccharomyces cerevisiae</i> を取り出すことができた（表1）。 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> はパン酵母として有名だがそれらとは異なる株が野外に多種類存在する。また、B,C,F,G,Jのアラインメントは完全に一致するものとなった。（図8） <実験②> 実験①ではそれぞれのサンプルの酵母の種で特定することができた。しかし、2種類の酵母が合計6つ得られたが、種は共通していても、それぞれ異なる株である可能性が高い。今回の実験ではそれぞれの酵母の生理的特徴や代謝の違いを調査するために実験を行った。実験では、YPD培地に入れる糖の種類をグルコース、サッカロース、マルトース、フルクトース、ラクトース、キシロース、セルロースの7つ用意し、それらを各酵母が代謝することが出来るかを確認した。振とう培養により好氣的に酵母を培養し、YPD培地内の酵母の増殖の有無から代謝系の予測ができる。（図9）結果的にグルコース、サッカロース、マルトース、ラクトースでは全ての酵母が増殖した。一方でフルクトース、キシロース、セルロースでは酵母の増殖に差がみられた。フルクトースではAの <i>P. manshurica</i> のみ増殖しなかった。キシロースではAの <i>P. manshurica</i> とCの <i>S. cerevisiae</i> は増殖したものの、BとFの <i>S. cerevisiae</i> はグルコースが弱く、GとJの <i>S. cerevisiae</i> は増殖しなかった。また、Fの <i>S. cerevisiae</i> はセルロースでは増殖しなかった。このような結果からキシロースで代謝を行うことができる酵母はAの <i>P. manshurica</i> 株とCの <i>S. cerevisiae</i> 株である。（表2） 今まで行なった実験より、Aの <i>P. manshurica</i> 株とCの <i>S. cerevisiae</i> 株がキシロース発酵酵母の可能性が高い。しかし、採取したサンプル数が少ないため、たとえ発酵に成功していたとしても「アルコール耐性を持ちキシロースの発酵能力が高い」という特徴を持っている可能性は低いと考えられる。しかし、 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> は野外での採取が難しい(Sampaio ら,2008)ことから、今回採取できたのは稀であるとして、Cの <i>S. cerevisiae</i> 株は新規性の見込みが他のもの比べてあると考えている。
【今後の展望／Future potential and its plan】 今後はAの <i>P. manshurica</i> 株とCの <i>S. cerevisiae</i> 株が代謝をすることができたことからキシロースを資化する能力の有無を調査する。その際、キシロースが発酵の炭素源であるということを証明するためにも、培地内の炭素源に含まれるキシロースの割合を可能な限り高める工夫を行い組みたい。
【引用文献／References】 Sampaio, P. J., Gonçalves, P. (2008). Natural Populations of <i>Saccharomyces kudriavzevii</i> in Portugal Are Associated with Oak Bark and Are Sympatric with <i>S. cerevisiae</i> and <i>S. paradoxus</i> . <i>Applied and Environmental Microbiology</i> , 74, 2144. 小西仁 (2015). 「微生物によるキシロースからのエタノール生産」[JNDOS Technical Review], 57(3), 24. 小原信夫、榎敦子、岡井公彦、上田孝太郎、石田真巳、浦野直人 (2014). 「キシロース発酵能を持つ新奇酵母によるバイオエタノール生産」『科学・技術研究』, 3(1), 58.

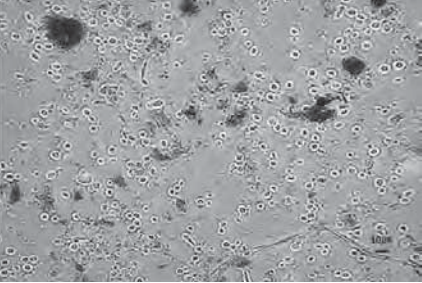


図4 Cの培地の様子 (10X)

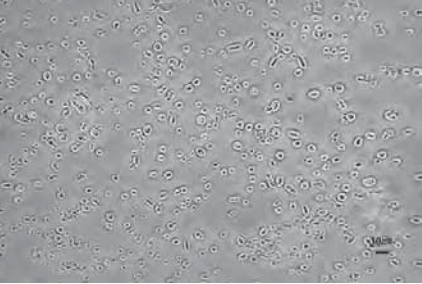


図5 Fの培地の様子 (10X)



図1 実験①の全体の流れを表したフローチャート

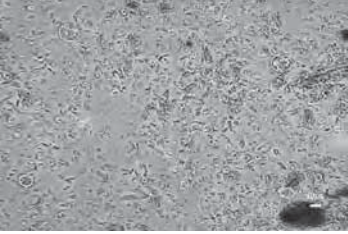


図2 Aの培地の様子 (10X)

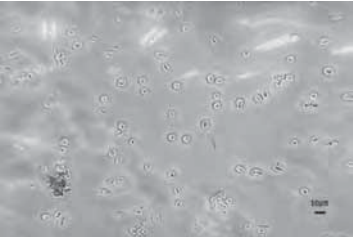


図3 Bの培地の様子 (10X)

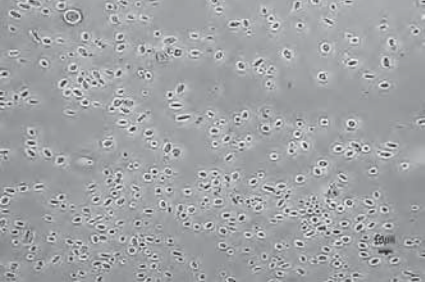


図6 Gの培地の様子 (10X)

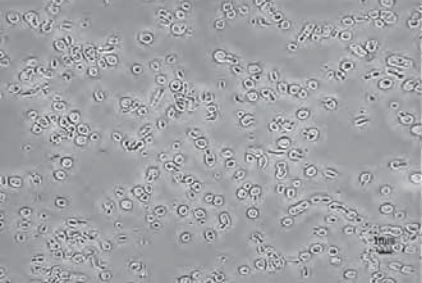


図7 Jの培地の様子 (10X)

表1 それぞれのサンプルから採集した酵母の表

サンプル	酵母の種
A	<i>Pichia manshurica</i>
B	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
C	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>



14. 東京学芸大学附属国際中等教育学校

F	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
G	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
J	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

1. A01-185F1	A T T T T A A A A T T C C A A T T A A A T C C T C C A A A T T C A C C T A C G A A A C
2. B01-185F1	A T T T T A A A A T T C C A A T T A C A A A A T T C T T A T T T T A C A A A A A T T A A T
3. C01-185F1	A T T T A A A A T T C C A A T T A C A A A A T T C T T A T T T T A C A A A A A T T A A T
4. F01-185F1	A T T T T A A A A T T T C C A C T T A C C A A A A T T C T C T T T T T A C A A A A A T T A A T
5. G01-185F1	A T T T T A A A A T T T C C A A T T A C C A A A A T T C T T A T T T T T A C A A A A A T T A A T
6. J01-185F1	A T T T T A A A A T T T C C A A T T A C C A A A A T T C T C T T T T T A C A A A A A T T A A T

(それぞれの名前の頭文字のアルファベットが酵母のアルファベットを示す)

図 8 塩基配列のアラインメント

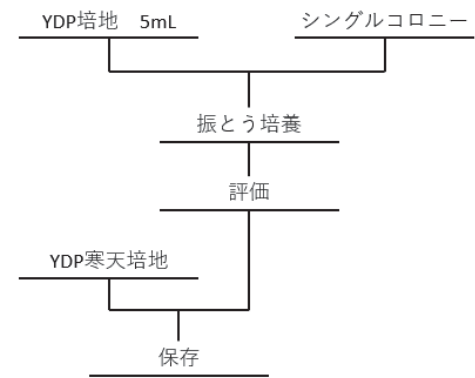


図 9 実験②の流れを示したフローチャート

表 2 実験②結果

14. 東京学芸大学附属国際中等教育学校

	サンプル					
	A	B	C	F	G	J
糖	グルコース	+	+	+	+	+
の	サッカロース	+	+	+	+	+
種	マルトース	±	±	±	±	±
類	ラクトース	+	+	+	+	+
	フルクトース	-	+	+	+	+
	キシロース	+	+	+	±	-
	セルロース	±	±	±	±	±

(+: 増殖あり - : 増殖なし ± : わずかな増殖、死滅)

15. 国分高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics

☐化学/Chemistry

☒生物/Biology

☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information

☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】国分高等学校

【代表者名/Representative's Name】中村莉望

【メンバー/Member】安城薫子

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】金井賢一

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】ゴマダラチョウとヤドリバエの命の駆け引き

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

ゴマダラチョウ *Hestina persimilis japonica* はチョウ目タテハチョウ科に属し日本を含む東アジアに分布している(引用文献 4)。1年に2〜3世代を重ね、産卵はエノキなどの葉に行われる。越冬世代のゴマダラチョウの幼虫は葉が落ちる頃に4齢で地上に降り、落ち葉の裏で冬を越す。越冬後は再度エノキの木を登って新葉を食べ、最後の脱皮を経て終齢(5齢)幼虫となる(以上、引用文献 1)。  
ヤドリバエは様々な昆虫に寄生することが知られている(引用文献 2)。現在、ゴマダラチョウには *Exorista sorbillans* (クワゴヤドリバエ) と *Peribaea apaturae* (和名無し) の2種が寄生することが知られている(引用文献 2)。ゴマダラチョウに寄生するハエの行動や特徴などは分かっていない。  
2022年1月から、高校近くにゴマダラチョウの食餌植物であるエノキがたくさんあり、採集が簡単に行えることから研究を始めた。

【目的/Goal】  
実態が不明であったヤドリバエとゴマダラチョウの関係を明らかにする。まだ誰も調べていない寄生バエの生活について、自分たちで調査し結果を比較することで、世界で初めての発見をしたい。成果については、鹿児島昆虫同好会や日本昆虫学会の会誌に投稿し、文献として利用できる状態にする。  
今回の研究を発表することで、普段気にかけていなかった寄生という生き様を多くの方に紹介し、自然界の多様性を実感してもらいたい。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】  
*P. apaturae* (図 1) はゴマダラチョウ、オオムラサキ、コムラサキというような、幼虫越冬するチョウから得られている(ガではクロスジガバ、ナカウスエダシヤクからも得られているが、幼虫の状態は不明)。Shima により 1999 年に命名されているが、詳細は分かっていない。  
我々は鹿児島県と宮崎県の5カ所からゴマダラチョウの幼虫を採集し、個別に飼育実験して動向を追跡した。その結果、86個体のゴマダラチョウ幼虫のうち、28個体から *P. apaturae* が脱出した(図 2)。中には、1個体のゴマダラチョウ幼虫から2個体の *P. apaturae* のウジが脱出してきた例も1件あった。全体の寄生率は37.2%だが(図 3)、幼虫の採集場所により、寄生率が大きく異なっていた(図 4, 5)。また、ウジが脱出することなく死んだゴマダラチョウの幼虫が3個体いたが、*P. apaturae* による寄生の有無を調べるために死体を解剖した。すると、3個体の幼虫体内にウジが残っており、寄生を確認した図 2 にはこの寄生も含めていた。  
この実験過程で、寄生されたゴマダラチョウ幼虫の体内にファネルと呼ばれる構造物が見つかった(図 6)。駒形(2019 年)によれば、ヤドリバエの幼虫が寄主体内で効率よく呼吸するための構造物である(引用文献 3)。全てのファネルは、尾部付近の一番大きな気門に繋がるように形成されていた(図 7)、これは呼吸しやすいための現象と思われた。しかし、寄生されていたゴマダラチョウの幼虫全 28 個体を解剖したところ、ファネルが見つかったのは 19 個体、67.9%であった(図 8)。このことは、寄生にはファネルの形成が必須ではないことを示している。*P. apaturae* において、これは初めて観察されたことである。館准教授によれば、ファネル自身はゴマダラチョウの幼虫の持つ成分を利用して寄生バエのウジが作ると思われるが、必須ではないとのことである(館、私信)。ウジの尾部にある気門をどのように使用してファネルなしで呼吸できるのか、現在は全く分かっていない。  
同じ *Peribaea* 属の種では、母ハエの体内で卵が発生し、ウジとして羽化する直前の卵を産みつけるらしい。(館、私信)。しかし、チョウの幼虫体内でのウジの成長については、全く情報が無い。そこで私たち

は寄主バエが宿主の体内でいつ頃3齢幼虫として成長するのかを調べてみることにした。その際に、形成途中のファネルなどが見つかれば、ファネル形成に関する新たな知見も積み重ねられるだろう。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
2023 年 1 月からのゴマダラチョウ幼虫の解剖を行い、*P. apaturae* の発育段階を確認する。2022 年の実験では、越冬から覚めたゴマダラチョウ幼虫から、約 1 週間以内にウジが脱出する事例が多かったことから(図 9)、寄生バエは宿主が越冬する前に 3 齢幼虫に成長すると予想された。結果については本講演で詳細を報告する。

【今後の展望/Future potential and its plan】  
飼育していたゴマダラチョウ幼虫を、多数死なせてしまったのは飼育技術の未熟さと思われる。今後は衛生面等に注意して飼育したい。  
*Peribaea apatulae* の母虫が産卵(卵巣内で発達したウジを貼り付ける)する秋以降、ウジがいつ頃3齢幼虫まで成長するのか、まだ誰も調べていない。1月からの継続的に解剖を行い、チョウ幼虫内でのような振る舞いをするのか調べる。  
このヤドリバエ自体は害虫の鱗翅目幼虫に寄生しないが、ヤドリバエには生物農薬として農業の発展に貢献できる種も見られる。それらの生態をはっきりさせていく中で、本種の生態を明らかにすることで貢献できるかもしれない。

【参考文献/References】  
1. 福田晴夫・浜栄一・葛谷健・高橋昭・高橋真弓・田中蕃・田中洋・若林守男・渡辺康之(1983) 原色日本蝶類生態図鑑 (II). 325pp. 保育社、大阪。  
2. Hiroshi Shima (2006) A Host-Parasite Catalog of Tachinidae (Diptera) of Japan. 171pp. まぐなぎ Supplement2, 双翅学会。  
3. 駒形 森 (2019) ヤドリバエのファネルから探る内部捕食寄生者の寄生適応。公開セミナー要旨。https://unit.aist.go.jp/bpri/jp/news.html. (2023 年 1 月 18 日閲覧)。  
4. 白水陸 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 336pp. 学研、東京。

- 121 -



15. 国分高等学校



図1. *Peribaea apaturae* の成虫  
ゴマダラチョウの幼虫から脱出したウジを飼育して得たヤドリバエ

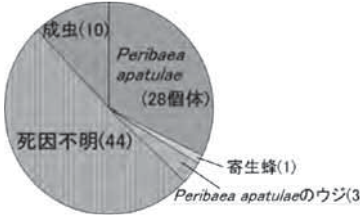


図2. 死亡要因  
飼育した86個体のゴマダラチョウの幼虫のうち、成虫になったのは10個体、死因不明の幼虫が44個体、幼虫の死体からウジの死体を見つけたのが3個体、寄生蜂が1個体、寄生バエ成虫が羽化したのが28個体であった。

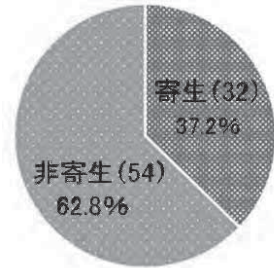


図3. 寄生率  
86個体のゴマダラチョウ幼虫のうち、寄生されていたのは32個体、37.2%であった。

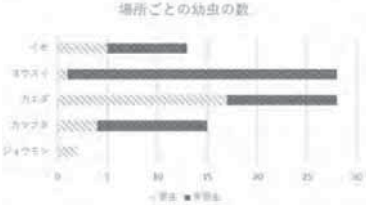


図4. 場所ごとの幼虫の数  
5か所の幼虫採集地ごとの、全幼虫数と寄生されていた個体数の比較

15. 国分高等学校

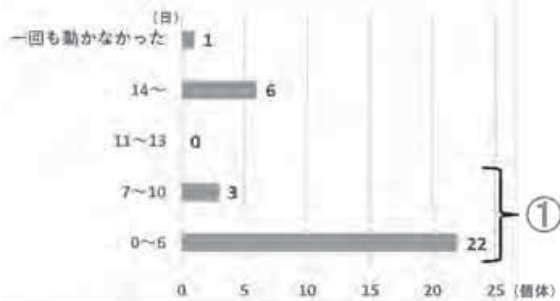


図9. ゴマダラチョウの幼虫が動かなくなってから死ぬまでの日数と個体数の関係  
寄生されていたゴマダラチョウの幼虫のうち、越冬から覚めた幼虫が再度動かなくなってから死ぬまでの日数。動かなくなった幼虫をつついて、反応しないことを死亡とカウントしたが、本来は本当に死んでいるのかどうか分からない。ただし、動かなくなってからかなり早い段階で幼虫が反応を見せず、ヤドリバエのウジの影響かもしれない。

15. 国分高等学校

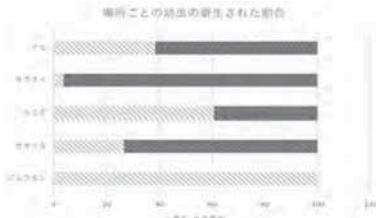


図5. 場所ごとの幼虫の寄生された割合  
5か所の採集地ごとの、寄生率の比較

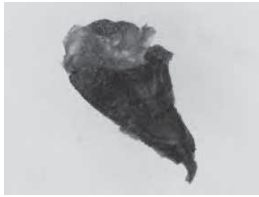


図6. ファネル  
ゴマダラチョウの幼虫死体から発見した構造物。尖った先端を気門にひっかけて、筒状の構造内にウジが収まり、尾部の気門から効率よく酸素を吸収するのに役立つ構造物（駒形，2019）。

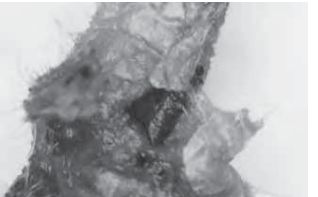


図7. 気門につながるファネル  
ファネルの尖った部分が、気門に引っかかっている状態。

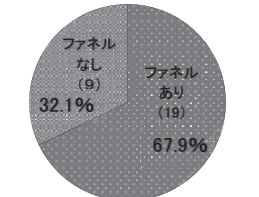


図8. 寄生された幼虫からファネルが発見された割合  
寄生バエのウジが脱出した28個体のゴマダラチョウ幼虫のうち、ファネルが体内から見つかったのは19個体、67.9%であった。

16. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	
【代表者名/Representative's Name】川内紫乃	
【メンバー/Member】南宮伽 安川奈緒 山本采良紗	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】生田依子	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】ナギの葉による発芽抑制・成長阻害に関する研究	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 世界遺産に認定されている奈良県の春日山原始林では国内外来種のナギが増加している。春日山原始林は春日大社の神域として、立ち入りや樹木伐採が841年から禁じられ、市街地に接近して現存する極めて珍しい原始林であり、その生態系を本来のままに保つべき貴重な原始林である。奈良県が策定した春日山原始林保全計画でも「常緑針葉樹ナギの拡大の抑制」を原始林の課題解決のための10の保全方策の一つとしている <sup>3)</sup> 。我々は、春日山原始林の本来の植生を守るためにナギの伐採は必須であると考えている。しかし、ナギをただ処分するだけでなく有効利用したいとも考えた。伐採され処分されるのは、地上部、つまり葉であり、そのナギの葉を有効利用したいと考えた。ナギの根にはアレロパシー活性があり、ほかの植物への成長阻害が知られているが、葉のアレロパシー活性はレタスで報告がある <sup>2)</sup> だけで、ヤマトナナとエンバクはない。そこでナギの葉のアレロパシー活性をヤマトナナとエンバクを用いて明らかにすることを予備実験での目的とした。伐採で処分されるナギの葉がレタスだけでなく、他の植物にもアレロパシー活性を示すならば、天然の除草剤などとして利用できるのではないかと考えた。ナギは春日山原始林の照葉樹林のなかに、ナギの純林を形成している。これらのことから、照葉樹林を形成する植物に対してアレロパシー活性が高い可能性がある。そこで、照葉樹林を構成する樹種は双子葉類であり、単子葉類の草本でないことから、双子葉類としてヤマトナナ、単子葉類としてエンバクを用いて、双子葉類と単子葉類で阻害の程度が異なることを明らかにすることを目的とした。本来は双子葉類として木本の種子を用いたかったが、木本の種子は発芽率が一定ではないため、栽培品種であるヤマトナナ（奈良県固有のアブラナ科薬物野菜）を用いた。エンバクは栽培品種であり、ペットショップでネコに食べさせる草として販売されており、発芽率が一定で高く、また入手しやすいため用いた。春日山原始林では外来種ナンキンハゼが増加し、地上部を伐採しても根が残るために除去が難しい。このナンキンハゼにナギの葉のアレロパシー活性を利用して、発芽抑制・成長阻害をすることができれば、国内外来種ナギを用いて外来種ナンキンハゼ（双子葉類）を抑制することができる可能性がある。限時点ではまだ実現できていないが、ナギの葉がナンキンハゼに成長抑制・阻害を引き起こすことを明らかにし、春日山原始林の本来の植生を保護することを将来の目的としている。	
【目的/Goal】 ナギの葉が双子葉類であるヤマトナナと単子葉類であるエンバクに発芽抑制・成長阻害を引き起こすことを明らかにすることを目的とする。また、双子葉類であるヤマトナナのほうが単子葉類であるオーツムギへの発芽抑制・成長阻害の程度より大きいと明らかにすることも目的とする。	



【新規性と創造性／Novelty and Creativity】
ナギの根にはアレロパシー活性があり、ほかの植物への成長阻害が知られているが、葉のアレロパシー活性はレタスで報告がある <sup>2)</sup> だけで、ヤマトマナとエンバクはない。また、春日山原始林の国内外来種ナギを用いて、外来種ナンキンハゼを除去しようという試みはいままでにされていない。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】
我々は予備実験を行い、ナギの葉は双子葉類であるヤマトマナと単子葉類であるエンバクに発芽抑制・成長阻害を引き起こすと明らかにした。また、発芽抑制・成長阻害の程度は双子葉類であるヤマトマナのほうが単子葉類であるエンバクより大きいことも明らかにした。これらのことから、ナギの葉は外来種ナンキンハゼ（双子葉類）に強い発芽抑制・成長阻害をもたらす可能性がある。ナギの葉を用いたナンキンハゼの除去に成功すれば、ナギとナンキンハゼの両方を減らすことができ、春日山原始林の本来の生態系を保護することが実現できると考える。以下に予備実験の概要を示す。春先にナギの葉を加えた培地を実験区(写真1,2)、ナギの葉は-85℃で冷凍し粉砕した後、ろ液を培地に加えた、ナギの葉のろ液を加えない培地を対照区とした(写真3,4)。発芽率はヤマトマナとエンバク共に実験区では0%、対照区では100%となった(図1,2)。なお、播種2日後に発芽率を、4日後に根の長さを測定した。4日後には全て発芽していた。実験区に置いたヤマトマナの種子の根の長さが平均0.4±0.3mm(図3)、エンバクの種子の根の長さが平均2.1±1.1mm(図4)、ヤマトマナの種子の根の長さが平均8.5±3.2mm(図3)、対照区に置いたエンバクの根の長さが平均17.4±1.5mm(図4)となった。なお平均は、平均値±標準誤差で示す。実験区のほうが、ヤマトマナ、エンバクともに有意に短かった（t検定 エンバク $p<0.05$ 、ヤマトマナ $p<0.01$ ）。対照区の根の長さを1とした場合、実験区の根の長さは、エンバクでは0.12、ヤマトマナでは0.05である。このことから、ナギのアレロパシー活性はヤマトマナのほうが大きいと考えた。しかし、この方法では、ナギに含まれる化学物質ではなく、ナギの葉のろ液に残った繊維などが物理的に根の伸張を阻害した可能性を排除できない。そこで、その可能性を排除するために猪谷らのサンドイッチ法 <sup>1)</sup> (写真5,6)を参考に実施した。ナギの繊維等が種子に直接触れないように、ナギの生の葉を粉砕せずに、葉の上下に寒天を流しこみ固化させた。この培地では種子はナギの葉に直接触れることはない。エンバクではナギの葉を加えた培地を実験区、ナギの葉を加えない培地を対照区とした。実験区のエンバクの種子の芽の長さは平均3.0±1.2mmであった(図5)。根の平均は9.8±1.2mmであった(図6)。対照区はエンバクの種子の芽の長さの平均は8.2±0.9mmとなった(図5)。根の長さの平均(図6)は11.2±2.1mmとなった(図6)。芽では実験区が対照区より有意に短かった（t検定 $p<0.05$ ）。根では有意差がなかった（t検定 $p>0.05$ ）。なお平均は平均値±標準誤差で示した。実験結果より、ナギの葉にはヤマトマナとエンバクの発芽を抑制し、成長を阻害する成分が含まれていると考えられる。また、サンドイッチ法の結果より、成長阻害は葉の繊維ではなく、葉に含まれる化学物質であると考えられる。ナギの葉にはナギラクトンが含まれ、ナギラクトンは低濃度では芽の成長を阻害するが、根には影響がないと知られている <sup>1) 2)</sup> 。そのため、本研究での発芽抑制・成長阻害はナギの葉に含まれるナギラクトンの影響であると考えた。また、サンドイッチ法で根に阻害が起きなかったのは、加えた葉が少なかったため、含まれる阻害物質の濃度が低かったためと考えた。
【今後の展望／Future potential and its plan】
我々は本研究の種子を天理市内で採取したナンキンハゼの種子（春日山原始林内では採取が許可されないため）にかえて研究を進めている。ナンキンハゼは双子葉類なのでナギの葉を用いた成長抑制ができると明らかにすれば、春日原始林で実用化し、本来の生態系を保護することと、ナギの葉の有効利用ができる。また、SDGs15 陸の豊かさを守ろうに貢献できる。
【参考文献／References】
1) 猪谷 富雄 平井 健一郎 藤井 義晴 神 田 博史 玉置 雅彦 サンドイッチ法による雑草および薬用植物のアレロパシー活性の検索 雑草研究 Vol. 43 (3) pp.258-266 (1998)
2) 猪谷 富雄 宮川 良亮 山本 涼平 妹尾 拓司 山浦 高夫 山科植物資料館で採取した薬用植物などのアレロパシー活性 作物研究 vol. 65 pp.55-63 (2020)
3) 奈良県 『春日山原始林における常緑針葉樹ナギの本格的な数量調整方法 (案) 奈良県平成28年第3版』

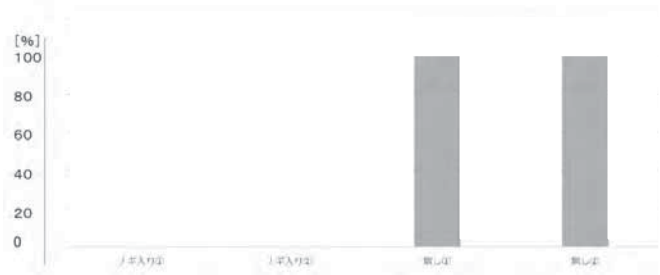


図1 ヤマトマナの発芽率

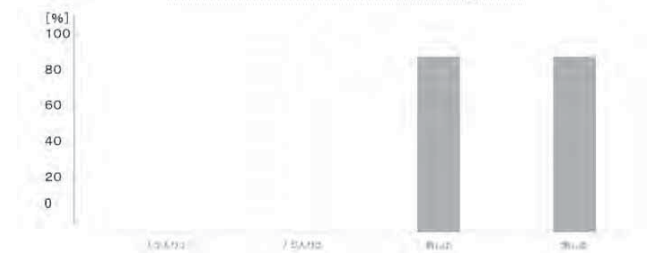


図2 エンバクの発芽率



写真1 実験区ナギ入り(ヤマトマナ) 播種4日後



写真4 対照区ナギなし(エンバク) 播種4日後



写真2 実験区ナギ入り(エンバク) 播種4日後

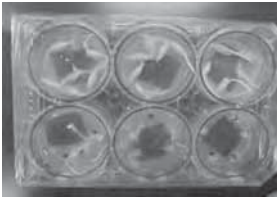


写真5 サンドイッチ法を用いたナギの成長阻害(実験区)



写真3 対照区ナギなし(ヤマトマナ) 播種4日後

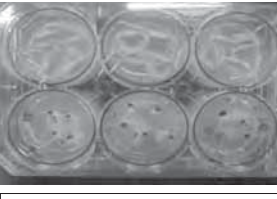
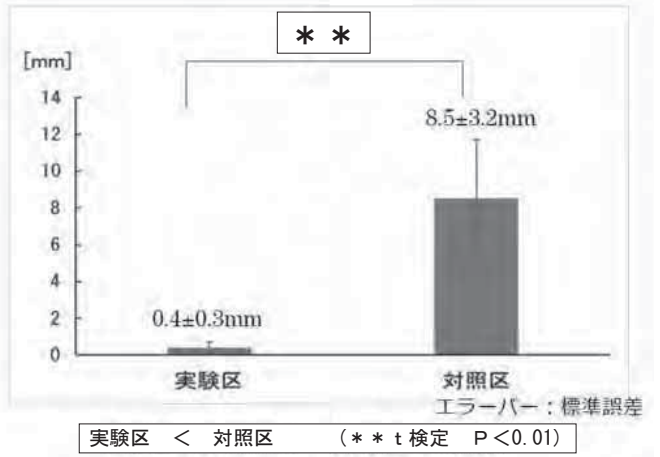


写真6 サンドイッチ法を用いたナギの成長阻害(対照区)



実験区 < 対照区 (\*\* t検定 P<0.01)

図3 ヤマトマナの根の長さ



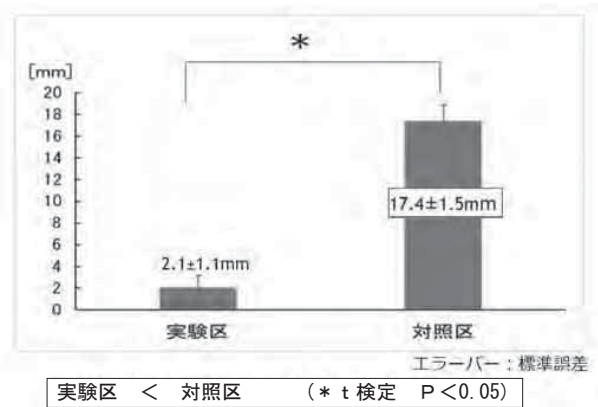


図4 エンバクの根の長さ

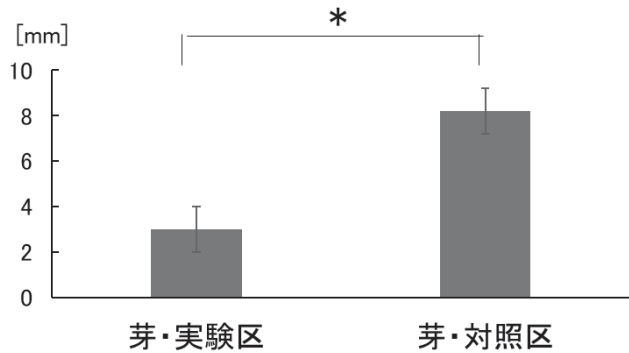


図5 サンドイッチ法による芽の長さ (\* t 検定 P < 0.05)

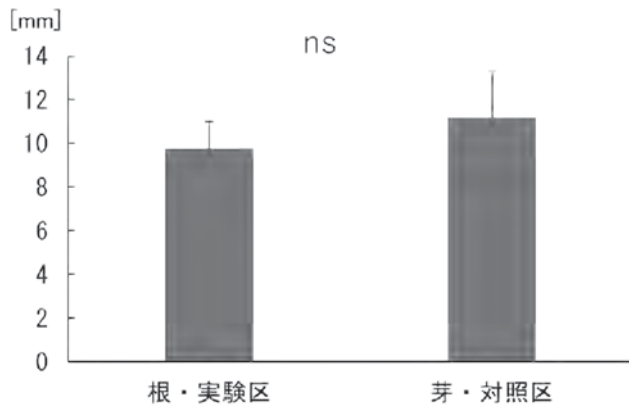


図6 サンドイッチ法による根の長さ (ns t 検定 P > 0.05)

ご自身の研究段階 (Research Stage) :	<input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野/Field	最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】神奈川県立相模原弥栄高等学校	
【代表者名/Representative's Name】神田秀真	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】向江 佳織	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】ウニのでんぐり返し～前転なのか後転なのか～	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 私が稚ウニの世話をしていたとき、稚ウニがひっくり返りの行動をした。気になって調べていくうちに何らかの規則性があることに気が付いた。丸い形のウニのひっくり返り行動に疑問を感じ、実験を行ったところ、ひっくり返りには一定の方向性があることを発見した。成体のウニに方向性があることに關しては他の高校の先行研究があったが、発生段階のいつの時期からひっくり返りの方向性が決定するのかや他の棘皮動物との比較、3 次元的なひっくり返り行動の解析については研究を行っているところがなかったため、この研究テーマを設定した。	
【目的/Goal】 ・ひっくり返りの方向性が決定する時期の特定をする。 ・他の棘皮動物とウニの方向性の関係について比較する。 ・上記を行った上で、ウニのひっくり返り行動の詳細なデータをとる。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 先行研究は、ウニの成体を用いていたが、私が行う研究は、各発生段階のブルテウス幼生を実験材料とする。ムラサキウニの成体(図 1)とタコノマクラのブルテウス幼生(図 2)は形状がまったく違うため、体制をモデル化し、各発生段階において同じ基準で、なるべく多くの正確なデータを集める必要がある。棘皮動物では、他の高校でヒトデを使った計画を聞いたことがあるが、私はナマコ(図 3)を使用しようと考えている。ヒトデの体制は基本的に五放射相称でウニと同じである。もし体制によって方向性が決まっているとしたら、ウニと同じように、移動している方向に前後、口とその反対のちょうど口の裏にあたるところで上下、という方向性になってくる。しかし、ナマコはそうはいかず、口と同じ方向に進み、肛門が後ろのような方向性になってくる。例えば、ウニで肛門が下側であるとする場合、ナマコも肛門が下側を基準とし、3次元の軸を決めて、方向性を測定するしくみを構築する必要がある。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ウニは、受精後約 22 時間程度でブルテウス幼生(4 腕期)になる。7 日で 6 腕期、12 日で 8 腕期前期、24 日で 8 腕期後期、45 日で変態をする。それぞれの時期に実験を行うのだが、私は 4 腕期にはすでに方向性が決定しているのではないかという仮説をたてた。なぜなら、体が丸い形のプリズム幼生からくさび型のブルテウス幼生に変わっているからだ。ブルテウス幼生はプリズム幼生と違い、腕を使って移動すること、餌を採ることもできる。採餌行動の範囲を広げるために、あるいは敵から身を守るために、動きに方向性をもたせているのかもしれない。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 ・ウニを受精し、各発生段階を記録する。 ・ナマコとウニをどのようにして比較するかの実験方法を考え、実行する ・成体のウニのひっくり返りの行動を数値化する	
【参考文献/References】 [1]「高等学校 生物」第一学習社	

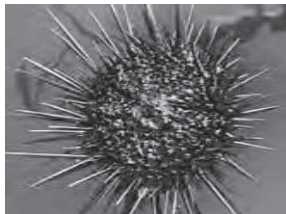


図1：ムラサキウニの成体



図2：タコノマクラのブルテウス幼生

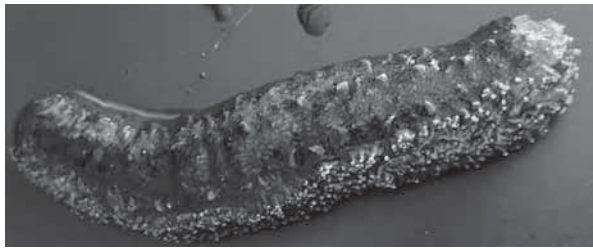


図3：飼育中のナマコ



18. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics☐ 化学／Chemistry☒ 生物／Biology☐ 地学／Earth Science☐ 数学＋情報／Mathematics&Information☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】神奈川県立相模原弥栄高等学校

【代表者名／Representative's Name】中村 陽登

【メンバー／Member】横村 理己 遠藤 澄良

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】向江 佳織

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】昆虫界のカメレオン!ーカマキリの体色変化と捕食行動ー

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】カマキリは昆虫綱カマキリ目に分類される昆虫の総称であり、日本に生息するカマキリには同種でも緑色型と褐色型が存在する (図 1、2)。以前、本校の先行研究より、ハラビロカマキリの体色や複眼がピンク色になるなど特異な姿が観察された (図 3)。カマキリの体色変化と特有の捕食行動に注目し研究を始めた。文献などで調べると、体色変化には遺伝的要因や環境要因など様々な条件が関わっている可能性があることが分かった<sup>[1]</sup>。捕食行動についても同様に、様々な条件が関わっていることが分かった<sup>[2]・[3]・[4]</sup>。そこで、カマキリの飼育環境を変えて観察し、個体に変化が見られるのかを調べることにした。

【目的／Goal】①周囲の色や温度などの飼育環境を変化させて観察を行い、体色の決定に関わっている要因を特定する (図 4)。また、異なる体色の個体同士の交配などを行い、遺伝的要因についても検証する。最終的には、体色を自在に変化させ、様々な体色の個体を作り出せるようにする。②成虫の捕食過程及び通常の行動を観察、記録し、餌を発見してから捕獲に至るまでの行動に規則性があるのか検証する。また、獲物を餌と認識する際の条件を、モーターを利用した動きや通常捕食しているバッタ類の昆虫に似せた模型等を使用し調べる。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】カマキリの体色変化の要因については、一般的には生息環境の色によって変化する保護色であるとされているが、先行研究の文献では、事前調査の段階では現在に至るまで発見できていない。実験を通し、カマキリの体色変化の要因を特定できれば、カマキリは勿論その他の昆虫に適用できる。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】①今回の実験では、餓死や共食いなどの飼育の習熟度の不足に伴う環境の条件以外での死因によって個体数を浪費してしまった (表 1)。そのため、主要なデータが得られなかった。しかし、飼育している個体の中で、脱皮の段階で体色変化を起こした個体 (図 5) を確認したため、「体色変化は脱皮の際に行われる」という仮説をたてることができた。このことから、体色変化させた条件の中で、個体の成長を観察するという実験方法の確立に向け、検討を重ねている。②捕食行動の実験においても、通常時の個体の行動をデータ化する方法が確立できたため (図 6、7)、実験を行う個体を増やすことで、より再現性の良いデータが得られると考えられる。餌と認識する条件についても、モーターや模型 (図 8)、実験器具の改良を行い、餌と認識させられる模型の完成に近づくことができると考えている。

【今後の展望／Future potential and its plan】今年度は個体を生かす飼育、実験ができなかったため、カマキリが孵化する春期までの間に、それぞれの成長段階における最適な餌の選定及び継続的な確保の確立が主な課題である。そのため、一度に大量に孵化する幼虫の隔離、飼育方法も確立させたい。

【参考文献／References】[1] 海野和男『世界のカマキリ観察図鑑』株式会社 草思社。[2] 山脇光史『いかにカマキリは餌を捕まえられるか:餌認知と捕獲行動のメカニズム』。[3] 岡吉隆・蛭川謙太郎 共編『行動とコミュニケーション』培風館。[4] 山脇光史『カマキリにおける感覚と行動の神経生物学』

18. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

図 1：ハラビロカマキリ (緑色型)

図 2：ハラビロカマキリ (褐色型)

図 3：特異的な体色変化をしたハラビロカマキリ成虫

図 4 周囲の色を変える実験で使用したケース

図 5：脱皮中に体色変化した個体 (緑色から褐色)

図 6：行動観察ケース  
個体を入れしばらく落ち着かせた後、上からタイムラプス撮影する。

18. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

図 7：図 6 で撮影した映像からカマキリの軌跡を写したものの

図 8：餌のバッタと同じ緑色のテープで模型を装飾  
人とカマキリとでの色認識の違い等も調べる必要がある。

表 1 ハラビロカマキリ幼虫の生存曲線  
孵化時から観察し、卵 A は物陰、BC は窓際で飼育

19. 宮城県仙台第三高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☐ Preliminary

☒ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics☐ 化学／Chemistry☒ 生物／Biology☐ 地学／Earth Science☐ 数学＋情報／Mathematics&Information☐ その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】宮城県仙台第三高等学校

【代表者名／Representative's Name】志村 伊織

【メンバー／Member】佐々木 亮輔 志村 伊織

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】田中恵太

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】サクラ類における巻き葉形成メカニズムの解明

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】一部の昆虫類は樹木の葉に産卵し、揺籃や虫えい (虫こぶ)、巻き葉 (図 1、2、3)<sup>[1][2][3]</sup>と呼ばれている種固有の様々な工夫を凝らし利用することが知られている。サクラ類に寄生する一部のアブラムシは葉を変形させ、巻き葉を形成する。しかし、揺籃や虫えい (虫こぶ) と異なり、巻き葉形成の具体的なメカニズムについては報告がされていない。なぜ葉が変形するのか、そのメカニズムを調べるために私たちはヒキオコシコブアブラムシが形成する巻き葉の植物組織についてのデータを集計し、巻き葉形成のメカニズムについてのモデルを作成できないかと考え、本研究に取り組んだ。今年度、私たちは正常葉と巻き葉の葉の表皮細胞の長さや細胞数との関係を調べるために正常葉及び巻き葉のパラフィン切片を作成し (図 4)<sup>[4]</sup>、葉の表面 200 μm 当たりにある葉の両面の表皮細胞の長さ・表面表皮細胞の数を計測し、比較した。その結果は、葉の表面 200 μm 当たりの正常葉と巻き葉それぞれの表面の表皮細胞の細胞 1 つ当たりの水平方向の長さの平均値、両面の表皮細胞の細胞 1 つ当たりの垂直方向の長さの平均値については有意な差異は確認できなかった (図 5)。以上のことから、植物ホルモンによる細胞伸長成長促進は水平方向のみに作用している可能性が示唆された。この現象には、一般的に知られているエチレンなどの植物ホルモンにより、セルロース繊維が縦方向に合成される現象も関与している可能性が推測された。一方他種の虫えいや虫こぶを形成するアブラムシの中で、ニレに虫えいをつくらせるアブラムシ *Tetraneura nigriabdominalis* (図 6)<sup>[5]</sup>は、植物ホルモンであるオーキシシンやサイトカイニンを体内に高濃度に蓄積しており、虫えいの中でホルモンを効果的に働かせる機構を持っている可能性について言及している先行研究があった。この先行研究を踏まえて今回の結果で示された細胞伸長には細胞伸長成長促進の働きをもつオーキシシンなどの植物ホルモンが関与している可能性が示唆された。そこで私たちはソメイヨシノにオーキシシンを異なる葉に与え、葉の様子の観察と植物組織の観察を通して巻き葉形成への植物ホルモンの関与を確認する実験を行った。

【目的／Goal】ヒキオコシコブアブラムシによって巻き葉が形成される際の葉の構造の変化を明らかにすることを目的とした。

- 125 -



【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

ニレに虫えいを形成する他種のアブラムシ *Tetraneura nigriabdominalis* が体内にオーキシンの植物ホルモンを高濃度に蓄積していることから、植物ホルモンによる細胞伸長成長と細胞分裂の促進・抑制によって巻き葉が形成されていると考え、巻き葉形成の再現実験として、以下の可能性を考え4つの操作を行った。巻き葉の裏面にヒキオコシコブアブラムシが寄生していたことから、裏面からオーキシシンが与えられると考えた。高濃度のオーキシシンによる裏面表皮細胞の伸長の抑制と、表面表皮細胞に伝わるまでにオーキシシン濃度が下がったことによる表面表皮細胞の伸長促進の2つのオーキシシンによる働きで巻き葉が形成されると考えて操作Aを行った。オーキシシンは光によって活性を失いやすいので、夜間にヒキオコシコブアブラムシがオーキシシンを与えた可能性も考え、葉に光が当たらないように箱を被せる操作Bを行った。ヒキオコシコブアブラムシが葉の両面にオーキシシンを与えて、両面の表皮細胞の伸長を促進する可能性も考え操作Cを行った。ヒキオコシコブアブラムシが口吻(図7)からオーキシシンを注入することで表面・裏側のどちらかの表皮細胞にオーキシシンが作用して巻き葉が形成されることも考え操作Dを行った。オーキシシン濃度①:  $1.00 \times 10^{-2} \text{mg} \cdot / \text{mL}$  ②:  $1.00 \times 10^{-4} \text{mg} \cdot / \text{mL}$  ③:  $1.00 \times 10^{-6} \text{mg} \cdot / \text{mL}$  ④:  $1.00 \times 10^{-8} \text{mg} \cdot / \text{mL}$ 。なお、溶媒には純水を使用した。

操作A: 葉の裏面に①～④を塗る

操作B: 葉の裏面に①～③を塗る+光を遮断

操作C: 葉の両面に①～③を塗る

操作D: 葉に①～③を注射で注入

その結果、目視での葉の変化は確認できなかったのですが、さらに詳細に調べるため光学顕微鏡を用いて葉の植物組織を観察する。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

ヒキオコシコブアブラムシは直接的または間接的な方法で、正常葉にオーキシシンなどの植物ホルモンを作用させ、表面表皮細胞の水平方向へ裏面表皮細胞を細胞1つ当たり平均2μmほど伸長成長を促進させていることが示唆された。この現象が表面表皮細胞全体で生じ、葉の組織構造に歪みが発生することを示すことで裏側に巻き付く巻き葉が形成される可能性を世界で初めて示すことができる(図8)。オーキシシン注入・塗布実験ではオーキシシンの濃度が適切ではなかったか、実験葉の成長時期と合わず、葉が成長しきってしまっていた可能性が示唆された。

【今後の展望／Future potential and its plan】

巻き葉と正常葉のサンプルを増やし、表面及び裏面の表皮細胞の長さ・数の差をより明確にする。実験1よりエチレンの関与の可能性も推測されたので、細胞壁におけるセルロースの分布を正常葉と巻き葉で比較することも実施していく。実験2からは、今回のオーキシシン注入・塗布実験では純水にオーキシシンを溶かした水溶性のオーキシシンを使用したもので、ワセリンにオーキシシンを混合したものを塗布することで、揮発を防ぎ植物体へ持続的な作用をさせる実験も行いたいと考えている。

【参考文献／References】

- 1) 公益社団法人日本木材保存協会
- 2) 「虫こぶ」をつくる? 昆虫の植物ホルモン【寄稿農学部教授鈴木義人】茨城大学
- 3) こうち農業ネット 4) 植物組織の観察(パラフィン切片法) 福原達人
- 5) 木のメモ帳ホームページ 廣野郁夫



図1 オトシブミの作る揺籃(赤丸部分)<sup>1)</sup>



図2 シバヤナギハウラタマフシの虫えい(虫こぶ)(赤丸部分)<sup>2)</sup>



図3 アブラムシ類の巻き葉(赤丸部分)<sup>3)</sup>

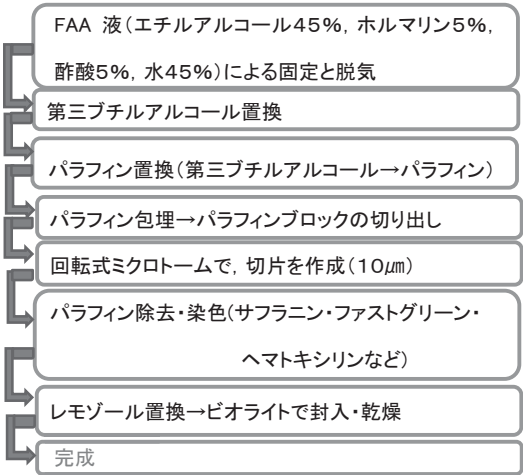


図4 パラフィン除去・染色・再脱水・レモゾール置換<sup>4)</sup>

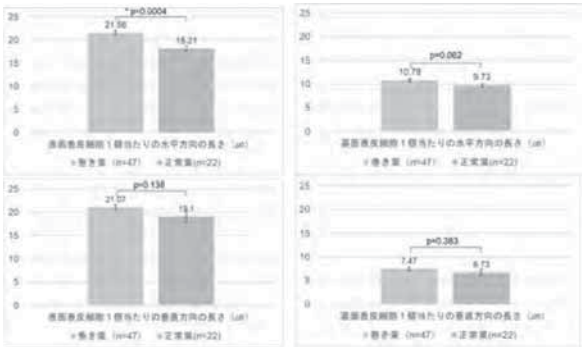


図5 正常葉と巻き葉の表皮細胞における細胞長・細胞数と表皮細胞1個当たりの水平方向(上段)と垂直方向(下段)の長さの平均値(μm/個)と対応のないt検定(優位水準5%の両側検定)の結果



図6 オカボノクロアブラムシ *Tetraneura nigriabdominalis* <sup>5)</sup>





図7 口吻  
(アブラムシの模式図)

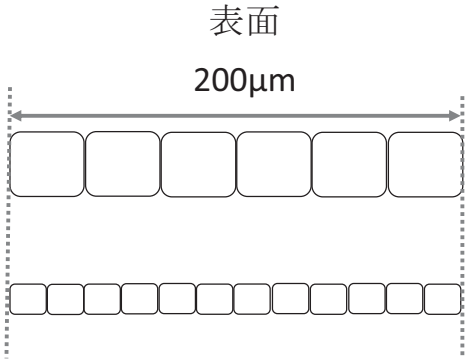


図8 巻き葉形成のメカニズム

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☒ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science  
☒ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☐ その他 / Others specifying :

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】三田国際学園高等学校

【代表者名 / Representative's Name】仙道紫姫

【メンバー / Member】角野陽奈美 仙道紫姫 矢部優奈

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】辻敏之

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】疾患原因となるアミノ酸の解析

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】

疾患発症の原因として、環境要因と遺伝要因が挙げられる。遺伝要因の影響が大きい疾患を遺伝疾患という。発症メカニズムの一つに遺伝子の変異によるタンパク質の構造・機能変化がある。しかし、タンパク質のアミノ酸変異と疾患発症の関係については分からないことが多い[1]。タンパク質は決められた場所で機能する。真核生物には細胞小器官があり、役割分担が明確になり、高次の細胞機能を獲得した。例えば核に局在するタンパク質に問題があるとがんになりやすくなることがある。この役割ごとに疾患との関連性も異なると考え、細胞内局在に注目した。また、ミトコンドリアDNA(mtDNA)由来のタンパク質に注目した。これらの機能障害と双極性障害の関連性が知られている[2]。本研究ではタンパク質を細胞内局在先ごとに分類し、アミノ酸変異と疾患の関連性について検討した。これによりタンパク質の大まかな機能と疾患原因となるアミノ酸変異の関係が明らかになると考えている。

【目的 / Goal】

現代の遺伝子検査では、これまでに明らかになっている疾患に関連する変異があるかどうかデータベースで照会している。未知のアミノ酸変異について、疾患に関連するか確認するのは難しい[3]。そこで本研究では、どのようなアミノ酸変異が疾患との関連性が強いのか検討した。そのとき細胞内局在に注目することで、タンパク質機能との関連性についても検討した。この関連性を明らかにすることで、将来的に未知のアミノ酸変異によって疾患が生じるかどうか予測することを目指としている。

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】

現在の遺伝子検査では、これまでに明らかになっている疾患に関する変異があるかどうかデータベースで照会している。未知のアミノ酸変異について、疾患に関連するか確認するのは難しい[3]。そこで本研究では、どんなアミノ酸変異が疾患との関係性が強いのか検討する。この問題は難しいため、束縛条件として細胞内局在に着目し、タンパク質をグループ化して解析を行い、細胞部位によってアミノ酸変異が整体に与える影響を検討した。どんなアミノ酸変異が疾患を発症させるか関連性を明らかにすることで、将来的に未知のアミノ酸変異から疾患が生じるかどうか予測できるようになると考えている。

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

タンパク質のデータベースである UniProt[4]と、ヒトのタンパク質ミスセンス変異 (アミノ酸が変化する変異) と疾患のデータ humsumver.txt (75431 エントリー) を用いてタンパク質の機能とアミノ酸の変異に関する解析を行った。4つの部位 (ミトコンドリア、細胞膜、核、細胞質基質) に局在するタンパク質に注目して、どのようなアミノ酸変異が疾患と関連するか解析を行った。そこから見いだされた疾患との関係が強い変異が生じるタンパク質の局在部位と機能の関係について検討した。

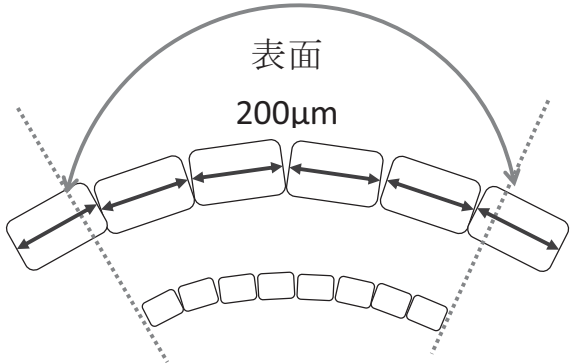


図8 巻き葉形成のメカニズム

アミノ酸変異によって疾患になる割合  $P_d$  を細胞内局在部位ごとに求めた (式 1)。アミノ酸が  $Xxx$  から  $Yyy$  へ変わる変異データの中で、疾患と関連するというデータ数を  $D_{XxxYyy}$ 、疾患と関連しないデータ数を  $P_{XxxYyy}$  とした。すべてのアミノ酸変異について  $P_d$  の値を計算した。細胞小器官ごとにアミノ酸変異と疾患の関連性を比較するため、細胞小器官ごとに図 1-4 のヒートマップを作成した (図 1-4)。

$$P_d = \frac{D_{XxxYyy}}{D_{XxxYyy} + P_{XxxYyy}} \quad \text{式 1}$$

ヒートマップでは疾患と関連性の高い変異を赤色、関連性の低い変異を青色で示した。

作成したヒートマップを比べると、核タンパク質では変異と疾患の関連性が低いことが分かった。ミトコンドリアタンパク質では変異と疾患の関連性が高かった。核、ミトコンドリアは生命活動の根幹をなす細胞小器官だが、特に核に局在するタンパク質は変異に対する耐性があると考えられる。100%疾患になる変異が生じるタンパク質についてどんな機能を持つのか検討した。ミトコンドリアや細胞膜、細胞質基質では ATP に結合する機能をもつものが多かった。このことは、これらの場所がヒトの生命活動に必要なエネルギーを生成するのに重要な役割を担っていることを示している。核では DNA 結合など、セントラルドグマに関連する機能を持つものが多く見られた。このことはこれらのタンパク質が非常に重要な役割を果たしていることを示している。疾患になる割合が 0% の変異が起るタンパク質では、細胞膜、核、細胞質基質において亜鉛イオン結合の機能を持つものが多かった。亜鉛イオンに結合するタンパク質は転写因子に多く、それらは DNA に結合するまで固有の立体構造を持たない場合が多い[5]。そのため、アミノ酸が変異してもタンパク質の立体構造にはあまり影響せず疾患になりにくいのではないかと考えた。

mtDNA と核 DNA に由来するタンパク質の疾患原因や機能の違いについて明らかにするため、疾患と関連する変異の特徴、病名を取り出した。特に本研究ではミトコンドリアが関連していると明らかにされつつある双極性障害[2]などの精神障害に関わるタンパク質に着目した上で、それぞれ精神障害に関するタンパク質ごとに分け全体との比較をし、タンパク質の機能について解析した。特に、表 1 の mtDNA 由来のタンパク質は精神障害に関連するタンパク質である。

mtDNA 由来のタンパク質は 13 種あり、このうち 10 種のタンパク質において脳・神経に關係する疾患を生じる変異が認められた。この割合は核 DNA における脳神経疾患発症変異とは比べものにならないくらい大きいことが分かった。9 つのタンパク質で遺伝性視神経症を引き起こす変異が、2 つのタンパク質にアルツハイマー病に関連する変異、1 つのタンパク質に神経障害、運動失調症、網膜色素変性症に関連する変異があることが指摘されていることが分かった。このことから、mtDNA 由来のタンパク質は神経障害に大きく関わっていることがわかる。また、mtDNA 13 種類の機能や活性化の種類は表 2 のようになっており、個々に差はあまりないことがわかる。そのため、それぞれのタンパク質のアミノ酸変異の場所によって疾患と関わりがあるのではないかと考えた。

【今後の展望 / Future potential and its plan】

細胞小器官によって、タンパク質の変異が疾患をもたらす頻度が異なることがわかった。強く疾患に関わる変異を持っているタンパク質は細胞小器官の役割を担うものである傾向があることが分かった。ミトコンドリア DNA 由来のタンパク質は神経性の疾患との関わりが強いことが明らかになった。本研究の最終目標はある変異が疾患原因になるかどうか予測することであり、現在はまだある変異が疾患の原因になるかどうか判断することはできない。今後は、細胞内局在、機能、構造などさまざまな条件と変異、疾患との関わりについて整理したい。

【参考文献 / References】

1. P. C. Ng and S. Henikoff, Predicting the effects of amino acid substitutions on protein function, *Annu Rev Genomics Hum Genet*, 7, 61-80 (2006)
2. T. Kato, et al., Ant1 mutant mice bridge the mitochondrial and serotonergic dysfunctions in bipolar disorder, *Molecular psychiatry*, 23, 2039-2049(2018)
3. 西尾信哉, 宇佐美真一, 次世代シーケンサーによる遺伝子解析の進歩, *Otology Japan* 31 116-124 (2021)
4. Apweiler, R. et al., UniProt: the universal protein knowledgebase, *Nucleic acids research* 32, D115-D119 (2004)
5. D.H. Jane, Roles of intrinsic disorder in protein-nucleic acid interactions, *Molecular bioSystems* 8, 97-104(2012)



## 20. 三田国際学園高等学校

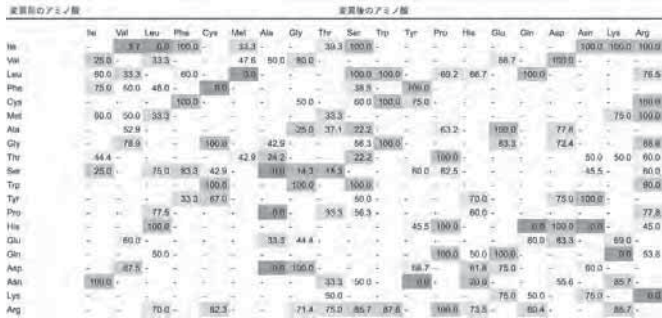


図1 ミトコンドリアへ局在するタンパク質における変異のヒートマップ

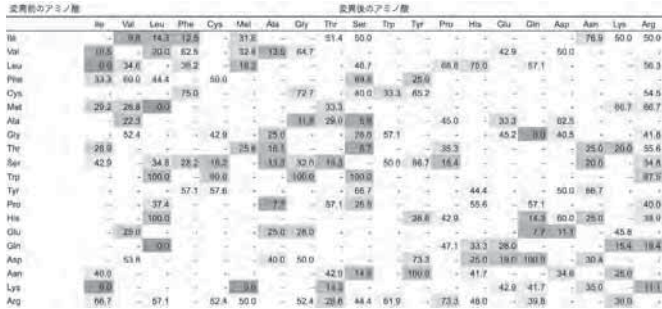


図2 細胞膜へ局在するタンパク質における変異のヒートマップ

## 20. 三田国際学園高等学校

表1 神経障害に関連するタンパク質

タンパク質ID	アミノ酸変異	疾患名
P00846	Leu156Arg	Leigh syndrome (LS)
	Leu156Arg	Neuropathy, ataxia, and retinitis pigmentosa (NARP)
	Leu156Pro	Leigh syndrome (LS)

表2 mtDNA 由来のタンパク質の機能

タンパク質ID	機能
P03886	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
	ionotropic glutamate receptor binding
P03891	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
	protein kinase binding
P03897	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
P03901	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
P03905	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
	ubiquinone binding
	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
P03915	NADH dehydrogenase activity
P03923	NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity
P00395	cytochrome-c oxidase activity
	heme binding, metal ion binding
P00403	copper ion binding
	cytochrome-c oxidase activity
	cytochrome-c oxidase activity
	electron transfer activity
P00414	oxidoreduction-driven active transmembrane transporter activity
P03928	proton transmembrane transporter activity

## 20. 三田国際学園高等学校

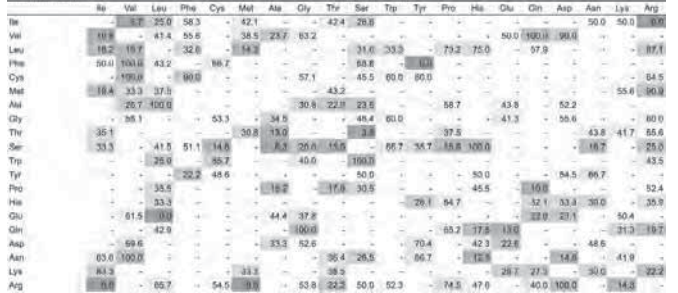


図3 細胞質基質へ局在するタンパク質における変異のヒートマップ



図4 核へ局在するタンパク質における変異のヒートマップ

## 21. 宮城県多賀城高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☒ Idea ☐ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに○を下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】宮城県多賀城高等学校

【代表者名/Representative's Name】加藤諒真 久保田洸生

【メンバー/Member】加藤諒真 久保田洸生 大友柊和 金子恵治 櫻井 偉太 武田 波人

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】高橋久美 阿部正義

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】昆虫食で変える！？世界の食料問題～無視できない“虫”の話～

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

古代ギリシャ・ローマ時代において、バッタやセミ、カミキリムシなどが盛んに食されていたことが記録されている。日本では、縄文時代には日常的に食べられており、イナゴの佃煮のような家庭の食事としても親しまれてきた。SDGsや食料問題の解決策を見出そうと思ったからである。

食料問題が注目されている今、その解決策の一つとして昆虫食が有効なのではないかと考えた。

【目的/Goal】

食糧問題の解決として昆虫食、昆虫を家畜の飼料として活用することが有効である。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

- ・昆虫はたんばく質やその他多くの栄養を少量で摂取することができる。
- ・牛や豚などの家畜と比べ、生産量が多く場所も広くとらないため、生産コストを抑えることができる。
- ・用途は食用のみにとどまらず、家畜の飼料として等の利用も期待できる。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

昆虫食では様々な栄養価について、ほかの食材と比べると同等、またはそれ以上に栄養を多く摂取できることが期待できる。また、現在家畜の飼料の動物性たんばく質の多くは、魚粉によってまかなわれている。私たちの班ではこの魚粉に代わり昆虫を用いることで、家畜の飼料に充てている分の魚の一部を食用として用いることができるのではないかと考えた。しかし、昆虫食を販売されている企業の方にお話を伺ったところ、現段階での養殖技術では魚粉も高いが昆虫パウダーの方が圧倒的に高く、とても実用できないということが分かった。値段が高くなる理由としては単純に生産量が少ないことがあげられる。また、原価そのものの自体の値段も高く、コオロギパウダー100gあたり1500円前後に対し、魚粉が100gあたり300円程度とコオロギパウダーの方が高いことが分かった。

【今後の展望/Future potential and its plan】

昆虫食には少量で多くの栄養を摂取できることが分かった。しかし、価格が高く現段階で様々なことに転用することは難しい。昆虫食が安価になることで様々な問題を解決することができる。そのために私たちは昆虫食というものに新たな可能性を期待して少しずつ活用していくべきだ。何の対策もせずこのままの生活を送っていくと、本当に昆虫食を食べなければならない日々がやってくるかもしれない。

【参考文献/References】

- ・株式会社 TAKEO <https://takeo.tokyo>
- ・昆虫食のセミたま <https://semitama.jp/column/3167/>



<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】 宮城県多賀城高等学校	
【代表者名／Representative's Name】 三又唯愛    安田芽生	
【メンバー／Member】 三又唯愛    安田芽生    濱野瑞紀    山口美麗	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】 高橋久美    阿部正義	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】 不幸な牛乳雑巾に救いの手を～牛乳に果食う悪事から教う～	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 牛乳をこぼしたとき、こぼしたものを拭いた雑巾はどうしても臭い。この臭いのを止めるためには、腐敗を止めることが必要である。もしも腐敗を止める、遅らせる何かを見つけることができれば、雑巾の悪臭を止め、快適な学校生活を送ることができる。	
【目的／Goal】 洗剤を使わず、身近にあるものを使用する。さらに極力節水してものをきれいにできるものを探すことで、節水、ごみやプラスチックの削減、海洋汚染防止に繋げる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 ・新品の雑巾、濡れた雑巾、使用済みの雑巾を牛乳で濡らすし 20 日間放置し牛乳雑巾を作成。 ・(実験 1) 消臭剤の調査。 酢、炭、重曹、アロマオイルをそれぞれの雑巾にかけ、5 分間に臭いを調査。指標は牛乳感の度合い、不快感の度合いによって分類。 ・(実験 2) 腐敗を予防するのに使えるものの調査。 17 種類のもの（食材や金属等）を寒天液に混ぜ固め、牛乳雑巾の繊維を乗せ、腐敗の状況を 1 日毎観察。(室温は腐敗が進みやすい 15～30℃、湿度は 70～95%を保つ)	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実験 2 より、食材の多くが菌の餌になり逆効果になった。しかし食材の中でもショウガ、緑茶に期待ができることが分かった。また、十円玉やアラザンに効果があったため、銅や銀などの一部の金属には除菌効果が期待できる。 しかし、臭いものはやはり臭いということも分かった。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 多量の水や洗剤に頼らずとも、牛乳雑巾の腐敗を止める・遅らせることができるものを見つけることができた。この結果から、雑巾を長持ちさせることでごみの削減、洗剤を極力使用しないことでの海洋汚染防止につながると考えられる。	
【参考文献／References 】 ・浜田信夫「人類とカビの歴史 闘いと共生と」、朝日新聞出版、2013 年 6 月、109-110p ・牛乳のシミができたときの正しい対処法！臭いを残さないためには？         せんたくのひと	

<b>ご自身の研究段階は:</b> <input checked="" type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
<b>分野／Areas</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying : 体育・スポーツ	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】 私立駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】 近藤輝一	
【メンバー／Member】 小川凜太郎    吉宇田權	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】 横井    智美	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】 音楽聴取とランニングのメンタル面における関係性	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 近年、試合前に音楽を聴取するアスリートが急増している。日本の選手で言えば、フィギュアスケートの羽生結弦選手、陸上で 100m の日本高校記録保持者でありオリンピックにも出場経験がある桐生祥秀選手。海外選手を例に挙げると、女子テニスのセリーナ・ウィリアムズ選手、サッカーのネイマール選手などが試合前に音楽を聴いている。そこで、先行研究を踏まえて音楽を聴くことでランニングのメンタル面でどれほどの効果が得られるのかを測定によって明らかにすることを目標に実験を行った。	
【目的／Goal】 音楽聴取によるランニングへのメンタル面での効果を確認する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 過去にも音楽を聴きながら「エルゴメータを使う」「水泳をする」「勉強をする」「握力計を握る」「ネットボールをする」などの研究(①②③)は行われていたが、「走る＋BGM のテンポ変化」はなかった。 そこで私たちは以下の研究計画を建て、実験を行うことにした。 [研究計画/Research plan] テンポが速い音楽と遅い音楽で血漿アドレナリン濃度が異なる(速い方が濃度が高い)という先行研究(①)を踏まえて、以下の研究を行った。 ①    ランニングコースの検討 今回はわが校の陸上部が使用しているロードランニングのコースを使用することにした。 距離の測定には「Nike Run Club」というアプリを用いた。3 回計測した結果、距離は 1.79±0.05km となることがわかった。 ②    使用する音楽の検討 使用する音楽は音楽の速度も考慮しようと思い、『Workout Music Source // 180 BPM Running Workout Mix Vol.2』と『Walking Mix / All BPM 110, DJ Koji Mix』を使うことにした。 ③    実際に走って測定 実験① 1.79±0.05km のロードランニングを一定のペース(4 分 40 秒/km)で [1]音楽を聴取せずに走る [2]音楽(180BPM のもの)を聴取しながら走る。 [3]音楽(110BPM のもの)を聴取しながら走る。	

お洗濯のことが全部わかるメディア https://rinavis.com/sentakunote/trouble/milk-stain-removal/ ・牛乳腐って酸い臭気・臭気判定士の激闘・業務用脱臭消臭のカルモア（臭気調査・脱臭装置・消臭剤・センサー）・防カビ・除菌・ウイルス対策 https://www.karumoa.co.jp/column/smell/column-3168 ・生菌数の測定方法 - 日本メカケミカル株式会社 https://nichi-mecha.co.jp/staff_blog/counting_bacteria/ ・yahoo!知恵袋より https://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q1487476739 ・赤い牛乳ができる原因について https://cms1.shikawac.ed.jp/hanaoh/cabinets/cabinet_files/download/158/ ebafcf5f2b4dbf106f25df1108a6e70b?frame_id=202  ・身近なもので微生物実験 https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.city.osakaizumi.lg.jp/material/files/group/72/tyuu06.pdf&ved=2ahUKewiFxdvF3Zj8AhUYm1YBHTMNNAq4QFn0ECBcQAQ&usg=AOvVaw3RIKeQpqJ9--LkigRDmfNF	
--	--

の 3 つの場合に分けて測定を行う。(1 回走るごとの休憩は 5 分間)	
実験② 1.79±0.05km のロードランニングを一定のペース(4 分 40 秒/km)で走り [1]音楽を聴取せずに走る ↓ 音楽なし休憩 [2]音楽を聴取せずに走る ↓ 音楽あり(180BPM)休憩 [3]音楽を聴取せずに走る ↓ 音楽あり(110BPM)休憩 [4] 音楽を聴取せずに走る の 4 つの場合に分けて測定を行う。(1 回走るごとの休憩は 5 分間)	
④アンケートの解答 走った後、自作のアンケートに解答してもらいメンタル面での影響を調べる。 (アンケートは次ページ図 1)	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 <b>実現性</b> この実験の実現性は極めて高く、スマートフォン・無線イヤホンがあれば簡単に行うことができる。 <b>予測</b> 音楽療法があるように効果が出ると考えられ(④)「ランニング中」「休憩中」どちらも音楽を聴いた場合は走るのが楽になり、その効果も顕著に現れると予想する。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 今回は BPM ごとの「走行中」「休憩中」の計測のみを行った。(結果はアンケート結果を参照(図 2)) 次回この実験をやるときは「好きな音楽と初めて聴く音楽による差異」 「日本語の音楽と外国語の音楽による差異」「音量による差異」も調べたい。	
【参考文献／References 】 ①音楽がスポーツパフォーマンスに与える影響-事例的論文の検証による今後の展望- ②運動中の音楽が呼吸困難感と下肢疲労感に与える影響 ③人はなぜ「ながら勉強」をするのか-学習に対する印象による「ながら習慣」への影響- ④音楽療法の現状 Current Status of Music Therapy	



図1 アンケート



図2 測定結果

	走行1回目	走行2回目	走行3回目	休憩1回目	休憩2回目	休憩3回目
精神的苦痛度	3	1	2	3	3	3
楽度	3	4	3	4	2	2
飽きる度	3	2	2	2	3	3
肉体的疲労	2	3	3	1	3	4
総合的疲労度	3	2	3	1	3	4

<p>した。この時点ではまだスプラウトの状態であった。インキュベータには単波長の LED が搭載され、白色光（青、赤、緑色 LED の同時照射）、青色光（445nm）、赤色光（660nm）の 3 種類である。光量子束密度は光量子束計で測定し、それぞれ <math>100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}</math> に調節した。各光のサンプルの繰り返しは 6 である。</p> <p>2 週間後に収穫し、<math>-85^{\circ}\text{C}</math> で冷凍した。その後、サンプルを凍結したまますりつぶした。ヤマトマナの含水率を乾燥重量と新鮮重量から算出し、生のヤマトマナに含まれる水も含めて 80% となるように 100% エタノールとイオン交換水をサンプルに加え、遠沈管に入れた。遠沈管を <math>80^{\circ}\text{C}</math> の湯湯に 30 分間浸し、その後遠心分離をして、上澄液を採取し、そこに含まれる総ポリフェノール含量を測定した。</p> <p>測定は、沖の「総ポリフェノール分析法」<sup>3)</sup> によってフーリンチオカルト法で総ポリフェノール含有量を測定した。フーリンチオカルト法で用いた没食子酸標準溶液の濃度勾配から検量線を作成した（図 2）。検量線から、サンプルの総ポリフェノール量を算出した。その結果、繰り返し 6 回の平均は、青色光では <math>84.2\pm 7.53\mu\text{g}/\text{mL}</math>、赤色光では <math>66.38\pm 6.17\mu\text{g}/\text{mL}</math>、白色光では <math>66.38\pm 6.17\mu\text{g}/\text{mL}</math> であった。平均値は平均値士標準誤差で示す。各サンプルの総ポリフェノール濃度を表 1 に示す。</p> <p>青色光で栽培したヤマトマナが、赤色光および白色光で栽培したヤマトマナより総ポリフェノール含有量が有意に多く、赤色光と白色光では有意差がなかった。（一元配置分散分析 <math>p&lt;0.05</math>、多重比較 Tukey 青色光と赤色光 <math>**p&lt;0.01</math>、青色光と白色光 <math>*p&lt;0.05</math>、赤色光と白色 <math>ns p&gt;0.05</math>。）</p> <p>これらのことから、単波長の青色光 445nm、光量子束密度 <math>100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}</math> で水耕栽培するとヤマトマナの総ポリフェノール含有量が有意に増えることが分かった。よって、我々の仮説は正しかったと言える。</p> <p>ポリフェノールは、生活習慣病、老化などの予防に効果的であるため、ヤマトマナに機能野菜としての付加価値をつけることができ需要が高まると考えた。予備実験の段階では、商業的に販売することは難しいが、スプラウトとして販売し、各家庭で栽培できる可能性はある。しかし、今回のようなスプラウトの状態では商品としては不十分であるため、植物工場での大規模栽培し市販できる大きなサイズまで生育させる必要がある。そこで、予備実験②を行った。</p> <p>予備実験② 市販できる大きなサイズまでの生育</p> <p>ヤマトマナに白色光を照射し、1 週間、<math>25^{\circ}\text{C}</math> でクローズドのインキュベータで栽培した。スプラウトになった段階で、エアレーションができる水耕栽培容器に移し替えた（図 4）。その後、<math>25^{\circ}\text{C}</math> で 4 週間、液体肥料（ハイポネックス 1000 倍希釈）で栽培した（図 4）。その結果、市販できるサイズにまで生育した（図 5）。</p> <p>このことから、白色光を青色光（445nm）に変更し、同様に栽培することで、市販できる大きなサイズにできると考えた。（昨年末に実施完了のはずだったが、時間がなかったためできなかった。）</p> <p>ヤマトマナは露地栽培が多いため、今後は、植物工場だけでなく、畑に植えた状態で青色光を照射して、総ポリフェノール量が増加することも検証していく。機能性表示食品（野菜・果実）として消費者庁への届出は、薬物野菜では、ホウレンソウやコマツナがある<sup>6)</sup> ため、ヤマトマナでも消費者庁への届出を目指す。</p> <p>【今後の展望/Future potential and its plan】</p> <p>本研究の結果から、単波長青色光（445nm）の照射がヤマトマナの総ポリフェノール量を増加させること及び、水耕栽培でも白色光で大きく生育できることが明らかになった。今後は、大規模に植物工場で商品になるサイズまで単波長青色光（445nm）の照射で生育させること、および、露地栽培でも青色光照射ができるように研究を進める。そのことで、ヤマトマナを機能性表示食品（野菜・果実）として消費者庁へ届出をし、付加価値を高める。そして、販路を拡大することで、地域貢献をし、同時に固有の野菜の多様性を保全する。</p> <p>【参考文献/References】</p> <p>1) 山口智子「大和野菜の一般成分および抗酸化力の評価」日本調理科学学会誌 Vol. 45 No. 3197-203, 2016</p> <p>2) 沖 智之「総ポリフェノール分析法」国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター <a href="chrome-extension://efaidnbmnnnlbpccajpglclefindmka/j/http://fmric.or.jp/ff4/ffmanual/manual40111.pdf">chrome-extension://efaidnbmnnnlbpccajpglclefindmka/j/http://fmric.or.jp/ff4/ffmanual/manual40111.pdf</a> 2020 年 10 月閲覧</p> <p>3) 国際農研 世界野菜センター マダガスカル伝統野菜に勢いをつける <a href="https://www.jircas.go.jp/ja/program/program_d/blog/20200813">https://www.jircas.go.jp/ja/program/program_d/blog/20200813</a> 2022 年 10 月閲覧</p> <p>4) 上原万里子 植物性機能物質の炎症制御機構解析-慢性炎症を基盤とした生活習慣病対策- 科学研究費成果報告書 2018</p> <p>5) 山下 一男 松浦 靖 沼口 美佐 島原 亮 Study on applied technique of LED lighting to enrich the functional components of blueberry leaves Report of Miyazaki Prefecture Industrial Technology Center &amp; Miyazaki Prefectural Food &amp; R&amp;D Center (59), 15-18, 2016-028</p> <p>6) 農林水産省 新鮮食品の機能性表示食品の相談窓口（野菜・果実）<a href="https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/yasai/kinousei.html">https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/yasai/kinousei.html</a> 2022 年 8 月閲覧</p>
--

<p>ご自身の研究段階（Research Stage）：<input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result</p> <p>分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</p> <p><input type="checkbox"/>物理/Physics <input type="checkbox"/>化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/>生物/Biology <input type="checkbox"/>地学/Earth Science</p> <p><input type="checkbox"/>数学+情報/Mathematics&amp;Information <input type="checkbox"/>その他/Others specifying：</p>
<p>参加者/Participant's Information</p> <p>【学校名/School Name】奈良県立青翔高等学校・青翔中学校</p> <p>【代表者名/Representative's Name】辻本大智</p> <p>【メンバー/Member】安本春陽 吉川知伸 吉田朝陽</p> <p>指導教員/Supervising Teacher</p> <p>【お名前/Name】生田依子</p>
<p>発表内容/Abstract of the Presentation</p> <p>【タイトル/Title】ヤマトマナの総ポリフェノール含有量を増やす</p> <p>【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】</p> <p>ヤマトマナはアブラナ科の奈良県の伝統野菜であるが、店頭でもあまり見かけことはない。ヤマトマナの知名度は低く、栽培する農家も少ないのが現状である。マダガスカルは、生物多様性の宝庫であると同時に、地域多様性のホットスポットである。この中には固有の伝統野菜も含まれる。マダガスカル島は固有の野菜を含む原植生の約 70% を失っており、植物の多様性を保護する必要があるという報告<sup>3)</sup> がある。日本も生物多様性ホットスポットであり、在来の固有の野菜は減少している。今、日本の固有の在来野菜を保護しなければ、マダガスカルのように多様性が低下する可能性が大きい。そこで、ヤマトマナの付加価値を高めることで、生産量を増やし、保全したいと考えた。</p> <p>近年、日本では保健機能食品の種類や、機能野菜（機能性表示が可能な栄養素を持つ栄養機能食品に属する野菜）が増加し、高齢化に伴って健康意識が高まっている。ポリフェノールは抗炎症作用や抗酸化作用があり、生活習慣病（ロコモティブシンドロームとメタボリックシンドローム）の予防に効果があると知られている<sup>4)</sup>。また、ブルーベリーでは青色光の照射によってポリフェノールが増加すると知られている<sup>5)</sup>。ヤマトマナはアブラナ科の植物であり、ポリフェノールが豊富に含まれていると知られている<sup>6)</sup>。</p> <p>そこで、我々はヤマトマナに青色光を照射することで、総ポリフェノール量が増加するのではないかと考えた。ヤマトマナの総ポリフェノール量が増加すれば、機能野菜としての付加価値が高まり、生産量も増え、地域貢献できると考えた。なお、ヤマトマナを研究材料として総ポリフェノール含有量を増加させる先行研究は無い。今回使用するヤマトマナは、F1 品種のヤマトマナで、商品名は「ナント夏なら菜 F1 ヤマトまな」（ナント種苗）である。予備実験の目的は「ヤマトマナに青色光を照射することで総ポリフェノール含有量を増加させること」であり、最終的な目的は「ヤマトマナに青色光を照射することで総ポリフェノール含有量を増加させる方法を確立し、植物工場や畑で大規模に市販できるサイズのヤマトマナを生産すること」である。</p> <p>【目的/Goal】</p> <p>ヤマトマナに青色光を照射することで総ポリフェノール含有量を増加させることを目的とする。</p> <p>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</p> <p>山口らの研究からヤマトマナは総ポリフェノール含有量が多いこと<sup>1)</sup>、山下らの研究によって青色光照射によってポリフェノール量が増加することがわかっており<sup>5)</sup>。</p> <p>夏なら菜（F1 のヤマトマナ）を研究材料として、使用する光を短波長の青色光にすることによって総ポリフェノール含有量を増加させる先行研究は過去に無く、新規の研究である。</p> <p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>我々は予備実験 2 つを以下の様に実施した。</p> <p>①ヤマトマナを栽培する際に使用する光の波長の違いによって総ポリフェノール含有量がどのように変化するかを実験した。使用する光は、青色光、赤色光、白色光の 3 種類である。青色光は短波長であるため、ヤマトマナにストレスを与え、総ポリフェノール含有量が増えると仮説を立てた。その結果、総ポリフェノール含有量は赤色光と白色光より青色光を照射場合に有意に増加した（一元配置分散分析 <math>p&lt;0.05</math>、多重比較 Tukey 青色光と赤色光 <math>p&lt;0.01</math>、青色光と白色光 <math>p&lt;0.05</math>）。</p> <p>②エアレーションができる水耕栽培容器「水畑（株式会社ゼンボー）」をインキュベータ内に入れて、白色光で栽培しスプラウトではなく市販できる大きさまで生育させた。</p> <p>以下に予備実験の概要を示す。</p> <p>予備実験① 青色光照射による総ポリフェノール量の増加</p> <p>ヤマトマナ F1 品種「夏なら菜」を水耕栽培容器（図 1）で 2 週間、<math>25^{\circ}\text{C}</math> でクローズドのインキュベータで栽培</p>



図1 予備実験①に使用した容器

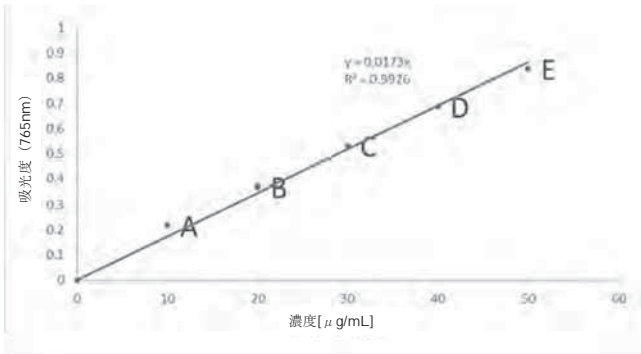


図2 没食子酸標準溶液の濃度勾配から作成した検量線



24. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

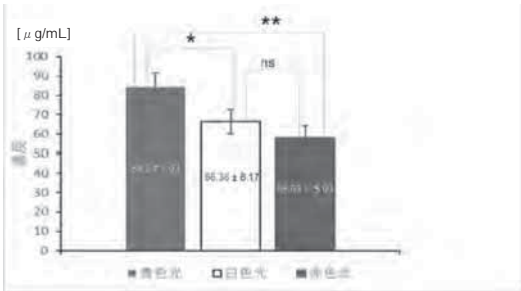


図3 各波長での総ポリフェノール量の平均  
(一元配置分散分析 p<0.05、多重比較 Tukey \*\* p<0.01 \* p<0.05 ns p>0.05.)

表1 各波長のサンプルの総ポリフェノール濃度

濃度 [μg/mL]	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	サンプル5	サンプル6
青色光	90.17	91.91	73.41	95.38	102.31	52.02
白色光	54.34	46.24	84.97	80.92	61.85	69.94
赤色光	43.35	78.61	54.91	67.63	63.01	41.04

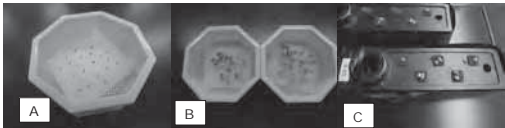


図4 予備実験②で使用した容器  
A 種子からスプラウトまで栽培した容器  
B スプラウト状の苗  
C 苗を植えかえたエアレーションができる水耕栽培容器



図5 エアレーションができる水耕栽培容器で大きく育ったヤマトマナ

25. 三田国際学園高等学校

残りの培養液は、因子サイズを比較するため 0.22 μm 孔径で濾過を行い、栽培液に用いた。これらの条件で栽培した植物の成長量を比較することで、先行研究で行った、一種類の孔径のみを用いる濾過よりも、より詳細な因子のサイズを調べることができると考えられる。また、先行研究において、 <i>Euglena gracilis</i> 培養液を遠心分離し、上澄み液のみを栽培に用いても、植物成長促進効果が存在することが確認されている。 <i>Euglena gracilis</i> 培養液に濾過を行う際、 <i>Euglena gracilis</i> が除去された影響が、体外に放出された因子が濾過される影響の他にも現れてしまうと考えた。そのため、遠心分離後の上澄みを濾過することで、 <i>Euglena gracilis</i> が体外に放出した因子のみのサイズを確認することができると考えた。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実験では、栽培液に <i>Euglena gracilis</i> 培養液を加えた系と、同量の培地のみを加えた系の 2 つと比較し、植物成長促進効果の増減を確認した。また、 <i>Euglena gracilis</i> の濃度は、本校の先行研究にいて最も効果が見られた 33000 匹/mL に統一した。2 種類の孔径のフィルターを用いた実験では、 <i>Euglena gracilis</i> 培養液に 1.0 μm 孔径で濾過を行い、一部を栽培液に投入した。残りの培養液は、さらに 0.22 μm 孔径で濾過を行い、栽培液に用いた。全ての条件で <i>Euglena gracilis</i> の植物成長促進効果が確認されなかった。また、遠心分離を用いた実験では、4000rpm で 10 分間培養液を遠心分離にかけ、 <i>Euglena gracilis</i> を沈殿させたのち、上澄み液のみを用いた。上澄み液を栽培液として用いた条件と、上澄み液を 0.22 μm 孔径フィルターで濾過した 2 つの条件を作成した。全ての条件で、植物成長促進効果が確認されなかった。先行研究で確認された植物成長促進効果が確認されなかった原因として、ブロッコリースプラウトのサンプル数が少なすぎたことが原因の一つに考えられる。また、メンブレンフィルターには一部の化学物質を吸着する性質がある[6]。そのため、因子が孔径サイズ未満でも、成長量が減少する可能性がある。
【今後の展望/Future potential and its plan】 植物成長促進効果が確認されなかった原因として、植物成長促進因子がフィルターに吸着されてしまった可能性が考えられる。フィルターの材質によって吸着されやすい物質が異なるため、吸着の影響をなるべく減少させるために、今後の実験では、材質の異なるメンブレンフィルターを複数種類用いることを予定している。また、先行研究において、加熱して <i>Euglena gracilis</i> を死滅させた培養液を用いた栽培液では、植物成長促進効果が失われることが確認されている。この場合、 <i>Euglena gracilis</i> が死ぬことによって効果が失われている可能性と、因子が熱によって破壊、または揮発した可能性が判別できない。そこで、濾過によって <i>Euglena gracilis</i> を除去した系を加熱することで、因子のみを加熱することができ、より正確な因子の性質について判別することができると考えている。
【参考文献/References】 [1] 佐藤美結、田村ニナ、ミドリムシの成長促進効果、日本学生科学賞 (2019) [2] 日本養液栽培研究会.” 養液栽培とは？”. 日本養液栽培研究会. [3] 農林水産省.” 園芸用施設の設置等の状況 (H24)”. 農林水産省. [4] 農林水産省.” 園芸用施設の設置等の状況 (H30)”. 農林水産省. [5] 神鋼環境ソリューション技報 .赤司 昭、竹崎 潤、濱田 武志. 微細藻類 <i>Euglena gracilis</i> 新規株 E00-1 の従属栄養培養. 12 (1), 9-15, 2015 [6] 佐賀県衛生産業センター所報 佐賀県衛生産業センター 編 .井手 陶子、三島 英悟、中山 秀幸、メンブレンフィルターへの化学物質の吸着現象について (40), 21-23, 2018

25. 三田国際学園高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】三田国際学園高等学校	
【代表者名/Representative's Name】神田寛智	
【メンバー/Member】金子まな	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】秋山佳央	

発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 <i>Euglena gracilis</i> が放出する植物成長促進因子のサイズ特定に向けて	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 本校の先行研究において、 <i>Euglena gracilis</i> を含む栽培液を用いて養液栽培を行った際、ブロッコリースプラウトの成長が促進される効果が確認されており(図 1)、有意差があることがわかっている[1]。また、栽培液に用いる <i>Euglena gracilis</i> 培養液を孔径 0.22 μm のメンブレンフィルターで濾過し、 <i>Euglena gracilis</i> を取り除いた栽培液で栽培を行った系にも植物成長促進効果が確認された[1](図 2)。濾過していない <i>Euglena gracilis</i> を含む栽培液と比較すると成長量が低下するが、どちらも有意差が確認されている(p<0.05)。このことから、植物成長促進因子は <i>Euglena gracilis</i> の体外に放出され、0.22 μm 以下の因子が存在すると推測した。本研究では、植物成長促進効果をもたらす因子(以後植物成長促進因子と記載する)のサイズをより詳しく確認することを目的とした。 <i>Euglena gracilis</i> 培養液を、孔径の異なる 2 種類のフィルターで濾過してそれぞれ栽培液に用いた。また、本校の先行研究において、 <i>Euglena gracilis</i> 培養液から遠心分離を用いて <i>Euglena gracilis</i> を除去してから栽培液に利用したもののにも、植物成長促進効果が確認された。そのため、体外に放出される因子のみを濾過するために、遠心分離を用いて <i>Euglena gracilis</i> を除去した培養液を 0.22 μm 孔径で濾過したもののでも、実験を行った。	
【目的/Goal】 養液栽培は、肥料を水に溶かして栽培を行う農業である。水耕栽培はこの栽培法に含まれる。 養液栽培のメリットとして、連作障害や土壌病害の回避、肥料の利用効率増加などが挙げられる[2]。日本国内では、平成元年から平成 28 年にかけて、野菜の養液栽培の面積は約 4 倍と増加している[3]。しかし、初期投資額が高いというデメリットがあり、平成 30 年時点の全国の養液栽培施設の面積は、1927ha とどまっている[4]。植物成長促進効果の原理が解明されることで、更なる水耕栽培の効率化、普及につながると思われる。本研究では、植物成長促進効果の応用に向けた、植物成長促進因子の解明を目的とした。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 先行研究において、0.22 μm 孔径のフィルターで <i>Euglena gracilis</i> 培養液を濾過したものを栽培液に用いると、植物成長促進効果があるが、濾過を行わない系よりも減少することが確認されている。この結果から、因子は複数種類存在し、0.22 μm 以上の因子が濾過されたことによって、成長量が減少したという仮説を立てた。これを確認するために、本研究では 0.22 μm に加え 1.0 μm のメンブレンフィルターを用いて濾過を行った。 <i>Euglena gracilis</i> は長辺が約 50μm、幅が約 10μm なので[5]、1.0 μm のフィルターによって除去することができる。実験では、 <i>Euglena gracilis</i> 培養液に 1.0 μm 孔径で濾過を行い、一部を栽培液に投入した。	

26. 駒込高等学校

ご自身の研究段階は: <input checked="" type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野/Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】駒込高等学校	
【代表者名/Representative's Name】今谷康汰	
【メンバー/Member】平野理唯、寄田光之助、岡崎湊吾	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】横井智美	

発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】印象による購買意欲の変化	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 マックでクーポンがあるとつい買ってしまふ、遅い時間にスーパーに行っても割引の商品があるとつい買ってしまふといったことが生活の中で多々存在する。そんな心情に陥ってしまうのを調べて利用する事はできないだろうか考えた。	
【目的/Goal】 世の中に多く存在する、割引などのシステムの効果について調べて利用していく方法について考える。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 世の中にある思い込みを利用して、自分の傾向に気づけたり、人をうまく動かしたりできる。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 (実験 1)の結果から人は高いものを安くされると同じものでも安く最も感じ安いであろうということが考えられる。やはりこう言った場合には財布の紐が緩みやすいことがわかったので買い物をするときには気をつけなくてはならない。また高い数値を下げた人は受け入れやすいという言い方もできる。このことを利用すれば。相手に何かをお願いしたいときなどに有効になりそうだ。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 今後はより良い実験の方法を検討していくとともに、その効果を実感する度合いがそのものの値段によってどのように変わるのか、また金額という物差だけではなく身長などの要素においても同じような効果を見ることができるとか調べていきたいと考えている。	



26. 駒込高等学校

実験 1

顧客に商品を買わせる主な方法として

- ・割引
- ・セット販売

などが挙げられる。これらの心理的な効果を検証するために、アンケートを作成した。

＜アンケート＞

あなたは今 1000 円持っているとします。それらなるべく使い切る事を考えたときに以下の 15 の商品（どれもある程度欲しいものと仮定する）の中であったらどれを購入しますか。なるべく直感で選んでください

- ① 黒いボールペン 90 円
- ② ドーナツチェーンのドーナツ 120 円
- ③ おーいおち 72 円
- ④ コンパス 200 円
- ⑤ コーヒー250 円
- ⑥ 20 円引きの赤ボールペン 90 円
- ⑦ 期間限定 20%オフのチュロス 122 円
- ⑧ 5%引きの爽健美茶 78 円
- ⑨ 30 円引きのテープのり 210 円
- ⑩ 限定 20%オフのカフェオレ 260 円
- ⑪ シャーペンと消しゴム 110 円
- ⑫ ホットドックとドリンクセット S220 円
- ⑬ 好きなアニメの缶バッジがついてくる缶コーヒー150 円
- ⑭ 修正テープ替え芯付き 240 円
- ⑮ ポテトフライとナゲット 220 円

これらをシャフルしてアンケートを実施した。  
なお分類は 1~5 が特徴なし、6~10 が割引、11~15 がセットと分けられるようになっている。

＜結果＞

同じクラスの人 10 名にこのアンケートを実施したところ次のような結果が得られた。

特徴なし	割引	セット
14 人	23 人	15 人

割引されているものを購入すると答えた人の割合が最も多く、その次にセットで売られているもの、特徴なく普通に売られているものという結果になった。今回のアンケートの方法だと個人の嗜好も反映されやすかったのと同じものを使わず、自覚させないようなより良い方法を考えたい。

27. 駒込高等学校

図 1：本実験で用いた計算用紙の一枚



図 2：本実験の治験者ごとの結果

＜結果＞			
被験者A：	タイム差分→-10秒	正確性→0	
被験者B：	タイム差分→-13秒	正確性→3	
被験者C：	タイム差分→-1秒	正確性→-2	
被験者D：	タイム差分→-12秒	正確性→9	
被験者E：	タイム差分→-19秒	正確性→-1	

27. 駒込高等学校

ご自身の研究段階は：☒アイデア☐予備的な成果☐研究成果

分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

<input type="checkbox"/> 物理／Physics	<input type="checkbox"/> 化学／Chemistry	<input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology	<input type="checkbox"/> 地学／Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information	<input type="checkbox"/> その他／Others specifying:		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】	駒込高等学校
【代表者名／Representative's Name】	丸山 誠一郎
【メンバー／Member】	丸山 誠一郎、木村 智代丸

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	横井 郁美
------------	-------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	音楽と作業の効率性
【背景／Background】	近頃の、作業において人々は好きな音楽を聴くことが多く、特に仕事中の社会人や学生などに多くみられる。そこで、作業において音楽を聴くことはその作業においてどのような影響があるのかをすることが受験勉強及び、仕事において大切だと感じた。
【目的／Purpose of the research】	この実験の結果を用いて、勉強及びその他作業において効率を上げることが最終的な目的である。
【研究計画／Research plan】	1～15 までの数字がランダムに並んだ 15×15 の升計算（図 1）を 5 人の被験者に好きな音楽を流した状態で流さない状態で行ってもらいタイムを計算した。そのタイムの差分{(音楽を聴かなかった時のタイム)-(音楽を聴いた時のタイム)}と、正答率の差{(音楽を聴かなかった時の正答率)-(音楽を聴いた時の正答率)}から作業の速度と正確性を測り、作業の効率を両方の比較から出した。
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】	予測：音楽を聴くと作業の速度、及び作業の正確性は下がると予想する。 結果：結果（図 2）には予想と反して、音楽を聴いた時の方が速度が多少下がるがとても小さい値であった。また、正確性は被験者によってばらつきがあり、音楽を聴いた時と聴かなかった時の差はほぼないことがわかった。
【今後の展望／Future study plan】	『BGM のテンポが作業効率に与える影響』という論文では「認知的負荷の高い計算は BGM のテンポによる作業効率に違いが見られなかった」と記載されているため、今実験でも計算を用いたため、速度、正確性共に大きな差が見られなかったと考えられる。よって、作業の種類を増やすこと、また簡略化させることが次の実験での課題である。前述の課題を改善させ、実験を行い、ゆくゆくは作業効率を上げる音楽を作曲し、多くの人に使ってもらえるよう、ネット配信サービス等を使って世の中に発信していくことを考えている。また、今実験の発展として音楽の波長及び音の高さをとることで音楽の特徴を細かくしていくことを目的に実験を継続していく。
【参考文献／References】	BGM のテンポが作業効率に与える影響 阿部 麻美す，新垣 紀子！

28. 駒込高校

ご自身の研究段階は：☐アイデア☐予備的な成果☒研究成果

分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

<input type="checkbox"/> 物理／Physics	<input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry	<input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology	<input type="checkbox"/> 地学／Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information	<input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying：体育・スポーツ		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】	駒込高校
【代表者名／Representative's Name】	戸前 駿
【メンバー／Member】	出川 閃 佐藤 新 新井 彩空

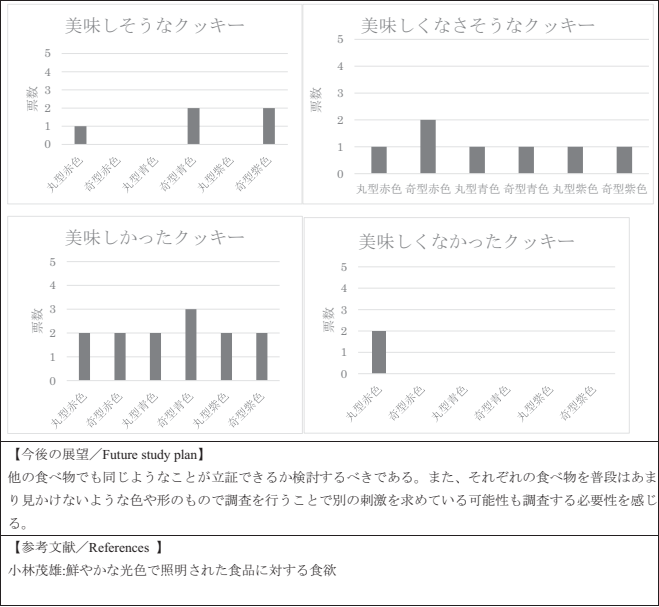
指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	横井 智美先生
------------	---------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	視覚が与える食欲への影響
【背景／Background】	食べ物は味よりよく見た目と言われるが、実際にそうなのかを調査しようと思った。また青色は食欲を低下させると言われるが、他の色も食用に影響を与えるのではないかと考えた。
【目的／Purpose of the research】	色と形を変えたクッキーを作り、対象者に食べてもらって、食欲や味の感じ方について調べる
【研究計画／Research plan】	クッキーを用いて視覚が食欲に与える影響を調べました。色は赤色、青色、紫色、にし、形は丸形、奇形の二種類 にしました。調査対象を先生(10 人)にし、それぞれの先生に 6 種類のクッキーを食べてもらい、食べた際にどのように感じたかをアンケートしました。食べる前と食べた後でアンケートを行い、どのように感じ方が変化したかを調べました。食べる前のアンケート の内容は「美味しそうなの、美味しなさそうなのの印象」です。食べた後のアンケートの内容は「美味しかったもの、美味しなかったもの、イメージ違ったもの」です。アンケートはチェック方式で行い、複数回答可で行いました。
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】	(予測) 青色の食べ物は食欲が失せると言われているため青色が美味しなさそうな印象を与えると考えられる。また、見た目が綺麗なものの方が好印象を与えると予想される。 (結果) 紫色の奇形が食べる前も食べた後も好印象でした。紫色には人の食欲を増加させる働きがある可能性がある。また、丸型ではなく奇形が好印象だったのは新鮮なイメージを与えたからだと考えられる。よく見る赤色で丸型という普通のものより紫色で奇形という今まであまり見なかったデザインのものに惹かれるのではないかと推測できる。





**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

**分野/Field** **最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.**

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☒生物/Biology ☐地学/Earth Science

☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】 三田国際学園高等学校

【代表者名/Representative's Name】 最勝寺泉紀

【メンバー/Member】 鬼頭紘

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】 天貝啓太

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】 画像認識技術を用いた新規抗生物質生産菌の探索

【アイディアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

放線菌は抗生物質の優れた供給源であることが半世紀以上にわたって知られている。抗生物質とは微生物の生育を抑制する作用を持つ物質であり、今までに多くの感染症の治療と予防に使用されてきた。新規抗生物質を発見するためには、新規放線菌株をより多く発見しなければならないが、近年放線菌由来の新規抗生物質の発見率が低下している[1]。従来の微生物単離法では、どの単離法でも培地上に出現したコロニーの種別を目視で判断し、純粋培養を行っている。これらの場合、正確に放線菌を判断するための技術が必要のため、習得に時間がかかる。そこで近年技術が上がっている画像認識技術[2]を用い、光学顕微鏡を使用することで培地上に出現したコロニーの生物種を判断できると考えた。画像解析には物体検知人工知能 (Artificial Intelligence, AI)開発ソフトウェア HumanomeEyes[3]を使用した。

【目的/Goal】

先行研究では単離前の寒天培地(図 1)に生育したコロニー画像を光学顕微鏡で撮影(図 2)して AI に学習させることで、コロニーの菌種を自動で識別可能にしようとする試みが行われていた[4]。しかし、読み込ませるデータ量が少なく、画像認識システムとして実用化するまでには至らなかった。また、放線菌コロニーの画像識別システムはすでに作られている[5]が、本研究では AI にさらにデータを読み込ませ、微生物識別の正確性を高めるとともに、抗菌活性を持つ細菌のコロニーであることまで予測することを目標とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

コロニーから微生物を画像認識させる試みは、真菌や黄色ブドウ球菌をターゲットとして行われていたが[6, 7]、放線菌は多様な形態分化を示すため[1]、他の微生物より判別させることが難しい。また、放線菌コロニーの画像識別システムはすでに作られている[5]が、本研究では微生物コロニーの撮影と抗菌活性測定も行った菌の画像データを用いることで、放線菌が否かを識別するだけでなく、抗生物質を生産する微生物の判定を誰でも簡単にできるようにしようと考えている。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

現在 16 株の生物種を同定しており、放線菌と高い相関性を示した 3 株を本研究で作成した学習モデルに判断させると、すべて正しく放線菌だと予測された。また残りの 13 株にラベルを付け、学習モデルに判断させるところ、放線菌を含む 8 株の微生物が正確に判定された[4]。現在、光学顕微鏡で撮影済ではあるが生物種が未同定のものが 31 株あるため、これらの同定を行い、さらに AI へ読み込ませれば画像認識システムの正確性が上がると考えている。最終的に画像認識のみで抗生物質を生産する放線菌が否かを判断できるようにしたい。

【今後の展望/Future potential and its plan】

顕微鏡で撮影した微生物の 16S rRNA 配列を解読して微生物種を同定後、顕微鏡で撮影した画像を角度、彩度、明度を変更してデータを増やし、HumanomeEyes にてその画像に放線菌/非放線菌のラベルづけをして AI に学習させ、作成した学習モデルの正確性を確かめる。しかし現在のデータ量では画像が不足しているため、最低でもさらに 50 種の微生物種を同定し、データ化する必要がある。先行研究にて生物種が同定されているものについても機械学習させるデータとして活用していきたい。また、抗生物質を生産する微生物を判別する画像認識システムを作るため、抗菌活性測定の結果を含めたデータをそろえる必要がある。(図 3)

【参考文献/References】

[1] 平井 敬二、日本発の抗菌薬開発の歴史と今後の展望について 日本化学療法 学会雑誌 第 68 巻 第 4 号 499-509 (2020)

[2] 片岡裕雄、人工知能技術の現状と未来 画像・映像・言語メディア処理の発展と応用 精密工学会誌 vol.87, No.1 (2021)

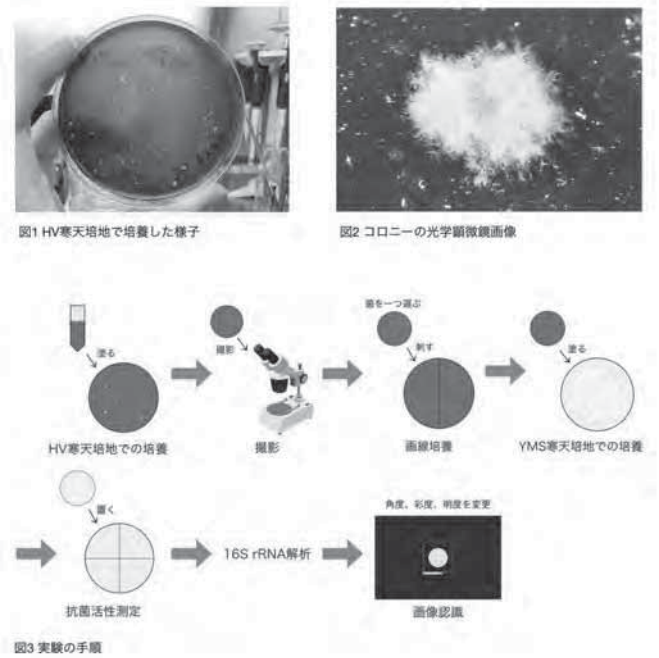
[3] 株式会社ヒューマノーム研究所「Humanome Eyes」  
<https://humanome.jp/activities/eyes/>

[4] 津田賢太郎、画像認識技術を用いた新規抗生物質生産菌単離法の開発 (2022)

[5] 中島啓太、安藤英俊、早川正幸、山村英樹、人工知能を用いた放線菌コロニーの自動識別 日本放線菌学会大会(2018)

[6] Y. Maeda, Y. Sugiyama, A.Kogaiso, T. Lim, M. Harada, T. Yoshino, T. Matsunaga, and T.Tanaka, *Sensors* **18**, 2789 (2018).

[7] Y. Maeda, Y. Sugiyama, T. Lim, M. Harada, T. Yoshino, T. Matsunaga, and T. Tanaka, *Biosensors and Bioelectronics* **146**, 111747 (2019).





<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 東京都立向丘高等学校
【代表者名／Representative's Name】 小宮旭士
【メンバー／Member】 小宮旭士、仲村知真
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 別納彩子

<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】 シロアリの腸内微生物の単離とバイオ資源の生成への利用
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 シロアリについて調べているとシロアリの腸内微生物がセルロースを分解できることが分かった。 私たちはその腸内微生物群からセルロース分解能の高い微生物を単離し、シュレッター紙等のゴミから糖を生成できないかと考えた。
【目的／Goal】 セルロースを利用したシロアリの細胞内共生細菌の単離 低コストでの糖生成の方法の模索
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 セルロースを分解するのに必要なセルラーゼはとても高価なため、シロアリの腸内微生物を利用することで安価でセルロースの分解をしようと試みた。また、シロアリの餌にシュレッター紙を用いることで、シュレッター紙の糖化に適した微生物が単離できるのではないかと考察し、実験を行った。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 現状、シロアリの腸内細菌由来のセルラーゼは主流ではないが、利用したい資源（今回はシュレッター紙）を餌にすることで、シュレッター紙の糖化に適した微生物が得られるのではないかと考えている。この研究がうまくいけば、将来的には各ゴミに含まれる不純物に耐えられる微生物を用いて、糖化を目的としたバイオリアクターを作成することができるかもしれない。
【今後の展望／Future potential and its plan】 シロアリから単離した微生物のバイオリアクターを作成し、連続的に糖を生成することができるかを模索していく。
【参考文献／References】 シロアリ腸内の微生物共生システム    大熊盛也    jstage.jst.go.jp

私たちは、地球温暖化の進む現代において、「サンゴ礁内のサンゴを増やすこと」だけでなく「サンゴ礁のない海域に新たなサンゴ礁を創造すること」が、サンゴの保全に必要なのではないかと考えている。豊かなサンゴ礁は、多様な生態系を生むだけでなく、地域にとって漁業、建設資材、観光、海岸保護などの様々な利益がある <sup>①</sup> 。それらに関わる人々の生活を守るためにも、私たちは活動を続けていく。
【目的／Goal】 環境 DNA 分析を利用したサンゴの移植先の選定に繋がる生物指標を探索することが本研究の目標である。今後地球温暖化が進んだ未来において、現在サンゴの生息していない海域でもサンゴの移植を実現可能にすること。そして、サンゴを保全することで、海洋生物の多様性を維持することが、私たち玉川学園サンゴ研究部の活動目的である。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 サンゴの移植先の選定に生物指標を用いること、また、その生物指標の評価に環境 DNA 分析を用いる試みは未だ実施報告がないため、新規性があるといえる。加えて、環境 DNA 分析は、指標生物を探索するだけでなく、生物を集団として捉えて調査海域の類似度を比較することも可能である（図 1） <sup>②</sup> 。つまり、特定の生物種を指標とするのではなく生物群を指標とすることができるため、この着想は新たな生物指標の捉え方だといえるだろう。一方で、地球温暖化による海面水温の上昇によりサンゴの生息地が北上しているとの報告がある <sup>③</sup> 。そのため、将来的には現在サンゴが生息していない場所もサンゴの移植先の候補地となる可能性が高い。したがって、生息している生物から将来的にサンゴが生息しやすい環境を調査できる本手法は非常に有益であるといえる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 現在すでに環境 DNA 分析のサンプリングを沖縄県の石西礁湖と伊江島で行う計画がある。現在、石西礁湖ではサンゴの大量白化が進んでいるため、サンゴの白化度合いなどの調査結果を環境省が報告した（図 2） <sup>④</sup> 。一方で、伊江島ではサンゴ礁の被度が年々上昇していると伊江島海の会が報告した（図 3） <sup>⑤</sup> 。これらの調査地点に対して、サンゴと魚類における環境 DNA 分析を行う計画である。サンゴの環境 DNA 分析を行う理由は、調査地点のサンゴの量を相対的に評価するためである。また、魚類を環境 DNA 分析のターゲットとした理由は、移動能力が高く、生育地域が広いため、共通性を見出しやすいと考えたためである。環境 DNA 分析は、海水の採水とフィルター過、DNA 抽出と増幅、DNA 分析の三段階からなる。海水の採水に関しては、地域や行政との連携がすでにできているため、石西礁湖や伊江島で海水を汲む許可や船のチャーター等が可能である。また、DNA 抽出等の実験手法に関しては、東北大学大学院の近藤倫生教授から指導を受け、昨年度フィルター過を行った経験がある。加えて、DNA 分析は東京大学大学院の木口悠也特任助教から指導を受ける予定である。
【今後の展望／Future potential and its plan】 上記の通り、まず初めに各調査地点のサンゴの生育状態と環境 DNA 分析結果を比較することで、サンゴの移植に適した海域の選定を行う。次に、調査地点から離れ、かつ、移植可能な海域において環境 DNA 分析を行い、移植に適した海域かを検討する。そして、各調査地点で実際に移植を行い、移植の成功率を比較する予定である。加えて、サンゴ移植が遺伝的攪乱に繋がらないかを環境 DNA 分析で評価できないかを検討する。また、本活動に対して様々な意見や着眼点を得るために、学会等で発表していく予定である。私たちの活動目的は、サンゴの保全活動を通して海洋生物の多様性を維持することにある。そして、その目的を達成するために、新たなサンゴ礁を創造することを目標として掲げた。深刻化する地球温暖化をただ傍観するのではなく、地球温暖化が進んだ未来においても、生物多様性を維持する手段を提案し、実行していくことが、私たちの今すべきことである。

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 玉川学園高等部
【代表者名／Representative's Name】 乙部結生
【メンバー／Member】 玉川学園サンゴ研究部 研究チーム
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 名取慶

<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】 サンゴ保全活動の新たな挑戦―移植先の選定につながる環境 DNA 分析の利用―
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 【アイデア】 現在、海洋保全活動の一環として、サンゴの移植活動が行われている <sup>①</sup> 。しかしながら、移植に適した海洋環境の具体的な指標がないため、サンゴが現存する海域に移植している現状にある <sup>②</sup> 。仮に、その海域でサンゴの大量白化が起こった場合、移植したサンゴも全滅する可能性が高い。そこで私たちは、サンゴが現存する海域以外でもサンゴの生育が可能な地点を選定するために、生物指標を用いること、そして、生物指標の探索に環境 DNA 分析を用いるという新しい着想を提案する。生物指標とは、環境の変化に敏感な生物（指標生物）を利用することにより、網羅的に測定することが困難な様々な環境要因（水温、イオン濃度など）を間接的に評価する手法である。また、環境 DNA 分析とは、採取した少量の海水に含まれる生物由来の DNA（環境 DNA）を分析することにより、その海域に生息している生物の種類と量を網羅的に推定できる技術のことである <sup>③</sup> 。これらを併用することにより、サンゴの移植先に適した海洋環境の指標を環境 DNA 分析により明らかにすることが本活動の目標である。この手法が確立すればサンゴの移植活動を効率的に行うことができるため、海洋環境の保全において非常に有益だと見える。 【研究背景】 サンゴ礁は海洋生態系にとってなくてはならない存在である。世界のサンゴ礁の総面積は地球表面の約 0.1%に過ぎないが、サンゴ礁には海洋生物全体の約 30%もの生物種が生息している <sup>④</sup> 。つまり、サンゴ礁の白化や死滅により、海洋生物の多様性が大きく損なわれる可能性がある。このことから、2015 年に国連サミットで採択された SDGs の目標 14 には「海の豊かさを守ろう」が含まれ、世界全体で海洋環境の保全活動が進んでいる。私たち「玉川学園サンゴ研究部」は、2011 年より海洋保全活動の一環であるサンゴの保全活動（養殖、移植、基礎研究）を行ってきた。現在は、沖縄県伊江島をフィールドとして、保全活動において重要となる地域や企業と連携を図ることで、保全活動をより優れた活動に発展させている。私たちの行っているサンゴの保全活動は、サンゴの採取、養殖、移植の三段階に分かれる。まず、沖縄県伊江島で養殖されたサンゴの一部を採取して、現地から学校に輸送する。次に、輸送したサンゴを学校で株分けして水槽内で育成し、半年ほど成長させる。最後に、育てたサンゴを再び現地の海に移植する。私たちの保全活動にはいくつか課題があり、その課題の一つが、育てたサンゴの移植時の海域の選定にある。すでにサンゴが現存する海域に育てたサンゴを移植することは、移植後も育てたサンゴが確実に成長できる条件が整っていると考えられる。ただし、それでは大量白化が生じた際に移植したサンゴも白化してしまうため、異なる海域に移植することで、白化のリスクを分散させる必要がある。そこで私たちは上記のようなアイデアを提唱するに至った。

【参考文献／References】
1) 沖縄県環境部自然保護課. (2017). "サンゴ礁保全再生事業報告書". 沖縄県庁. 2018-01-18. <a href="https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyos/shizen/hogo/sangohozensaisei.html">https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyos/shizen/hogo/sangohozensaisei.html</a> ., (参照 2023-01-17)
2) 日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会. (2008). "造礁サンゴ移植の現状と課題". <i>日本サンゴ礁学会誌</i> , 10, 73-84.
3) Minamoto, T., Miya, M., Sado, T., Seino, S., Doi, H., Kondoh, M., et al. (2021). An illustrated manual for environmental DNA research: water sampling guidelines and experimental protocols. <i>Environ DNA</i> , 3(1), 8-13.
4) Knowlton, N., Brainard, R. E., Fisher, R., Moews, M., Plaisance, L., and Caley, M. J. (2010). "Coral reef biodiversity," in <i>Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance</i> , ed. A. D. McIntyre (Chichester: Wiley-Blackwell), 65–79.
5) Cesar, H. (2003). "サンゴ礁の世界的な衰退による経済への影響". WWF ジャパン. <a href="https://www.wwf.or.jp/activities/lib/pdf_marine/coral-reef/cesardegredationreport100203_Ja.pdf">https://www.wwf.or.jp/activities/lib/pdf_marine/coral-reef/cesardegredationreport100203_Ja.pdf</a> ., (参照 2023-01-17)
6) Oka, S., Doi, H., Miyamoto, K., Hanahara, N., Sado, T., Miya, M. (2020). Environmental DNA metabarcoding for biodiversity monitoring of a highly diverse tropical fish community in a coral reef lagoon: Estimation of species richness and detection of habitat segregation. <i>Environmental DNA</i> , 3(1), 55-69.
7) Yamano, H., Sugihara, K., Nomura, K. (2011). "Rapid poleward range expansion of tropical reef corals in response to rising sea surface temperatures". <i>Geophysical Research Letters</i> . 38(4).
8) 沖縄奄美自然環境事務所. (2022). "西表石垣国立公園石西礁湖のサンゴ白化現象の 2022 年 9 月調査結果について". 環境省. <a href="https://kyushu.env.go.jp/okinawa/content/000082553.pdf">https://kyushu.env.go.jp/okinawa/content/000082553.pdf</a> ., (参照 2023/01/17)
9) 八前. (2022). "美ら海を守り育てて！ The 2nd report". 伊江島海の会. <a href="https://hitoumi.jp/library/report/2021-simpodiumu-houkoku06.pdf">https://hitoumi.jp/library/report/2021-simpodiumu-houkoku06.pdf</a> ., (参照 2023-01-17)
10) 野村恵一. (2004). "スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル". 環境省. <a href="https://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/reference/mokuji/9934j.pdf">https://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/reference/mokuji/9934j.pdf</a> ., (参照 2023-01-17)



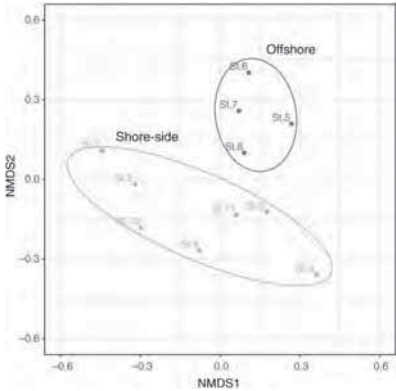


図1 沖縄県本部町備瀬の岸側の7地点と沖合の4地点の間で魚類群集の組成が異なることを明らかにした非軽量多次元尺度法(NMDS)による分析結果。  
参考文献 6)より引用

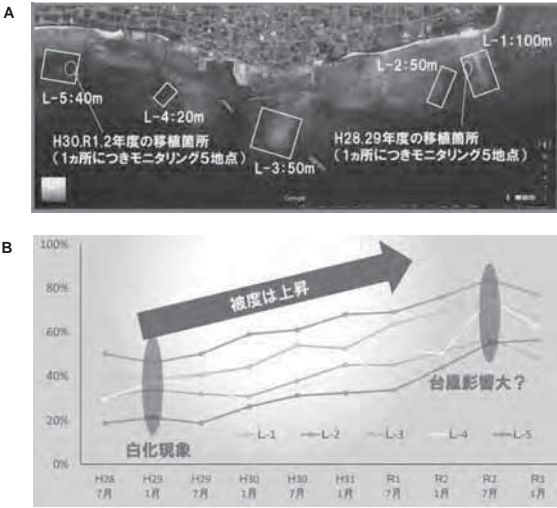


図3 伊江島近海の調査地点(A)と各調査地点における被度\*の経時変化(B)、参考文献 9)より引用  
\*「サンゴ被度:サンゴが着生可能な海底面(泥地や砂地などを除く)に占める生存サンゴの上方からの投影面の被覆率で、具体的な%値を算出して記録する」、参考文献 10)より引用

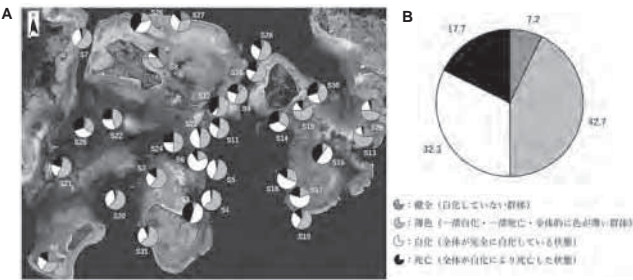


図2 石西礁湖における各調査地点の白化率(A)と全調査地点の平均白化率(B)、参考文献 8)より引用

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】秋田県立秋田高等学校	
【代表者名/Representative's Name】山谷優衣	
【メンバー/Member】山谷優衣	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】遠藤金吾	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】食品保存料ナイシンの有効利用に関する研究	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 食品保存料の一つとして認可されているナイシンは、乳酸菌 ( <i>Lactococcus lactis</i> ) が産生する抗菌ペプチドであり、細菌の細胞膜に細孔を形成して死滅させる作用を持つ(※1)。ナイシンはグラム陽性菌に対しては強い抗菌効果を示すが、脂質からなる外膜を持つグラム陰性菌に対しては単独では抗菌効果を示さず(※2)、シンナムアルデヒドという物質を同時添加することで抗菌効果を示ようになる(※3)。しかし、シンナムアルデヒドをナイシンと同時に添加しても大腸菌の生存率を約 0.1 に低下させる程度である。ナイシンは乳酸菌由来の物質であり、古くから乳酸菌は食品に利用されてきているため、人工的に合成された添加物と比べて消費者からの理解が得られやすいと考えられる(※4)。	
【目的/Goal】 グラム陰性菌に対してナイシンがより高い抗菌効果を示ようになる方法を発見することで、ナイシンの利用拡大と食の安全性を高めることを目的とした。グラム陰性菌において、細胞外膜がナイシンの抗菌効果を阻害していると考えられるため、外膜の透過性を高める物質に着目した。特にナイシンと併用した際にシンナムアルデヒドと同様の効果を示す物質を類似の構造を持つ物質から発見することを計画している。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 本研究ではシンナムアルデヒド同様の作用を持つが、まだ知られていない物質を試料として用いるところに新規性がある。 実験方法は指標菌である大腸菌を 30℃で振とう培養し、菌液に適当な濃度でナイシンと試料を加え、30℃で3時間振とう培養する。なお、ナイシンを加えない実験区には水、試料を加えない実験区にはジメチルスルホキシド (DMSO) をそれぞれ加える。その後リン酸緩衝液で適当に希釈し LB 寒天培地にまき、30℃で一晩培養し、生えてきたコロニー数を計測する。ナイシン、試料の入っていない実験区の菌数を 1.0 としてそれぞれの実験区での菌数を相対値として生存率を算出する。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 現在、実験に着手するところであり、本発表において進捗を報告する	
【今後の展望/Future potential and its plan】 現在、実験に着手するところであり、本発表において進捗を報告する。	

【参考文献/References】
※1) Abee T, Krockel L, Hill C(1995). Bacteriocins:modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. <i>Int J Food Microbiol.</i> (2):169-85.
※2)Stevens KA, Sheldon BW, Klapes NA, Klaehammer TR, Nisin treatment for inactivation of <i>Salmonella</i> species and other gram-negative bacteria. <i>Appl Environ Microbiol.</i> 1991 Dec;57(12):3613-5.
※3) 小松千春, 澤口真由, 古井環恵, 遠藤金吾(2013) : 食品保存料ナイシンの有効的な利用方法に関する研究. 化学と生物 2013 ; 51(12) : 845-847.
※4) 畠山千晴, 櫻田洗介, 水谷菜月, 住谷夏梨, 鈴木理紗, 遠藤金吾 : 第8回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト (高校部門) 論文,2016



33. 東京都立向丘高等学校

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】東京都立向丘高等学校	
【代表者名／Representative's Name】渡辺杏香	
【メンバー／Member】渡辺杏香、蓬田ゆう	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】別納彩子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】栽培に用いる水の種類によるシタケの成長阻害の調査	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 市販のシタケ栽培キットでシタケを育成する際は水道水を用いるが、プール水（落葉が分解された有機物を多く含む）や海水、酸性雨で栽培した場合、シタケの成長速度や形状、色等にどのような悪影響が出るのか気になったから。	
【目的／Goal】 プール水や人工海水、人工酸性雨を作成してシタケを育成することにより、シタケの成長速度や形状、色等にどのような悪影響が出るのか気になったから。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 シタケの栽培に関しては、栽培に必要な基材（広葉樹由来のおがくず）の代替品についての研究が多く発見されたが、与える水の種類による影響に関する文献が見つけれなかった。キノコ全般の生育には湿度が大変重要であるため、この研究を通して、正常にキノコを栽培することができる環境をより詳しく調べることでできると考えた。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 シタケを含む担子菌類はカビの仲間であり「分解者」の役割を果たしているため、有機物が多く含まれるプール水は一見するときいいのではないが、成長を促進する可能性があるのではないかと考えられる。もしそのような結果になれば河川や池の水などもシタケ栽培に適しているかもしれない。それに対し、人工海水や人工酸性雨は、塩分濃度やpHがシタケの細胞内液と異なるため、成長を阻害したり、異常な形態に成長させたりするのではないかと予測される。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 今回、悪影響を与える可能性がありそうな身近な水について実験を行ったので、今度はシタケの成長を促進したり、味をよくする育成水が実現できるのか調べたい。例えば、アミノ酸を含んだ水を与えた場合、細胞内に通常より多くのアミノ酸が含まれた「うまみ」の強いシタケを作ることができるかなどである。	
【参考文献／References】 佐野昌典、菅原冬樹、田中修（2001）段ボールを利用したキノコ栽培.日本応用きのこ学会誌 山中高史（2021）農林水産省 ふしぎがいっぱい！きのこの生態と豆知識. <a href="https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2110/spe1_01.html">https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2110/spe1_01.html</a> .	

35. 東京都立向丘高等学校

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】東京都立向丘高等学校	
【代表者名／Representative's Name】鎌田海央	
【メンバー／Member】鎌田海央	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】別納彩子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】コクゾウムシが嫌がる匂い	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 米びつの中にコクゾウムシがいるのを発見し、唐辛子にあまり防虫効果がないのではないかと思った。そこで、コクゾウムシによる食害を防ぐために米びつの中に入れてられているものとして、唐辛子よりも効き目があるものがあるかについて研究したいと思った。	
【目的／Goal】 コクゾウムシによる食害をゼロにする。そのために、コクゾウムシが嫌がる匂いを見つける。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 最も効く物質を探すことにより、より効果的にコクゾウムシによる食害を防ぐことができるかもしれない。また、人工の科学物質ではなく、唐辛子やワサビのような天然のものから探し出すことができれば、環境にやさしい防虫剤を作り出せると思った。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 ① 袋の中に①～③のエリアを設定し、①の端にワサビ、山椒、しょうが、八角、唐辛子をそれぞれ設置する。この袋にコクゾウムシを入れ、5分間ごとにコクゾウムシのいるエリアを記録し、12回繰り返す。 ② ①で得た記録の和（12×36）を各調味料と比較し、順位付けと要因の考察をする。 予測：コクゾウムシが嫌がる匂いは順に、ワサビ、しょうが、山椒、唐辛子、八角と考える。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 今回は、コクゾウムシのみに注目して研究をおこなったが、後はほかの昆虫でも同じような結果になるのか調べていきたい。	
【参考文献／References】 乾燥唐辛子にコクゾウムシへの防虫効果はあるのか 農研機構 食品総合研究所	

34. 東京都立向丘高等学校

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】東京都立向丘高等学校	
【代表者名／Representative's Name】菊池聖吾	
【メンバー／Member】菊池聖吾	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】別納彩子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】豆苗に与える窒素化合物による成長の違い	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 所属している生物部で、豆苗を「純水」と「水道水」とでそれぞれ育ててみたところ、「水道水」で育てた方が明らかに成長が良いという結果が出た。水道局のHPに公開されている成分表を見てみたところ、水道水には「イオン」や「窒素化合物」が微量に含まれていた。植物の栽培には、窒素・リン酸・カリウムが必要であり、中でも窒素が不足すると、酵素などのタンパク質が生成できないため、いくらか光合成をしても生育でなくなってしまうことを授業で学習した。そこで、豆苗の成長に与えた窒素化合物がどれほど影響するのか気になり、実験に至った。	
【目的／Goal】 豆苗は通常2回ほどしか収穫できないが、与える窒素化合物の濃度を調節し、何回も収穫できる万能な育成水をつくる。そのため窒素の濃度が植物の成長にどれほど影響するのかについて調べる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 市販の豆苗の栽培回数を増やすために与える窒素化合物の量を調節するという研究は、論文検索サイトでも先行研究が見つからなかったため、新規性があると考ええる。また、生物基礎で学習する窒素同化の知識を応用して、無限に豆苗を収穫できるのではないかというアイディアに創造性があると考ええる。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 ① アンモニアと硝酸の原液をそれぞれ $10^{-2}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-8}$ 、 $10^{-10}$ に希釈して10種類の液体を作りそれに純水も加え、11種類の液体でそれぞれ豆苗を育てる。 ② 1でとったデータをもとに解析して窒素濃度が植物の成長にどれほど影響するのか調べる。 予測としては濃度が濃ければ濃いほどよく成長すると考える。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 まずは、今回の実験を進めて結果を出す。さらには植物の栽培に必要な三つの栄養素の残りのリン酸とカリウムでも同じような実験をしていきたいと思う。	
【参考文献／References】 ・吉里 勝利 (2022)『高等学校 生物基礎』、第一学習社。	

36. 山形県立村山産業高等学校

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】山形県立村山産業高等学校	
【代表者名／Representative's Name】東海林隆雄	
【メンバー／Member】立里智流、片倉悠斗、佐藤優風、松浦唯豊、下山こも、井上彩	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】廣瀬俊太	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ソバにおけるエンドファイトの単離と農業利用 肥料削減に使える微生物資材を地域へ！	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 本校がある山形県村山市は、ソバ（ <i>Fagopyrum esculentum</i> ）の産地として有名である。この地域では、そば粉の生産も行われているが、稲作の転作作物などとして栽培されることが多い上に、生育が気象や土質の影響を受けやすく（東北農政局 2015）、ソバの生産を中心とした農業経営は見られない。そのため、収量の安定化や低コスト栽培の実現は地域の課題である。 これらの課題を解決する手段の一つとして、私たちの研究班では、2017年頃より植物共生微生物のエンドファイトを活用できないかと検討してきた。エンドファイトとは、植物体内に感染しているが、植物病原菌と違って病気など悪い影響を宿主植物に与えずにいる微生物の総称である。エンドファイトの存在が宿主植物の成長をはじめ病虫害抵抗性や乾燥ストレス耐性に関係すると言われている（溝口 2011、古賀1995）ただし、エンドファイトの農業利用については、特定の作物のみであり、ソバにおいては報告されていない。また、私たちは、エンドファイトの生育促進効果をソバの栽培に用いることで、施肥削減ができないかと検討している。現在、ウクライナ危機などの国際情勢の変化により、化学肥料が高騰している。また、肥料資源の枯渇の危機が迫り、化学肥料の使用量を削減することが強く求められている。また、陸上や水域の生態系を守ることや水質改善などを目標とするSDGsの達成のため、全世界的に化学肥料を削減することが求められている。そこで、本研究では、本校の演習林、畑地、水田などの土壌からソバに有用なエンドファイトを単離し、ソバ品種や施肥量が異なる環境において、どのような影響があるのかを評価した。	
【目的／Goal】 ・ソバの生育を促進するエンドファイトを単離する。 ・品種や施肥量が異なる条件においてエンドファイト接種がソバ生育に与える影響について評価する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 ・ソバの生育を促進するエンドファイトの単離 山形県立村山産業高等学校金谷地区の牧草地や演習林から複数の土壌を採取した。そして、紙製容器に滅菌した赤玉土（105℃ 2時間を2回）と対象土壌を重ね合わせて入れた。容器の外側には、もう一つの紙製容器を重ね、遮光した。そこで、ソバ（品種：秋そは）を約50日間、栽培するトップ培養を行った。 栽培後には、根部を採取し、洗浄して表面殺菌（次亜塩素酸ナトリウム有効塩素1％で10分間）を行い、根切片をPDA培地上に置床した。その後、30℃のインキュベータで一定期間、培養し、出現した微生物を根内に存在する菌株として純粋培養を行った。 ・品種や施肥量が異なる条件において、エンドファイトの接種がソバ生育に与える影響を評価する 供試植物は、ソバである。供試品種は山形県内で栽培に用いられている最上早生、でわかおり、秋そば（カネコ種苗）を用いた。ソバに対する山形県の標準施肥量（N:2kg/10a、P:6kg/10a、K:6kg/10a）を基準とし、低レベル施肥区（N:1.3kg/10a、P:4.0kg/10a、K:4.0kg/10a）、中レベル施肥区（N:2.0kg/10a、P:6.0kg/10a、K:6.0kg/10a）、高レベル施肥区（N:3.0kg/10a、P:9.0kg/10a、K:9.0kg/10a）を設けた。肥料は、滅菌土と混合して紙製容器（以後、ポット）に入れた。ソバは、1ポットあたり5粒を次亜塩素酸ナトリウム（有効塩素1％で10分間）で殺菌の後に、播種した。発芽後、3本を残して他は間引きした。ポットの反復は5である。土壌には2日に1回、かん水した。栽培は、30℃に設定した人工気象室および野外の栽培スペース（気温25～35℃程度）を用いて、約25日間、栽培を行った。供試菌株は、本校で単	



<p>離した RF3F2B（接種源濃度 0.0641g/10ml：乾燥状態）、RF3F8A（接種源濃度 0.0663g/10ml：乾燥状態）を播種後に、1 ポットあたり 4ml 添加した。対照区として非接種区を設けた。</p> <p>収穫後は、フエリンブルー染色による感染率の測定、および地上部新鮮重と全長を測定し、エンドファイト依存性（〔接種区の新鮮重-非接種区の新鮮重〕/非接種区の新鮮重）を算出した。</p>
<p>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>・<b>ソバの生育を促進するエンドファイトの単離</b></p> <p>本研究では、本校の牧草地などの土壌からソバに利用可能なエンドファイトを約 100 種類単離した。その中から本報告では、RF3F8A 菌株と RF3F2B 菌株を接種した試験結果について報告する。</p> <p>・<b>品種や施肥量が異なる条件において、エンドファイトの接種がソバ生育に与える影響の評価</b></p> <p>感染率は、非接種区の全ての処理区で、見られなかった。（図 1～3）また、すべての品種、すべての菌株において、施肥条件による感染率の変化が見られた。秋そばの感染率では、RF3F8A において施肥の増加とともに感染率が低下する傾向が見られた。RF3F2B では、施肥の増加とともに感染率が増加する傾向が見られた（図 1）。でわかおりにおいては、RF3F2B で施肥の増加とともに感染率が増加する傾向を示した（図 2）。最上早生においては、RF3F8A と RF3F2B で施肥の増加とともに、感染率が増加する傾向を示した（図 3）。</p> <p>全長では、秋そばでは、RF3F8A の接種によって、低レベル施肥区で非接種区よりも大きくなった（図 4）。でわかおりでは、RF3F2B の接種によって、高レベル施肥区で非接種区よりも小さくなった（図 5）。最上早生では、RF3F8A と RF3F2B の接種によって、低レベル施肥区および高レベル施肥区で非接種区よりも小さくなった（図 6）。</p> <p>地上部新鮮重では、秋そばでは、RF3F8A において、低レベル施肥区で非接種区よりも大きくなった（図 7）。中レベル施肥区では、非接種区よりも小さくなった。でわかおりでは、RF3F2B において、低レベル施肥区で非接種区よりも大きくなった（図 8）。高レベル施肥区では、非接種区よりも小さくなった（図 8）。最上早生では、RF3F8A において、高レベル施肥区で非接種区よりも大きい傾向を示した（図 9）。RF3F2B では、低レベル施肥区と高レベル施肥区において非接種区よりも小さくなった（図 10）。また、中レベル施肥区では、非接種区よりも大きくなった。</p> <p>このように、エンドファイトの接種によって、宿主植物の生育を増加させる菌株もある反面、施肥条件や品種によってその効果は大きく変化すると考えられる。現在、エンドファイトをはじめとした共生微生物の活用においては、対応する宿主植物は種レベルで最大に示されているのみであり、品種まで検証し、使用において注意を促すことはほばない。また、施肥の状況を考慮して微生物資材の使用の可否を検討することも農業者に正確に周知されていない。</p> <p>本研究では、エンドファイトと宿主植物の関係が菌株ごと、施肥条件ごと、宿主植物の品種ごとに検討が必要であることを明らかにした。また、本研究では、RF3F8A と秋そばについては、低レベル施肥において、明確な生育促進効果が見られた。秋そばにおいて、低レベル施肥の条件で RF3F8A を接種した場合の地上部新鮮重は、中レベル施肥区の地上部新鮮重を超えている。そのため、より低い施肥において RF3F8A を接種することで中レベル施肥以上の地上部新鮮重を実現する事ができるため、その差分の化学肥料を削減する可能性を示している。これは、窒素で 0.7kg/10a、リンとカリウムで 2.0kg/10a の削減が可能であることを示している。この削減量は、山形県内のソバ栽培面積（5100ha）に換算すると、窒素 867t、リン 255t、カリウム 255t になる。さらに、全国のソバ栽培面積（66600ha）に換算すると、窒素 113.2t、リン 3330t、カリウム 3330t となる。</p> <p>【今後の展望/Future potential and its plan】</p> <p>本実験では、RF3F2B、RF3F8A とソバの共生関係に影響している要素を地上部新鮮重やエンドファイト依存性などから考察した。また、エンドファイトの効果が、共生と寄生の両方面でも存在することを確認できた。今後は、エンドファイトとソバの共生関係に影響している要素を地下部新鮮重や茎数なども調査項目として試験するとともに RF3F8A 菌株を圃場でソバに接種することで、大規模な栽培での使用可能な有無を検証したいと考えている。また、RF3F2B 菌株は、今回使用したソバ品種以外のソバに接種することで、生育促進効果を示すかを検証したいと考えている。</p> <p>【参考文献/References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>古賀博則(1995)イネ科植物の内生菌（エンドファイト）の生物防除への利用 Mycotoxins No.41-19</li> <li>農林水産省 東北農政局 生産部園芸特産課(2015)東北のそばの概要</li> <li>溝口明（2011）カメシをエノコログサのエンドファイト「内生菌」で防除する 科学と生物 Vol.49 No.9</li> </ol>

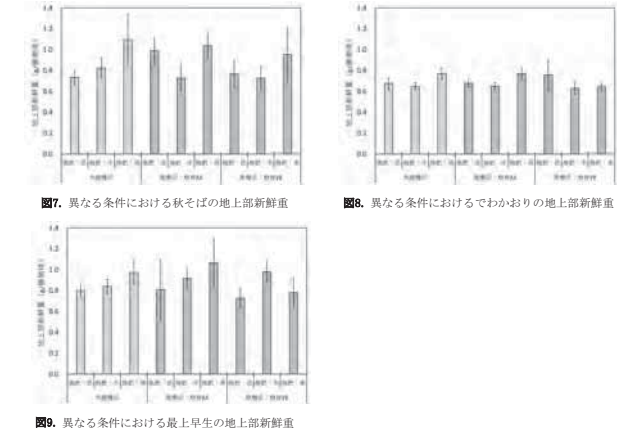


図7. 異なる条件における秋そばの地上部新鮮重

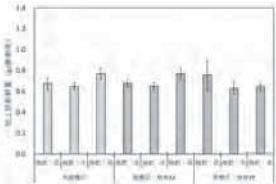


図8. 異なる条件におけるでわかおりの地上部新鮮重

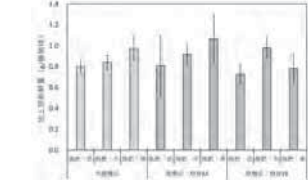


図9. 異なる条件における最上早生の地上部新鮮重

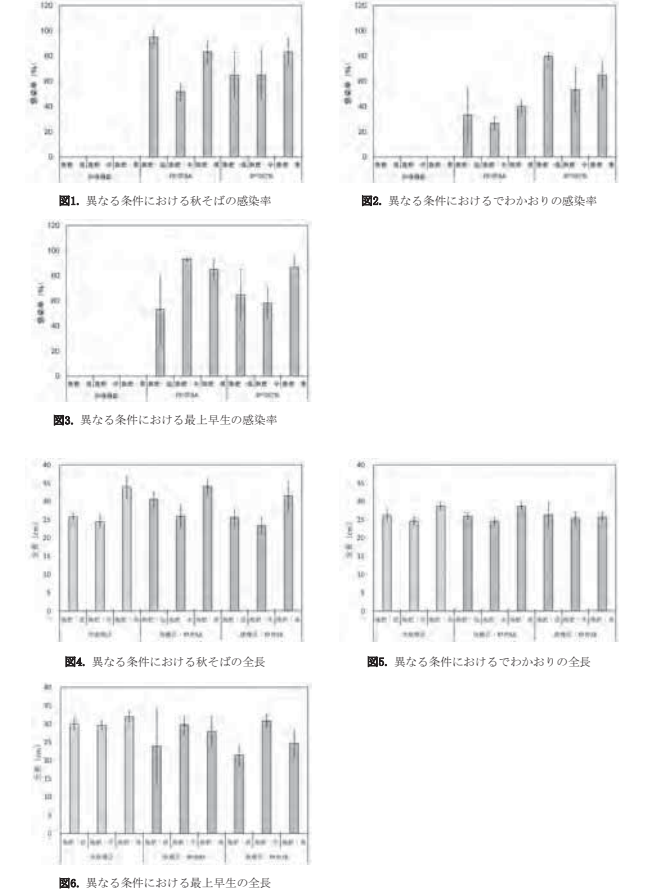


図1. 異なる条件における秋そばの感染率

図2. 異なる条件におけるでわかおりの感染率

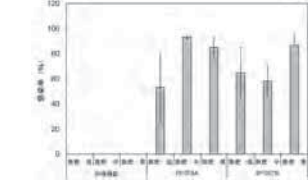


図3. 異なる条件における最上早生の感染率

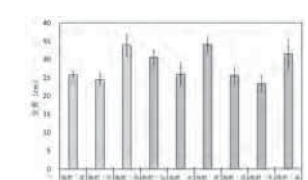


図4. 異なる条件における秋そばの全長

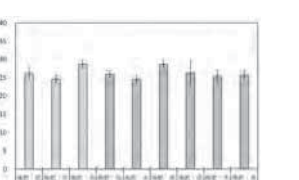


図5. 異なる条件におけるでわかおりの全長

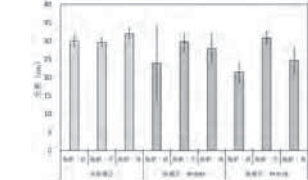
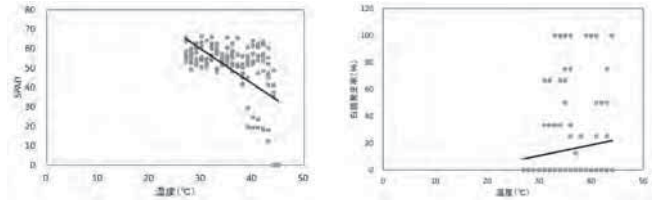
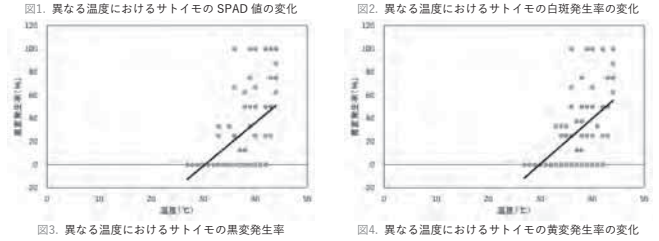


図6. 異なる条件における最上早生の全長

<p>ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result</p> <p>分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに印をして下さい。Check only one appropriate field.</p> <p><input type="checkbox"/>物理/Physics <input type="checkbox"/>化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/>生物/Biology <input type="checkbox"/>地学/Earth Science</p> <p><input type="checkbox"/>数学+情報/Mathematics&amp;Information <input type="checkbox"/>その他/Others specifying その他/Others(農学)</p>
<p>参加者/Participant's Information</p> <p>【学校名/School Name】山形県立村山産業高等学校</p> <p>【代表者名/Representative's Name】村山美夏</p> <p>【メンバー/Member】森谷岳琉 青柳圭暁 太田朝堯 片桐瑠香 滝口明里 土田百花 原田陽生</p> <p>指導教員/Supervising Teacher</p> <p>【お名前/Name】廣瀬倭太</p>
<p>発表内容/Abstract of the Presentation</p> <p>【タイトル/Title】山形県産サトイモをかなり早い8月に収穫するための研究 ～高温障害を解決→農家の負担を減らす！～</p> <p>【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】</p> <p>山形県内では、通常は秋の 10 月にサトイモが収穫され、郷土料理である芋煮に活用される。山形県民にとって芋煮は、故郷の味であり、強いこだわりを持っている。2017 年よりサトイモの苗生産などについて研究を行ってきたが、その過程で、山形県産のサトイモは非常に安価で販売されており、山形県の主要な農作物になっていない現状を知った。また、県民の芋煮に対する需要を調べたところ、秋の 10 月ではなく、8 月上旬から芋煮が食べたいという需要が高まることがわかってきた。しかし、山形県内では、8 月上旬に収穫できるサトイモはなく、他県から多くのサトイモを購入して県内の需要を賄っていることも分かった。</p> <p>そこで、通常であれば 10 月に収穫するサトイモを8月に収穫することで、山形県民の需要とマッチングするとともに、サトイモを高価格で販売することができないかと考え、8 月上旬にサトイモを収穫する「超促成栽培」の技術開発に取り組んできた。そして、保温資材を用いることや、伝承農法として利用されていた、莖芽を下に向けて植え付ける「逆さ植え」を活用することで、8 月上旬の収量を改善されることが明らかになった。しかし、保温資材のビニールトンネルなどを用いることは、農家が毎日、トンネルの開閉作業をする必要があり、作業負担が大きく普及に問題があることがわかった。また、トンネル内では高温障害が起りサトイモが枯死してしまうことがある。そこで、本研究では、超促成栽培において、サトイモの生育に高温障害が与える影響を評価するとともに、農家の作業負担を軽減する方法について検討した。</p> <p>【目的/Goal】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温条件がサトイモに与える影響を評価する。→実験 1</li> <li>・ビニールトンネルの開閉度合いの違いがサトイモの収量に与える影響を評価する。→実験 2</li> </ul> <p>【新規性と創造性/Novelty and Creativity】</p> <p>通常、山形県内で 8 月上旬にサトイモを収穫することはできない。それは、3 月下旬まで畑地には積雪があり、融雪後にサトイモの栽培を開始するためである。そのため、定植は 5 月上旬になり、その後の生育も含めて、収穫は 10 月になる。</p> <p>私たちの調査では、山形県民のサトイモや芋煮に対する需要が 8 月上旬から高まってくるのが分かった。また、山形県民はサトイモに対するこだわりも強く、県内で生産されたサトイモ品種：土垂を強く好む傾向があることも分かった。これまでは、8 月の需要増加に対応するために、他県産のサトイモを流通させていたが、これでは山形県民の需要を賄うことができないことが分かっている。</p> <p>これまでも山形県内では、早期にサトイモを収穫するための研究が行われてきたが、9 月に収穫することを想定しており、県民の需要とは大きく異なるものであると考えられる：黒田ら（1991）、藤島ら（2018）。</p> <p>そこで、本研究では、山形県産サトイモを8月上旬に収穫し県民の需要に対応した、サトイモの超促成栽培の研究を開始した。</p> <p>実験 1 を説明</p> <p>【実験 1】培養土を詰めたポットにサトイモの種芋を植え付けた。その後、約 25℃で人工気象器を用いて栽培した。葉が 2～3 枚程度、展開した後に、気温 27℃に設定し、栽培を開始した。その後、1 日に 1℃上昇させ、45℃になるまで、サトイモの生育の変化を調べた。調査項目は、SPAD 値、葉に出現した白斑、</p>



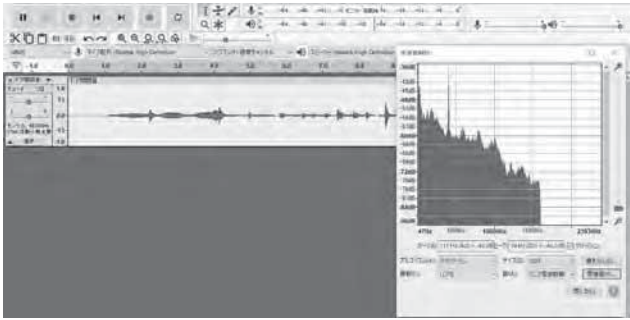
黄変、黒変である。
実験 2 を説明 《実験 2》実験 1 と同様に着苗を行ったサトイモ苗を畑に定植した。実験圃場には山形県の標準施肥量（窒素 2.2kg/a、リン 2.0kg/a、カリウム 2.2kg/a）に基づいて、堆肥と化学肥料を施肥した。畝を作り、ビニールマルチング（黒色）をし、ビニールトンネルを設置し、開閉度合いを変えて実験を行った。実験区はビニールトンネルなし、天候や気温に合わせて開閉を行う手動換気、両サイドを半分開放する 2 分の 1 換気区、両サイドを 2 0 c m 開放する 4 分の 1 換気区の 4 つとし、研究を行った。6 月にビニールマルチングやビニールトンネルを除去した。また、追肥と土寄せを 2 回実施した。約 120 日の栽培を行い、収穫した。収穫時には、全長、茎径、地上部新鮮重、イモ重量（1 次イモ、2 次イモ、親芋）、収量、出荷時の等級別割合を調査した。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 《実験 1》 SPAD 値は、温度の上昇と負の相関を示した（ $p=-0.594^{**}$ ）。白斑発生率は、温度の上昇と相関が見られなかった。黒変発生率は、温度の上昇と正の相関を示した（ $p=0.611^{**}$ ）。黄変発生率は、温度の上昇と正の相関を示した（ $p=0.642^{**}$ ）。 温度の上昇と SPAD 値の低下および萎縮・黒変・黄変発生率の増加が相関関係にあった。特に 4 0℃を超えた段階から急速に生育が低下した。
《実験 2》トンネルの開閉度合いでは 4 分の 1 換気区において最も収量が最も高くなった。等級別割合では 4 分の 1 換気区を使用することで 2 L 品や L 品の割合が多かった。これは 4 分の 1 換気区では他の実験区に比べ、夜間、日中の温度差がなく、低温、高温障害にならなかったためだと考える。
この結果からは、トンネルの開閉度合いを 4 分の 1 開放にすることで、地上部が枯死せず収量が最も高くなり、2 L 品や L 品の割合が多くなることがわかった。このことによって、労働時間を大幅に削減することができ、栽培の省力化と農業者の労働環境の改善につながる事が分かった。
【今後の展望／Future potential and its plan】 本研究では超促成栽培の大きな負担であったトンネルの開閉作業をなくし、労働時間を 77 時間削減することに成功したが、それに関わる要因について詳しいことはわかっていない。今後はサトイモのメカニズムの解明や詳しい要因について研究をしていきたい。
【参考文献／References】



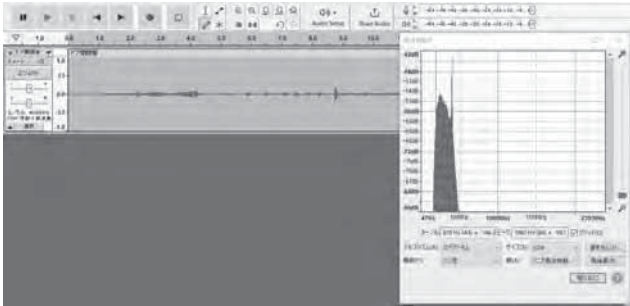
<b>ご自身の研究段階（Research Stage）</b> ： <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】東京都立八王子東高等学校
【代表者名／Representative's Name】木村紫苑
【メンバー／Member】
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】長尾嘉崇
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】 飼育下のセキセイインコはヒトの生活音におけるどの周波数を認識しているのか。
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 飼育下のセキセイインコは飼い主が帰宅した時などに特有の鳴き声をあげたり、動作を止めて玄関の方を見たりする。このことについて、セキセイインコはどのようにしてその状況を認識しているのか疑問を抱いた。日々の観察から聴覚で判断していると仮説をたて、ヒトの生活音を周波数として扱うことで探究していくことに着目し、本テーマを設定した。
【目的／Goal】 鳥類、特にセキセイインコの可聴域について言及している研究はあるが、値が論文によって異なっており、正確な値が分からなかった。よって、セキセイインコの可聴域がどの周波数であるのか、また、セキセイインコの認識のしくみを生活音と周波数の相関性も含め、本研究で調査することを目的とした。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 上記のように先行研究ではセキセイインコの可聴域の正確な値が分からなかった。また、鳥同士の鳴き声に関する論文は存在するものの、ヒトの生活音と鳥類の反応に対する報告は一般的には研究されていないものと考えられる。セキセイインコに聴かせる音源（ヒトの生活音）を自ら録音、特定の周波数のみを抽出し、以下の実験を行った。
【実験手法】 セキセイインコの可聴域を調べるために行う。先行研究では、鳥類（セキセイインコ）の可聴域は 2-4kHz(=2000-4000Hz)であるという記述と、12,000～16,000Hz であるという記述があるため、上記の範囲の周波数に編集した音源をセキセイインコに聴かせる。 ①自宅のドアの開閉音を録音する。 ②ドアの開閉音を録音した音源（以下音源と表す）の周波数を（1）編集しない、（2）約 2,000～4,000Hz、（3）約 12,000～14,000Hz、（4）約 14,000～16,000Hz に編集する。（図 1 ～ 4） ③（1）～（4）の音源をセキセイインコに聴かせる。 ④セキセイインコが反応するか否かを調べ、反応したら、音源を流して何秒後に反応したのか調べる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 実験結果から、セキセイインコには 12,000～14,000Hz の範囲は確実に聞こえており、14,000～16,000Hz の範囲は部分的に聞こえていると考えられる。

実験手法の（1）で反応があった 0 秒後に流れる音は鍵を開ける電子音であった。また、（3）で反応があった 11 秒後に流れる音は鍵を閉める電子音であった。また、（4）で反応があった 15 秒後は無音であった。鍵の開閉の電子音はほぼ同一の音であるため、このセキセイインコは鍵の開閉の電子音に反応すると考えられる。 以上より、セキセイインコの可聴域は約 12,000～16,000Hz であり、特に 12,000～14,000Hz が聞こえやすい範囲であると分かる。また、実験したセキセイインコは鍵の開閉の電子音に反応すると分かる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 本研究の課題は主に 2 つ挙げられる。1 つ目は、セキセイインコの反応が予想していたより不鮮明であったため、聞こえているか否かの判断がつきにくかったことである。日常生活において、飼い主の帰宅を判断して特有の鳴き声をあげることは、時間帯などその他の条件が関わっていると考えられる。その他の考えられる条件を固定したまま、音源の周波数を編集して流すことにより、セキセイインコの可聴域がより正確に分かると考えられる。2 つ目は、1 匹のセキセイインコのみでの実験となったことである。可聴域には個体差があると考えられるため、より多くの個体で実験することで、より明確な結果が得られると予想される。よって、これらを課題とし、今後の研究に繋げたい。
【参考文献／References】 【図書】 1.長屋亘『セキセイインコ「鳥の病院」の先生が教える飼い方』日東書院,1995.11.1 2.只野ことり『インコがやっぱいい、いちばんかわいい！』株式会社日本文芸社,2014.7.31 3.マディー・スー・エイサン『ザ・インコ&オウム のしつけガイド』株式会社誠文堂新光社,2005.4.10 4.宇田川龍男『かわいい小鳥の飼い方 BOOK』株式会社梧桐書院,2001.5.10 【論文】 1.Farabaugh, SM, Dent, ML, & Dooling, RJ「Hearing and vocalizations of wild-caught Australian budgerigars (Melopsittacus undulatus).」『Journal of Comparative Psychology』1998 2.Brittan-Powell, Elizabeth F, Dooling, Robert J「Development of auditory sensitivity in budgerigars (Melopsittacus undulatus).」『The Journal of the Acoustical Society of America』2004.6.3 【ウェブサイト】 1.「小動物の総合情報サイト ペットスマイルニュース for スマモル」 <a href="https://psnews.jp/small/p/53731/#;:-text=%E4%BA%BA%E9%96%93%E3%82%88%E3%82%8A%E5%8F%AF%E8%81%B4%E5%9F%9F%E3%81%AF,%E8%81%9%E3%81%93%E3%81%88%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82,">https://psnews.jp/small/p/53731/#;:-text=%E4%BA%BA%E9%96%93%E3%82%88%E3%82%8A%E5%8F%AF%E8%81%B4%E5%9F%9F%E3%81%AF,%E8%81%9%E3%81%93%E3%81%88%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82,</a> 参 照 日：2022.9.26 2.「インコ生活～飼い方・育て方の総合情報サイト」 <a href="https://inko.exp.jp/2019/10/24/post-9501/">https://inko.exp.jp/2019/10/24/post-9501/</a> ,参照日：2022.11.13

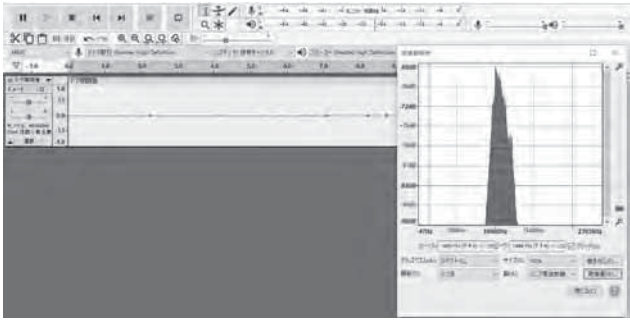




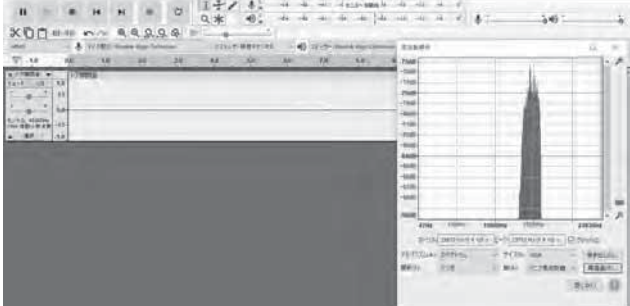
【図1】(1) 編集しない



【図2】(2) 約 2,000~4,000Hz



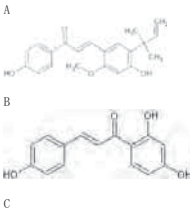
【図3】(3) 約 12,000~14,000Hz



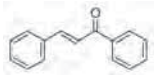
【図4】(4) 約 14,000~16,000Hz

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野/Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</b> <input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】秋田県立秋田高等学校
【代表者名/Representative's Name】佐藤真美
【メンバー/Member】藤井由紀子、山本麻由
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】遠藤金吾
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】抗変異原性を持つカルコン類の探索
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 私たちの住む秋田県は健康寿命日本一を目標に掲げているが、がんによる 10 万人あたりの死亡率が 25 年連続ワースト(※1)である。そこで細胞のがん化の一因である遺伝子突然変異に着目した。遺伝子突然変異の一因である DNA 酸化損傷を最小限に抑えることで、細胞のがん化のリスクを抑制することができ、結果的にがん死亡率の低下に貢献できると考えた。抗変異原性があると報告されており(※2)、比較的、食品から摂取しやすいことから、私たちはカルコン類に着目した。
【目的/Goal】 カルコン類の中から抗変異原性がある物質の発見を目的とした。また、抗変異原性をもたらす化学構造の特定も目的とした。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 前年度の研究では抗酸化作用のあるポリフェノールである、リコカルコン A(※3, 4, 図 1A)、イソリキリチゲン(※5, 6, 図 1B)を用いた。今年度は新たにカルコン類に属するカルコン(図 1C)4'-ヒドロキシカルコン(図 1D)を試料として用いたところ新規性がある。変異原として DNA 酸化損傷を生じる過酸化水素水(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )、遺伝子突然変異を検出する指標菌として、出芽酵母( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )YAS106 株(※7)を用いた。 実験方法は出芽酵母 YAS106 株を YPD 液体培地(完全培地)において 30℃で 72 時間振とう培養した。この酵母菌液に H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> と、カルコン類をそれぞれ 0 μM、1.5 μM、15 μM の濃度で加え、対照実験として H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> を加えていない実験区には H <sub>2</sub> O を、試料を加えていない実験区には試料の溶媒であるジメチルスルホキシド(DMSO)を同量加えた。これらをそれぞれ 30℃で 3 時間振とう培養し、10 <sup>-6</sup> 希釈した。0.1 mL を YPD 寒天培地(完全培地)にまき、カナバニン含有 SC 寒天培地(最少培地)には濃度を変えず原液のまま 0.1 mL まいて、30℃で 72 時間培養した。 YPD 寒天培地のコロニー数、カナバニン含有最少寒天培地のコロニー数に希釈率を乗じて全菌数とカナバニン耐性菌数をそれぞれ算出し、カナバニン耐性となる遺伝子突然変異頻度(カナバニン耐性菌数÷全菌数)を求め、その平均値と標準誤差を求めた。 各実験区での結果は、Kruskal-wallis 検定を用いた。有意水準は 5%とした。有意差があった場合、有意水準 5%でマンホイットニーの U 検定を行い、有意差を検定し統計的に適切に評価した。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 今回の実験では、カルコン、4'-ヒドロキシカルコンのいずれでも抗変異原性は見られなかった。(図 2)これはカルコンに抗変異原性があるという先行研究と異なる結果であったが、実験に使用した生物種の違いによるものだと考えた。今回の私たちの実験では指標菌として真核生物である出芽酵母を使用していたのに対し先行研究で

は原核生物であるサルモネラ菌を使用していた。よって今回の実験からカルコン類が示す抗変異原性は使用する菌の種類によって変化することが考えられ、ヒトに対する作用を考える上では、今回の結果の方がより実態を反映していると考えられた。よってカルコン類をヒトに対して応用することを実現することは難しいという結論に達した。
【今後の展望/Future potential and its plan】 私たちの研究目的はヒトの体内で抗変異原を示す物質を発見することであるため、できるだけヒト細胞に近い指標菌で実験する必要がある。そのため、ヒトと同じ真核生物である酵母菌を用いるべきであり、今後も出芽酵母を用いて、抗変異原性を示す物質の探索を行っていく。現在は多数のフェノール性ヒドロキシ基を有し、強い抗酸化作用が期待できるタンニン酸(図 3)を用いて解析を進めている。
【参考文献/References 】 ※1) 令和 3 年度食対策施策報告書-秋田 ※2) 木苗直秀、増田修一(2002)、抗変異原に関する研究、 <i>Environ. Mutagen Res</i> , 24:p129-144. ※3) Chen X, Liu Z, Meng R, Shi C, Guo N(2017).Antioxidative and anticancer properties of Licochalcone A from licorice. <i>The Journal of Ethnopharmacolog</i> , 198:p331-337. ※4) Jin-Seok C, Jun-Shik C, Dong-Hyunc(2014).Effects of licochalcone A on the bioavailability and pharmacokinetics of nifedipine in rats: possible role of intestinal CYP3A4 and P-gp inhibition by licochalcone A. <i>Biopharm Drug Dispos</i> , 35(7):p382-390. ※5) Dingding S, Jiali Y, Yueming J, Lingrong W, Zhubin W, Bao Y(2020) .The antioxidant activity and neuroprotective mechanism of isoliquiritigenin. <i>Free Radical Biology and Medicine</i> , 152:p207-215. ※6) Jung SK, Lee MH, Lim DY, Kim JE, Singh P, Lee SY, Jeong CH, Lim TG, Chen F, Chi IY, Kundu JK, Lee NH, Lee CC, Cho YY, Bode AM, Lee KW, Dong Z(2014) .Isoliquiritigenin Induces Apoptosis and Inhibits Xenograft Tumor Growth of Human Lung Cancer Cells by Targeting Both Wild Type and L858R/T790M Mutant EGFR. <i>Journal of Biological Chemistry</i> , 289(52):p 35839-35848. ※7) Ohnishi G, Endo K, Doi A, Fujita A, Daigaku Y, Nunoshiba T, Yamamoto K(2004). Spontaneous mutagenesis in haploid-diploid <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . <i>Biochem Biophys Res Commun</i> , 325(3):p928-933.







D

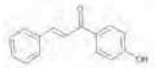
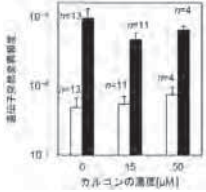


図1 先行研究と本研究で用いた試料の構造式  
AはリコカルコンA,Bはイソリキチゲニン、Cはカルコン、Dは4'-ヒドロシカルコンの構造式である。

A



B

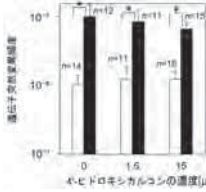


図2 Aはカルコン処理時の出芽酵母のYAS106株の遺伝子突然変異頻度、Bは4'-ヒドロシカルコン処理時の出芽酵母の106株の遺伝子突然変異頻度を表した実験結果である。

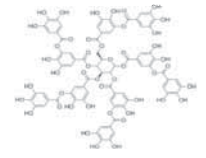


図3 タンニン酸の構造式

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☒生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 三田国際学園高等学校

【代表者名/Representative's Name】 長澤京香

【メンバー/Member】 内田 伶

指導教員/Supervising Teacher

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 オカダンゴムシにおける交替性転向反応の要因

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

生物の習性の一つとして交替性転向反応という習性が知られている。この一例としてアリやソウリムシ、オカダンゴムシが挙げられる[1]。交替性転向反応をおこす原因として、「BALM 仮説」と「走触性仮説」の二つの仮説が有力である[2][3]。BALM 仮説とは左に曲がるときは右足の方が左足と比較したときに負荷が大きくなり、対して右に曲がるときは左足の方が右足と比較したときに負荷が大きくなるので、負荷を合わせることを目的として交替性転向反応が起きているのではないかとという仮説である。走触性仮説とは左側の壁に沿って歩いている際は左に曲がりやすく、その後に右側の壁にぶつかるという現象を繰り返すことで交替性転向反応が起きるのではないかとという仮説である。本研究では、走触性仮説に着目し、オカダンゴムシを用いてこの仮説の証明をすることを目的とした実験を行った。

【目的/Goal】

オカダンゴムシの交替性転向反応における走触性仮説を証明すること。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

先行研究では、2つの仮説のうち BALM 仮説の方が優位に働くことと検証されているが[4]、どちらかの仮説が働かない状況下での実験は行われていない。そのため、本研究ではまず走触性仮説が起こりうる状況下をつくりだし、交替性転向反応が起きるかどうかを調べた。起こり得ない状況下でも同様に実験し、それぞれの交替性転向反応の起きる割合を比較した。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

走触性が起きない状況下での交替性転向反応が起きる割合を明らかにするために実験 1 を、走触性仮説が起こりうる状況下での交替性転向反応が起きる割合を明らかにするために実験 2 を行った。  
実験 1、実験 2 ともに当校の外周路で採取し、タッパーの中で 2 週間飼育したオカダンゴムシを使用した。各実験ではそれぞれ異なる 3 個体のダンゴムシを使用した。それぞれ合計の試行回数は 50 回である。いずれも試行回数はともに 50 回、3 体のオカダンゴムシを使用した。  
途中で壁に登る、方向転換、後退などをしたデータは除外している。

【実験 1】

・方法

工作用紙、1cm 角のビノキブロック、ボンドを使用し、迷路を作成した(図6)。  
図5の迷路の矢印の位置にダンゴムシを置き、角で左に曲がった場合その直後にピンセットを用いて再度矢印の位置に置き、どちらに曲がるかを調べた。

・結果

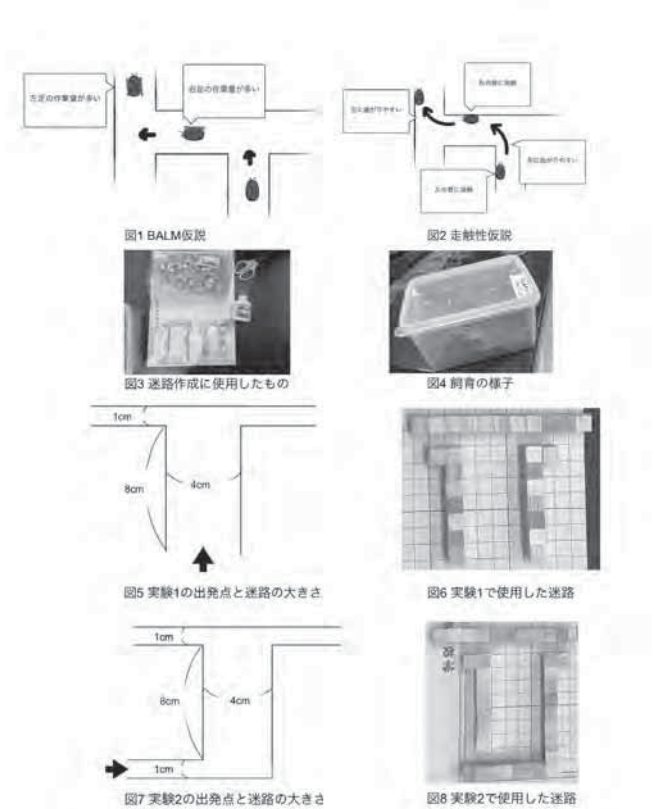
実験 1 の結果では左に曲がった回数が 12 回、右に曲がった回数が 38 回という結果となり、交替性転向反応が起きた割合は 76%となった。

【実験 2】

・方法

実験 1 で使用した迷路に強制的に左に曲がる角を作り、迷路を作成した(図8)。  
図7の迷路の矢印の位置にダンゴムシをおき 1 回目の角で強制的に左に曲がらせ、2 回目の角でどちらに曲

がるかを調べた。 ・結果 実験 2 の結果では左に曲がった回数が 9 回、右に曲がった回数が 41 回となり、交替性転向反応が起きた割合は 82%となった。
実験 1 で右に曲がった回数が左に曲がった回数よりも 26 回ほど多かったことから、少なくとも走触性とは無縁の理由が交替性転向反応に影響を及ぼしているのではないかと推察される。
実験 1 で右に曲がった回数が左に曲がった回数よりも 26 回多かったことから、少なくとも走触性とは無縁の理由が交替性転向反応に影響を及ぼしているのではないかと推察される。しかし実験 1 で右に曲がった割合よりも実験 2 で右に曲がった割合の方が 6%多かったことから走触性の働きにより交替性転向反応が起こりやすくなるのではないかと考えられる。
【今後の展望/Future potential and its plan】  フナムシやラットの交替率は転向後選択点に達するまでの時間の増大によって減少する[6][7]ことが知られており、ダンゴムシにもこの性質が見られる可能性がある。ピンセットによる移動によって時間が増大する。そのため実験 1 の方が 2 回目角を曲がるまでの移行に要する時間が長いという理由から実験 2 よりも右に曲がる割合が少ないのではないかと推察される。同じ実験で同個体のダンゴムシを複数回使用したため、ダンゴムシの学習能力によって結果が左右されている可能性がある。 ダンゴムシはストレスによって交替性転向反応を示す割合が増えることが知られている[8]ため、実験 1 で移動の際にかかるストレスによって右に曲がる割合が増えているのではないかと考えられる。  個体の学習能力と実験するにあたって個体に与えたストレスを懸念し、迷路の形状を見直すこと。また、より多くの個体を捕獲しそれらを管理できる環境を確保することを目標とし実験を進めていきたい。
【参考文献/References】  [1]『動物行動における擬合理性のモデル化: オカダンゴムシの交替性転向反応における 認知的側面のシミュレーション』右田正夫・森山徹 Cognitive Studies,12(3), P207-220 2005 年 [2]『オカダンゴムシの交替性転向の仕組みを探る』福島県立磐城高等学校 草野ゆうか・新妻裕翼 化学と生物 第 53 巻第 2 号 P130-132 2015 年 [3]『動物行動における擬合理性のモデル化: オカダンゴムシの交替性転向反応における 認知的側面のシミュレーション』右田正夫・森山徹 Cognitive Studies,12(3), P207-220 2005 年 [4]『オカダンゴムシの交替性転向の仕組みを探る』福島県立磐城高等学校 草野ゆうか・新妻裕翼 化学と生物 第 53 巻第 2 号 P130-132 2015 年 [5]『ラットにおける条件性恐怖反応のストレス誘発性増強: PTSD 動物モデルとして』領家梨恵 筑波大学大学院人間総合科学研究科感性認知脳科学専攻博士論文 2014 年 [6]『フナムシの交替性転向反応に働く要因について』星 融 動物心理学年報 第 8 巻 p57-62 1958 年 [7]『動物行動における擬合理性のモデル化: オカダンゴムシの交替性転向反応における 認知的側面のシミュレーション』右田正夫・森山徹 Cognitive Studies,12(3), P207-220 2005 年





41. 三田国際学園高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐Idea

☒Preliminary

☐Result

分野／Field

最も

当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☒生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】三田国際学園高等学校

【代表者名／Representative's Name】川北 葉々花

【メンバー／Member】遠藤 詩音莉

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】天貝 啓太

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】光が抗生物質の生産に与える影響

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】抗生物質は放線菌の二次代謝産物の 1 つであり、感染症に対する強力な対抗手段となっている。今まで不治の病とされた結核を克服するなど多くの命を救ってきた。放線菌は抗菌、抗真菌、抗腫瘍薬あるいは免疫抑制薬等の医薬品の工業的生産[1]など多種多様な二次代謝産物を生産し、私達の生活に貢献している。しかしこれまでに放線菌の二次代謝産物において、過去に見えられた化合物はほんの一部であることが遺伝子解析技術によってわかっている[2]。また、これまでに発見された抗生物質の約 6 割が放線菌から発見されているため[3]、放線菌の二次代謝産物の生産を増やすことができればより多くの病気を治すことができる可能性がある。【目的／Goal】発見された抗生物質の大半は放線菌が生産する抗生物質である。本研究では、放線菌が生産する抗生物質に焦点を当て、明暗の変化による抗生物質の生産量を調査し、抗生物質生産の効率化を図ることを目的としている。また、同実験内で明暗の変化と培養日数による放線菌の抗生物質の生産量の関係も検証する。検証できると、生産量が多い日を特定でき、その日から培養を始めることで効率よく抗生物質を採取することができると思われる。【新規性と創造性／Novelty and Creativity】先行研究では本校内で採取された放線菌の一種である TS10 株に対し、光刺激を与えることで抗生物質の生産量に変化があるかを解析している[4]。本研究では他の株でも同じことが起こるのかを検証するために TS10 株の他に、本校内で採取されている別の放線菌 3 種(TS02, TS03, TS19)を培養し、抗菌活性測定を行った。【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable) 】TS02,TS03,TS10,TS19 株を寒天培地上で純粋培養し、これらを用いて麹菌を検定菌とする抗菌活性測定を複数回行った。その結果、光の有無による生育阻止円の大きさの変化は見られたものの、どの株においても常に抗生物質の生産量が増大もしくは減少するという結果は得られなかったため、光の有無と抗生物質生産量との相関関係はあまりないと考えられる。しかし、先行研究では光刺激によって抗生物質生産量の変化に強い相関みられている。そのため、先行研究と本研究の条件の違いを探し、原因を見つける必要がある。また、生育阻止円の大きさ＝抗生物質生産量と仮定した場合、何日目が多く生産されているのかという点においてはどの株であっても光の有無と抗生物質生産の速度の関係はないと考える。【今後の展望／Future potential and its plan】今回行った実験では、先行研究と異なった結果が得られた。胞子懸濁液として各菌株を長期保存していたことが原因で、先行研究のときと発現する遺伝子が変わったと推測できる[5]。また、生産される抗生物質が複数種あり、それらの生産時期が培養時期によって違う可能性も考えられる。異なる結果が得られた原因を探るとともに、光が放線菌に与える影響はあるのかを改めて考察する。【参考文献／References 】[1] 池田 治生・堀之内 末治・鮎 信学・石川 淳 放線菌ゲノム情報に基づく二次代謝産物の生産 [2] 尾仲安康 生成遺伝子覚醒－外的刺激による 新規天然物の活性化共培養方を中心に 東京大学農学生命科学研究科 2014 年 52 巻 10 号 P685-692 [3] 微生物の化学 (2013) 『中島春榮』日刊工業出版社 [4] 井澤賢一 抗生物質生産菌に対する外的刺激の応用方法 [5] 堀田国元 放線菌における潜在機能の顕在化

42. 秋田県立秋田高等学校

また、実験 1 では対応しない両側 T 検定を行い、実験 2 ではクラスカルウォリス検定を行った後、有意差が認められたものについてはマン・ホイットニーの U 検定で 2 群間の比較を行った。なお、いずれの検定においても有意水準を 0.05 とした。

【結果】**実験 1** 阻止円の直径の変化率は図 1 のようになった。なお、Ap を投与しなかった実験区の阻止円の直径はすべて 0 cm だった。大腸菌(E.coli)AB1157 株を用いて実験を行ったとき、変化率は 11%となった。同様に、大腸菌(E.coli)DH5a 株のときは変化率は 25%、枯草菌 NBRC13719 株の変化率は6.9%となった。**実験 2** 阻止円の変化率は図 2、図 3 のようになった。大腸菌(E.coli)AB1157 株はクランベリージュースを用いた実験区の変化率は 10%、同様にりんごジュースは 2.4%、ぶどうジュースは 5.0%、大豆飲料は 1.9%だった。大腸菌(E.coli)DH5a 株はクランベリージュースを用いた実験区の変化率は 12%、同様にりんごジュースは-0.4%、ぶどうジュースは 4.8%、4.0%だった。

【考察】実験 1 では、T 検定によりすべての菌においてクランベリージュースによる有意差は認められなかった。先行研究と結果が異なった要因として、ジュースを濃縮せずに用いたことや菌株の種類による作用の大きさの違いに加えて、実験誤差が大きすぎたことが挙げられる。実験 2 では、大腸菌(E.coli)AB1157 株を用いた実験についてクラスカルウォリス検定を行ったところ、有意差が認められた。マン・ホイットニーの U 検定では、クランベリージュース、ぶどうジュース、大豆飲料で有意差が見られた。原料 100 g あたりのプロアントシアニジン含有量は、クランベリーが 418.8 mg<sup>⑦</sup>、りんごが 58.6 mg<sup>⑧</sup>、ぶどうが約 130 mg<sup>⑨</sup>、大豆が 55 mg<sup>⑩</sup>である。実験に用いた飲料の中ではクランベリージュース、ぶどうジュース、りんごジュース、大豆飲料の順で多いことから、単純にプロアントシアニジンのみが抗生物質の抗菌効果に影響しているわけではないということが示唆される。特に、抗菌効果を促進しなかったりんごのみに含まれる物質が、抗生物質の抗菌効果を抑制している可能性が高いと考えられる。

【この研究の発展性】実験に用いた抗生物質は実際に人間に投与されているものであり、使用した飲料も比較的安全で手に入りやすいものを使用しているため、実用的であると考えられる。また、実験では、Ap と飲料以外に特別何かを加えていないうえ、大腸菌を大気の下で 37℃で培養しているため、実際に人間に Ap を投与するときにも、同様な作用を示すと考えられる。だから、抗生物質を飲料を併用することだけで、誰でも簡単に薬剤耐性菌感染症の防止ができるのではないかと考える。

【今後の展望／Future potential and its plan】今回の実験から、大腸菌 DH5a 株に対して、プロアントシアニジンのみが抗生物質の抗菌効果に影響しているわけではないと考えられるので、抗菌効果を促進した食品とそうでない食品の成分を比較して、抗菌効果に影響する成分を探索したいと考えている。

【参考文献／References 】(1)J-SIPHE 年報 2019 (2)IASR 年報 2021 年 5 月号 (3)Schäberle TF, Hack IM (2014) Overcoming the current deadlock in antibiotic research. *Trends Microbiol*.22:p165－167. (4)Mathias Gallique, Kuan Wei, Vimal B. Maisuria, Mira Okshevsky, Geoffrey McKay, Dao Nguyen Nathalie Tufenkji, ASM Journals 87 巻 10 号 2021 (5)眞野.KAKEN 研究成果報告書 2017 (6)有賀敏明, 細山浩, 徳武昌一, 山越純, 日本農芸化学会誌, 2000 (7)健康食品のインショップ健康コラム 2017 年 08 月 25 日 (8)J-STAGE,園芸学会雑誌 68 巻 3 号 1999 (9)黒大木の機能性研究会,低分子ポリフェノールの含有量 (10)川田聡, et al. 黄ダイズおよびその種子着色変異体における種皮プロアントシアニジンの定量比較 (平成 27 年度年次講演会一般公演). In: 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報 56. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会, 2015. p. 44-45.

42. 秋田県立秋田高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐Idea

☐Preliminary

☒Result

分野／Field

最も

当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☒生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】秋田県立秋田高等学校

【代表者名／Representative's Name】佐藤 創

【メンバー／Member】伊藤千紜、大川和紗、佐藤真実

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】遠藤金吾

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】プロアントシアニジンと抗菌効果促進作用の関係

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】近年、薬剤耐性菌の著しい増加による感染症の拡大が深刻化している<sup>1)②</sup>が、新規の抗生物質の開発は停滞しているのが現状である<sup>③</sup>。また、クランベリーに含まれるプロアントシアニジンはβ-ラクタム系抗生物質の抗菌効果を高めると報告されている<sup>4)④</sup>。そして、プロアントシアニジンは、クランベリー以外にもいちご、ぶどう、プラム、大豆など、様々な食品に含まれていることも明らかになっている<sup>⑤</sup>が、これらの食品のうちクランベリー以外の食品の抗菌効果促進作用に関する研究はない。私達はそれらの食品が抗生物質の抗菌効果をどの程度促進するのかを調べたいと思った。【目的／Goal】プロアントシアニジンを含む食品の中から、β-ラクタム系抗生物質の効果を高める作用のあるものを探索し、抗生物質の抗菌効果をより高める方法を発見することを目的とした。そして、私達はこの研究を通して人類の健康を増進したいと考えた。【新規性と創造性／Novelty and Creativity】先行研究では、クランベリーに含まれるポリフェノールである A 型プロアントシアニジンに抗菌薬の抗菌効果を促進する効果があることが明らかになっている<sup>4)④</sup>。しかし、クランベリー以外でプロアントシアニジンを含む食品については、抗菌効果促進作用に関する研究はなされていない。そこで私たちは、それらの食品が抗生物質の抗菌効果をどの程度促進するのかを調査した。【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable) 】私達はまず、プロアントシアニジンによる抗生物質の抗菌効果を促進する作用が、細菌の種類によってどのように違うのかをしらべるため、実験 1 を行った。また、上記の目的に向けて実験 2 を行った。【材料】**実験 1** 指標菌には大腸菌(Escherichia coli)AB1157 株、大腸菌(E.coli)DH5a 株、枯草菌(Bacillus subtilis)NBRC13719 株、指標菌用培地には LB 寒天培地を用いた。飲料には 100%クランベリージュース、抗生物質にはβ-ラクタム系抗生物質であるアンピシリン(Ap)を用いた。**実験 2** 指標菌には大腸菌(E.coli)AB1157 株、DH5a 株を用いた。飲料には、100%クランベリージュース、100%ぶどうジュース、100%りんごジュース、100%大豆飲料を用い、抗生物質には Ap を用いた。【方法】指標菌を 20 時間振とう培養し、その菌液をリン酸緩衝液で適当に希釈した。培養の温度は大腸菌は 37℃、枯草菌は 30℃とした。次に、これを LB 寒天培地にまき、それらの寒天培地の中央部に穴を開け、Ap、飲料を適量量投与した。このとき飲料は遠心分離処理後の上澄み液を用いた。なお、Ap を投与しない実験区には水を、飲料を投与しない実験区にはジメチルスルホキシドを投与した。その寒天培地を 20 時間培養し、形成された阻止円の直径を計測し、阻止円の直径の変化率を下記の式(1)で求めた。阻止円の直径の変化率[%]=
$$\frac{\text{Ap あり飲料添加あり実験区の阻止円の直径}-\text{Ap あり飲料添加なし実験区の阻止円の直径}}{\text{Ap あり飲料添加なし実験区の阻止円の直径}} \times 100$$
式(1)

42. 秋田県立秋田高等学校

菌株	阻止円の変化率 [%]
大腸菌(E.coli)AB1157株	11%
大腸菌(E.coli)DH5a株	25%
枯草菌NBRC13719株	6.9%

飲料	阻止円の変化率 [%]
クランベリージュース	10%
りんごジュース	2.4%
ぶどうジュース	5.0%
大豆飲料	1.9%

飲料	阻止円の変化率 [%]
クランベリージュース	12%
りんごジュース	-0.4%
ぶどうジュース	4.8%
大豆飲料	4.0%

- 141 -



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics

☐ 化学/Chemistry

☒ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】鹿児島県立国分高等学校

【代表者名/Representative's Name】村田結衣

【メンバー/Member】大園日向 前田麗

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】讃岐斉

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】鹿児島県におけるカワニナ類の分布と生息環境

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

淡水域や汽水域は開発や水質汚染などの影響を受けやすく、環境が悪化しやすい。貝類は移動性が低い底生動物であるため環境劣化の影響を受けやすく、鹿児島県でも多くの種が絶滅の危機に瀕している。

なかでもカワニナ類は日本に広く分布しているため、個体と集団の2つの視点から調査できるのではないかとひらめき、研究を始めた。

【目的/Goal】

現在の県内における貝類の分布と生息環境を調べ、今後、希少種や生息環境の保全の在り方に役立てることを目的とする。また、カワニナ類は淡水性で卵胎生のため地域間での変異が大きいとされているが(1)、鹿児島県ではまだ十分な調査が行われていない。そこで、県内でのデータを記録することを目的とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

1. 新規性・方法

カワニナ類は全国に広く分布しており、季節ごとの移動性が低いため観察しやすく、生息地点の水質の影響も受けやすいと考えカワニナに着目した(2)。

1-①フィールド調査

調査は、2021年8月～2022年10月の昼間に、県本土(図表1)と屋久島、口永良部島(図表2)の合計15河川において行った。水温はアルコール温度計で測定した。採集は主に目視で行い、深い場所や流れが速い場所においては、市販のタモ網を使用した。定量調査では、50cm×50cmのコドラートにおいて、貝を採集した。河川環境については、必要に応じて調査地点の水温、気温、塩分濃度、流速を記録し、水質はバックテストでCOD、硝酸、亜硝酸、リン酸、pHなどを調べた。

1-②個体比較

標本は80%エタノールで固定して実験室に持ち帰り、殻高と殻幅をデジタルノギスで、螺層角(らそうかく)はデジタル分度器、殻底肋は目視で数え、種の同定を行った(3)。

2. 創造性

最近の異常気象や環境変化に伴う河川の状況の変化により、生物多様性の回復や向上、保全などが今日の課題として位置づけられていることから、移動性が低く、分布範囲が一般的に狭くなる傾向がある貝類の現在の分布状況を把握していることは非常に重要であると考えた。

43. 鹿児島県立国分高等学校

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

カワニナ類の分布と生息環境を調べることで地域の現在の環境の指標を残すことができ、将来の研究に役立てることができる。

1. 県本土の川内川、穴川、天降川、集川、万之瀬川、石垣川など8地点の調査で計5種が採集された(図表3・4)。カワニナ(南限種)は全ての河川で採集された。各河川間および島嶼域のカワニナには、螺層角や模様などの形態に大きな違いは見られなかった。川内川(中流)における調査では、最優占種はチリメンカワニナ[県準絶滅危惧種](4・5)(図表5)で、サカマキガイやスクミリンゴガイなどの外来種も採集された。環境の異なる場所に地点を定め(図表6)、定量的に採集した(50cm×50cm)ところ、チリメンカワニナは流速が速いところでは採集されず、よどみや流速の遅いところで採集された。5月(図表7)の調査では錨穴のよどみに貝類が見られたが、9月(図表8)の調査では水質が変化(図表9)し、貝類は全く採集されなかった。

2. 島嶼域

屋久島(土面川、男川、イテゴ川、月見川、平内川)、口永良部島(大川、岩崎川、小判河)の調査では、陸産種2種を含む8種が採集された(図表10・11)。口永良部島では、チリメンカワニナ(図表12)が採集された。これまでの調査では、口永良部島におけるカワニナ以外のカワニナ類の報告はない。また、チリメンカワニナの本島での記録は南限更新となることから、遺伝子解析による種の同定を含め詳細に検討する必要がある。

3. 県本土・口永良部島の環境の比較

チリメンカワニナが採集された県本土の川内川と口永良部島の大川で水質の比較を行った(図表12)。採集された個体は福島先生(大口市立大中央中学校)、片野田先生(鹿児島市立博物館)に同定のご協力をいただいた。

【今後の展望/Future potential and its plan】

・南限種であるチリメンカワニナの生態(6)について今後も継続して調査し、川内川や口永良部島における分布と生息環境の特徴を調べる。

・口永良部島で採集されたチリメンカワニナの個体のDNA解析を行い種の同定と確認を行う(7)。

【参考文献/References】

(1) 福島聡馬ら日本生物地理学会会報日本生物地理学会 第76巻 2021

(2) 鹿児島県環境生活部環境保護課編 改訂・鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動植物 RED DATA BOOK 2016

(3) 神谷ら 日本産カワニナおよびチリメンカワニナの遺伝的変異と形態変異 2005

(4) 行田義三 貝の図鑑 採集と標本の作り方 南方新社 2012

(5) 奥谷喬司 編著 日本産淡水貝類図鑑 2017

(6) 高橋佑磨 河川性のカワニナ類を用いた2つの相反する分布境界成立機構の検証 2021

(7) 片野田ら 約7300年前の火山大爆発で成立した竹島に分布するカワニナのDNA解析に基づく起源 2020

43. 鹿児島県立国分高等学校

県本土の調査河川

図表1 県本土で調査した河川

屋久島・口永良部島の調査河川

図表2 屋久島・口永良部島で調査を行った河川

県本土 (分布特性上重要種 県準絶滅危惧種)

図表3 県本土での希少種が採集された地点

すべての河川でカワニナが採集された

図表5 川内川で採集されたチリメンカワニナ

43. 鹿児島県立国分高等学校

	川内川	穴川	万乃瀬川	集川	天降川	石垣川	校校川	採取地点数
カワニナ		○	○	○	○		○	5
チリメンカワニナ	○	○						2
タケノコカワニナ							○	1
スクミリンゴガイ	○							1
サカマキガイ	○	○						2
モノアラガイ		○						1
イシマキガイ						○		1
ヒメシシタミア								0
マオブネ								0

川内川での調査地点

図表6 川内川での環境別での調査地点

地点1・2は錨穴、地点3・4は穴川の支流、地点5・6は川内川本流

図表7 5月の錨穴の水質

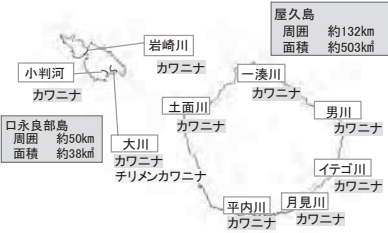
図表8 9月の錨穴の水質

5月に比べ9月は目視でも水質が悪化しているのがわかった

- 142 -



屋久島、口永良部島  
(分布特性上重要種、県準絶滅危惧種)



図表 10 屋久島・口永良部島で希少種が採集された地点  
カワニナはすべての河川で採集された

	屋久島	口永良部島	採集地点数
カワニナ	○	○	2
チリメンカワニナ		○	1
タケノコカワニナ			0
スクミリンゴガイ			0
サカマキガイ			0
モノアラガイ			0
カノコガイ			0
フネアマガイ	○	○	2
イシマキガイ	○	○	2
ヒメシダタミアマオブネ	○		1

図表 11 屋久島・口永良部島で採集された種と採集河川  
カワニナ、フネアマガイ、イシマキガイが広く分布していた



図表 12 大川で採集されたチリメンカワニナ

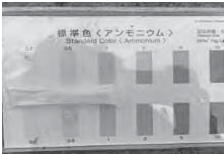
5月



COD  
2



pH  
8.0



アンモニウム  
0.2

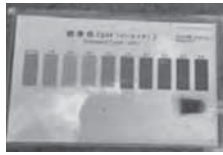


カルシウム  
5

9月



COD  
≥8



pH  
9.5



アンモニウ  
0.2



カルシウ  
10

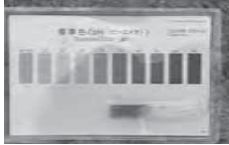
図表 9 5月と9月での順穴内の水質の比較

COD の値が大きくなり、また pH の値がアルカリ性を示していたことから5月に比べ9月の順穴内の水質は悪化していると言える

川内川(県本土)



COD  
2



pH  
7.5



アンモニウム  
0.2

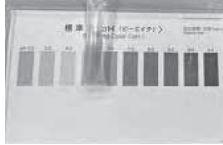


カルシウム  
20

大川(口永良部島)



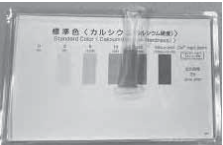
COD  
2



pH  
7.0



アンモニウム  
0.2



カルシウム  
20

図表 13 川内川と大川での水質の比較

両河川とも水質は良好であることから準絶滅危惧種のチリメンカワニナも生息できる環境と考えられる

ご自身の研究段階は： ☐アイデア ☒予備的な成果 ☐研究成果

分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

- ☐物理／Physics ☐化学／Chemistry ☒生物／Biology ☐地学／Earth Science  
☐数学＋情報／Mathematics & Information ☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

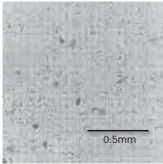
【学校名／School Name】 順天高等学校  
【代表者名／Representative's Name】 山口大登  
【メンバー／Member】 山口大登  
指導教員／Supervising Teacher  
【お名前／Name】 亀田麻記子

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 緑色はストレスを低減させる効果があるのか  
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ストレスに苦悩されている人がいる中で、色が人間のストレスに関与しているのであるならば興味深いと思った  
【目的／Goal】 緑色がストレス増加を抑える効果があるのかどうかを調べる  
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 今までの研究では、植物の緑が多いとストレス軽減の効果があるといわれていた。今回の実験では、純粋な緑が人間のストレスに及ぼす影響を測定した。  
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 純粋な緑色の効果を測定するために、色セロファンを貼った簡潔なメガネを用意した。このメガネをつけながら被験者には計算問題を解いてもらい、緑色や他の色、色なしのメガネ着用時の心拍数の上昇を測定した。もし緑色にストレス軽減の効果がある場合には緑色メガネ装着時では心拍数上昇はあまりしないと予測される。  
【今後の展望／Future potential and its plan】 可能であれば心拍数ではなく脳波の装置などでストレスを測る。人間以外の生物にも試す。  
【参考文献／References 】  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/68/12/68\\_J537/\\_pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/68/12/68_J537/_pdf-char/ja)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/fpj/137/4/137\\_4\\_185/\\_pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/fpj/137/4/137_4_185/_pdf-char/ja)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jahp/25/2/25\\_1/\\_pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jahp/25/2/25_1/_pdf-char/ja)



<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</b>	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>	
【学校名/School Name】 東京大学教育学部附属中等教育学校	
【代表者名/Representative's Name】 野澤萬次郎	
【メンバー/Member】	
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【お名前/Name】 桑原嘉佳    三堀春香	
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】 シロアリの腸内でしか生きられない原生動物はなぜ現代まで多様性を維持できたのか	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 シロアリは世界中の森林で繁栄していて、木材を食物として利用できる数少ない動物であり、木材の消化はシロアリの腸内に存在する原生動物が担っている。これらに原生動物は日本のシロアリの腸内にも存在しており、日本に最も広く分布するヤマトシロアリ ( <i>Reticulitermes speratus</i> , 以降シロアリ) の腸内には、13 種類の原生動物が合計で数万頭も存在する (図 1)。これらの原生動物はシロアリの食べた木材を消化し、シロアリに必要なエネルギーに変換されシロアリのエネルギー需要を満たしている <sup>1</sup> 。また、原生動物は嫌気性動物のため、シロアリの腸内でしか生きられない。そのため、シロアリと原生動物の間には相利共生関係がある。原生動物 13 種は、シロアリ個体間での受け渡しの繰り返しで現代まで絶滅せずに種が存続している。先行研究によりシロアリは脱皮をすることが知られている。そのため、原生動物はシロアリが脱皮をするごとに腸と共に外へ出され、それと同時に腸内原生動物は全滅する。脱皮直後の個体は原生動物をほとんど持たないが、他の個体の肛門から直接原生動物を受け取ることで、共生関係を速やかに再構築する <sup>2</sup> 。こうした原生動物の種ごとに着目した研究はほぼ行われておらず、なぜ、13 種類もの多様な原生動物種が維持されているのかは不明である。そのことから、なぜシロアリの腸内に大きさや形態の違う原生動物がひしめき合いながら生息しているのか気になり、シロアリと原生動物の関係について興味を持った。そして、仮に種ごとに増殖率が異なると特定の種のみが腸内を独占してしまい、13 種類もの多様な種は維持されないのではないかと考えた。そして私は、シロアリが真社会性のため常に異仲間と接触していることから、接触の機会が多いために確率的に全ての原生動物種が維持されているのではないかと仮説を立てた。	
【目的/Goal】 原生動物の種ごとの増殖率の違いを明確にし、なぜ現代まで 13 種類もの多様な原生動物が絶えず維持されてきたかを明らかにすること。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 シロアリの腸内共生関係について、今まで分解酵素の生化学的な特性や遺伝子解析による系統的研究は盛んに行われてきた <sup>3</sup> 。一方で、原生動物に個体レベルで着目し、その多様性が維持される仕組みに着目した研究は行われておらず、原生動物の種ごとに着目した研究はされてこなかった。そのため、多様な原生動物がなぜ維持されているのかは不明である。本研究は、原生動物の多様性が維持されるメカニズムを実験的に検証する新たな試みである。シロアリは害虫としても森林環境を維持する益虫としても重要な種であり、本研究の成果は応用面でも重要なものと期待される。	



**図 1 シロアリの腸内に存在する原生動物**  
大きさや形の違う原生動物がひしめき合いながら存在している。



**図 2 シロアリの採集場所**  
神奈川県横浜市鶴見区梶山二丁目の雑木林の中でシロアリを採集している。

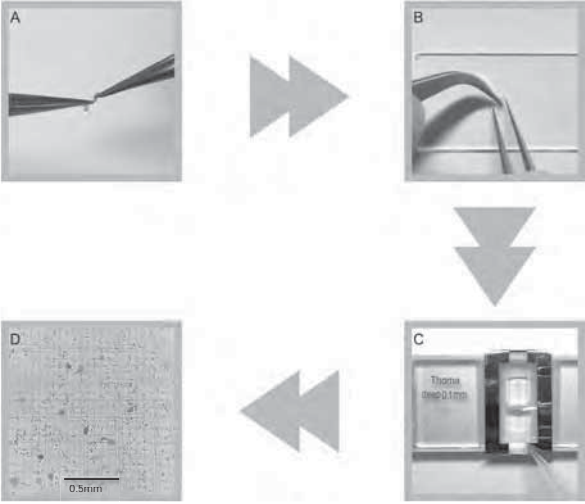


**図 3 シロアリの飼育環境**  
食料保存容器を使用し、飼育している。



**図 4 実験中のシャーレ**  
実験中のシロアリは、セルロースを敷いたシャーレで飼育している。

<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> シロアリは、神奈川県横浜市鶴見区梶山二丁目で採集したコロニーを使用し (図 2)、食料保存容器の中で飼育した (図 3)。また、実験中はシロアリが木中にいるとシロアリの生存が確認できないため、シャーレにセルロースを敷きその中で飼育した (図 4)。シロアリの解剖はピンセットで後腸を取り出し、0.45%生理食塩水 20 $\mu$ l に投与させ懸濁させた。懸濁後、血球の数をカウントする際に用いられる血球計算板を利用し、原生動物の数を種ごとにカウントした (図 5)。実験では原生動物を除去し、その後通常個体と共に飼育することで増殖率を測定した。先行研究によりシロアリの腸内原生動物は 36 $^{\circ}$ C の環境下で 24 時間飼育すると除去されることが報告されていたため、まず同様の方法で原生動物が除去可能かを確認した。シロアリを 5 匹入れたシャーレを 3 つ製作し、36 $^{\circ}$ C 設定のインキュベータでシロアリを 24 時間飼育し解剖を行った結果、全ての個体において原生動物は確認されず、先行研究の再現性が確認された (図 6)。ヤマトシロアリの腸内には 13 種類の原生動物が存在するが、今後の実験では形態から同定が可能な原生動物 10 種類に注目してカウントを行った (図 7)。	
<b>実験 1: 接触の頻度が増えるほど原生動物の総数が増えていく</b> シロアリの接触の頻度が各種原生動物数に影響を与えるかを明らかにすることを目的としてこの実験を行った。正常なシロアリと原生動物を除去したシロアリ 1 匹ずつを 1 つのシャーレに入れ、2 日おきに解剖し、原生動物をカウントした結果、日数が経ち接触の頻度が増えるほど原生動物の総数が有意に増えていった (図 8)。一方 <i>Ilexamastix</i> sp. のように、種によっては日数が経つほど数が減少する原生動物も見られた。そして、除去個体と正常個体をシャーレに入れてから 6 日目には各種原生動物は存在していた (図 9)。これらの結果からシロアリは接触を繰り返すことによって腸内に共生させる原生動物の量を増やしている可能性が考えられる。	
<b>実験 2: コロニーの大きさが変化しても原生動物の種類ごとの割合は変動しない</b> 次にシロアリのコロニーの大きさが各種の原生動物数に与える影響を評価することを目的として以下の実験を行った。除去個体 9 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレ、除去個体 49 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレ、除去個体 99 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレ、それぞれ 3 種類のシャーレを用意し、10 日間飼育した。飼育後シャーレ中の 10 匹を解剖し、原生動物の数をカウントした。その結果、コロニーの大きさが異なっても原生動物の種類ごとの割合の変動は見られなかった (図 11, 12)。このことから、シロアリのコロニーは小さくても接触頻度さえ十分であれば原生動物の多様性は維持されることが示唆された。	
<b>結論</b> 以上 2 つの実験からシロアリはコロニーの大きさに関係なく、接触を繰り返すことで原生動物の多様性が維持されるということが明らかになった。そして、シロアリは真社会性で異仲間と絶えず接触を繰り返すことが可能であるため、初めの「接触の機会が多いために確率的に全ての原生動物種が維持されているのではないかと」という仮説は支持された。	
<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> 本研究でシロアリの接触の頻度やコロニーの規模が変化しても原生動物の多様性は維持されることが明らかになった。しかし、原生動物それぞれの役割については明らかになっておらず、13 種類の原生動物は全てシロアリの生存に必須な原生動物なのかは分かっていない。そのため、今後はシロアリの生存に必須な原生動物の同定をする実験を行う。具体的には、シロアリ同士の接触の回数を制限し、限られた原生動物だけが存在するシロアリをつくり、そのシロアリ全てに生存する原生動物を確認し実験を行う。このように今後原生動物の種類ごとに注目し、研究を進めていきたい。	
<b>【参考文献/References】</b> 1. R. E. Hungate. 1939. Experiments on the Nutrition of Zootermopsis. III. The Anaerobic Carbohydrate Dissimilation by the Intestinal Protozoa 2. Yamakoa, I., Sasabe, K. and Terada, K. 1986. A timely infection of intestinal protozoa in the developing hindgut of the termite ( <i>Reticulitermes speratus</i> ). Zool. Sci. 3: 175-180. 3. J. A. Breznak: Annu. Rev. Microbiol., 36, 323 (1982). 4. Cleveland, L. R. 1924. The physiological and symbiotic relationships between the intestinal protozoa of termites and their host, with special reference to <i>Reticulitermes flavipes</i> . Kolfer. Biol. Bull.	



**図 5 原生動物をカウントする手順**  
A シロアリのピンセットで解剖し、後腸を取り出す。  
B 取り出した後腸を 0.45 %生理食塩水 20  $\mu$ l に懸濁させ、懸濁液を作る。  
C 懸濁液 10  $\mu$ l をマイクロピペットで血球計算板に流し込む。  
D 光学顕微鏡で血球計算板を観察し、原生動物の種類ごとの数をカウントする。



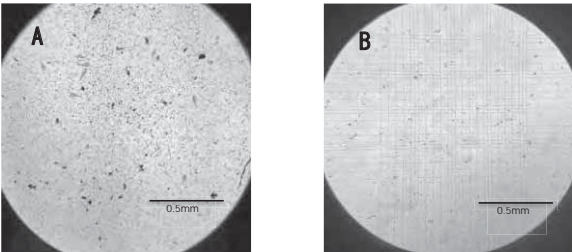


図 6 原生動物の除去を行った実験

除去個体 n=15

A は正常なシロアリの腸内。B は原生動物の除去の操作を行ったシロアリの腸内。5 匹のシロアリを入れたシャーレを 3 つ制作し、原生動物除去の作業を行った。除去後全てのシロアリを解剖し、原生動物は 1 匹も確認されなかった。

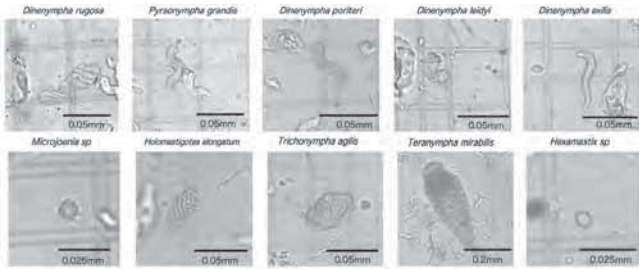


図 7 実験時にカウントする原生動物

形態から同定可能な原生動物 10 種類。青で着色した部分が原生動物。大きさや形、繊毛の付着具合で見分けている。

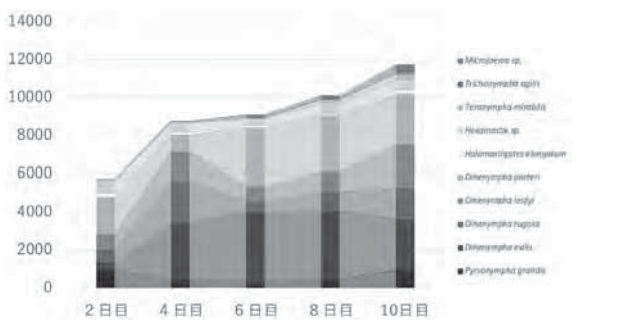


図 8 飼育日数と各原生動物数の関係

各日数におけるシャーレ n=5 u-test, \*\*:p<0.01

横軸は除去個体と正常個体を同じシャーレに入れてからの日数を表し、縦軸は 1 匹のシロアリの腸内に生息する原生動物の絶対数を表している。2 日目と 10 日目の原生動物の総数を比較したところ、p=0.01 で有意な差が見られた。飼育日数が増加するほど原生動物の総数は増加していた。

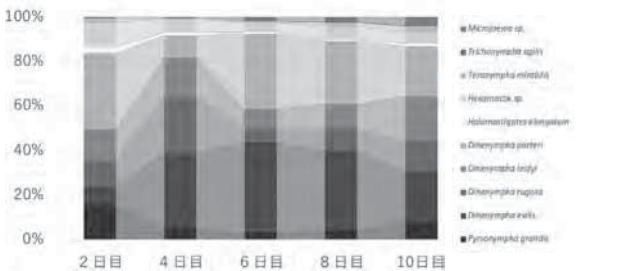


図 9 飼育日数別で各原生動物が占める割合

各日数におけるシャーレ n=5

横軸は除去個体と正常個体を同じシャーレに入れてからの日数を表し、縦軸はシロアリ 1 匹の腸内に各原生動物が占める割合を表している。4 日目までは *Trichonympha agilis* が存在しなかったが、6 日目には 10 種類全ての原生動物が存在していた。飼育日数が増加すると総数の割合が減少する原生動物がみられる。

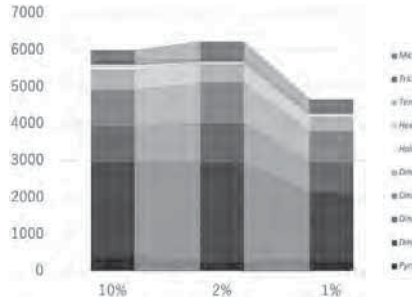


図 10 コロニーの大きさと各原生動物数の関係

各コロニーの大きさにおけるシャーレ n=5

横軸は正常個体のコロニー内での割合を表し、除去個体 9 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 10 % 除去個体 49 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 2 %、除去個体 99 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 1 % とした。縦軸は 1 匹のシロアリの腸内に生息する原生動物の絶対数を表している。1 % コロニーで原生動物の総数が他のコロニーと比べ、約 2000 匹少ないことがわかった。

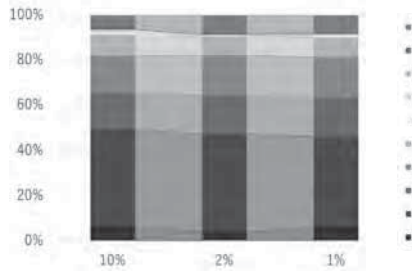


図 11 コロニーの規模別における各原生動物が占める割合

各大きさにおけるシャーレ n=5

横軸は正常個体のコロニー内での割合を表し、除去個体 9 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 10 % 除去個体 49 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 2 %、除去個体 99 匹と正常個体 1 匹入れたシャーレを 1 % とした。縦軸はシロアリ 1 匹の腸に各原生動物が占める割合を表している。正常個体の割合が変化しても原生動物の割合は大きく変化しないことがわかった。

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】東京農業大学第一高等学校中部

(代表者名/Representative's Name) 川上 陽叶 (カワカミ ハルト)

【メンバー/Member】李 星珉(リ ソンミン), 堤 萌佳(ツツミ モエカ), 片山 樹(カタヤマ イツキ), 松江 竜宏(フナエ ツツヒロ), 谷口 梨花(タニグチ リンカ), 佐藤 克真(サトウ カツマ)

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】武中 豊(タケナカ ユタカ), 田口 翔太(タグチ ショウタ)

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】モウソウチクの成長促進物質の関係性とその応用性

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

校内の雑木林に自生しているモウソウチクを収穫し、筍はんとして食べることはわが校生物部の伝統行事の一つとなっている。目当ての筍が放課後に背丈ほどの高さに成長しているのを見て、「モウソウチクの成長が急速で起こるのはなぜだろう。成長するにあたって何かしらの要因があるのではないかな」という疑問が浮かんだ。最初に成長の様子をとらえるため、モウソウチクの成長を記録する装置「タケノコロガー」を開発して調べた結果、モウソウチクには雨天時と晴天時の 2 つの成長パターンが存在することが明らかとなった。仮説として、その成長の原因である物質の分布の違いを考え、節ごとの濃度を、レタスの根の忌避効果を用いたサンドウィッチ法によって検定を行い、液体クロマトグラフィーによって要因となる成分を明らかにすることで、モウソウチクの成長のしくみがオーキシシン、ジベレリンの 2 種類の植物ホルモンの協調で起こることを解明した。

【目的/Goal】

植物の伸長成長を促す植物ホルモン、オーキシシンの一種であるインドール-3-酢酸 (英語表記は indole-3-acetic acid、略称表記は IAA、以下 IAA と表記する) と、モウソウチクの伸長成長の相関関係を調査する。また、その応用性を模索する。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

実際の気象変化、気温、湿度を精密に調査するにあたり、実際の気象変化、気温、湿度にともなう成長の速度を常時観測する必要がある。そこで我々が開発した、成長記録装置「タケノコロガー」(図 1) を用いてモウソウチクの成長と気象の関係を検証する自動記録装置の開発に成功した。

また、フリルレタス (*Lactuca sativa*) を使用し、モウソウチクの成長促進物質が根の伸長を阻害するという点を利用して、雨天時、晴天時のモウソウチクの成長促進物質の分布の違いを明らかにした。フリルレタスを使用した理由としては、レタスの種子による検定が植物の多感物質の検定方法として確立した方法であることが挙げられる。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)

実験 1 を行い、モウソウチクの雨天時・晴天時の成長速度を成長記録装置「タケノコロガー」を用いて比較した。その結果、雨天時と晴天時では、成長パターンが異なることが判明した。

次に、モウソウチクの成長を促進させる物質が、他の草本に対してどの様に作用するのか、植物の多感物質の検定として確立した方法であるレタスの種子を用いて実験 2-1 を行った。その結果、フリルレタスの根の忌避が認められたことにより、モウソウチクの中の成長促進物質が根の伸長を忌避することが確認された。また、各節ごとに成長促進物質の濃度に差があることが判明した。そこで、晴天時と雨天時の成長パターンの違いを、成長促進物質量の計測を行い、その結果によって明らかにできるのではないかと考え、独自のサンドウィッチ検証法を用いて実験 2-2 を行った。雨天時、晴天時の対照実験、計測の結果、晴天時には高濃度の成長促進物質が茎頂に集中し、雨天時には茎頂の成長促進物質の量が少なくなることが証明された。実験 2-2 の結果より、茎頂の成長促進物質量が節間伸長の要因であると仮説を立てた。そこで実験 3 では茎頂の成長物質を取り除く検証実験を行った。結果、茎頂を切除した個体 A は実験 1 の成長曲線と同様な成長を見せたが、累計 2 cm 程度とその変化は極めて小さかった。一方、茎頂を切断した個体 B と個体 C は 5 cm 以上の伸長成長を見た。これにより、モウソウチクの伸長成長には茎頂の物質が極めて重要であるということが証明された。



実験4では、簡易液体クロマトグラフィー装置“ことり”（参考文献4を参照）を用い、雨天時に低下したモウソウチクの成長促進物質を特定し、物質量の計測を行う。開発会社の協力のもと、モウソウチクの各節から液体のサンプルを採取し、装置を用いて計測を行った。結果、雨天時の第1節(図16)と第9節(図17)の抽出液を分析した結果、Xにピークが出現したので、モウソウチクの根の成長を抑制する効果がある物質IAAであることが判明した。また、雨天時のIAA量(第1節、第9節)は、実験2-2の実験結果と一致し、極微量であった。その一方、第1節、第9節に共通し、節間伸長植物の中でもモウソウチクに特有の、オーキシンの作用を高める効果のある多量のジベレリン(略称:GA)が検出された(図18)。
【今後の展望/Future potential and its plan】 オーキシンはモウソウチクをはじめ、マダケ属の根に対して、根を急成長させ、枯死させる効果があるとされる。モウソウチクなどの竹林が放置され、大繁殖し、里山や周辺の森林に侵入することによる竹害が日本全国で多く発生、問題視されている。まだまだ情報量に欠けるが、竹林にIAAを散布すれば、地下茎を急成長することによってモウソウチクが枯死、竹害を防ぐことができるのではないかと考える。また、モウソウチクを枯死させる方法として、除草剤を散布する方法があるが、それでは環境への影響がある。IAAを用いれば、簡易的な、自然由来の成分を用いた、強力な、環境にも優しい方法で、モウソウチクの成長を阻害することができると考える。
【参考文献/References】 1. アレロパシーの実験方法について   みんなのひろば   日本植物生理学会 https://jssp.org/hiroba/q_and_a/derail.html.html?id=0076 2. 寒天を使用した「サンドイッチ法」による植物の葉から出る多感物質の検定   農業環境技術研究所_環境生物部_植生管理課_多感物質研究室 https://www.naro.affrc.go.jp/archive/naies/sinfo/result/result14/result14_18.html 4.e-HPLC-ことり UNIFLOWS http://cus4.uniflows.co.jp/uniflowswp/e-hplc 5. Japan. J. Trop. Agr. 34(4): 271-275, 1990 Plant Hormonal Regulation of Internodal Elongation of Floating Rice Stem Sections Tetsushi AzUMA, 6. 石川の竹－八尾弥太郎著、北国出版社、1975年 7. 図説 実用樹木学 (ISBN 4254470215) - 橘詰隼人、中田銀佐久、新里孝和、染郷正孝、滝川貞夫、内川悦三著、朝倉書店、1993年

**モウソウチク**  
モウソウチク (Phyllostachys edulis)  
目: イネ目  
科: イネ科  
原産地: 中国  
分布: 日本の本州全土から函館まで  
詳細: 日本のタケ類の中で最大で、高さ25mに達するものもある。伸長成長のみで幹の太さが増えないが木本との共通点もあり、草本と木本の間の存在と言われる。節間の伸長成長が特徴で、含有するジベレリンの研究が注目されている。



図4.雨天時の成長 (5日間3時間42分07秒)



図5.雨天後の晴天時の成長 (2日間10時間49分12秒)

**実験1.モウソウチクの成長の様子**  
市販のデュータローとロータリーモーションセンサーを用いて、モウソウチクの成長速度を測定する計測器を製作した。この装置の利点は、成長の変化を継続的に捉えることが可能であり、その変化に対応した気温・湿度をもとに成長の要因を考えることが出来る点である。

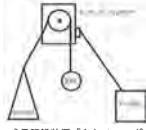


図1.成長記録装置「タケノコロガー」

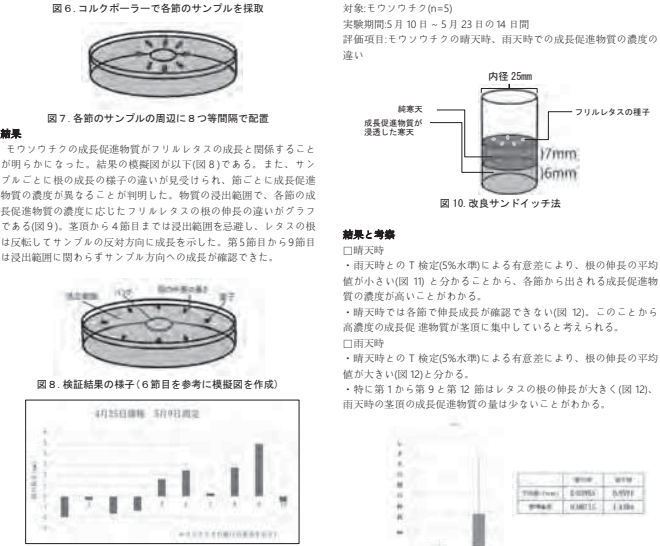


図2.3.クリップで紐をつけられるモウソウチク(左)とその先のロータリーモーションセンサー(右)

ロータリーモーションセンサーの滑車に糸を通し、片方をモウソウチクの先端に、反対側にもりを付けた。そして、モウソウチクの伸長が認められ糸が緩んでおり下がりがその分のロータリーモーションセンサーの滑車の回転がデュータロー上にグラフとして記録される。デュータローにはモウソウチクの成長と合わせて気温と湿度も記録されるようセンサーを取り付けた。詳細は次の通りである。

対 象: モウソウチク  
調査期間: 2022年4月9日～4月23日15日  
測定項目: モウソウチクの成長、温度、湿度

**結果**  
モウソウチクの成長に、2つのパターンが見受けられた。一日中湿度が高く気温が変化しない雨天時のモウソウチクの成長は、グラフが一定で、成長は認められなかった(図4)。一方、日中にかけて気温が上昇し、湿度が低くなる晴天時は、モウソウチクの成長が急激になった(図5)。グラフについては、赤がロータリーモーションセンサーの紐、緑が温度センサーの値、青が湿度センサーの値である。以下、前者のパターンを雨天時、後者を晴天時と呼称。



**考察**  
各節ごとに成長の差が確認された。フリルレタスの根にモウソウチクの成長促進物質に対する感受性があり、フリルレタスの根の伸長をもとに成長促進物質量の計測ができることがわかった。よって、この実験の発展として、サンドイッチ法を改良した独自の検定方法をもたいて、モウソウチクの成長促進物質量の計測を行うこととする。

**実験2-2.独自のサンドイッチ法を用いた成長促進物質量の計測**  
サンドイッチ法をモウソウチク仕様に改良し、モウソウチクの雨天時、晴天時の各節の成長促進物質量の計測、対照実験を行う。  
サンドイッチ法とは、植物の葉からリーチングする物質による他感作用を特異的に検定する方法として、葉を0.5%の寒天に包埋し、その上に感受性のある植物の種子を播種することで検定を行うことである。(参考文献12)

**実験方法**  
1. 寒天の間に挟む試料としてモウソウチクの各節から採取したサンプル(0.5g)に含有する成長促進物質を、加熱前の0.5%、5mlの寒天に24時間浸し、浸出させる。  
2. 1で作成した液をフィルムケースに入れて固める(図10)。  
3. その上に0.5%、5mlの成長促進物質を含む純寒天を入れる。  
4. その寒天上にフリルレタスの種子を5粒配置する。  
5. 60時間後、根の伸長の様子から、浸出した成長促進物質の濃度を計測する。

**実験3**  
前項の実験の結果より、茎頂の成長促進物質が節間伸長の要因であると仮説を立てた。そこで実験3では茎頂の成長物質を取り除く検証実験を行った。

**実験方法**  
検証項目以外の影響を与えないよう、実際に野外の同じ地区に生えているモウソウチクの茎頂を切除、切らないモウソウチクとの伸長成長(全長)結果を比較する。

対象:茎頂を切除したモウソウチク個体A、切除していないモウソウチク個体B、切除していないモウソウチク個体C  
実験期間:5月7日～5月26日の20日間  
評価項目:モウソウチクの茎頂切除の有無による伸長成長の違い

**結果**  
図13から図15は実験開始20日後のモウソウチクの節間の長さである。茎頂を切除したモウソウチクA(図13)は、茎頂を切除しなかったモウソウチクB(図14)とモウソウチクC(図15)に比べ、伸長成長が見られなかった。

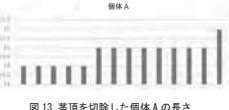


図13.茎頂を切除した個体Aの長さ

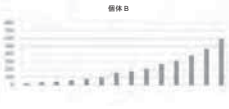


図14.茎頂を切除しなかった個体Bの長さ



図15.茎頂を切除しなかった個体Cの長さ

**考察**  
仮定通り、茎頂にある成長促進物質が成長の要であることが判明した。茎頂を切除し、成長促進物質を排除したツウチクAの成長は、実験1の成長曲線の傾向と一致した。

**実験4**  
簡易液体クロマトグラフィー装置“ことり”(参考文献4を参照)を用い、雨天時に低下したモウソウチクの成長促進物質を特定し、物質量の計測を行う。開発会社の協力のもと、モウソウチクの各節から液体のサンプルを採取し、装置を用いて計測を行った。  
実験日:2022年6月16日

**結果**  
成長促進物質はオーキシン的一种であるIAAであった。その計測結果は図16と図17に示した。液体クロマトグラフィーのグラフの縦軸は吸光度を、横軸は時間(分)を表しており、2本の線がUV値、可視

値を表している。2本の線の値が大きくなると、透過率が低くなることから、グラフのピークは試料の濃度が高い場所であるといえる。この時、図16と図17の中で拡大されているXは調べた節のモウソウチク抽出液中のIAAの濃度が高くなっている場所である。

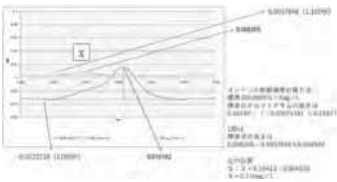


図16.第1部の雨天時の成長促進物質の定量

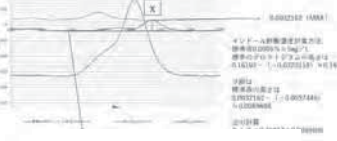


図17.第9部の雨天時の成長促進物質の定量

**考察**  
雨天時の第1節(図16)と第9節(図17)の抽出液を分析した結果、Xにピークが出現したので成長促進物質がIAAであることが判明した。また、雨天時のIAA量(第1節、第9節)は、実験2-2の実験結果と一致し、極微量であった。その一方、第1節、第9節に共通し、節間伸長植物の中でもモウソウチクに特有の、オーキシンの作用を高める効果のある多量のジベレリン(略称:GA)が検出された(図18)。

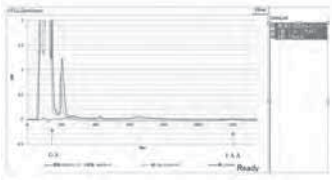


図18.第1部、第9節のIAAとGAの定量

**今後の課題**  
オーキシンはモウソウチクの根を急成長させ、枯死させる効果がある。竹林が放置され、大繁殖し、里山や周辺の森林に侵入することによる竹害が多く発生、問題視されているなか、竹林にIAAを散布すれば、地下茎を急成長することによってモウソウチクが枯死、竹害を防ぐことができるのではないかと考える。また、モウソウチクを枯死させる方法として、除草剤を散布する方法があるが、それでは環境への影響がある。IAAを用いれば、簡易的な、自然由来の成分を用いた、強力な、環境にも優しい方法で、モウソウチクの成長を阻害することができると考える。




<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
<b>分野/Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input checked="" type="checkbox"/> その他/Others specifying : 心理
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】三田国際学園高等学校
【代表者名/Representative's Name】中村愛音里
【メンバー/Member】久保愛空    鈴木美優
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】獅々見元太郎

<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】パンプス歩行が百ます計算課題の成績に及ぼす効果
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 パンプスには足が長く見えるというメリットもあるが、長い時間履くことは「靴擦れ」やそれによる「出血」、「巻爪」、「外反母趾」などの健康被害を引き起こす可能性がある[1]。会社が女性にパンプスを強制していることに反発する「#KuToo」という運動がある[1][2]。Business Insider Japan がインターネットを通じて行ったアンケート調査（2019 年 6 月 6 日～7 月 9 日）では、1229 人中 761 人、約 6 割が「職場や就活などでハイヒール・パンプスを強制された、もしくは強制されているのを見たことがある」と回答した[2]。この運動は半年で 1 万 8000 以上もの署名が集まるなど、女性を中心に大きな共感を集めたが、パンプス強制の実態はあまり改善されていないのが現状である[2]。オフィスにパンプスを履いていく場合、外見に関するメリットと身体的なデメリットの他、仕事の効率にはどのような影響があるのかということに疑問を抱いた。
【目的/Goal】 パンプスを履くことで、仕事の効率に影響があるのか、影響がある場合にはどのような影響があるのかを実験的に検討する。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 先行研究[3]は、下駄を履いて歩行することで百ます計算の正答率が向上したという結果を示している。それに対して、本研究では下駄の代わりにパンプスを使用し、パンプス歩行の影響に着目している。パンプスは女性にとって身近なものであり、この研究結果は女性の職場でのパンプス着用に対して示唆を与えることができると考える。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 被験者である本校の 15～18 歳の女子生徒 24 名にパンプスを履いてもらい、10 分の歩行前後の百ます計算の正答数を比較することで、パンプスが仕事の効率性に影響しているかを調べる（図 1）。パンプスの影響であることを明確にするために、同様の実験を運動靴とローファーを履いた被験者に対しても行う。被験者がどの靴を履くかは、事前にローファーを履いた状態で行った百ます計算の正答数に応じて、偏りがないように振り分ける。なお、被験者に協力して頂く実験のため、倫理委員会に実験参加同意書と研究計画書の承認を得ている。

<b>ご自身の研究段階は:</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>アイデア</b> <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果
<b>分野/Areas</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】順天高校
【代表者名/Representative's Name】藤澤蒼太
【メンバー/Member】
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】高野幸子    亀田麻記子

<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】飲料水別の口内細菌への殺菌能力を調査する
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 コロナの時代でマスクをつけることが増え、自分の口臭を気になることが増えた。だから、なるべく口臭を消すために何かないか考えた時に、液体によって口腔内の細菌の量が変わり、口臭が改善される飲み物があるのではないかと考えた。
【目的/Goal】 マスク中の口臭をなるべくなくす。 液体によって口腔内の細菌の増減が分かること
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 殺菌性のあるお茶は口内細菌が減るかどう 砂糖が多量に入っている飲み物は菌が増殖するかどうか
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 お茶で殺菌性があるということ可能性がある
【今後の展望/Future potential and its plan】 野球でその飲み物を飲み、試合での緊張時口臭をなくす
【参考文献/References】 口臭は種類によってにおいが違う？種類別の原因を解説   グリーンハウス公式 (greenhouse.ne.jp) 唾液には2種類ある！「サラサラ」と「ネバネバ」の違いとは   Hanone (ハノネ) ~毎日キレイ 歯の音本メディア~ (ha-no-ne.com) 緑茶、紅茶...どれがいいの？お茶の抗菌・殺菌作用を栄養士が解説 (cosmopolitan.com)

予測としては二つの可能性がある。一つ目は、パンプスを履いたことによる痛みで正答数が減少する可能性である。平林（2016）は痛みの症状の中に意識障害として「大脳皮質の機能が低下し、集中が困難になること」や思考の障害として「痛みにとらわれてしまい、簡単な決断に時間がかかること」を述べている[4]。このことから、痛みにより集中力が低下し、正答数が落ちる可能性があると考えられる。この結果が得られた場合、会社がパンプスを強制することの仕事への弊害[1]を初めて実験的に支持するという点で意義がある。二つ目は、塚本・加城（2012）と同様に、パンプスを履いて歩くことで、運動靴やローファーを履いて歩くよりも正答数が増加する可能性である。この結果が得られた場合、先行研究での考察と同様に、パンプスを履いて歩くことで足の第 1 趾と第 2 趾の間の足ツボが刺激され、下駄と同様の効果が生じた、もしくは何か他の新しい要因が影響した可能性が考えられる。 ※昨年の発表からの進捗は、実験方法の具体化、実験のための倫理委員会の承認、実験の遂行及び結果の分析・評価である。

図 1 パンプス群、運動靴群、およびローファー群の実験手続き
【今後の展望/Future potential and its plan】 ヒールの高さや、パンプスを履いた際の横幅やフィット感、締め付けなどによって、仕事の効率性への影響が変わるのかを調べる。また、どの足ツボの刺激による影響が大きいのかを調査する。
【参考文献/References】 [1]竹下郁子、【独自調査】職場のパンプス強要、6 割が「ある」。メガネや髪の色まで規定した「ブラック社則」も、2019、https://www.businessinsider.jp/post-192543、(参照 2022/1/19) [2]ルール変えるにはけが必要？パンプス強制 7 割 NO【#KuToo 1238 人調査】、2019、https://www.businessinsider.jp/post-194338、(参照 2023/1/13) [3]塚本博之 加城貴美子、靴と下駄を履いた前後の集中力の相違に関する基礎研究:「百ます計算」の平均値を比較して、静岡産業大学情報学部研究紀要 (15)、 321-338、(2013) [4]平林万紀彦、痛みの不快感を緩和させる脳へのアプローチ、第 31 回日本背髄外科学会推薦演題抄録、293-295、(2016)

<b>ご自身の研究段階は:</b> <input type="checkbox"/> <b>アイデア</b> <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果
<b>分野/Areas</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】順天高等学校
【代表者名/Representative's Name】高見澤 信
【メンバー/Member】藤代 拓馬
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】亀田 麻記子

<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 近年、世界的なフードロスや食糧難が迫っていることを知り、我々は不可食部位から食料を育てることが出来る再生栽培に着目した。
【目的/Goal】 不可食部位から食料を育てる効率を上げる。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 エチレンは果実の熟成、通常に育てる際の植物の成長抑制といった働きが知られているが、水耕栽培の再生栽培における反応性は知られていない。 再生栽培における植物ホルモンの可能性を試した。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 仮説：エチレングスは再生栽培における植物の成長を促進する。 実験方法：リンゴを入れた箱と入れていない箱を用意し、それぞれの中でねぎを同条件で栽培する。 ネギは茎頂から 2 cm を残し、根本だけを水につけ栽培を行う。 予測：リンゴを入れた箱のネギの成長がより促進される。
【今後の展望/Future potential and its plan】 ① エチレングス以外の化学物質も試す。 ② 実践的に活用できるよう装置を改良する
【参考文献/References】 ●「タバコが植物に及ぼす影響」/『タバコが植物に及ぼす影響についての研究』 岐阜県立恵那高等学校（スーパーサイエンススクール）の生徒による平成 23 年理科探究の研究内容 https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/sssh/H26sssh/sc3/31407.pdf ●「エチレングスが植物に与える影響」/Ethylene Signaling in Rice and Arabidopsis: Conserved and Diverged Aspects(イネとシロイヌナズナのエチレシグナル伝達：保存された多様な側面) ChaoYang, XiangLu,BiaoMa,Shou-YiChen,Jin-SongZhang https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S167420521500908?token=D22891C49B6F891A996DB2523FF4EEA20E50BD9BFD7637C15887E439BE8D60F3DEF12BED45540BC0F07F22B86250884&originRegion=us-east-1&originCreation=20220301061716



ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 順天高等学校	
【代表者名／Representative's Name】 有賀瑞樹	
【メンバー／Member】 田畑圭吾、有賀瑞樹	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 亀田麻紀子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 太れミドリムシ	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 食糧不足や食による健康への意識が高まる中、高い栄養価とその特性により注目されるミドリムシの食用化に貢献したいと考え、今回はその大きさに焦点を当て、植物と動物の特性を併せ持つミドリムシの培養液の二酸化炭素濃度を変化させる実験を行った。	
【目的／Goal】 培養液の二酸化炭素濃度とミドリムシの大きさの関係の調査。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 二酸化炭素がミドリムシの大きさに与える影響について実験した。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 仮説    二酸化炭素はミドリムシの大きさに変化を与える  実験方法 二酸化炭素を毎日注入する株、週に一回のみの株、注入しない株を用意する。2 週間後、ミドリムシの大きさを測定する。  予測    ミドリムシは大きくなる	
【今後の展望／Future potential and its plan】 二酸化炭素濃度を高めたときの栄養価の増減についての実験を行いたい。また、様々な二酸化炭素濃度の培養液を用意して、最も良い影響を与える濃度を調べていきたい。	
【参考文献／References 】 光質と CO <sub>2</sub> 濃度が光合成培養におけるユーグレナのタンパク質、パラミロン、脂肪酸量へ及ぼす影響 松本隆仁、乾博、宮武和孝、中野長久、村上克介 <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/seitaikogaku/19/4/19_4_223/_pdf">https://www.jstage.jst.go.jp/article/seitaikogaku/19/4/19_4_223/_pdf</a>	

ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 順天中学校・高等学校	
【代表者名／Representative's Name】 菊池雅春	
【メンバー／Member】 木藤琢真	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 亀田麻紀子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 虫除けが虫以外の生物に与える影響	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 虫除けを使うと虫が近寄らなくなるので、虫に何かしらの害を与えようと考えられる。虫以外の生物にも害があるのではないかと考えた。	
【目的／Goal】 虫除けが植物や微生物に対して与える影響を明らかにする。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 虫除けの成分としては DEET とイカリジンの二つがあり、いずれの成分も匂いによる忌避剤としての効果があるが、その成分自体の効果は論文でもはっきりしていない。そこで様々な生物に対して二つの成分を使った実験を行い、成分自体の効果調べ。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 仮説:濃度が高いほど植物や微生物に影響を与える。  実験方法:細胞として緑藻、植物としてハツカダイコン、微生物としてゾウリムシを実験対象として試験管またはビーカーに入れ、それらに対していくつかの濃度に分けた DEET とイカリジンをそれぞれ入れて 1.2 週間空けて変化を観察し、そこから影響を調べる。  実験結果:DEET については濃度を低く設定したものが最も成長、増加した。 イカリジンについては二番目に濃度が低く設定したものが最も成長、増加した。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 ・他の生物に対しての影響についても調べる。 ・ゾウリムシの実験の試行回数が少ないため再度行う	
【参考文献／References 】 <a href="https://www.naro.affrc.go.jp/archive/inaes/magazine/103/mgznn10308.html">https://www.naro.affrc.go.jp/archive/inaes/magazine/103/mgznn10308.html</a>	

ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 順天高校	
【代表者名／Representative's Name】 兵頭直樹	
【メンバー／Member】 中井夕翔	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 亀田麻紀子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 虫よけ調味料の作成	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 屋外で料理をしているときに虫がやってきて困るので、虫が来ないようになおいを調べしようと思った。	
【目的／Goal】 虫が忌避するハーブやスパイスを探す。 そして人間が食べてもおいしいと感じる調合をする。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 科に対する実験は行われていたがハエに対するものは行われていなかった。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 ハエと対象の物質を密閉空間に閉じ込め、平常時とのハエの行動を比べることで、ハエが対象のものをどう感じているのかがわかる。もしハエがハーブを忌避していたら、ハーブの近くからよけていくというデータが統計的に出てくると予測される。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 さらに多くの食品で試すことでハエの忌避を示すものの傾向をつかむ。	
【参考文献／References 】 <a href="https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/093087.pdf">https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/093087.pdf</a>	

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 三田国際学園高等学校	
【代表者名／Representative's Name】 鈴木伶奈	
【メンバー／Member】 北本英紀	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 辻敏之	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 アミノ酸変異とがんの関係性	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 日本ではがんで亡くなる人が年間 30 万人以上いる[1]。がんの原因には環境要因と遺伝要因の二つがあることが知られている。このように遺伝子が主な原因となる疾患を遺伝疾患と呼ぶ。遺伝疾患にはタンパク質の機能が関係している。タンパク質はアミノ酸の連なった鎖状の分子である。それぞれのアミノ酸の並び順と性質によって構造が決まり、その構造はタンパク質の機能と関係することがわかっている[2]。遺伝子が変わるとアミノ酸も変化する場合があります。アミノ酸が変化することでタンパク質の構造や機能が変化し病気を引き起こされる場合がある。同様のアミノ酸変異が起きたとしても、どのタンパク質のどこで起こるかによって疾患になる場合とならない場合があり、その違いを説明することは難しい。本研究ではデータからがんが発症したアミノ酸変異の種類や傾向を調べ、遺伝子が関係しているがんの発症とアミノ酸変異パターンについて検討した。	
【目的／Goal】 遺伝疾患はアミノ酸変異が原因となる場合がある。しかしアミノ酸変異が起きても疾患になる場合とならない場合がある。がんが発症するアミノ酸変異とがんが発症しないアミノ酸変異にはどのような違いがあるのかを知るため、本研究ではアミノ酸変異によってがんが発症した遺伝子を数えた。がんにより深く関係する遺伝子やアミノ酸変異パターンがどのようなものか、その特徴を調べることでがんの発症のメカニズムを考察した。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 アミノ酸変異が起きたとしても疾患として発露する場合としない場合があり、その違いは説明するのが難しい。そこでがんに限定することで疾患の原因となる遺伝子の種類が絞られるため、疾患になる場合とならない場合を簡単にすることができ、その疾患になる仕組みを明らかにすることによりアミノ酸変異と遺伝疾患の繋がりが分かる。したがって遺伝疾患全体とアミノ酸変異の関係が推測できると考えた。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 Uniprot で公開されているデータの中からタンパク質に起こるアミノ酸変異と疾患に関するデータからがんに関連するアミノ酸変異の数を数えると乳がん、大腸がんが突出して多いことがわかった(表 1)。このことから乳がん、大腸がんに注目し、それぞれのがんに関連しているアミノ酸変異が生じる遺伝子を計上した。この結果、乳がんは BRCA2,BRCA1 という遺伝子が発異した場合に発症しやすいことが分かった(図 1)。この 2 つの遺伝子は DNA の恒常性を保つのに必要ながん抑制遺伝子[3][4]であり、欠損すると乳腺や卵巣のみで、乳がんを促進させるエストロゲンという物質が、強い変異誘発物質としても作用するため乳腺や卵巣のみにがんになる[5]。従って変異するとがん抑制機能を損ねるため乳がんが発症しやすいとなると考えられる。大腸がんは MLH1,MSH2 という遺伝子が発異した場合に発症しやすいことがわかる(図 2)。この 2 つの遺伝は大腸がんの 2-3%を占めるリンチ症候群(遺伝性非ポリポーシス大腸がん、Hereditary Nonpolyposis ColonCancer: HNPCC)という病気に関係する、DNA 複製や遺伝的組換え時に生じる核酸塩基のミスマッチを校正するミスマッチ修復遺伝子であり[6]、遺伝性の大腸がんの多くはこの 2 つの遺伝子が原因であると考えられる(図 2)。乳がん、大腸がんに関連するアミノ酸変異パターンの頻度を比較した。乳がんに比べて、大腸がんではアルギニンが他のアミノ酸に変異するパターンが多いことがわかった(表 2,3)。このことからアルギニンが変異することによってタンパク質の性質が変化し、抗がん作用が失われ大腸がんの発症	



する確率が上昇した可能性がある。また大腸がんと乳がんは関係しているアミノ酸の種類や変異パターンが違うことからがんになるメカニズムが違うと考えられる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 本研究では遺伝の影響が大きい大腸がんと乳がんに絞る関係する遺伝子や変異パターンについて調べ、どちらもある原因の大半を占める発症に大きく関係する遺伝子が存在した。研究の目的としてはがんの発症のメカニズムを考察することであり、今後は遺伝の影響が少ないがんについても調べることによりアミノ酸変異とがんの関係について深く考察できると考える。
【参考文献／References】 [1] 厚生労働省,政策レポート(がん政策について) ,https://www.mhlw.go.jp/seisaku/24.html(参照 2022-10-17) [2] タンパク質構造,Wikipedia,https://ja.m.wikipedia.org/wiki/タンパク質構造 (参照 2022-10-02) [3]BRCA1,Uniprot,https://www.uniprot.org/uniprotkb/P38398/entry (参照 2022-10-25) [4]BRCA2,Uniprot,https://www.uniprot.org/uniprotkb/P51587/entry (参照 2022-10-25) [5]HiroyukiSasamura.BRCA1 ensures genome integrity by eliminating estrogen-induced pathological topoisomerase II-DNA complexes. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.115(45).10642-10651.(2018) [6]リンチ症候群,https://shikoku-cc.hosp.go.jp/hospital/learn/results38/ (参照 2022-10-20)

癌の種類	数	変異前,変異後	数	変異前,変異後	数
breast (乳がん)	724	Arg,His	46	Glu,Gln	27
colorectal (大腸がん)	584	Ala,Thr	40	Glu,Lys	24
Prostate (前立腺がん)	79	Arg,Gln	38	Leu,Val	22
Gastric (胃がん)	19	Arg,Trp	33	Asp,Asn	21
Ovarian (卵巣がん)	17	Arg,Cys	32	Asp,His	19
lung (肺がん)	15	Glu,Lys	28	Lys,Asn	19
Thyroid (甲状腺がん)	11	Ala,Val	28	Ala,Val	18
Colon (結腸がん)	8	Pro,Leu	25	Ala,Thr	17
Bladder (膀胱がん)	7	Gly,Arg	25	Gly,Arg	15

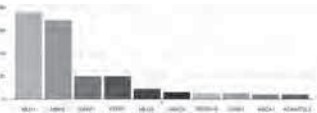


図 1.乳がんに関する遺伝子

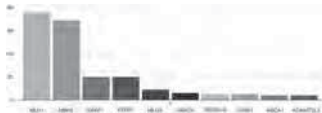



図 2.大腸がんに関する遺伝子

対しては確認されなかった(Table 2, Fig. 2)。これらの腐敗菌は培地上のコロニーの様子が似通っており、抗菌作用が見られなかった腐敗菌 4 種のコロニーとは様子が異なっていた。またコロニーの顕微鏡観察も行ったが、糸状菌であること以外の特徴は確認できなかった。
【今後の展望／Future potential and its plan】 8 種類の米麹と使用した 4 種類の植物病原原糸状菌・腐敗菌で抗菌作用の示し方の違いを確認できなかったことから、米麹由来のコウジカビについては製造会社・製造年度での抗菌作用に差はないと考えられる。このことから、胞子の色や種類が異なる麹菌に着目した。今後は、米麹を含む黄麹菌( <i>Aspergillus oryzae</i> )の他に、白麹菌( <i>Aspergillus kawachi</i> )・黒麹菌( <i>Aspergillus luchuensis</i> )[3]・紅麹菌( <i>Monascus purpureus</i> )の使用を検討する。抗菌作用が見られた 2 つの腐敗菌については、分子系統解析を用いた種の同定を検討する。また、新たに異なる食物から腐敗菌を単離し、コウジカビに対する抗菌作用の有無を確認する。
【参考文献／References】 [1] 小泉武夫. 発酵食品の神秘. 日本医真菌学会雑誌. 2001 年. 42 巻 1 号. pp1-5 [2] 森友香. コウジカビの食品腐敗菌に対する抗菌性の検討. JSEC 2021 年 [3] 山田修. 黒麹菌の学名が <i>Aspergillus luchuensis</i> になりました. 2015 年. 第 110 巻. 第 2 号. pp64-67


ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑を付けて下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input checked="" type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】 三田国際学園高等学校
【代表者名／Representative's Name】 鈴木花梨
【メンバー／Member】 福岡瑞音奈
指導教員／Supervising Teacher
【名前／Name】 深田純司
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】 コウジカビにおける抗菌作用の詳細について
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】  コウジカビは菌の増殖を抑制するはたらきがある[1]。先行研究では米麹から単離したコウジカビが、マスカット由来の腐敗菌とイネばか苗病菌( <i>Fusarium Fujikuroi</i> )に対して抗菌作用を示すことを見出している[2]。本研究では、コウジカビを単離する米麹の違いや腐敗菌の違いによってコウジカビの抗菌作用がどのように変化するのかを検討した。
【目的／Goal】  本研究では、コウジカビが抗菌作用を示す微生物の種類について調べた。この実験を通してコウジカビが抗菌作用を示す微生物の特徴や抗菌作用の示し方の違いを見つけることによって、コウジカビの抗菌作用がどのように生じるのか、その発現機序を解明することを目的とした。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】  コウジカビが抗菌作用を持つことは解明されている。しかし、どのような菌に対して抗菌作用が働くのかは明白になっていない。そのため、本実験を通してコウジカビが抗菌作用を示す物質の選択肢を広げることが可能であると考えた。先行研究では、コウジカビと植物病原菌あるいは食物由来の腐敗菌(真菌) 6 種類を用いた対峙培養による抗菌活性測定を行っている。本研究では、コウジカビが示す抗菌作用に関する詳細な知見を得るため、先行研究とは異なる米麹・腐敗菌を新たに使用した。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】
実験 1 製造会社・年度の異なる 8 種類の米麹から単離したコウジカビと腐敗したマスカットから単離した菌を対峙培養させたところ、先行研究と同様に抗菌作用が見られた。また腐敗したモモから単離した菌に対しても同様の結果を得た(Table 1)。次に腐生性の植物病原原糸状菌 2 種に対する抗菌作用について調べた。イネばか苗病菌に対して行った対峙培養の総数のうち 7 割ほどが抗菌作用を示した。だが、イネばか苗病菌のコロニーが白く透明であった(Fig. 1)ため、目視での判断が難しく正確な結果とは言えない。一方、カンキツ緑かび病菌との対峙培養では、抗菌作用を確認することができなかった。また、全ての対峙培養において米麹の製造会社ごとに抗菌作用の示し方の違いは確認できなかった。以上の結果から、製造会社の異なるコウジカビの抗菌作用に差はないと考えた。
実験 2 先行研究とは異なる食物を腐敗させたものから単離した 6 種の腐敗菌(真菌)それぞれを、1 種類のコウジカビと対峙培養し、抗菌活性を測定した。その結果、マスカットおよびモモ由来の腐敗菌それぞれに対してコウジカビの抗菌作用が確認され、ショウガ、スイカの実・皮、ミニトマト由来の腐敗菌それぞれに

	イネばか苗病菌	マスカット	イネばか苗病菌	マスカット	イネばか苗病菌	マスカット	イネばか苗病菌	マスカット
マスカット	○	○	○	○	○	○	○	○
イネばか苗病菌	○ (Δ)	○ (Δ)	○	○	○ (Δ)	○ (Δ)	○	○
カンキツ緑かび病菌	×	×	×	×	×	×	×	×

イネばか苗病菌は、全体的に結果の判別が困難であったため○ (Δ) と示した。  
○=全て拮抗作用が認められた個体  
Δ=拮抗作用が認められた個体と認められない個体  
×=全て拮抗作用が認められなかった個体



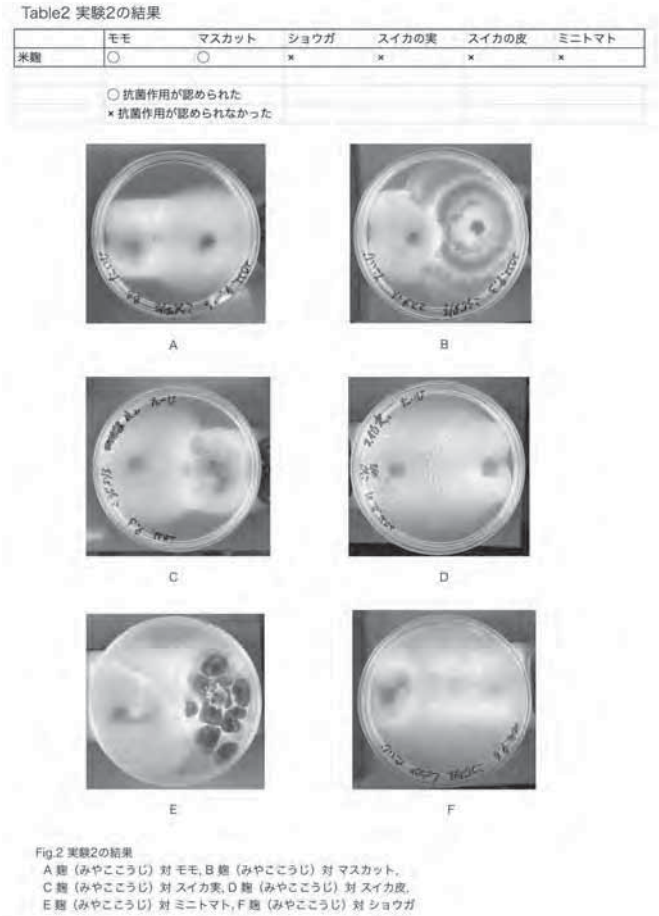
A



B

Fig.1 イネばか苗病菌のシャーレとマスカットから単離した真菌のシャーレの比較。  
A イネばか苗病菌のシャーレ、B マスカットから単離した真菌のシャーレ  
マスカット由来から単離した真菌のシャーレの方が境目が正確に表れているため、確認が容易である。





**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

**分野/Field** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】日本大学習志野高等学校

【代表者名/Representative's Name】山口智加

【メンバー/Member】元井漢也

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】井上みどり

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】日本のヨウ素産業への活用を目指したヨウ化物イオンと臭化物イオンの定量

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

私達の高校が位置する千葉県地域性に基づいた研究で地域の特性を多くの人に知ってもらいたいと考え研究を行った。千葉では天然ガスに付随するかん水(写真1)と呼ばれる地下に埋蔵された古代海水からヨウ素を生産している。日本は世界のヨウ素生産量において世界の約30%を担っており、国内の生産量の80%を千葉県が占めている。ヨウ素は消毒液や偏光フィルム、造影剤など多くの分野で活用されている。そして人体においても必要な栄養素であり、ヨウ素不足によるヨード欠乏症はWHOが対策を行っているが現在でも世界で問題になっている。(図1)特に洪水が多い地域や内陸地域では土壤中にヨウ素が少なく食品からのヨウ素を摂取することが難しいため、アメリカ・中国・オーストラリア・ヨーロッパなど多くの国々で食塩にヨウ素を添加し補っている。千葉県ではマダガスカルなどの国々にヨウ化カリウムやヨウ素酸カリウムを提供し国際貢献を行っている。

そこで私たちはかん水を用いた実験を通してヨウ素生産やヨウ素の活用について調べていくことを目的とし、その一つとしてヨウ素の吸光度法による定量実験を行った。

【目的/Goal】

かん水に含まれるヨウ化物イオンや海水のヨウ化物イオンの濃度について文献値を調べたところ、かん水には海水の約2000倍のヨウ化物イオンが含まれていることが分かった。

かん水に含まれるヨウ素が海水に比べて非常に多量であることを確かめるために分光分析を使ってヨウ化物イオンの濃度を測定することにした。かん水には海水と同様に様々なイオンが含まれているためヨウ化物イオンの濃度測定には他のイオンの妨害を取り除く目的で分液ロートを用いた抽出法を行った。試料中のヨウ化物イオンを硫酸酸性過酸化水素水でヨウ素に酸化し、四塩化炭素に抽出する(写真2)。さらにモル吸光係数を上げより低濃度のヨウ化物イオンを定量するために高濃度のヨウ化カリウム水溶液を加えて三ヨウ化物イオンとして水層に抽出した(写真3)。三ヨウ化物イオンの吸収曲線を取ったところ350nmで吸収極大が見られたため(図2)波長350nmで吸光度測定を行った。ヨウ化カリウム標準溶液で同様の実験を行い、ヨウ化物イオンの検量線を作成した(図3)。それを用いてかん水中のヨウ化物イオンの濃度を測定することを目的とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

かん水中のヨウ素の定量実験に加えて、海水についても同様の実験を行いかん水と海水のヨウ化物イオンの濃度を比較し、かん水にはヨウ素が何倍に濃縮されているかを実際に確認した。日本でヨウ素生産を

**ご自身の研究段階は :** ☐ アイデア ☒ 予備的な成果 ☐ 研究成果

**分野/Areas** 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☒ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】順天高校

【代表者名/Representative's Name】三浦日向子

【メンバー/Member】三浦日向子

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】亀田麻記子

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】手水鉢の水は綺麗なのか？

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

手水鉢とは、神社などに置かれている口をすすぎ、身を清めるための水を確保するための器のことである。柄杓を用いて手水鉢の中にある水を掬い口や手を清めるが、手水鉢の中には苔が生えていたり葉や小さな虫が浮いていたりしてあまり綺麗には見えないものもある。また新型コロナウイルスの影響で様々な場所で手水鉢が使用禁止や簡易的なものになっている。

【目的/Goal】

手水鉢の水を多面的な方法で衛生的であるかを調べ、衛生的であった場合どれくらい衛生的なのか、衛生的ではなかった場合、どのように気を付けて手水鉢を使用するかを考える。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

手水鉢の水の清潔さに疑問を持ち、手水鉢の水を使って清潔さを調査しようと考えた。

寒天培地を使い、生物学的な面においてどれくらい菌が繁殖しているのかについて調べた。この実験により、手水鉢の中で溜まっている水は、手水鉢の中へ流れこんでいる水よりも菌が繁殖していることが分かった。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

現在、流れている水と手水鉢の中にとまっている水で菌の繁殖具合が違うことから、水の流動性が衛生面と関係しているのではないかと考え、それについて実験している。底にとまっている水ほど流動性が悪くなり、菌が繁殖しやすくなると考えている。また以前までの実験では天候の変化を考慮に入れていなかったが、雨天時と晴天時また屋根がついている手水鉢とついていない手水鉢ではなにに相違点があるのではないかと思い、寒天培地を使った実験を並行して行っている。

【今後の展望/Future potential and its plan】

今後は現在やっている実験の結果を踏まえ、手水鉢の水はどこから掬うのが一番衛生的であるのか、もし綺麗だと判断できた場合、水道水や蒸留水と比べてどの程度まで綺麗なのか、調べていきたい。また、現在は生物学的な点や流動性においての実験結果に基づいた結論を出そうとしているが、水質の基準は様々な方法で定められているため他にも様々なやり方で手水鉢の水質について調査していきたい。

【参考文献/References】

【手水鉢とは】<https://kotobank.jp/word/%E6%89%8B%E6%B0%B4%E9%89%A2-568649>

行っている千葉県、新潟県、宮崎県の3か所のかん水中のヨウ化物イオンの濃度を比較し、各生産地域の海水を比較することのかん水と海水のヨウ素濃度の関係や地域による違いを比較した。さらに同様の実験方法で臭化物イオンの濃度を測定し、かん水に濃縮されたのがヨウ素だけであるのかを検討した。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

実験の結果からかん水に含まれるヨウ化物イオンの濃度は114ppmだということが求められた。この値は文献値が100ppmであるため予想通りの結果が得られたと言える。また、海水を測定した結果は0.3ppmと高く、かん水中のヨウ化物イオンの380倍であった。かん水に含まれるヨウ化物イオンの濃度は海水の約2000倍であるという期待される結果は得られなかった。海水中塩化物イオンの影響を受けたのでそれを取り除くために10倍に希釈し、ヨウ化物イオンの濃度を再実験する。これらの実験結果から試料に含まれるヨウ化物イオンを硫酸酸性過酸化水素水で酸化させることでヨウ化物イオンを抽出することが出来た。

【今後の展望/Future potential and its plan】

今回の実験から溶液に含まれるヨウ化物イオンを高い抽出率で得られると分かった。この方法を使って、より効率の高いヨウ素の生産に役立てることを検討する。また、抽出法は多くの妨害イオン中でも選択的にヨウ素を抽出できるので、工場から出るヨウ素含有廃液のリサイクルにも活用できる。現在の製造方法であるブローアウト法はかん水中のヨウ素の90%をヨウ素として生産している。地下水のくみ上げによる地盤沈下や貴重な資源の有効利用のため、世界のヨウ素産業を支える日本の生産量を増やすためにより収率を高めたいと考えている。抽出による生産はブローアウト法よりコストがかかることや設備が多く必要なこと、大規模な状況では実現が難しいこと等の問題点を改善し効率的なヨウ素の抽出法を検討する。

【参考文献/References】

1) Global\_Scorecard of iodine nutrition in 2021, [https://www.ign.org/cm\\_data/IGN\\_Global\\_Scorecard\\_MAP\\_2021\\_SAC\\_-\\_7\\_May\\_2021.pdf](https://www.ign.org/cm_data/IGN_Global_Scorecard_MAP_2021_SAC_-_7_May_2021.pdf), (2021-06-09).

2) 内海 喻, 小高みどり, 磯崎昭徳: 分析化学, 34, 81, (1985).

3) ユキベディヤ 海水 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B5%B7%E6%B0%B4>

4) ヨウ素学会ホームページ <https://riu-iodine.org/>

5) 竹下敦宣他: 日経サイエンス, 第52巻10号, p.117.

6) ヨウ素欠乏への取り組み, [https://www.nestle.co.jp/media/newsandfeatures/20160219\\_micronutrient\\_iodine\\_](https://www.nestle.co.jp/media/newsandfeatures/20160219_micronutrient_iodine_) (2016-02-29).

7) ヨウ素学会編: 日本にたくさんある資源って何だろう? それはヨウ素, (2020, 2).





写真1 かん水（採水地千葉県長生郡一宮町 伊勢化学工業提供）



図1 2021年のヨード欠乏症の症状が見られる地域

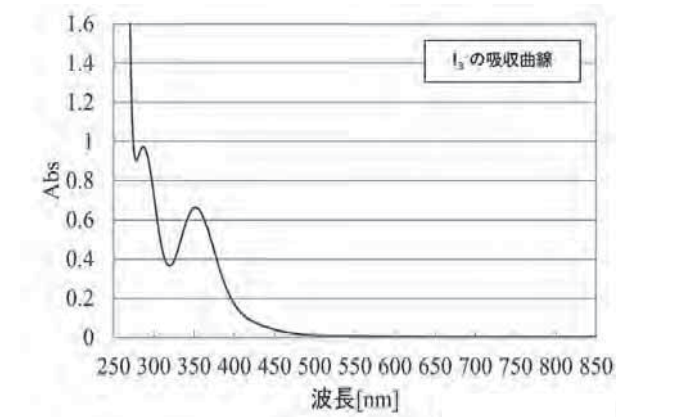


図2 ヨウ素の吸収曲線 350nmに吸収極大がある

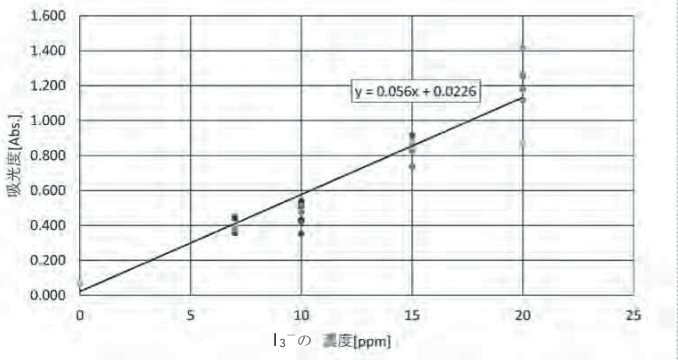


図3 ヨウ素の検量線

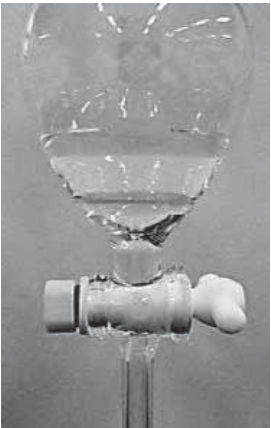


写真2 かん水からのヨウ素抽出後の下層四塩化炭素層が赤色に着色しヨウ素抽出した様子



写真3 上層にヨウ化カリウム水溶液を加え三ヨウ化物イオンが生じた様子

ご自身の研究段階(Research Stage)：☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理／Physics ☒ 化学／Chemistry ☐ 生物／Biology ☐ 地学／Earth Science

☐ 数学＋情報／Mathematics&Information ☐ その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】日本大学習志野高等学校

【代表者名／Representative's Name】佐藤進平

【メンバー／Member】金沢賢取・橋本知宙・山下 慧

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】井上 みどり

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】ヨウ素の溶解性とヨウ素の長期保存性について

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

コロナ禍で消毒剤のエタノールが不足し、次亜塩素酸水やヨウ素系消毒剤が目された。昨年度は先行実験として、次亜塩素酸水の保存性を研究した。その結果、日光(紫外線)や高温での分解を受けない暗所低温での保存が解しにくく長期保存に適することが分かった。今回は身近なヨウ素系消毒剤でうがい薬として使われるイソジンを研究した。ヨウ素単体は水に溶解しにくく、無極性のため溶液にするには溶解可能な溶媒や溶液を選択する必要がある。また昇華性があり、溶液中においても有効ヨウ素濃度の減少を防ぐことが重要である。溶媒の違いによるヨウ素単体の溶解性・保存性を比較した。

【目的／Goal】

一定量(0.70g)のヨウ素を100mlの濃度の異なるヨウ化カリウム水溶液(図1)・エタノール(図2)・ポリビニルピロリドン(PVP)水溶液(図3)に溶解し、ヨウ素の溶解量の違いを調べる。次にそれらの各種ヨウ素溶液をチオ硫酸ナトリウム水溶液(写真5)で酸化還元滴定を行い溶解したヨウ素の濃度を決定し完全に溶解したかを確認する。

次に固体のヨウ素単体は昇華性のため保存中に減少するが、ヨウ素溶液にも昇華性があり有効ヨウ素濃度が減少することが分かった(写真2)。イソジンやヨードチンキ(写真3)などの消毒薬中の有効ヨウ素濃度が昇華によって一定基準を下回ることは望ましくないと考えた。そこで各種ヨウ素溶液を長期間保存し、有効ヨウ素濃度の変化をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定し、溶液ごとの減少量から昇華性の違いを調べる(写真8)。その結果から、溶液ごとの有効ヨウ素濃度変化量を比較しヨウ素とエタノール・PVP水溶液・ヨウ化カリウム水溶液中でのヨウ素の安定性を比較することが可能であると考えた。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

ヨウ素単体の昇華性は教科書や図解に記載があるが、ヨウ素溶液に昇華性があることはあまり知られていない。本実験ではPVPの粉末(写真7)を使い、化成品のイソジン(写真1)にはヨウ化カリウムやエタノールが添加されているので、添加物のない溶液を作成し実験した。無極性分子であるヨウ素が溶解するには分子状態での溶解するか、溶媒と結合するかの違いがある。ヨウ素の溶解の違いを実験結果から予測・検討する。

有効ヨウ素濃度をより長期間保つにはどの溶液が適するのか経時変化を追って実験する。

- 151 -



【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect(Report of Progress can also be acceptable)】	
図 1 から 3 は 0.70 g のヨウ素を、濃度を変化させた 100 ml の①エタノール、②ヨウ化カリウム水溶液、③PVP 水溶液にそれぞれ溶解し、チオ硫酸ナトリウム水溶液でヨウ素滴定を行い、ヨウ素の濃度を求めた。0.70 g/100 ml がすべて溶解していると計算上は $2.76 \times 10^{-2}$ mol/L である。	
ヨウ素滴定（溶液中のヨウ素の濃度） エタノール・ヨウ化カリウム水溶液・PVP 水溶液にヨウ素を溶解し、それぞれのヨウ素液の濃度をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した。	
酸化剤	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$
還元剤	$2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$
全体	$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$ ヨウ素の物質質量 = $Na_2S_2O_3$ の物質質量 $\times 0.5$
①文献ではエタノールにはヨウ素は 25℃、24.55 g/100 g 溶解し、エタノールと結合していると記載されている。実験結果から 0.70 g のヨウ素単体は高濃度の 100 ml エタノールにはよく溶けるが、(図 3)から分かるようにエタノールを水で薄めてエタノールの濃度が 80 % より低くなるとヨウ素は著しく溶解しにくくなり文献値より著しく少なくなった。	
②ヨウ化カリウムは水に大変よく溶け、文献では 0℃、127.5 g/100 g の溶解度である。ヨウ素はヨウ化カリウム水溶液に三ヨウ化物イオンとなり溶解する。 $I^-$ と $I_2$ 分子が弱く結合した錯イオンを形成し溶解度を増している。実際に溶解するとエタノールや PVP と比較してヨウ素が溶けやすいことが分かった。特に高濃度のヨウ化カリウム水溶液は酸化されやすい。酸化によりヨウ素を生じるためヨウ素ヨウ化カリウム水溶液が高濃度の場合に滴定結果のヨウ素濃度が増加したのはこのためだと考えられる。(図 1)	
③PVP は非イオン性水溶性ポリマーで水などの溶媒に溶解するが、PVP 粉末を水に溶解すると、ダマになり溶解が難しく時間がかかった。ヨウ素を PVP 水溶液に溶解するのにも時間がかかり、マグネチックスターラーで一昼夜攪拌した。その結果、パラフィルムが褐色に着色し溶解する過程で昇華していることが確認できた。ヨウ素と PVP が錯体を形成しポビドンヨード(PVPI)となって溶解している。(図 2)の滴定結果から昇華により有効ヨウ素濃度が $2.75 \times 10^{-2}$ mol/L より減少したことが分かった。また、PVPI をチオ硫酸ナトリウム水溶液(写真 5)で滴定するとヨウ素とチオ硫酸ナトリウム水溶液で酸化還元が起こって色が消失するまでの反応時間がヨウ素ヨウ化カリウム水溶液やヨウ素エタノール溶液と比較し遅かったのでゆっくり滴下する必要があった。これは PVP とヨウ素分子が形成する錯体が他より強く結びついているからだと予測した。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 文献に記載がなかったので溶媒の違いによるヨウ素の溶解度を求め、より詳細にヨウ素の溶解について研究する。 PVP 以外の水溶性高分子化合物を検討し、容易にヨウ素が溶ける物質を探す。	
【参考文献/References】 内田昌希、浦山玲菜、他希釈調製した 0.5 %ポビドンヨード液の安定性および各種ポビドンヨード製剤の比較、医療薬学、2014,40(2)109-116	



写真1 化成品のうがい薬（ヨウ素系消毒薬イソジン）

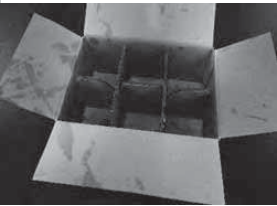


写真2 ヨウ素液(KI+I<sub>2</sub>)を保存した箱 紫色に着色し、ヨウ素が昇華した様子



写真3 ヨードチンキ(主成分ヨウ素のエタノール溶液)



写真4 ヨウ素エタノール溶液

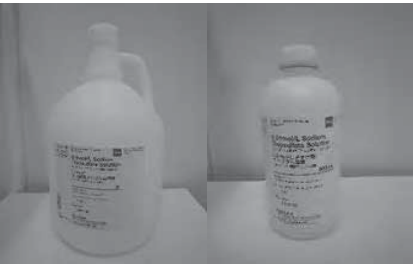


写真5-1, 2 使用したチオ硫酸ナトリウム水溶液(左 0.1 mol/L (右 0.01 mol/L)



写真6 ヨウ素滴定 褐色・チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下前(左)無色透明・終点(右)の様子



写真7 PVP I (シグマアルドリッジ社製)

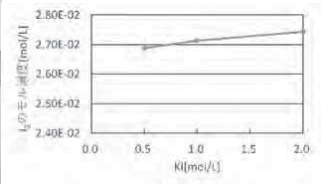


図1 ヨウ化カリウム水溶液の濃度と溶解したヨウ素の濃度の関係

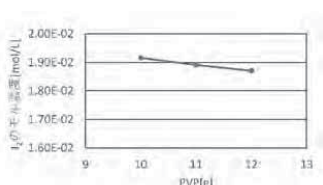


図2 PVP水溶液の濃度と溶解したヨウ素の濃度の関係

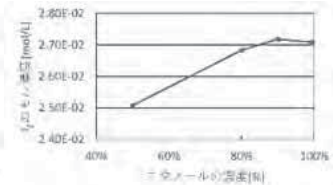


図3 エタノールの濃度と溶解したヨウ素の濃度の関係



写真8 各種溶媒によるヨウ素溶液の長期間保存の様子 (左から、明所常温(ポリエチレン瓶・窓際)、暗所常温(日陰アルミホイルで遮光)、暗所低温(褐色瓶・冷蔵庫内)で保存)

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑を付けて下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】桜丘高等学校	
【代表者名/Representative's Name】川上 侑菜	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】矢野 敬和	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】糖によるインジゴカルミン還元系の変色反応の熱力学的解析	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 インジゴカルミンは食紅や内視鏡検査時の着色などに用いられる検査薬である。インジゴカルミンを水に溶かすと青色の溶液となるが、還元剤を共存させることで還元反応を受け、赤、黄と色が変化する。この反応の還元剤として糖を用い、糖の開環剤として塩基を共存させることで、可逆反応を起こすことが出来る。本研究では、糖による還元反応に着目し、速度解析を行った。3M 水酸化カリウム水溶液、10%(0.56M) 糖水溶液、0.25mM インジゴカルミン水溶液を混合した系で反応速度を検討したところ、メチレンブルーの擬一次反応系が成立した。また、アレニウスプロット及びアイリング・ボランニープロットによる解析から、糖の種類を変更すると活性化エネルギーが減少して速度が向上し、糖を固定して pH を下げた場合は活性化エネルギーが大きくなるために速度が減少することがわかった。	
【目的/Goal】 薬として用いられるインジゴカルミンの糖による還元速度の pH 依存性を調査し、体内におけるインジゴカルミンの脱色・挙動の解析の一助とする。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 インジゴカルミンは食品添加物や腎機能検査、色素内視鏡検査としても用いられている薬品である。還元されると青から赤、赤から黄へ色が変化する、この反応を交通信号反応という。薬として体内でどのように反応するか調査する必要があると考えた。グルコースとフルクトースではフルクトースのほうが反応速度が 10 倍程度大きくなった。pH を下げると反応速度が大きく減少したことからギブズエネルギーが 5 倍程度大きくなったことで、反応進行速度が大きく減少したためと考えられる。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 2.5mmol/L のインジゴカルミン水溶液 0.10ml と 10%の単糖水溶液 1.0mL、水酸化カリウム水溶液 0.10mL を混合させ、40℃から 25℃の間で反応時間を調べた。単糖水溶液はアルドースである。3M グルコース水溶液、3M フルクトース、pH13 フルクトースの三種を用いた。	
表 1. 熱力学定数	
	Glc-3M    Fru-3M    Fru-pH13
Ea[kJ/mol]	45.5    9.76    46.1
A[× 10 <sup>4</sup> ]	5.2    1.74    24.5
ΔH[kJ/mol]	42.9    7.19    467.4
ΔS[kJ/mol・K]	-144.1    -248.9    -150.8
ΔG[kJ/mol]	86.2    81.9    512.7



【今後の展望／Future potential and its plan】
温度を 60℃から 25℃にして pH を下げ、青から赤、赤から黄に分けて検討する。また、より体内の環境に近づけるためにリン酸緩衝液に変更して検討する。
【参考文献／References 】
T. Mukai, et. al., Hiyoshi Review of Natural Science Keio Univ., 48, 11-30.
K. Maehashi, A Basic Knowledge of Sweetness, 2011, 106, 12, 818-825.

ご自身の研究段階（Research Stage）：				<input type="checkbox"/> Idea	<input type="checkbox"/> Preliminary	<input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field		最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.					
<input type="checkbox"/> 物理／Physics		<input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry		<input type="checkbox"/> 生物／Biology		<input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information		<input type="checkbox"/> その他／Others specifying：					
参加者／Participant's Information							
【学校名／School Name】 米子工業高等専門学校							
【代表者名／Representative's Name】 藤原理央奈							
【メンバー／Member】 門永海星， 香田誓子， 隅田達人， 田中楓羽， 田原凜， 仲西美月， 野村瑞音							
指導教員／Supervising Teacher							
【お名前／Name】 谷藤尚貴							

発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】卵殻膜を使用した高温条件で動作する燃料電池の創製
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 本アイデアでは燃料電池の高分子電解質膜を卵殻膜に置き換えることによって、従来の構造では実現できなかった高温耐久性のある燃料電池の試作を試み、次世代エネルギー材料の創製に取り組んだ。 現在の主要なエネルギーである石油・石炭等の化石燃料燃焼は大量の二酸化炭素を排出するため、地球温暖化促進に繋がっている。また、石油・石炭は有限資源であるため、世界でも化石燃料使用をいかに抑えられるかがポイントとなり、環境に悪影響を及ぼさない「次世代エネルギー」の電池開発が多方面で進められている[1]。その中でも、燃料電池は燃料を高効率でエネルギーにして、低公害で動作する発電装置として知られており、燃料電池の中でも特に固体燃料電池の実用化が進められている。しかし、その性能には改善するべき余地があり、私達は、その中でも発電動作の要となる固体電解質が、100℃以上の環境では動作性能が落ちるという課題点に着目した。その理由として、私達の研究グループでは、従来の素材とは異なる卵殻膜というタンパク質が主成分の天然素材を電解質膜に活用した燃料電池を確立しており[2]、本研究ではその知見をふまえて、卵殻膜が 200 度まで変性しない安定性の高いタンパク質であるという性質を応用すると、高温動作可能な燃料電池開発が可能になると仮説を立てて、各種検討を行った。
【目的／Goal】 本研究では、燃料電池を一般家庭に普及させていくために、固体電解質と触媒を現在試料されている材料から変更したもので動作させることを目指した。固体電解質を卵殻膜に換えること、その熱安定性によって、従来では動作が難しいとされてきた 100℃ 以上における発電動作が可能となり、電極における化学反応が促進することで発電力の増大が期待される。また、安価な燃料電池を開発するためには燃料電池用触媒として一般的に用いられている白金を他の金属に置き換えることが必要であり、前述の高温動作が可能であれば、触媒活性の低い金属でも効率良い発電が生じる可能性がある。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 卵殻を様々な用途へ応用する研究は、私達のグループが約 15 年間蓄積してきた独自のノウハウから生み出されている。燃料電池の電解質膜として卵殻膜が利用可能であることは以前に得た成果であるが、本研究では、発電性能を改善する上で、従来の材料で動作しにくい領域でも機能する燃料電池材料として卵殻膜を応用できた点に新規性がある。創造性としては、従来の電解質膜は高分子を加工した薄膜である一方で、天然の薄膜である卵殻の内皮を電解質膜に適用して、発電動作に繋がった点である。その際に、平面性の高い均一な試料膜を作製する方法は、今回様々な試行錯誤を行うことで新たに簡便な手順を開発した。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 実験操作は、最初に卵から卵殻膜の取り出しを行った。卵をゆでて中身を固めた後に、酢酸で外の殻を溶解処理した後に平面性の高い赤道面だけを環状に切り取ったものを、ハサミで約 3cm の正方形に切り出した（図-1）。次にスパッタコート装置を用いて、卵殻膜表面を白金コーティング（図-2）して、膜の白金部分ヘテスターを当てながらメタノール水溶液を滴下するとわずかな発電が観測され、卵殻膜による発電動作を確認できた。次に、高温動作を行うための装置試作と評価を行った。私達は目標の 100～150℃での動作温度としたがその条件では、一般的な燃料電池キットでは外装部品やコードのカバーが溶けてしまうことから、高温条件で変化しない素材・燃料を選択して組み立てた。その結果、装置の素材には、ガラスプレート・木製クリップ・耐熱性の電線で構成された装置が完成した（図-3）。使用燃料については、高校生が容易に購入できて、沸点が目標温度よりも高く、熱安定性の高い有機化合物であるグリセリンとロウを使用することにした。この装置と燃料の構成により発電試験を開始して、恒温乾燥機で動作温度を高めていくと、電圧・電流が高まる現象が確認されたものの、明確な発電を評価する前に短時間で発電しなくなった。私達は、この原因を白金コート面と電線の接続不良と考え、改善家として卵殻膜の平面化を試みた。平面状の卵殻膜は、水に濡らした卵殻膜を洗濯ネットに挟んで、重りを乗せた状態で乾燥させると得られる（図-4）。それを以後の試験で使用した。しかし、この膜を使用しても、高温条件での実験中に卵殻膜は反り返った（図-5）ため、これが電線との接触を難しくしていると予想した。この他にも、白金メッキ時のマスク処理が不完全で、膜の端側に白金メッキがされていることで、ショートの起きていた可能性があることから、メッキ法も改善した。その結果、同じ条件で作製した装置で最大 432mV と明確な発電を観測することができたが、30 分後に電圧はゼロになった。この原因として、電線と膜の白金コートとの間の接触が燃料の侵入によって、時間の経過に伴い悪化していることが予想されたことから、接触部分に燃料が侵入しないように、導電テープで電線を覆う様に張り付けた。このとき、白金コート部分の全面にテープが塞がらない構造になるように気をつけた（図-6）。その結果、100～150℃でも安定した発電動作を確認することができ、時間経過ごとに電圧は低下しつつも、発電は継続することが確認できた。触媒と電線の接触状態を改善するために、加熱時の膜の反り返りによる変形を防ぐ目的でネオジム磁石を四隅に設置して（図-7）実験を行ったところ、100～150℃条件での発電性能に再現性が得られ、150℃条件を維持しても時間経過による性能低下は小さく、発電が継続した。最終的には、卵殻膜の端に両面導電テープを 4 枚重ねて強度を上げてから膜の縁に張り付けることで、燃料の膜外への漏れの防止と膜の平面性を維持する処理を行った（図-8）。この構造によって、発電性能は安定化して I-V 測定（図-9）が可能になった他、少なくとも二日間発電は続くことが確認された。以上の結果から、卵殻膜は高温動作可能な固体電解質として機能することに明らかにした。
【今後の展望／Future potential and its plan】 触媒の高効率化（触媒量を増やす・触媒の構造改良）や、電解質の面積を増やすことで発電装置スケールを拡大して、電子機器を動作できる電源としての具体化をしていきたい。また、一般的な触媒を用いられている白金を安価な金属に変えた燃料電池の開発も目指しており、発表ではその試みについても報告する。
【参考文献／References 】 [1]a)国立研究開発法人国立環境研究所,環境展望会・環境技術説明「燃料電池」 <a href="https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=4">https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=4</a> (2022/9/20 閲覧), b)経産省資源エネルギー庁,あらためて知る「燃料電池」～将来のエネルギー網に欠かせない機器(前編) <a href="https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoy/nenryodench_i_01.html">https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoy/nenryodench_i_01.html</a> (2022/9/20 閲覧) [2]a)N. Tanifuji, T. Shimizu, H. Yoshikawa, M. Tanaka, K. Nishio, K. Ida, A. Shimizu, Y. Hasebe, ACS Omega,7,12448(2022), b)N. Tanifuji, T. Shimizu, K. Ida, K. Nishio, M. Tanaka, Y. Tsukaguchi, K. Tsubouchi, A. Shimizu, E. Hino, Y. Date, K. Aoki, H. Yoshikawa, Membranes,13, 115(2023)

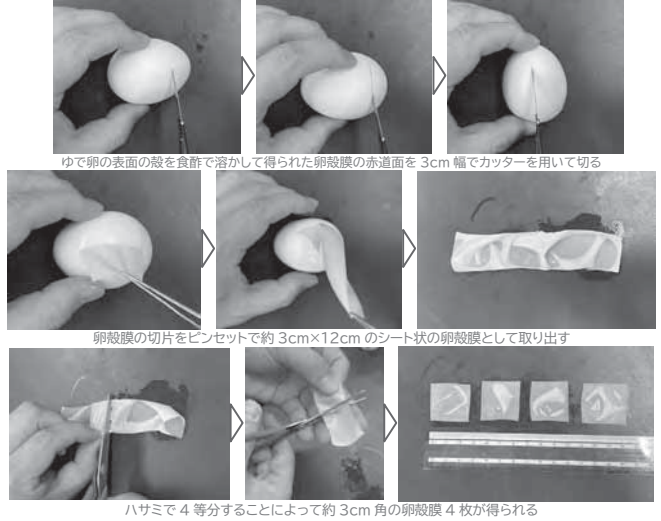


図-1 卵殻膜の切り出し手順

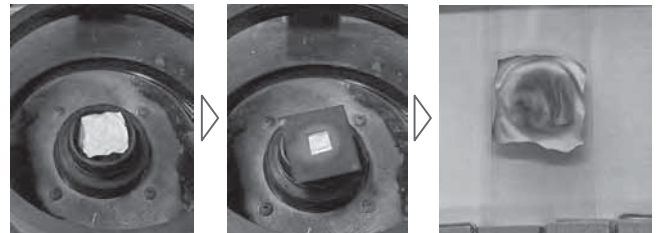


図-2 卵殻膜表面への白金コーティング処理



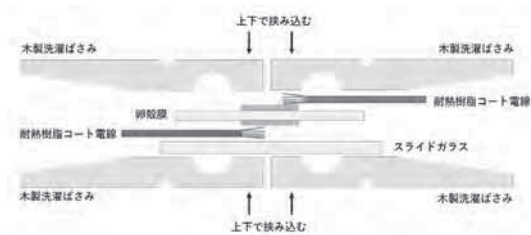
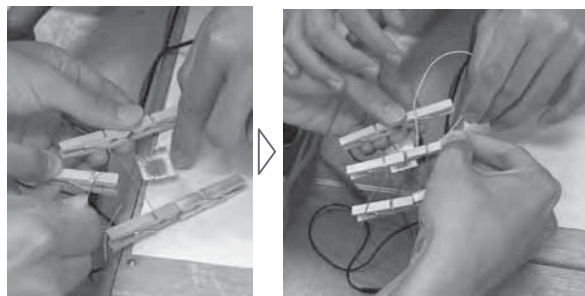


図-3 最初に試作した卵殻膜製の発電装置

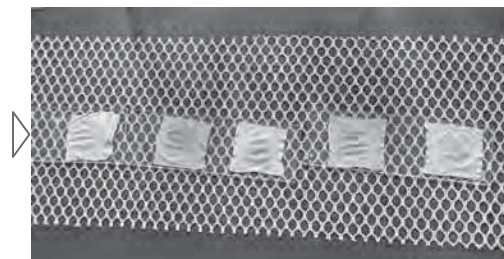
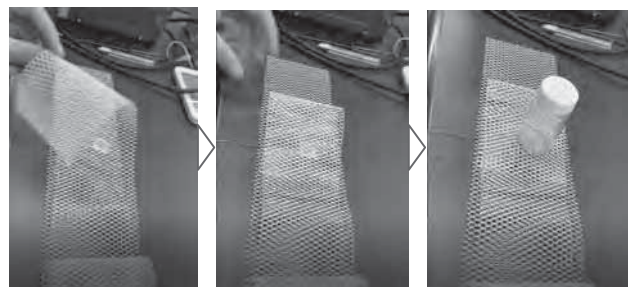


図-4 卵殻膜の平面化処理



図-5 高温条件における実験後の卵殻膜

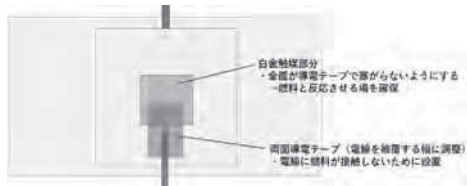


図-6 導電両面テープを用いた電極部分の改良

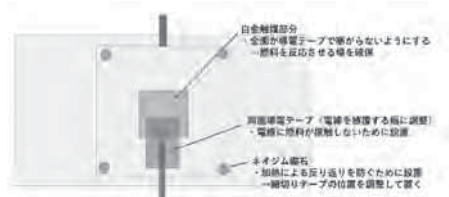
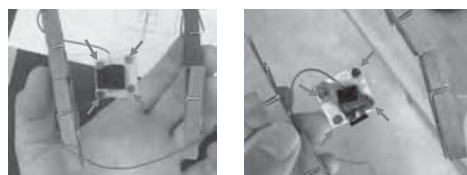


図-7 導電両面テープを用いた電極部分の改良

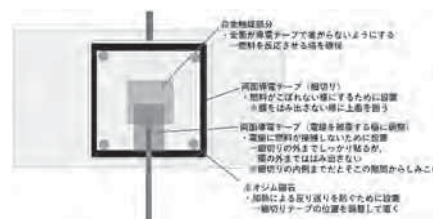
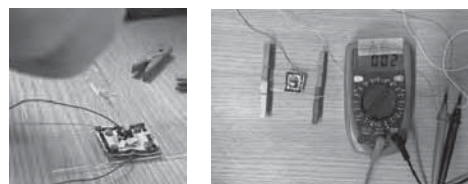
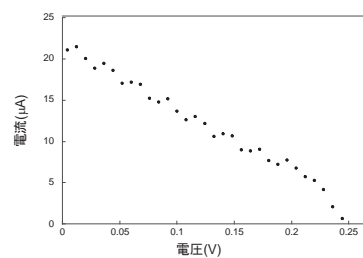


図-8 導電両面テープを用いた電極部分の改良

図-9 今回作製した卵殻膜を用いた燃料電池のI-V特性評価(4端子法)  
温度条件: 150°C, 片面あたりのPt触媒量: 30μg/cm<sup>2</sup>



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☒ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☒化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】宮城県宮城第一高等学校

【代表者名／Representative's Name】住居 美羽

【メンバー／Member】住居 美羽、 齊藤 萌未、 田口 果怜、 松山 果代

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】菅原 健久

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】環境に優しい桜染め ～葉を用いた染色とその条件の検討～

【アイディアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】校舎建て替え工事の際に切られた桜の木があり、「捨てられる桜の木を使って何ができないか」、「様々な思い出を別な形で残すことができないか」と思い、草木染めに利用できるのではないかと考えた。桜染めは花が咲く前に枝や樹皮、蕾などを用いて行うが、花が咲いた後でも染色することができれば長い期間染色が可能となると考えた。

【目的／Goal】桜の葉を使って布を染色することで、長い期間に渡って染色を行い、工芸品など地域を彩る素材を作る。pH等の条件を調べることで、色調のコントロールを行う。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】桜染めは普通、枝や樹皮を使って染めるが、葉を使うことで木を傷つけずに染めることができる。桜染めに使用する木材を減らすことができ、落ち葉も減らせる。煮詰めることでかさが減らせ、ゴミの減量につながる。以上を通しSDGs⑤の達成につなげていくことが可能となる。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】手に入りやすい薬品を使っているため、手軽に桜染めができる。環境に負荷をかけない薬品であるため、環境を守ることができる。また、pHによる条件、用いる生地の素材による染色の違いなどを検討することで、染色した布による様々な表現が可能になる。

【今後の展望／Future potential and its plan】実験に利用した葉を桜の肥料として使える可能性があり、植物の利用と循環を達成していきたい。

【参考文献／References】①草木染めの色辞典「桜染め」<https://maitokomuro.com/naturaldye/Sakura-dye/>, 2023/01/17②松岡仁志『植物の観察と実験を楽しむ』裳華房(2004)③久保田樹里・大橋春流・弓野紗季「おいしく鉄を食べよう～フェナントロリン吸光光度法を用いた食品中の鉄の含有量から～」, 宮城第一高等学校課題研究論集第21号(2018), 9

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☒化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】秋田県立秋田高等学校

【代表者名／Representative's Name】津島翔

【メンバー／Member】伊藤菜子 小山直太郎 柴田海龍 平田夏織 村井ひより 吉井颯紀

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】西村充司

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】植物性色素を用いた金属担持酸化チタン(IV)光触媒の色素分解能の探求

【アイディアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】光触媒は紫外線によって触媒作用をしめす物質の総称であり(1)、主に除菌作用があることが知られている。光触媒の代表例に酸化チタン (IV) がある。この酸化チタン (IV) 光触媒は金属を付着させる(以後これを「担持」と表記する)ことでその性能が向上することがわかっている(2)。今回我々は光触媒が色素を脱色できることに着目した(3)。光触媒能の評価にはメチレンブルーが使われるが、他の色素ではどう変化するかに着目し、金属担持した酸化チタン (IV) 光触媒 (別途資料の図1～図3) を用いて研究することとした。

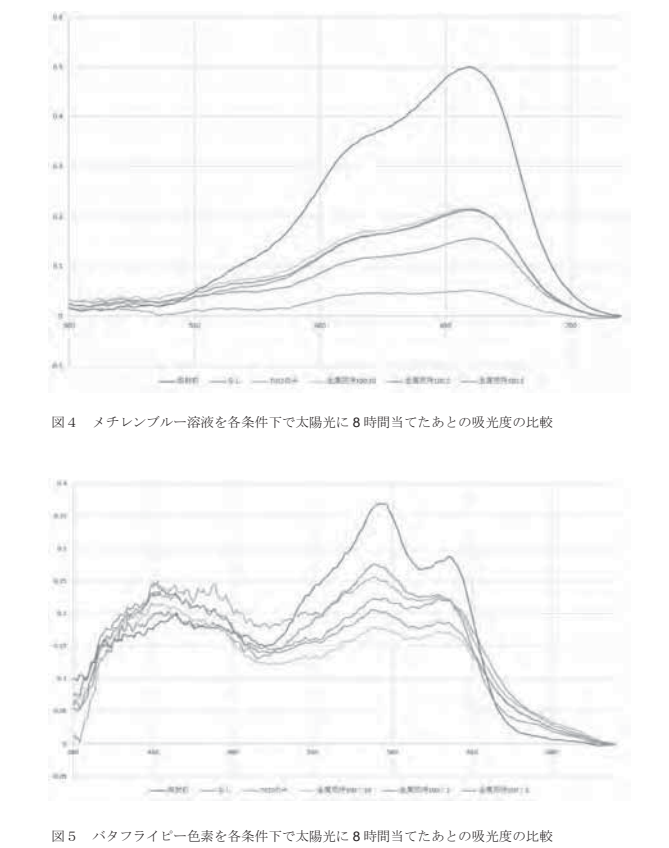
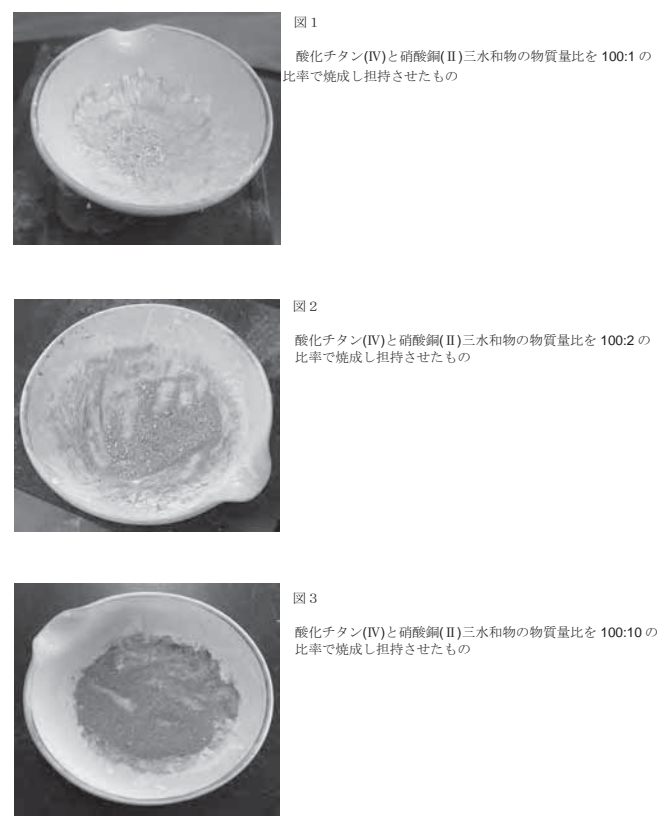
【目的／Goal】植物性色素を一定時間太陽光に照射したときの退色具合をメチレンブルー溶液で行った場合と比較し、違いを調べる。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】植物性色素を用いることでこれまでの他の研究との差別化を図った。また、実際に太陽光を用いることで、紫外線以外の光も照射された状態の現実味のある結果を得られるようにした。いずれも快晴の日に太陽光に当てたため実験にばらつきが生じないようにした。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】現在、壁面等に汚れがつかないように予め光触媒を添加したスプレーでコーティングする方法があるが、そのコーティングをしていない壁面等に汚れが付いた場合への活用は具体的に考えられていない。本研究で酸化チタン (IV) 光触媒が色素を分解する能力があると明らかになった場合、光が当たるだけで汚れが落ちるため汚れを落とす新しい方法を編み出すことができると考えた。

【今後の展望／Future potential and its plan】複数の色素についても調べることで色素の分解具合の傾向を確かめ、色や構造によつての違いがあるのかどうか、また、色素によって分解される具合が異なっているため (別途資料の図4～図7)、その対策も考えていきたい。

【参考文献／References】1) A. Sclafani, and J. M. Herrmann, J. Phys. Chem. 100, 13655–13661 (1996)2) 顕微鏡 第46巻 第1号 2011年 pp.3-63) 京都産業大学先端科学技術研究所所報(9) 2010.74) 令和元年度 秋田県立秋田高等学校理数科2年 課題研究 校内発表会冊子 pp.3





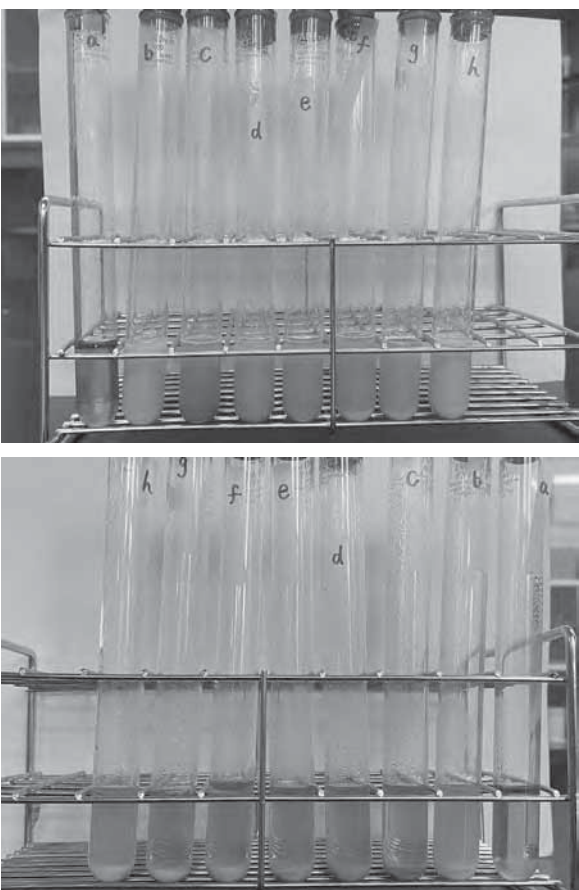
61. 秋田県立秋田高等学校

図6 メチレンブルー溶液の脱色具合の変化（上が実験前、下が実験後）



61. 秋田県立秋田高等学校

図7 バタフライピー色素溶液の脱色具合の変化（上が実験前、下が実験後）



62. 神奈川県立厚木高等学校

ご自身の研究段階（Research Stage）：☐ Idea☐ Preliminary☒ Result

分野／Field最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics☒化学／Chemistry☐生物／Biology☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information☐その他／Others specifying：

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】神奈川県立厚木高等学校

【代表者名／Representative's Name】安在 理央

【メンバー／Member】安在 理央 石原 歩武

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】石井 多加志

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】フォトフェントン反応を用いた糖化前処理の検討

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】

木材からセルロース系バイオマスエタノールをつくるには、木材に含まれるリグニンを分解し取り除くための糖化前処理が必要である。

従来の糖化前処理には薬品、電力を多量に使うなどの環境への負荷が大きく、更に高圧下での処理が必要になるなどの問題点が挙げられる。

そこで、その問題点を解決すべく、木材腐朽菌に着目した。木材腐朽菌は、フェントン反応を利用してリグニンを分解することが知られており<sup>1)</sup>、当研究室では、フェントン反応を用いて糖化前処理を検討したが<sup>2)</sup>、従前から行われていた糖化前処理を比較して時間は短縮できるものの糖化効率を高めるには至っていない。今回は、反応活性を上げたフォトフェントン反応<sup>3)</sup>が新しい糖化前処理として有効なのではないかと考え検討した。

【目的／Goal】

木材からセルロース系バイオマスエタノールをつくるための糖化前処理方法の確立。

フォトフェントン反応を糖化前処理として用いる事が可能かどうかを明らかにし、従来の糖化前処理より効率的で環境に負荷をかけない処理方法を確立させる。

フォトフェントン反応とフェントン反応の反応速度の違いを正確に把握する。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

フォトフェントン反応を用いて、糖化前処理を検討している点。

従来の処理に比べ、廃液などが有害でない点。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】

<方法>

実験装置を図1(下記に記載)に示す。トルビーカー内でpH3に調整した酸性下でマツのウッドチップに、10分間、15分間、20分間、25分間それぞれでフォトフェントン反応を行った。フォトフェントン反応を行う際には30%過酸化水素をビュレットで添加し、435nmから440nmの50Wのブラックライトを照射した。その後、4%シュウ酸水溶液を用いて処理をした。

対照実験として、15分間、20分間、25分間、30分間それぞれでフェントン反応を行った。図1のブラックライトを除いた装置を作り、その中で同様にpH3に調整した硫酸性下でマツのウッドチップにフェントン反応を行った。

糖化処理の手順については4%シュウ酸水溶液を用いて処理を行い、それぞれ処理を行い、それぞれ37℃、pH5に調整し、セルラーゼ(セルロース分解酵素)を用いて24時間反応させた。試料中のセルロースを糖化させた後に試料をムタローターゼ・GoD法で呈色し、グルコース生成量を計測した。

<結果>

これらの表から今回の実験では、糖化前処理としてフォトフェントン反応を行った場合では20分程度で多くのグルコースを生成できることがわかった。また、フェントン反応では25分以降に最もグルコースを生成できる反応時間があることが分かった。

62. 神奈川県立厚木高等学校

表1 1gのバイオマスに糖化前処理を行った際の反応時間別のグルコース生成量(mg)

反応時間	フォトフェントン反応	フェントン反応
10分	43.83	—
15分	105.85	93.35
20分	113.64	107.5
25分	97.9	103.2
30分	—	120.52

なお、結果をもとに作成したグラフを下記に記載した。

今回の実験の結果からはフォトフェントン反応はフェントン反応よりも糖化効率を上昇させる効果を有しているとはいえない。

<考察>

結果及び先行研究からフォトフェントン反応とフェントン反応の分解機構は同じであるため、グルコース生成量の最大値は変わらないのではないかと考えられる<sup>3)</sup>。

【今後の展望／Future potential and its plan】

従来の糖化前処理として多く行われている硫酸処理と反応時間におけるグルコース生成量を比較検討し、フォトフェントン反応、フェントン反応の有用性があるか調べる。

【参考文献／References】

- 選択的白腐腐朽菌を用いた木質バイオマスのエネルギー・化学資源化 (<http://www.jwrs.org/woodience/mm007/watanabe.pdf>)
- 「フェントン反応によるセルロース分解」神奈川県立厚木高等学校 永井 律
- フォトフェントン反応を用いた気液接触型の新規空気清浄法の開発 (<https://www.jstage.jst.go.jp/article/siej/15/1/1527/pdf/-charja>)

- 156 -



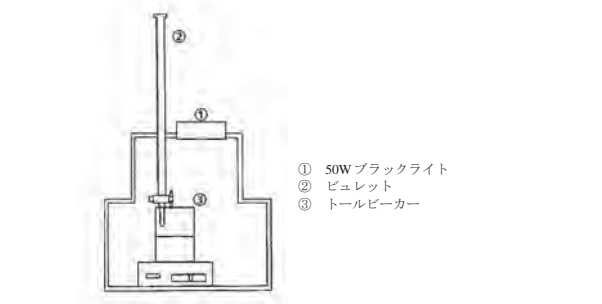


図1 実験装置の簡略図

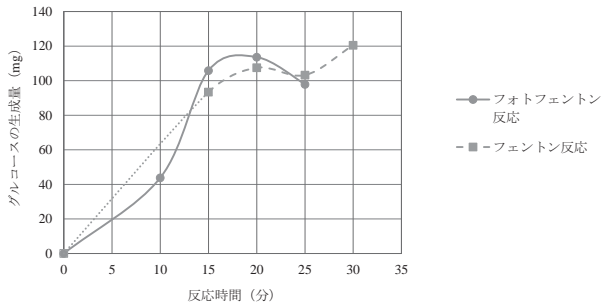


図2 結果をもとに作成したグラフ

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 東京都立小石川中等教育学校

【代表者名/Representative's Name】 鈴木花歩

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 木村泰彦

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 食用油の酸化速度

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

グルテンに関する研究をしていた際に油を使ってその影響などを調べていたところ、油脂の酸化が味や匂いに影響を及ぼすことを知り、油脂単体で酸化の速度を調べ比較することで健康増進や食中毒防止に繋がると考えた。熱酸化の具合を過酸化物質と酸価という2種類の値で加熱時間ごとに評価することで、過酸化物質の上昇が止まる地点を目印として、異なる2種の食用油の酸化速度を比較した。

$$\text{peroxide value (mq/kg)} = \frac{(A-B) \times F}{S} \times 10$$

$$\text{Acid value} = \frac{5.611 \times A \times F}{S}$$

A: 0.01M sodium thiosulfate standard solution for the test solution color (ml)  
B: Titrant volume (ml) of 0.01M sodium thiosulfate standard solution in blank  
F: Factor of 0.01M sodium thiosulfate standard solution  
S: Sample amount (g)

A: Titrant volume (ml) of 0.1M potassium hydroxide solution  
F: Factor of 0.1M potassium hydroxide standard solution  
S: Sample amount (g)

値の定義、測定方法は参考文献(2)に依る。

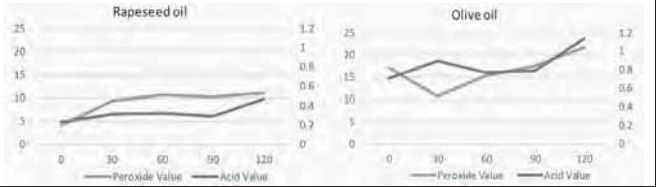
【目的/Goal】

油を放置したり加熱したりすると酸化が進み、下痢や嘔吐さらには食中毒の原因となる。このような健康を害する危険を避け、健康増進に繋げる。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

これまでの先行研究(1)では、異なる種類の値ごとに各油の酸化具合を評価していたが、この研究では1種類の油に対して複数の種類の値で評価することにより、酸化の進み具合ではなく酸化の段階的速度にフォーカスをあてることができる。

菜種油とオリーブ油を180度で30分ずつ加熱し、加熱時間ごとの過酸化物質と酸価を測定した。横軸を加熱時間、右の縦軸を過酸化物質、左の縦軸を酸価として、次のようにグラフを作成した。



このグラフにおいてオレンジ色で示された過酸化物質の上昇が止まる地点(菜種油では過熱後30分、オリーブ油ではまだその地点が来ていない)でヒドロペルオキシドの生成が止まり酸化がその次の段階(二次生成物が出始める)まで進んでいると考えられる。この間も酸価はゆるやかに上がり続けることから、酸化の進行は継続していることが分かる。

**図(3)より作成**

左の図(3)より作成において、青い線で囲われた範囲は酸価で測ることの出来る生成物の種類を示し、オレンジ色の線で囲われた範囲は過酸化物質で測ることの出来る生成物の種類を示す。酸化がヒドロペルオキシド以降の生成物の量全体を調べられるのに対し、過酸化物質はヒドロペルオキシドすなわち酸化の途中段階における生成物の量のみを示す値になるので、これの上昇が止まる地点を酸化の進み具合の目印とすることができる。

**図(4)をもとに作成**

より菜種油にはオリーブ油よりも二重結合を持つ油が多く含まれているため酸化が速く進むと予測できる。よってこの測定方法による酸化速度の比較は正しいと言える。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

油脂の熱酸化の速度については、生成物質やそれを図る指標の種類が多いために明確な計算方法や計測方法がない。私が今回評価に利用した数値の他にも様々な種類の数値が存在するため、それらとの関係も踏まえた上で酸化速度の明確な指標を生み出すことができれば、より正確に油脂の性質を知ることやフライ油の安全性を保つことに繋がる。

【今後の展望/Future potential and its plan】

より多くの酸化評価方法を取り入れ、油脂の性質と照らし合わせることで酸化速度の違いを詳しく分析できるようにしたい。また油の種類や熱する温度を変えることで油の使用条件による酸化速度の違いを調べたい。

【参考文献/References】

(1) 山沢和子,北原増雄: 食用油の変質について

(2) 食品学実験書 第4版/医歯薬出版/藤田修三

(3) 中谷技術士事務所/「食用油の知識」 <https://nakatani-peoffice.com/2019/03/17/syokutyuudoku/>

(4) 日清オイリオホームページ <https://www.nisshin-oil.co.jp/oil/qa/qa02.html>

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 都立小石川中等教育学校

【代表者名/Representative's Name】 富張七音

【メンバー/Member】 富張七音

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 木村泰彦

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】

愛犬の為に美味しい食事を作ろう！

～メイラード反応の有無による犬の反応の違い～

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

犬がメイラード反応を好むのかを調べて普段の餌にメイラード反応を起こしたものを加えて食欲を増加させる。家で飼っている犬の餌への食いつきが悪かったのもっと美味しいご飯を上げたいと思い、人間が美味しいと感じるメイラード反応食品が犬でも美味しいと感じるなら利用出来たと思ったから。

【目的/Goal】

犬がメイラード反応好むのか調べる。好むならそれを利用し、美味しいご飯を作る。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

先行研究では嗜好性のみを調べていたがそれを利用して美味しいご飯を作るところまで進めたい。また、先行研究では化学の授業で用いるような水溶液を使っていたが、人参で行うことで実験がしやすいくどんな人でも同じ実験がしやすいと考えた。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

人参を加熱するのみのなので実現は容易である。また、犬はメイラード反応を好むという結果が得られると考える。

【今後の展望/Future potential and its plan】

メイラード反応が起きていると確実に判断できるようにする。また、他の食材等も使用し、試験に用いる犬の数を増やすことで犬がメイラード反応を好むことの信憑性を高める。

最終的にはそれを利用して犬が美味しいと感じるご飯を作りたい。

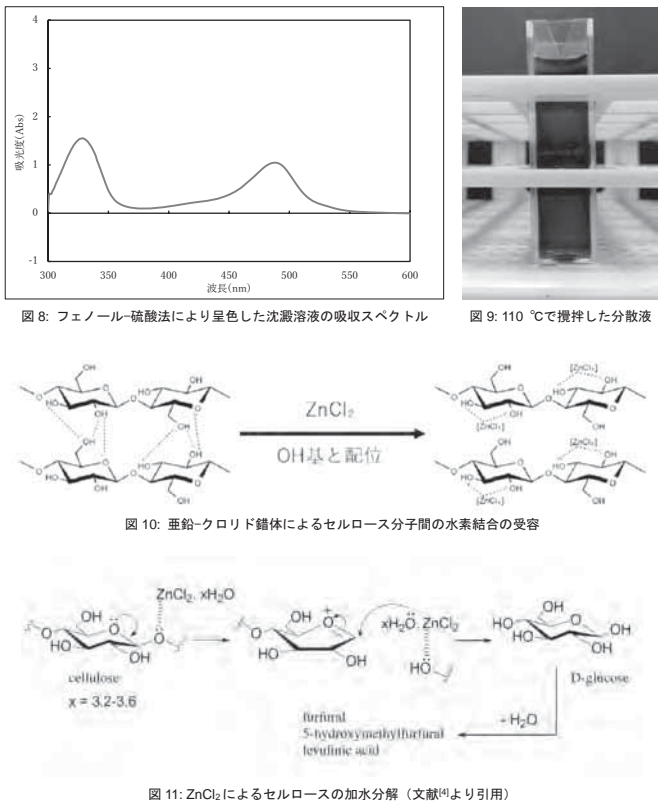
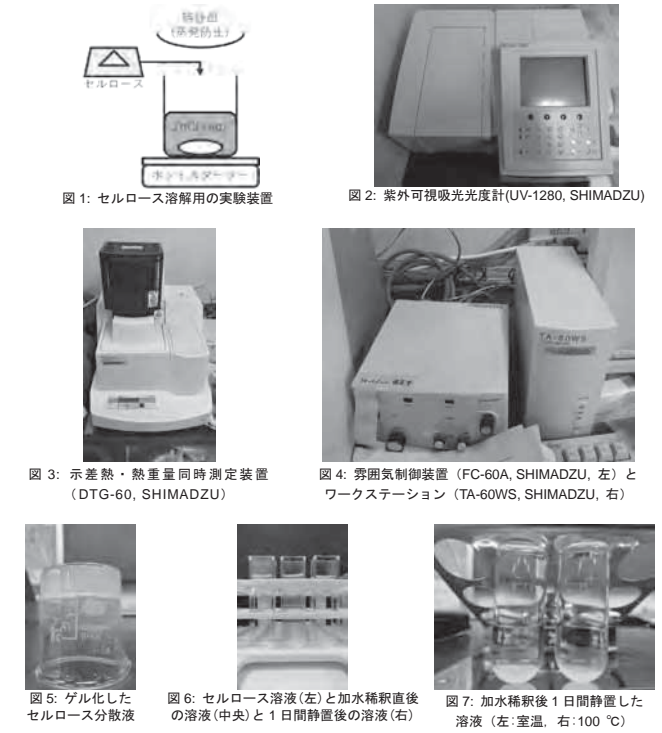
【参考文献/References】

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpan/18/Suppl/18\\_suppl\\_29/pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpan/18/Suppl/18_suppl_29/pdf-char/ja)



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input checked="" type="checkbox"/> 化学/Chemistry
<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】 東京都立小石川中等教育学校	
【代表者名/Representative's Name】 松元 洗樹	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】 加藤 優太	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】 塩化亜鉛水溶液中でのセルロースの溶解	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 セルロースはバイオマスとして地球上に大量に存在し、カーボニュートラルなエネルギーや生分解性プラスチックとしての利用が期待されているが、一般に強酸・強塩基などの過酷な条件下やイオン液体などの特殊な溶媒中でないと反応しないといわれる。しかし、亜鉛メッキの実験の際、熱濃厚 ZnCl <sub>2</sub> (aq)がセルロース紙を溶解する現象が見られ、新たなセルロース溶媒の開発などに繋がるのではないかと考え、セルロース溶媒として作用するための一般的な条件を解明するため、熱濃厚 ZnCl <sub>2</sub> (aq)中のセルロースの反応を調べるべく本研究を行った。	
【目的/Goal】 熱濃厚 ZnCl <sub>2</sub> (aq)中のセルロースの反応を調べ、その反応を参考に溶媒の成分、温度、濃度などを操作し、セルロースの溶解しやすさの傾向を解明するため、以下のことを行う。 1. ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でのセルロース溶解時の反応温度とセルロースの反応の関係について検証する。 2. セルロース溶解後の ZnCl <sub>2</sub> (aq)中の生成物について分析する。 3. セルロース溶解前後の分子量について比較する。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 実験 1. ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でのセルロース溶解時の反応温度の検証 図 1 のように一定温度に設定した 8 mol/L ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でセルロース粉末を攪拌し、そのときの ZnCl <sub>2</sub> (aq)とセルロースの状態と、溶液をガラスろ紙でろ過して未溶解分を分離したろ液を加水稀釈し、溶液中の ZnCl <sub>2</sub> 濃度が低下したときのセルロースの状態について検証した。また、図 2 の吸光光度計を用いて糖の検出法であるフェノール-硫酸法 <sup>[1]</sup> を利用し、沈澱がセルロースであるかの確認も行った。 実験 2. セルロース溶解後の ZnCl <sub>2</sub> (aq)中の生成物の検証 110 ℃でセルロースを溶解させた ZnCl <sub>2</sub> (aq)を加水稀釈して溶解していたセルロースを沈澱させ（実験 1 の結果を参照）、ガラスろ紙でろ過して得た稀釈溶液について、フェノール-硫酸法を利用してセルロース以外に生成した物質について検証した。 実験 3. セルロース溶解前後の分子量の比較 110 ℃の ZnCl <sub>2</sub> (aq)に溶解させてから析出させたセルロースと溶解前のセルロース粉末について、図 3.4 の熱重量測定装置を用いて、温度を一定のプログラムに基づいて変化させたときの試料の重量 (TG) を時間で微分した重量変化率 (DTG) を求め <sup>[2]</sup> 、熱分解温度からセルロース試料の分子量を比較した。	

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実験 1. ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でのセルロース溶解時の反応温度の検証 100 ℃以下ではセルロースが ZnCl <sub>2</sub> (aq)中に分散、親和して図 5 のようなコロイドを形成し、ろ過することで図 6 のようなセルロース溶液が得られた。溶液を加水稀釈すると図 7 のようにセルロースの沈澱を生じ、反応温度が 100 ℃に近い方が析出量は少なかった。フェノール-硫酸法により図 8 の吸収スペクトルに糖の存在を示す 480 nm 付近のピークが見られたことからセルロースが溶解していたことが裏付けられた。また、110 ℃以上ではセルロースが ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でカラメル化して図 9 のように褐色で粘調な分散液に変化し、その粘性によりろ過が不可能だった。以上の反応について、類似条件の実験 <sup>[3],[4]</sup> から 100 ℃以下では主に図 10 のような亜鉛-クロリド錯体によるセルロースの溶解反応が、110 ℃以上では主に図 11 のような ZnCl <sub>2</sub> によるセルロースの分解反応が起きていると推察される。 実験 2. セルロース溶解後の ZnCl <sub>2</sub> (aq)中の生成物の検証 図 12 の吸収スペクトルに 480 nm 付近のピークが見られ、このことからセルロースの一部は図 11 のように ZnCl <sub>2</sub> により加水分解され、分子量の小さい糖として溶液中に存在していることが示された。 実験 3. セルロース溶解前後の分子量の比較 図 13 の DTG 曲線より溶解前のセルロースと比較して溶解後のセルロースの熱分解温度は低下しているため、ZnCl <sub>2</sub> (aq)中でセルロース全体が部分的に加水分解されたことにより、平均分子量が低下したことが示唆された。
【今後の展望/Future potential and its plan】 ZnCl <sub>2</sub> (aq)によるセルロースの溶解・分解について、現時点では 8 mol/L の濃厚溶液を溶媒に用いる必要があるが、高濃度で環境負荷が大きいため、稀薄溶液での溶解能・分解能を検証したい。ZnCl <sub>2</sub> (aq)以外の溶媒についても、銅-アンモニア水溶液と関連させて CuCl <sub>2</sub> (aq)や亜鉛-アンモニア水溶液、Zn <sup>2+</sup> と電子構造の似ている Cu <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> などのセルロースの溶解能・分解能を検証し、より安全かつ低濃度で利用可能な溶媒を検討したい。 また、セルロースの分解物について、予め ZnCl <sub>2</sub> (aq)にフェノールを加え、図 11 のように生成したフルフラール誘導体が酸化される前に縮合して呈色するようにしたり、加熱攪拌後の溶液中にレブリン酸が存在しているかをヨードホルム反応で調べたりすることで、具体的に生成された分解物を検出した。 セルロースの析出法については、加水するのみではセルロース溶媒としての加工性が不十分であるため、酸・塩基による ZnCl <sub>2</sub> (aq)の中和やキレート剤の添加による Zn <sup>2+</sup> の不活性化、エタノールの脱水作用などを利用し、より加工性の高い再結晶法を検討したい。
【参考文献/References】 [1] 竹内宏治ほか、「高感度フェノール-硫酸法」、『帯広畜産大学学術研究報告。自然科学』、 <b>2001</b> , 22(2), 103. [2] 久野栄進, 中川重雄, 「初心者のための熱分析 (4)TG,DTG 測定と錯体の熱化学反応」, 『熱測定』、 <b>1980</b> , 7(3), 80. [3] 宮本都也ほか, 「セルロース/銅アンモニア水溶液から得られるゲルの構造形成とその錯体構造」, 『繊維機械学会誌』、 <b>1996</b> , 49(12), 45. [4] Amarasekara, Ananda S.; Ebade, ChidinmaC. Zinc chloride mediated degradation of cellulose at 200 ℃ and identification of the products. Bioresource Technology. <b>2009</b> , 100(21), 5301.





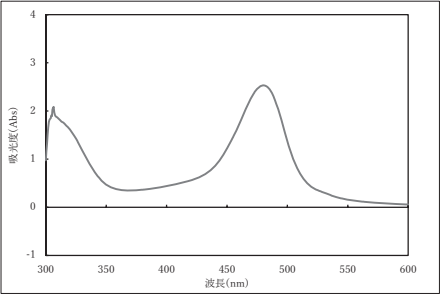


図 12: フェノール-硫酸法により呈色した稀釈溶液の吸収スペクトル

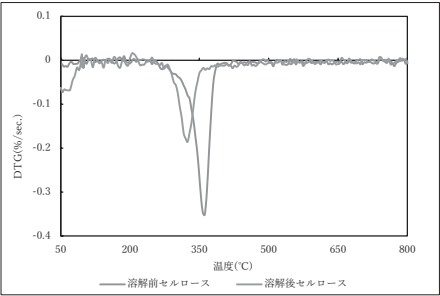


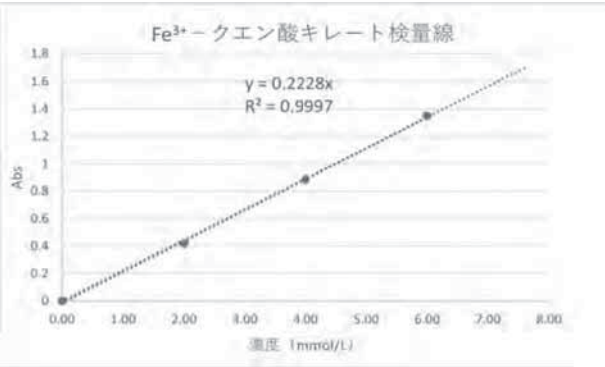
図 13: 110 °C の 8 mol/L ZnCl<sub>2</sub>(aq) 中に溶解する前後のセルロースの DTG 曲線

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
参加者 / Participant's Information	
【学校名 / School Name】山口県立徳山高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】清水 一希	
【メンバー / Member】石田 歩華	
指導教員 / Supervising Teacher	
【お名前 / Name】米本 和生	
発表内容 / Abstract of the Presentation	
【タイトル / Title】クエン酸の洗浄効果の検証と万能掃除薬品の開発	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 私たちは、家庭の様々な汚れに作用する万能掃除薬品の開発を目標にしている。インターネット上で水垢に対してクエン酸 (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ) が効果的であることを知り、実際に様々な汚れに対して使用したところ、鉄サビに対して効果を発揮した。そこで、クエン酸のどの性質が水垢やサビに作用しているのかを検証し、その性質を生かして家庭で安全に使用できる万能薬品を作成することを目指し、研究を開始する。	
【目的 / Goal】 クエン酸は三価の弱酸で、カルボキシ基を3つ持つことからキレート作用を示すことがわかっていて。今回の研究では、この二つの性質に着目して鉄サビの主成分である酸化鉄 (Ⅲ) (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) や炭酸カルシウム (CaCO <sub>3</sub> ) に対してどのような作用を示すのかを検証する。また、鉄サビと水垢が同時に存在するときでも効果が出る方法も検討する。最終的には家庭で安全に使用できる万能薬品を作成することを目指す。	
【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 現在、家庭での掃除にはそれぞれの汚れに対応した洗剤を必要とし、労力や費用がかかる。しかし、各メーカーの企業努力の方向性は特定の汚れに対しての効果の追究に向いている。そこで私たちは、水垢や鉄サビを除去することができるクエン酸を利用した、効果的かつ様々な汚れに対応する洗剤の開発を目指す。また、クエン酸はキレート作用を示す身近な物質だが、その性質は知名度に対して確認されているとは言い難い。【参考文献 1】 今回の研究においては、クエン酸キレートの形成時に優先される金属の確認などを通してクエン酸の性質を解明することで、クエン酸の正しい情報を周知させるとともに今後のクエン酸に関するさらなる性質の研究に結びつくと考えている。	
【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ● 検証済みの性質 ① 鉄サビと pH の関係性 : 0.100mol/L クエン酸水溶液や、アンモニアや塩化アンモニウムを添加して pH を 11.0 と 1.50 に調整した水溶液を鉄サビ【図 1】と共存させて比較した。市販のクエン酸鉄 (Ⅲ) n 水和物 (n≒3) を用いて検量線【図 2】を引き、吸光度法を用いて 340nm-880nm の範囲でのピークである 420nm で透過率を測定し、溶けだした Fe <sup>3+</sup> によるキレートの物質量を算出した。また、モデルとした鉄サビの表面を観察した。	

表面の鉄サビの落ち具合は【図 3】に示した通り。【図 4】より、pH が大きくなると溶け出した酸化鉄 (Ⅲ) の物質量が増えているが、鉄板の表面のサビは pH をより小さくしなくても落ちていることから、pH2.5 程度でも十分に効果があるといえる。
② Fe <sup>3+</sup> -クエン酸キレートと軽金属イオンの関係性 : Fe <sup>3+</sup> -クエン酸キレートと他の金属イオン (Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> ) とのキレートについてどちらが優先して錯体を形成するのかを簡易的に比較した。0.100mol/L のクエン酸 20mL に各金属イオンが 1.0mmol 含まれるように金属塩を溶かし、①と同様に透過率を測定し Fe <sup>3+</sup> -クエン酸キレートの物質量を算出した。 【図 5】より、Na <sup>+</sup> との共存条件では約 0.1mmol だけキレートが減少しており、Na <sup>+</sup> は Fe <sup>3+</sup> のキレート形成を大きく阻害しないといえる。このことから、より配位しやすいクエン酸ナトリウムの水溶液の pH を調整し、今後行う研究に利用していきたい。また Ca <sup>2+</sup> において、Fe <sup>3+</sup> と配位しなかったクエン酸イオンがすべて Ca <sup>2+</sup> に配位していると考ええると、およそ 6 割の 0.570mmol の Ca <sup>2+</sup> がクエン酸とキレートを形成していたとみなせる。これらのことから Ca <sup>2+</sup> -クエン酸キレートの安定度定数を求められる。
● 検証予定の性質 ① カルシウム塩とクエン酸キレートの関係 : 一般にカルシウム塩は水に対して難溶性のものが多い。水垢の主成分は炭酸カルシウムで水に対する溶解度が小さいため汚れとして析出するが、クエン酸に溶かした後はカルシウム塩が析出しない。そこで、カルシウムイオンがクエン酸とキレートを形成することで水垢を落とす仮説を立て、実験を行う。 ② クエン酸キレートと粘度の関係 市販のサビ落としには増粘剤が添加されている。一般的に、粘度が大きいくほど反応速度は小さくなり、錯体形成反応の反応速度は比較的小さくなる。よって、増粘剤が添加された場合にクエン酸が洗剤として実用的なのかどうかを検証する。
【今後の展望 / Future potential and its plan】 来年 7 月末にある「第 47 回全国高等学校総合文化祭」に向けて上記の性質を研究する。具体的な実験方法については以下の通り。 ● 検証予定の性質① : 0.100mol/L クエン酸水溶液、同じ pH の希塩酸に EDTA-Na などのキレート剤を添加した水溶液、同じ pH の希塩酸にキレート剤を添加しない水溶液を用意して、水垢を落とす。その後、水分を蒸発させカルシウム成分が再び水に溶けない水垢として析出するかを調べる。 ● 検証予定の性質② : 0.100mol/L クエン酸水溶液に様々な質量でキサンタンガム (代表的な増粘多糖類、広範囲の pH 領域で安定) を添加する。それぞれの水溶液の粘度をキャノン・フエンスケ粘度計で測定し、鉄サビと共存させる。一日後、検量線を用いて Fe <sup>3+</sup> -クエン酸キレートを定量化する。 また、今年度中に試作品を作成し、使用感を確かめつつ問題点を挙げる。
【参考文献 / References】 1. 駒津 順子, 田母神 礼美, 大矢 勝「クエン酸によるカルシウム系汚れの洗浄に対する消費者情報の実験的検証」一般社団法人日本家政学会誌, 2019, Vol. 70, No. 10, Page643~652 <a href="https://www.istage_ist.go.jp/article/jhej/70/10/70_643/.pdf">https://www.istage_ist.go.jp/article/jhej/70/10/70_643/.pdf</a>

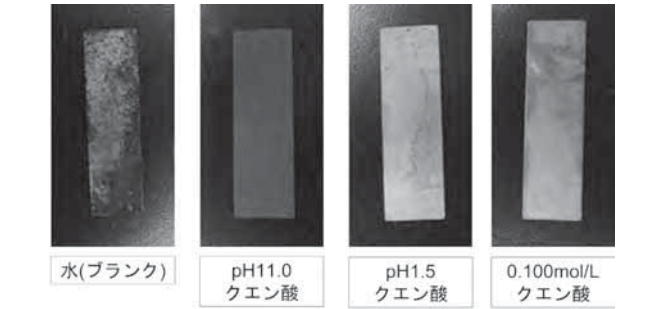


【図 1】鉄サビのモデル  
20×70×1 mm の鉄板を塩酸と過酸化水素水の混合液に 1 分間浸して急速に酸化させたもの。



【図 2】Fe<sup>3+</sup>-クエン酸キレートの検量線  
ランベート・ベールの法則によって、濃度と吸光度には比例関係が成立する。本研究では、市販のクエン酸鉄 (Ⅲ) n 水和物 (n≒3) を近似が成り立つと仮定して検量線を作成した。





【図3】pHを変化させた場合の鉄サビ表面の比較  
pH1.5 クエン酸における鉄サビの落ち具合は、0.100mol/L クエン酸と大きく差がなかった。吸光度法によって算出した物質量の差は鉄板の裏面に由来すると考えられる。

	透過率	吸光度	濃度 (mmol/L)	物質量 (mmol)
クエン酸	14.5	0.839	3.77	0.753
pH1.5	10.8	0.967	4.34	0.868
pH11	117.1	—	—	—

【図4】pHを変化させた場合の  $\text{Fe}^{3+}$ -クエン酸キレート の濃度や物質量  
- (ハイフン) は、ブランクよりも透過率が大きくなったことで各値が正しく算出できなかったことを示す。

	透過率	吸光度	濃度 (mmol/L)	物質量 (mmol)
クエン酸	14.5	0.839	3.77	0.753
Na添加	18.9	0.724	3.25	0.650
Ca添加	30.1	0.521	2.34	0.468

【図5】Na 塩や Ca 塩をそれぞれ 1.0mmol ずつ添加した場合の  $\text{Fe}^{3+}$ -クエン酸キレート の濃度や物質量  
Na 塩を添加しても  $\text{Fe}^{3+}$ -クエン酸キレートの物質量は 0.103mmol しか減少しなかった。また、Ca 塩を添加すると  $\text{Fe}^{3+}$ -クエン酸キレートの物質量は 0.285mmol 減少した。 $\text{Fe}^{3+}$ に配位しなかったクエン酸イオンがすべて  $\text{Ca}^{2+}$ に配位したと仮定すると  $\text{Fe}^{3+}$ -クエン酸キレートのモル比が 1:3、 $\text{Ca}^{2+}$ -クエン酸キレートのモル比が 2:3 であることから、添加した  $\text{Ca}^{2+}$ がどの程度クエン酸とキレートを形成したのか調べることができる。

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☒化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】駒込高等学校

【代表者名／Representative's Name】市川太一

【メンバー／Member】今井稜真 江塚智希

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】中島遼

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】信号反応を研究

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】  
インジゴカルミン水溶液を塩基性条件下で還元すると、緑から赤を経て黄色になる。これを利用した化学マジックで信号反応というものがあり、この反応で使われる塩基を水酸化ナトリウムから炭酸ナトリウムに変更すると変化する色が増えるということが知られている(この反応をゲーミング反応とする)。この反応がなぜ信号反応とは異なった色を示すのかはまだ完全に解明されていない。以上のことを知ったときに生まれた疑問を解きたいという好奇心からこの研究を始めた。

【目的／Goal】  
ゲーミング反応の仕組みを解明し、信号反応との共通点や相違点を調べる。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】  
一般に知られている信号反応の仕組みとはインジゴカルミンが還元糖により還元され、ロイコインジゴカルミンになる過程で色が緑、赤、黄に変化する(図1)。よって信号反応の仕組み上では色は緑、赤、黄の3色のみしか示さないはずだが試薬を変えただけのゲーミング反応では大きく分けて5色に変化する(グラデーション状での変化のため実際には多くの色に変化する)(図2)。もし3つの型のインジゴカルミンの変化によって変色しているのならば試薬を変更しても(ゲーミング反応でも)3色しか示さないはずである。ではなぜたくさん色を示すのか、それを調べた。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
私たちは信号反応とゲーミング反応で変化する色が異なる要因として考えられるものから調べた。まず、pHや温度である。インジゴカルミンはpHによって色が変わる pH 依存性や熱に弱いという性質を持っている。これにより信号反応とゲーミング反応で変色の仕方が異なると考えた。また、ゲーミング反応は信号反応よりも低い pHで行うため 60℃まで加熱してから変色を観察する。このときの温度によりインジゴカルミンが分解してしまい色の変化が出ていくと考えた。  
しかし文献1に信号反応で pH が低くなるほど反応は遅くなるが青から緑に変化するときに中間的な色である色を示すようになり最終的に黄色を示したとかがれている。また、pHの低いときの方が赤を示している時間が長いとかがれていた。また、文献2から炭酸ナトリウムに試薬を変更しなくても水酸化ナトリウムの濃度を下げて pHを下げることでゲーミング反応を示したと書かれている。それらを実験により確かめてみると実際にそうであった。このことから pH と信号反応、ゲーミング反応は強い関わりがあるとの情報が得られた。  
次に温度による変化だがこれは実験の結果、信号反応の溶液を 60℃まで加熱しても加熱していない信号反応と色

67. 駒込高等学校

は変わらず温度は関係がないとわかった(図3)

いままでの実験や論文読解で一つの説が生まれた。pH の濃度により酸素との反応性が高くなり信号反応は pH が高く一瞬で反応が終了するため3色しか色を示さないが、ゲーミング反応は pH が低く反応に時間がかかるためその間に平衡が移動しさまざまな色を示すという説だ。文献4ではインジゴカルミン水溶液中のインジゴカルミンが酸化型のとき(図4)、還元型のとき(図5)それぞれが吸収する光の波長が掲載されており、塩基性下で酸化型のとき(図4)は緑を示し、そして還元型のとき(図5)は黄色を示すといった予備実験と同じ結果となっている。これをふまえてもらい私たちの行った実験をみるとわかりやすいだろう。  
ゲーミング反応溶液を2つ同じものを用意し、片方は完全に反応させもう片方は未反応のままにする。そして未反応溶液に反応溶液を少しずつ加えていき色の変化を見ようというものだ。  
もし仮にこの変色が平衡移動によるものならば溶液を入れることで平衡状態が変化し色が変わるはずである。結果は滴下前(図6) 5ml 滴下直後(図7) 10ml 滴下直後(図8) 15ml 滴下直後(図9) 20ml 滴下直後(図10) 25ml 滴下直後(図11)と徐々に色が変化していった。よってこれは平衡移動による変色と言っていいのではないかと結論が出た。

【今後の展望／Future potential and its plan】  
信号反応をゲーミング反応も反応の始まりと終わりの色は同じなので論文の読解や実験から生まれた「pH の濃度により酸素との反応性が高くなり信号反応は pH が高く一瞬で反応が終了するため3色しか色を示さないが、ゲーミング反応は pH が低く反応に時間がかかるためその間に平衡が移動しさまざまな色を示す」という仮説は正しいのではないかと考えられる。銅やチタンなどの酸化皮膜が酸素との化合量で変色するのと同じような感じでインジゴカルミン水溶液も酸素との化合量で色が変わるがその反応にかかる時間によってさまざまな色を示したり示さなかったりするといえるだろう。  
今後は酸素とどのくらいの量反応すればどの色を示すのか調べたりしたい。またこの反応が教育以外で役立たせられる方法を見つけない。

【参考文献／References 】  
1) インジゴカルミンの信号反応の研究 小池利奈 松本剛征 阿部完木製祐輔 八木康行  
https://center.esnet.ed.jp/uploads/07shiryo/05rika/H26\_7\_rikasaku\_injigo.pdf  
2) 信号反応とゲーミング反応の比較 ―水溶液中の NaOH 濃度と色の変化の仕方の関係性― 森村亮太 山崎暖己 川本陽己 池田空斗  
http://www.e-net.nara.jp/hs/nara/index.cfm/1.2349.c.html/2349/20221107-134146.pdf  
3) インジゴカルミン水溶液中の信号反応および分解退色 小島りか・大場茂  
file:///Users/kmg2022-28/Downloads/AN10079809-20160331-0021%20(3).pdf  
4) 信号反応におけるインジゴカルミンの分解要因の調査 戸谷義明  
file:///Users/kmg2022-28/Downloads/kenshi653745%20(3).pdf  
5) 信号反応を進化させてみた レイユール  
https://www.rikelab.jp/post/3245.html  
6) インジゴカルミンを用いる酸化還元反応と化学教材への応用 木村朋恵・長友未希・鈴木俊彰  
file:///Users/kmg2022-28/Downloads/4-3%20(1).pdf

- 160 -



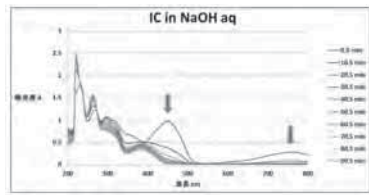
67. 駒込高等学校



↑ 図 2



↑ 図 3



↑ 図 4

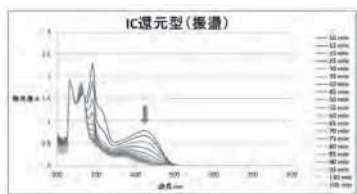
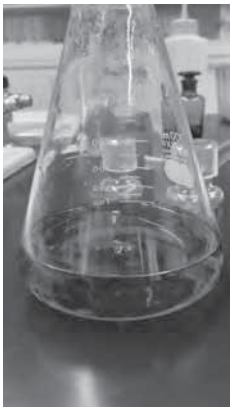


図 5

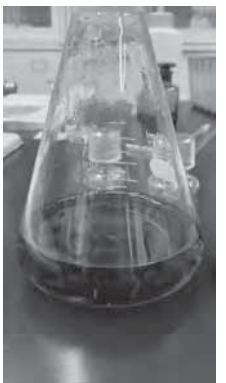
67. 駒込高等学校



↑ 図 6



↑ 図 7



↑ 図 8



↑ 図 9

67. 駒込高等学校



↑ 図 10



↑ 図 11

68. 埼玉県立熊谷西高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☒ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science  
☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】埼玉県立熊谷西高等学校

【代表者名/Representative's Name】中村 央太郎

【メンバー/Member】小川 玲奈

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】柿沼 孝司

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】電気化学的手法による二酸化炭素の還元

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスによる地球温暖化が問題視されている。そこで注目されているのが人工光合成である。人工光合成とは、CO<sub>2</sub>を触媒によって還元し、直接有用な有機物に変換することをいう。先行研究ではTi/TiO<sub>2</sub>光触媒を用いたCO<sub>2</sub>還元を行っていた(図1)。そこで、CO<sub>2</sub>還元側の電極や溶液を変えることで生成する有機物やCO<sub>2</sub>還元効率がどのように変わるのかになり実験を始めた。

【目的/Goal】

光触媒反応や電気化学的手法を用いてCO<sub>2</sub>を還元し、CO<sub>2</sub>還元に最適な電極と溶液を探すことを目的とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

**実験1** 還元電位の特定を行った。Cu電極、NaHCO<sub>3</sub>aqを条件①、Cu電極、リン酸緩衝液を条件②、Pb電極、NaHCO<sub>3</sub>aqを条件③、Pb電極、リン酸緩衝液を条件④としてそれぞれCO<sub>2</sub>あり、なしで図2のような装置を用いて実験を行った。Ti/TiO<sub>2</sub>電極に紫外線を当て電子を流すのではなく、ポテンシostatというCO<sub>2</sub>電極側の電圧を固定する装置を用いた。

CO<sub>2</sub>還元側の電極をCuだけではなくPbも用いてCuとの比較を行った。溶液をNaClaqからNaHCO<sub>3</sub>aqとリン酸緩衝液に変えその比較を行った。溶液をNaHCO<sub>3</sub>aqとリン酸緩衝液にしたのはpHによる違いを見るため、電極はイオン化傾向が小さく不要な反応が起こりにくいCuと水素を発生しにくいPbを選んだ。

**実験2** CO<sub>2</sub>還元効率を(CO<sub>2</sub>還元に使った電子数/電極に流れた電子数)×100で求めた。CO<sub>2</sub>還元電極側へ流れてきた電子量は実験中の電流値から、有機物の還元に使われた電子量は有機物を含んだ溶液にKMnO<sub>4</sub>aqを滴下する酸化還元滴定によって求めた。条件①と②は生成物がすべてCH<sub>4</sub>、条件③と④はすべてHCOOHとして計算した。

**実験3** 生成物の確認を行った。臭素水で不飽和結合の生成を、臭素水と光反応で飽和炭化水素の生成を、銀鏡反応でアルデヒド基を確認する。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

実験1では、結果は図1のようになった。Cu電極を用いた条件では、CH<sub>4</sub>が生成していると考え、Pb電極を用いた条件では、HCOOHが生成していると考えた。ネルンストの式より、CO<sub>2</sub>還元電極ではpHが高いと還元に必要な電位が大きくなる(図3)となるためpH=8のNaHCO<sub>3</sub>aqとpH=7のリン酸緩衝液とではpH=8のNaHCO<sub>3</sub>aqのほうが大きな電位が必要になる。



68. 埼玉県立熊谷西高等学校

実験2では、結果は図4のようになった。一番効率が高かったのはPb電極、リン酸緩衝液の条件で16.90%だった。どちらの電極でもリン酸緩衝液のほうが効率が高かった理由は、ネルンストの式からpH=8のNaHCO <sub>3</sub> aqよりもpH=7のリン酸緩衝液のほうがCO <sub>2</sub> 還元に必要な電位が低いので還元されやすいからだと考えた。また、生成物がCu電極よりPb電極のほうが多い理由は、Cu電極でできるCH <sub>4</sub> は8電子還元で電流密度が低いと還元しにくく、PbのHCOOHは2電子還元なので電流密度が低くても還元されやすいからだと考えた。
実験3では、Cu電極、NaHCO <sub>3</sub> aqの条件でのみ不飽和結合を確認できた。実験1をこの条件で再度行うとC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> が発生するときと同じ-0.37Vにしい値が確認できた。
【今後の展望/Future potential and its plan】 Ti/TiO <sub>2</sub> 電極側に紫外線を照射し、CO <sub>2</sub> 還元電極に色素を塗布し、ハロゲンランプで可視光を照射することで、Ti/TiO <sub>2</sub> 電極側で紫外線を照射することで励起した電子に加え、CO <sub>2</sub> 還元電極側でも色素で吸収した光でも電子を励起させ、CO <sub>2</sub> を還元させるのに必要な電位を確実に超えられるようにしたい。
また、参考文献(3)によるとC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> までの還元経路はCO <sub>2</sub> →CO→・CH <sub>3</sub> +・CH <sub>2</sub> →C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> となっている。そこで、本当にこの経路で還元できているのか調べるためにCOをバブリングして還元されるか確かめたい。
【参考文献/References】 (1) 井上晴夫. 夢の新エネルギー「人工光合成」とは何か. 講談社, 2016年 (2) 久富隆史, 久保田純, 堂免一成. エネルギー変換型光触媒, 共立出版, 2017年 (3) 堀秀夫. 銅電極による炭酸ガスの電解還元

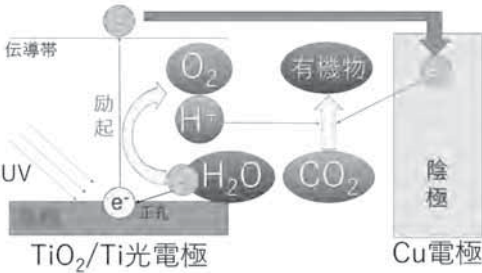


図1 先行研究での装置図

68. 埼玉県立熊谷西高等学校

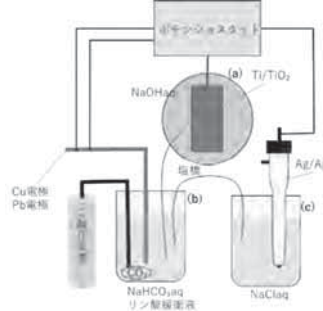


図2 実験装置図

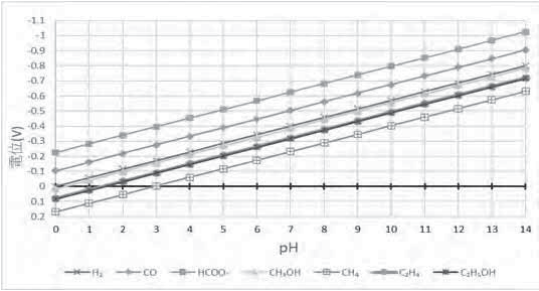


図3 各 pH における CO<sub>2</sub>還元電位

	平均電流値	滴下量	還元率
①Cu、NaHCO <sub>3</sub>	-0.54mA	0.6ml	3.60%
②Cu、リン酸緩衝液	-0.31mA	0.6ml	6.80%
③Pb、NaHCO <sub>3</sub>	-0.81mA	1.7ml	5.60%
④Pb、リン酸緩衝液	-0.31mA	1.9ml	16.90%

図4 実験2の結果

69. 駒込学園 駒込高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics

☒ 化学/Chemistry

☐ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】駒込学園 駒込高等学校

【代表者名/Representative's Name】志賀 勇希

【メンバー/Member】志賀 勇希

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】白鳥 彩

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】二酸化炭素の回収段階における発電とその後の処理

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】  
生成した二酸化炭素を利用して風力発電の要領で微量の電力を発生させる。その後二酸化炭素は石灰水など塩基に吸収させ、酸を加えて再発生させて発電できるようにする。  
地球温暖化によって世界の平均気温が上昇しているということ、北海道苫小牧市でCCS（二酸化炭素の分離回収・貯留）の実験が行われているという情報からこの着想を得た。

【目的/Goal】  
火力発電の副産物として扱われていた二酸化炭素の再利用や、再生可能エネルギーを応用した新しい発電方法の模索。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】  
実際の風力発電は地球上で自然に発生する風を利用しているが、この研究では回収段階で発生する風を利用することを目的としているため、本来の風力発電に必須の風を考える必要はほとんどない。よって、風力発電機を設置するために必要な立地を考える必要もなくなる。  
また、空気中の二酸化炭素を利用するため、半永久的に発電することが可能になる。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
二酸化炭素の通り道に高速道路の通気口のようなプロペラを取り付けることで、二酸化炭素の移動を制限することなく発電することが可能となると思われる。また、発電後の二酸化炭素は塩基性水溶液に吸収させることで外気への排出量を減らし再利用可能な形で固定できることが予想される。

【今後の展望/Future potential and its plan】  
二酸化炭素を反応させて他の物質に作り替えることで、少しでも地球温暖化対策に結び付けられるようにしたい。また、より効率よく発電できるようにする方法を見つけ、いずれは火力・原子力に頼ることのないような社会を作り上げられるようにしたい。

【参考文献/References】  
東京都立大学 湯浅 三郎 “二酸化炭素を酸化剤とする燃焼”  
[https://tokyo-metro-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_uri&item\\_id=3900&file\\_id=18&file\\_no=1](https://tokyo-metro-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=3900&file_id=18&file_no=1)

70. 東京都立多摩科学技術高校

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☒ Preliminary

☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics

☒ 化学/Chemistry

☐ 生物/Biology

☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information

☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】東京都立多摩科学技術高校

【代表者名/Representative's Name】大塚 修平

【メンバー/Member】金子 拓実、西平 怜広

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】石田 俊郎

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】人と環境にやさしいアルギン酸手袋の作製

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】  
コロナ禍の影響から、生活のいたるところで使われるようになった使い捨て手袋は、ビニール製やゴム製など様々な種類がある。しかし共通して以下の三つの問題点がある。リサイクルされていないこと、多様な手の形・大きさに合わせる事が出来ないこと、土壌・海洋汚染の原因になることだ。  
私たちは、生態系破壊を理由に、世界中で大量に駆除・廃棄されている海藻類の新たな利用法を模索する中で、海藻類の主成分であるアルギン酸ナトリウム（以下 Na-Alg）という物質に着目した。Na-Alg aq は多価の陽イオンと反応すると瞬時にゲル化し、生成したゲルは、塩基性ナトリウム塩溶液に漬けることで、容易に元の Na-Alg aq に戻る<sup>1)</sup>。さらに、アルギン酸類は生分解性を有している<sup>2)</sup>。これらの性質を利用することで、前述の三つの問題点を解決しうる手袋を作製できると考え、研究を行った。

【目的/Goal】  
アルギン酸を用いて以下の四つの特性を有する手袋を開発すること。  
① 強度、柔軟性において、従来の使い捨て手袋と同等、またはそれ以上の性能を有する。  
② 一人一人の手に合わせた形、大きさに作製できる。  
③ 容易にリサイクルできる。  
④ 万が一土壌や海洋に放出されても、分解され自然に戻る。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】  
アルギン酸を用いた手袋（以下、アルギン酸手袋）は手に Na-Alg aq を纏わせ、そのまま CaCl<sub>2</sub> aq に漬けてゲル化させることで、瞬時に、それぞれの手に最も合った形・大きさに作製される(図1)。そのため、子供から大人、手の形状が異なる方までもが、何ん自由なく使用できる、ユニバーサルデザインの手袋である。これは、一つの形・大きさに統一して作られている従来の使い捨て手袋には、実現困難な利点である。また、アルギン酸手袋は、家庭でも掃除用として多く利用されている炭酸ナトリウムに漬けておくだけで、繰り返しリサイクルすることが可能である<sup>1)</sup>。従来の手袋をリサイクルするためには、工場の専用の機械で再成形する必要があるため、リサイクルの容易さも、アルギン酸手袋の持つ大きな利点の一つといえる。  
さらに、アルギン酸手袋の原料となる Na-Alg は、生態系破壊を理由に、世界中で大量に駆除・廃棄されている昆布などの海藻類を原料とする。そのためアルギン酸手袋は、生分解性を有し、原料が枯渇する可能性も低く、廃棄される昆布の新たな利用法になりえる。  
このようにアルギン酸手袋は、従来の使い捨て手袋とは一線を画す、まったく新しい発想の手袋である。

- 162 -



【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

アルギン酸手袋の実現に向けて、以下の実験を行った。

実験 1 アルギン酸手袋の試作

手袋が作製可能なかを調べるため、2%Na-Alg aq を用いて、手袋の作製を試みた(図 1)。

結果、手袋を作製することは出来た(図 2、図 3)。しかし、数分経つとゲルは収縮し破れた。ゲルの収縮は、ゲルから水分が抜けることで起こるため(図 4)、その原因は、揮発による離水(以下、揮発離水)と、液体のまま水分が表面にしみ出る離水(以下、滲出離水)だと考えられる。滲出離水は、ゲルは作製時に保持可能な量を超過した水分を保持しており、その過剰な水分を放出するため起こると考察する。

実験 2 滲出離水原理の考察の検証

アルギン酸ゲルを純水に漬け、収縮の有無を調べた。

結果(図 5)、ゲルは体積が 40 分で 15%ほど収縮し、それ以降はほとんど収縮しなかった。アルギン酸ゲルの性質として、収縮したゲルは純水に漬かると浸透圧によって水を吸い膨張するという性質がある。また、水中では揮発離水は発生しない。この条件下で収縮が発生したため、前途の考察の通り、保持可能な水分量をゲル化時には超過してあり、収縮の止まった時点でゲルの保持可能な水分量と保持している水分量が等しくなったと考察できる。

実験 3 揮発離水と滲出離水の比率測定

一方のみの脱水が起こる条件でそれぞれゲルを 30 分静置し、前後の質量差から揮発離水量と滲出離水量の比を調べた。

結果(図 6)、揮発離水量：滲出離水量＝ 1：2(温度 10℃ 湿度 50% 条件下) と分かった。また、夏季(温度 30℃ 湿度 50% 条件下)においては揮発量が約三倍になるため、夏季は揮発離水量：滲出離水量＝3：2 となると考えられる。

実験 4 アルギン酸ナトリウム溶液の濃度による滲出離水収縮率の比較

ゲル内のアルギン酸分子の濃度を高めることで、滲出離水とそれによるゲルの収縮を減少させることができると考えられる。そこで 2%, 3%, 4%, 5% の NaAlg aq を用いて、同体積のゲルを作製し、それらを純水に 24 時間漬けて前後の体積を比較することで、それぞれの滲出離水による収縮率(図 7)を比較した。

結果(図 8)、ゲル内のアルギン酸分子の濃度が高いほど収縮率が減少したため、滲出離水量は高濃度のアルギン酸ナトリウムを用いてゲルを作製することで、減少させることが可能であるといえる。

以上のことから、アルギン酸手袋の実現における課題の一つである収縮は、揮発離水：滲出離水=1:2 であり、滲出離水はアルギン酸ナトリウム溶液の濃度を増加させることで防ぐことが出来ると分かった。

【今後の展望／Future potential and its plan】

アルギン酸手袋は、多様な手の大きさ・形に対応できることと、その場で容易にリサイクルできることが主な利点である。ゆえに、常用的に大量の使い捨て手袋を利用している、飲食店や介護、医療現場での利用を最終的な目標としている。そのために今後は、保水材を利用した揮発離水の抑制や、ゲルに繊維を混合することによる強度の向上を試みたい。また、エタノールを用いることで、ゲルを脱水できることが分かっているため、この性質を利用し、表面のゲルのみを乾燥させ、表面の強度向上と滲出離水の阻害を行いたい。

【参考文献／References】

- 1) 西出英一 アルギン酸とその工業 1961, 8, 3.
- 2) 宮島千尋 アルギン酸類の概要と応用 2009, 65, 12.

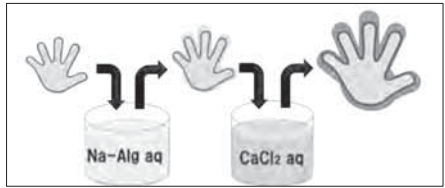


図 1 アルギン酸手袋の作製方法



図 2 試作したアルギン酸手袋全体の様子



図 3 試作したアルギン酸手袋表面の様子

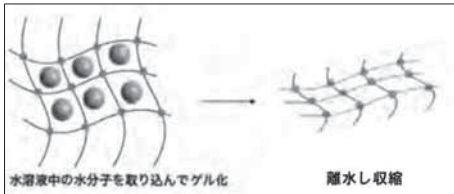


図 4 アルギン酸ゲル収縮原理

	揮発離水量	滲出離水量	揮発離水量	滲出離水量
一回目	2427	5946	1	2.4
二回目	3344	5847	1	1.7
三回目	3144	6713	1	2.1
四回目	5346	11358	1	2.1
五回目	5929	10145	1	1.7
平均			1	2.0

図 6 揮発離水量と滲出離水量の質量と比率

$$\text{収縮率} = \frac{\text{ゲル作製時の体積} - \text{変化後の体積}}{\text{ゲル作製時の体積}}$$

図 7 実験 4 における収縮率の算出方法

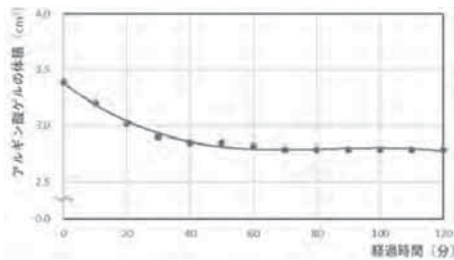


図 5 純水に漬けられたアルギン酸ゲルの時間経過と体積の関係

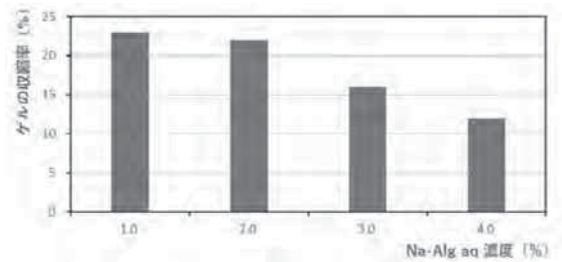


図 8 アルギン酸ナトリウム溶液の濃度とゲル収縮率の関係



71. 埼玉県立熊谷西高等学校

① 自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野 / Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
【学校名 / School Name】 埼玉県立熊谷西高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】 吉澤 慶	
【メンバー / Member】 新山 聖太    富岡 怜央	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
【お名前 / Name】 柿沼 孝司	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル / Title】 硫化亜鉛ナノ粒子の青色発光〜Cu <sup>+</sup> やF <sup>-</sup> の添加による発光過程の解明〜	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 ZnSはもっとも古くから研究されている半導体の一つであり、特に金属イオンを添加したものは金属の種類により様々な発光色を示す(図1)。現在普及している発光デバイスの多くが発光源に埋蔵量に限りがあり高価なレアメタルを使用している。それに対して Cu <sup>+</sup> を添加した ZnS は比較的安価な材料で生成可能な中でも優れている。しかし、Cu <sup>+</sup> を取り込んだ ZnS ナノ粒子の研究方向はほとんどない。ナノ粒子化に湿式法が有効だが、湿式法で Cu <sup>2+</sup> を取り込むのは溶解度積より優先して CuS が沈殿し、容易でないためである。そのため、自分たてで Cu <sup>2+</sup> を取り込んだ ZnS について研究してみたくなった。	
<b>【目的 / Goal】</b> まず私達は、発光スペクトルの比較には十分な発光量が必要と考え、ZnS ナノ粒子の生成方法を最適化した。また Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> を用いて Cu <sup>2+</sup> を Cu <sup>+</sup> に還元した。Cu <sup>+</sup> を ZnS ナノ粒子に取り込むと、電荷補償から S <sup>2-</sup> 空位(Vs)を結晶内部にも増やすことができ、発光量が増加するのではと考えた。さらに F <sup>-</sup> を添加した場合、電荷補償から Zn <sup>2+</sup> 空位(Vzn)が生成し、新たな発光ピークを確認できると考えた。	
<b>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</b> ① <b>ZnS ナノ粒子生成条件の最適化</b> 発光スペクトルの比較には十分な発光量が必要と考え、逆ミセル法にて ZnS が最大発光量を示す条件を検討した。Zn <sup>2+</sup> の濃度、X(Zn <sup>2+</sup> /S <sup>2-</sup> ) の値、Y(Cu <sup>2+</sup> /Zn <sup>2+</sup> ) の値、溶液の温度、をひとつずつ変更し、分光蛍光光度計を用いて蛍光スペクトルを測定した(図2)。各条件にて、最大発光量を示した条件を合わせ最適な生成方法とする。	
② <b>Cu<sup>2+</sup> 添加による発光への影響</b> Cu <sup>+</sup> を ZnS ナノ粒子に取り込むと、電荷補償から Vs を結晶内部にも増やすことができ、発光量が増加するのではと考えた。全ての水溶液に N <sub>2</sub> ガスでバブリングをし、Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> aq を (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Cu aq に加え、Cu <sup>2+</sup> を還元し、ZnS ナノ粒子を生成した(図3)。	
③ <b>F<sup>-</sup> 添加による発光への影響</b> F <sup>-</sup> を添加した場合、電荷補償から Zn <sup>2+</sup> 空位が生成し、新たな発光ピークを確認できると考えた。NaF の添加量を変えて Na <sub>2</sub> S aq に混ぜ、それぞれ蛍光、励起スペクトルで測定を比較した。	
④ <b>Cu<sup>2+</sup> と F<sup>-</sup> 添加による発光への影響</b> 上記の実験と同じ方法で Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> aq を添加したものとしていないもの、上記の実験と同じ方法で 20%	

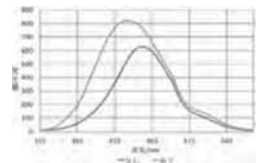


図5.  $\text{Cu}^+$ を取り込んだ  $\text{ZnS}$  の発光

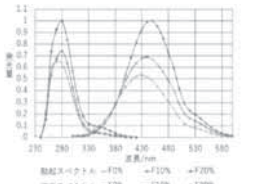


図7.F<sup>-</sup>を添加したZnSの蛍光、励起スペクトル

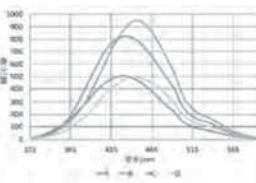


図9.条件 A,B,C,D の蛍光スペクトル

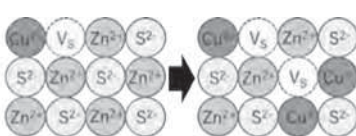


図6.ZnS結晶内部でのVsの作り方

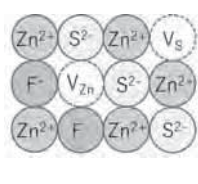


図8. ZnS 結晶内部の  $V_{Zn}$  の模式図



図 10.  $\text{Cu}^+$  と  $\text{F}^-$  を取り込んだ  $\text{ZnS}$  の模式図

71. 埼玉県立熊谷西高等学校

<p><b>NaFaq</b>を添加したものとしていないものを作成した(図4.)。</p>
<p>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>① <math>\text{Zn}^{2+}</math> <math>3.0 \times 10^{-4} \text{mol}</math>, <math>\text{X}=\text{S}</math>, <math>\text{Y}=1.3 \times 10^{-3}</math>, 温度 <math>30^\circ\text{C}</math> で攪拌する条件が、各実験にて最大発光量を示した。今までの条件と比較して、発光量が59%上昇した。</p> <p>② <math>\text{Cu}^{+}</math>に還元すると発光量が増加した(図5)。これは <math>\text{ZnS}</math> ナノ粒子に <math>\text{Cu}^{+}</math> が取り込まれることで、<math>\text{Cu}^{+}</math> と <math>\text{S}^{2-}</math> の価数の差によって内部にも <math>\text{Vs}</math> が生成されたためだと考えられる (図6)。</p> <p>③ <math>\text{F}^{-}</math> を添加した量が増えるほど発光量が増加し、発光ピークが長波長側に移動した(図7)。これは、<math>\text{ZnS}</math> 結晶内に <math>\text{F}^{-}</math> が取り込まれると <math>\text{F}^{-}</math> 準位からの発光に加え、<math>\text{Zn}^{2+}</math> との価数の差から結晶内部に <math>\text{Vzn}</math> が生成され、発光するからだと考えられる(図8)。</p> <p>④ 両方を添加したものでは発光量が変化しなかった(図9)。 <math>\text{F}^{-}</math> を添加したものは <math>\text{Cu}^{2+}</math> の還元に関係なく発光ピークが長波長側に移動した。これは、<math>\text{Cu}^{+}</math> と <math>\text{F}^{-}</math> の両方が結晶内部に取り込まれることで電荷を打ち消しあい、結晶内部に <math>\text{Vs}</math> も <math>\text{Vzn}</math> も生成されなかったためだと考えられる(図10)。</p>
<p>【今後の展望／Future potential and its plan】</p> <p>PVP を酸化亜鉛に添加し、<math>\text{ZnS}</math> ナノ粒子表面をキャッピングすることで、粒子表面の粗さを無くすることができ、これによって形成される <math>\text{Vs}</math> を抑制し、表面準位を無くすることで <math>\text{ZnS}</math> ナノ粒子の余分な発光を除去することができると考えている。</p>
<p>【参考文献／References】</p> <p>K. Manzoor, S.R. Vadera, N. Kumar, T.R.N. Kutty, Synthesis and Photoluminescent Properties of ZnS Nanocrystals Doped with Copper and Halogen, Mater. Chem. Phys, 82, 718- 725 (2003)</p>



図1.  $\text{Cu}^{2+}$ を添加した ZnS ナノ粒子の発光

	Zn <sup>2+</sup>	X	Y	温度
A	0.15mol/L	4	$8.3 \times 10^{-4}$	20℃
B	0.30mol/L	5	$1.3 \times 10^{-3}$	30℃
C	0.45mol/L	6	$3.3 \times 10^{-3}$	40℃

図2.実験条件(一部抜粋)

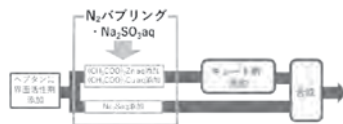


図3.  $\text{Cu}^{2+}$ を還元する ZnS ナノ粒子の生成方法

	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{F}^-$
A	○	✗	✗
B	○	○	✗
C	○	✗	○
D	○	○	○

図4.実験条件 A,B,C,D

71. 埼玉県立熊谷西高等学校

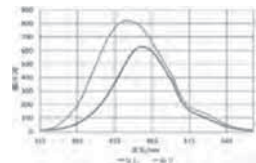


図5.  $\text{Cu}^+$ を取り込んだ  $\text{ZnS}$  の発光

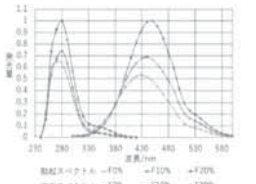


図7.F<sup>-</sup>を添加したZnSの蛍光、励起スペクトル

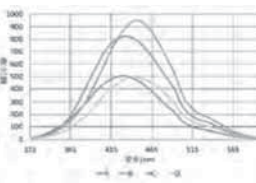


図9.条件 A,B,C,D の蛍光スペクトル

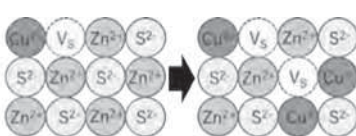


図6.ZnS結晶内部でのVsの作り方

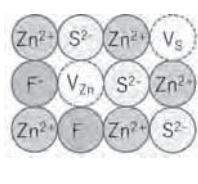


図8. ZnS 結晶内部の  $V_{Zn}$  の模式図



図 10.  $\text{Cu}^+$  と  $\text{F}^-$  を取り込んだ  $\text{ZnS}$  の模式図

72. 東京都立科学技術高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野 / Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに○をして下さい。Check only one appropriate field.</b>	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input type="checkbox"/> 数学・情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
<input type="text"/> 学校名 / School Name    東京都立科学技術高等学校	
<input type="text"/> 代表者名 / Representative's Name    増田恵	
<input type="text"/> メンバー / Member    増田恵	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
<input type="text"/> お名前 / Name    坂俣勝広	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
<input type="text"/> タイトル / Title    合成ハイドロタルサイトを用いた脱塩効果の検証	
<input type="text"/> 【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 現在、地球の資源の枯渇は大きな問題になっている。中でも、水資源の減少は問題視されており、現在の地球上の水資源は、海水が約97%、淡水が約2.5%とされている(図1)。さらに、実際に人間が利用しやすい状態にある淡水は0.01%ほどしかない <sup>1)</sup> 。そこで、海水の淡水化技術が目ざされている。現在存在する淡水化技術は、高純度な淡水を生成可能だが <sup>2)</sup> 、コストがかかることなどがデメリットである <sup>4)</sup> 。過去に先輩が行っていた、『合成ゼライトを用いた海水の塩分除去の影響と効果についての研究』によると、ハイドロタルサイト(以下HT)(図2)、モレキュラーシープスには海水に対する脱塩効果がある、ということが示唆された。だが、どれくらいの量を海水に添加するかの効果的なのか、という点については明らかにしていない。そこで、まず始めに海水の塩分除去に最適なHTの量を調査した。	
<input type="text"/> 【目的 / Goal】 海水利用の割合が高い、農業用水 <sup>3)</sup> としての利用を目的とし、どれくらい塩分濃度で植物が発芽するか、HTを使用することによる発芽への影響についても調査することとを目的とし、最終的にHTを用いて海水を淡水化する技術を確立する。	
<input type="text"/> 【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 過去に先輩が行っていた『合成ゼライトを用いた海水の塩分除去の影響と効果についての研究』では、合成ゼライトであるHTによって脱塩ができる、ということが示唆された。しかし、脱塩に最適なHT添加量は明らかになっていない。本研究では、明らかにされていないHTの添加量を調査した。また、植物に対する影響を明らかにするためカイワレ大根、二十日大根を用いてその影響も調査した。	
<input type="text"/> 【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実用するために行った、脱塩に最適なHTの添加量の調査を①、植物に対する影響の調査を②とする。①の調査方法は、比重1.038に調製した人口海水を50 mL用意し、条件に従って(表1)、それぞれ2・4・6・10日間振とうさせた。その後ろ過をし、硝酸銀を用いた沈殿滴定で定量化 <sup>5)</sup> (図3)。その結果から、塩化物イオンがどれくらい吸着したかを算出した <sup>6)</sup> 。②の調査方法は、シャーレに脱脂綿0.65 gを入れ、水道水、HTを通した水道水、海水(1000倍、100倍、10倍希釈)、海水をそれぞれ染み込ませた。そこにカイワレ大根、二十日大根の種を播種した。そして暗所で保管し、発芽するかどうか検証した。	
①では、条件Ⅱを6日間振とうさせた時が、一番塩化物イオンが吸着した(表2)(図4)。また、10日間振とうと比べると、吸着量が減っていくような条件もあることが分かった。	



HT 単位質量あたりの吸着量は、条件Ⅰを4日間振とうさせた時が、多かった(表3)(図5)。

②では、水道水、HTを通した水道水(図6)、海水(1000倍、100倍、10倍希釈(図7))でカイワレ大根、二十日大根ともに発芽をした。また、海水は15日間育てても発芽しなかった(図8)。

今回行った、①、②の結果より、10日間振とうを続けると吸着量が減少してしまったことから、塩化物イオンが再溶出してしまった可能性があると考えられる。また、HTを通した水道水で植物が発芽(図6)をしたので、HTを使う事による発芽への影響は無いと考えられる。さらに、10倍希釈をした海水で植物が発芽(図7)をしたので、海水に含まれている塩化物イオンを30449mgから3045mgほどにすることができれば、発芽すると思われる。

【今後の展望/Future potential and its plan】

海水を農業用水として利用できるようにし、いずれは海水を淡水化できるようにするという目標に向けて、8日間の吸着量も調査をすること・多段階吸着による吸着量の変化を見ること(図9)・吸着等温式を用いて吸着の性質を確認すること・カラムを使用し、吸着を試すこと(図10)・吸着後の海水を使用し実際に植物を育てること・土壌でも植物を育てること・繰り返し実験を行い、信憑性を高めること、を行ってきたい。

これらを実現することができれば、現在農業利用されている淡水を脱塩した海水に置き換え、淡水を節約することができ、安全な水をより多くの人々に提供することができると考えられるのではないだろうか。

【参考文献/References】

1) 環境省 “平成22年度版 図で見る環境 循環型社会 生物多様性白書”  
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/zu/h22/html/hj10010401.html> (参照 2023-1-18)

2) セトラスホールディングス株式会社 “合成ハイドロタルサイト”  
[https://kyowa-chem.jp/products/ind\\_material03.php](https://kyowa-chem.jp/products/ind_material03.php) (参照 2023-1-18)

3) 日立造船 “海水淡水化プラント”  
<https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/water/desalination.html> (参照 2022-8-9)

4) NEDO 実用化プロジェクト “海水淡水化と下水処理技術の融合で、エネルギーやコストを大幅削減”  
<https://www.nedo.go.jp/hyokabu/articles/201803gwsta/index.html> (参照 2023-1-18)

5) 浅田誠一・内出茂・小林基宏. 図解とフローチャートによる定量分析 (第二版) . 技報堂出版. 2008

6) 工業化学実習2・実教出版・P36~P.38

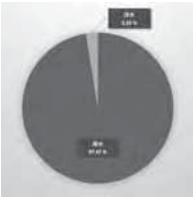
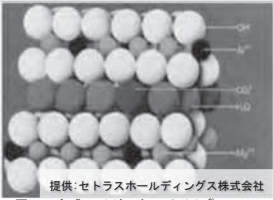


図1 地球上の水資源



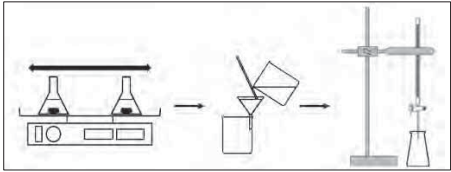
HTは胃腸薬の制酸剤や、塩化ビニル樹脂の熱安定剤として使用されている。

Al/Mg系層状化合物であり、HT層間にある炭酸イオンと陰イオンが交換され、陰イオンが固定化される。

図2 合成ハイドロタルサイト<sup>2)</sup>

表1 調査① 条件

条件	I	II	III	IV	V
HT添加量(g)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0



条件Ⅰ～Ⅴを振とう機にかけ、2・4・6・10日間振とうさせてから、ろ過し、硝酸銀を用いた沈殿滴定で定量した。

図3 調査① 実験の流れ

表2 各条件・日数の吸着量(mg)

条件	I	II	III	IV	V
2days	568	1349	1071	1071	454
4days	2372	2372	2166	2235	2303
6days	1331	4448	716	587	0
10days	544	340	748	1020	0

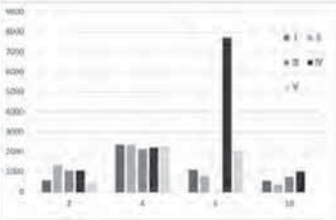


図4 各条件・日数の吸着量(mg)

表3 ハイドロタルサイト単位質量あたりの吸着量(mg)

条件	I	II	III	IV	V
2days	568	675	357	268	91
4days	2372	1186	722	559	461
6days	1331	2224	239	147	0
10days	544	170	249	255	0

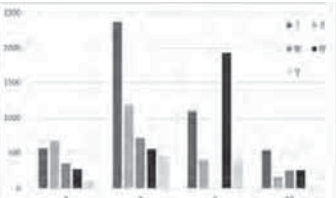


図5 ハイドロタルサイト単位質量あたりの吸着量(mg)

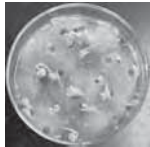


図6 HTを通した水道水  
(カイワレ・二十日)



図7 海水(10倍希釈)  
(カイワレ)

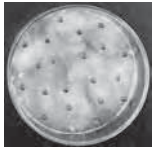


図8 海水  
(カイワレ)

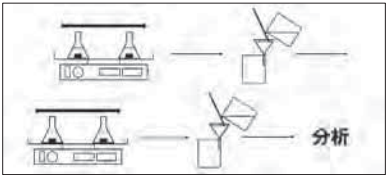
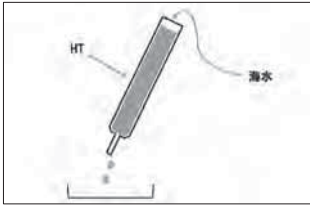


図9 多段階吸着の流れ(二段階の場合)



細長い管にHTを詰め、上から海水を流します。ろ過のような形で塩化物イオンを吸着させます。

カラムの径・長さを検討する。

図10 カラムを用いた吸着の例



73. 東京都立科学技術高等学校



図1 非赤枯性溝腐病のサンブスギ断面



図2 罹患したサンブスギの幹の様子



図3 サンブスギの林地残材の状況

## 73. 東京都立科学技術高等学校

図4 ガス化イメージ図

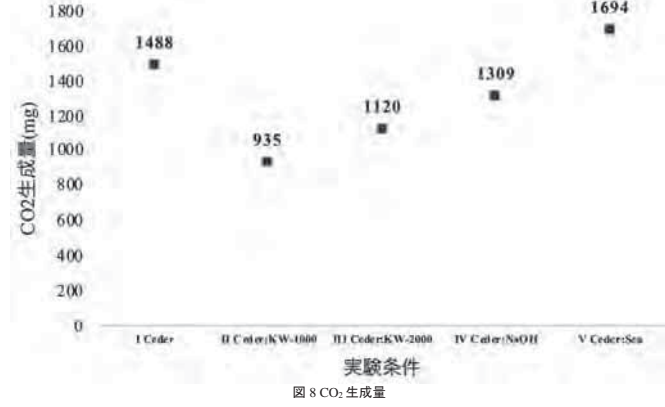
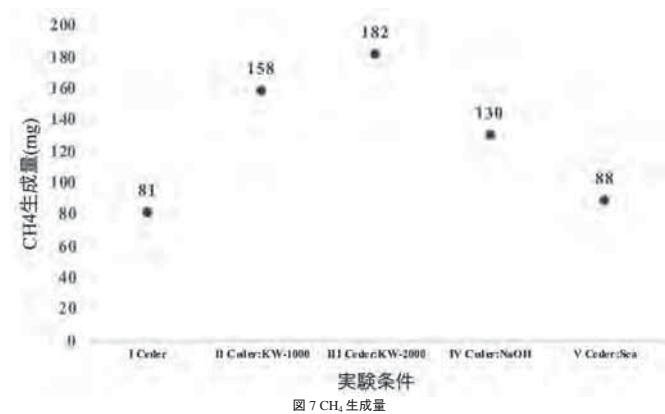
物質名	KW-1000	KW-2000
$\text{Al}_2\text{O}_3$	19.3%	33.4%
MgO	35.1%	61.0%

■ キーワード 1000:Mg/Al=4.5 の合成ハイドロタルサイト  
 ■ キーワード 2000: キーワード 1000 を焼成して、層間層間アニオンおよび Mg、Al に配位しているヒドロキシル排除したもの

図5 ハイドロタルサイトの構造(写真提供: セトラスホールディングス)

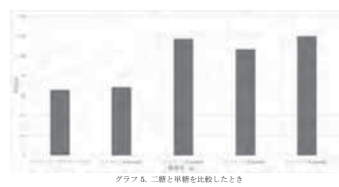
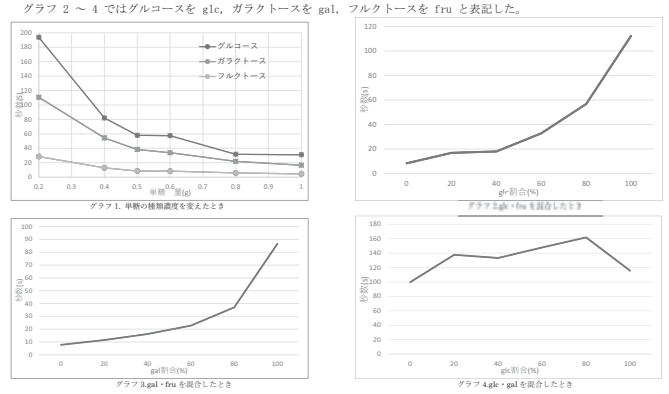


実験条件	試料	添加量
I	Cedar	—
II	Cedar + HT(KW-1000)	5g
III	Cedar + HT(KW-2000)	5g
IV	Cedar + NaOH	5g
V	Cedar + Seasand	5g



<p>ガラクトースでは、0.2g から 0.4g の間で色が変わる時間で大幅な減少がみられた。0.4g からガラクトースの濃度を上げていくと緩やかに色の変わる時間は減少した。</p> <p>フルクトースの濃度を換え、信号反応を行った時、0.2g の間と 0.6g から 0.8g の間の 2 つの間で大幅な減少がみられた。上記の 2 箇所以外の濃度間では濃度を増やすことで緩やかに減少した。</p> <p>グルコースとガラクトース、フルクトースを 1.0g 時と比較したときガラクトースはグルコースの 0.5g、フルクトースはグルコースの 0.15 倍の時間で色が変化した。</p> <p>この時、糖の中で還元性を示す直鎖上分子の存在比はガラクトースはグルコースの 5 倍、フルクトースはグルコースの 50 倍である<sup>3)</sup>。このことから、直鎖上分子の存在比が大きい単糖を用いたときに色が変わる時間は短くなると考えられる。</p> <p><b>実験 2 2 つの単糖を複数の比率で混合した場合</b></p> <p>グルコース・ガラクトース、グルコース・フルクトース、ガラクトース・フルクトースをそれぞれ総量が 1.5g 比率が 20 %、40 %、60 %、80 %、100 % になるように混合し色が変わる時間を測定した。</p> <p>グルコース・フルクトースの組み合わせの結果をグラフ 2 に示す。ガラクトース・フルクトースの結果をグラフ 3、グルコース・ガラクトースの組み合わせの結果をグラフ 4 に示す。</p> <p>グルコース・フルクトースの組み合わせではグルコースが用いた糖の総量のうち 40 % を占めるまで色が変わる時間は変わらなかったが 40 % を超えると色が変わる時間は緩やかに上昇していった。ガラクトース・フルクトースの組み合わせではガラクトースの割合が 80 % の時に傾きが急になった。このことからフルクトースと他の糖を混合したとき、フルクトースが一定量を下回ることによって他の糖の還元による影響が強くなると考えられる。グルコース・ガラクトースの組み合わせでは、ばらつきはあるものの一貫して 138 秒付近を維持した。このことから同じような構造の担当同士を混合して反応を行った場合色の変わる時間に大きな影響を与えないと考えられる。</p> <p><b>実験 3 二糖を用いた場合と単糖を用いた場合</b></p> <p>0.14mol/L のラクトース、マルトース、グルコースと 0.28mol/L のグルコース、グルコース・ガラクトース 1:1 混合物の色が変わる時間を比較した。結果をグラフ 5 に</p> <p>0.14mol/L のグルコース、ガラクトース、ラクトースでは比較的近い時間で色が変わった。また、0.28mol/L のグルコース・ガラクトースの組み合わせで色が変わる時間は 0.14mol/L のラクトースの 1/2 倍の時間だった。以上のような結果となった理由としては今回用いた 2 つの二糖は構造的に還元を示せるホルミル基がグルコース側の 1 個のみであるためだと考えられる。</p> <p>【今後の展望／Future potential and its plan】</p> <p>先行研究によって温度が一定の影響を色が変わる時間に対して与えていると考えられるため、恒温槽を用いることによって誤差を減少させていきたい。また、分光光度計を用いることによって各時間あたりの単糖の濃度を求め、単糖の直鎖上分子の消費速度を求めたい。</p> <p>【参考文献／References】</p> <p>1) 木村朋絵 長友未希 鈴木俊彰, 「インジゴカルミンを用いる酸化還元反応と化学教材への応用」横浜国立大学教育人間科学部紀要. IV, 自然科学 2018 年 2 月発行 p1-p10</p> <p>2) 小畠りか 大場茂, 「インジゴカルミン水溶液中の信号反応及び分解還元」慶応義塾大学日吉起用自然科学 No59 2016 年 3 月発行 p21-29</p> <p>3) 香川大学農学部 <a href="https://www.ag.kagawa-u.ac.jp/fukada/sub5.html">https://www.ag.kagawa-u.ac.jp/fukada/sub5.html</a> (2021/9/3 閲覧)</p>
---

<p><b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result</p> <p><b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.</p> <p><input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science</p> <p><input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics &amp; Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :</p> <p><b>参加者／Participant's Information</b></p> <p>【学校名／School Name】立教池袋高等学校</p> <p>【代表者名／Representative's Name】東 拓優</p> <p>【メンバー／Member】</p> <p><b>指導教員／Supervising Teacher</b></p> <p>【お名前／Name】後藤 寛</p> <p><b>発表内容／Abstract of the Presentation</b></p> <p>【タイトル／Title】信号反応の還元機構に糖が与える影響</p> <p>【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】</p> <p>信号反応では酸化還元色素であるインジゴカルミンが振ることによって溶存酸素と混ざり酸化され、静置することで糖などの還元剤によって還元される。この変化はインジゴカルミンの呈色によって確認することができる。インジゴカルミンは中性条件下では青色を示しているが塩基性条件下で緑色を示す。塩基性条件下で信号反応は行われており酸化体では緑色を示し、反応が進行して還元が進んでいくと中間体では赤色を、還元体は黄色を示す。信号反応では酸化還元反応を促進させるためにインジゴカルミンは塩基性条件下に置かれている。そのため、この反応では溶液を振り混ぜたとき黄色→赤→緑、静置しているとき緑→赤→黄色と呈色を変化させていく。</p> <p>【目的／Goal】</p> <p>信号反応を行う中で糖の量や種類の変更や、糖を混合した時の色が変わる時間を測定することによって色が変わる時間を決定する要素を明らかにする。</p> <p>【新規性と創造性／Novelty and Creativity】</p> <p>従来行われている信号反応の研究の中で行われている実験は、反応に用いる塩基性溶媒の pH、用いる酸化還元色素、還元剤の種類や濃度を変更したり<sup>1)</sup>、時間を空けつつ反応を繰り返すことで色素の分解時間を導いたりしたもの<sup>2)</sup>が殆どである。今回行った研究の中で私は複数の単糖を混合して、信号反応の還元剤として用いて色が変わることを行った。これは過去の信号反応に対する研究では行われていない試みだと考えられる。</p> <p>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>全ての実験に共通する手順を以下に示す。</p> <p>1) ビーカーに水 20mL と NaOH 0.6g、単糖を混合し、6.0mL をサンプル瓶に加えた</p> <p>2) サンプル瓶に 0.1 % インジゴカルミン溶液を 0.12mL 加え、緑色に変わるまで振った後静置した。</p> <p>3) 反応の様子を録画し RGB 値を測定した。</p> <p><b>実験 1. 単糖の種類・濃度を変えた場合</b></p> <p>グルコース、ガラクトース、フルクトースの 3 つの単糖をそれぞれ 0.2g、0.4g、0.6g、0.8g、1.0g に変えて色が変わる時間を求めた。結果をグラフ 1 に示す。</p> <p>グルコースの量を 0.2g から 0.4g に変化した際に色が変わる時間が約 2/5 倍と大幅に減少した。そして、0.4g・0.6g では色が変わる時間は緩やかに減少し、0.6g 以降は殆ど横ばいであった。</p>
--





75. 東京都立科学技術高等学校

**① 自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

**分野 / Field** **最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.**

☒ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☐ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science

☐ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☐ その他 / Others specifying : \_\_\_\_\_

**参加者 / Participant's Information**

**【学校名 / School Name】** 東京都立科学技術高等学校

**【代表者名 / Representative's Name】** 稲場 千怜

**【メンバー / Member】**

**指導教員 / Supervising Teacher**

**【お名前 / Name】** 森田 直之

**発表内容 / Abstract of the Presentation**

**【タイトル / Title】** ポリエチレンのリサイクルにおける添加物の影響と効果

**【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】**

プラスチックは、大量生産が容易で比較的価格が安価なため、日常生活で様々な用途で使われている（製品・部品などとして）。そのため日本はプラスチックの生産量・消費量が年間 1000 万トンに及び、廃プラスチックの 14% は、未利用資源となっている（図 1 参照）。また、プラスチックを燃やした時に出る二酸化炭素・ダイオキシンの問題、海洋汚染問題（生態系、海洋機能の低下などにも影響する）などの原因となるプラスチックゴミ問題がある。日本政府は、2035 年までに使用済みプラスチックの熱回収を含めて 100% 有効利用するとしている。プラスチックの問題は日本だけでなく、世界中で課題とされており、国連の持続可能な開発目標（SDGs）への取り組みにも「つくる責任・つかう責任」が提唱されている。EU 諸国では、ケミカルリサイクルとして熱分解によって原料である油に戻す研究が盛んに行われている。日本で最も生産量が多いポリエチレンについて熱分解について原料である油に任せないかと試みた。

また、プラスチックは日用品や化成品だけでなく家電製品にも多く使用されている。家電製品に使用されるプラスチックは、その性質上、難燃剤が添加されている。この難燃剤は炭素化合物であるテトラプロピオフェノール A が使われることが多く、そのまま熱処理等を行うと有毒なガスを生成してしまう。そのため、リサイクル家庭における安全性の確保が重要な要素となる。熱分解によって油に戻し、生成するガスを残渣として回収することができれば、安全にリサイクルをすることができる。

**【目的 / Goal】**

本研究では、国内生産量が最も多いポリエチレンについて注目した。ポリエチレンに難燃剤を添加した材料を模擬炭素化合物プラスチックとして熱分解を実施する。その際、添加物を加えることで、生成する炭素主成分とするハロゲンガスを残渣として回収し、安全にリサイクルできることを目指す（図 2 参照）。熱分解ではアルカリ触媒として水酸化ナトリウムが使用されることが多いが、残渣にナトリウムが残ることが多いが懸念されている。先行研究として、ポリスチレンの熱分解でハイドロタルサイト（図 3 参照）を添加することで生成油の収率を上昇させ、生成するハロゲンガスを残渣として回収したと報告されている。ポリエチレンは性質上、高密度であり、熱分解時にはエチレン、アセチレンが生成することから課題も多い。実際、ポリエチレンの熱分解では多量のワックス成分が生成してしまい、生成油の収率向上は難しい。そこで、アルミニウム・マグネシウム複合体であるハイドロタルサイトを添加物にして熱分解を行うことで、次の 3 点について検討する（図 5 参照）。

① Al/Mg の組成の異なるハイドロタルサイトを添加して、熱分解にどのような影響を与えるか。

## 75. 東京都立科学技術高等学校

② 生成するワックス成分に添加したハイドロタルサイトが分解を促進するか。	
③ 生成するハロゲンガスを残渣として回収することができるか。	
以上のことについて低温（550℃）で熱分解し、従来の熱分解よりも高効率にリサイクルすることを示すことで、プラスチックを安全に再資源化することを示す。	
<b>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</b>	
熱分解は一般的に 600～800℃で行われる。添加物としてハイドロタルサイトを添加するが、これはアルミニウムと有機プラスチックの複合体（図 4 参照）であることから触媒として添加している。そのため、熱分解温度を 450℃に設定し、低温での熱分解を実施する。従来の熱分解ではアルカリ触媒として水酸化ナトリウムを添加する、高温高圧に処理した水によって水素を発生させ、添加しながら熱分解することが報告されていたが、残渣となるナトリウムやプラントコストの課題などが指摘されている。本研究では、ハイドロタルサイトによって比較的穏和な条件下で熱分解し、生成油の昇昇を目指し、生成するハロゲンガスを残渣として回収することで、安全にリサイクルするという点において、これまでそのような取り組みはなされていない。さらに組成の異なるハイドロタルサイトによって、プラスチックの熱分解に最適なハイドロタルサイトの種類と添加量について検討した報告は見受けられない。	
<b>【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】</b>	
本研究では組成の異なるハイドロタルサイトを 3 種類用いた。組成が異なることでハイドロタルサイトの塩基性に変化がある。そのため、アルカリ触媒の代替として機能すると予想できる。セトラスホールディングスより提供されたハイドロタルサイト（KW-1000, KW-2000, KW-2200）において生成油の収率に変化がみられた。しかし、最適添加量が存在することも示唆された。そのため、継続して検証することによって、収率の昇昇、臭素化合物の回収は可能であると考えている。	
<b>【今後の展望 / Future potential and its plan】</b>	
① ハイドロタルサイトは体積が大きいためハイドロタルサイトの添加量について検討する（表 1 参照）。	
② 熱分解前後におけるハイドロタルサイトの構造の変化を検証する。	
③ 生成油の分析を行い、生成油の燃料としての評価を行う。	
④ 燃焼熱(TBBA)を添加した場合の影響と効果を検証する。	
⑤ ライフサイクルアセスメント評価に基づくリサイクルにおける環境負荷を考察する。	
<b>【参考文献 / References】</b>	
[1] N. Morita, A. T. Saito, T. Wajima, and H. Nakagome, "Halogen Reduction in Pyrolysis Oil from Bromine-containing Plastics Using Hydrotalcite," <i>Advances in Environment Research</i> , Vol. 87, pp. 54-61, 2015.	
[2] N. Morita, T. Wajima, and H. Nakagome, "Reduction in Content of Bromine Compounds in the Product Oil of Pyrolysis Using Synthetic Hydrotalcite," <i>International Journal of Chemical Engineering and Applications</i> , Vol. 6, No. 4, pp. 262-266, 2015.	
[3] T. Kameda, M. Nakamura, T. Yoshioka, "Removal of antimonate ions from an aqueous solution by anion exchange with magnesium-aluminum layered double hydroxide and the formation of a brandholzte-like structure," <i>Journal of Environmental Science and Health, Part A</i> , Vol. 47, pp. 1146-1151, 2012.	

75. 東京都立科学技術高等学校

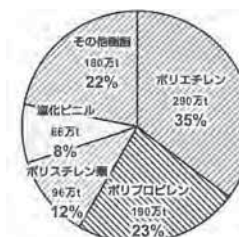


図1 国内の樹脂別生産量



図2 本研究の研究計画



図3 ハイドロタルサイトの構造 (写真提供: セトラスホールディングス)

ハイドロタルサイトの一般式は、 $Mg_{1-x}Al_x(OH)_2(CO_3)_{x/2} \cdot mH_2O$  でアルミニウム・マグネシウム水酸化物複合体である。

75. 東京都立科学技術高等学校

物質名	KW-1000	KW-2000	KW-2200
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.3%	33.4%	34.9%
MgO	35.1%	61.0%	59.9%

図4 ハイドロタルサイトの構造比

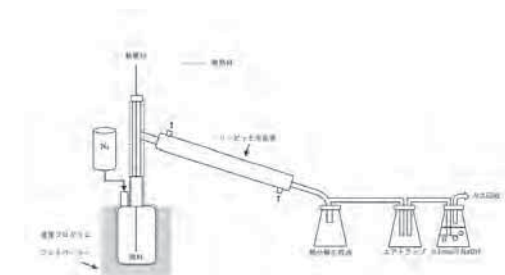


图5 实验装置图

条件	試料	添加量
I	PE	—
II	PE+KW-1000	2 : 1
III	PE+KW-2000	2 : 1
IV	PE+KW-2200	2 : 1

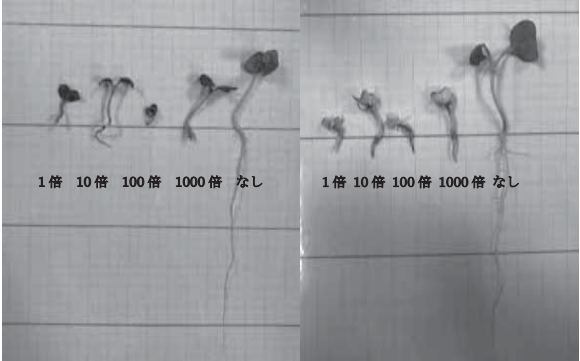
表1 実験条件 ポリエチレン20gに対して3種類のヒドロタルサイトを所定量添加した



76. 順天中学校・高等学校高等学校

● ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】順天中学校・高等学校高等学校	
【代表者名／Representative's Name】河上 学人	
【メンバー／Member】河上 学人	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】高野 幸子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ゲームは体に悪いのか	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 よくゲームは体に悪いと聞かすが、今まで具体的に何が悪いのか聞いたことがなかったので、本当なのか知りたかったから。	
【目的／Goal】 子供が長期的にたくさんゲームをすることで体(脳)に問題があるのかどうか。あるならどうすれば問題を改善できるか。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 ゲームをしている年代が多い子供を中心に調査	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 子供が長期的にゲームをして問題があるかどうか調べるためには、他に体に影響を与えずにゲームによる影響のみを与えて実験するしかないので実現できない。だが、統計的なデータから予測することはできる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 ゲームをして問題になりそうなことをアンケートなどで統計的なデータを取り、考察する	
【参考文献／References】 1.Gnams et al.Do computer games jeopardize educational outcomes? A prospective study on gaming times and academic achievement.Psychology of Popular Media Culture, Sep 10, 2018 2.Anderson et al.Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries: A meta-analytic review.Psychological Bulletin, 136(2), 151-173, 2010	

77. 順天高校

	
コリスチン+ポリグルタミン酸      テトラサイクリン+ポリグルタミン酸	
<実験2> なめこに含まれるベクテン、もずくに含まれるアルギン酸にも同様の水質浄化効果があるのかを調べた。なめこももずくを細かく砕いた後、水を加えてガーゼで濾し、ネバネバ成分を抽出した。泥絵の具を用いた濁水に抽出したネバネバ成分を質量別で加え、上澄み液がきれいになるのかを調べた。	
<実験の結果> なめこももずくのネバネバ成分を入れた泥水の上澄み液と泥絵の具のみの上澄み液に違いが見られなかった。よって、アルギン酸とベクテンには水質浄化効果がないとみられる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 他の食材では浄化作用がある物質が見つからなかったため、納豆のネバネバ成分に注目する。そこでポリグルタミン酸の水質浄化効果の強度を上げること考えた。納豆に砂糖を加えるとネバネバの強度が増すことから、粘りの強度を増加させたら水質浄化効果も大きくなるのではないかと考えている。	
【参考文献／References】 小田 兼利. “世界中の人々が安全な水を飲めるように”. プロジェクト・バイオ. 2011.03 <a href="https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/8911/8911_project_bio.pdf">https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/8911/8911_project_bio.pdf</a> (参照 2022-06-18). 健康かわら版“夏の疲れにはネバネバ食材”. 広報おさき. 2015.08 <a href="https://www.town.kagoshima-osaki.lg.jp/kc_kikakukouhou/machiannai/koho/backnumber/h27/documents/oosaki8-17.pdf">https://www.town.kagoshima-osaki.lg.jp/kc_kikakukouhou/machiannai/koho/backnumber/h27/documents/oosaki8-17.pdf</a> (参照 2022-10-21).	

77. 順天高校

● ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information9o	
【学校名／School Name】順天高校	
【代表者名／Representative's Name】瓜田伊吹	
【メンバー／Member】稲永優可	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】高野幸子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ネバネバ成分の水質浄化効果と環境への影響	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 バングラデシュにおいて、納豆のねばねば成分であるポリグルタミン酸を使用した水質浄化の実例がある。このことから、他の食材に含まれているネバネバ成分にも同様の水質浄化効果があるのではないかと考え、探究を始めた。	
【目的／Goal】 自分たちの身の回りの食材の中で、水質浄化効果がある物質を見つける。 ポリグルタミン酸が、環境へ悪影響をもたらさないことを確認する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 納豆のねばねば成分であるポリグルタミン酸は、凝集剤の原料として使われ、水質浄化の働きがある。しかし、水を浄化した際に、他の植物などに悪影響を与えていないかと考えた。また、ポリグルタミン酸に水質浄化効果があるならば、他の食材のネバネバ成分にも水質浄化効果があるのではないかと考えた。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 <実験1> ポリグルタミン酸が、水質浄化をする際に抗生物質などの有害物質を吸収するのかわかる、ハツカダイコンを用いて調べた。 濃度 1 倍希釈、10 倍希釈、100 倍希釈、1000 倍希釈の抗生物質（テトラサイクリン、コリスチン）を含む溶液が入っている試験管の中にポリグルタミン酸を同量加え、それらの溶液で育てたハツカダイコンの成長の様子を観察した。一般的に、抗生物質を入れた溶液でハツカダイコンを育てた場合成長しないため、成長を観察することでポリグルタミン酸が抗生物質を吸収するかどうかかわかることになる。 <実験結果> ハツカダイコンは、抗生物質の入っている溶液でも成長したため、ポリグルタミン酸は水質浄化効果に加え、有害物質を吸収する効果も期待されることが分かった。	

78. 順天高等学校

● ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】順天高等学校	
【代表者名／Representative's Name】綿貫真里弥	
【メンバー／Member】綿貫真里弥・上田歌乃	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】高野幸子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】海に無害な日焼け止め	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 日焼け止めは海の生物に有害で、サンゴ礁の白化の原因となる。だが、多くの人がその事実を知らずに海で日焼け止めを使用している。褐虫藻はサンゴと共生しており、サンゴの白化は褐虫藻が吐き出されることで起こる。そのため、褐虫藻に無害な化学物質を見つけて、日焼け止めに含まれる有害な化学物質の代わりにその物質を使用すれば、無害な日焼け止めが作れると考えた。	
【目的／Goal】 日焼け止めに含まれている有害物質が、褐虫藻の細胞数を減少させるのか検証する。また、日焼け止めに含まれるメトキシケイヒ酸エチルヘキシル・オキシベンゾンの代わりに、褐虫藻に無害な物質を探す。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 既に、有害な物質を除いた日焼け止めは存在している。しかし、販売されているほとんどの日焼け止めには、有害な物質が含まれている。そこで私は、身近に存在する物質で有害な物質の代わりになるものを見つける。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 以下の3つの物質が褐虫藻にどのような影響があるのか実験を行った。 ① メトキシケイヒ酸エチルヘキシル（有害） ② オキシベンゾン（有害） ③ 酸化亜鉛（無害） ④ 水（比較実験のため） (1) 上記①～③を4種類の濃度（250ppm・25ppm・2.5ppm・希釈なし）に調整する。 (2) (1)の4種類の濃度の溶液に褐虫藻をそれぞれ加え、1日後・1週間後の細胞数を計測し、変化を調べた。 <実験結果> メトキシケイヒ酸エチルヘキシル → すべての濃度で細胞数が多い 酸化亜鉛・オキシベンゾン → 250ppmだと細胞数は約半分まで減り、25ppm・2.5ppmだと細胞数が多い水 → すべての濃度で最も多い <考察> 実験結果から、褐虫藻の生息には水のみが最も適しており、酸化亜鉛・オキシベンゾンは高濃度では有害、低濃度だと無害だと考察した。また、メトキシケイヒ酸エチルヘキシルは無害だと考察した。	





【今後の展望／Future potential and its plan】 今回行った実験は淡水であったので、海水にして同様の実験を行い、海と類似した条件で褐虫藻にどのような影響があるのか調べる。
【参考文献／References】 Emili Chan."その日焼け止め大丈夫？ 海に優しいエコな日焼け止めの選び方。"VOGUE.2020年7月27日. <a href="https://www.vogue.co.jp/beauty/article/make-sure-your-sunscreen-is-eco-friendly-cnihub">https://www.vogue.co.jp/beauty/article/make-sure-your-sunscreen-is-eco-friendly-cnihub</a> 日本自然保護協会."サンゴ「白化」のメカニズムと台風との関係".日本自然保護協会.2020年8月7日. <a href="https://www.nacsi.or.jp/2020/08/21200/">https://www.nacsi.or.jp/2020/08/21200/</a>

ご自身の研究段階（Research Stage）：	<input type="checkbox"/> Idea	<input type="checkbox"/> Preliminary	<input checked="" type="checkbox"/> Result			
分野／Field	最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.					
<input type="checkbox"/> 物理／Physics				<input checked="" type="checkbox"/> 化学／Chemistry	<input type="checkbox"/> 生物／Biology	<input type="checkbox"/> 地学／Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information				<input type="checkbox"/> その他／Others specifying：		
参加者／Participant's Information						
【学校名／School Name】東京都立科学技術高等学校						
【代表者名／Representative's Name】清水梨穂						
【メンバー／Member】						
指導教員／Supervising Teacher						
【お名前／Name】森田直之						
発表内容／Abstract of the Presentation						
【タイトル／Title】熱分解によるタンタルコンデンサからのタンタル焼結体の回収						
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 タンタルコンデンサからタンタル焼結体を回収することを試みる。(図1)タンタルコンデンサとは希少金属であるタンタルを使用したコンデンサで私たちの生活には必要不可欠なものとなっている。私たちの生活の中で日常的に使っている高性能電子機器であるスマートフォンやパソコンに使われており、タンタルコンデンサの素子であるタンタルの最大の産出国はコンゴ民主共和国である。コンゴ民主共和国では紛争が2013年に終結したとされているが、タンタルやスズなどを含む鉱物資源であるコンタルを巡って民族間の紛争や人権侵害などが長らく続いた。このような背景からタンタルの需要は伸びているものの価格も安定せず、産出量も不安定な要素を抱えているためリサイクルが望まれている。また、タンタルコンデンサに含まれるタンタルは43%程度であることからリサイクルが望まれている。(図2)この研究は、私も普段使用しているスマートフォンが人権侵害を経て作られたものではないと断言はできなかったからである。しかし、タンタルコンデンサのリサイクルでは大きな課題として以下の2点が挙げられる(図3) ① タンタルコンデンサは耐熱性が求められるため化学的・物理的に安定なABS樹脂がモールド樹脂として使われており、非常に硬く、破壊が極めて困難である。 ② 臭素系難燃材が添加されているため、熱処理すると臭素化合物を主な成分とする有毒ガスが発生する。 過去の文献を調べたところ、アルミニウムとマグネシウムの複合水酸化物であるハイドロタルサイトに注目した。(図4)ハイドロタルサイトは塩基性であり、陰イオン吸着効果があり、医薬品に利用されてきている。近年、金属の複合体であることから触媒としても注目されており、タンタルコンデンサにハイドロタルサイトを添加して550℃で熱分解処理を行うこととした。(図5)熱分解は一般的に600-800℃で行われているが、今回は添加物を加えているため低温で行い、熱分解後にタンタルコンデンサを水に入れスララーで攪拌し、完全に破壊できるかを確認した。(図6)						
【目的／Goal】 日本では、都市鉱山といわれるほど、大量の使用済み電気製品がレアメタルを含んだ状態で廃棄されている。そのため、電気機器や電子部品に含まれるレアメタルの再資源化を効率的に分離・回収する新たな技術の開発が望まれている。そのため、タンタルコンデンサからタンタル焼結体の回収を試みた。 破壊が困難とされるモールド樹脂と臭素系難燃材の添加が課題となりリサイクルを困難なものとしている。添加物を添加して熱分解することにより、上記2点の課題を克服したい。 目的は、モールド樹脂を容易に破壊し、生成する有毒ガス成分である臭素を残渣として回収することである。このことでリサイクルが進むと考えられる。						

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 タンタルコンデンサのモールド樹脂の破壊方法として酸化焙焼、高圧溶解が報告されているが、いずれも有毒ガスの発生やプラントコスト、処理時間の長さなどの課題が指摘されている。そのため、比較的穏和な条件下で有毒ガスを発生させずモールド樹脂を除去して、タンタル焼結体を回収させることが求められている。本校の取り組みで「プラスチック熱分解でハイドロタルサイト(Mg6Al2(OH)16CO3・mH2O)を添加することでハロゲンガスを吸着し、熱分解を促進する」と報告している。もともとハイドロタルサイトは医薬外装剤や塩化ビニル皮膜の添加剤として用いられてきたが、近年、陰イオン吸着能から吸着剤、異なった電位を持つ金属の複合体であることから触媒として注目されてきている。550℃での熱分解では、ハイドロタルサイトの層状構造は崩壊していることがXRDの分析で示唆されるが、タンタルコンデンサのモールド樹脂を破壊し、生成するガスを捕集していることは示すことができた。(図7)(図8)
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 添加物であるハイドロタルサイトは、アルミニウムとマグネシウムの組成比、粒径の大きさなどの違いによって、その性質は異なる。異なる組成のハイドロタルサイトを使用して、タンタルコンデンサの破壊の状況を検討する。タンタルコンデンサのモールド樹脂はABS樹脂であり、水がある環境では劣化反応(加水分解)が起きやすいとされている。ハイドロタルサイトの中には層間水を保持しているものもあり、そのことからオールド樹脂の破壊が期待できる。また、ハイドロタルサイトは陰イオン吸着効果があるが、550℃の熱分解ではハイドロタルサイトの層構造は崩壊しているため、陰イオン交換で吸着しているとは考えられない。生成するガスの主成分は臭素化合物であるが、ハロゲンは酸性であるため塩基性であるハイドロタルサイトと酸・塩基反応(中和反応)が起きることと残渣として回収できると推察できる。ハイドロタルサイトを添加して熱分解することで、容易にモールド樹脂を破壊し、内包されたタンタル焼結体を回収し、生成するハロゲンガスを残渣として回収することができたと考えられる。(表1)(表2)
【今後の展望／Future potential and its plan】 ① 実験結果から添加率が影響していることが示唆されたため、ハイドロタルサイトの添加率についてさらに検討を進める。 ② ハイドロタルサイトはMgとAlの水酸化複合体であるが、MgとAlのモル比による組成の違いが存在しているため、このMg/Al比についてもさらに検討を進める。 ③ 熱分解の温度がハイドロタルサイトの構造に影響を与えていることが示唆された。そのため、層構造が壊れない熱分解の温度についてもさらに検討を進める。
【参考文献／References】 [1] N. Morita, M. Nakayasu, A. T. Saito, T. Wajima, and H. Nakagome, "Effect of Hydrotalcite on Bromine Content in Oil Produced from the Pyrolysis of Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Plastics," <i>International Journal of Chemical Engineering and Applications</i> , vol. 7, No.4, pp. 23-27, 2016. [2] T. Kameda, M. Nakamura, T. Yoshioka, "Removal of antimonate ions from an aqueous solution by anion exchange with magnesium-aluminum layered double hydroxide and the formation of a brandholzite-like structure." <i>Journal of Environmental Science and Health, Part A</i> , vol. 47, pp.1146-1151, 2012. [3] N. Morita, M. Nakayasu, A. T. Saito, T. Wajima, and H. Nakagome, "Effect of Hydrotalcite on Bromine Content in Oil Produced from the Pyrolysis of Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Plastics," <i>International Journal of Chemical Engineering and Applications</i> vol. 7, No. 4, pp. 23-27, 2016.

添付資料

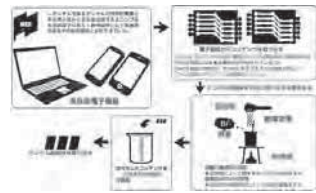


図1 研究計画

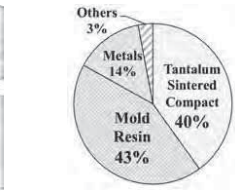


図2 樹脂成分比

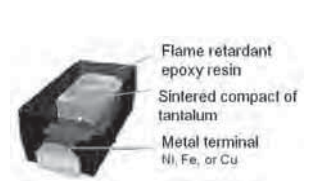


図3 タンタルコンデンサの模式図 (NEC TOKIN より転載)



図4 ハイドロタルサイトの構造模式図 (写真提供: 協和化学工業株式会社)

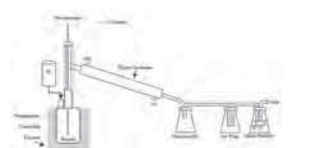


図5 ハイドロタルサイトの構造 (提供 協和化学工業株式会社)

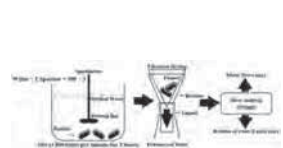


図6 スララーでのタンタル焼結体の破壊



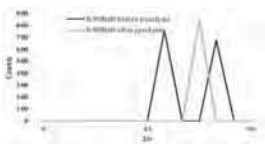


図7 KW1000\_XRD 分析結果

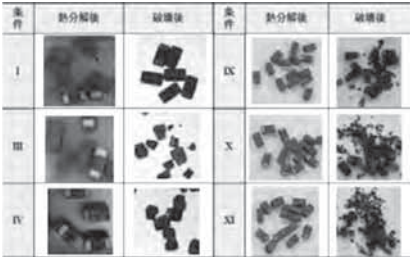


図8 KW2000\_XRD 分析結果

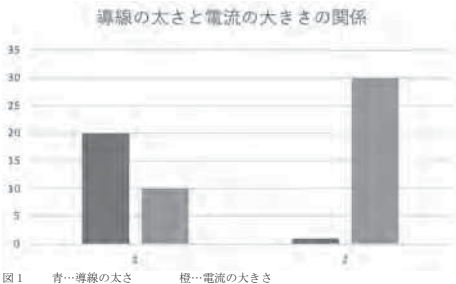
表1 実験条件

条件	試料	透過率
I	TC	—
II	TC + Hf(KW-1000)	1:1
III	TC + Hf(KW-1000)	2:1
IV	TC + Hf(KW-1000)	4:1
V	TC + Hf(KW-1000)	20:1
VI	TC + NaOH	1:1
VII	TC + 海砂	1:1
VIII	TC + Hf(KW-2000)	1:1
IX	TC + Hf(KW-2000)	2:1
X	TC + Hf(KW-2000)	4:1
XI	TC + Hf(KW-2000)	20:1

表2 破壊したタンタルコンデンサ



たり前のように使用されている物の仕組み（電子マネーなど）を理解することができ興味関心を持つきっかけができるのではないか。
【参考文献／References】 ① <a href="https://www.youtube.com/watch?v=W8-luho818k">https://www.youtube.com/watch?v=W8-luho818k</a> ② <a href="https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20181017_01?page=02#page-02">https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20181017_01?page=02#page-02</a> ③ <a href="https://yayoidenki.net/2020/01/16/電気ケーブル太さの選定表と計算方法">https://yayoidenki.net/2020/01/16/電気ケーブル太さの選定表と計算方法</a> 【守らない/



参考文献③より導線が太い方が多くの電流を流すことがわかった。しかし、一定の電流しか流せない場合は、必要最低限の導線の太さで電流を流したほうがより強い電流が流れることが私たちの検証でわかった。

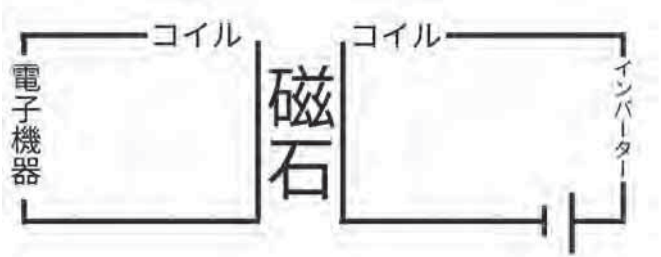


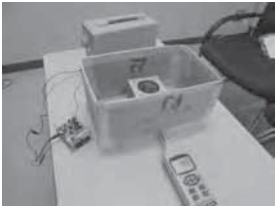
図2 今回作成する充電器の簡易回路図

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】※駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】玉置 子統	
【メンバー／Member】玉置 子統 福田 玲 向山 享治	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】中島 遼	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】高校生でも作れる手袋型充電器	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ・電磁誘導を利用してワイヤレス充電を可能にする。→できれば歩きながら充電ができた良いのでは？ ・スマホをより楽に充電したいけど、お金はかけたくない。→なら、高校生の知識で作れる充電器を開発しよう！	
【目的／Goal】 ・現状のワイヤレス充電の仕組みを簡略化して学生でも作れるようにする。 ・スマホ等を手に持ちながらワイヤレス充電できるようにする。 ・自分たちが作れるという記録を残すことで、将来の学生たちの可能性を広げる	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 学生でも作れる。 移動しながらワイヤレス充電を可能にする。 ケーブルを使わないため、イヤホンなどの他のものをスマホと繋げられる。 ケーブルの穴の種類がどのタイプでも関係なく充電できる。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 現状は電磁誘導を利用して充電する方法を考えている。これらの仕組みは中学の段階で習うので、再現性は十分あると言える。低コストというのも視野に入れているので、実現に成功すれば実用性も十分だと考えた。中学で応用可能な範囲のため、中学の授業で取り入れることも可能になるのではないかと考えた。その際、学生が作成するときに創意工夫することで自分で考える能力の向上、自ら進んで行動する力などの向上に繋がると考えた。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 仕組みの開発(簡略化) 内蔵された仕組みの縮小化 充電速度の効率化 現在、未来の仕事は AI が大半を占めると言われている。しかし、AI に頼って将来の持続性がなくなることが懸念として挙げられる。そのため学生でより若い時点で電子系かつ創作の授業を取り入れることによって、より良い AI の開発や科学の発達を助けるとともに持続可能な国になるのを支えるのではないかと。また、学生の想像力や問題解決力を育むとともに、進路を考える機会になるのではないかと考えた。さらに日常生活で当	

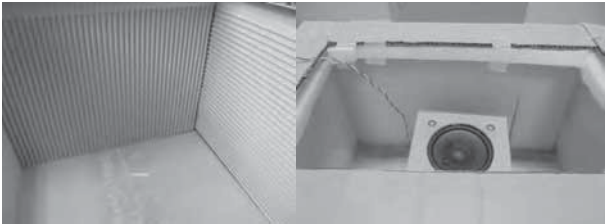
ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	
【代表者名／Representative's Name】吉川実里	
【メンバー／Member】愛洲遥 飯田凌成 ハンセンアラフェナ莉己 下田ちとせ 秦莉来	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】横山昇平	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】段ボールを用いた避難所での騒音問題の改善	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 我々の住む日本は世界的な災害大国であり、現代において災害が起こった際は自治体に指定された避難所に避難することが通例であるが、多くの人が密集する避難所という空間においては、当然様々な問題が発生する。その中で決して避けては通れないのが騒音問題である。これを軽減するために、我々は避難所の仕切りに段ボールが用いられていることに注目し、その段ボールに工夫を施すことにした。より吸音効果を高める為のアイデアを実際の避難所で容易に手に入る材料を中心に考えた。 今回は避難所での報告回数が最も多かった乳幼児の泣き声に焦点を当てて実験を行う。(参考文献1) 段ボール箱の中央に置いたスピーカーから 1000 Hz(参考文献2)の音を流し、騒音計を用いて音を計測した。(図①) まず表面積が大きいと吸音性が上がるという参考文献3から、避難所にあるもの(片面段ボール板(図②)、発泡ポリエチレン(図③)、穴を開けた段ボール板(図④)を仕切りの内側に貼り付けることにした。これを実験1とする。 実験1では縦21.9cm 横34.2cm 高さ16.9cmの段ボール箱を使って行った。結果として発泡ポリエチレンを張り付けたものが最も吸音効果が大きく、その表面積が大きい物の方が吸音効果が高いことがわかった。(表1) しかし、発泡ポリエチレンは手に入りづらい。そこで、手に入りやすくよく似た素材として発泡スチロールがあげられる。手に入りやすい発泡スチロールの方が避難所で使う際にいいのではないかと考え、次に行う実験では発泡スチロールを使うことにした。だが、発泡スチロールを全面に貼るのは発泡スチロールが割れやすいこと、確保できる量が段ボールほど多くないことという問題点があり、困難と考えた。そこで、表面積の大きさを確保しつつ、発泡スチロールを使用する際の問題点を減らす為に、先ほど実験で使った穴を開けた段ボール板に発泡スチロールを詰めたもの(図⑤)を段ボールで作った仕切りの内側に貼り付けた。これを実験2とする。結果として、最大 9.3%もの音が減少し、吸音効果が確認できた。(表2) 本研究によって、避難所にあるものを用いて仕切りのダンボールに工夫を加えることで段ボールの吸音効果をより高められると考える。	
【目的／Goal】 本研究では以下を明らかにするために、実験を行った。 (1)段ボール箱の内側の表面積を大きくすることによって吸音効果上がる (2)避難所にある限られた物資を使うという観点に重きをおき、(1)において確保しやすい材料を使用するよう改善する	
(1)(2)を明らかにし、多くの人が密集する避難所という空間で決して避けては通れない騒音問題による苦痛の軽減に貢献する。	



【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 避難所の仕切りに合うような吸音素材を新たに作るという観点での研究はある。(参考文献 4)しかし、避難所という限られた物資しかない状況で入手の容易な素材のみ用いて、騒音を低減するという観点での研究はない。このことから本研究の新規性は十分にあると言える。 吸音とは音エネルギーが物体にぶつかることによって熱エネルギーに変換されることである。 このことから、我々は避難所で簡単に手に入りやすい素材の中で表面積が大きい片面段ボール、発泡スチロール、穴を開けた段ボール板を選んで実験を行った。 また、(1)の実験で最も吸音効果の高かった発泡スチロールであるが、割れやすいという欠点がある。この問題点を改善するためのアイデアとして、穴をあけた段ボール板に発泡スチロールを詰めるという方法にたどり着くことができた。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 避難所という限られた物資しかない状態を想定して実験をしているので、実現性が高いと考えられる。 我々は正確な数値を測るために段ボールに穴を開ける際、電動ドリルの先に金属のパイプをつけて穴を開けたが、避難所で加工を行う際には棒や手で穴を開けても吸音効果は十分にあると考えられる。そのため、吸音素材の材料だけでなく加工を施す際にも新しい材料が必要ではない。避難所で生活をするとなった際には電気の供給が途絶えていたり支給される物資も食糧や水などが優先され、生活の質を高める事などは先送りにされるなど様々な問題点があると考えられる。これらのことから、我々の行った実験は避難所にある物資のみを使って再現可能であり、電力や吸音性のある物資が届かなくても作れるので非常に実現しやすいと考える。
【今後の展望／Future potential and its plan】 吸音効果があると分かった穴をあけた段ボール板に発泡スチロールを詰めたものについての研究を深めていきたい。具体的には穴の数や大きさ、中に詰める発泡スチロールの量を変えるとどうなるのかを調べたい。 また、今回の実験では縦 21.9cm 横 34.2cm 高さ 16.9cm の模型で行ったので、実際に避難所で使用されている大きさの段ボール箱で実験を行い、模型との数値の変化を調べたい。 今回の実験では、乳幼児の泣く声に焦点を当てて 1000Hz で実験を行ったので、成人の話す声に近い周波数を流して吸音効果を比較したい。
【参考文献／References】 1.永幡幸司「『避難生活における音の問題——大規模災害時の避難所と応急仮設住宅の音環境改善に向けて——』 <a href="https://www.sss.fukushima-u.ac.jp/~nagahata/research-/earthquake/temporary_shelter_1.pdf">https://www.sss.fukushima-u.ac.jp/~nagahata/research-/earthquake/temporary_shelter_1.pdf</a> 2017。 2.古谷博,橋本武次,江原義朗,峯弘幸"新生児の泣き声のコンピュータによる周波数解析" <a href="https://www.niph.go.jp/wadai/mhlw/1984/s5908016.pdf">https://www.niph.go.jp/wadai/mhlw/1984/s5908016.pdf</a> 3.斎藤秀和"吸音の仕組みと吸音材料：防音の基礎知識 2" <a href="https://technote.ipros.jp/entry/basic-soundproof2/">https://technote.ipros.jp/entry/basic-soundproof2/</a> (2018-6-14) 4.木村公久,今西裕志,長谷川良一"避難所における快適環境を提供する高機能建材の開発 木質材料を用いた吸音建材の開発" <a href="https://www.life.rd.pref.gifu.lg.jp/pdf/report-H24.pdf">https://www.life.rd.pref.gifu.lg.jp/pdf/report-H24.pdf</a> 2012。



図① 実験装置

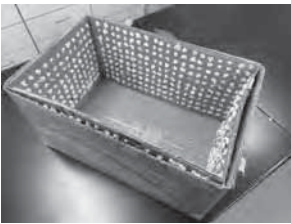


図② 片面段ボール板

図③ 発泡ポリエチレン



図④ 穴を開けた段ボール板



図⑤ 穴を開けた段ボール板に発泡スチロールを詰めたもの

	増減値(db)	増減率(%)
片面段ボール	-11.5	13.7
発泡ポリエチレン	-15.7	19.9
等間隔穴あき段ボール板	-10.2	10.0

表 1. 実験 1 の結果 材料による音の大きさの測定

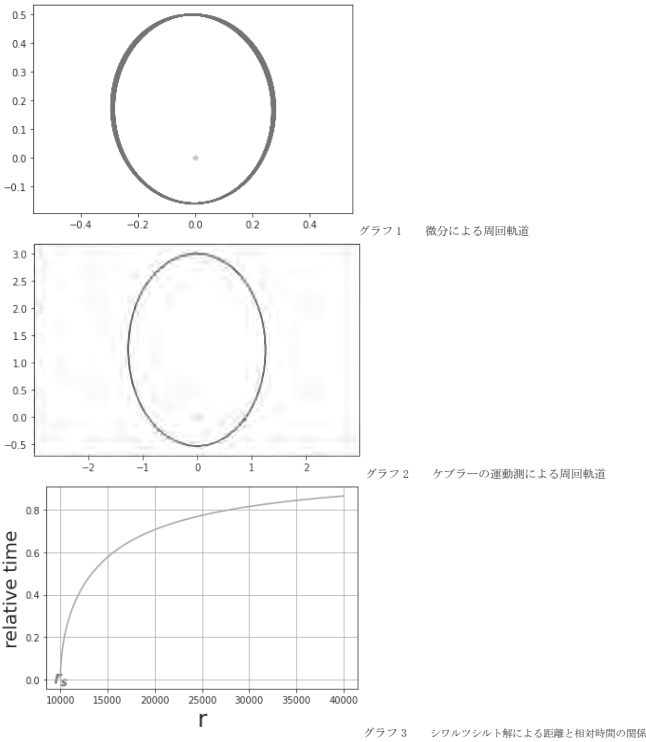
	増減値(db)	増減率(%)
直径 10mm の穴	-1.2	1.3
直径 5mm の穴	-8.5	9.2

表 2. 実験 2 の結果 穴の大きさによる音の大きさの測定

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	
【代表者名／Representative's Name】増田 創一	
【メンバー／Member】秋山 恵里 高原 一真	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】大川 佳亮先生	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ブラックホール周辺における物体の動きについてのシミュレーション	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 近年ブラックホール（以降 BH）のシミュレーションが盛んに行われている。その中でも、私たちはジェットという現象に興味を持った。 しかし、使われているプログラミング言語は C 言語や、GNU Octave が使われています。私たちはそれよりも学びやすく、計算に特化した Python を使いシミュレーションが可能かを確かめたいと考えた。	
【目的／Goal】 1, BH の周辺の物体の運動を Python で計算し、ジェットの速度などの計算を行う手がかりとする。 2, 1 で求めた検証結果を踏まえ、回転、電荷を含んだカーニューマン解を解き、適切な運動方程式を用いて周囲の運動軌道を計算する。 3, BH ジェットの速度を実際に観測し、2 で解いた周囲の状態との関連を調べる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 BH のシミュレーションを高校生がすることは前例なし。 Python を使用して BH の周辺の計算をすることも前例がない。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 今回は 2 種類のシミュレーションを行った。 1. 微分方程式を用いて物体の軌跡を描く計算（グラフ 1、グラフ 2） 2. シュワルツシルト解の時間と距離についての計算（グラフ 3）	
シミュレーション内容 1 微分とニュートンの運動方程式を利用して軌道を計算する。2) まずは天体の基礎情報を定数として定めて時間微分を行い、物体が BH を回る軌道について計算した。	



2 シュワルツシルト解を Python で計算する。 まずはシュワルツシルト解の文字をすべてシンボルとし、外部ライブラリの sympy を使用して解いた。（今回は $r$ と $\tau$ を用いている） 次に現実的な数値を $r$ と $\tau$ 以外に代入し、シュワルツシルト径から適当な距離までを 1 0 m毎に計算し、外部ライブラリ matplotlib.pyplot を使用し、グラフを描画した。
1 つ目の結果はグラフ 1, 2 を参照。これはケプラーの運動測と一致するため、正しく計算されていると考えられる。（グラフ 1 は微分方程式で解いた軌道。グラフ 2 はケプラーの運動測によって導かれる軌道） 2 つ目のシュワルツシルト解を解いた計算でも、BH の表面に近づくに従って時間の経過が無限遠点と比べ、遅くなり、表面よりも中心付近では計算不可を示した。よって、こちらも正しく計算ができていと考えられる。（グラフ 3 参照）
この 2 つの結果より第 1 目標として私たちが立てた目標である「Python で宇宙のシミュレーションを行うことは可能か」は可能であることが検証できた。
【今後の展望／Future potential and its plan】 シュワルツシルト解を BH との距離について解き、微分方程式を用いて解いたものとの比較をする。 目的 2、3 を実験する。 また、BZ 過程で得られるエネルギー量を質量、回転量、電磁気力、物質の流入量などを変化させ計算する。
【参考文献／References 】 1)BH と時空の方程式 小林晋平 森北出版 2)Python による数値計算とシミュレーション 小高知宏 オーム社



<b>ご自身の研究段階（Research Stage）</b> ： <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】茨城県立つくば工科高等学校
【代表者名／Representative's Name】押木秀穂
【メンバー／Member】
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】家中祐幸
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】ロボットフレンドリー社会に向けて（共通化ロボットハンドと専用ソフトウェアの提案）
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ロボットは私たちの生活に欠かせない存在となっている。工場で見かける産業ロボットという存在からレストランでの配膳ロボットや、駅や空港での案内ロボットも登場してきた。私たちの生活を豊かにするロボットはこれからどんな進化をしていくのだろうか。一方で、機器のトラブルによる人身事故の記事を目にする。多くの現場ではロボット化にはまだコストがかかり、導入を諦めている現実を知った。世界に誇る日本のロボットメーカーが作り出すロボットに『共通化』が図れれば、ロボットの可能性はさらに飛躍するのではないだろうか。
【目的／Goal】 産業用ロボットの開発において、日本は生産台数、稼働する台数共に世界トップである。これは日本という国が自動車と同様にメカトロニクス分野においてもモノづくり大国の証であるが、その根本要因はロボットに対する日本人特有の感受性かもしれない。西洋文化ではロボットや自動化機械に対してあまり良い印象をもたないのに対し、日本人はカラクリ人形の時代から現代のドラえもんやガンダムなど、ロボットに親しみを感じる文化が背景にある。実際のロボットはその存在意義として目的のある制御機械という前提がある。それゆえに目的外や使用範囲外のことに対応できないことが多い。しかし、現在はその目的が多様化を求められ、ロボットの機能への期待はますます増えていく。この溝をできるだけ小さくしていくことがこれからのロボット開発者の目的となるだろう。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 それでは、現在もロボットメーカーの課題とされているロボットやロボットの機能の多目的、多様化に対応するための解決策の一手を提案する。 (1) 共通インターフェース『GRIPPY』の提案 現在の産業用ロボットや人と共に働く協働ロボットの先端に取り付けるハンドは、メーカーや用途によって大きさや機能、形状が異なっている。このハンドを共通化することで、新規導入が高額になるロボットでも汎用性が高まることになり、経費コストを下げることができる。共通化を具体的に表現すると、アームロボットとハンドの間に取り付け共通インターフェースということになる。アームロボットを一度購入してしまえば、違う用途にも使用できるようになり、用途が変わる度に高額なロボットを購入する経済的な負担は軽減する。図 1 は、今回提案するために作成した共通インターフェース『GRIPPY』の CG 画像である。アームロボットの先端に用途に合わせた様々なハンドを取り付けることができる。ハンドを装着した状態のイメージが、図 2

である。この商品のメリットは、非共通型ロボットにも対応し、既存のハンドも使用できることである。面倒なセッティングは不要、差し込むだけの磁力による結合方式で、駆動用電源・センサなどの通信機能・アクチュエータ用空気圧・解析用映像モジュールを接続できる。この提案により実現できることは、今まではオーダーメイドだったアームロボットにオプションを付加することで、一つの使用目的だったロボットが、多用途ロボットへと変身することである。（図 3 は販売価格のイメージ画像） (2) ロボットアプリ『Robot store』 当然ながらロボットはハードウェアだけでは動作しない。しかし、ロボットのような多関節を立体的に制御するためには専用の言語や専用のソフトウェアが必要である。つまり、このロボットを制御するためのソフトウェアの汎用性も重要なキーとなる。例えば、図 4 のような“Google play”や“Apple App store”感覚のロボットコントローラアプリをダウンロードして、専門知識を全く必要とせずに入換えるようになれば、一般のユーザーが一気に増えると予測する。今までは製造が主な目的の産業用ロボットが一般家庭でも手軽に利用される日が来るだろう。（図 5 はピザを作るロボットの CG 画像である） 誰でも持っているスマートフォンやタブレット端末など、様々なプラットフォームにも対応し、手軽に、いつでも、どこでも操作できれば、ロボットはもっと身近なものになる。アプリは無料で配布するオープンソースにして、ハードウェアの使用料や販売利益で企業や個人のプログラマーにも利益が配分可能とする。（図 6 には『ROBOT STORE』を中心としたビジネスモデルを示す） 以上の 2 つのアイデア、つまりロボットが共通化され、多用途に利用できるようになると、人手不足の解消、システムインテグレーターの利益向上、ロボットの汎用化によるロボットメーカーの利益拡大が期待できる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 ロボットがまだ導入されていない分野における導入への障壁は、ロボットフレンドリーな環境の実現が不可欠である。現在、日本では経済産業省とロボットメーカーを中心として、ロボットフレンドリーな社会の実現を目指している。例えば、搬送・清掃・警備などの機能を持つオフィスロボットが施設内で円滑に活動できるシステムの構築をしようとしている。現時点ではメーカーの違うロボットや施設設備では、ロボットが十分な機能を発揮できない。しかし、今回提案する共通インターフェース『GRIPPY』と専用ソフトウェア『ROBOT STORE』により、ロボットが多機能ロボットとして稼働できる環境を整備され、用途やメーカーが異なるロボットの複数同時運用が可能となり、ロボット導入する企業や個人が増加すると予測する。
【今後の展望／Future potential and its plan】 ロボットがより生活を豊かにする未来社会を実現したい。ロボットがすべてをこなす全自動の世界の実現ではない。私たちの生活はあくまで人が主体であり、仕事や生活の中で、豊かさや幸福感といった感性や情緒を大切にすることが重要である。例えば、協働ロボットも人が働くことを阻害するものでなく、効率的な支援をするロボットであって欲しい。家庭ロボットが料理をするならば、あくまで人が作るのを支援するのであって、人の代わりをするロボットであって欲しくない。人と寄り添うロボットこそ、豊かな社会につながるのではないだろうか。今回の提案は、SDGs 8「働きがいも経済成長も」と SDGs 9「産業と技術革新の基盤を作ろう」を目的とするものである。
【参考文献／References 】 経済産業省 HP（ <a href="https://www.meti.go.jp/">https://www.meti.go.jp/</a> ）「ロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取組」





図1 共通インターフェース『GRIPPY』

共通インターフェース『GRIPPY』アームロボットの先端に用途に合わせた様々なハンドを取り付けることができます。面倒なセッティングは不要で、差し込むだけの磁力による結合で、駆動用電源・センサなどの通信機能・アクチュエータ用空気圧・解析用映像を接続できる。

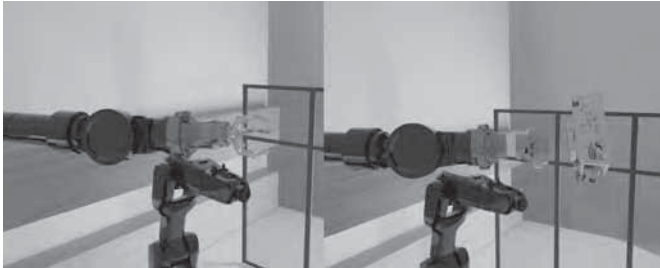


図2 『GRIPPY』の装着場面（様々なハンドに対応するイメージ画像）



図3 『GRIPPY』の価格設定のイメージ

各社ロボットメーカー、アームロボットの規格に対応するために、共通インターフェース『GRIPPY』も各種の製品を揃える。リースも設定し、できるだけ安価に抑えることで、ロボットの導入しやすくする。



図4 『ROBOT STORE』アプリ（ダウンロードするイメージ画像）



図5 ピザを作るアプリで動くロボットのイメージ画像

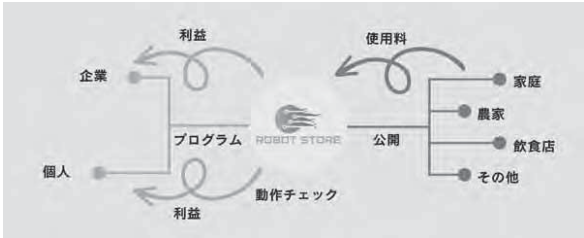


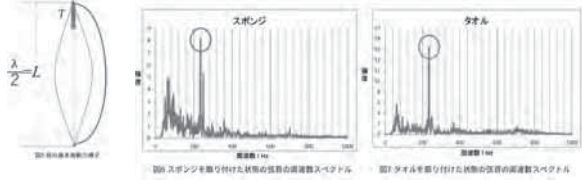
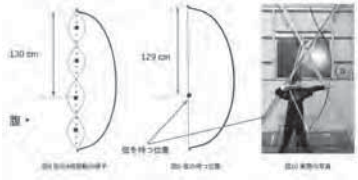
図6 『ROBOT STORE』を中心としたビジネスモデル

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
参加者／Participant's Information 【学校名／School Name】宮城県多賀城高等学校 【代表者名／Representative's Name】遠藤駿介 三村虎之介 【メンバー／Member】阿部翔太 遠藤駿介 小林莉奈 三村虎之介 指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】平山俊幸 渡邊芳幸
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】自分達で作った電池と市販の電池を比較して災害に役立てる 【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ・災害時でも電池の代用品として使えるものを探す。 ・市販の電池は高性能であるが、自分達で作ったものも災害時でも役立つかもしれない。 【目的／Goal】 ・身の周りのもので電池の代用品を考え、災害時に電池の代用品と使用できるものを探す。 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 以下の代用品を考え、通電するか、した場合は電圧を調べたりオルゴールを鳴らす。 A：十円玉と一円玉の間に溶液（雨水・お茶・食塩水）をしみこませたペーパーを挟む。 B：生ごみをミキサーにかけ、ろ過したものをペーパーに染み込ませ、そのペーパーを備長炭に巻く。 C：木炭（市販の備長炭及び自作の炭） D：食塩を混ぜた寒天及び、液化させたものをペーパーに染み込ませたもの 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 Aの電池が一番オルゴール音を大きくすることができた。しかし、電圧が低く、Aの場合は何百枚という硬貨を用意したり、BやCの場合、炭が手元にないといけないう等、やはり市販の電池の方が良いことが現時点で分かっている。 【今後の展望／Future potential and its plan】 災害時によく使用される携帯電話の充電には15W、豆電球でさえ約5Wが必要であるため、考えられる電池としては市販のものが良いと考えられるが、再生可能エネルギーや本研究にもある災害時に使用できるような電池の作成を目指したい。 【参考文献／References】 斎藤の部屋（理科）「身近な物質で電池を作ろう」 http://sai.oiso.net/r19/990818/000.html

ご自身の研究段階（Research Stage）： <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
参加者／Participant's Information 【学校名／School Name】宮城県多賀城高等学校 【代表者名／Representative's Name】菊池航平 【メンバー／Member】伊藤大地、兼平琴葉、菊池航平、庄子樹 指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】石山 俊太
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】都市型津波の脅威と影響～強大津波実験装置を用いたシミュレーション～ 【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 東日本大震災発生時、宮城県多賀城市内では津波により甚大な被害が引き起こされた。このとき観測された津波は「都市型津波」とよばれ、ビルなどの建物の間を通ることで津波の高さ・速さ・威力が増し、海のある方向ではない思いがけない方向からも津波が押し寄せた。また、都市部のため建物が密集し海が見えないことにより津波の発生に気づかず、避難の遅れや多数の犠牲者を出すことにつながった。この「都市型津波」は南海トラフ地震でも発生が予想されている。 【目的／Goal】 巨大地震に伴い発生が予測される「都市型津波」による被害を未然に防ぐために、都市部の様子を再現した実験装置を作成し、構造物の間を通る波の動き（波高・波力・速度）と構造物の配置が波の動きに与える影響を明らかにする。 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 先行研究で明らかになっている、「合流」と「縮流」という現象を踏まえ、実験装置内に多賀城市内の実際の構造物の位置関係を再現し、構造物の配置が波の動きに与える影響を明らかにする。その際、構造物の配置を「密集地帯」と「散在地帯」の2通りに分けることで、避難時に構造物の間が広い場所と狭い場所のどちらに逃げる方が有効かを検証した。 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 先行研究では、構造物の間隔が狭いほど、水位・水圧が上昇し、大量の水が狭い隙間を一気に通るため、波の速度は速くなることが報告されていた。しかし、本実験の結果からは、道幅を狭くすればするほど、波の速度は速くなることが示唆された。本件研究では先行研究と異なり、実際の構造物配置に基づき、水の逃げ道ができるように建物を配置していたため、波の勢いが分散しこのような結果になったと考察される。また、映像を分析すると構造物の前で水が滞っており、構造物の間隔が狭すぎると波の速度が遅くなる可能性も考えられる。 【今後の展望／Future potential and its plan】 本件研究で明らかになった構造物の配置が波の動きに与える影響を考慮し、既存のハザードマップの見直しを行う。 【参考文献／References】 ・秋澤綾香：都市型津波の脅威と影響、宮城県多賀城高等学校研究論文集 20212-4、2022 ・佐藤宏紀：中学校理科における跳ね上げ式津波教 材の開発、秋田県総合教育センター平成 23 年度研修員研究集録、43-48、2012 ・日本放送協会「NHK スペシャル運動企画：見えてきた「河川津波」の脅威 命を守る備えは」 <https://www3.nhk.or.jp/news/special/shinsai-portal/7/kasentsunami/>（閲覧日 2023 年 1 月 19 日）



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】石川県立小松高等学校	
【代表者名/Representative's Name】西出 孝正	
【メンバー/Member】上田 梨紗 藤田 怜那 米田 翔一	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】盛田 義弥	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】弓道における弦音の性質について	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 弓道において、弦を離れた際に出る音を「弦音」という。弦音には弓道経験者によって判断される良い悪いがあり、それが射の良さ悪しを決めると言われている。このことに興味をもち、実際の良い弦音と悪い弦音を録音して周波数スペクトルを調べたところ、図 1 のようにどちらにも共通して 234 Hz にピークが見られた。このピーク音が生じるメカニズムを解明することで、弓道に対する理解が深まり、上達につながるのではないかと考えた。	
【目的/Goal】 弦音の良さ悪しに関わらず共通して含まれている 234 Hz のピーク音の発生要因を解明する。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 弦音について先行研究を調査したところ、加賀 <sup>1)</sup> が弦音と矢の速度について、矢の速度が大きい場合、弦音が一定の周期をもった冴えた音を発するというを報告している。本研究では、まだ研究されていない弦音の発生要因に注目し、実験及び考察を行った。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ピーク音の発生要因について、①弓の振動、②弦の弓への接触、③弦の振動のいずれかではないかと仮説を立て、それぞれについて実験を行う。 ①弓の振動の振動数を求めるため、射技の様子をスマートフォンで撮影する。撮影した動画について 0.01 s ごとにコマ送りで解析し、弓が最も引っ張っている状態 (図 2 の a) から元の状態 (図 2 の b) に戻るまでの時間を調べる。この時間を弓の振動の半周期とし、弓の固有振動数を調べる。 これより、弓の振動数は 30 Hz と分かった。 次に、②弦の弓への接触について、弓の上端に剥がれている部分が見つかったことから、弦が弓に接触していることが分かった。これがピーク音の原因であることを検証するために、弦と弓の接触部分にスパーサーとして図 3、図 4 のようにスポンジやタオルを装着し、その状態のまま弦音を録音する。それらの音について周波数スペクトルを調べ、ピーク音の変化を調べる。 実験の結果より、スポンジを取り付けたときとタオルを取り付けたときについて図 6、図 7 のような周波数スペクトルが得られた。いずれの場合も、ピーク音が発生していることが分かった。	

③弦の振動について、弦の長さ、張力、線密度を測定し、図 5 のような弦の基本振動の振動数を求める。張力の測定について、弓道では弓力測定器を用いて弓を引いた状態の張力を測定することができる。先行研究において弓を引く際、手を離してから矢が弦から離れるまでの張力の変化について佐藤 <sup>4)</sup> が報告している。今回、張力を求める際、弓力測定器で測定した張力から、先行研究を踏まえ、元の状態での張力を求める。 測定の結果から、弦の基本振動の振動数が 55 Hz であることが分かった。	
	
考察及び結論 ①弓の振動について、弓の振動数は 30 Hz であったことから、弓の振動はピーク音の要因ではないと考えられる。 ②弦の弓への接触について、スパーサーを装着した場合においても周波数スペクトルにおいてピーク音が見られたことから、弦と弓の接触はピーク音の直接の要因ではないと考えられる。 ③弦の振動について、弦の基本振動の振動数が 55 Hz と分かった。ピーク音の周波数 (234 Hz) は弦の基本振動の振動数の約 4 倍である。ここで弓を引く際に弦を持つ位置に注目する。図 8~図 10 のように弓を引く際に弦を持つ位置と弦の 4 倍振動の腹がほぼ一致する。先行研究で大塚 <sup>4)</sup> は弦の振動において弾いた位置が腹となる倍音が多く含まれると述べている。このことから、ピーク音の要因は弦の 4 倍振動による音ではないかと考えられる。	
	
【今後の展望/Future potential and its plan】 ・234 Hz のピークの音が弦の 4 倍振動による音であることを確かめるために弦を弾く位置を変えた場合の周波数分布を調べる ・悪い弦音にみられる周波数スペクトルの分散の原因などの弦音の良さ悪しの原因について調べる	
【参考文献/References】 1. 加賀 勝 小林 一敏 森 俊男「弓道における弦音と矢の速度に関する研究」.1984 2. 佐藤 明 小林 一敏「和弓の弦の張力に関する力学的考察」.1980 3. 大塚 航平ら 徳島県立城南高等学校「ギター弦の基本振動と含まれる倍音の関係」.2018	

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】三田国際学園高等学校	
【代表者名/Representative's Name】池田 由佳	
【メンバー/Member】林 美楓	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】黒木 薫	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】小水力発電による持続可能なエネルギーの開発	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 電力の発電時に生じる二酸化炭素による温暖化が問題となっている。そのため日本では、2030 年までに化石燃料を使った発電の割合を減少させ(1)、環境に対する影響が少ない再生可能エネルギーを使用した発電の割合を増加させることが目標とされている。それに伴い、現在他の発電法に比べて未開発であり、政府から推奨されている小水力発電を研究することで、目標の達成に貢献できるのではないかと考えた。また、その際に少ない力で発電することができる螺旋型水車を使用し、螺旋型水車の生産性を上げたり、導入の効率化を上げることで需要を高め、再生可能エネルギーを利用した発電法の割合を高めることができると考えた。	
【目的/Goal】 現在問題となっている「電力発電による環境問題」を解決するために、人の生活を利用した小水力発電の模索を目的としている。発電量が少ないという小水力発電のデメリットを解決するために螺旋型の水車を作成し、プロペラの角度を変えて発電量を測定する実験を行った。水車の素材を変えるなど、小型でも発電量を増やせる方法を模索することで、実際に利用できるようなものにするを目指す。さらに、小水力発電での発電量や効率を上げることで、電力のほとんどを火力発電に頼っている日本の現状を変えることに寄与できるのではないかと考えた。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 すでに小水力発電の開発は進められており、プロペラの枚数や材質によって発電量は変わってくるかとされている。また、螺旋型水車は水が低圧で少量でも発電できるメリットがあるが、プロペラの作成が難しくあまり開発が進んでいない。先行研究では、農業水路や上下水道などでの実験、実用化が進められていて、さらに家庭の雨樋で発電できるものも検討されている。私たちの研究では、将来的に家庭用の排水管に設置できる小型の発電装置を取り付けることで自分達の生活の営みで、昼夜関係なく天候にも左右されない発電装置を作成しようと考えている。	

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 私達の研究の最終的な目標は、家庭用の小水力発電機の作成をすることだ。家庭で発電できるようにすることで、人の営みをエネルギーに変えることができる。しかし、一台で発電可能な電流量が少なく蓄電装置が必要であるため、導入にかかる費用が高くなってしまう。そのため、発電装置導入の効率化を図る必要がある。現在、実験装置の設計図を設計し、3D プリンターを用いたプロペラの作成を試みている。それを利用して、家庭用の水道管に設置することを想定した実験を計画している。先行研究において、素材によってプロペラの回転数が異なることが分かっている。(1)また、プロペラの螺旋の角度を変えることも異なることが分かっている。(2)そこで私たちは、角度、素材の違う螺旋型プロペラを使用して比較実験を行い、発電に最適なプロペラを作成しようと考えている。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 今後は、先行研究で 10°より 45°の方が発電量が多いという結果がある(2)ので、まず 45°を基本とし、角度を変えた実験を行う。また、枚数を変えたプロペラを作成したり、プロペラや軸の素材を変えて実際に水を流す実験をし、それによる発電量の違いを調べる。また、3D プリンターで水車を作成し、小規模で発電をする。さらに、小水力発電は一度に発電できる電流量が少量で蓄電装置が必要になるため、同じ再生可能エネルギーである太陽光発電の 1kw あたり初期導入費用は 30 万円であるのに対し、200 万円ととても高くなってしまふ。しかし、年間利益で比べると小水力発電は 5kw あたり 500 万円、太陽光発電は 150 万円と圧倒的に小水力発電の方が利益が大きい。(3)5kw あたりの初期導入費用から考えても、導入した年から利益が出るかと考えて算段すると 3 年目から小水力発電の利益が上がり初め、最終的には小水力発電は太陽光発電よりも多くの利益を得られる。そこで、さらに発電効率をよくして初期導入費用に勝る年間利益を上げることが可能にすれば、小水力発電を使用する人が増加し普及すると思った。そのため、私たちは現存するプロペラより一定時間内の回転数を増やすことを目的として研究する。	
【参考文献/References】 (1)川崎 啓介、福富 純一郎、重光 享受、流水を利用する小型プロペラタービンの実証実験 中国四国支部総会・講演会 講演論文集 52 巻 (2014) <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmeacs/2014.52/0/2014.52_914-1/pdf-char/ja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmeacs/2014.52/0/2014.52_914-1/pdf-char/ja</a> (2)小林 卓朗、天野 虎之介、鷲巣 恵太、螺旋水車を用いた家庭用小水力発電機の開発 公益財団法人山崎自然科学教育振興会 第 32 回 山崎賞 (2015) <a href="https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/h27/153194.pdf">https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/h27/153194.pdf</a> (3)J-WatEr、過疎自治体が注目「小水力発電」課題は初期投資の低コスト化【山陽新聞】全国小水力利用推進協議会、2017/12/7 <a href="http://l-water.org/news/1sanyousinnbunn20171207/#:~:text=%E8%A8%AD%E5%82%99%E3%81%A%E5%88%9D%E6%9C%9F%E6%8A%95%E8%B3%87%E3%81%AF,%E9%AB%98%E3%81%84%E3%81%9A%E3%82%82%E3%81%84%E3%82%8F%E3%82%8C%E3%81%6A%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82">http://l-water.org/news/1sanyousinnbunn20171207/#:~:text=%E8%A8%AD%E5%82%99%E3%81%A%E5%88%9D%E6%9C%9F%E6%8A%95%E8%B3%87%E3%81%AF,%E9%AB%98%E3%81%84%E3%81%9A%E3%82%82%E3%81%84%E3%82%8F%E3%82%8C%E3%81%6A%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82</a>	



ご自身の研究段階は：

☒アイデア

☐予備的な成果

☐研究成果

分野／Areas

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

☒物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying:

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】駒込高等学校

【代表者名／Representative's Name】曾田 悠

【メンバー／Member】岸嶋 佑太、高野山 達寿、橋田英仁

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】横井 悦美

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】物体の落下速度と外乱要因の関係

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】雨降時、雨粒は球体としてはなく葉のような形状で落下すること、雨粒は楕体のため外力により変形しその形状に安定しているのなら、球体よりも葉のような形状の方が物体の落下において安定した形状であるのではないかとという疑問から生まれた。

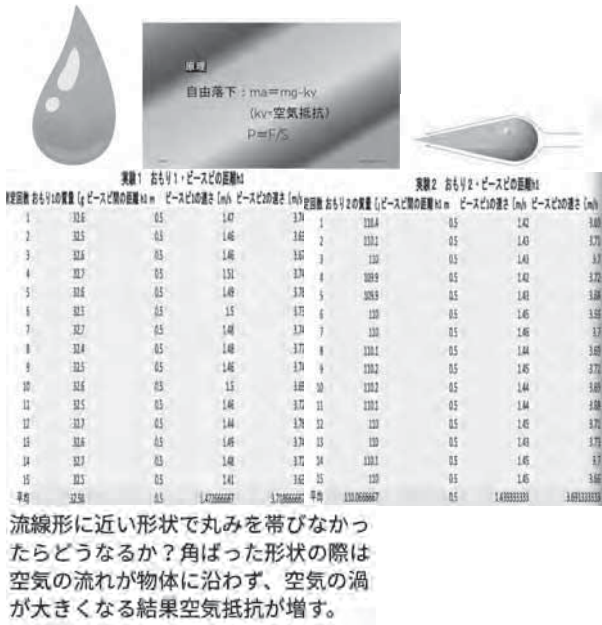
【目的／Goal】球状物体の落下と雨粒状の物体を落下させた時の空気抵抗を比較する。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】雨粒をヒントに物体の移動に最も効率の良い形状を模索することができる。それをもとに航空機等の性能向上を見込める。

【実現性とその手続／Feasibility and its Prospect(Report of progress can also be acceptable)】同じ部屋で物体を落下させる実験を行い、その落下速度を比較する。球状の物体よりも雨粒上の物体の方が落下速度が早いと予測する。

【今後の展望／Future potential and its plan】様々な形状の物体を落下させることで落下速度が早かったグループ、遅かったグループに球状の物体を基準にして大まかに分け、両グループに見られるそれぞれの共通点、また両グループを比較した際の相違点から何が物体の落下速度に影響を及ぼしているのか観察する。

【参考文献／References 】https://talk.yumenavi.info/archives/1101?site=dhttp://majo44.sakura.ne.jp/basic/draft/20.html



ご自身の研究段階は：

☐アイデア

☐予備的な成果

☒研究成果

分野／Areas

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.

☒物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☐数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying：体育・スポーツ

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】駒込高等学校

【代表者名／Representative's Name】日野 信騎

【メンバー／Member】哈 博文 林 悠恒

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】横井 智美

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】電圧と光の明るさ（ルクス（lx））の関係性を探る

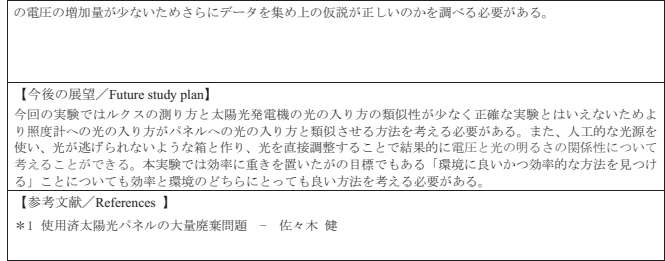
【背景／Background】太陽光パネルには鉛やセレン等の有害な物質が含まれているものが多いと知り（※1）、増加している太陽光パネルの『大量生産・大量廃棄』（※1）は最終的には環境汚染を促してしまうと考え、この状態をどうにかできないかと考えたため。

【目的／Purpose of the research】面積あたりの発電量を増やし、パネルの生産量を減らすことで含まれている有害な物質が与える自然への影響を少なくする。

【研究計画／Research plan】関係を調べるため、ルクス値を測り電圧とルクスの関係について実験する。関係がある場合、比例関係・相関関係があるかを調べる。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】実験方法の条件・地面から50cmの位置で太陽光を使った・単位は照度（Lux\*10<sup>-1</sup>）、電圧（V）を使用した・使用した太陽光発電電気（シリコン太陽電池モジュール（1V250mA）ETMP250-1V）実験①（図1）では光の量を調整する方法として太陽光からの光を直線と考えて、そこから角度を徐々に変えていった。実験②（表1）通常時と10cm程度離れている場所から鏡を使い、光を外から持ってきた時の比較

実験は「①角度の変化、②実際の値の計測」に分けて行なった。実験①では光の増減により電圧が変化するかを調べた。その結果（図1）、太陽から入ってくる光を直線と考えたと面積あたりに入る光が減少し（表1）、電圧が減少する傾向にあることがわかる。そのため、③では光の明るさを測る単位（ルクス（lx））を使い、電圧と関係を調べた。しかし、正確なルクスは測れなかったため詳細には言い切れないが最大値より少なくとも鏡1枚につき2000（lx）以上の上昇（二倍）がわかる（表2）。しかし、電圧では増加量が低く0.7V（1.07倍）程度の増加であり比例しているとはいえない。よって、比例関係ではないが相関性があることが実験①・②より言える。しかし、光はあらゆる方向から飛んできているので近場で集めるだけではパネル（照度計）全体に入る光の量はあまり変化しないと考えた。光量に対して



・研究結果での表

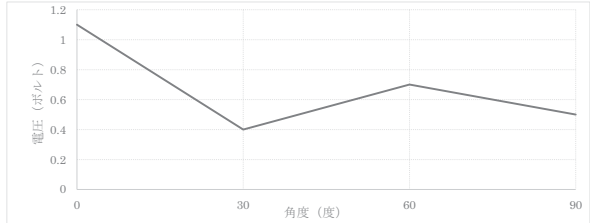


図1 光と電圧の変化

角度(°)	0	30	60	90
比	a	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{a}{\sqrt{2}}$	$\frac{a}{2}$

通常時太陽光パネルに入ってくる光を1とし、太陽光の面積をaとする。

表1 面積あたりにどれくらい光が入っているのか

回数	ルクス値（前）V	（後）	鏡	電圧量（前）Lux*10 <sup>-1</sup>	（後）	
1回	0.9	1.1	一枚	2300	over	4000 ≧ over
2回	1.6	16.7	一枚	2000	over	

表2 実際の値の計測



・実験時の様子



(実験 2)



簡易回路図

③には、 $\theta$ と $I$ が含まれているので、等式が成り立つのか確認しなければならない。 図 10、図 11 より、二つの値が一致しないことから、③の式は成り立っていない。また、図 13、図 14 より②、③の式のグラフが一致しないことから、 $\theta$ と $I$ の値の関係は関数ではない。(図 8) 考察として、ブランコのローレンツ力が $\theta$ を大きく変化させるほど大きくなかったこと、 $\theta$ を分度器で測定したため、有効数字が小さく微細な変化を読み取れていないことなどが考えられる。
【今後の展望/Future potential and its plan】 $\theta$ の大きさには、ブランコの受けるローレンツ力だけでなくブランコの質量も密接に関係しているので、コイルの巻き数を変更し、ローレンツ力による $\theta$ の値が最大になる巻き数を求める。
【参考文献/References】 ・資料一. 慶應義塾大学学術情報リポジトリ 『ローレンツ力に関する学生実験の実践方法』 ・資料二. ハカルプラス株式会社 『電流』 ・資料三. 株式会社エー・アンド・ディー 『電子天びん使用時の注意点』 ・資料四. 株式会社テクノプラン 『磁石の種類と特性』 ・資料五. 株式会社マグファイน์ 『magnet kids マグネットファクトリー〜じしゃくのひみつを学ぼう〜 フェライト磁石の種類』 ・資料六. Electrical Information 『【電流の大きさ: $I = envS$ 】の『導出』と『覚え方』について！』 ・資料七. 産経新聞 『超速射・レールガン(電磁加速砲)を日本独自で開発へ 中露ミサイルを無力化 防衛省が概算要求』 ・資料八. 日経クロステック 『防衛省が電磁砲を実用化へ SF が現実、ゲームチェンジャーなるか』 ・資料九. 日テレ NEWS 『【解説】「レールガン」が実用化？日本の「ミサイル防衛網」研究・開発の最前線』

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】駒込学園 駒込高等学校
【代表者名/Representative's Name】坂口夏樹
【メンバー/Member】國安凌吾 柳澤龍之介 坂口夏樹 山田耀世
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】中島達

発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】ローレンツ力の正確な計測
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 平成 29 年、政府が国家予算案の防衛省の概算要求に、関連経費を盛り込むとしたことを皮切りに、現在では、令和 5 年度予算案にレールガン関連費用として 65 億円を計上するほど、レールガンは注目されている。 防衛省の開発目的としては、緊張が高まっているマッハ 5 以上の巡航ミサイルへの迎撃であり、大量の電力を消費する点や強度の問題など、反対の声も大きい。そんなレールガンについて何も知らずに賛成や批判をするのではなく、知識を持って自分で判断するために今回、レールガンの基本原理であるローレンツ力を調べた。
【目的/Goal】 公式とは異なる実際の値を用いた式を導出し、比較することでローレンツ力を実際に数値計算することができるのか確認するため。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 ローレンツ力の公式 $F = qvB$ を基にした式と公式とは異なる導出の式を用いて、実際に数値計算を行い、二つの式をグラフ化して、差を可視化した点。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ・ブランコの角度 $\theta$ による、二つの式の比較 実験で用いた道具：直流電源装置、ブランコを掛ける支柱(図 2)、自作のコイルのブランコ(半径 0.2mm の銅線を 3m 用いた。正方形の一边は 4cm。高さは 16cm。)(図 3)、U 字型磁石、分度器、導線(ミノ虫・バナナ、ミノ虫・ミノ虫) 1. 図 1 のように、配線を行い、ローレンツ力によるブランコの角度、電流の大きさを計測した。 2. 今回の計算で用いた数値 3. ローレンツ力 $F = qvB$ は、そのままでは今回の数値では求められないため、求めるために変形する。図 4 より、 $mg \tan \theta = qvB \cdot \sin \dots \textcircled{1}$ 4. 図 5 より、 $F = mgr \cdot \sin \theta / L$ とローレンツ力を導出できる。… $\textcircled{2}$ 5. 図 8、図 9 より、①、②の式は値がかなり近く、②の式は公式とかなり近似した値が求められるとわかった。標準偏差も 1 未満であり、誤差も小さいと考えられる。 ・ブランコの角度 $\theta$ と電流 $I$ による、二つの式の比較 6. ①の式と $v = I / e n S$ ( $N$ は数密度、 $v$ は自由電子の平均速度、 $S$ は導線の断面積)より、 $\tan \theta = BL / mgn \dots \textcircled{3}$

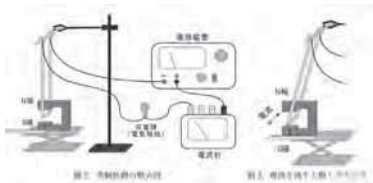


図 1 今回の実験で用いた回路の実態配線図 (豆電球は使用していない。)



図 2 コイルのブランコを掛けた支柱 (スイッチを入れることで、電流を ON/OFF できる。)



図 3 自作した銅のコイルのブランコ



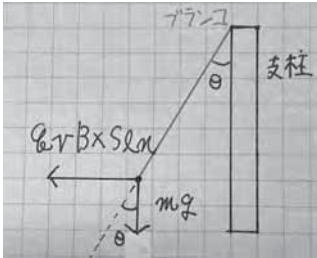


図4 ローレンツ力 $F=qvB$ の変形。  
青で書かれた箇所に注目すると、 $\tan \theta = qvB \cdot Sl/mg$ と言える。(Sは導線の断面積、lはブランコの底辺の長さ、qvBは電子ひとつひとつが受ける力なので、qvB・Slはブランコ全体が受けるローレンツ力を表す。)

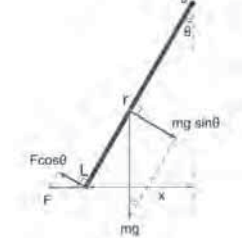


図5 史料一の論文より、三角形の相似を利用したローレンツ力の導出。

ブランコの質量 m (g)	3.58
重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	9.78
銅の電子密度 n (/cm <sup>3</sup> )	$8.5 \times 10^{28}$
磁束密度 B (mT)	400
ブランコの長さ L (cm)	16
重心 r (cm)	14.03

図6 今回の実験で計測した値

回数 (回)	電流 I (A)	ブランコの角度 $\theta$ (°)
1	1.77	5.0
2	1.57	5.0
3	1.68	5.0
4	1.64	5.0
5	1.49	5.0
6	1.44	5.0
7	1.34	5.0
8	1.38	5.0
9	1.34	6.0
10	1.22	5.0

1.38	$1.85481 \times 10^{28}$
1.34	$1.80104 \times 10^{28}$
1.22	$1.63976 \times 10^{28}$

図11 電流 I とローレンツ力 $F_3(BI/m/g/n)$ の関係性

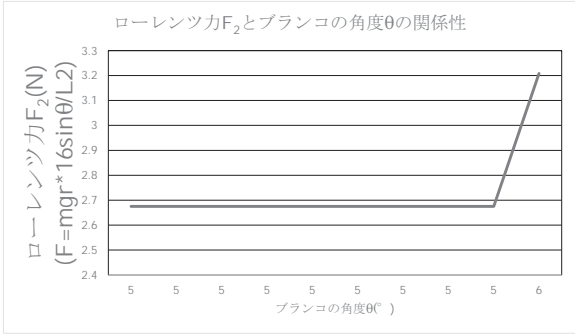


図12

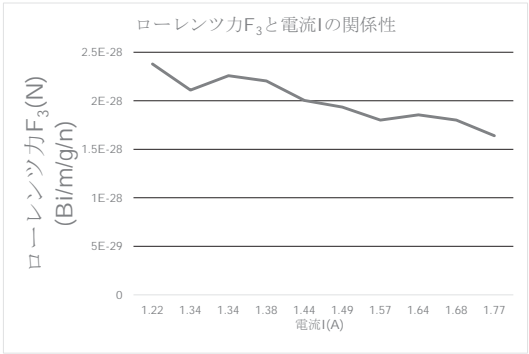


図13

図7 電流 I とブランコの角度 theta の値

回数 (回)	ブランコの角度 $\theta$ (°)	ローレンツ力 $F_1$ (N) ( $mg \tan \theta$ )	ローレンツ力 $F_1$ の標準偏差
1	5.0	3.0632	0.1950
2	5.0	3.0632	
3	5.0	3.0632	
4	5.0	3.0632	
5	5.0	3.0632	
6	5.0	3.0632	
7	5.0	3.0632	
8	5.0	3.0632	
9	6.0	3.6800	
10	5.0	3.0632	

図8 ブランコの角度 theta とローレンツ力  $F_1$  ( $mg \tan \theta$ ) の関係性

回数 (回)	ブランコの角度 $\theta$ (°)	ローレンツ力 $F_2$ (N) ( $F = mgr * 16 \sin \theta / L2$ )	ローレンツ力 $F_2$ の標準偏差
1	5.0	2.6751	0.16862
2	5.0	2.6751	
3	5.0	2.6751	
4	5.0	2.6751	
5	5.0	2.6751	
6	5.0	2.6751	
7	5.0	2.6751	
8	5.0	2.6751	
9	6.0	3.2083	
10	5.0	2.6751	

図9 ブランコの角度 theta とローレンツ力  $F_2$  ( $F = mgr * 16 \sin \theta / L2$ ) の関係性

ブランコの角度 $\theta$ (°)	$\tan \theta$
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
5.0	0.087489
6.0	0.105100

図10 ブランコの角度 theta と  $\tan \theta$  の関係性

電流 I (A)	ローレンツ力 $F_3$ (BI/m/g/n)
1.77	$2.37899 \times 10^{28}$
1.57	$2.11018 \times 10^{28}$
1.68	$2.25802 \times 10^{28}$
1.64	$2.20426 \times 10^{28}$
1.49	$2.00265 \times 10^{28}$
1.44	$1.93545 \times 10^{28}$
1.34	$1.80104 \times 10^{28}$

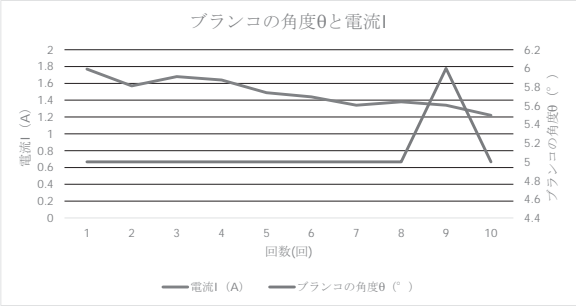


図14



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】加藤 翼	
【メンバー／Member】相原風汰    金井淳多    川合虎之介	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】中島 遼	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ジェンガを倒さないようにする	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ・ジェンガが崩れる条件を調べた。そこで研究していくうちに以下の結果がでてきた。 ・ジェンガが抜きやすさは摩擦が関係していると考えた。ある真ん中のブロックを抜く時、両端のブロックの摩擦力の和が真ん中のブロックの摩擦力より大きければ、真ん中のブロックは抜きやすい。また両端のブロックの摩擦力の和が真ん中のブロックの摩擦力より大きければ、ジェンガタワーの重心がズレてジェンガが倒れることが事が分かった。	
【目的／Goal】 ・建物のバランスをとる上で、必要な力について調べる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 特殊な建造物を建てる際、ジェンガを必要に応じて利用し、シミュレーション実験することができる。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ジェンガを研究することで重さのバランスによって建物の倒れやすさについての研究ができる。 よって、今と違った形の新規建造物を考えるのにこの研究は有効である。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 特殊な建造物の耐久性を考える際に、この「ジェンガ」というブロックゲームからの考え方が有用になるかもしれない。ジェンガを使い、シミュレーションをすることによって、実際にどのような場合に揺れる力や倒れようとする力がはたらくのか、予測し、対策をするのに役立つと考える。	
【参考文献／References】 「ジェンガ」を用いた重心教材の研究―身近なテーブルゲームを用いた教材の提案―	

【実験結果】 ① a を抜いて、続けて b を抜くと倒れた。a を抜いた次に c を抜いた時は倒れなかった。 よって論文の検証結果は正しいと考えられる。 ② ※図 C より、それぞれ抜いた場所が左、真ん中、右×の合計の比がそれぞれ 19 : 34 : 21、27 : 25 : 35、18 : 33 : 22 となった。 ③ 全体が倒れることはなかった。 ④ ※図 D 参照 【実験結果からの考察】 ① ~ ④から、相手の抜いたブロックより上で向きは図1の所を抜くと、自分が抜いた番では倒れないと考えられる。 【考察の検証結果】 5回対戦中4勝1敗となった。対戦途中、相手が抜けられる段の一番上の真ん中を抜いた時に、結果から得た対象のブロックは無くなるので法則に沿っての勝負は完全には出来なかった。 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 検証結果から、 1、ジェンガ全体が一番上の真ん中を先に抜く。 2、相手の抜いたブロックより上で向きは図1の所を抜く。 3、抜いたブロックは、抜かれてる数の多い列の上に置く。 ことにより負ける可能性は低くなると考えられる。  【今後の展望／Future potential and its plan】 実験や検証の結果を元に、よりの確な位置を抜き、完全に勝つための攻略本を作りたい。  【参考文献／References】 論文 <a href="http://hdl.handle.net/10105/00012891">http://hdl.handle.net/10105/00012891</a>
---

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field    最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】武藤陽菜	
【メンバー／Member】武藤陽菜、山澤里沙	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】中島 遼	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】ジェンガで勝つ方法	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 オセロの攻略本のように、ジェンガの攻略本をつくりたい ジェンガで勝ちたい	
【目的／Goal】 ジェンガの攻略法を見つけない	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 法則性を見つけるために、以下の実験を行った。 ① 重心を調べた。 ② 一つのブロック抜いた時の他のブロックの抜きにくさを調べた。 ③ 右列のみを何本抜けば倒れるか。真ん中、左も同様に行った。 ④ 相手の抜いた場所から何段差があるところが倒れやすいか。 ⑤ ※図 A の場所を引くと崩れないか。(①～④の結果から) ⑥ ブロックを上積み上げたときにジェンガ全体を倒さないようにするには、抜かれている数が多い列の上に置く。 【実験方法】 ① 論文に書かれていた重心の検証を検証した。※図B ②一つの面から引き抜けるブロックを一つ抜き、他のブロックがどれくらい抜きにくいかわかるように検証した。抜きにくさは三段階で表した。(○→抜いても他のブロックが崩れない、△→抜けるけど他のブロックが少しずれる、動く、×→片手では抜けない、抜いたら全体が崩れる) 一つのブロックを抜いたら、それを次のブロックを抜く前に戻した。 ③一定の面から抜ける縦のブロックを上段から一つずつ抜いていった。抜いたブロックは戻さなかった。これを右列、真ん中列、左列それぞれで検証した。 ④ ②の結果を並べ替えて表を作り規則性がないかを確認した。 ※ジェンガ一つ一つの重さを測ると一番大きいもの 21g、一番小さいもの 15g で。差が 6g あったが、実験②を5回行い、結果が変わらなかったことからジェンガの積み順番は考慮しなくてよいことがわかった。	

図 A

a＝相手に抜かれた場所、b＝自分が抜ける場所  
相手の抜いたブロックと同じ列の上かつ向きが違うもの



図 B



図 C

赤丸＝抜いたブロック



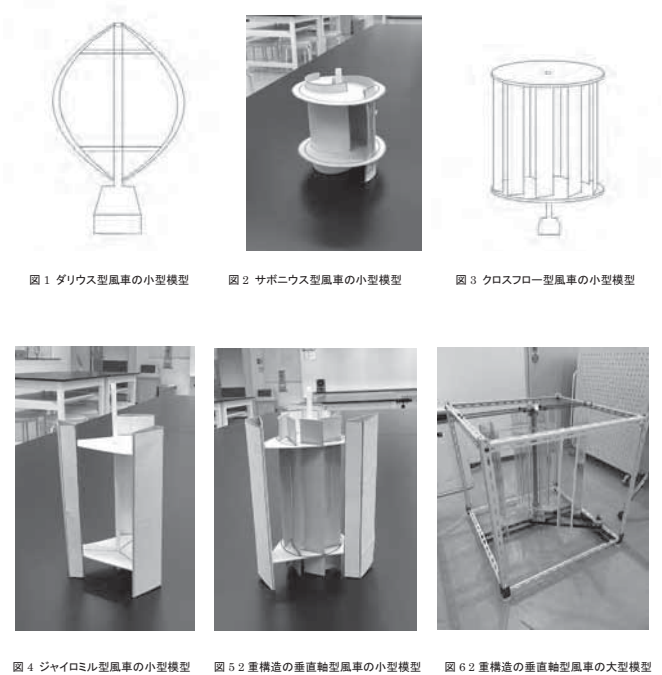
図 D





<b>ご自身の研究段階 (Research Stage)</b> : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】三田国際学園高等学校
【代表者名/Representative's Name】塩田優葵
【メンバー/Member】平田里帆
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】渡邊新大

<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】垂直軸型風車を使用した発電の効率化について
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 現在、日本で行われている発電の多くは火力発電を用いているが、この発電方法は温室効果ガスを多く排出しており、持続可能な資源を使用している場合も少ない[1]。そのため、再生可能エネルギーを用いた発電が注目されているが、効率が火力発電等の発電方法と比べて良くないことや、安定供給できないなどの理由から主要な発電方法としては確立されてはいない。私たちは、再生可能エネルギーの1つである風力発電に注目し、中でも垂直軸型風車を用いた発電の効率化を目指している。そのために、垂直軸型風車の新しい形状を模索し、実際に作成をして回りやすさや回り方の特性等を調べた。現在、検討している形状としては抗力系と揚力系の2種類の風車を組み合わせるもの、私たちの研究している風車は組み合わせや回転の仕組みが新しいものとなっている。そのため、私たちの風車の特性は既に考えられている風車と比較して異なっている。
【目的/Goal】 風力発電などの再生可能エネルギーを主力な発電方法とすることで、資源の消費量を減らし地球温暖化の原因となっている温室効果ガスの排出量の削減に貢献することができ、SDGsの目標13[気候変動]「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」も達成に近づく。その方法を用いて発電を行い国内もしくは世界の消費電力の大部分を賄うことができれば、SDGsの目標7[エネルギー]の「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」という目標を達成に近づけることができる。これには、私たちが着目した風力発電において、大規模な発電で用いられることの多い水平軸型風車の発電効率の向上も重要だが、どの方向からの風を受けても発電することが可能であり、送電ロスが少ない小規模な発電で用いられることの多い垂直軸型風車の発電効率の向上を図ることも重要だと考えられる。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 現在の風力発電の研究の多くは、洋上風力発電などの大規模な発電で多く用いられている水平軸型風車に関するものとなっている[3]。しかし、垂直軸型風車は水平軸型風車と比較して形状の自由度が高く、研究の余地がある。垂直軸型風車には、揚力系の風車であるダリウス型風車(図1)や抗力系の半円筒型の羽2枚で構成されているサボニウス型風車(図2)などの形状がある。これらの形状は、現在風力発電で最も使用されている形状である水平軸型風車のプロペラ型風車と比べて、どの方向からの風でも利用できるというメリットもあるが、効率が劣っているというデメリットがある。また、ダリウス型風車とサボニウス型風車を組み合わせることで発電効率を上げる2重構造の形状も考えられている[4]。私たちは、発電の効率化を目指して研究を進めており、現在は抗力系と揚力系の2種類の風車を用いた発電方法について研究をしている。今回の実験で作成した風車は、内側に抗力系の風車であるクロスフロー型風車(図3)、外側に揚力系の風車であるジャイロミル型風車(図4)を設置するという2重構造の風車だ。抗力系の風車は起動性に優れているが効率が悪く、揚力系の風車は効率は良いが起動性に劣っている。この2種類の風車を組み合わせることで、それぞれの起動性の悪さと発電効率の悪さというデメリットを補い合い、メリットを活かすことができると考えた。また、2つの風車をつけたことで重くなったとしても弱い風で回転するように、それぞれの軸をワンウェイクラッチという1方向の回転のみを動力として伝達できる部品を利用して、内側の抗力系の風車のみで回転するようにした。弱い風があった場合でも内側のクロスフロー型風車のみで回転し、強い風があった場合には外側のジャイロミル型風車も内側とともに回るため、どんな風の強さでも風車が回転することを目指している。
今回の実験では、2重構造の風車を2パターン作成した。1つ目は、形状の把握をするために15cm程度の小型の風車(図5)を作成した。2つ目は、機構を組んだ上での回り方を調べるために、1辺が約80cmの立方体



に収まる程度の大きさの風車(図6)を作成した。1つ目の風車は軸以外をすべて工作用紙で作成したため、外側と内側の風車の軸を付けることはできなかった。2つ目の風車は、羽には軽くて加工が比較的容易に行えるアクリル板を使用した。2種類の風車の接続部分には、先述したとおり外側の揚力系の風車の重さに影響されず抗力系の風車のメリットを活かせるように、ワンウェイクラッチを利用した。また、回転力を活かせるようにボールベアリングという部品も用いた。先述したように既に2種類の風車を合わせた形の垂直軸型風車は考えられてはいるものの、私たちの研究している風車は組み合わせや回転の仕組みが新しいものとなっている。そのため、私たちの風車の特性は既に考えられている風車と比較して異なっている。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実験の結果、工作用紙を用いた15cm前後の風車はどの向きから風を当てた場合でも回転したが、1辺が約80cmのアクリル板を用いた風車は内側の抗力系の風車だけに風を当てた場合のみ回転した。アクリル板を用いた風車は全体の重量が重すぎたこと、接続に用いたワンウェイクラッチが想定していたものよりも重く内側の風車のみで回転させることができなかったこと、羽の角度が揚力を十分に利用できる角度になっていなかったことが今回の実験で課題点として挙げられる。これらの課題を改善するために、行うべきことが大きく分けて3つある。1つ目は、使用する材料を再考し、より軽量で丈夫な素材にすること。2つ目はその風車の回転力に応じて接続部分に用いる部品を変えることや、2つの風車の軸を統一すること。3つ目は軸に対する羽の角度や羽の迎角、形状を風車の回転方向に力を利用できるものに変更すること。これらを行うことで回転するようになり、2重の風車の特性の理解につながるかと考えている。
【今後の展望/Future potential and its plan】 これまでは抗力系と揚力系の2種類の風車を組み合わせた形状のものを、工作用紙を用いた15cm前後の風車や1辺が約80cmのアクリル板を用いた風車を人の手を使って作成し、実験を行っていた。そのため、特に小さい風車においては、設計図内の寸法と実際に作成したものでは誤差が発生していた。また、実際の発電に用いられる風車は現在の実験で用いていた風車と比較して規模が大きいため、空気の粘度の影響の違いなどから実際の発電に用いられる風車と違う結果が得られてしまうことも考えられる。今までは様々な形状の風車を作成しており、それぞれの回りやすさの特性などが直感的にわかるようになっていたが、今後は3Dプリンターを用いることで正確な風車のモデルの作成を行ったり、シミュレーションソフトを用いたりすることでより正しい結果を得ようと考えている。そして、2重構造の風車は効率が良くなるのかを検討し、水平軸型風車の効率化で用いられている風車[5]などの技術を垂直軸型風車にも応用することで、現在用いられている垂直軸型風車よりもより高効率な風車の形状を探っていくたい。
【参考文献/References】 [1]佐藤幹夫「火力発電における低炭素化技術」日本燃焼学会誌第53巻165号(2011年) [2]一般社団法人ターボ機械協会「風車とはターボ機械協会」https://www.turbo-so.jp/turbo-kids6.html (参照 2023-01-20) [3]中井有沙「垂直軸型風車の空力特性に関する研究」三重大学大学院地域イノベーション工学研究科博士前期課程地域イノベーション工学専攻(2017年) [4]テンフィールズファクトリー株式会社「風JIN」http://fu-jin-power.jp/comparison/ (参照 2023-01-20) [5]国立大学法九州大学応用力学研究所 新エネルギー学部門 風工学分野「2-1. レンズ風車/風レンズ(風の局所集中効果)による風力発電の高効率化に関する研究」https://www.riam.kyushu-u.ac.jp/windeng/Windlensturbine.html (参照 2023-01-20)

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage)</b> : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。 Check only one appropriate field.
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
<b>参加者/Participant's Information</b>
【学校名/School Name】立教池袋高等学校
【代表者名/Representative's Name】高橋 歩
【メンバー/Member】
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>
【お名前/Name】後藤 寛
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>
【タイトル/Title】アルコール燃料を用いたパルスジェットエンジン
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 化石燃料の枯渇が心配される現在、安価な穀物やおがくずなどから生成することができるアルコール燃料は注目を集めている。だが、バイオ燃料が有効に活用されているといえるのはジェット旅客機がほとんどで、自動車や熱源などの最も化石燃料を消費する用途では活用できていないのが現状である <sup>1)</sup> 。アルコール燃料を活用するために自動車のエンジンをすべてジェットエンジンに置き換えることもコストや整備などの面から現実的ではない。そこで、アルコール燃料を活用する手段の一つとして、私はアルコール燃料でも動作する「パルスジェットエンジン」を空き缶を使用して製作し <sup>1)</sup> 、アルコール燃料の新しい活用法となるかを検討する。
【目的/Goal】 「パルスジェットエンジン」を身近なステンレス缶の空き缶を用いて製作し(図1)、メタノールやエタノールなどのアルコールを燃料に用いた際の推力や燃焼時間などを計測し、よりよい燃焼条件を探る。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 《実験1 メタノール、エタノール使用時の燃焼継続時間》 メタノールとエタノールを使用した際に燃焼が継続する時間を調べた。またメタノール濃度が100%、80%、60%の比率で混合したものを燃料として用いた際に燃焼が継続する時間について調べた。 1. メタノールとエタノールをそれぞれ1.0mL、1.5mL、2.0mLずつ燃焼缶(図1)に入れた。 2. 全体にいきわたるように軽く振り、3分放置してアルコールを気化させた。 3. 缶の蓋についている余分な燃料を拭き、ライターでつけた火で点火した。 4. 燃焼を継続した時間をスマートフォンのタイマー機能を用いて計測した。 《実験2 台車にパルスジェットエンジンを固定し、燃焼させた際の移動距離》 メタノールを1.5mL、2.0mL使用し、パルスジェットエンジンを台車(図2,3)の上に固定した状態で玩具のブラレールのの上を走らせ移動距離を計測した。 1. ブラレールを8個結合した状態で並べ、裏にメジャーをセットする。 2. 燃料を気化させた状態のパルスジェットエンジンを台車にセットし、メジャーのメモリが10.0cmの地点が台車の車輪の先頭になるようにセットする。 3. 点火し、移動した距離と移動にかかった時間を計測する。



<b>〈実験3 カセンサで推力を計測した際の推力〉</b> 高精度カセンサを用いて製作した実験台（図4）を用いてメタノールとエタノールを燃料として用い、燃焼で発生した推力を計測する。 1. 燃料を気化させた状態のバルスジェットエンジンを準備する。 2. 高精度カセンサを固定した台にセットした。 3. バルスジェットエンジンに点火し、計測する。
<b>【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】</b> <b>〈実験1 メタノール、エタノール使用時の燃焼継続時間〉</b> メタノール、エタノールそれぞれを燃料としたときの燃焼継続時間を図5に示す。 メタノールを使用した場合は、全体的に約10秒間燃焼を継続し、燃料が残ることはなかった。しかし、エタノールは数回爆発音を出したあと燃焼が止まってしまい、燃料も残っていた。 次に、メタノールとエタノールを混合したものを燃料としたときの燃焼継続時間を図6に示す。 1.0mL から1.5mLに燃料を増やした場合では燃焼継続時間に大きな差はなかったが、1.5mL から2.0mLに燃料を増やした際にはメタノールの濃度が低いほど燃焼継続時間の伸びが小さくなった。エタノールのみでは燃焼しなかったが、メタノールと混合することで完全に燃焼させることができた。燃焼時間の傾向もメタノールのみの際と似ていた。 <b>〈実験2 台車にバルスジェットエンジンを固定し、燃焼させた際の移動距離〉</b> メタノールとして使用したときのプラレール上の移動距離を図7,8に示す。燃料の量が1.5mLと2.0mLの場合を計測した。燃料量を増やしても移動距離が比例して伸びなかった。すべての場合において燃料が燃焼しきらずに残ってしまっていた。 また、ガイドとして使用したプラレールがガタガタしていたこと、進行方向をしっかりと固定することができなかったことから台車の走行がふらついていた。 <b>〈実験3 カセンサで推力を計測した際の推力〉</b> まだ実験が完了していないため、予測を示す。燃料量を増やすと推力が大きくなり、また、メタノールの方が推力が大きくなることが予測される。根拠として、まず燃料量を増やすと純粋に1回の爆発で気化する燃料の量が増えるため、1度に燃焼する燃料の量が増え、推力が大きくなると考えられること、メタノールはエタノールよりも気化しやすいため、先ほどと同じように1度に燃焼する燃料の量がエタノールよりも多くなることが予想されるからである。
<b>【今後の展望／Future potential and its plan】</b> 燃料の量や種類がバルスジェットエンジンにどのような影響を与えるのかをより詳しく調べることで、そしてエタノールを主な燃料として使用する方法を考察することがあげられる。そして最終的には、今まで注目を浴びてはいたがあまり活用できていなかったアルコール燃料に、新しい使い道を提案できるようにすることが目標である。
<b>【参考文献／References】</b> 1)経済産業省資源エネルギー庁 HP「バイオジェット燃料政策について」 <a href="https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/koudokahou/biojetfuel.html">https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/koudokahou/biojetfuel.html</a> （閲覧日 2023/1/20） 2)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 航空宇宙システム研究室 「空き瓶バルスジェットエンジンの燃焼時間向上を狙った実験」（倉田 亮佑） <a href="https://gakuen-hachioji.jp/wp-content/themes/cuh/images/presentationpdf/2020/2020_E122.pdf">https://gakuen-hachioji.jp/wp-content/themes/cuh/images/presentationpdf/2020/2020_E122.pdf</a> （閲覧日 2022/11/14）



図1 ステンレス空き缶を使用したバルスジェットエンジン

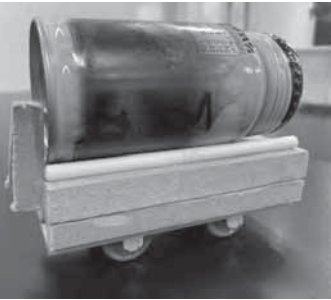


図2 使用した台車



図3 台車を用いて推力を計測した様子

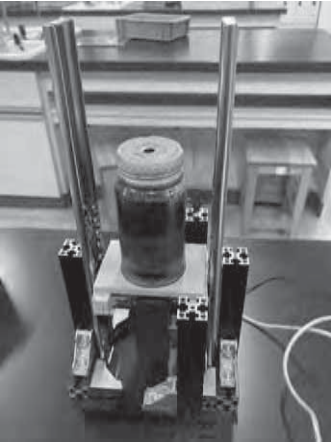


図4 推力の測定に使用した装置

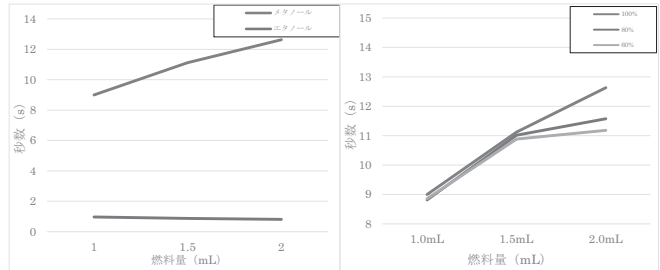


図5 エタノール、メタノール使用時の燃焼が継続した時間

図6 エタノール、メタノール混合時の燃焼が継続した時間

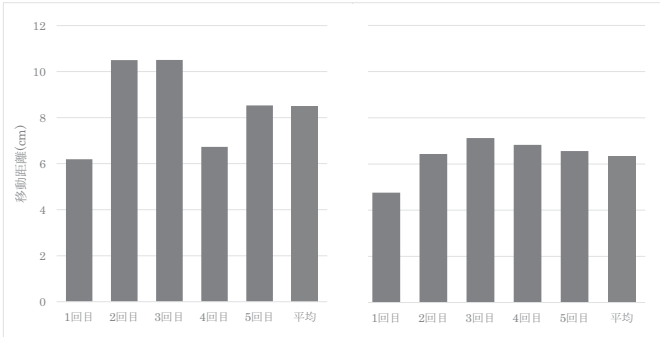


図7 燃料1.5mLの場合に台車が移動した距離

図8 燃料2.0mLの場合に台車が移動した距離

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑を付けて下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】板橋快青	
【メンバー／Member】板橋快青	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】中島達	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】濃度の違いによる食紅の広がる速さの違いの観察	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】アレルギーや花粉症をもっていて気体の広がり方興味があったので調べたかったが、気体は目で確認することが出来ず、気体の広がりを調べるのは難しいため、まずは液体の広がりを調べてみようと思いました。	
【目的／Goal】濃度の違う食紅を滴下し、食紅の広がる速度を調べ、濃度の違いによる食紅の広がる速さに違いがあるか調べる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】メスシリンダーを用意し水を入れ濃度の違う $5.0 \times 10^{-3}$ g/ml、 $7.5 \times 10^{-3}$ g/ml、 $1.0 \times 10^{-2}$ g/ml、 $1.25 \times 10^{-2}$ g/ml の食紅を水面から1.5cmの高さから1回滴下するのをそれぞれ3回繰り返して、映像で記録をとる。映像から一番進んでいる食紅の位置を記録し、その結果をグラフにまとめ、それぞれのグラフを比べる。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】濃度の高い食紅ほど速く下まで到達することが確認できた。またグラフの傾きが一定になった後の傾きは食紅の濃度の高いほど傾きが急になっていることも確認できた。濃度の高い食紅の方が質量が大きいため、重力の影響が大きくなり、水の抵抗の影響が小さくなったのではないかと考えられる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】今回、測ったのは食紅の下への広がり方だけだったが、横への広がり方を調べられる実験を考え、液体がどのように広がるのか知り、気体がどのように広がるか考えられるようにしたい。	
【参考文献／References】 液体の拡散速度の研究 <a href="https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/053055.pdf">https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/053055.pdf</a>	



95. 駒込高等学校

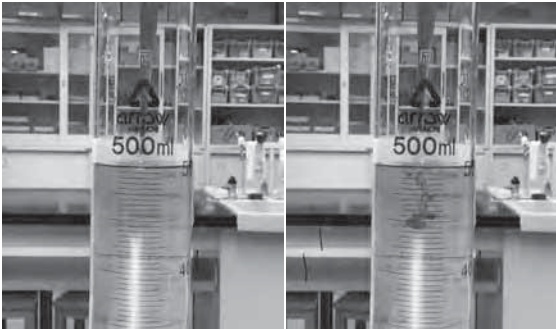


図1 メスシリンダーの目盛りを使った食紅の変位の測定

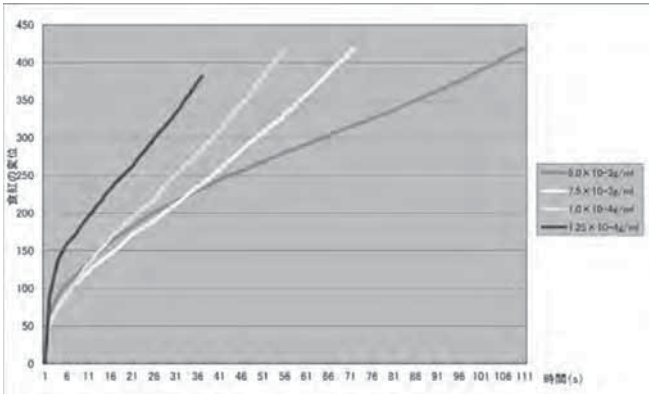


図2 食紅の変位と時間のグラフ

96. 東京都立向丘高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】東京都立向丘高等学校	
【代表者名／Representative's Name】海野晃汰	
【メンバー／Member】海野晃汰	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】別納彩子	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】高校理科の知識を用いたサラサ銃の改造	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 サラサ銃とはサラサのボールペンを切断したり、穴をあけることで割り箸を飛ばせるようにしたものである。私は中学校でサラサ銃を作った遊んだ経験があり、その中でサラサ銃に興味を持った。そこで、高校の知識を使ってサラサ銃を改造したらどのくらい飛距離をのばせるのか研究したいと思い、今回の実験に至った。	
【目的／Goal】 ばねの力や電磁気の力を使ってサラサ銃の飛距離を 30m に伸ばす。また、サラサ銃の飛距離を伸ばしやすい力は何なのか考察する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 サラサ銃はボールペンを簡単に改造し、学生たちが遊んでいたもので割り箸を飛ばす力はばねによる力のみである。そこで今回の研究ではサラサ銃の飛距離を伸ばすために、ばねの力を強くすると、電磁気の力を新たに取り入れ、サラサ銃を実際に飛ばした。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ① サラサ銃の中にばねを足していき、ばねの数と飛距離の関係を調べる。 ② サラサ銃の外側にネオジム磁石をつけて、内側に導線にレールを引く。導線につなげる乾電池の数を増やし、レール上のアルミ玉を電磁気の力で飛ばし、乾電池の数と飛距離の関係を調べる。 ③ ばねと電磁気両方の力を使ってアルミ玉を飛ばし、測定した飛距離からサラサ銃の飛距離を伸ばしやすい力を考察する。 予測：①ばねを増やすことで飛距離は比例して伸びると思う。 ②電磁気の力では、電池 1 つではアルミ玉があまり動かないが、電池 30 個くらいだと元のサラサ銃より飛ぶ。 ③ばねと電磁気の力を使うことでばねの加速とは別に電磁気の力の加速も加わるので 1 つの力のものよりは飛距離は伸びると思う。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 まずは、この実験を進めて結果を出したい。 そのうえでばねや電気の力以外でサラサ銃の飛距離を伸ばせる方法を調べたい。	
【参考文献／References】 なし	

97. 山形県立米沢興譲館高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野／Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】山形県立米沢興譲館高等学校	
【代表者名／Representative's Name】上野 能登	
【メンバー／Member】上野 能登 平 翔雅 渡部 晴也 永岡 世名 船山 諒	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】高橋 渉	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】サーマルサイクラーの自作法の確立～PCR 法を安価に簡単に～	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 教育課程の中で総合的な探究の時間が制定されるなど現在中学校探究活動はより活発になってきている。またそれによって中高生研究のレベルも高くなってきている。しかしその一方で研究活動をこれまでの理科教育の予算で行わなくてはいけない学校もあり、学校間に実験装置の有無における格差が起きている。私たちが注目したサーマルサイクラー(以下本装置)は、生物学や医学の研究で DNA を増幅させるために多く用いられている手法である PCR 法を行う上で、必須の装置である。本装置は、久川真吾氏らが開発した「Ninja qPCR」が最安となっているがそれでも 2 万円と高等学校や中学校の探究活動予算では到底手の出せる価格帯ではない。また設計図等は公開されていて自分達で作ることが可能となっているが製造等高度な技術が求められ、自作も困難である。そこで私たちはさらに安価で中高生の探究活動に根ざした本装置の開発を目指した。	
【目的／Goal】 安価な中高生探究活動に根ざした安価なサーマルサイクラー開発してオープンな形でソースコードや設計図など自作に必要なものを配布して誰にでも作れるようにすることによって、学校間の実験装置の有無による格差をなくすこと。 拡張性を持たせることで、柔軟にさまざまな実験に対応できるようにし、中高生探究活動の質を向上させること。 広報活動をおこなうことによって開発成果を広め、さまざまな中学校、高等学校に導入してもらい、中高生探究活動をさらに盛り上げ、日本における卓越した科学人材の育成に協力すること。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 基本的な設計は概略図 1 の通りである。工夫としてはハードウェア面での無駄を徹底的に省いたことで、これによって 1 万円以内での開発を目標にしている。また、従来の本装置は空冷のものが多かったが、冷却システムを一新し、ファン代の削減と冷却、加熱性の向上のため水冷化した。(実物図 5)制御には組み込み式のマイクロコントローラー「esp32」(実物図 6)を活用した。安価であり「Raspberry Pi」等のオペレーションシステムが必要なマイクロコントローラーに比べてより簡単にアップデートすることが可能である。今後、多くの制御方法を搭載予定で、具体的には USB 有線接続によるシリアル通信、近距離無線通信「Bluetooth」によるスマートフォンやタブレット等の情報端末からの操作などを想定している。また、使用する環境によらず一定のパフォーマンスを維持することができる。加えて、ヒートブロックのアルミ線と	

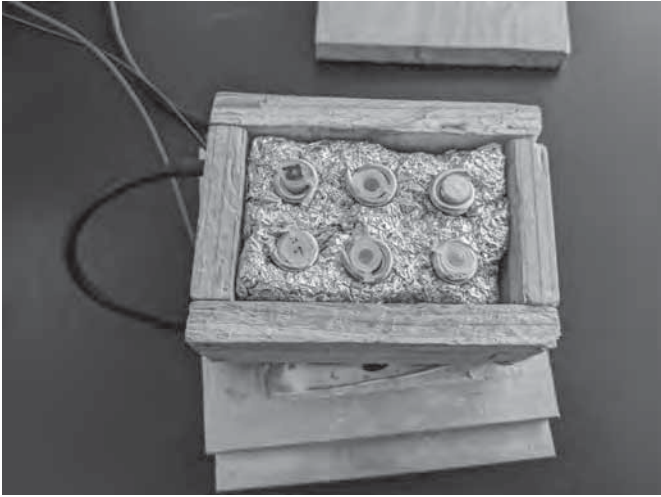
97. 山形県立米沢興譲館高等学校

アルミホイルによる自作法を確立した。(実物図 3)高い熱伝導率のヒートブロックを安価かつ安易に作製することができるようにした。これまで高価格帯でなければ搭載していなかった。ペルチェ素子を搭載することによって室温よりも低い温度のサイクルを可能にし、さらに温度を下げることによってサンプルの保存を可能にした。プロトタイプの全体像を実物図 4 として示した。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 現在の進捗として、電子回路部分が完成して、安定した温度調整を複数回の試行で確認している。水冷にすることによって空冷プロトタイプでは到達することができなかった 1℃付近まで冷却ができた。また、PCR 法の必須上限である 95℃を超えた 100℃も達成した。発表までに実際に PCR 法を試すことによって、DNA 増幅を確認する。ソフトウェアについてもファームウェア側の制御を行う独自関数の作成、制御命令を受け取るモジュールの作成が完了 (図 2) している。これから DNA の増幅をおこなっていく中で不具合を改善することでさらに完成に近づけたい。原価についても 1 万円以内を達成してプロトタイプが完成した。試行によって改善を重ね更なる削減、性能向上に繋げていきたい。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 今後の展望としてプロトタイプの更なる改善、他校に実験的に導入してもらいフィードバックをもらう、中高生むけの雑誌での広報という形で還元と目標達成のためのプロセスを進めていきたい。開発の設計図やソースコードはオープンな形で配布することによって誰でも活用できる形にしていきたい。また、ソフトウェア面でのアップデートや新たなアイデアを発信し続けていくことによって絶え間なく中高生探究活動を支援し続けていきたい。	
【参考文献／References】 [1]草刈徳之 『2021 年 8/10 置賜地区高等学校教育研究会理科部会生物専門部会教員研修会自作サーマルサイクラーの原理と作成方法』 [2]『株式会社島人間、「NinjaPCR」, <a href="https://ninjacpr.tori.stj/ja/index.html">https://ninjacpr.tori.stj/ja/index.html</a> (参照日令和 5 年 1 月 20 日) [3]『文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説総合的な探究の時間編』	

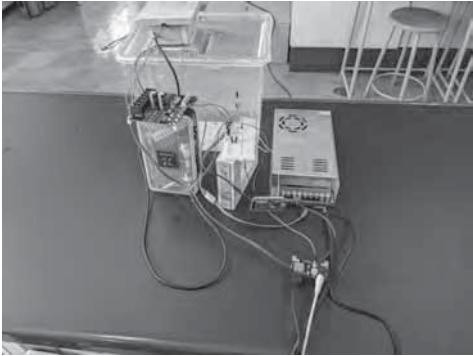




図2 ソフトウェアソースコードの一部



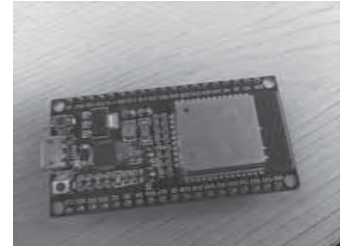
実物図3 ヒートブロック



実物図4 全体像



実物図5 水冷機構



実物図6 マイクロコントローラー

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>	
【学校名/School Name】奈良女子大学附属中等教育学校	
【代表者名/Representative's Name】黒川陸	
【メンバー/Member】黒川陸	
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【お名前/Name】藤野智美	
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】立体音響への応用を目指した強力な音場が別の音波に与える影響の検証	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 私は映画館やライブ会場で体験できる臨場感の高い音楽再生を、自由な場所で手軽に体験したいと感じていた。ここで述べる臨場感とは、多方向からの音声表現による立体音響のことを指す。また、手軽さというのは音楽再生装置の設置コストや携帯可能性のことを指す。既に様々な立体音響技術が開発されているが、高い臨場感と手軽さの両立はまだ実現されていない。そこで、既存システムでは再生不可能な環境でも利用できる新しい立体音響システムの開発を考案した。それは、一つのスピーカーから放出した強力な音波で二つのスピーカーから放出した音声信号を含む音波を反射させ、その反射音を聴くというシステムである(図1)。このシステムでは二つのスピーカーの放出角度を調節することで音の聞こえる方向を立体的に操作でき、システム自体が反射のための境界を作り出すため、物質的な壁がない環境でも反射波を利用できるという利点があると考えている。	
【目的/Goal】 考案した強力音場反射型スピーカーの実現と、その基礎技術となる「強力な音場が空気中で媒質的な境界として振る舞うこと」の検証を目的とする。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 本研究で考案したシステムと既存システムの違いを簡単に示すために、目安となる分類表を作成した(図2)。考案したシステムは強力な音波による別の音波の反射を前提としているが、非線形音響工学の分野においても、そのような事例について述べた文献は見つからない。そのため、本研究の仮説である、「強力な音場が空気中で媒質的な境界として振る舞うこと」が確認され、「音の壁」のように利用できれば、既存の音の反射システムを刷新し、利用環境を拡張できると考える。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 <b>&lt;理論的考察&gt;</b> 強力な音場が媒質の境界のように振る舞うことを予想した理論的根拠を示す。一般的に音波の反射は媒質の境界面で固有音響インピーダンスの差異により起きる。その際の反射率Rは次の(式1)により与えられる。固有音響インピーダンスは音速と密度の積で与えられる定数で、音の伝播のしやすさを表す(式2)。ここで、音波は粗密波であるため密度が周期的に変化し(式3)、音波はその非線形性に起因して音圧が高いほど音速が速くなることが知られている(式4)。また、強力な音場であるほど密度変化と音速変化が大きいと考えるため、強力な音場内では音速と密度の積である固有音響インピーダンスが無視できないほど変化し、音	



場外の静かな空気に対する固有音響インピーダンスの差から境界として振る舞うのではないかと予想した。

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad (1) \quad Z_i = c_i \cdot \rho_i \quad (2) \quad \rho_i = \frac{P_i}{RT} \quad (3) \quad c_i = c_0 + \frac{P_i}{\rho_0 c_0} \quad (4)$$

媒質 1 の固有音響インピーダンス:  $Z_1 [kg/m^2]$       媒質 i の音速:  $c_i [m/s]$       媒質 i の圧力:  $P_i [Pa]$       音波 i の音速:  $c_i [m/s]$   
媒質 2 の固有音響インピーダンス:  $Z_2 [kg/m^2]$       媒質 i の密度:  $\rho_i [kg/m^3]$       媒質の気体定数:  $R$       音波 i の音圧:  $p_i [Pa]$   
媒質の静音時の音速:  $c_0 [m/s]$       媒質の静音時の密度:  $\rho_0 [kg/m^3]$

#### <実験的考察>

実際に複数の超音波振動子を用いて形成した強力な音場に対して別の音波を入射させ、透過波の減少がみられるか確認した。本格的な実験を実施する前に、どの程度強力な音場であれば媒質の境界的作用が望めるのか不明であるため、異なる強度の音場生成装置を3つ製作し必要な音場の強度の目安を調査した(図3)。その結果、超音波振動子の数が1個、2個、10個では透過波の減少が確認できなかった。そこで、本実験では超音波振動子を104個用いてより強い音場を得る実験を行うことにした。以下に本実験を示す。

【実験方法】超音波振動子104個を球状に配置することで中心に強力な焦点(40kHz)を形成し、そこへブザー(中心周波数2.6kHz)で別の音波を入射させ、マイクで透過波の振幅を測定した(図4, 5)。強力な音場(40kHz)のことを、仮定した媒質の境界的振る舞いを強調して「音の壁」と以下で呼ぶ。

【実験の結果】音の壁(40kHz)の振幅を最小にしたときの透過波のスペクトラムを図6に、音の壁(40kHz)の振幅を装置の限界まで大きくしたときのスペクトラムを図7に示す。2.3kHzのスペクトラムはブザーからの入射波の基音であり、4.5kHzのスペクトラムはその2倍音であると考えられる。図6と図7のスペクトラムを比較すると、音の壁(40kHz)の振幅が大きいときに透過波の振幅が減少していることがわかる。スペクトラムが示す電圧から透過率を計算したところ、2.3kHzの透過率が98%、4.5kHzの透過率が87%だった。

【結果の考察】強力な音場へ垂直に入射した音波の透過波が減少した結果から、強力な音場が媒質の境界的な作用を及ぼしていると考えられる。具体的には、強力な音場を境界に反射が起きたため透過波が減少したこと。または、強力な音場を境界に屈折が起きたためマイクの受信位置への透過量が減少した可能性が考えられる。

また、2.3kHzと4.5kHzで透過率が異なった結果から、二つの周波数成分が異なる経路から音場を通過してマイクで受信されたため音場による影響が異なっていたこと、入射波の周波数や振幅によって反射率が変化する可能性が考えられる。

#### 【今後の展望】Future potential and its plan

音場の強度や周波数と透過波の関係を調べたい。また、反射波を直接測定する実験を考案し、強力な音場による反射波が音楽再生技術に応用できるかどうか調査したい。

#### 【参考文献/References】

- [1] 益永翔平, 生藤大典, 中山雅人, & 西浦敬信. (2013, July). パラメトリックスピーカレーを用いた強度面反射型オーディオスポット領域の拡大. In 回路とシステムワークショップ論文 Workshop on Circuits and Systems (Vol. 26, pp. 431-435). [電子情報通信学会].
- [2] 渡辺好章. (2007). 非線形音響と超音波エレクトロニクス. 応用物理, 76 (7), 741-750.
- [3] 中川清隆@立正大学地球環境科学部環境システム学科. 密度の計算. [http://www.es.ris.ac.jp/~nakagawa/met\\_cal/dens.html](http://www.es.ris.ac.jp/~nakagawa/met_cal/dens.html)
- [4] Prof. J. Tsujino. (2000.5.30). 音波の反射と透過. 音響・超音波工学. <http://tsujino-www.ee.kanagawa-u.ac.jp/~TSUJINO/print/soundref.pdf>

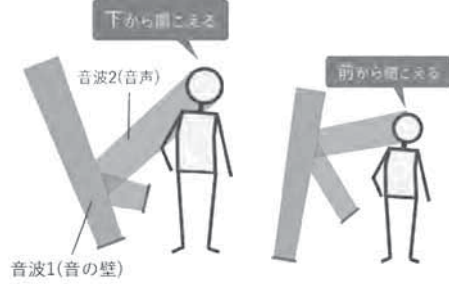


図1 考案した強力音場反射型システムのイメージ

音波2に含まれる音声情報を、音波1(音の壁)で反射させる  
音場の放出角度を調節することで、音の間こえる方向を操作できる

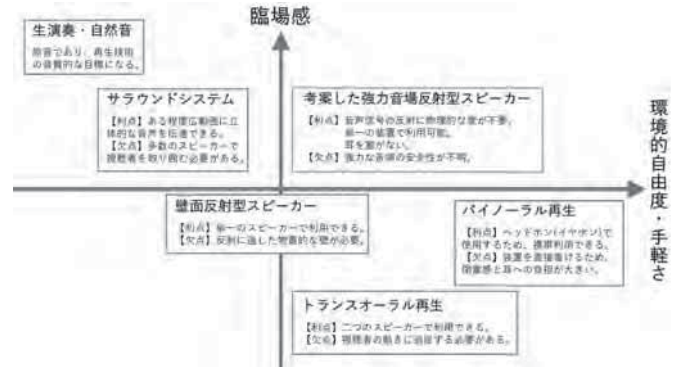


図2 考案したシステムと既存システムの分類目安

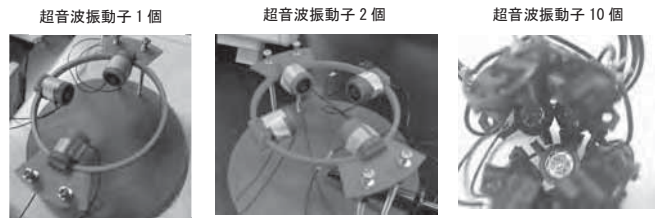


図3 超音波振動子の個数が異なる3つの実験装置

3Dプリンタを用いて装置を自作した。超音波振動子1個、2個、10個では透過波の減少が確認できなかった。写真においてどの部分が音場を形成する超音波振動子であるか指示するためには、複雑な立体構造を説明する断面図などが必要であり、本アプストラクトでは省略する。

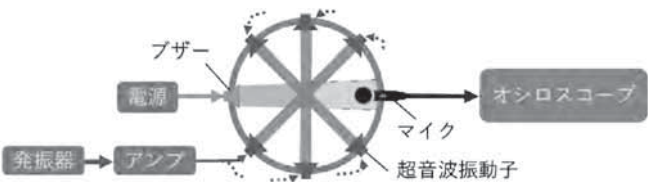


図4 実験装置の構成図

球状に配置した超音波振動子で中心に焦点を形成し、強力な音場による音の壁の獲得を目指す。その焦点を貫通するようにブザーから入射波を放出し、透過波の振幅をマイクで測定する。



図5 自作した本実験の装置

超音波振動子を並べた半球状の装置が二つあり、一方には入射波を放出するブザーが、もう一方には透過波の振幅を測定するマイクが設置されている。二つの半球を合わせることで球の中心に超音波の焦点が形成される。

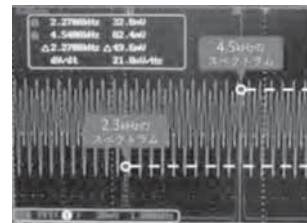


図6 音の壁の振幅が最小のときの透過波

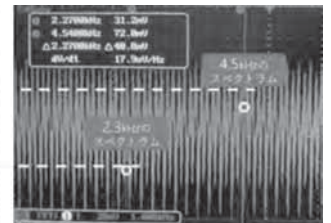


図7 音の壁の振幅が最大のときの透過波

マイクが受信した電圧信号をデジタルオシロスコープへ入力し、FFT機能で周波数ごとのスペクトラムを計算した結果を示す。図6と図7を比較すると、音の壁の振幅が大きいときに透過波のスペクトラムが減少していることが読み取れる。



<b>ご自身の研究段階は：</b> <input type="checkbox"/> <b>アイデア</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>予備的な成果</b> <input type="checkbox"/> <b>研究成果</b>
<b>分野／Areas</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate area.
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 学校法人順天学園 順天中学高等学校
【代表者名／Representative's Name】 ハークタサワル
【メンバー／Member】 高塚海波    小河原大地
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 中原晴彦

**発表内容／Abstract of the Presentation**

【タイトル／Title】 スペンスマルク効果の検証
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 神戸大学が否定的な論説が多かったスペンスマルク効果の証拠を発見したというニュース（※1）を知り、自分達も検証したいと思った。 スペンスマルク効果というのは、宇宙線（宇宙空間を飛び交う高エネルギーの放射線）が地球の下層雲の形成を誘起しているという仮説である。原理的には霧箱の仕組みを地球大気に当てはめたものであり、大気に入射した高エネルギー宇宙線は空気シャワー現象によりミュー粒子などの多量の二次粒子を生じさせ、その二次粒子を核として雲の形成が促進されるとしている。 基本的にスペンスマルク効果の研究は、大学などの研究機関で行われているが高校生でも行うことができるのではないかと考えた。 下層雲のみの雲量を調べるのは困難であったが、その代わり全天の雲量と雲低高度を考えることで検証した。さらに、雲低高度は過去の文献（※2）から上空温度と負の相関を持つことが分かったので、上空温度から考えた。
【目的／Goal】 高校生でも実行可能な方法でスペンスマルク効果を検証する。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 高校生でも出来る程、安価で手軽な方法で大学などで行われているような先端科学の研究に挑戦した。 宇宙線と雲量の関係を調べることで、地球温暖化や気象の大きな要素となる雲に対し、宇宙線という観点から見る事ができる
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 実験方法 ① Cosmic Watch という宇宙線測定器で宇宙線を測定する。 ② 過去の文献（※2）を参考にして、赤外線温度計を使って上空の温度を測定する。 ③ 日本気象協会のサイト（※3）から雲量を調べる。 ④ Google Colaboratory を使い、データを解析する。 Cosmic Watch とは Cosmic Watch（以下 CW）とは、「加速キッチン」が中高生に提供している宇宙線測定器である。 CW 内にはシンチレーターが入っており、そこを宇宙線が通過するとシンチレーターが発光する。その光を

<b>ご自身の研究段階（Research Stage）：</b> <input type="checkbox"/> <b>Idea</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Preliminary</b> <input type="checkbox"/> <b>Result</b>
<b>分野／Field</b> <b>最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。</b> Check only one appropriate field.
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 本郷中学校
【代表者名／Representative's Name】 菅野天智
【メンバー／Member】 敦賀弘晃    湯沢誠    羽島由隆
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 石川理

**発表内容／Abstract of the Presentation**

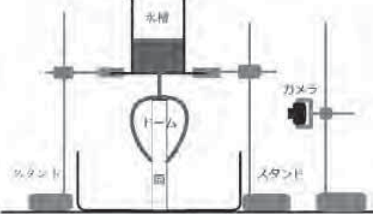
【タイトル／Title】 水のドームの大きさに関する研究
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 キャップのついたペットボトルに上から水道で水を流したとき、【写真1】のような「水のドーム」が形成されることがある。これはキャップの縁から広がった水の膜が下の方で縮まって形成されると考えられる。私たちはこの独特な形に興味を持ち、様々な条件下でのドームの大きさを測定してみることにした。
【目的／Goal】 キャップに水を流した時に形成される水のドームの大きさと、それに関係する条件について調べるため。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 (本実験) 水のドームの大きさを調べる際に、今回は水の「流量」、流れる水の「太さ」、流すキャップの「太さ」を変えて実験した。実際に水道でペットボトルを用いて実験をすると、これらの条件を容易に変えて実験することができないため、自分たちで作成した実験装置を用いた。【図1】に実験装置を示す。水槽の下に開いている穴を指で塞いで水を貯め、指を離してすぐにできたドームをカメラで横から撮影し、その映像からドームの大きさを測定することにした。水槽に水を注ぎ続けながら穴から水を流せば、常に、一定量の水を穴から流すことができる。だが、穴から流れる水が乱れてしまったので、この方法では実験できない。水槽の下穴の穴は大きさを変えることができるよう、3Dプリンターで作成した板(60 mm×60 mm、厚さ 3.0 mm、直径 10 mm と 15 mm の二種類)【写真2】を取り付け、穴には整流網を取り付けた。また、ドームができればよいようにアクリル製の筒(直径 20.0 mm と 30.0 mm の二種類)の上に3Dプリンターで作成した板(直径は筒と同じ)を取り付けて実験した【写真3】。この板は「キャップ」と呼ぶことにする。これは、アクリル製の筒に直接水を流すよりも PLA 樹脂製のキャップを取り付けた方が、ドームができやすかったためである。なお【写真1】のようにドームの下端が筒の表面に触れているときのみ「ドームができている」と判断し、考察の対象とした。穴の直径（2種類）とキャップの直径（2種類）を変えた(2×2=)4種類の条件のそれぞれで、100 ml おきの異なる流量において5回ずつドームを撮影した。
(実験結果) ドームが形成されて解析の対象としたのは、【表2】の条件のときのドームである。これらのドームの大きさを撮影した映像から測った。【図2】に長さを計測した部分を示す。これらの5か所の部分の長さ（横：3か所、縦：2か所）を、映像のピクセル数から計算した。また、これ以降は図中の言葉を使用する。

電気信号に変換し、それを Arduino によって収集・解析している。 CW では、「1 宇宙線の個数、2 宇宙線観測日時（ミリ秒まで）、3 ADC:Arduino で読み取ったアナログ値（検出器が受け取った信号の強さを表す（最小：0、最大:1023））、4    3のデータから計算された SiPM からの信号の大きさ、5    Arduino がデータ処理に要した合計時間（ミリ秒）、6    温度、7    湿度、8    気圧」が記録される。 宇宙線測定データは以下のような手順で保存が行われます。 ① SiPM からの出力を 0～1024 の整数値の値へと変換します。これは（原則として）デジタル制御は整数の値しか扱えないため必要な作業です。 ② SiPM からの出力がある一定の値（閾値）よりも大きい時にデータ保存を開始します。 ③ SiPM の値、ADC の値、時間、温度の値を PC へと送り、保存されます。SiPM は直接デジタルデータとして扱えませんが、ADC の値から逆算することで間接的に得ています。
【今後の展望／Future potential and its plan】 仮説 スペンスマルク効果は下層雲の雲の形成を誘起し、上層雲及び中層雲には殆ど影響しないので、全天の雲量と宇宙線到来頻度には弱い負の相関があると考えた。 また、上層の雲より下層の雲の方が相関が強いと考えた。(得られた雲底高度のデータの範囲を半分にしたとき、半分より高いものを上層、低いものを下層とした。)
【参考文献／References】 ※1 Yusuke Ueno , Masayuki Hyodo , Tianshu Yang & Shigehiro Katoh. Intensified East Asian winter monsoon during the last geomagnetic reversal transition. scientific reports. 2019, ※2 加藤、瑞葉、森本、真紀. 放射温度計観測による空の温度と雲底高度の関係. 岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学.2021, vol.451, p.411-447 ※3 日本気象協会. "tenki.jp", 日本気象協会. 2023/01/20. <a href="https://tenki.jp/press/">https://tenki.jp/press/</a> , (2023/01/20) ※4 気象庁. "過去の気象データ・ダウンロード". 国土交通省. 2023/01/08. <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/rmk/chosei/">https://www.data.jma.go.jp/gmd/rmk/chosei/</a> , (2023/01/08)

水の流量とドームの大きさの関係を【グラフ1】と【グラフ2】に示す。また、各条件での L1 と L2、L3 と W2、W1 と W3 の相関係数をまとめたものを【表3】に示す。
(追加実験) この実験では水槽に初めに入れる「水量」を変化させることによって、単位時間あたりに穴から流れる「流量」を変化させる。そこで追加実験として、水槽に入れる「水量」と、穴から流れる「流量」の関係を調べる必要があった。水槽に 200 ml ごとに目盛りを引き、実験でドームが形成された流量の範囲において、水を流すときに水面が目盛りを通過する時間を計測することで、一秒間あたりに穴から流れる水の「流量」を測定した。これを二種類の穴で実験した。追加実験により分かった、水槽に初めに入れる「水量」と、流れる際の「流量」の関係を【表1】に示す。200 ml おきでしか計測することが出来なかったの間の値は前後の値の平均を考察に使用した。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 (考察) 【グラフ1】、【グラフ2】において、穴の直径が同じでもキャップの直径が違う二本のグラフがほぼ重なっていて、グラフ同士の傾きや切片は類似している。この二本のグラフが重なるものだとするならば、グラフの傾きや切片は穴の直径によって決定されるものだとと言える。ただし、その二本の間に少し差が見られる。しかしどちらのグラフにおいても、穴の直径が 10 mm の二本のグラフはキャップの直径が小さい方のグラフの傾きが少し大きいのに対し、穴の直径が 15 mm の二本のグラフはキャップの直径が大きい方のグラフの傾きが少し大きい。そのため、キャップの直径とドームの大きさの関係については特に見受けられなかった。
【表3】において、相関係数がすべて 1 に近い正の数となっていることから、キャップと穴の条件が同じ時、水の流量が変わるとドームの形は相似になるということが分かる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 水のドームの形を決定する要素（特にキャップの直径）についてさらに調べていくことが今後の課題である。また、水の膜がドーム状に形作られる仕組みや要因についても研究していきたい。その要因としては水の表面張力や、ドームの中と外での気圧の差などが考えられる。
【参考文献／References】 ・一般社団法人 日本機械学会 「流れの読み物 水のドーム」(2022/9/26 閲覧) <a href="https://www.jsme-fed.org/experiment/2017_6/003.html">https://www.jsme-fed.org/experiment/2017_6/003.html</a>

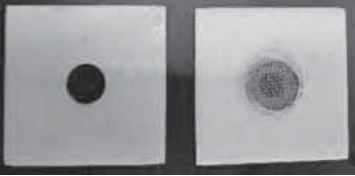


【図1】実験装置



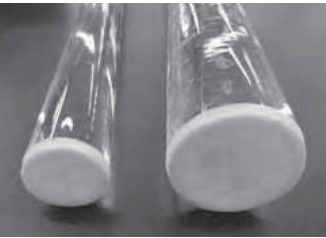
【写真1】穴の開いた板

(左側が直径15mm、右側が直径10mm、この写真では右側の板には整流板がついている)

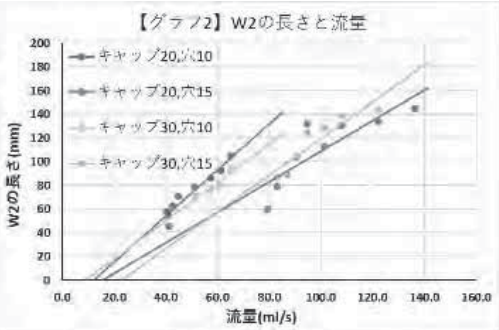
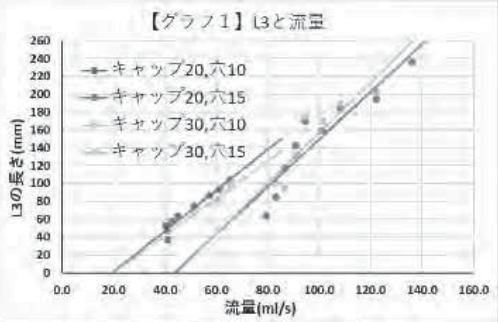


【写真2】アクリル製の筒とPLA樹脂製のキャップ

(左側が直径20mm、右側が直径30mm)



【表2】各条件においてドームが形成されて解析の対象とした範囲

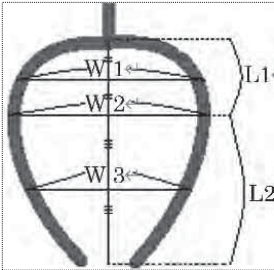


穴(mm)	キャップ(mm)	初めに入れた水量(ml)
10	20	300~1100
10	30	800~1100
15	20	100~900
15	30	200~800

【図2】ドームの大きさの計測方法

(この図のW2は、ドームの横幅が最大のところ引いたものである。)

また、L1とL2を足したものをL3と表す。)



ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☒ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☐ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics & Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 本郷中学校

【代表者名/Representative's Name】 西本 社

【メンバー/Member】 大滝 光喜、蔵屋 将大

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】 石川 理

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】 揚力と回転数の関係について

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

野球やテニスなどで、投げたボールが徐々に上がったり、下がったりすることが見られる。これにはバックスピンが主に関係している。バックスピンとは球体の回転の一種であり、球体の進行方向に対し前方が上に、後方が下に動くような回転のことを指し、バックスピンでは遅く落下するようになる。これは、マグヌス効果と言い、球体の回転に周りの空気が引きずられ、循環が発生し、それにより揚力が発生することで起こる。

【目的/Goal】

円盤の回転数を変えるとそれにかかる揚力はどのように変化するのかについて、本レポートでは、バックスピンにおいてモーターにかける電圧を変えることで円盤の回転数と揚力の関係について考察していく。まず実験①では電圧を変えた時の円盤の回転数を調べた。次に実験②では実験①で求めた円盤の回転数を用いて揚力を求めた。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

今回の実験で用いた実験器具は以下の通りである。

モーター (タミヤ製OP. 6 8 RS-5 4 0 スポーツチェーンモーター)、直径 30.0mm のアクリル円盤、風洞装置、導線、扇風機 (アイリスオーヤマ製DCフロア扇風機PF-4 0 1 F D-W、直径400cm)、電源装置、電圧計、はかり (Angen o 製デジタルスケール電子天秤)、ゴムブロック

写真①は今回の実験で用いたモーターである。高さを調整するために、台としてゴムブロックをガムテープでモーターと固定した。また、風洞装置を作成した。その風洞装置について、写真②~⑥のそれぞれで述べる。

写真②: 今回の実験で用いた風洞装置の全景である。線香の煙を用いて扇風機による風の流れについて確かめた結果、写真の右に向かって流す、すなわち写真とは逆方向に流すと煙が流れなかったため、扇風機の影響を確認できなかった。よってこの実験では写真中の赤矢印方向に扇風機で風を流した。

写真③: 風洞装置の断面図である。

写真④: 風洞装置の中で風の影響を受けないために作成した空間を撮影したものである。その



中に円盤付きのモーター、その重さを量るはかりを入れた。そして、円盤のみ風の影響を受けるように、窓を設置した。

写真⑤：風洞装置を上から見たものである。風洞装置の上に中を見ることのできる透明なアクリル板の窓を設置した。このように円盤のみが風の影響を受けるために、はかりなどが設置されている空間から赤丸のように出した。そして、この中に扇風機の風を黄矢印の向きに流した。また、円盤を今回の実験ではこの写真の時計回りに回転させた。

写真⑥：この写真は風洞装置を左右から見たものである。工作用紙を写真のように組み立てて整流板を作成し、風洞装置の中に入れることで、扇風機の風を真っすぐ流すようにした。

次に実験①と実験②の手順についてである。

**実験①：**モーターに円盤を取り付けて、1.5V から 9.0V まで 0.5V ごとに電圧を変えて電源装置で電流を流した。そして、回転数を測定するスマートフォンのアプリ「Giri」を用いて1分あたりの回転数を測定した。

**実験②：**まず、風洞装置を用いて、モーターに電流を流した。電流は 1.5V から 9.0V まで 0.5V ごとに電圧を変え、また扇風機の風を流すかで実験を行った。そして、10 秒間、はかりが示す値の変化を記録して、その平均値の差を求めた。その値を揚力として、それを 15 回行った。15 個の値の平均値を求めてその回転数での正式な揚力とした。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

**実験①：**表①とグラフ①のようになった。ここで横軸は電圧 (V)、縦軸は回転数 (rpm) を表している。そのグラフはその延長線が原点を通り直線であることから、電圧と回転数は比例に近い関係であると分かる。また、電圧を $v$ 、回転数を $n$ とすると $n = 3088.4v + 275.53$ とある。

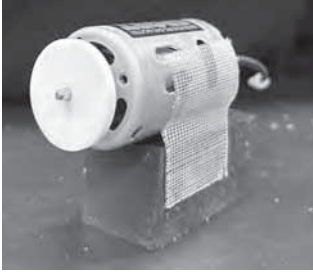
**実験②：**表②とグラフ②のようになった。ここで横軸は回転数 (rpm)、縦軸は揚力 (N) を表している。回転数を大きくすると、円盤に発生する揚力は大きくなることが分かった。それは円盤の回転数が大きくなると空気が引きずられることによる循環により、流れてきた空気が上に円盤の向かうようになるからだと考えた。

【今後の展望/Future potential and its plan】

今回の実験ではタイヤを用いて実験を行ったが、バックスピンにより近似した状況を作り出すために球体を用いて実験を行いたい。また、今回の実験の結果から考えた空気の流れは本当にそうになっているのか線香の煙を用いて確かめたい。

【参考文献/References 】

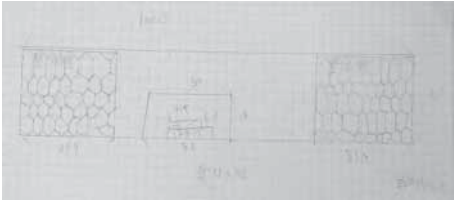
「流れの読み物—マグヌスカップ」、一般社団法人日本機械学会、「ながれの不思議」、2010 年、[https://www.jsme-fed.org/experiment/2010\\_8/001.html](https://www.jsme-fed.org/experiment/2010_8/001.html)



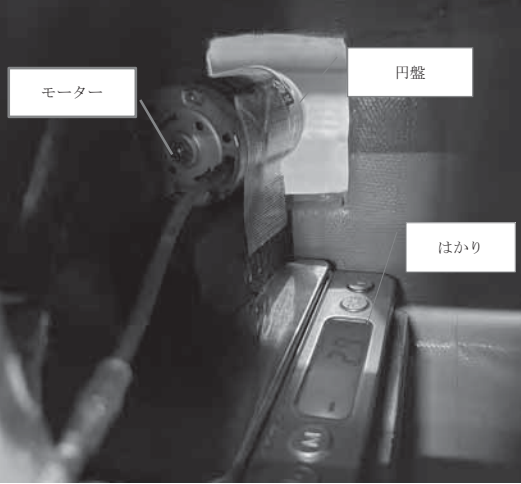
(写真①)



(写真②)



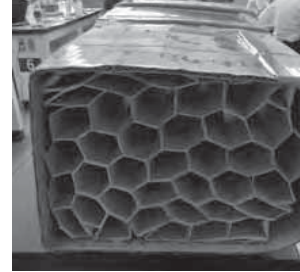
(写真③)



(写真④)



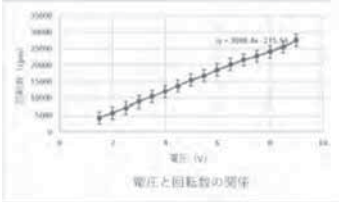
(写真⑤)



(写真⑥)

電圧(V)	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
回転数(rpm)	4279.7	5814.0	7251.3	8963.2	10457.1	11991.3	13687.1	15463.6
電圧(V)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
回転数(rpm)	16793.9	18572.4	20187.4	21640.9	22731.0	24063.4	25516.8	27600.2

(表①)



(グラフ①)

回転数(rpm)	4279.7	5814	7251.3	8963.2	10457.1	11991.3	13687.1
揚力(g)	0.21	0.42	0.27	0.31	0.39	0.31	0.36
揚力(N)	0.002021	0.00413	0.002608	0.003073	0.003827	0.003005	0.003514
回転数(rpm)	15463.6	16793.9	18572.4	20187.4	21640.9	22731.0	24063.4
揚力(g)	0.31	0.43	0.35	0.42	0.40	0.37	0.46
揚力(N)	0.002996	0.004224	0.003439	0.004136	0.003875	0.003671	0.004492
回転数(rpm)	25516.8	27600.2					
揚力(g)	0.58	0.87					
揚力(N)	0.00573	0.008508					

(表②)



回転数 (rpm)	揚力 (N)
500	0.0028
750	0.0042
1000	0.0032
1250	0.0038
1500	0.0035
1750	0.0042
2000	0.0038
2250	0.0042
2500	0.0040
2750	0.0058
3000	0.0082

揚力と回転数の関係

力と回転数の関係

[illegible]

2. 漏斗型モデルの作成において

(1) 渦の観察実験により得られた水流のデータより、市販の漏斗に渦と同じ方向に水の流れを誘導する突起物をつけることを考え（最終的には3Dプリンタでの作成をめざして）漏斗型モデルのサンプルを作った。

→市販の漏斗下部の下部部分を切り落として円錐部分のみとし、防水のビニールテープを折って渦の水流を参考にした角度に貼り付け、ガイド部分を作成したもの（図3）>写真8>

(2) (1)のサンプルと、同様に漏斗の下部を切り落としたガイドなしのものとを比較実験をするため、2Lペットボトルを切断して別の大きな漏斗と組み合わせることで実験器具を作成した。

(3) (2)の実験を繰り返しながら、渦をより早く発生させることをめざして、ビニールテープ製のガイドの角度や長さの微調整を行った。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】

1. 現時点での実現性予測

(1) 漏斗型モデルの検証が必要

→漏斗型モデルのサンプルは一応完成したが、渦発生までの時間にばらつきがある。大きな漏斗で流し込むことで水の流し入れかたを安定させる工夫をしているが、手で水を流し入れていることと漏斗型モデルを取り換えて実験をする形式をとったため、ペットボトル口部と完全に固定できていないために結果に誤差が生じていると考えられ、現時点での漏斗型モデルサンプルのガイドの角度や形状が渦発生と排水時間短縮に最適であるとは言いきれない。

(2) 実験器具の改良により対応可能

→(1)での課題は「モデルをペットボトル口部に装着し固定した実験器具」を候補のガイドごとに毎回新しく作成し、「渦の観察実験時に使用した実験器具」と組み合わせで水の流し入れかたを安定させて検証し直せば解決すると思われる。現在作成した漏斗型モデルでも渦の発生は通常の漏斗より早められるが、上記のようにガイドの角度・幅などの形状を検証し直して3Dプリンタでペットボトル口部にぴったりと装着できるようなモデルを作成できれば、漏斗型モデルを完成させることが可能である。

(3) 漏斗型モデルからキャップ型・筒型モデルへの応用

→(2)の改良器具による実験により漏斗型モデルを3Dプリンタで完成させた後は、作成したモデルでさらに実験を重ね、水流の解析を進めてキャップ型・筒型への応用を目指す。

【今後の展望/Future potential and its plan】

(1) 実験器具をさらに改良して漏斗型モデルの再検証実験を行い、3Dプリンタで漏斗型 Ver.2.0 を作成する。

(2) 完成させた漏斗型 Ver.2.0 を使用してさらに実験を重ねて、水流のモデリングを行い、キャップ型・筒型モデルを作成して、漏斗型との比較検証を行う。

(3) 排水効率を意識した、ペットボトル本体の新たなデザインへの提案、もしくは容易に装着可能な器具の開発を行う。

【参考文献/References】

(1) 「渦度の運動学と力学」福本康秀(九大数理学研究院)

(2) 物理学選書 14 流体力学(前編)今井功(東京大学)

＜写真1＞ペットボトル中にできた渦  
※手首だけを回さず肘から先の腕ごとボトルを回転させる  
渦が発生してから急激に排水速度が上がるのがわかる

＜写真2＞回転アリ

＜写真3＞回転ナシ

※回転させた場合とさせていない場合とは排水速度が倍近く違う

※ ↑渦が発生している

＜図1＞実験器具1  
※攪拌棒使用

＜図2＞実験器具2  
※スターラー使用

＜写真4＞  
攪拌機使用の実験装置

＜写真5＞  
スターラー使用の実験装置

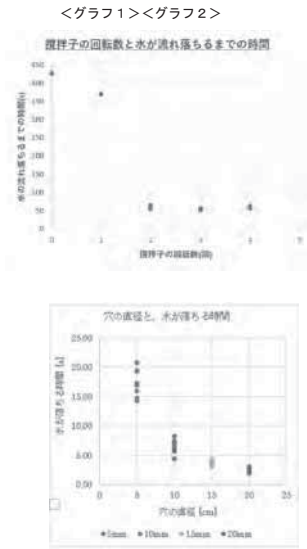
＜写真6＞＜写真7＞ 粉末を混ぜた水で渦を観察する

＜図3＞

＜写真8＞

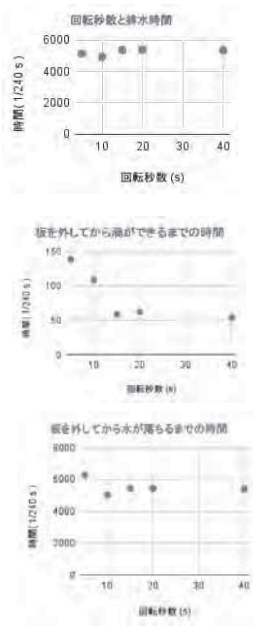
ビニールテープ






※（予備・参考実験）本郷中高科学部：中川・澁川・高木

＜グラフ3＞＜グラフ4＞＜グラフ5＞



ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input checked="" type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに図をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input checked="" type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】 順天高校	
【代表者名／Representative's Name】 佐藤祐紀	
【メンバー／Member】 福原良太 鈴木蒼唯	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】 中原晴彦	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】 構造色で色落ちしない色を作る	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 色落ちしない色はあるのか、またそれは作れるのか 京都大学の 伊藤真陽教授 の先行研究および実験方法の指定 順天高校3年 伊藤碧海さん の探求活動の引き継ぎ 教授の指導の下、基盤にポリマーを使い薄膜を作り、薄膜干渉色を発現させる実験をしてきました。 ディップコートティングとブレードコーティングという2種類の実験を行いました。	
	
左はディップコーティングをして色が発現したもので、 右はブレードコーティングをしたものです。	
【目的／Goal】 狙いの色を安定して発現させ、生活に活用する	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 高性能の機械を使わない点。 高校生の範囲で作れる。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 実験1：初期はディップコーティングで薄膜調整をした。 方法：低速モーターを用いてポリマーに基盤を特定の時間浸して膜を作る。 顕微鏡で乾かした基盤を観察する。 実験2：ブレードコーティングで実験する。 方法：反射する金属の上にテープで隙間を作り、その隙間にポリマーを数滴垂らしてスライドガラスで引き延ばして膜を作る。目視で色の有無を確認する。 結果1：色が出たり出なかったりと毎回同じような結果にはならなかった。	

結果2：実験1の時のポリマーと異なる濃度のものを作成し、データを取り、安定して色を出せる濃度が分かった。干渉色を出すことは安定してできるようになった。
【今後の展望／Future potential and its plan】 色が出やすい濃度に光開始剤を混ぜて、感光実験をし、再度色を発現させる。その後に露光を行い、狙った色を出せるようにデータをとる。
【参考文献／References】 伊藤真陽,シバニア・イーサン,「応力で現れる構造色」,Nature(vol.570),2019年11月 ジョン・グリフィン,メアリー・オケイン,「ディップコーティング:理論とトラブルシューティングの実践ガイド」,Ossila. About Us   Meet The Team   Ossila シバニア・イーサン,「亀裂」と「光」で実現する超高精細印刷. 国立研究科学法人 科学技術振興機構. <a href="https://www.jst.go.jp/seika/bt2020-02.html">https://www.jst.go.jp/seika/bt2020-02.html</a>



横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

タイトル	鳥類の羽毛を利用したマスクの快適性向上の検討
年一組一番	2年一組一37番
氏名	吉永 亜有



104. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

研究テーマ 鳥類の羽毛を利用したマスクの快適性向上の検討

要旨

新型コロナウイルスの影響で真夏でもマスクをつけなければならない状況になった今、ダウンコートや羽毛ぶとんに使われる羽毛を身に纏っていても真夏の活動に支障のない鳥類の羽毛には断熱性があると考え、鳥類の羽毛を利用したマスクを製作した。羽毛を入れたマスクと羽毛を入れていないマスクの表面温度を計測した。また、それぞれのマスクの下にシリコンを置き、シリコンの表面温度を計測した。結果はマスクの表面温度は羽毛を入れたマスクのほうが表面温度が高かったが、マスクの下にシリコンの温度は羽毛を入れたマスクのほうが低く、温度上昇が抑えられているとわかった。以上の結果から羽毛を入れたマスクには断熱性があると考えた。しかし実際に着用し、表面温度を計測すると黒いマスクは羽毛を入れたマスクよりも羽毛を入れていないマスクの方が温度が低かったので羽毛を入れたマスクは羽毛を入れていないマスクよりも断熱性が高いとは一概に言えないとわかった。今後は実験の回数を重ね再現性を確認するとともに、より断熱性が高いマスクを製作するために羽毛の入れ方や量を変えながら試作を繰り返していきたい。

1. 研究背景

夏休みに飛んでいるカラスを見たとき、真夏でも鳥類は羽毛を身に纏っているが熱くはないのだろうか考えた。真夏でも行動に支障がないことから鳥類の羽毛には温度上昇を抑える工夫があるのではないかと考えた。新型コロナウイルスが蔓延しマスクが必須となった今、羽毛に温度上昇を抑える工夫があるのだとすればそれを生かしてより快適性の高いマスクを製作できないだろうか考えた。これまでの研究では真夏の屋外で異なる色のマスクを着用し、表面温度を計測したが結果に違いはなかった。(図2) マスクの色よりも着用時の呼吸で温度が大きく上昇することが確認された。次に、様々な羽色をもつ鳥類の表面温度を計測したが温度に大きな差は見られなかったが鳥類では最も羽毛に覆われている胴体部分の温度が一番低いことが明らかになった。(図4) 鳥類の体温調節の仕組みについて調べたところ鳥類が体温調節に使う羽毛はダウンコートや羽毛布団にも入っている綿羽(めんう)であることがわかった。綿羽を寒いときには広げて空気層を厚くし保温性を高め、暑いときには縮めて空気層を薄くし熱を逃しやすくしていると明らかになった。マスクも同様に綿羽を使用することで断熱性を高められるのだろうか。

104. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校



図1黒いマスクをつけた私とマスクをつけた  
白いマスクをつけたキャストの方



図2黒いマスクをつけた私と白い  
マスクをつけた  
キャストの方の表面温度



図3野毛山動物園のコンドル

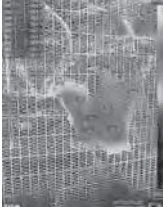


図4コンドルの表面温度

2. 目的・意義

より快適に使用できる羽毛を利用した断熱性の高いマスクを製作する。

3. 研究方法

調査にはiPhoneに接続して使用できるFLIR社のFLIR ONE Gen 3を使用した。調査1羽毛を入れた白い布マスク・黒い布マスク、羽毛を入れていない白い布マスク・黒い布マスク、不織布マスクを外に置き1時間ごとに表面温度を計測する。羽毛を入れたマスクは布、ガーゼ、ゴム紐を用意し型紙の通りに作成した。作成したマスクの表面と裏面の間にダウンジャケットから取り出した羽毛を詰めた。(図6)

104. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校



図5FLIR ONE Gen 3



図6羽毛を取り出している様子

調査2並べたマスクの下にシリコンを置き、1時間ごとに表面温度を計測した。シリコンは『人肌のゲル』という造形用ウレタン樹脂を作成し、使用した。



図7『人肌のゲル』を作成する際に用意したもの



図8『人肌のゲル』を作成している様子

調査3作成したマスクを着用し10分ごとに表面温度を計測し、羽毛を入れたマスクをつけたときと羽毛を入れていないマスクをつけたときの表面温度に差があるのか比較した。

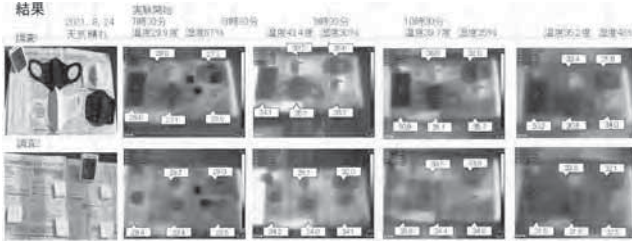
4. 結果

調査1 並べたマスクの表面温度は不織布マスク、白い布マスク、羽毛を入れた白いマスク、羽毛を入れた黒いマスク、黒い布マスクの順に温度が低くなっていると分かった。直射日光が当たっている場所で測定したこともあり、黒いマスクの温度が全体的に上がっていた。

調査2 シリコンの温度は羽毛を入れた白いマスク、白い布マスク、羽毛を入れた黒いマスク、不織布マスク、黒い布マスクの順に温度が低くなっていると分かった。

調査3 白いマスクでは羽毛を入れていないマスクの方が表面温度が低かったが、黒いマスクでは羽毛を入れたマスクの方が表面温度が低かった。

104. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校



8  
図9マスクの温度変化の様子

調査3

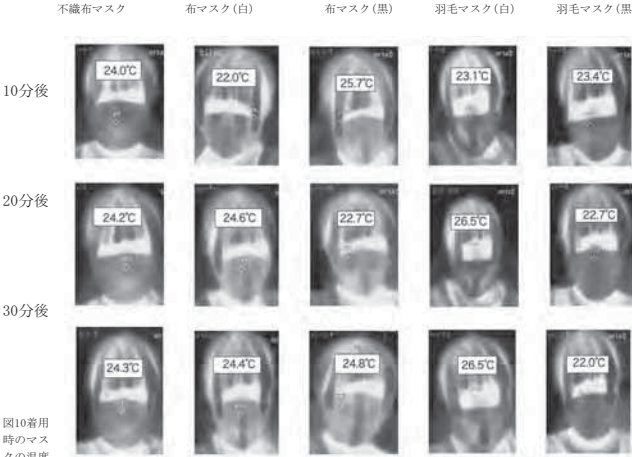


図10着用  
時のマ  
スクの  
温度  
変化の  
様子

5. 考察

結果から羽毛が入っているマスクの方が布マスクや不織布マスクよりもシリコンの温度上昇が抑えられていたので羽毛を入れたマスクには断熱性があると考えた。

表1マスクの温度変化の表

表2シリコンの温度変化の表



マスク計測時間	AM7:30	AM8:30	AM9:30	AM10:30
不織布マスク	26.8	34.1	30.9	30.2
布マスク黒	29.6	39.5	36.6	33.4
布マスク白	27.1	33.1	31.1	30.8
羽毛入り黒	29.6	38.7	35.7	34.0
羽毛入り白	27.2	35.6	32.6	31.6

表3マスクとシリコンの温度変化のグラフ

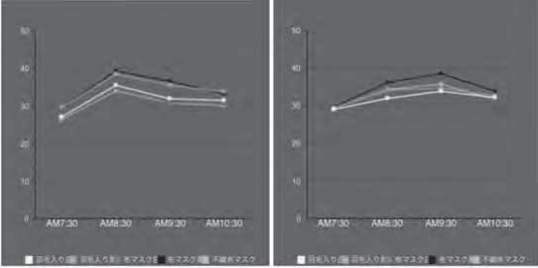
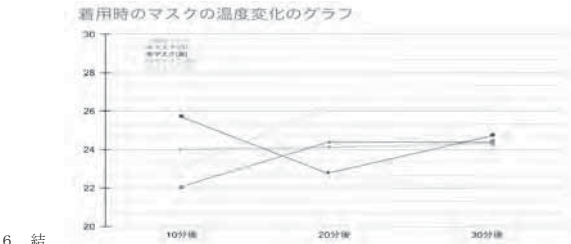


表4着用時のマ

スクの温度変化の表

マスク/着用時間	不織布マスク	布マスク(白)	布マスク(黒)	羽毛マスク(白)	羽毛マスク(黒)
10分後	24.0℃	22.0℃	25.7℃	23.1℃	23.4℃
20分後	24.2℃	24.6℃	22.7℃	26.5℃	22.7℃
30分後	24.3℃	24.4℃	24.8℃	26.5℃	22.0℃

表5着用時のマスクの温度変化のグラフ



6. 結 後の展 調査1と調査2から羽毛を入れたマスクは他のマスクよりもシリコンの温度上昇が抑えられていることがわかった。

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理/Physics ☐ 化学/Chemistry ☐ 生物/Biology ☒ 地学/Earth Science

☐ 数学+情報/Mathematics&Information ☐ その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】埼玉県立熊谷西高等学校

【代表者名/Representative's Name】山下 七雅

【メンバー/Member】松島 穂花

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】山下 敏

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】太陽系天体の光条の形成要因～モデル実験での検証～

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

満月の頃に光条を持ったクレーターが特に目立つようになる。『光条』とは惑星や衛星の地表に隕石が衝突しクレーターが形成される際に噴出物が放射状に広がったものである。<写真 1>

まず昨年度で行っていた先行研究で、未確定であったことについて明らかにし、より深く光条ができるメカニズムを探ろうと考えた。

【目的/Goal】

先行研究でわかったことは次の点である。<\*1> モデル実験で光条ができる要因は、①粒径はシルト以下。<図 2>②衝突面の形状は高さ 2 cm の急な山地の山頂である。③衝突エネルギーと山頂に当たる確率が高くなる球径がうまく両立する。④表土成分より粒径による影響の方が大きいことの 4 点が確認できた。

※また実際の観測結果とモデル実験は、衝突物体とクレーターの大きさの比が同じであることが確かめられ実験の有意性が確認できた。先行研究では未確定だった、⑤粒度分布の範囲が広い方ができやすい。⑥圧力をあまり加えない方ができやすいというまだ確定されていない 2 つを同様の実験装置を使用し探ることとした。<写真 2> また、月以外の天体の光条も探ろうと考えた。私たちの研究での光条の定義は『クレーターを中心に放射状に 3 象限以上、直径に対し光条の長さが 6 倍以上になること』とした。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

○圧力を加える大きさの差

先行研究では加えた圧力の大きさを定量的に測ることができなかった。そこで型の上面を平らにし、その上に重りを乗せることで圧力を定量的に測れるようにした。<写真 3> 衝突面は山地とし、朝鮮力オリンを使用した。結果は光条のでき方に大きい差は見られなかった。しかし、球の当たる場所によって大きな差が見られたため、次に山地の形状による違いについて実験を行った。

○山地の形状の違い

台形、単独峰、双耳峰、連峰状の違いについて実験を行った。<写真 4><図 1> 結果は連峰状の地形で最も光条がよくできた。<表 1>

○粒度分布の範囲の差

粒径の違う 3 種類を使用し実験を行った。<図 2> 仮説として重く大きいものが多いほど光条ができないと推察した。結果はカオリンが入る(粒と粒の間の狭くなる)と光条が良くでき、珪砂 6 号が多いほど光条ができなかった。粒子間の空間が少なく、衝撃を吸収しにくいと光条が良くできることがわかった。

また調査3では羽毛を入れていない白い布マスクと羽毛を入れた白いマスクの温度変化の様子を比べると、羽毛を入れていない布マスクの方がどの計測時間でも温度が低いことがわかった。

しかし羽毛を入れていない黒い布マスクと羽毛を入れた黒いマスクの温度変化の様子を比べると、羽毛を入れた黒いマスクの方が温度が低いことが明らかになった。

以上の結果から羽毛を入れたマスクは羽毛を入れていないマスクよりも断熱性が高いとは一概に言えないとわかった。今後は実験の回数を重ね再現性を確認するとともに、より断熱性が高いマスクを製作するために羽毛の入れ方や量を変えながら試作を繰り返していきたい。

## 7. 参考文献

松原始(2013)『カラスの教科書』雷鳥社

フリーアシステムズジャパン株式会社「研究開発者向け赤外線サーモグラフィガイドブック」最終観覧日2022.2.1https://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T559243/T559243\_IP.pdf

文島大学かいぬし学部 綿羽一ふわふわの断熱素材 最終観覧日2022.1.28 https://www.buncho-univ.com/buncho-research/down-feather/

○水星の光条

月以外の天体の光条について調べたところ、水星には『谷の光条』が存在することがわかった。<写真 5> 強化ガラスにひびが入る感じと似ていたため、仮説として衝突面が硬く、衝突時にひびが入り光条になったと推察した。<写真 6> 衝突面の表土成分は岩石質であり、ケイ素でできているガラス(2mm)を使用し、実験装置を作成して実験を行った。<写真 7> しかし、実験をしたところガラスが粉碎してしまった。強化ガラスについて調べたところ、層構造になっていることがわかった。最初は 2 層構造で実験をしたが、粉碎してしまうことが多かった。そこで 2 層構造をやめ、3 層構造で実験を行った結果、2 層構造の時よりも光条ができた。珪砂 6 号をガラスの上下に敷くと光条が一番良くできた。粒子間の空間が広く、衝撃を吸収しやすいと光条が良くできることがわかった。

○氷天体の光条

この他の天体について調べたところ、宇宙にはエウロパやガニメデなどの氷天体が数多く存在することがわかった。特にエウロパについて調べたところ、光条らしきものが確認できた。<写真 8> 仮説として衝突時に氷にひびが入り、光条になったと推察した。水星の実験と同様の実験装置を使用し、衝突面は厚さを変えた平らな氷とした。結果は光条ができる条件は、ある一定の厚さ(約 2.5cm)と衝突エネルギー(落下高度 80cm)が必要であることがわかった。<グラフ 1> また、衝突エネルギーを固定(落下高度 80cm)した場合、氷が厚いほど光条の数が少なくなることがわかった。<グラフ 2>

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

○月の光条が良くできる条件 <写真 9>

・山頂に当たり、衝突面が粒と粒の間の狭い「衝撃を吸収しにくい」もの

○水星の谷の光条ができる条件 <写真 10>

・硬いガラス質層が間に挟まっていて、硬いガラス質層以外の層は「衝撃を吸収しやすい」3 層のもの

・落下高度と上下の層の厚さがうまく両立すること

※月と水星の光条ができる条件は衝撃の吸収という点で逆であることがわかった。

○氷天体の光条ができる条件<写真 11>

・ある一定の厚さと衝突エネルギーが必要であること

・衝突エネルギーを一定にした場合、氷が厚いほど光条の数が少なくなること

【今後の展望/Future potential and its plan】

・ガラスの厚さを変え、厚さと衝突エネルギーの因果関係について探る

・衝突面の氷の形状の違いによる光条のでき方について探る

・月、水星、氷天体以外の天体の光条について探る

【参考文献/References】

・月に咲く白い火花の謎～さまざまな形成要因について～ <\*1>

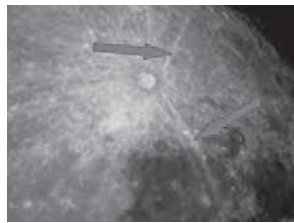
熊谷西高校 2021 市村 香薫 小島 愛梨 橋本 いまり

・「不思議な光条を持つ水星のクレーター」 Excite blog <\*2>

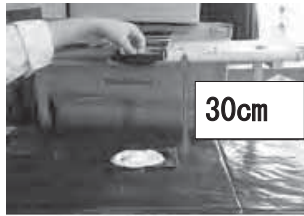
・最新・月の科学 渡部潤一 NHK BOOKS

・クレーターに伴うレイの構造の解明 大阪教育大学附属天王寺校舎地学部





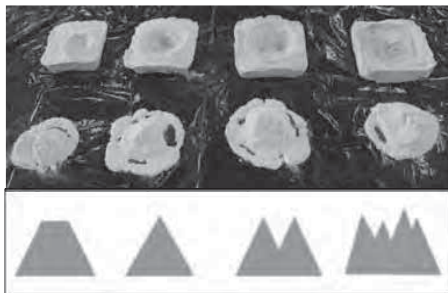
＜写真1＞光条クレーターのティコ  
クレーターの直径が102km、光条(写真の矢印部)の長さが最大1500km、形成年代が1億900万年前と比較的新しいクレーター。



＜写真2＞実験装置  
落下高度を30cmに固定し、金属球の落下地点を正確に調節するための装置



＜写真3＞  
新型の型(左)と旧型の型(右)

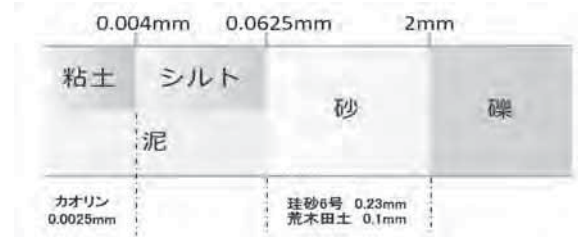


＜写真4＞山地の形状  
左から台形、単独峰、双耳峰、連峰状

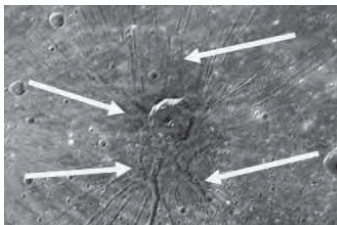
＜図1＞山地の形状の断面図 左から台形、単独峰、双耳峰、連峰状

形状	結果	理由
台形	できなかった	山頂が平面 ⇒球が埋もれてしまう
単独峰	できる確率が極めて低い	山頂が1つ ⇒山頂に当たりにくい
双耳峰	3象限にできなかった	山頂が2つ ⇒山頂が噴射物の妨げになる
連峰状	一番できやすかった	いくつかの山頂がある ⇒山頂に当たりやすい 1つの山頂の高さの差が小さい ⇒山頂が噴射物の妨げになりにくい

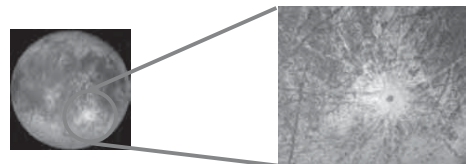
＜表1＞山地の形状の違いによる光条のでき方



＜図2＞実験で使った試料の粒径



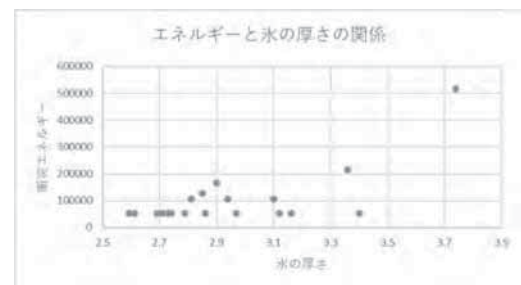
＜写真5＞水星の光条  
月は噴射物が乗ったことでできた山の光条に対して、水星には『谷の光条』が存在することがわかった。原因は未だ不明である。



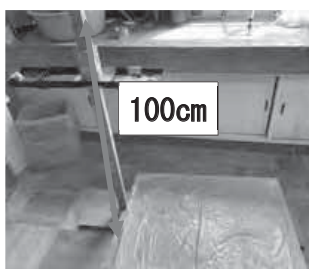
＜写真8＞木星の氷衛エウロパと光条



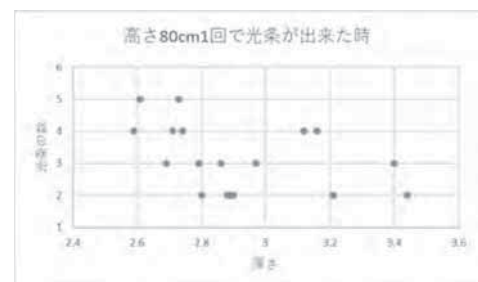
＜写真6＞  
ハンマーでガラスにひびが入った様子



＜グラフ1＞エネルギーと氷の厚さの関係



＜写真7＞実験装置  
上の実験装置で高さ30cmから金属球を落としてもガラスは無傷であった。そのため5cm単位で最大100cmまで落下高度を変えられる装置を作成した。

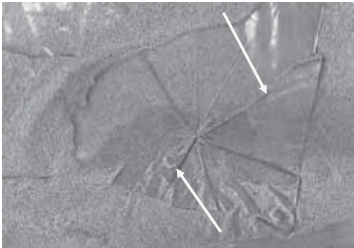


＜グラフ2＞氷の厚さと光条の数の関係

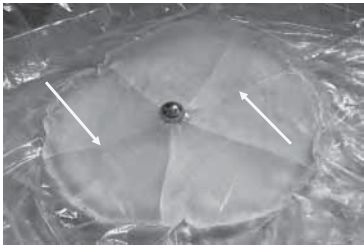




<写真 9>モデル実験で再現した月の光条



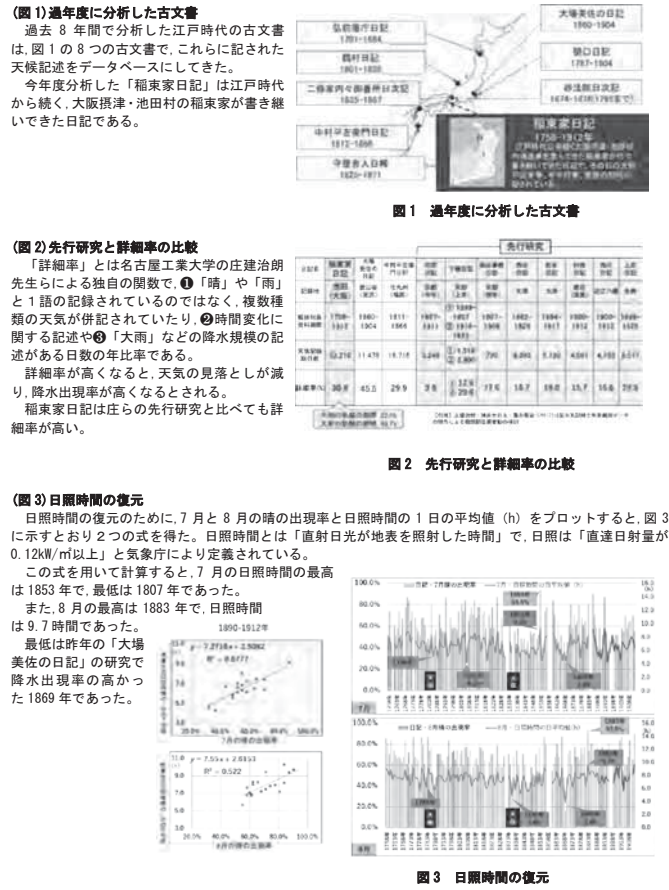
<写真 10>モデル実験で再現した水星の光条



<写真 11>モデル実験で再現した氷天体の光条

研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】池田学園池田中学・高等学校
【代表者名/Representative's Name】龍造寺 萌心
【メンバー/Member】後堂 莉乃・末満 李紗・池田 誠克
指導教員/Supervising Teacher
【名前/Name】池田 由貴
発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】「稲東家日記」の天候記述で江戸時代の気象を復元する
【アイデアの概要とひらめきの背景】 本研究は明治から昭和にかけて活躍した文豪・永井荷風の世評的日記「断腸亭日乗」に記された日々の天候記録にヒントを得て、江戸時代の日記の天候記録を使って、未解明の気象を知ることが出来るのではないかとこの着想が出发点である。 従来、古気象の復元の試料（資料）として、観測値に代わるデータ（樹木の年輪・桜の開花・サンゴ・海洋湖沼の堆積物）などが利用されてきたが、日記の天候記録は主観的で、得られたデータも定性的であるという指摘を受けてきた。しかし、過去 8 年間の 8 つの日記の研究で時間分解能が高いことがわかり、得られたデータから定量的な解析の可能性を見出した（図 1）。 今年度は江戸時代から明治時代末まで、大阪・池田市で長期にわたって記録された「稲東家日記」（1758-1912）を分析した。得られた「天気の出現率」で気象を分析するとともに、大阪で気象台の観測が始まった 1883 年以降の気象台の実測値を使い、回帰分析で降水出現率等が定量的に復元できると考えた。
【目的】 1. 「晴の出現率」を説明変数に、「日照時間(1890 年以降)」を目的変数として推算する。 2. 「曇の出現率」と「太陽黒点数」との関係を考察する [4]。 3. 「降雪日数比」で江戸時代の気温を推定する [5]。 4. 「降水(雨雪)出現率」と記録の精度を測る「詳細率」を説明変数に使い、「大阪気象台の降水出現率」を目的変数として、回帰分析を用いて大阪気象台観測以前(1883 年以前)の江戸時代の「降水出現率」を復元する。 「詳細率」とは、名古屋工業大学の庄建治朗先生の独自の関数で、天候記述が「晴」や「雨」と 1 語で記録されているのではなく、複数種類の天気が併記されていたり、時間変化に関する記述や「大雨」などの降水規模の記述がある日数の年比率をいう [1]。今年度の稲東家日記の詳細率は 30. 8% と、記録の詳細さが高く、先行研究と比較しても精度も高いと言える（図 2）。
【新規性と創造性】 1. 一昨年度、江戸時代末期に書かれた「中村平左衛門日記」（北九州・1812-1866）を分析した結果、「降水出現率」が天候記録の詳しさに着目した「詳細率」の影響を受けていることを確認した。 2. 昨年度、東京の世田谷において代官の妻「大場美佐」が日々の生活や天候を記録した「大場美佐の日記」（1860-1904）と、東京で気象台の観測が始まった 1875 年以降の気象台の実測値と合わせて、短期間ではある

が、回帰分析で定量的な降水出現率の復元を試みた。 3. 今年度は長期間の天候記録がある「稲東家日記」を探し、回帰分析で定量的復元に取り組んだ。
【実現性とその予測】 1. 1890 年に大阪気象台で観測を始めた「日照時間」の復元する上で、7 月と 8 月の日記の「晴の出現率」と日照時間（直射日光が地表を照射した時間）の 1 日の平均値（h）をプロットすると、直線性が良いことがわかった。そこで、単回帰分析で復元すると、7 月の日照時間の最高は 1853 年で、最低は 1807 年であった。また、8 月の最高は 1883 年で、日照時間は 9.7 時間であった。最低は昨年（大場美佐の日記）（東京世田谷・1860-1904）の研究で降水出現率の高かった 1869 年であった（図 3）。 2. 「曇の出現率」と「太陽黒点活動」を比較すると、太陽活動が低かった「ダルトン極小期」に曇の出現率は高くなる。この結果は、宇宙空間から飛来する銀河宇宙線が地球の雲の形成を誘起しているという「スベンスマルクの仮説」を支持する（図 4-1）。過年度のデータを分析しても同様の結果が得られた（図 4-2）。 3. 先行研究から、冬季の気温推定の方法である「降雪日数比」（11-3 月の雪日数を「降水日数」で除して求める）を知り、1883 年以降の 11-3 月の降雪日数比と気象台の 1 日平均気温（℃）の相関を調べた [5]。すると、相関係数 -0. 526 で負の相関があったので、江戸時代と同じ相関があると考え、天保の飢饉の期間の 1838-39 年の冬季シーズンは、降雪日数比が高く気温が低かった可能性がある（図 5-1、5-2）。 4. 気象台観測以前の「降水出現率」と「詳細率」と「日記の降水出現率」をプロットすると直線性がよくなかった。そこで気象台観測以前の「降水出現率」を目的変数として、重回帰分析で復元すると、 $y = -3. 275x_1 + 2. 575x_2 - 0. 007x_3 - 0. 004x_4 + 12. 88x_5 - 8. 209x_6 - 2. 053x_7 + 0. 439$ という回帰式が得られた。補正 R2 は 0. 57 であった。回帰式で復元をすると、降水出現率は、1882 年の 59. 9% が最高値で、1856 年の 13. 6% が最低値であった（図 6、7）。 なお、重回帰分析をする場合のみ、降水出現率と詳細率の欠測年は「5 年移動平均」でうめた。さらに、降水出現率に周期がありそうなデータだったので、説明変数に $\sin \cdot \cos$ などの「周期関数」を使い回帰分析の精度をあげた。復元データを見ると、降水出現率の傾向は 1758 年から 1912 年にかけて徐々に右肩上がりで、江戸時代中期から明治時代の末まで気温の上昇が続いたことを示唆する（図 7）。これは、IPCC のデータや先行研究と一致する。
【今後の展望】 今年度の降水出現率の復元データ（1758-1912）を基に、同じ大阪・池田市で書かれた「伊居太神社日記（1714-1850）」を利用して、さらに時代を遡り降水出現率等の復元を試みる。 また、異常気象が危惧される今日、江戸時代の気象が解明されることで、地球温暖化の人為的な要因と自然的要因を整理して分析するアセスメントとして役立てたい。
【参考文献】 [1] 庄建治朗、鎌谷かおる、富永晃宏：日記天候記録と気象観測データの照合による梅雨期長期変動の検討、水文・水資源学会誌、Vol. 30, No. 5, pp. 294-306, Sep. 2017. [2] Beer, J., Tobias, S. And Weiss, N. (1998) 'An active sun throughout the Maunder Minimum. Solar Physics, 181, 237-249. [3] Mikami, T.: Long term variations of summer temperatures in Tokyo since 1721, Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 31, 157-165, 1996. [4] 宮原ひろ子、ほか：Gradual onset of the Maunder Minimum revealed by high-precision carbon-14 analyses (Scientific Reports), 2021. [5] 田上善夫：11-16 世紀の日本の気候変動、富山大学人間発達科学部紀要 第 10 巻第 2 号 205-219, 2016.





(図 4-1) 曇の出現率と太陽黒点数(「稲東家日記」)

「曇の出現率」と「太陽黒点数」の推移を比較すると、稲東家日記においては太陽活動が低かったダルトン極小期に「曇の出現率」が上昇しており、宇宙空間から飛来する銀河宇宙線が地球の雲の形成を誘起しているというスペンスマルクらの仮説を支持する結果となった[2.4]。



図 4-1 日記の曇の出現率と太陽黒点数(「稲東家日記」)

(図 4-2) 曇の出現率と太陽黒点数(「妙法院日記記」)

平成 30 年に作成した、本校データベースの「妙法院日記記」(京都・1674-1795)では、マウンダー極小期とダルトン極小期に「曇の出現率」が上昇しており、稲東家日記と同様に仮説を支持する結果となった。

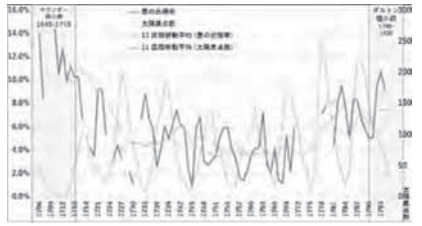


図 4-2 日記の曇の出現率と太陽黒点数(「妙法院日記記」)

(図 6) 重回帰分析の結果

「稲東家日記」の「降水出現率」 $x_1$ と「詳細率」 $x_2$ を説明変数、「気象台の降水出現率」 $y$ を目的変数として重回帰分析を用いて分析を行う。  
これより、 $y = -3.275x_1 + 2.575x_2 - 0.007x_3 - 0.004x_4 + 12.88x_5 - 8.209x_6 - 2.053x_7 + 0.439$  という式が得られた。  
重決定係数  $R^2$  は 0.57 であった。

この時、詳細率と降水出現率の欠測年は 5 年の移動平均で補完した。  
降水出現率に周期がありそうなデータであったので、説明変数に  $\sin \cdot \cos$  などの周期関数を使い精度をあげた。

重回帰分析					
説明変数	係数	標準誤差	t	p 値	調整 R 平方
説明変数 1	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 2	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 3	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 4	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 5	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 6	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 7	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 8	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 9	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 10	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 11	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 12	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 13	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 14	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 15	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 16	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 17	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 18	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 19	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 20	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 21	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 22	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 23	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 24	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 25	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 26	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 27	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 28	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 29	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 30	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 31	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 32	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 33	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 34	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 35	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 36	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 37	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 38	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 39	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 40	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 41	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 42	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 43	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 44	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 45	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 46	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 47	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 48	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 49	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 50	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 51	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 52	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 53	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 54	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 55	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 56	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 57	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 58	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 59	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 60	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 61	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 62	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 63	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 64	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 65	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 66	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 67	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 68	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 69	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 70	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 71	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 72	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 73	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 74	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 75	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 76	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 77	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 78	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 79	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 80	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 81	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 82	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 83	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 84	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 85	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 86	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 87	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 88	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 89	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 90	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 91	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 92	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 93	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 94	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 95	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 96	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 97	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 98	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000
説明変数 99	0.620193071	0.080191219	7.727	0.0000000	0.0000000
説明変数 100	0.680191219	0.080191219	8.488	0.0000000	0.0000000

図 6 重回帰分析の結果

(図 7) 降水出現率の復元

図 6 で、得られた式を使って、1758 年から 1882 年間の「降水出現率(気象台)」を復元すると図 7 のようになる。  
復元期間の降水出現率は、1882 年の 59.9% が最高値であり、1856 年の 13.6% が最低値であった。  
天明の飢饉の期間では、1787 年の降水出現率が 49.3% と高い結果となった。天保の飢饉の期間は諸説あって、1839 年までとされているが、多雨の傾向は 1841 年まで続いている。  
復元を行った 1758 年から 1912 年の期間で降水出現率の傾向が右肩上がりになっており、1758 年から明治時代末にかけて徐々に気温が上昇していたことを示唆する。



図 7 降水出現率の復元

(図 5-1) 「降雪日数比」と周期性及び気温

先行研究を参考に、「降雪日数比」を求めた[5]。降雪日数比は 11 月-3 月の「雪日数」を「降水日数」で除して求める。1883 年以降の 11-3 月の降雪日数比と気象台の日平均気温(℃)は相関係数が-0.526 で負の相関がある。  
江戸時代と同じ相関があると考え、図 5-1 のように、復元期間(1758-1882)で最も気温が低かったと推定できるのは、降雪日数比が高い天保の飢饉の期間のうち 1838 年-1839 年の冬季シーズンだったと考えられる。  
11 月から 3 月の降雪日数比を求めたのは、この期間の初雪と終雪にいたる期間であり、冬季の気圧配置と太平洋高気圧の影響下にある期間だからである。  
詳細な検討が必要であるが、相対的に大きい値のみを考慮すると、およそ数十年の周期があると推測できる。

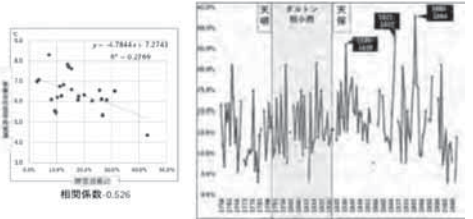


図 5-1 「降雪日数比」と周期性及び気温

(図 5-2) 各月の降雪日数比

降雪について検討するため、各月の降雪日数比を毎月ごとに図 5-2 に示す。この結果より、天明の飢饉の 1788 年は 12 月が寒かった可能性がある。

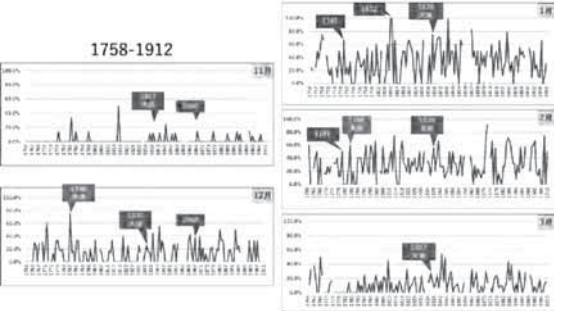


図 5-2 各月の降雪日数比

(図 8) 雨の種類別の年次構成比率(1758-1912)

「大立」「大雨」「大雨」という強い雨と考えられる表記と、雨量が少ないと想定されるそれ以外の「時雨、小雨、白雨、微雨、はらはら、雹、霰」の日数の年次構成比率が図 8 のように得られた。天保の飢饉の期間(1833-1839・期間諸説)に強い雨の年次構成比率が低いことがわかった。  
また、日記前半は水色で示した「白雨」、黄色の「時雨」という表記が多くみられるが、天保の飢饉の期間では桃色の「微雨」という表現が多く、1850 年代以降からオレンジ色の「時雨」という表記が大半になる。これは書き手の影響だと考えられる。

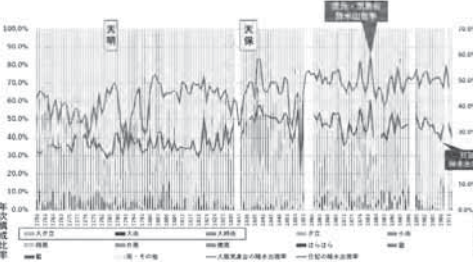


図 8 雨の種類別の年次構成比率(1758-1912)



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】埼玉県立熊谷西高等学校	
【代表者名/Representative's Name】新井 漣沙	
【メンバー/Member】江利川 咲彩 高橋 アンティ	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】山下 敏	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】風の学校～地域・学校の微気象を探る～	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 私たちの学校は風が非常に強い。その原因が学校の立地条件なのか、熊谷市を中心とする地域の特性か、建物の影響によるものか判断できていなかった。そこで、私たちの住む場所（太田・深谷・東松山）で毎日定時に風向・風速のデータを取り、また熊谷気象台のデータとも比較し地域の特性を考えることにした。 熊谷西高校内の風向・風速データおよび、数カ所で風向・風速を観測することにより、校内内の風の吹き方による特徴（微気象）を探ることにした。	
【目的/Goal】 まずは、熊谷周辺地域の風と校内内の風の特徴がどうなっているのか、観測データを集めることにした。文献のリサーチなどから、この地域では春～夏にかけて局地風（海陸風）の影響を受けているのではないかと考えた。また同様に学校内の風の特徴として、ビル風と同じように校舎などの影響を強く受けているのではないかと考えた。それらの仮説を確かめるため、毎日の家や学校での観測と熊谷地方気象台などのデータを使って、地域と学校の風の特徴とその原因について探ることとした。現在、秋～冬のデータの集約と解析をしており、冬の季節風である北西の風の影響を強く受けているのではないかと、精査・分析中である。（図1：観測点と海陸風）	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 ○まず、学校（田畑に囲まれた場所）と熊谷地方気象台（市街の住宅地）＜直線距離で 5km＞の風速・風向の違いを 5 月から 8 月まで比較検討した。結果として風速は平均 0.7m/s であり、春から夏にかけては、学校の風がとりわけ強いというわけではないことが分かった。風向は昼の時間帯では、東から南の風が 70% を占め、海風の影響が強いことが分かった。また学校と気象台の風向・風速の傾向はほぼ同じであった。このことから場所の影響はなく、学校で観測できない時間帯でも、学校の風を類推できることが分かった。 ○地域の風を調べるため、各自の家での観測データと気象台の観測データを集約・解析した。 朝 6:00 の風については、どの地点でも陸風である北からの風が 42% と多かった。 また夜 23:00 では陸風である北からの風が多いが、深谷・熊谷（特に熊谷）は風向が定まっていないことがわかった。朝と夜・各観測点では若干の違いはあるが、北から東の風が 65% と多く、陸風の影響が強いことが分かった。 ○学校の風の特徴を調べるため 16:00 の正門・グラウンドの風向・風速と、風向と大まかな風速を調べるため、校舎の中庭や渡り廊下屋上に取り付けた防鳥テープの動きを観測したデータをまとめて、校内の風の吹き方の傾向を調べた。＜*1＞ 観測から次の傾向が分かった。（図2：校舎の中庭と観測点の位置）	

①渡り廊下・屋上は風の向きとほぼ同じで、渡り廊下は常に風が強い。 ②中庭は弱い風では反時計回りの循環、反対の北向きの風を形成する。 ③体育館横ではグラウンド側と合宿所側では南西風となり、中間の中庭では反対の北東風となる。 ○これらの観測結果と分析を受けて、その原因を風洞と学校のスケールモデル（縮尺 1：1000）を作成し実験を行った。＜*2＞ 「風洞実験の結果」＜観測点上に橋系をつけたものと、ドライアイスの煙で確認＞ ＜南から東の風＞  ・風洞実験を行ったところ観測結果と同じ結果だった。 ・渡り廊下の風が強いのは体育館と校舎の影響で風が収束している。 ・体育館の脇の風も校舎の影響を受けている。  学校内の風向や風速は建物の影響が大きい （図3：実際の観測と風洞実験の結果） ＜北の風＞（風洞実験から） ・屋上と渡り廊下はそのまま北方向に吹く。 ・北の風が HR 棟の校舎にぶつかって跳ね返って戻る。そのため中庭はほとんど風が吹かない。 ・体育館の脇では南から東の風の時と同様の風が吹く。 【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 春から夏の熊谷周辺地域の風は、局地風（海陸風）の影響を強く受けていることが、観測からはっきりと分かった。＜*3＞よって昼は南から東、夜は北方向の風が多くなる。しかし熊谷付近は 23：00 頃ではまだ海風の影響が残っており、風向が一定しない。これは、荒川と利根川に挟まれているため海風が流入しやすくなっていると推察できる。6:00 になると完全に冷え込み、陸風優位となる。学校内の各観測点の風は校舎の配置、特に体育館と HR 棟の影響を強く受けていることが、観測と風洞実験より確かめられた。校舎の影響をあまり受けない屋上や、収束する渡り廊下では風向はグラウンドなどと同じである。また中庭では 5m/s 以下の風の時は反時計回りの循環や校舎で反射する風となる。それより強い時は、渡り廊下と同じ風向となる。体育館脇の観測点は校舎の影響を受けるが、それ以外の場所は体育館を回り込み上空と同じ風となる。風洞で確かめた冬の季節風の北西風については、今後観測で確認していく予定である。また、海陸風と季節風の影響などの時期に入れ替わるのか、影響の変化なども観測から確かめ解析しているところである。 【今後の展望/Future potential and its plan】 ・各家での観測結果から、秋から冬の地域の風の特徴を探る。 ・秋冬の学校での観測データから学校の風の特徴を捉え風洞実験の結果と照らし合わせる。 ・1年を通しての地域の風と学校の風の特徴、およびその原因について推察する。 【参考文献/References】 建物のまわりの風の流れを調べてみよう 熊本大学 工学部 国立大学 5 5 工学系学部 HP＜*1＞ 風と羽根のコラボレーション2-回って、回って、回って、変わる！-シゼコン 自然科学観察コンクール＜*2＞ 海陸風の季節的特性 藤部 文昭 天気 28 (6) P367-375 1981-06 ＜*3＞ 気象庁熊谷地方気象台ホームページ（データ引用） 国土地理院ホームページ 埼玉県熊谷市の地盤 ジオテック株式会社 熊谷市公式ホームページ太田市公式ホームページ 東松山市公式ホームページ	
---	--

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	
【代表者名/Representative's Name】長谷川天兵	
【メンバー/Member】	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】尾崎 健	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】地層製作方法の確立	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 以前学校の校外研修で城ヶ島地層見学に行った際、スランプ構造の観察を行った。その後詳しく調べると、スランプ構造は未固結堆積物が水底の斜面を重力によってすべり下ることすなわち海底地すべりで形成された構造だと知った（参考文献1）。そこで、スランプ構造が起こるとき地の層の硬さは、ある一定の硬さでないとスランプ構造が形成されないのではないかと考えた。なぜなら、地層の凝固が強く、ほぼ固まった状態だと断層できてしまい、地層の凝固が弱く、下の地層の上に積もっているだけのような状態だと、地層が崩れて地層が混ざってしまうのではないかと考えたからだ。そこで、スランプ構造の発生する地層の密度などの条件の発見のために、地層の模型を製作することが必要だと考えました。そのため、地層の製作方法を確立する必要があると考えた。	
【目的/Goal】 地層を構成する物質の種類や大きさのばらつきによって地層を製作する為の方法に違いが出るのかを調べる。また、地層の製作方法の確立をすることで、断層や褶曲などの地質構成の再現を行う実験が今行われている弾力性に優れたスポンジ（参考文献2）で再現するなどの方法に加えて、実際に地層を形成する物質で行うことが出来るので、地学の教育をよりわかりやすくする。 さらに、ボーリング調査などで地層の組成を確認しその模型を製作することで、地滑りや地盤沈下、液状化現象などの災害の予測につなげ、SDG s の 11 番の「住み続けられるまちづくりを」の目標に将来の都市開発事業に新たなデータの可能性の追加としてつなげる。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 今までスポンジ（参考文献2）のような代用素材を使用した主に褶曲などの地質構成の再現は行われてきたが、実際の素材を使用した実験はあまり行われていないため、今回地層を製作できるようになることが出来れば、実際の素材を使用した再現実験を行うことができ、より実際に起こる物に近い再現実験を行うことが出来るようになると思う。	

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 1.材料 今回使用した材料は、以下の三種類だ。 ・木の板材を組み合わせ箱状にしたもの（図1） ・クランプ（図2） 今回は、地層を構成する物質の大きさにばらつきを持たせるため、以下の三種類の土を使用した。 ・鹿沼土 ・腐葉土 ・パーミキュライト 2.実験 箱の底面にペーパータオルを敷き、上にパーミキュライト、鹿沼土、腐葉土の順に重ね、上にペーパータオルを載せて最後に木の板を載せた（図3）。 そして、上下をクランプで挟んでクランプを回して少しずつ圧力をかけた（図4）。 十五分ほど押し続けることで上に戻らなくなった。 そこで、周りの木の板を外し中身を確認したところ地層ができていることが確認できました（図5）。 総重量は、370グラムで、比較的簡単に作ることができた。 3.考察 今回地層製作に成功した事により、ある程度（1cm 程）の大きさの粒が含まれていても地層を製作可能だということがわかった。 また、間にペーパータオルを入れたことで土の水分を吸収し、水っぽくなるのを防ぐことができた。 しかし、クランプで圧力をかけている際に地層のほうがかかり固くなり、一人が抑えてもうひとりが回す必要があったため修正する必要があると感じた。 【今後の展望/Future potential and its plan】 1.容器について 今回使用した容器は、木の板を使用したため地層を製作している際の中の様子を見ることができない状況だったので、将来的にアクリル板を使用した箱を製作し製作中の様子を観察できるようにしたいと考えた。また、上面、底面に穴を複数開けて水分を抜かれるようにしたいと考えた。 2.土について 今回の実験では、3種類の土を限定して実験を行ったため、実際に地面の地層を再現しようとした際に製作できない可能性があると考えました。そこで、粘土や火山灰を用いた追加の地層製作実験を行う必要性があると考えた。 3.クランプについて 力を加える際クランプでは複数人の人がいるのに加え、かなり力が必要なため簡単に地層が作れるような力の加え方を見発する必要があると考えた。 4.展望 今回の実験で地層は作れるとわかったので今後は、断層や褶曲などの地質構成の再現実験や地すべりや液状化現象などの災害の再現実験などを行い、具体的な発生条件の発見につなげたいと考えた。 一【参考文献/References】 （参考文献1）産業技術総合研究所 地質調査総合センター 絵で見る地球科学   スランプ構造 絵で見る地球科学   地質を学ぶ、地球を知る   産総研地質調査総合センター / Geological Survey of Japan, AIST (gsj.jp) （参考文献2）理科とか苦手でした 【地層の重なりと過去の様子3】 断層と褶曲 <a href="https://rikaitime.blog.fc2.com/blog-entry-4310.htm">https://rikaitime.blog.fc2.com/blog-entry-4310.htm</a>	
--	--



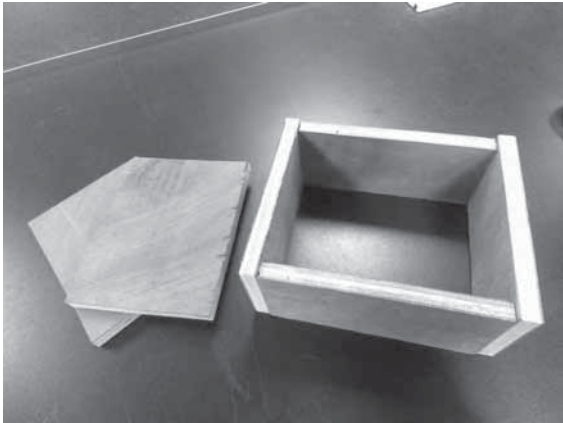


図 1  
内寸...幅 12cm 長さ 15cm 深さ 7.5cm



図 2  
左 腐葉土、中央 パーミキュライト、右 鹿沼土

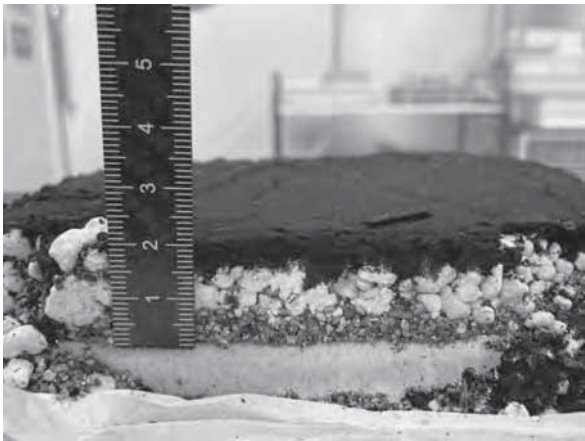


図 5  
上から腐葉土、鹿沼土、パーミキュライト

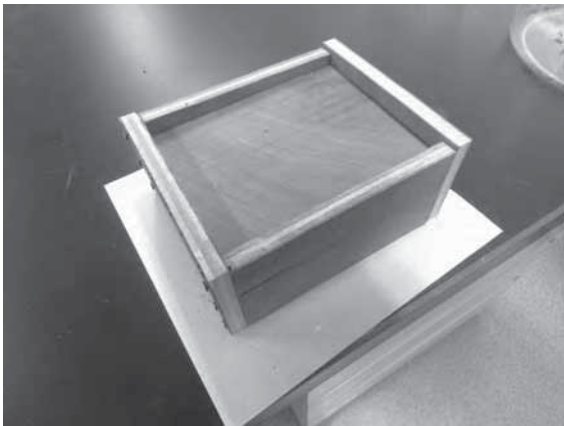


図 3  
クランプで押す前



図 4  
クランプで押している際

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学 / Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
参加者 / Participant's Information	
【学校名 / School Name】 秋田県立秋田高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】 池本 雄途	
【メンバー / Member】 加藤 文也 柴田 圭輔	
指導教員 / Supervising Teacher	
【お名前 / Name】 藤井 翼	
発表内容 / Abstract of the Presentation	
【タイトル / Title】 $\mu$ 粒子検出頻度の周期性と太陽活動との相関解析	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 本研究では、秋田県立秋田高等学校生物実験室内に $\mu$ 粒子検出器 CosmicWatch を設置し、 $\mu$ 粒子の飛来を観測した。先行研究から宇宙線と太陽活動には負の相関があることが知られており[参考文献 8]、さらに $\mu$ 粒子検出頻度には周期性があることがわかっている[参考文献 6]。これらのことから、 $\mu$ 粒子検出頻度に周期性がある要因として太陽活動が挙げられると考えた。そこで、太陽活動のデータと、 $\mu$ 粒子検出頻度のデータを用いて様々な解析を行った。	
【目的 / Goal】 宇宙線の一つである $\mu$ 粒子について、 $\mu$ 粒子検出頻度と太陽活動にどのような関係があるか解明し、その関係がどんなメカニズムによって起こるのかについて明らかにすることを目指した。また、先行研究では解明されていなかった、 $\mu$ 粒子検出頻度の周期性の要因として太陽活動が挙げられるかどうかについて考察した。	
【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 太陽活動の指標として黒点相対数[参考文献 4]と宇宙天気予報内のデータ[参考文献 3]と、秋田高校で独自に CosmicWatch を用いて観測している $\mu$ 粒子検出頻度の偏相関係数を具体的に求めた点である。黒点相対数とは、太陽表面において観測される黒点群及び黒点の数の総量を数値化して求めたものである。table.1 から、 $\mu$ 粒子検出頻度と太陽活動の指標にはやや弱い負の相関があることが分かった。 また、 $\mu$ 粒子検出頻度の年較差に着目し、太陽活動との関係を複数の方法を用いて解析した(Fig.1,2,3)。 $\mu$ 粒子検出頻度は気温効果と呼ばれる特性があることが知られており、気温が上昇するにつれて $\mu$ 粒子検出頻度が小さくなる。このことを踏まえながら、適切な方法で解析を行った。その結果、太陽活動が活発化すると $\mu$ 粒子検出頻度が小さくなるという関係が実証された。 上記のように、黒点相対数・太陽活動定量評価を太陽活動の指標とすると、それぞれ $\mu$ 粒子検出頻度との負の相関が確認された。そこで、この 3 つの要素の周期は一致するという仮説を立て解析を行ったところ、この 3 つにおいて、共通して 18 日周期が見られた(Fig.4,5,6, Table.2)。よって、太陽活動は $\mu$ 粒子検出頻度の周期に影響を及ぼす一つの要因と考えられる。	
【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 太陽活動と $\mu$ 粒子検出頻度には負の相関があることの説明として、太陽磁場の影響が考えられる。一般に太陽活動が強くなるにつれて太陽磁場も強くなることが知られており、太陽磁場によって本来地球に飛来す	



るような軌跡を描いていた宇宙線の進路が変更されていることが予想された。 また、周期解析の結果から、 $\mu$ 粒子検出頻度には 18 日周期が見られたため、太陽活動にも 18 日周期に関する何らかの因子が存在する可能性が考えられる。 これらの考察が正しかった場合、太陽活動の強弱を予想することがより容易になる。現在の社会では太陽磁場を原因とするインターネットの電波の異常が発生してしまうことが懸念されるため、本研究をより発展させることでこの異常発生を事前に予測し、社会に与える影響をより小さく抑えられるであろう。
【今後の展望／Future potential and its plan】 太陽活動と $\mu$ 粒子検出頻度の関係性をより明確にするために 極地・赤道付近などの太陽活動の影響が極端に少ないもしくは多いと思われる地点での解析 秋田高校と同経度の太陽活動の影響の比較が良いと思われる地点での解析 一日の中で太陽が出ている時間と出ていない時間での $\mu$ 粒子検出頻度の傾向の解析 などを行っていきたいと思う。 これらのことによって今回の研究の成果を新たな観点から実証できると考えられる。
【参考文献／References】 [1]熊谷洗希, 渋谷遥斗, 森内厚佑, 水谷凜都, 登藤成琉, 丸田京華, 秋山翔希, 西隆博, 田中香津生, 遠藤金吾 (2021), 秋田県における地上での $\mu$ 粒子検出頻度変動と天気ごとの地上気温、湿度、気圧との偏相関, Journal of Science EGGS, Vol.4, No.2110004, p1-6 [2]国土交通省気象庁 <a href="https://www.jma.go.jp/jma/index.html">https://www.jma.go.jp/jma/index.html</a> (最終閲覧:2023 年 1 月 5 日) [3]国立研究開発法人通信研究機構宇宙天気予報 <a href="https://swc.nict.go.jp/">https://swc.nict.go.jp/</a> (最終閲覧:2023 年 1 月 5 日) [4]国立天文台太陽観測プロジェクト三鷹太陽地上観測 <a href="https://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/db_sunspot.html">https://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/db_sunspot.html</a> (最終閲覧:2023 年 1 月 5 日) [5]田中香津生, 中高大・研究所による宇宙線観測活動コンソーシアム活動計画書 <a href="https://tanq.kaduo.jp/tanq-pamflet-2020-A4-lite.pdf">https://tanq.kaduo.jp/tanq-pamflet-2020-A4-lite.pdf</a> [6]成田陽介, 平野夏樹, 柴田幸輔, 児玉伊吹 (2021), 令和三年度秋田高校課題研究校内発表会要旨, p6 [7]湊進 (2013), 地下 $\mu$ 粒子計数率の時間変動に関わる因子ごとの効果係数, RADIOISOTOPES, 62(6), p375-383 [8]宮原ひろ子 (2009), 太陽活動と宇宙線、そして気候変動、科学 79 (12) 特集太陽活動の謎と発見, p1380-1382 [9]湯田利典 (2002), 銀河宇宙線が作る”太陽の影”と太陽活動 2002 年 8 月天文月報, p391-398 [10]Jacob T.VanderPlas (2018), Understanding the Lomb-Scargle Periodogram, The Astrophysical Journal Supplement Series, 236:16 (28pp), p1-28

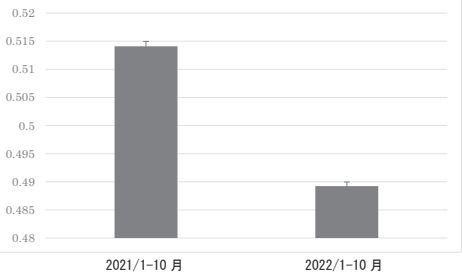


Fig.3 2021 年と 2022 年の同時期の  $\mu$  粒子検出頻度の比較  
横軸が時間[月]、縦軸が  $\mu$  粒子検出頻度[回/s]

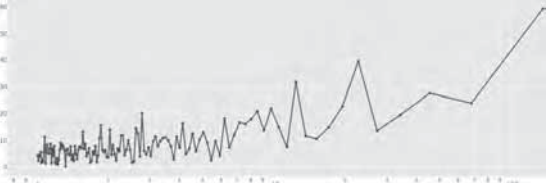


Fig.4  $\mu$  粒子検出頻度の周期グラフ 横軸は period[day]、縦軸は power  
Lomb Scargle Periodogram を用いて解析した  
期間:2021 年 9 月 3 日-2022 年 5 月 31 日

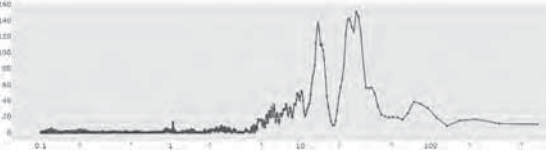


Fig.5  
太陽活動定量評価の周期グラフ  
横軸は period[day]、縦軸は power 離散フーリエ変換を用いて解析した  
期間:2021 年 12 月 15 日-2022 年 5 月 31 日

【添付資料】

Table.1 各因子の偏相関係数  
 $x$  は  $\mu$  粒子検出頻度、 $y$  は太陽活動定量評価、 $z$  は黒点相対数とする  
 $r_{xy}$ ,  $z$  は  $z$  の要素を取り除いた  $x$  と  $y$  の偏相関係数のこと

偏相関係数	$r_{xy, z}$	$r_{yz, x}$	$r_{zx, y}$
	-0.157	0.297	-0.111

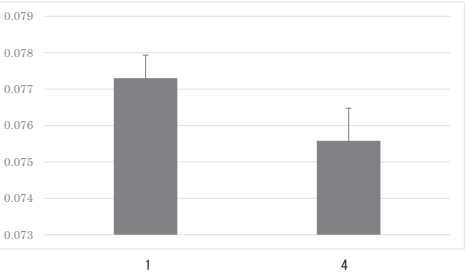


Fig.1 太陽活動と  $\mu$  粒子検出頻度の関係  
横軸が太陽活動、縦軸が  $\mu$  粒子検出頻度[回/s]

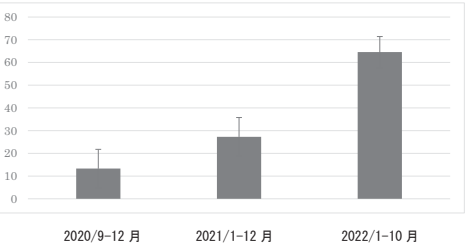


Fig.2 黒点相対数の平均数  
横軸が時間[月]、縦軸が黒点相対数

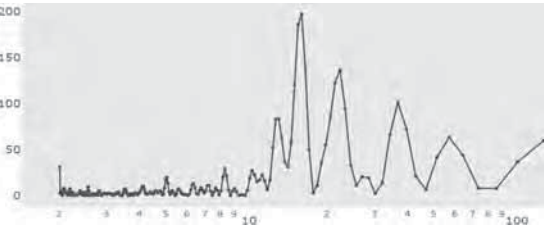
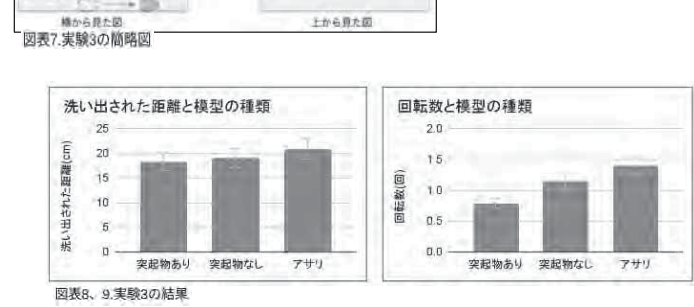
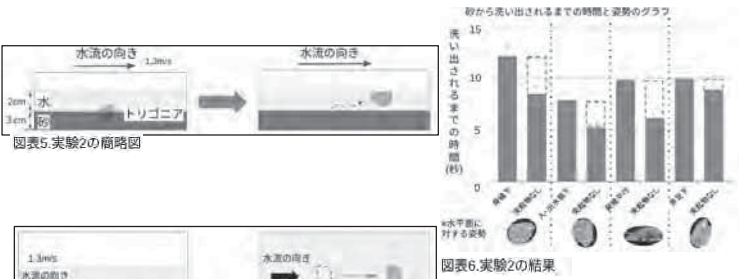
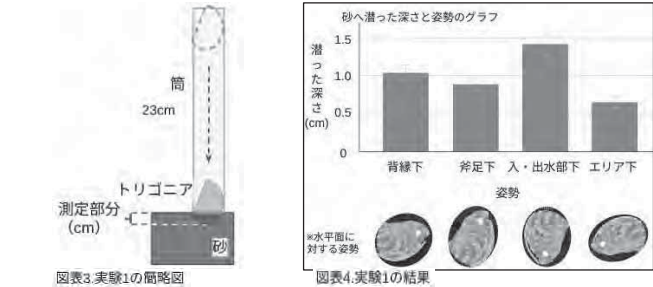


Fig.6 黒点相対数の周期グラフ  
横軸は period[day]、縦軸は power Lomb-Scargle Periodogram を用いて解析した  
期間:2021 年 12 月 15 日-2022 年 5 月 31 日

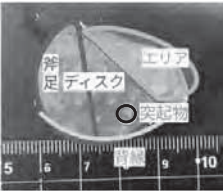
グラフ	見られた周期[日]
Fig.4	12, 18
Fig.5	15, 18, 24
Fig.6	18, 22



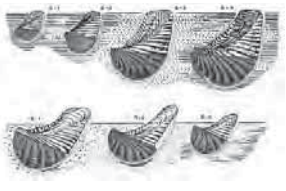
<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>	
【学校名/School Name】 宮城県仙台第三高等学校	
【代表者名/Representative's Name】 菊地兼太郎	
【メンバー/Member】 菊地兼太郎 先崎あかり	
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【お名前/Name】 南部拓未	
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】 トリゴニアの立体模型から当時の生活形態を探る	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 中生代の海に生息していた二枚貝のトリゴニアの外殻は丸みを帯びたディスクという形状と周りと比べて平坦なエリアという特徴的な形状から構成されている(図表 1)。しかし、トリゴニアがそのような形状を得るに至った理由は未だ明らかではない。私達はトリゴニアが持つ形状の行動様式における役割について疑問に考え研究を始めた。今回研究では体表に突起物のある化石を使用し、更に化石を取り取りして作成した模型を用いて研究を行った。 田代・松田の論文より、トリゴニアは斧足下の存在していた部分が最も深くなるように潜る姿勢をとっていたことが示されている(図表 2)。しかしその様に生息していたという根拠が明確ではなく、実際にどのような行動様式を送っていたかについては不明な点が未だ多く存在する。そのため私達は以下の3つの実験を行った。 実験 1 では砂への突入に最も適した姿勢の検討を行うため、一定の高さから砂へ落とし入れた際の潜り込む深さを測定した。検討は4つの姿勢で行い、最も深く潜ることができる姿勢を砂への突入に最も適した姿勢とした(図表 3)。 実験 2 では砂中で最も適した姿勢と突起物の役割についての検討を行うため、砂に潜せた模型が流水により、砂から水中に洗い出されるまでの時間を測定した。実験 2 では、実験 1 の3つの姿勢に加え新しい姿勢1つを含めた計4つの姿勢で検証を行い、それぞれの姿勢において突起物のある模型とない模型を用いた。流水により砂から水中へ洗い出されるまでの時間が最も長かった姿勢を砂中で最も適した姿勢とし、同じ姿勢における突起物のある模型とない模型のデータの違いを突起物の役割とした(図表 5)。 実験 3 では特徴的な形状であるエリアの役割についての検討を行うため、エリアを持つトリゴニアの模型とエリアを持たない現生種であるアサリの模型を用いて、流水により流された距離と模型の回転数を測定した。検討は突起物のあるトリゴニアの模型、突起物のないトリゴニアの模型、エリアを持たないアサリの模型の3種類を用いて行った。それらのデータの違いをエリアの役割とした。(図表 7)	
【目的/Goal】 トリゴニアの形状の解析から当時の行動様式を復元し、トリゴニアがどのような生活形態を送っていたかについての検証を行い、更に、それらの情報からトリゴニア絶滅の理由を探るということを目的とした。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 トリゴニアの研究において、今までは形状や産出状態のみによる考察や復元図による議論が主だったが、本研究ではトリゴニアの模型や実験に用いる水槽などを自作し、実験を行い、そこから得たデータを元にトリゴニアの生活形態について議論した。 トリゴニアの模型を用いた物理的実験、そしてそれらから得られたデータに基づく議論に新規性や創造性があると考えます。	



<b>【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> 実験1からは入出水部下の姿勢が最も砂へ深く潜り、論文に示される斧足下の姿勢は砂への突入には適しておらず、入出水部下の姿勢で潜るのが最も砂への突入に適していたことが示唆された。(図表 4) 実験 2 からは常に突起物のあるものより突起物のないものの方が砂への保持力が高いこと、実験 1 で最も砂への突入に適しているとした入出水部下の姿勢は砂中でその姿勢の保持力が低く、背縁下の姿勢が最も砂中での姿勢の保持力が高かったこと、更に背縁平行と斧足下での値はほとんど等しいが、背縁平行の姿勢において突起物の有無による差が大きくなっていることがわかった。このことからトリゴニアの突起物の構造には砂への保持力を向上させる役割があること、背縁下の姿勢を維持して生息していた可能性が高いこと、そして背縁平行の姿勢の方が突起物の砂への保持力が高いことが示唆された。(図表 6) 実験 3 からはトリゴニアが流水によって流された距離は変わらないが、流水による回転数に違いがみられ、突起物のあるトリゴニアの模型が最も回転数が少なく、次に突起物のない模型、アサリの順になった。このことから突起物やエリアには流水による回転数の挙動を抑える役割があり、流水に対して体を安定させる役割を持っていたことが示唆された。(砂に潜ることのみを前提とした生息様式ではなかった可能性がある。)(図表 8, 9)以上を踏まえて論文に示さる姿勢(斧足下)はトリゴニアの生活形態としては適してはいないと考え、トリゴニアは入出水部下の姿勢で砂へ突入し、その後砂中で背縁下の姿勢に変える生活形態を取り流水に流されたあとも素早く姿勢を安定させられるようにしていたと結論づけた。そして浅い領域に適していたために、他種よりも外殻の捕食圧が高く、それに耐えられなかったため絶滅に繋がったと考えた。	
<b>【今後の展望/Future potential and its plan】</b> 今回の成果を踏まえて今後は、トリゴニアに流水が当たったときの水流の流れ方の観察を行うことで、構造についての議論をするともに、水管を持たない現生二枚貝との比較も行っていきたいと考えている。	
<b>【参考文献/References】</b> 1) 田代・松田 白亜紀三角貝の生活様式 化石 1988 45 9-12 2) 一般社団法人日本機械学会流体工学部門.「流れの読み物.2019-10-14」 <a href="https://www.jsme-fed.org/experiment/2018_6/002.html">https://www.jsme-fed.org/experiment/2018_6/002.html</a> 3) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部「魚介類の一般的な測定部位」2013-3-1 <a href="https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/07u1kr00000dipyp.html">https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/07u1kr00000dipyp.html</a> 4) 近藤康生 二枚貝化石の産状観察法-現生二枚貝の堆積物内における生息位置と化石二枚貝の地層中における方向性の比較観察法 日本ペントス研究会誌 No.37 73-82 1989-6-19 p76 5) F. T. FURSICH, CORALLIAN (UPPER JURASSIC) MARINE BENTHIC ASSOCIATIONS FROM ENGLAND AND NORMANDY, Palaeontological, Vol.20, Part 2, 1977, 337-385 6) 京業銀行.「ちば魚〜シギ」.No18.「アサリ・シギ」.2005-3 <a href="https://www.keiyobank.co.jp/sustainability/social/contribution/Information_magazine/king/pdf/uo18.pdf">https://www.keiyobank.co.jp/sustainability/social/contribution/Information_magazine/king/pdf/uo18.pdf</a> 7) 日本シジミ研究所.「シジミのお話-ヤマトシジミの生態」 <a href="https://yamatoshijimi.com/story">https://yamatoshijimi.com/story</a>	



図表1.トリゴニアの形状



図表2.田代・松田(1988)にて示されているトリゴニアの生活形態図

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
<b>参加者/Participant's Information</b>	
【学校名/School Name】 宮城県仙台第三高等学校	
【代表者名/Representative's Name】 花谷陽暎	
【メンバー/Member】 花谷陽暎 千葉啓登 小亀真道	
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【お名前/Name】 南部拓未	
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】 白沢カルデラの地質構造解析〜古仙台海では何が起きたのか〜	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 東北地方の奥羽山脈では 2000 年頃からカルデラの存在が多数示唆されている <sup>1)</sup> (図 1)。約 800 万年前までは大部分の東北日本が海であったが、これらのカルデラの形成時の噴火で東北日本に陸地が作られた。しかし、東北地方における古第三紀から新第三紀にかけて形成されたカルデラの詳しい調査はなされておらず、不明点が多い。このことは東北日本の形成史を考察する上で極めて重要である。私達はその中の1つである「白沢カルデラ」に着目した <sup>2)</sup> (図 2)。白沢カルデラは仙台市青葉区西部に存在していた直径約 20km の広大なカルデラであり、当時カルデラ内に古仙台海と呼ばれるカルデラ湖を形成し、湖底内に「白沢層」と呼ばれる湖成層を形成した。ところが、20 万分の 1 地質図 <sup>3)</sup> にはカルデラの構造は反映されておらず地質構造の詳細な記載が少ないため、不明点が多い。そのため現地に残る露頭の解析を元に「白沢層」の詳細な構造の解析をし、東北日本の形成史を解明するためこの研究に取り組んだ。	
【目的/Goal】 調査地域のフィールドワークや露頭の測定、柱状図やスケッチの作成、岩石の観察などの分析をもとに白沢カルデラ湖内の堆積環境を解析し、明らかにする。このことを通して東北日本の形成史を解明する。また、白沢層に分布しているシルト岩は比較的軟弱な地盤であり、土地利用への影響や災害の危険性が想定される。そのため、この地域の地質及び形成史を解明することは、地滑りなどの災害における人的被害の抑制に役立つことができる。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 私達はフィールドワーク(図 3)にて、地層の姿勢を広域的に測定することで、この地域に発達するドーム状の地質構造を明らかにした(図 4)。また調査地域において図 5 で示した露頭を発見した。この露頭では凝灰岩中に未固結状態または半固結状態のシルト岩ブロック(図 6)が混入していた。凝灰岩中にシルト岩ブロックがどのようなメカニズムで形成しうるのであるかを考察した。 この構造について、堆積岩ブロックに熱変成の痕跡がないことや、露頭に逆級化構造が見られることから私達はこの構造はラハール <sup>3)4)5)</sup> によって形成されたと考えた。ラハールとは火山砕屑物と水の混合物が斜面を流れる現象である。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 私達は上記の過程でドーム状構造が関連していると考えた。ドーム状構造はマグマが大地を押し上げながら上昇し、地表にマグマが露出せず地層が緩やかにたわんだ構造 <sup>6)</sup> のことを指す。今回、私達は白沢層の	



地史について①白沢カルデラの形成→②白沢カルデラ内に白沢層が堆積→③白沢カルデラ内におけるドーム状構造の発達→④湖底が隆起してラハールが発生し、半固結状態ないし未固結状態の堆積岩ブロックが混入、という予測を立てた。

【今後の展望／Future potential and its plan】

①フィールドワークを継続して行い、より広域的に白沢層の地層の走行傾斜および堆積環境を分析する。  
②サンプリングした砂や岩石の粒度測定及び鉱物の同定を行う。  
③仙台西部の地史の解明に向けて詳細な地質図の作成を行う。

【参考文献／References】

1) 大八木規夫著 カルデラ火山の解体過程における地すべりの発生～東北地方におけるその全体像～ 2003 日本地すべり学会誌 40 巻 10 頁～21 頁  
2) 大沢あつし・三村弘二・久保和也・広島俊男・村田泰章著 20 万分の 1 地質図仙台 1987  
3) 日本堆積学会監修 「フィールドマニュアル 図説堆積構造の世界」 朝倉書店 2022  
4) 安藤雅孝・角田史雄・早川由紀夫・平原和朗・藤田至則著 「新版地学教育講座② 地震と火山」 東海大学出版会 1996  
5) 山本孝広・川辺禎久著 「伊豆大島 2013 年ラハールの堆積学的特徴：ラハール堆積物の粒度組成による分析」 2014 地質学雑誌 第 120 巻 第 7 号 233-245 ページ

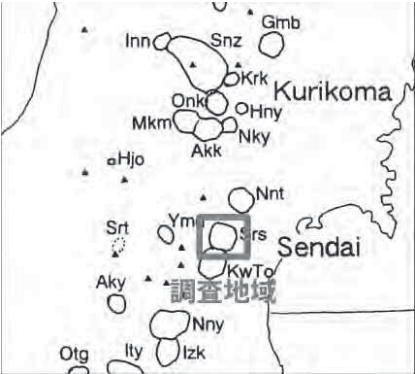


図1 後期中新世から更新世後期までに形成されたカルデラの分布<sup>1)</sup>と調査地域



図2 20 万分の 1 地質図「仙台」<sup>2)</sup>より抜粋。白沢カルデラ（調査地域）と調査範囲。St=白沢層



図3 調査範囲におけるルートマップ。本調査により記録した岩相分布と地層の走向傾斜を示す。

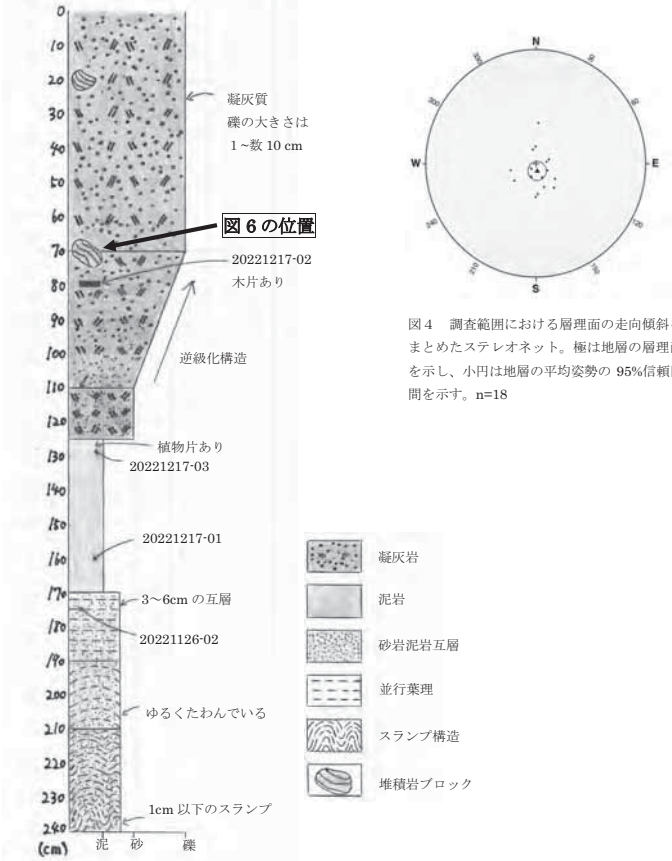


図5 白沢層で発見した凝灰岩露頭の柱状図。

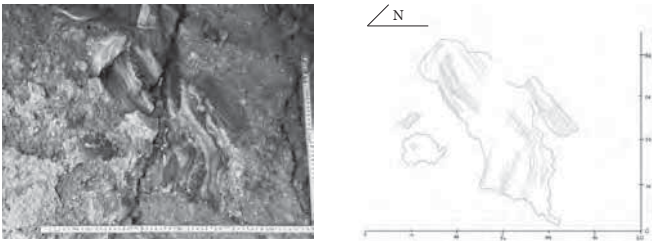


図6 混入していた堆積岩ブロックの露頭写真（左）とそのスケッチ（右）。葉理を残したシルト岩が凝灰岩中に取り込まれている。



112. 宮城県多賀城高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying: 防災・減災
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 宮城県多賀城高等学校
【代表者名／Representative's Name】 鑑 勇人・岡本 隆宏
【メンバー／Member】 鑑 勇人・岡本 隆宏・清水 優斗・伊達 遼人・永井 琉希也
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 石山 俊太

<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】 電車乗車時に地震が発生した際の行動について ～JR 仙石線を利用する方の安全を守るために～
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 宮城県ではおおむね通駅から石巻駅までを結ぶ仙石線が運行されている。この路線は海沿いを走る為、東日本大震災で大きな被害を受けた。今度も巨大地震の発生は予測されており、地震とそれに伴う津波の危険性が危惧されている。そこで、電車乗車時に被災した場合の避難の方法等を利用者に周知することで被害を軽減できるのではないかと考えた。
【目的／Goal】 電車乗車時に地震が発生した場合の避難方法を利用者がひと目で理解できるよう対策を講じ、避難時間の短縮につなげ、被害を軽減させる。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 東日本旅客鉄道株式会社（JR 東日本）宮城野運輸区の協力により、実車を用いた地震・大津波警報が発令された場合の避難訓練に参加し、乗車時の避難行動の分析、実際に線路上（80m）を歩いて避難するために要する時間の測定をした。それらのデータと国土地理院地図を元に緊急指定避難所の位置と東日本大震災の津波の浸水範囲を考慮し、よりよい避難方法及び津波避難場所について考察した。さらに、利用者に求められる避難行動等を周知する方法を提案した。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 怪我人を伴った避難を行う場合、向かい抱き搬送を行うことで健全者と怪我人を分けて避難誘導することができると同時に、避難時間の短縮が見込める。国土地理院の地図によると、海により近い駅の周辺には緊急指定避難所が無い。また、先行研究と今回の実測調査から線路上を移動する場合、舗装された道を移動するよりも移動速度は遅く、怪我人を伴った移動は更に速度が落ちるため、地震・大津波警報が発令された場合には水平避難ではなく、垂直避難が相応しいことと考察される。各公共交通機関が使用している避難行動を周知する車内ステッカーを比較することで、共通するメリットを明らかにすることができた。そ
【今後の展望／Future potential and its plan】 本件研究で得られた情報を東日本旅客鉄道株式会社（JR 東日本）宮城野運輸区と共有し、電車乗車時に被災した場合の避難行動を利用者に周知する実現可能な方法を提案する。現状では、緊急時に避難方法を周知する方法として QR コードの活用を考えている。また、JR 東日本宮城野運輸区と共同で中学生を対象に乗車時の避難訓練を実施し、非常時に取るべき行動を知ってもらうことで「率先避難者」を増やし、避難時間の短縮、被害の軽減

113. 神奈川県立相模原弥栄高校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result
<b>分野／Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying:
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】 神奈川県立相模原弥栄高校
【代表者名／Representative's Name】 佐藤 羽流
【メンバー／Member】 平良 光輝
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】 向江 佳織

<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】 天然鉱物で岩絵具をきらめかせよう
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 岩絵具は日本の伝統的な絵具である。岩絵具を接着する際に用いる膠液は初心者には扱いづらく、高価であるため、あまり普及していない。そのため、先行研究では身近なものを用いた膠液に代わる新しい固着材の選定の実験を行ってきた。現在は固着材を選定し、天然岩絵具の特徴である含有鉱物のきらめきを生かし、実際に使うことができる岩絵具製作の実験を行っている。
【目的／Goal】 色の伸びや使いやすさ、色のバリエーションなど実用性に重点を置き、天然岩絵具の特徴であるきらめきを生かした身近な岩絵具を製作する。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 先行研究では 4 つの固着材候補(図 1)を準備し、和紙に塗布することで、固着度や色伸び、発色を測定した。その結果から、固着剤として米糊溶液が最もふさわしいと考えた。そして、6 種の既知の岩石(図 2)と米糊溶液の和紙に対する固着度を計測し、その表面状態の顕微鏡観察を行った。また、相模川で岩石を採取し、色指数や三角ダイアグラム、密度の計測を行うことで、岩石を同定し、身近な材料を用いて岩絵具を製作できるかどうかを検証する。現在は、色のバリエーションを増やすため、相模川で採取したサンプル A、B(図 3、図 4)を 150μm 以下に分級し、遠心分離機にかけ鉱物を分離させる実験も行っている。加熱することにより有色鉱物に含まれるマグネシウムなどの金属元素を反応させ、岩絵具の色が変化するかどうかを観察した。無色鉱物と有色鉱物を一定の割合で混合し、天然岩絵具の特徴であるきらめきを増やす工夫をした。さらに、6 種の既知の岩石(図 2)を用いて作製した岩絵具を本校の美術科に実際に使用してもらい、絵を描くという視点から色伸びや発色、使用感についてのアンケートを行った。その集計結果は、より実用性のある岩絵具の開発に反映させていこうと考える。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect（Report of progress can also be acceptable）】 既知の 9 種類の岩石(図 5)を用い、アルキメデスの原理を用いて、密度の計測を行った。実験方法を確立するため、3 回予備実験を行った。方法 1 では岩石に紐を付けず、方法 2 では岩石の小さな隙間に含まれる空気を取り除くことが出来なかったため、有色鉱物が多く含まれると密度が大きくなるという結果が出なかった。方法 3 では、方法 1、2 を踏まえ実験を行ったため、正しい結果を得ることができた(表 1)。この方法 3 を用い、相模川で採取したサンプル A、B(図 3、図 4)の密度を測定した(表 2)。その結果、特定の岩石とは判断できなかったが密度が小さいということがわかり、同定のための 1 つの材料になった。もう一種の岩石は堆積岩のため、密度の計測からは判断できなかった。遠心分離では、遠心分離機(図 6)を用いて黒雲母安山岩とサンプル A、B を用いて分離させたところ、それぞれ 4 層や 3 層に分けることができた(図 7、図 8、

112. 宮城県多賀城高等学校

を目指す。「率先避難者」とは「自ら率先して危険を避ける行動をとり、周囲の人にも同様の行動を促し、危険回避行動を起こせる人」である。
【参考文献／References】 ・東京メトロ『安全ポケットガイド』 <https://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_pocketguide/pdf/safety_pocketguide_all.pdf> (閲覧日 2022 年 12 月 10 日) ・新京成電鉄株式会社『安全報告書 2022』<https://www.shinkeisei.co.jp/official/wp-content/uploads/2022/09/20220913_safe2022.pdf> (閲覧日 2022 年 12 月 10 日) ・国土地理院『地理院地図』(閲覧日 2022 年 11 月 5 日) ・防災夫婦『率先避難者になろう！』https://www.bousai.love/refuge/ (閲覧日 2022 年 11 月 5 日)

113. 神奈川県立相模原弥栄高校

図 9)。しかし、実体顕微鏡でそれぞれの層を観察すると、有色鉱物の層にも無色鉱物が混入していた(図 10)。これは遠心力が足りなかった事が原因と考えられる。次に分離できた層を加熱し、色が変化するかどうかを観察した。それぞれの層を取り出し 5 分間ガスバーナーで加熱したところ、色の変化は見られなかった(図 11、図 12、図 13)。加熱する温度が低く、岩石の粉末のみを加熱したため、結晶構造が変化しなかったからだと考えられる。しかし、この実験で無色鉱物を分離できたので、きらめきを増やすためにサンプル B に混合した。その際に無色鉱物とサンプル B の割合を 1:4 と 1:1、また、対照として無色鉱物を加えていないものを和紙に塗布した。その結果、無色鉱物を加えないものより色が薄くなり、色の伸びもよくなって、きらめきも増えた(図 14)。これは無色鉱物を加えることにより岩石の粒子同士が広がりやすくなったからだと考えられる。次に、美術科に製作した岩絵具を使用してもらい、使用感などのアンケートをとった。その結果、製作した岩絵具は乾燥しやすく描きづらいものだった(図 15)。特に泥岩では水分を吸収してしまうため描くことが難しかった。また、塗布後の筆が割れてしまう(図 16)、実際に使用するときには二度塗りをしにくい、使用するものを筆以外にもペインティングナイフにするとうりよくなるという意見もあった。しかし、その中でもチャートは比較的に色の伸びもよくいいという意見が多かった(図 17)。これらの実験結果を踏まえると、実用性において課題は多く、すぐに完成品として岩絵具を製作することは難しいが、一つ一つを解決していけば実際に使える岩絵具を製作することができると考えられる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 発色の変化を見る実験では、岩石の粉末のみを加熱したため、今後は食塩や重曹を加えてから加熱することでの化学反応が起こるかを検証する。絵具の中には混ぜることで、時間経過とともに発色が変化したりするものもある。また、鉱物を混合する実験では、1:4 と 1:1 ではあまり差がなかったため、無色鉱物の割合を多くすることできらめきを増やしたい。さらに、美術科と協力した実験で使いづらいのは乾燥が原因だったので、岩絵具と水の割合を変え、最も描きやすい割合を見つけていきたい。現在、岩石同定を確実にし、含有鉱物を明らかにした条件で研究を進めるために、岩石薄片の製作を行っている。
【参考文献／References】 (1)ホルベイン工業技術部(2018 年)、「絵具の化学 改訂新版」中央公論美術 pp.21～31 (2)日本工業規格(1999 年)、「JIS6854-2 接着剤-無機離接着強さ試験方法-第 2 部:180 度はく離」日本産業標準調査会 (3)岩絵具いへのぐ 武蔵野美術大学 造形ファイル URL:musabi.ac.jp (4)石ころ博士入門 高橋直樹 大木淳一著 株式会社 (5)全国農村教育協会薄片製作のテキスト-早稲田大学(2019 年) URL : http://www.aoni.waseda.jp(PDF)





図1 固着材候補(左からポピーオイル、おから溶液、ゼラチン溶液、米粉溶液)

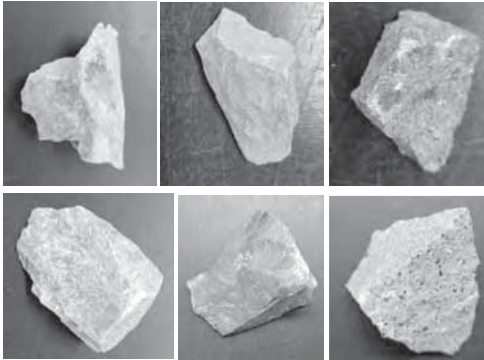


図2 6種の既知の岩石(左上:泥岩 中央上:砂岩 右上:礫岩 左下:石灰岩 中央下:チャート 右下:安山岩)

	花崗岩	閃緑岩	斑礫岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	泥岩	砂岩	礫岩
方法1	2.38	3.65	4.11	3.86	3.57	5.62	4.06	2.36	4.07
方法2	2.61	2.91	3.56	1.73	2.26	2.04	2.04	2.77	2.29
方法3	2.92	3.12	3.25	2.1	2.42	2.81	3.92	3.94	2.27

表1 密度の計測の結果(単位は g/cm<sup>3</sup>)

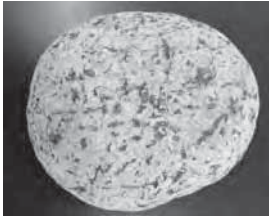


図3 サンプルA

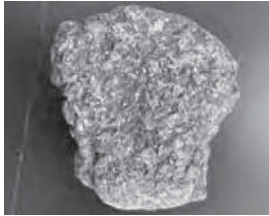


図4 サンプルB

	サンプルA	サンプルB
密度	2.5	2.72

表2 密度の計測の結果(相模川で採取した岩石)

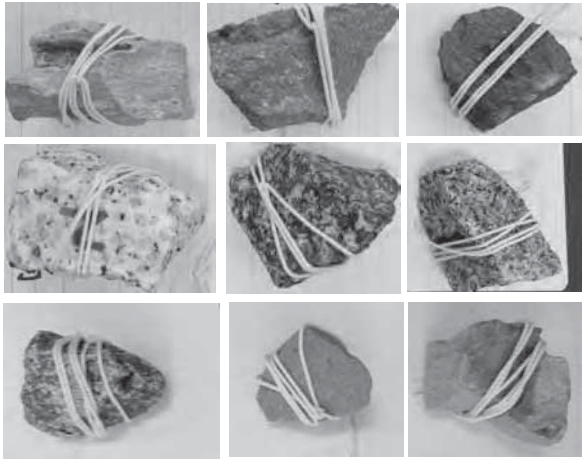


図5 9種の既知の岩石(上段左:流紋岩 上段中央:安山岩 上段右:玄武岩 中段左:花崗岩 中段中央:閃緑岩 中段右:斑礫岩 下段左:礫岩 下段中央:砂岩 下段右:泥岩)



図6 遠心分離機

図7 遠心分離後のサンプルA

図8 遠心分離後のサンプルB



図9 遠心分離後の黒雲母安山岩

図10 黒雲母安山岩の無色鉱物(左)と有色鉱物(右)の層



図11 有色鉱物の層を加熱したもの

図12 無色鉱物の層を加熱したもの



図13 サンプルBの層を加熱したもの

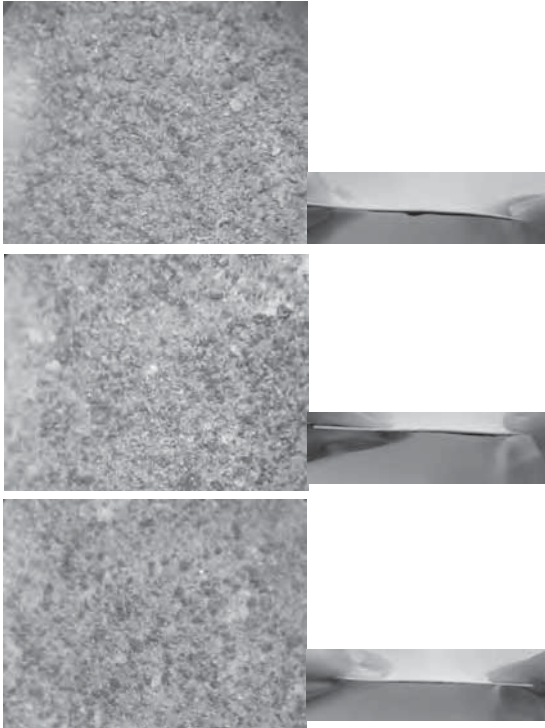


図14 サンプルBに無色鉱物を加えたもの  
(サンプルB:無色鉱物 上:1:0 中央:4:1 下:1:1 左:顕微鏡写真 右:横から見た写真)



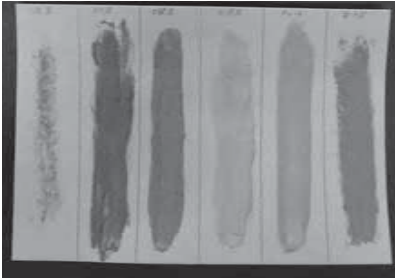


図 15 美術科との実験で筆で描いてもらった岩絵具

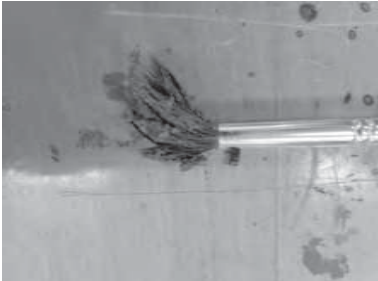


図 16 割れてしまった筆

最も良かった岩石

7 件の回答

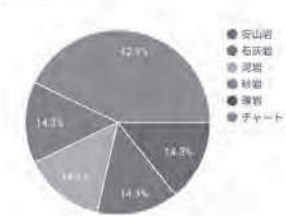


図 17 美術科へのアンケート結果

ることから、オイル含有量がある程度含まれているのであれば、課題の①②③が解決できる藻類となるのではないかと考え、アオミドロの正確なオイル含有量の測定を行った。結果、自然界から採取したアオミドロのオイル含有量は 1.8~4.1% (図 6) もあり、他の藻類と比較しても遜色ない数値であることが判明した。アオミドロは田んぼで自然発生することから、休耕田を利用した培養にいており、二価鉄を投入するだけで培養速度を加速させ、網によって回収を行えることから課題の①②③がクリアできると考えられる。
【目的／Goal】 1. 現在の藻類バイオマスとして注目されている微細藻類を実際に培養し、そこから大量培養から回収までの課題についてクリアするための方法を見つける。 2. 日本ではほとんど研究が行われていないアオミドロを用いて、休耕田での培養の可能性、オイル含有量の調査、大量培養に向けた基礎研究(図 7)を行う。【SDGs7 エネルギー・13 気候変動】
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 アオミドロは、日本では藻類バイオマスとしての研究はほとんど行われていない。また、熱帯から極地まで世界中の淡水域に広く分布する雑草のような存在で、日本では田んぼの稲を倒したり景観悪化の原因となることから、除草方法ばかりが注目される生命力が非常に強い藻類である。 田んぼで自然に大量発生することが多く培養速度も早い、また大型であるため遠心分離機を使わず網で回収が可能であることから、自然な環境で休耕田を使った培養が可能な藻類となる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ・自然界から採取したアオミドロのオイル含有量は、紙皿を用いた自然発酵法と湯煎による蒸発法で調査した結果 1.8~4.1% もの含有率があることが確認できた。 ・攪拌が不要(攪拌しないことでアオミドロは増殖し易く、他の微細藻類は増殖が抑えられる) ・栄養素は、ハイポネックス(窒素肥料)から二価鉄に変更することで窒素肥料による河川への硝酸溶脱が無くなり環境負荷低減となる(図 9)【SDGs14 海洋資源】また、アオミドロを中心に培養ができるようになった。8 月は 12 日間で 12 倍(アオミドロ生息地の土壌と水に二価鉄 100 倍希釈を追加)、12 月は 8 日間(水と雨水に二価鉄 100 倍希釈を追加)で 2.3 倍の培養速度を確認。(図 8) ・アオミドロは根が無く雨が降ると下流に流れ出る特徴を生かし、アオミドロが増加した所で水を流して流出させ、網を用いて回収することで培養から回収までのサイクルが出来上がると考える。(図 2) ・アオミドロを休耕田で 1 年間培養したと仮定すると、1 m <sup>2</sup> あたりの回収量が 13,233g、乾燥重量 216g、オイル量 6.5g で、培養速度は夏季・中間期 12 日 12 倍、冬季 8 日 2.3 倍なので、日本の石油消費量の約 7% をまかなうことができる試算となる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 今後は、できれば休耕田を利用し、区画を分けて栄養素の追加投入による大量培養実験を行ってみたい。また、休耕田において、誰でも挑戦できるような大量培養の方法を検討してみたい。
【参考文献／References】 佐賀県佐賀市における自然発生微細藻類集団の 長期培養と脂肪酸組成 出村幹英 炭化水素産生微細藻類「ボトリオコッカス」の大量培養 出村幹英 藻類バイオ 3000 株の機能性試験とセルフ・メディケーション時代の大学発ベンチャー 河野 重行 東京大学 フューチャーセンター推進機構 特任研究員・名誉教授 微細藻類が地球を救う 河野 重行 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端生命科学専攻教授 土を肥やす新たな微生物基盤の解明と地球環境保全への応用」オンライン講座 東京大学大学院農学生命科学研究科・妹尾 啓史教授

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information 【学校名／School Name】横浜市立南高等学校 【代表者名／Representative's Name】西田 優美奈 【メンバー／Member】なし
指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】出村幹英特任准教授 (佐賀大学・リモートによる指導)
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】藻類バイオマスとしてのアオミドロの有用性を探る 【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 本研究は藻類バイオマスの主流である微細藻類ではなく、アオミドロという藻類を採用することで現代の大量培養における課題をクリアし【SDGs7 エネルギー・13 気候変動】の解決と、藻類培養に必要な栄養素の選択により【SDGs14 海洋資源】を守る研究内容である。 化石燃料の使用によるCO <sub>2</sub> 濃度上昇の対策の1つとして、微細藻類を大量培養しオイルを抽出する取り組みが注目されている。微細藻類を大規模に培養する方法の1つに、日本に約 55 万 ha あると言われる休耕田を利用した培養の話を知ったことがあるが実現していない状況である。休耕田のように開放型の培養ではボトリオコッカスが研究されているが培養速度が遅く、特殊な培養装置が必要で技術的に難しい。今後、簡単に休耕田などで大量培養ができるようになれば、藻類によってCO <sub>2</sub> を吸収し、その藻類からオイルを抽出することでCO <sub>2</sub> 濃度上昇と化石燃料の使用を抑制できるようになる。また日本は化石燃料の購入費用に年間 20 兆円もかかっていることから、現在の日本、地球にとって最優先で取り組むべき施策である。 地球温暖化解決策を考える授業の際、2021年に科学部に所属していた私は、藻類バイオマスに着目し藻類に関する研究を実際に自分で行ってみたいと考え、藻類の採取から培養、オイルの抽出までを研究テーマとして活動を開始した。 事前調査で微細藻類の大量培養の課題を4つに分類し (①特殊な培養装置②培養速度③微細藻類の回収に遠心分離機(一般的)が必要④藻類からオイルの抽出) (図 1)、解決の糸口を探りながら採取→培養→オイル含有の有無について調査を行った。 ・最初に自身で採取できたアオミドロという糸状の藻類で培養実験を開始(図 3)し、そのノウハウを使って国立環境研究所微生物系統保存施設からオイル含有量が高いと言われるイカダモ (NIES-120) とミドリムシ (NIES-49) を分譲してもらい培養を成功させた(図 4)。 ・次に環境による藻類培養への影響について調査を行い、攪拌の有無や混在する生物によって違いがあることが分かった。結果、イカダモは攪拌させた方が培養が進むが、アオミドロは攪拌させない方が培養が優位になる(図 5)ことから、アオミドロの大量培養では攪拌装置が不要となる。 ・培養できたイカダモ (NIES-120) とミドリムシ (NIES-49) のオイル含有を確認する際に、アオミドロもイカダモと同じ貯水池等に生息し同じ栄養素が有効な藻類であることから、オイルを含んでいるのではないかと、思い、同様に確認を行った所オイルの証跡を見つけることができた。 ・これまでの実験で、アオミドロは攪拌が不要・培養速度が早い・大型のため目視で確認でき網で回収でき

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input checked="" type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
参加者／Participant's Information 【学校名／School Name】鹿児島県立国分高等学校 【代表者名／Representative's Name】冷水和哉 【メンバー／Member】
指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】西 健一郎
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】次の桜島大噴火時の降灰を予想する～上空に吹く風の研究Ⅱ～ 【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 私の住んでいる鹿児島県は、現在も活発な火山活動が続いている桜島があります。県本土では活発な火山活動により、各地で降灰が見られます。しかし近年では桜島の噴火回数が過去 10 年と比べて減少傾向であり、桜島の地下数 km にあるマグマだまりへのマグマの供給状態を示す地盤の隆起量は、109 年前に起こった大噴火時の地盤の高さに近づいています。このことから、桜島で大噴火が起こった時、降灰はどの方向に向かうのかを上空の風の吹く方向から考察を行いました。 【目的／Goal】 ・桜島上空の風向きに傾向から、次回大噴火の降灰の予想分布図を作成する。 ・桜島上空の風向きを調べる。 ・過去の噴火と比較する。 ・研究内容から防災の活用方法を考察する。 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 鹿児島県が発表している大噴火時の桜島の防災マップは、年間を通じて最も多い風向で降灰が堆積する範囲を表記しています。この防災マップでは季節ごとに風向きや風速の差を反映することが難しいため、季節ごとの特徴をまとめ、降灰範囲の予想を立てました。 7 年間の風の記録から、上空 1 km 以下では、1~2 月、9~12 月にかけて北からの風が吹いており、上空 1~5 km にかけては北西からの風が吹いていました。上空 5~20 km は西からの風が吹いていましたが、8~10 月にかけてはその傾向が非常に不安定でした(図 1~4) このことから大噴火が起こったとき、1~5 km の噴煙は鹿児島県南東部に降灰し、5~20 km の噴煙は本州に広範囲にわたって降灰すると考察しました。また大噴火が 1~2 月 9~12 月に発生した時、1 km 以下の噴煙は鹿児島県南部に降灰すると考察しました(図 5~8) 風の傾向をもとに過去の大噴火の降灰範囲を調べたところ、11~12 月に起こった大正噴火や安永噴火、天平治噴火は桜島から見て東から南東にかけて火山噴出物が堆積していたのに対して、9 月と 11 月に起こった文明噴火の堆積物は北東と北西に分布していました。文明噴火の火山噴出物が東から南東に向かわなかったのは、上空の風向きが不安定な 9 月に噴火が発生したことが原因にあると考察しました(図 9)。 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 上空の風向きと過去の桜島の大噴火の事例とあわせて降灰の範囲の考察を行いました。風が火山噴出物によって与える影響が変わることも考慮に入れていくと、現状では大噴火時の降灰の予測は難しく、今後データ数を増やしてより詳しく調べていく必要があります。
【今後の展望／Future potential and its plan】 ・桜島の大正噴火以外の大噴火、霧島新燃岳の噴火時の降灰と風を調査する。 ・より多くのデータを集めて、長期的な気候変動を考察する。 ・学校における年間を通しての風向を観測する。 【参考文献／References】 ・鹿児島地方気象台ホームページ「桜島の噴火についての統計資料」 ・気象庁ホームページ「過去の気象データ/風の観測データ」報道発表資料 ・小林・溜池(2002)・小林哲夫、溜池敏彦「第四紀研究」41 (4)『桜島火山の噴火史と火山災害の歴史』日本第四紀学会



115. 鹿児島県立国分高等学校

2015～2022 年の高度ごとの風向と風速の記録をまとめた図

矢印の長さが風速の大きさを示している。

図 1

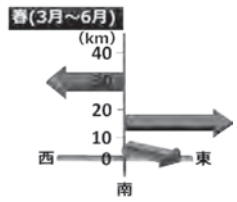


図 3

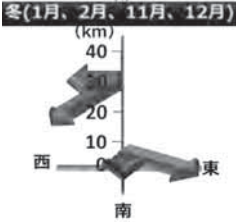


図 2

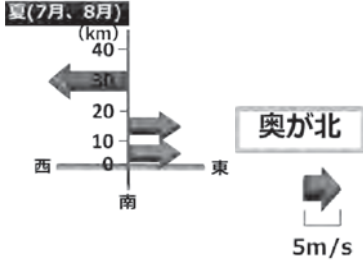
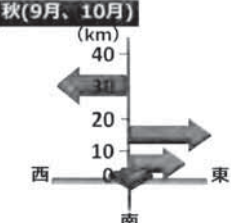


図 4



集計したデータ数：427,295 個

115. 鹿児島県立国分高等学校

図 5



図 6

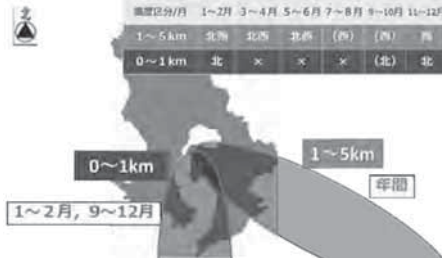


図 7

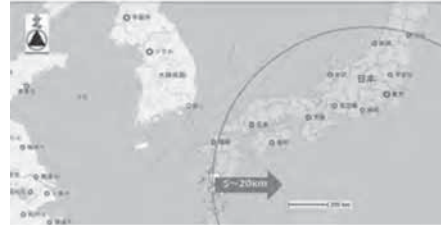


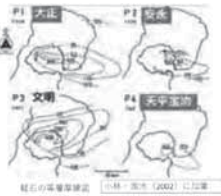
図 8

115. 鹿児島県立国分高等学校

図 8



図 9



	発生時期	噴火名称	流向
P1	1914年 1月12日	大正噴火	東
P2	1779年 11月8日	安永噴火	南東
P3	1471年 11月 1475年 9月 1476年 9月29日	文明噴火	北東 北西
P4	764年 12月	元平室治噴火	南東

116. 秋田県立秋田高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☐ Preliminary ☒ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに印をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☒地学/Earth Science  
☐数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】秋田県立秋田高等学校

【代表者名/Representative's Name】伊藤大輝

【メンバー/Member】伊藤大輝、高野尚輝、横塚廉太郎、渋谷和真、川野遼雄

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】藤井翼

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】天気と高層気圧による  $\mu$  粒子検出頻度の変動

【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

本研究では、CosmicWatch を使って秋田高校 1 階生物実験室で約 2 年の間  $\mu$  粒子を観測した。  
実験 1 先行研究から、 $\mu$  粒子検出頻度は天気ごとに有意差がある事がわかっている[1]。我々はその有意差を形成している要因を突き止めるために二元配置分散分析を行った。その結果、気温のみが  $\mu$  粒子検出頻度の天気ごとの有意差を形成している主な要因である事がわかった。  
実験 2 高層でも地上と同じように、気圧効果 (気圧と  $\mu$  粒子検出頻度との間に見られる負の相関) [2]が見られるかを調べた。高度 0~35000m における気圧と  $\mu$  粒子検出頻度の間の相関係数を調べたところ、約 5000m 以上の高度で負の相関が見られた。しかし、気温と気圧の間には相互作用性[3]があるため、ここで見られた気圧効果は、気温効果 (気温と  $\mu$  粒子検出頻度との間に見られる負の相関) [4]の偽相関であると考えた。そこで、高度 0~35000m の範囲で  $\mu$  粒子検出頻度と気圧の間の偏相関係数を調べたところ、偏相関はほぼ見られなかった。よって、高層における気圧効果は気温効果の偽相関であることがわかった。

【目的/Goal】

実験 1  $\mu$  粒子検出頻度の天気ごとの有意差を形成している要因を突き止める。  
実験 2  $\mu$  粒子検出頻度と高層気圧との関係性を調べ、高層における気圧効果について検証する。

【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

実験 1 先行研究では、 $\mu$  粒子検出頻度の晴れ・曇り・雨・雪の天気との有意差を一元配置分散分析を用いて調べていた。その際に、雪と他の天気との間に有意差が見られた。気温効果を排除する為に気温域を限定したが、それでもなお有意差が見られており、気温効果以外に要因があることが示唆されていた。しかし、気温を限定して調べる際に-2.5-0℃の範囲でしか天気ごとの有意差を調べていなかったため、私達は、さらに調査区間を広げるべきであると考えた。そこで、調査区間を増やし、気温効果を排除するために、先行研究ではされていなかった二元配置分散分析を行った。  
実験 2 気圧が高い時、上空の大気粒子の数が多くなるため、 $\mu$  粒子との衝突回数が増え、地上での  $\mu$  粒子検出回数が増える。このような理由で気圧効果が見られる。高層の大気の状態は地上とは異なるため、 $\mu$  粒子検出頻度と気圧の関係に違いが見られるのではないかと考えた。また、高層における  $\mu$  粒子の先行研究はあまり見られなかったため、これは研究テーマとして新規性があるとも考えた。Google Colabatory を用いて高度 0~35000m における気圧と  $\mu$  粒子検出頻度の相関係数、偏相関係数を調べ、理科研究発表会での発表からの進展として、25000~35000m の範囲でも偏相関係数を調査した。

【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

実験 1 二元配置分散分析を行った。前提条件である等分散性については、先行研究[1]に  $\mu$  粒子検出頻度の分布が等分散であることを前提として、二元配置分散分析を行っていたことから満たしていると考えた。Microsoft Excel で天気ごとの  $\mu$  粒子検出頻度の母平均に有意差はないかどうか解析した。有意水準は 0.05 とした。  
CosmicWatch により観測されたデータは母集団から抽出した標本に過ぎない為、今回二元配置分散分析に用いるデータが母集団の傾向と一致しているかを調べるために信頼区間の計算を行った (別添図 1)。図 1 は縦軸が  $\mu$  粒子検出頻度で横軸は温度となっている。バーの幅が検出頻度に対し十分小さいことから、



CosmicWatch で観測したデータで十分母集団の傾向を表せると考えた。CosmicWatch を用いて計測したデータを使用して、天気ごとのμ粒子検出頻度について、二元配置分散分析を用いてp値を求めた(別添表 1)。晴れ曇り雨のときと晴れ曇り雪の組み合わせのときのどちらも天気を要因としてみたとき有意水準 0.05 を上回っている(別添表 1)ため、μ粒子検出頻度の天気ごとの有意差を形成する要因は気温のみということがわかった。このことから先行研究で気温幅を限定しても見られた有意差の要因は気温幅を区切るという操作が気温効果の排除として不適切だったからだと考えられた。

実験 2 ワイオミング大学が収集している秋田市のデータ[5]を用いて、μ粒子検出頻度と気圧の相関係数を調査した(別添図 2)。このデータの相関係数は-0.39 だった。更に調査する高度を拡張し、0~35000m の高度において、μ粒子検出頻度と気圧の相関係数を調べた。これによって約 5000m 以上の高度においては比較強い負の相関が見られた。また、気温と気圧には相関があることが知られているので[3]、気温の影響を排除して相関を再調査した。そのため気象庁の収集する秋田市の気温データを用いて、気温を第三の因子とした気圧と μ粒子検出頻度の偏相関係数を求めた(別添図 3)。どの高度でも偏相関係数の絶対値は 0.15 より小さかった。よって、気圧効果は気温効果の偽相関である可能性が考えられた。

以上のような研究により、先行研究ではμ粒子検出頻度は気温効果を除いても天気ごとに有意差があり気温の他にも有意差があると言われていたが、天気ごとの有意差を形成する要因は気温のみであることがわかった。また、高層でも気圧効果は見られたが、その気圧効果は気温効果の偽相関である可能性が考えられた。

【今後の展望/Future potential and its plan】  
気圧効果が気温効果の偽相関であると言い切る為に、さらに別地点や台風時の測定などを行っていきたいと思う。

【参考文献/References】  
1.熊谷洗希,渋谷道斗,森内厚佑,水谷凜都,登藤成琉,丸田京秋,秋山翔希,西隆博,田中香津生,遠藤金吾 (2021):秋田県における地上での μ粒子検出頻度と天気ごとの地上気温、湿度、気圧との偏相関、Journal of Science EGGS,Volume 4,2110004(2021),p1-6(3).  
2.湊進(1993):地下 μ粒子計数率の時間変動に関わる因子ごとの効果係数, RADIOISOTOPES,62(6),p375-383.  
3.仙台管区気象台:風が吹く仕組み,p1-2.  
4.藤波直人,渡辺哲也,伊吹勝蔵 (1994):モニタリングポストの NaI(Tl)検出器で測定された宇宙線強度に対する気圧と気温の影響,保健物理 29,p309-313.  
5.AtmospheSoundings-Wyoming Weather Web

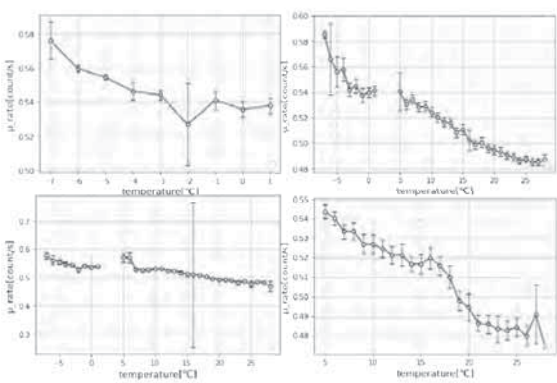


図 1 各天気ごとの気温と μ粒子検出頻度平均(左上:雪,右上:晴れ,左下:曇り,右下:雨)

表 1 二元配置分散分析により求めた p 値を示す表

変動要因	p 値(晴れ曇り雨)	p 値(晴れ曇り雪)
気温	$0.39 \times 10^{-20}$	$0.34 \times 10^{-3}$
天気	0.46	0.17

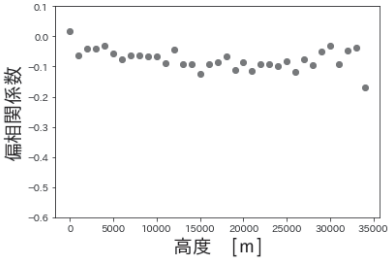


図 3 各高度の気圧と μ粒子検出頻度の偏相関係数

**ご自身の研究段階 (Research Stage) :** ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

**分野/Field** **最も** 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry	<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics& Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :			

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】	市立札幌開成中等教育学校
【代表者名/Representative's Name】	荒谷淳生
【メンバー/Member】	青山康祐 岩下幸生
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】	山崎恒輝

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】	研修医配属問題で要素間の関係性を考慮したマッチングアルゴリズムの作成・実装
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】	学校の課題研究活動において、友人のグループが子ども食堂と利用者の寄付者や食材の寄付者をマッチングするアプリの開発を行っていた。私たちはそのグループの一員として子ども食堂と食材の寄付者をマッチングするアルゴリズムの作成を行っていた。最終的に友人のグループでは子ども食堂と利用者のマッチングアプリを先に作成することになったので、私たちはそのグループを離脱した。そして、「子ども食堂と食材の寄付者をマッチングする」という問題をより一般化したマッチング問題について研究することにした。 私たちの問題設定について、子ども食堂と寄付者のマッチングを例に説明する。子ども食堂はどのような食材が欲しいかという点で、食材の寄付者はどの子ども食堂が届けやすいかという点で、それぞれ選好順序を持っている。また、子ども食堂一つに対し複数人の寄付者をマッチングさせる。ここまでの条件では、この問題は研修医配属問題(一対多の安定マッチング問題)といえる。さらに私たちは、同じ食材を寄付する寄付者が同じ子ども食堂とマッチングしないという条件を付け加えた。つまり、寄付者同士の関係性をマッチングの条件に加えたのである。 私たちの問題設定を一般化すると、研修医配属問題で要素間の関係性を考慮したマッチング問題といえる。要素間の関係性として、今回の研究では各要素(人)に対し、同じ相手(場所)にマッチングしない要素(人)を一つずつ設定するという条件を用いた。この条件にした理由は、ひらめきの背景となった子ども食堂と寄付者のマッチング問題に利用しやすい形であること、同じ相手にマッチングしない要素をまずは一つに限っておく方がアルゴリズムを考えやすいと考えたためである。この研究は実社会で利用できる状況は限定的ではあるが、研修医配属問題を含む安定マッチング問題の理解にもつながる研究である。
【目的/Goal】	一対多(便宜上、グループ対人と表記する)の安定マッチング問題について、各人に対し一緒にグループに属してはならない人を一人設定した場合のマッチングアルゴリズムを作成する。また、作成したアルゴリズムを C 言語で実装し、安定性やアルゴリズムの効率について実験する。
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】	安定マッチング問題についての研究は 1962 年の Gale と Shapley の論文を皮切りとして、一対多への拡張や同順位を認めた場合への拡張など様々な方面へと行われてきた(1)。ただ、一対多の安定マッチング問題において、要素間の関係性を考慮した研究は未だ行われていない。また、要素間の関係性のみに着目した研究として、安定ルートメイト問題や様々なグループング問題がある。ただ、これらの問題の対象はあくまでもグループ作りであり、グループを作った後にどの場所とマッチングするかについては条件に含まれていない。つまり、「要素間の関係性を考慮してグループを作る」「一対多で双方からの選好を考慮して安定なマッチングをする」という二つの問題それぞれについての研究は行われているが、これらを両方組み合わせた問題については研究されていないということである。私たちはこの点に着目し、要素間の関係性を考慮した一対多の安定マッチング問題を研究テーマとした。まずこの研究テーマに新規性がある。 また、安定マッチング問題に関する問題は、現在では数理計画問題として解くのが一般的となっている。私たちは数理計画問題として解くのではなく、①研修医配属問題と同様に貪欲的に解く ②要素間の関係性を表すグラフに着目し、グラフ理論を用いて解く という二つの方法を考えた。特に②に関しては、要素間の関係性を考慮する本問題設定だからこそ成り立つものであり、今までにない方法である。
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】	前項で述べたようにアルゴリズムの解法については二つのアイデアがあり、前者の「研修医配属問題と同様に解く」という方法は完成している。それぞれのアイデアについて進捗状況と今後の見通しを説明する。 一つ目の「研修医配属問題と同様に解く」という方法について説明する。このアルゴリズムは Gale と Shapley による安定マッチング問題の解法(2)に基づき、二つの条件を拡張して設計されたものである。要素と場所が互いの選好リストは図 1 のようになっている。また、Gale と Shapley のアルゴリズムには場所から人へアプローチする方法と人



から場所へアプローチする方法があるが、私たちは場所から人へアプローチするという方法に基づいてアルゴリズムを作成した。先述の通りこのアルゴリズムは既に完成しており、c言語での実装と及び実験も行なっている。

実験は8人を場所1(定員3人)、場所2(定員3人)、場所3(定員2人)の3つに分けるという小規模な事例について行った。選好順をランダムに作成して、この実験を500回行った結果が表1、図2である。この実験から、このアルゴリズムは途中でループにはまって解を出力できないということがわかった。また、本問題設定において解が存在しないことがあるということもわかった。一方で、97.2%の事例については解を出力できており、出力された解は全て安定性を満たしていた。その後の研究で、このアルゴリズムがループにはまらずに解を出力した場合にはその解が全て安定性を満たすということが背理法を用いて証明できた。また、アルゴリズムがループにはまった際に「解なし」と出力するようにすると、このアルゴリズムの精度は98.4%であるといえた。さらに前実験と同様の条件で、私たちのアルゴリズムと総当たりのアルゴリズムの実行時間を比較した表が表2である。表2から、小規模事例において私たちのアルゴリズムは総当たりの方針に比べて約300倍速いということがわかる。

先述の通り、私たちのアルゴリズムはほとんどの事例で安定マッチングを出力することがわかっている。しかしアルゴリズムがループしてしまい、解を出力できない事例もある。ループにはまる事例をなくすための、ループにはまる原因の追求とアルゴリズムの改良が今後の課題である。また、今回のアルゴリズムでは場所から人へアプローチする方法をとったが、人から場所へアプローチする方法をとることで、ループを回避することができる事例があることが手作業での実験でわかった。さらに、場所から人へアプローチする方法で解が出力できても、人から場所へアプローチする方法でもループにはまる事例があることも手作業での実験からわかった。これらから、人から場所へアプローチする場合と場所から人へアプローチする場合でループにはまる条件が異なっており、二つの方法を組み合わせるとで全ての事例について解を出力できる可能性があること仮説を立てた。この仮説を検証するために人から場所へアプローチする場合のプログラムをc言語で実装することも今後の課題となる。

次に二つ目の「要素間の関係性を表すグラフに着目して解く」という方法について説明する。この方法は要素間の関係をグラフで表し、そのグラフを解析することでマッチングの条件を絞り込み、アルゴリズムの高速化を図るものだ。要素間の関係を表すグラフは要素を頂点、一緒にグループにマッチしてはならない頂点を辺で結ぶことによって作られる。このアイデアはまだ形になっておらず、グラフの解析の手法が定まっていな、わかっていないこととしてはこの問題から作られるグラフの形が特徴的であること、定員や選好を無視すれば4色定理を用いてマッチングが出力できることだ。グラフの特徴としては、辺と頂点の数が等しいのでオイラーの公式より面が2つあり、環状の構造とそれらを視ノードとした小ノードの集合からなる(図3)か、全体が一つにつながっていないかのどちらかであることがわかっている。これからの方針としては定員という条件を追加して安定マッチングを出力できるアルゴリズムを作ることが挙げられる。

【今後の展望/Future potential and its plan】

今回は子ども食堂と寄付者のマッチングという問題を解決するためにこの条件付き研修医配属問題を解き始めた。子ども食堂と寄付者のマッチングアプリという計画は一旦置き置きとなっていたが、将来的に子ども食堂と寄付者のマッチングアプリが開発される時にこのアルゴリズムが活用できる。また、その他に実社会で応用できる例として、学校のグループ活動におけるグループ分けやドラフト会議がある。学校のグループ活動では、以下の様な条件を満たす時にこのアルゴリズムを用いることができる。

①各グループにテーマと定員が定まっている ②生徒はそれぞれ行いたいテーマがある ③テーマ側はその分野の成績が良い人が来てほしいと考えている ④前回同じグループだった人とは同じグループに入れない

また、ドラフト会議でこのアルゴリズムを用いる際には、同じポジションの選手どうしは同じ球団に入れないという条件を加えれば良い。そうすることで、球団と選手双方の望みを取り入れるとともに、球団に入る選手のポジションが偏らないようにすることができる。実際に学校やドラフト会議で導入するには様々な問題があり、すぐに利用できるような状態では当然ないが、将来的にこのアルゴリズムが活用できそうな例としてこの二つを挙げた。

各解法についての今後の展望は前項で述べたので、最後にこの問題設定のさらなる展望について説明する。まず、今回は同じ相手にマッチングしてはならない要素を一人設定したが、これを複数設定できるようにすることで、アルゴリズムの汎用性を高めることができる。また、同じ相手にマッチングしてはならない要素ではなく、同じ相手にマッチングしたい要素を設定するという問題設定もある。さらに、それぞれの要素間の選好に基づくポイントを設定し、そのポイントの和が最大であるような安定マッチングを探すという拡張もできる。このように、要素間の選好を考慮した研修医配属問題は様々な方面に拡張していくことができ、今回私たちが行った研究はその足がかりとなる研究と言える。

【参考文献/References】

\*1 境良太・松原繁夫 (2010) . 未知の選好を含む最大安定度マッチング問題の定式化. The 24th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 1. <https://www.ai-gakkaishi.or.jp/sai2010/webprogram/2010/pdf/305.pdf> (参照 2023, 1, 10)

\*2 吉田純子 (2004) . 研修医配属問題に対する Gale-Shapley アルゴリズムの実装と実際の計算量に対する考察. <http://coconot.sys.eng.shizuoka.ac.jp/ando/thesis/yoshida.pdf> (参照 2023, 1, 10)

表1  
実験結果(精度)

	実行回数	解を出力		ループにはまった		正解 (安定な解を出力or 解なし)
		安定	安定でない	総当たりで解があった	総当たりで解がなかった	
私たちのアルゴリズム	500	486	0	8	6	492
計			486		14	

図2  
実験結果の円グラフ

● 解を出し、その解が安定だった  
● ループにはまり、解なしだった  
● ループにはまったが、解はあった

表2  
実験結果(実行時間)

	実行回数 / 回	実行時間 / s	1実行回数にかかる時間 / s/回
私たちのアルゴリズム	500	5.9	1.18×10 <sup>-2</sup>
総当たり方式	10	35.5	3.55

図1  
アルゴリズムのフローチャート

・STEP1

全ての人が場所に入ったか全ての場所が全ての人にアプローチをしたかを調べる

満たしているか? Yes: 結果を出力して終了  
No: 空いている場所を一つ選びそこをP<sub>i</sub>とする。P<sub>i</sub>の選好リストのうち、アプローチしていない人の中で最も順位が高い人をh<sub>i</sub>とする。P<sub>i</sub>の選好リストでh<sub>i</sub>より上位の人でh<sub>i</sub>と悪い関係にある人がP<sub>j</sub>にいるか調べる。悪い関係の人がいるか? Yes: P<sub>j</sub>にh<sub>i</sub>が悪い人がいて入れなかったことを記録する。No: h<sub>i</sub>が他の場所に入っていないか調べる。入っている? Yes: h<sub>i</sub>が今入っている場所とP<sub>i</sub>のどちらが順位が高いかh<sub>i</sub>の選好リストから判断する。h<sub>i</sub>をP<sub>i</sub>に入れる。No: P<sub>j</sub>が高い? Yes: h<sub>i</sub>=h<sub>j</sub>, P<sub>j</sub>=P<sub>i</sub>, P<sub>j</sub>=P<sub>i</sub>としてSTEP2を実行。No: P<sub>i</sub>のアプローチをh<sub>i</sub>が断ったことを記録

・STEP2

出ていく人をh<sub>i</sub>、出ていく場所をP<sub>i</sub>、入っていく場所をP<sub>j</sub>とする。選好リスト上で上にh<sub>i</sub>の名前のみが書かれた人々をH<sub>i</sub>とし、H<sub>i</sub>の上のチェックを消す。P<sub>j</sub>からh<sub>i</sub>を出し、P<sub>j</sub>に入れる。P<sub>j</sub>の選好リスト上のh<sub>i</sub>の上にチェックマークをつける。h<sub>i</sub>と悪い関係のある人の選好リストでP<sub>j</sub>の上を書かれたh<sub>i</sub>の名前を消す。h<sub>i</sub>と悪い関係にあり、P<sub>j</sub>のリスト2上でH<sub>j</sub>よりも下位の人の選好リストのP<sub>j</sub>の上にh<sub>i</sub>を書く。H<sub>j</sub>=H<sub>j</sub>, P<sub>j</sub>=P<sub>j</sub>としてSTEP3を実行。STEP3の出力結果をもとにSTEP2を実行

・STEP3

HのうちP<sub>j</sub>の選好リストの高い順にAを実行する

A

1) P<sub>j</sub>の選好リストで自分より下で悪い関係にある人をP<sub>j</sub>から追い出す  
2) 自分と悪い関係にある人をHから追い出す  
3) P<sub>j</sub>に入っている人の中でP<sub>j</sub>の選好リストの最下位の人と自分を比較し相手が高ければ相手を追い出す

追い出された人たちをHとし、それぞれの入りたい場所をPとしてSTEP3を実行

図3  
グラフの特徴

面が2つのグラフの例

面が3つのグラフの例  
(今回の問題では存在しない)



118. 駒込高等学校

(選択型) 図 1

おすすめラーメン表示ページ

好きなラーメンの味はなんですか?

設定	検索	その他	クッキー削除
----	----	-----	--------

(結果表示)

選択肢から結果を表示する。

(マップ座標型) 図 2

お好みの緯度経度 Google map

設定	検索	その他	クッキー削除
----	----	-----	--------

(座標の正確さについて)

実測値 (緯度) 35.7250395 (経度) 139.7570931

Google からの理論値 (緯度) 35.7249865 (経度) 139.7565692

118. 駒込高等学校

(AI 学習型) 図3 点数付けにおいては様々な分野から付けることができる

```
graph TD; Start([開始]) --> Process1[学習データ]; Process1 --> Decision1{夏}; Decision1 -- Yes --> Process2[得点1 上昇]; Decision1 -- No --> Process3[得点1 減少]; Process2 --> Process4[結果を表示]; Process3 --> Process4; Process4 --> End([終了]);
```

The flowchart illustrates the AI learning process for scoring food items. It begins with a 'Start' node, leading to a 'Learning Data' process. This process then leads to a decision node 'Summer'. If the answer is 'Yes', the score is increased by 1; if 'No', the score is decreased by 1. Both paths lead to a 'Display Results' process, which then leads to an 'End' node. A separate 'Time/Location' process also feeds into the 'Display Results' process.



119. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics <input type="checkbox"/> 化学/Chemistry <input type="checkbox"/> 生物/Biology <input type="checkbox"/> 地学/Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】奈良県立青翔高等学校・青翔中学校	
【代表者名/Representative's Name】小林凜人	
【メンバー/Member】小林凜人 白銀大	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】細田浩之助	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】SEIRモデルを用いた感染症に関するグラフの作成	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 コロナウイルスがいつ収束するのかが気になり、感染症が流行する時期や収束する時期を知る方法を探していたところ、SIRモデル(図1)とSEIRモデル(図2)という今後の感染者数を予測できる数理モデルを見つけた。*1この2つのモデルを使ってうまく今後の感染状況を予測できるグラフを作ることができな いか考えた。先行研究によると、SEIRモデルは感染症における潜伏期間を考慮できるため、SIRモデルよ りも精密なグラフが描けることを知った。*2よって、本実験ではSEIRモデルを使って研究を進めていく ことにした。しかし、SEIRモデルでも、コロナウイルスが持つ様々な特性を考慮しきれないことが分かっ た。例えば、何度も感染することや死亡者数が一定以上常にいることである。そこで、SEIRモデルだけ では補いきれない死亡率という要素を自分で定義することで、より精密なグラフを作ることができると考 えた。SEIRとはそれぞれ、S:未感染者数、E:潜伏期間中の人数、I:感染者数、R:免疫保持者数を表す。	
【目的/Goal】 すでにあるSEIRモデルに新たな死亡率という変数を加えて今後の感染者数を予測することができる、精密 なグラフを作ることが目的である。今回の実験の力は、死亡率を正しくプログラムに組み込むことである。 SEIRモデルは、決まったプログラム(図3)を実行することによってグラフを描くことができる。 S,E,I,Rを定義するプログラムの中に死亡率を組み込むことに成功すると、目的の精密なグラフに近づく と考えた。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 すでに感染者数を予測するためのSEIRモデルを用いたグラフは作成されている。(図2)しかし、新たに 死亡率という変数を加えたモデル(図4)による予測が行われるのは私たちが初めてである。 コロナウイルスの感染者数予測には、ほかの風邪などとは違う研究のメリットがある。それは、厚生労働 省が正しいデータを「オープンデータ」として誰にでも閲覧できるようにしている。*3よって、実際の 感染者数を用いたシミュレーションが可能である。それだけでなく、モデルに必要な変数である実行再生 産数も公開されている。コロナウイルスは何度も変異を繰り返しているが、それぞれの株によって変わる 実行再生産数を精密な数値でシミュレーションを行えることは正確なグラフを描くのに大きな影響をもた らすはずだ。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 もし精密なグラフが完成すると、どのタイミングで流行するかを事前を知ることができる。それに基づい た対策をとることも可能になる。そうすることでコロナウイルスの収束に大きな影響をもたらすことにな る。死亡率を考慮したグラフのほうが死亡率を無視したグラフよりも精密性が高まると考えた。それぞ れのプロゲラムを実行した結果が下の図5~図7である。図8は、厚生労働省が出している感染者数の動向を 示す実際のグラフである。それぞれの概ねに着目すると、実際のグラフ(図8)は、増加と減少の大きな 波を何度も繰り返していることがわかる。図5~図7のうち、増加と減少を何度も繰り返しているのは図 7、すなわち、死亡率付きのSEIRモデルのみだったことがわかる。このことから、死亡率を考慮したグ ラフを作成することにより、精密性の高いグラフを作ることができたといえる。図5から図8までのグラフ は、横軸が日数、縦軸が感染者数の人数になっている。	
【今後の展望/Future potential and its plan】 今回は死亡率に絞って考えたが、再感染するという特徴を網羅できるグラフを作ること挑戦したい。記号 で考えるとRになった人が感染期間を超えると再びSに戻るプログラムを完成させることが課題になる。 また、1つのデータでは信ぴょう性に欠けるため、今回の実験ではデルタ株流行時のデータを取ったが、 アルファ株流行時期など、別の期間でデータをとっても果たして同じ形のグラフになるのかを確かめる必	

119. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

図3 SIRモデルのプログラム

```
function main(tick,update,ax,plot)
N = 1000000
R0 = 1.7
gamma = 0.25
beta = R0 * gamma / N
delta = 1/10

S = N
I = 0
E = 0

aS = [2/N]
aE = [E/N]
aI = [I/N]
aR = [R/N]
aJ = [E]

for t in range(10000)
    S,S,I,E,R = S + beta * I * I, E + beta * S * I - delta * E, I + delta * E - gamma * I, R + gamma * I
    aS.append(S/N)
    aE.append(E/N)
    aI.append(I/N)
    aR.append(R/N)
    aJ.append(S+E)

plt.plot(aS, "-", label="S")
plt.plot(aE, "-", label="E")
plt.plot(aI, "-", label="I")
plt.plot(aR, "-", label="R")
print(aJ)
plt.legend()
```

図4 死亡率付きのSEIRモデル

```
更新された感染者数の経過を軸に内蔵した感染数計算グラフ(2021年1月6日)
function main(tick,update,ax,plot)
N = 1000000
R0 = 1.7
gamma = 0.25
beta = R0 * gamma / N
delta = 1/10
mortality = 0.0001

S = N
I = 0
E = 0

aS = [2]
aE = [E]
aI = [I]
aR = [R]
aJ = [E]

for t in range(10000)
    S,S,I,E,R = S + beta * I * I + R * mortality, E + beta * S * I - delta * E, I + delta * E - gamma * I - R * mortality
    aS.append(S)
    aE.append(E)
    aI.append(I)
    aR.append(R)
    aJ.append(S+E)

plt.plot(aS, "-", label="S")
plt.plot(aE, "-", label="E")
plt.plot(aI, "-", label="I")
plt.plot(aR, "-", label="R")
print(aJ)
plt.legend()
```

119. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

要があると考えた。新たに調べを進めることで、SEIRモデルという隔離期間を考慮したグラフを作ることができるモデルを発見した。よって、RからSに回帰するモデルを考え、死亡率を考慮した我々独自のプログラムをSEIRモデルに応用すると、さらなる精密性の向上が期待できると考えた。

【参考文献/References】  
<https://club.informatix.co.jp> \*1  
<https://biostat-hokudai.jp/seirmodel/> \*2  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html> \*3

図1 SIRモデルの1例

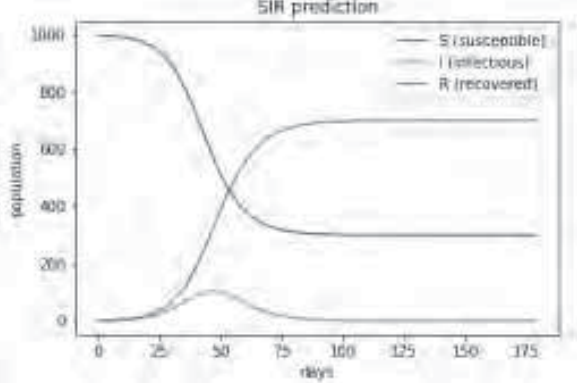
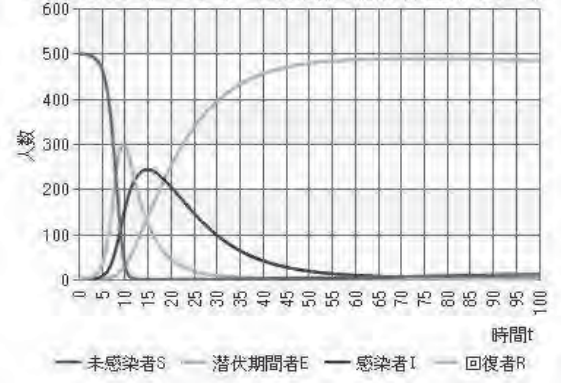


図2

SEIRモデル(コロナウイルス感染の微分方程式 その2)



119. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

図5 SIRモデルの感染者数のグラフ

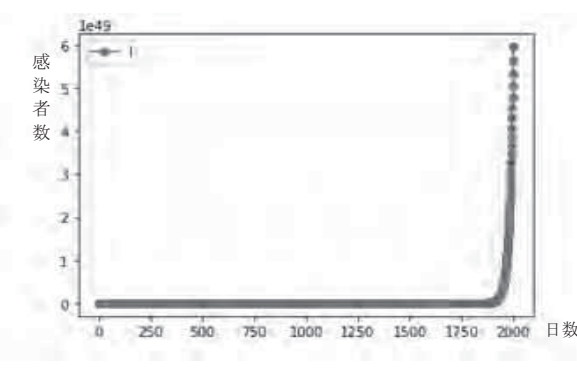
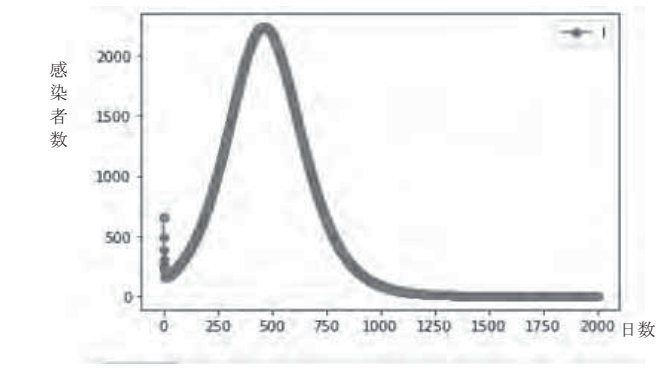


図6 SEIRモデル・死亡率付きの感染者数のグラフ





## 119. 奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

図7 SEIRモデル・死亡率ありの感染者数のグラフ

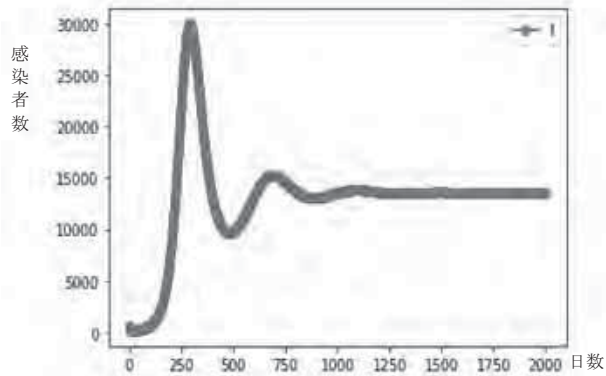
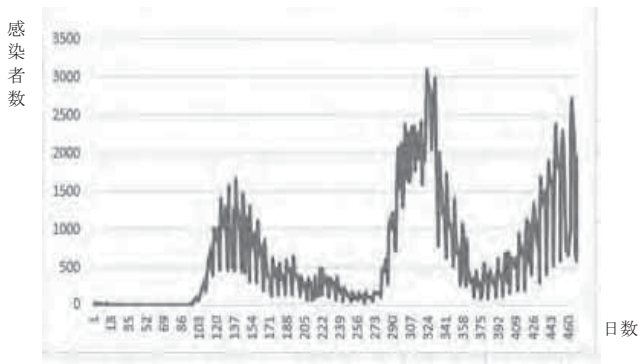


図8 実際のグラフ・厚生労働省



120. 山形県立東桜学館中学校・高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
<b>【学校名 / School Name】</b> 山形県立東稜学園中学校・高等学校	
<b>【代表者名 / Representative's Name】</b> 大井 真	
<b>【メンバー / Member】</b> 加藤美羽、黒澤佐保	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
<b>【お名前 / Name】</b> 佐藤寛之	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
<b>【タイトル / Title】</b> 目から感情を読み取る AI のリアルタイム化	
<b>【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】</b>	
<p>世の中空気を読む、相手の感情を読み取ることを発達障害の人やアンケートを取り、苦手としている人が多い。そして、コロナウイルスが広まり、マスク生活が余儀なくされ、その障害の人たちなどは頻りにしていた口元が見えなくなり困った。そこで高校一年の頃に“やまがた AI 部”で活動していた時に、目から感情を読み取る AI があったらさらにコミュニケーションがとりやすいとも考え、便利だなと思い提案したのがきっかけである。</p>	
<b>【目的 / Goal】</b>	
<p>コロナウイルスが流行している現在、マスクをつけて生活しているため人の感情を読み取ることがより困難になった。以前所属していた、やまがた AI 部ではこの状況を改善すべく、マスク越しで感情を読み取る AI 開発を試みたが、知識不足により実現を断念した。そこで今回私は新たな知識を得て「目からの表情判断をする」AI を作成した。この時は静止画像であった。そこで実用的に、どうしたら良いのかを考えた結果、「リアルタイム化」を図ることでそれにより対面での会話だけでなくオンライン会議などの画面越しからの表情判断を可能にする事を目的としている。</p>	
<b>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</b>	
<p>ここで出てくる記号    図ー添付の画像または図    []ー参考文献    以下同じように表記する。</p> <p>今回私は目“物体”として検出し画像処理をする手法が、新しいやり方だと思っている。通常は顔認識 AI を使うときに用いるツール(68 facial landmarks (図 1))や Azure(マイクロソフトのクラウドコンピューティングサービス)で提供している顔認識 AI を用いるが、私はそれを用いずに、物体検出 AI “YOLOv5” (図 2) [1] といったものを用いて“目”を検出し目から感情を判断する。これは、ベクトルを用いた画像処理でできると、データセットが用意で(写真にアノテーション作業 (図 3) をするだけである。アノテーションには、labelimg[2]を用いた)利便性と生産性を考え、この物体検出 AI 用いた。またこの物体検出 AI はリアルタイム(Web カメラ、動画)に対応しているため、オンライン会議などの画面越しからの表情判断をすることができるその点。</p>	
<b>【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b>	
<p>今回初めての試みとなったため参考文献に書いてある [3]、[4] をベースに自分たちの AI に合うように作成している。今回の AI は教師あり学習 (AI が学習する際に学習するデータがある) という手法を用い</p>	

120. 山形県立東桜学館中学校・高等学校

るため、データセットの準備が必要である。そのため顔認識 AI 用のデータセットを加工し、アノテーション(その情報へタグ付け)しなければならないため、多くの時間が必要となる。基本的に画像認識 AI は各クラス(ここでは各感情)に 5000 枚程度必要になるため今回私たちが作る AI では感情を 5 つ(怒り、悲しみ、真顔、笑顔、驚き)に分ける必要に最低でも 25000 枚必要になるが、あまりにも現実的ではないので今回は合計 10000 枚ぐらいを目安に作っているところである。試しに怒りだけを YOLOv5 で Google Colaborytor[5]学習(図 4)させると結果、mAP(平均適合率)は 89.18%であり、今後に期待はできる。しかし、そもそも人間が「目」だけをみてどれだけの精度なのかを検証してあげなければならない。

【今後の展望／Future potential and its plan】

教師より学習用のデータ(AIに学習させるデータ)が圧倒的に足りないため、まずはアノテーションしたデータを増やすことからである。また、口元を隠した状態でのコミュニケーションはどれほどの人に影響(どれほどの人がコミュニケーションを取りづらくなるのか)を調査した研究を探す。見つからなければ学校内でアンケートを取り調査したい。また、そもそも人間がどれほど感情を読み取れているのかを調査することで、AI との精度比較、適合率比較ができるため、そのアンケート実施もしていきたい。

【参考文献/References】

(1)は最終確認日である

[1]GitHub yolov5 (2023-1-19)  
<https://github.com/ultralytics/yolov5>

[2] GitHub labellmg (2023-1-19)  
<https://github.com/heartexlabs/labellmg/releases>

[3]Qiita yolo v5 で自作データを学習させ、PC カメラですみっこぐらしたちをリアルタイムに物体検出してみる 著者@enya314 (2023-1-19)  
<https://qiita.com/enya314/items/1bd053d6a81a156ff814>

[4]Qiita [YOLO V5] AI でじゃんけん検出 著者@PoodleMaster (2023-1-19)  
<https://qiita.com/PoodleMaster/items/5f2cc3248c03b03821b8>

[5]Google Colaboratory (2023-1-19)  
<https://colab.research.google.com/?hl=ja>

画像または図



图 1 68 facial landmarks

120. 山形県立東桜学館中学校・高等学校

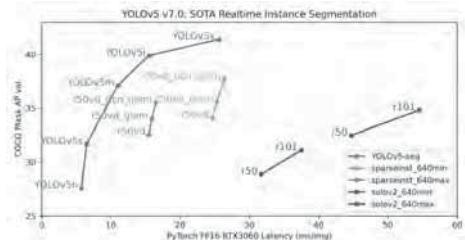


图 2 YOLOv5



図3 アノテーションの様子



図4 学習の様子



ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☒ Idea

☐ Preliminary

☐ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☒数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】埼玉県立熊谷西高等学校

【代表者名／Representative's Name】赤瀬 結音

【メンバー／Member】相澤 果凛 池田 脩人 新井 勇聖 浅賀 春奈

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】持田 秀一 増野 蒼浩

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】カブレカ定数の計算回数に現れる特徴

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】カブレカ定数というものを知り、昇順と降順の差をとり計算を繰り返すと(以下カブレカ操作)1 つの数になるのに、数によって計算回数に違いが現れることが不思議だと思い、計算回数に特徴があるのではないかと思い調べることにした

【目的／Goal】

・カブレカ定数に行きつくまでの計算過程に特徴があるのか見つける

・計算回数ともの数との関係性を見つける

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】

・計算回数の統計を出し、同じ回数のをまとめ、グラフにする

・カブレカ操作で現れた数を樹形図にする

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】樹形図やグラフを作成することによって、計算回数やカブレカ操作に特徴を見つけることができるのではないかと

【今後の展望／Future potential and its plan】4 桁から 5 桁、6 桁と桁を増やしたときに、4 桁と同じような特徴が現れるのか

【参考文献／References 】公立中高一貫校対策センターホームページのカブレカ一数とは

ご自身の研究段階 (Research Stage) :

☐ Idea

☐ Preliminary

☒ Result

分野／Field

最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理／Physics

☐化学／Chemistry

☐生物／Biology

☐地学／Earth Science

☒数学＋情報／Mathematics&Information

☐その他／Others specifying :

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】駒込高等学校

【代表者名／Representative's Name】權星伍

【メンバー／Member】權星伍

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】中島遼

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】ギャンブル間の共通点から見れるベット法の引用

【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】ギャンブルは確率だ。つまり運だ。勝てる時もあれば、負ける時もある。勝つための戦術はたくさんある。特に、カジノゲームなどは確率やオッズが一定のものが多く戦術性の高いゲームが多数存在する。一方、確率やオッズが一定じゃないものも存在する。主にレースゲームである。出場者によって差がでるので、オッズも変動する。極めて勝つのが難しい。勝ったとしても儲ける量が少ないかもしれない。ただ、どのギャンブルにも共通点が存在するはず。そこで自分は共通点を見つけ出し、それをもとに他のギャンブルに戦術を移行し活用できるのではないかと考えた。

【目的／Goal】ギャンブル間の共通点を見つけ出し、その中で片側の戦術をもう片側に取り入れ利益を出すことで、他ギャンブル間でも戦術を利用できることを証明する。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】今回は競馬をターゲットに、オッズなど確率の変動を統計をとることで補いつつ、カジノゲームから特に共通点の多いルーレットの戦術を取り入れ、利益を出そうと考えた。ルーレットとの共通点は、レースに実際に賭けるプレイヤーの影響を受けない、単勝・複勝に似たような賭け方がある、などと競馬とルーレットは類似している。そこでまず、競馬の統計をとった。参考文献❶より、条件は東京競馬場での 300 レース (2021/11/6~2022/5/21) の人気順の単勝率 (データ❶-1) と複勝率 (データ❶-2)、25 レース (2021/11/6~2022/11/13)の単勝・複勝(複勝は変動があるため、最低オッズと最高オッズの両方)のオッズの統計(データ❶-1,2)をとった。次にルーレットの戦術の中からいくつかに絞って比較した。今回は数あるベット法の中で2つに絞った。

・マーチンゲール法

負けたらベット額を倍にしていく必勝法。勝ったらもとのベット額に戻す。オッズ2倍の場合使用。何連敗しても、1勝すれば利益が出る。

例) 1→2→4→8→…勝ったら→1→2→…

・ココモ法

負けたら前回と前々回のベット額を足してベットしていく必勝法。勝ったらもとのベット額に戻す。オッズ3倍の場合使用。何連敗しても、1勝すれば利益が出る。負ければ負けるほど、勝った際の利益は大きい。

例) 1→1→2→3→5→8→…勝ったら→1→1→2→…

どちらも簡単に使いやすく似ているが、相違点はマーチンゲール法はオッズが2倍程度の場合、ココモ法はオッズが3倍程度の場合に使用する。利益はココモ法のほうが大きい。

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】まず、マーチンゲール法を利用できるオッズが2倍のもの、ココモ法を利用できるオッズが3倍のものを、データ❷-1,2 から抜き出した。

—2倍

・1 番人気単勝

・5 番人気複勝

—3倍

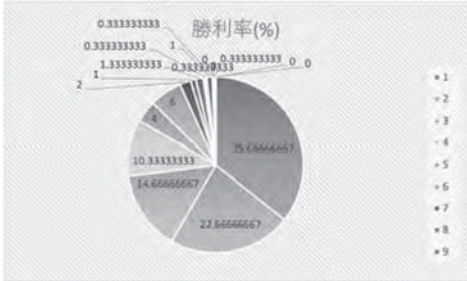
・6 番人気複勝

以上のようなものになった。データ❶-1,2 より、2 倍オッズの中でより確率が高いのは、1 番人気単勝である。3 倍の場合は 6 番人気のみである。それぞれ確率は 35.7%、21.7%となる。これを踏まえて参考文献❶より、東京競馬場の 1 日 1 2 レースを 1 0 日分(2022/5/22~2022/6/25)実際に日毎に勝利数と利益を計算した(データ❷)。初めのベット額は 100 円(馬券 1 枚分)とした。そして、その日が負けで終わった場合、マーチンゲール法とココモ法は継続させるものとする。データ❷より、結果とマーチンゲール法とココモ法の性質より、1 番人気単勝のマーチンゲール法は少し確率が高いが利益が低い、6 番人気複勝のココモ法は少し確率は低いが利益は多いという結論に至った。結果的にどちらも利益を出すことができた。

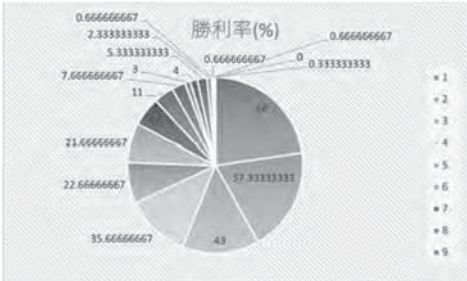
【今後の展望／Future potential and its plan】今回の結果を踏まえて、ギャンブル間の戦術の移行は可能だと考えることができる。これにより、カジノゲーム間でも戦術を移行できるのではないかと推測した。今後は戦術の利用をギャンブル間だけでなく、様々な分野でもギャンブルの戦術を活用できるよう、研究を進めていきたい。

【参考文献／References 】❶株式会社ネットドリーマーズ。"開催レース一覧".netkeiba.com.2023-1-17

https://race.netkeiba.com/top/?rf=navi.(2023-1-17)



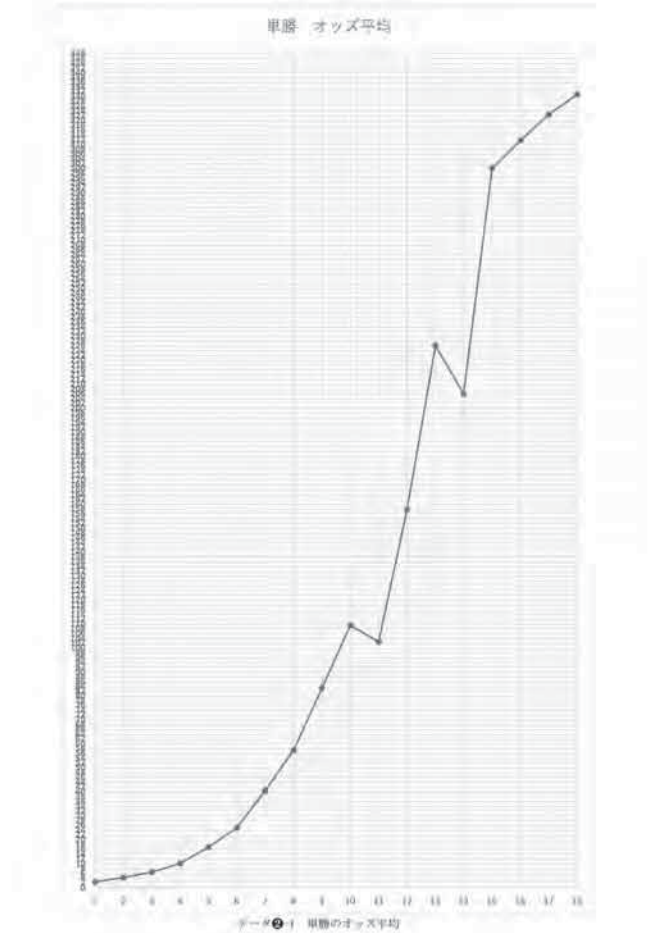
データ❶-1 人気順の単勝の勝率



データ❶-2 人気順の複勝の勝率



122. 駒込高等学校

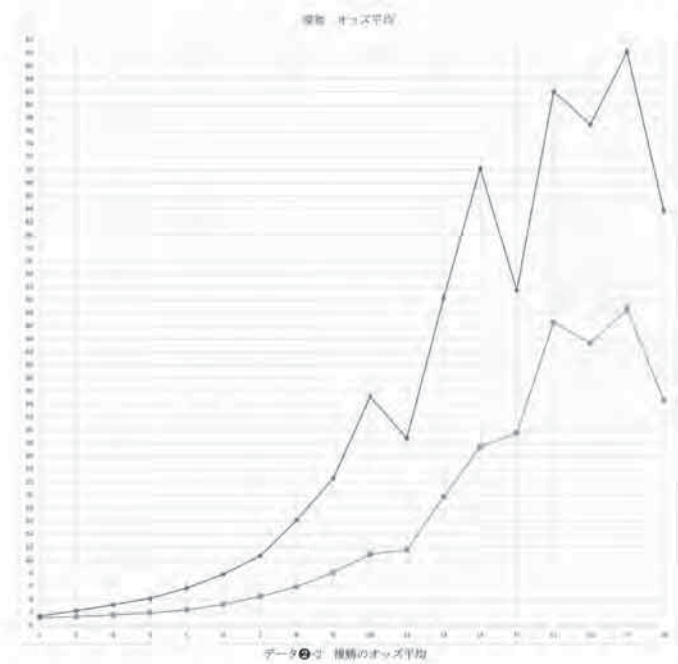


122. 駒込高等学校

日数	1 番人気 単勝		6 番人気 複勝	
	勝利数	利益	勝利数	利益
1	5	940	1	-14210
2	6	590	2	75210
3	2	3400	4	5520
4	8	10060	6	1610
5	3	7680	3	2140
6	4	-3660	4	2450
7	5	1970	1	-1380
8	6	-320	3	2720
9	6	2340	4	2250
10	3	-6200	3	-1060
合計	48	16800	31	75250

データ③ 各競け方の利益と勝利数

122. 駒込高等学校



123. 三田国際学園高等学校

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野 / Field 最も当てはまる分野ひとつに印をして下さい。Check only one appropriate field.

☐ 物理 / Physics ☐ 化学 / Chemistry ☐ 生物 / Biology ☐ 地学 / Earth Science  
☒ 数学 + 情報 / Mathematics & Information ☐ その他 / Others specifying :

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】 三田国際学園高等学校

【代表者名 / Representative's Name】 山崎あかり

【メンバー / Member】

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】 新島清章

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 整数の累乗について

【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】  
整数の累乗の代表例として知られている平方数については多くの性質が知られている。例えば、平方数の正の約数の個数は奇数であるという性質がある。また、初項と第2項が1のフィボナッチ数列に出現する平方数は、1, 144のみである。さらに、連続する4整数の積に1を加えた数は平方数になる。  
また、任意の立方数は2つの平方数の差で表せる。このようにして整数の累乗の代表例として挙げられている平方数や立方数については数多くのことが知られているが、一般に整数の累乗自体については解明されていないことが多い。整数の累乗に関する一般的な性質については多くの考察が進められているものの、共通する制してを表す数式は少ない。そこで、整数の累乗に共通する性質を数式として表し、最終的には $m^n(m, n \text{ は整数})$ について、様々な $m, n$ の条件下で $m^n \equiv a \pmod{m}$ の式を作ることを目的とした。

【目的 / Goal】  
整数の累乗に関して、 $m^n$ と同値の式を求める。(m, n は整数)

【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】  
目的を達成するために、 $m^n$ を考えるにあたってまず代表例である平方数や立方数について考える必要があると考えた。  
・平方数について分かったこと  
 $m \cdot n = 50$ を満たす $m, n$ に対して $m^2$ と $n^2$ の下2桁は一致する。  
・立方数について分かったこと  
 $n^3 - (n-a)^3 \equiv a \pmod{6}$  (a は整数)  
ここで述べた分かったことに関しては整数の累乗で考えた時も似たようにして当てはめることができるのではないかと考えた。

【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
新規性と創造性の部分で述べた平方数と立方数で分かった性質(例えば、任意の立方数は2つの平方数の差で表せる。)を生かして、整数の累乗についての性質を求められるのではないかと考えた。例えば、立方数で分かった $n^3 - (n-a)^3 \equiv a \pmod{6}$ という性質を生かして、整数の累乗 $m^n$ だと、 $m^n - (m-a)^n \equiv a \pmod{1}$ から $n$ までをかけた数になると予想ができる。しかし、まだ整数の累乗についての研究をすることすらまで迫り書いていないので、これからさらに平方数や立方数の性質を見つけ、それを、 $m^n$ と同値の式を求めるための手がかりとなると考えられる。

【今後の展望 / Future potential and its plan】  
平方数や立方数についての性質を様々な観点から求める。そして、整数の累乗の式( $m^n$ と同値の式)を求める。



【参考文献／References】 ・平方数の約数の個数 ( <a href="https://manabitimes.jp/math/903">https://manabitimes.jp/math/903</a> ) ・完全平方数(平方数)について ( <a href="http://shochandas.xsrv.jp/square/square2.htm">http://shochandas.xsrv.jp/square/square2.htm</a> ) (1)Cohn SQUARE FIBONACCI NUMBERS,ETC 1964 ( <a href="https://www.mathstat.dal.ca/FQ/Scanned/2-2/cohn2.pdf">https://www.mathstat.dal.ca/FQ/Scanned/2-2/cohn2.pdf</a> ) (2)Wyllie Fibonacci and Catalan Numbers: An Introduction 1964 ( <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118159743">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118159743</a> )
--

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】三田国際学園高等学校	
【代表者名／Representative's Name】関根 徳亜	
【メンバー／Member】	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】辻 敏之、渡邊 新大	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】熱力学的視点から見た粘菌の自己形成とホップフィールドモデルの類似点について	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 単細胞生物ながら高度な情報処理能力を持つことで知られる粘菌のネットワークと、神経細胞のネットワークの類似点に着目し研究をおこなった。研究の結果、粘菌の自己形成を表すモデルとして広く知られるフィザルムソルバー[1]について定義したリアプノフ関 F と、ニューラルネットワークに用いられるホップフィールドモデルにおける自由エネルギーF が似た様な構造を持つことがわかった。（図1）研究ではまず、神経細胞のモデルであるホップフィールドモデルとして、発火状態を±1 の2値で表すモデルを採用し、磁性体のモデルとして知られるスピングラスモデルとのアナロジーから平均場近似を用い熱力学的な物理量を求めた。その後、粘菌におけるリアプノフ関数を自由エネルギーと捉えて、エントロピーや内部エネルギーなどの熱力学的な物理量を定義した。結果としてホップフィールドモデルと粘菌の自己形成アルゴリズムが同種の構造を持つことを示した。具体的には、粘菌のモデルにおいて定義したエントロピーは、同値変形によって各々の細胞がシグモイド型の確率モデルによって2値ラベルに分類されたシャノンエントロピーと似た形に書き換えが可能であり、餌の流出点と流入点を結ぶ経路を最小化しようとする、自然とエントロピーが最大化される経路が選択されることが分かった。	
【目的／Goal】 真正粘菌はアメーバゾア属に属する原生生物の一種であり、単細胞生物でありながら自己形成の際に最適な形状を取るという点において、高度な情報処理能力を持っていることが先行研究で示されており、例えば中垣らの研究[2]では粘菌に迷路を解かせる実験が行われている。さらに、粘菌は代謝物質である cAMP の周期定期的な濃度勾配の変化を読み取ることで、環境の変化を学習、予測する能力があることがわかっていて[3]。これらの粘菌の挙動については数学的な考察が進められており[1]さらにそれら応用して、最適交通網問題[4]、巡回セールスマン問題[5]、シュタイナー問題[1]などの計算量が多くコンピュータで解くのが困難な問題を従来の解法より短時間で解くことができるとが示されている。そして、これらの計算能力の高さはどこから由来するのかを明らかにすることは、粘菌のような原始的な生物の情報処理能力の本質的な解明につながり、先行研究のより数多くの問題を解く新しいアルゴリズムへの応用も期待される。そこで、最も広く使われるモデルであるフィザルムソルバーを用いて粘菌の自己形成が持つ計算能力の高さの理解を目的として研究を行なった。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 フィザルムソルバーとホップフィールドモデルはそれぞれ粘菌、脳のモデルから発展したものである。この二つのモデルは、その起源は異なるものの、多数の細胞同士が影響し合い目的を達成する最適な挙動を探し出すという点ではどちらにも共通している。これら二つのモデルを比較して行った研究は無く、本研究が初めておこなった。さらに異なる生物の二つのモデルについて、その数学的構造が類似しているという発見は生物の情報処理の本質的な理解を深めるものになったと思う。	

【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 フィゾルムソルバーを応用した数学的問題の解法アルゴリズムは最適解を素早く、大まかに探索するのに適している。粘菌とニューラルネットワークの類似点に着目することで、従来より柔軟で効率的なコンピュータの情報処理に活用できるのではないかと考えている。 【今後の展望／Future potential and its plan】 粘菌の情報処理には[1]で取り扱った性質の他にも収縮地線振動[6]のような結合振動子としての性質も持っている。本研究では神経細胞を模したニューラルネットワークと粘菌の類似点に着目したが、実際の神経細胞にはホップフィールドモデルにはない振動子としての性質も兼ね備えており、より粘菌と神経細胞の情報処理の近さが伺える。そこで今後は結合振動子の観点も含めて粘菌の情報処理について研究を進めようと思う。 【参考文献／References】 [1]小林亮(2014)「粘菌の経路探索における最適化」日本ロボット学会 Vol.32 No.6 真 [2]中垣俊之、山田裕康(2001)「迷路を解く巨大アメーバ細胞：粘菌」生物物理 41 (5) [3]中垣俊之(2010)「粘菌の記憶と迷いのエソロジカルダイナミクス」数理解析研究所講究録 第1704巻 [4]手老篤史、中垣俊之、小林亮「正粘菌による迷路-最短ネットワーク-最適交通網問題の解法」交通流のシミュレーションシンポジウム論文集 [5]榎原博之、田中裕也、石川琢士「粘菌ネットワークを用いた巡回セールスマン問題の解法」日本情報処理学会 [6]山田裕康「真正粘菌変形体の時空パターン形成 ― 振動と流動から細胞行へ ―」応用力学研究所研究集会報告 No.17ME-S2「非線形波動および非線形力学系の現象と数理」
---

※オーラル及び英語ポスター発表は A4 用紙 2 枚まで（それぞれの項目記載に必要な写真や図は A4 用紙 7 枚まで添付すること）  
※写真や表には必ず説明文（caption）と番号を付けること。引用文献（参考文献）にも番号をつけること。そしてこれらは必ずいずれかの項目記述文章で言及し、その際その場所に図、表、引用文献の番号を付すこと。  
※各項目の記述にあたっては、別途配布のスタートアップチェックリストを参考にすること。

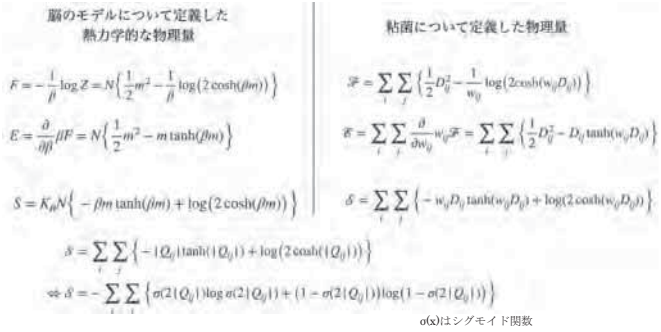


図1 粘菌と神経細胞のアナロジーを示した。神経細胞における F, E, S はそれぞれ自由エネルギー、内部エネルギー、エントロピーを表す。一方粘菌における F は経路についてのリアプノフ関数をあらわし、熱力学における自由エネルギーとのアナロジーから同様に内部エネルギー、エントロピーに対応する量を定義できる。特に、粘菌について定義したエントロピーに対応する量は同値変形によりボルツマンマシンにおけるシャノンエントロピーと似た形に書き換え可能である。

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】茨城県立竹園高等学校	
【代表者名／Representative's Name】山口蓮太郎	
【メンバー／Member】山口蓮太郎	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】草間桜子	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】正多角形の折り紙による作図可能性	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 子供のころから折り紙が好きで、恐竜のような動物や多面体を作成することが好きだった。中学のころ、定木とコンパスのみでは作図できないことが証明されている正七角形が、折り紙で折れることを知った。	
【目的／Goal】 平面折り紙について、定木とコンパスでは2次方程式までしか解くことができないが、折り紙では3次方程式を解くことができる理由を、ガロア理論を用いて調べることが目的とする。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 折り紙は幅広いテーマを内包しているが、分野として開発途上の研究である。また工学での研究は進んでいるものの、数学者がそれほど参加しておらず、その必要がある。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 折り紙公理が意味すること調べ、自分で具体的に計算して実際に折り紙で作図したことで、作図と折り紙を用いた作図の根本的な違いを理解できた。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 一般的に、科学としての折り紙を使った研究は数学にとどまらず、工学的な応用例として、宇宙で使用するアンテナや太陽パネルがある。物を効率よく折り畳む技術は医療にも応用されつつあり、細胞折り紙実際の生体内に近い環境を作ることができ医療や生命科学への応用が期待できる。	
【参考文献／References】 Robert J. Lang, <i>Origami and Geometric Constructions</i> J.ロットマン、『ガロア理論』丸善出版,2012年	



126. 秋田県立秋田高等学校

127. 駒込高等学校



<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Idea</b> <input type="checkbox"/> <b>Preliminary</b> <input type="checkbox"/> <b>Result</b>
<b>分野／Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying :
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】三田国際学園高等学校
【代表者名／Representative's Name】門口春菜
【メンバー／Member】門口春菜
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】辻敏之
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】画像に特化した画像生成 AI の精度を高める方法の開発
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 現在、Stable Diffusion[1]や Midjourney[2]などの画像生成 AI が話題になっている。これらは利用者が求める画像を生成する AI である。膨大な量の画像データとその注釈のデータを学習することで画像と言語の関係性を見出していると考えられる。利用者は画像に盛り込みたい要素を単語として入力することで画像を得ることができる。このような生成方法を <b>str2img (string to image)</b> という。画像に加え、言葉での指定を入力することで、与えた画像の構図や色彩感などを生成する画像に取り込むことができる。これを用いて自身のイメージに則り、盛り込みたい要素を含んだ画像を生成する。 この AI をイラストレータが補助的に用いることもできる。例えば、アタリと呼ばれる構図などをデザインする際に一時的に用いる下描きの状態を元画像として AI に与えることで完成までのプロセスを短縮することができる。完成させるには利用者は生成された画像に修正を加えれば良い。しかし、出力される画像は細かな異常や想定していない装飾がなされる場合があることが報告されている。例えば人や動物の場合、指や足が多い、体の部位のバランスがおかしいなどが挙げられる(図 1)。風景の場合、区切りのない木、遠近感のないのっぺりとした奥行き (図 2) などが挙げられる。背景の遠近感などは視線誘導において特に重要で、例えば遠くにある山が光の散乱により青く見えるように、後ろにあるものにも少し青がかかりそして見えにくくなる。ピントをずらすなどの手法を利用している場合、手前にあるものをぼかすことで見せたいものに目がいくようになる[1]。これらの視線誘導も加味することが出来たら、AI の画像生成は精度が上がるのではないかと考えた。そこで本研究では利用者の想定している通りに生成されるよう精度を上げようと考えた。
【目的／Goal】 本研究では <b>img2img</b> 技術を使用した画像の出力の段階で利用者が想定する全体的な構図に生成後違和感のないクオリティのものが生成できる手段を確立することが目的である。 最終的には利用者が何を目立たせたいのかを、既存の AI によって生成されたものに既存の AI によって生成されたものに自動で要素や視覚効果を追加したり、その要素が含まれているかを条件に古いにかけること目指している。

【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 イラストを自分で作成する利用者が盛り込みたい要素を含んだ画像を複数生成し、そのクオリティの高いものを選択し修正する形で完成、背景などに利用するのが従来の AI を用いた画像生成方法である。本研究では利用者の想定しているイメージを取り入れることで、利用者が想定している構図や全体的なバランスを崩すことなく生成され、また、アタリを読み込む際に背景と人体の位置の深度情報を把握することで生成する画像の対象に形状を固定させることで修正時間、試行回数共に短縮されると考えられる。 アタリである元絵の画像とは別に、利用者の意図を伝えるための画像を用意することで、アタリに追加する形式で特定の色に塗られている場所は例えば画像の対象の箇所の彩度を落とすことで後ろにあることを表現することができこれにより言語を介すのみだったことが、より抽象的な利用者の完成のイメージがそのまま生成された画像に反映されるようになると考えられる。 また、画面に奥行きをすることや、額縁効果を狙って出力できるようになれば人体など違和感を受けやすい物の描写範囲が狭くなるので全体的なクオリティが上がるのではないかと考えられる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 既存の AI に読み込ませるものを 2 枚用意し、一枚目を全体の元絵、色とし、2 枚目を利用者の提示する条件として読み込ませ、1 枚目をベースとして生成したものを 2 枚目から得た情報をもとに、条件に合致していないものを諦め落とす、加工をくわえるなどして提示することでクオリティを上げることができると考えている。利用者の想定を大きく外れた画像が出力されると加筆に時間がかかってしまったため、生成される画像がより完成形に近い必要がある。生成されたものに対してアクションをすることで精度が高められると考えている。 2 枚目の構図の条件を読み取る際に、先にある程度の指向性を持たせる、例えば手前にあるものは利用者が特定の色で塗るなどが必要だと考えている。2 枚目に目立たせたいものの指定、距離感の情報があれば、生成した画像の該当する箇所の明度彩度等をいじることでより利用者のイメージしている完成に近いものが作れるのではないかと考えている。
【今後の展望／Future potential and its plan】 差し当たって 2 枚目をどう読み込ませるか、2 枚目にある情報をどうやって認識させるかを考え、実践していきたい。 またこのアプローチが失敗した場合の副案の作成。 読み込ませるアタリのバース等が狂っていた時の対処法などを考えていきたい。
【参考文献／References】 1. Stable Diffusion Online, <a href="https://stablediffusionweb.com/">https://stablediffusionweb.com/</a> 、(最終閲覧日：2023/01/20) 2. Midjourney, <a href="https://midjourney.com/home/">https://midjourney.com/home/</a> 、(最終閲覧日：2023/01/20) 3. 小沢 一雅 (2003) 絵画における遠近法表現と三次元世界の対応関係 情報処理学会

メモ書き

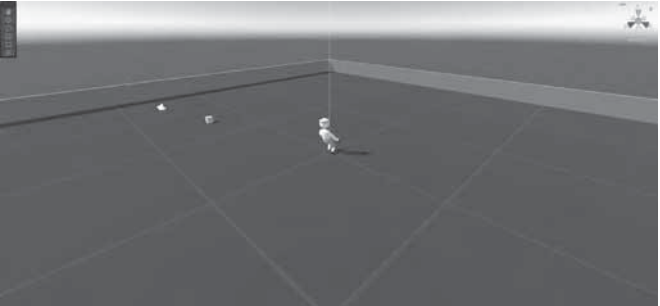


図 1 AI で出力した人物画

図 2 AI で出力した風景画

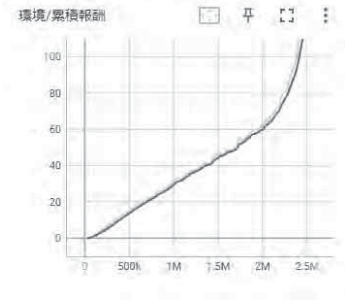
<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> <b>Idea</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>reliminary</b> <input type="checkbox"/> <b>Result</b>
<b>分野／Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :
<b>参加者／Participant's Information</b>
【学校名／School Name】埼玉県立熊谷西高等学校
【代表者名／Representative's Name】篠崎 湧生
【メンバー／Member】高山 侑大
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>
【お名前／Name】大室尚之
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>
【タイトル／Title】歩行 AI の作成
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 最近、私たちの生活に AI というものが当たり前になってきており、今まで人間が行って来たものが AI に置き換わってきている。そこで、私たちの班は、今後さらに重要性を増していくであろう AI を短時間で効率よく作成するにはどんなことが大切なのかが気になり研究を始めた。
【目的／Goal】 歩行 AI を使って歩行 AI がより効率よく報酬を獲得するには、どのような学習方法でどのような報酬の与え方がよいのか実験することで短時間でより良い歩行 AI を作成する方法を見つける。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 方法 まず初めに Unity というソフトを使って歩行 AI のモデルを用意し、次に Anaconda というソフトを使って AI が学習するための環境を用意した。
実験 1 一つの実験では、歩行 AI は PPO と SAC のどちらの学習方法があっているのか調べた。今回行う学習は、ランダムに配置される黄緑色のオブジェクト [画像 1] に向かって歩き、それに触れることができたらまた、ランダムにオブジェクトが配置されるといった学習を行った。PPO と SAC それぞれ 1 時間ずつ行い、時間内に何度オブジェクトに触れることができたかでそちらの学習方法が今回学習される AI にあっているのかを調べた。
結果 1 PPO という学習方法を用いたところ 1 時間でターゲットに 6 回接触することができたが、SAC では 1 時間でターゲットに接触することができなかった。どちらの学習方法でも始めは一步も歩くことが出来ず倒れてしまい、15 分程度経った時点で一步進むことが出来た。 しかし、PPO は 25 分程度経ったときにはさらに歩けるようになっていたが SAC ではあまり変化がなかった。40 分程度経ったときに PPO は 1 度目のオブジェクトとの接触をし、1 時間で計 6 回オブジェクトと接触することが出来たが、SAC は、1 時間の内にオブジェクトと接触することが出来なかった。

実験 2 二つ目の実験では実験 1 の結果より PPO は SAC と比べて今回の条件の場合効率が良いことがわかったため、より効率よく強化学習出来ないか「好奇心」(目新しさに対しての報酬)を追加した。 結果 2 PPO に新たに好奇心を追加してもあまり変化が見られなかった。結果は実験 1 で行ったものほとんど同じになった。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 考察 実験 1 では、1 時間という短時間では過去と現在のポリシーから参照する SAC よりも現在のポリシーからのみ参照する PPO のほうがより多くの報酬を獲得することができたと考えられる。この結果から短時間での強化学習では PPO が適していることが分かった。実験 2 では、報酬の与え方に好奇心を追加したが今回のような学習環境では密な報酬機能が既に含まれており、エピソードが終わったあとに報酬が与えられる場合変化が少なくと考えられる。
【今後の展望／Future potential and its plan】 今回の実験では、与える報酬を変化させず行ったが移動報酬、方向報酬、頭の高さに対しての報酬、頭の不安定さに対するペナルティの値を変化させることでより効率よく歩行 AI を作成できないか実験していきたい。
【参考文献／References】 Unityではじめる機械学習・強化学習Unity ML-Agents実践ゲームプログラミング <a href="https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents">https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents</a> Unity ML-Agents の環境構築からサンプルを動かす すまで-Qiita <a href="https://qiita.com">https://qiita.com</a> > Unity

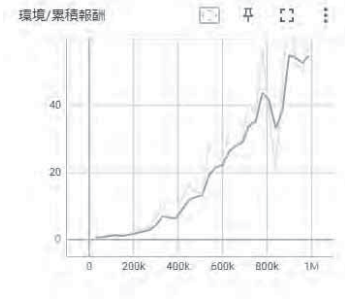


画像 1

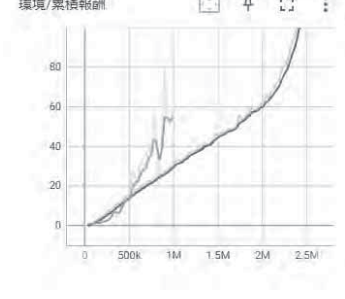




画像 2



画像 3



画像 4

【今後の展望／Future potential and its plan】
ある適当な単語において、その周辺に存在する単語の頻出度を算出することができている(図)。今回の研究では共起確率を用いて、適当な単語における前後の語句との関連性を算出したが、N-gramを用いた算出では単語の頻出度が算出されただけで、文章内での単語と前後の単語とのつながりが不明瞭だった。そのために、今後は、誤字脱字の検出はBidirectional LSTMを使い、AIの構築を進めていく。また誤字の訂正や脱字の補充についてはGoogleのBERTのようなシステムを参考にし検討していく。
【参考文献／References】
[1]アキシブアカデミー 共通テストの記述式の出題の問題点って？！記述問題の 7 つの問題！. <a href="https://axivacademy.com/info/column/kyotsuteshi/176662/(2023-1-19)">https://axivacademy.com/info/column/kyotsuteshi/176662/(2023-1-19)</a>
[2]倉田基成.Bidirectional LSTM を用いた誤字脱字検出による採点項目別自動採点の改善. The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers and Information Processing Society of Japan All rights reserved. 第 20 号. 2021 年
[3]大学入試ナビ.【連載・これからの大学入試③】なぜ？共通テストの記述式問題導入は見送り. <a href="https://daigakunyushinavi.com/2021/07/20/column003/(2023-1-19)">https://daigakunyushinavi.com/2021/07/20/column003/(2023-1-19)</a>
[4]Tomoya Mizumoto, Hiroki Ouchi, Yoriko Isobe, Paul Reisert, Ryo Nagata, Satoshi Sekine, Kentaro Inui.Analytic Score Prediction and Justification Identification in Automated Short Answer Scoring.In Proceedings of the Fourteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications. p316-325.(参照 2022-10-27)
[5]小納言〜KOTONOHA「現代日本語書き言葉均衡コーパス」. <a href="https://shonagon.ninjal.ac.jp/">https://shonagon.ninjal.ac.jp/</a>
[6]UserLocal AI テキストマイニング. <a href="https://textmining.userlocal.jp/">https://textmining.userlocal.jp/</a>

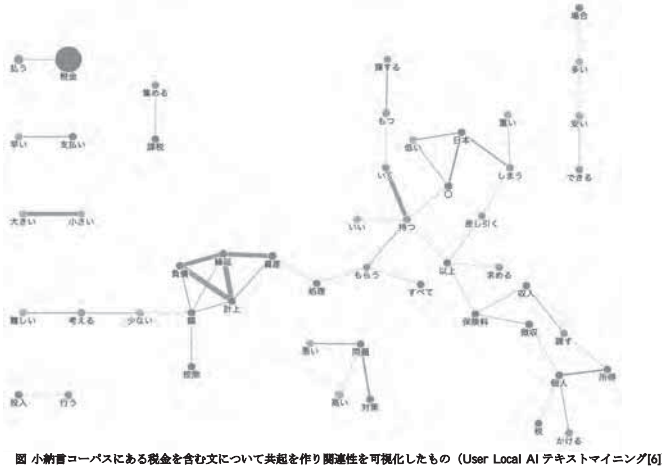


図 小納言コーパスにある税金を含む文について共起を作り関連性を可視化したもの (User Local AI テキストマイニング[6])

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】三田国際学園高等学校	
【代表者名／Representative's Name】緑川 隼人	
【メンバー／Member】今野太智、野田鈴馬、橋本新夢	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】松原 壮	

発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】Bidirectional LSTMを用いた誤字、脱字の訂正、補充技術の検討
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 2021 年 1 月からセンター試験に代わり実施された共通テストでは、単なる知識の暗記だけでなく思考力や判断力、表現力を見るテストに変わるのはないかという思惑により記述式問題の導入が検討された[1]。しかし、記述式問題を導入することのコストが高く受験料等に影響が出る可能性があるという経済的問題、採点ミスで 0 にする仕組みができない等の技術的問題、約 1 万人のアルバイトが必要で採点の技量の保証や情報漏洩が起きる可能性があるという人為的問題、等の理由により断念された[1][2][3]。 そこで、記述式問題を AI で正確に、かつ素早く採点できる技術が存在すれば良いと考えた。記述問題の採点は、文法の誤り・誤字脱字の減点、内容の合致度によって行われる。 従来の自然言語処理においては、任意の文字数で文章を分割する手法である N-gram を用いたものが主流であった。そこで N-gram を用いて「税金」という単語における共起確率を算出した(図)。しかし、N-gram を用いた算出では単語の頻出度や単語間の共起ネットワークを示すことができるが、その単語と前後の単語とのつながりが不明瞭だった。 先行研究では、Bidirectional LSTM (双方向 LSTM) を使い、文法誤りや誤字脱字項目の検出及びその減点に焦点を当て、記述式問題の自動採点手法について検討を行っている。学習モデルに依存し精度が上がらないケースが見られ、より一層の精度向上が必要であるとされている[4]。 そこで本研究では、AI による記述式問題の採点技術を向上させるために、漢字の書き間違いによる誤字の訂正や書き忘れによる脱字の補充が行える技術の検討を目的とした。誤字の訂正と脱字の補充を行う際は出題側からあらかじめ問題に合わせて用意した書き間違いや文字の欠落を検知し訂正や補充をする。その後、文書内での単語の重要度を測る指標である TF-IDF と文書同士の類似度を測る Cos 類似を用いて回答と模範回答の類似度を判定し採点基準との合致度を元に AI に採点させる。 【目的／Goal】 AI による記述式問題の採点技術を向上させるために、テキストマイニングを用いた誤字の訂正や脱字の検出及び補充を行うとともに文章の類似度を用いて採点を行う技術の検討を行う。 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 ニューラルネットワークの一つであり RNN を改良した LSTM は従来の RNN と違い、長期の時系列データを保存するのに優れている。自然言語処理においては、前の文脈や文章を考慮できるため、より正確な予測をすることができる。そのため、LSTM などの RNN は自然言語処理において優れている。また通常の LSTM は文の前から後ろにのみ学習できるが、Bidirectional LSTM は文の後ろから前への学習も可能である。そこで本研究では、記述式問題の解答は長くなることが予想されるため前述した Bidirectional LSTM を用いることで文の構造を確認し、単語や文章を予測する。また AI にできるだけ多くのデータを取り入れるために、国立国語研究所が作成した小納言という書き言葉をもとに 1 億 430 万語を収容しているコーパスより全ての文章データを読み込ませる[5]。AI はコーパスをもとに単語同士の関係性から、意味解析などを行う。誤字の訂正と脱字の補充を行う際は、Bidirectional LSTM を使い、次に来る可能性が高い単語を予測させることで、誤字の訂正や脱字の補充を行う。また前後の文脈との意味的、文脈的な関連性を文脈解析によって調べ、ある単語がその文章内での重要度を示す TF-IDF を使うことで文章中における単語の重要性の算出を行う。

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input checked="" type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】奈良女子大学附属中等教育学校	
【代表者名／Representative's Name】岡本晃朋	
【メンバー／Member】岡本晃朋	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】藤野智美	

発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】音を視覚的に認識するための画像生成技術の応用及び判別 AI の制作
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 私はパソコンを利用して音楽制作を行う DTM (デスクトップミュージック) に取り組んできた。自身が作曲した曲を SoundCloud 等のサービスを通じて他者に共有する際、アートワークと呼ばれる曲に合ったジャケット画像を用意しているが、曲のイメージに合った画像を見つけるのは大変手間がかかる。そこで、楽曲のイメージに合わせて、ジャケットを自動で作成できるシステムの構築ができないかと考え、本研究に至った。 【目的／Goal】 音楽データから楽曲のイメージに合ったアートワークの生成を目指す。Python を用いて拡散モデルを利用した画像合成技術を応用した画像生成 AI を作成し、音楽のジャンル、音の種類など、曲から連想される要素に合う画像を生成するシステムを開発する。 【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 既存の技術として、音を波形として見るビジュアライザーがあるが、本研究では音を絵という別の創作物に描画している点、また音楽からジャンルなどを導き出す点が、新しい試みであると考える。また、music AI と呼ばれる、歌詞や曲名などのテキストから極めて抽象的な絵を生成する技術に対し、本研究では、音源から具体的な絵を生成するので、生成方法、結果は全く違うものになる。 【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 システムの概要は図 1 で示した流れとなる。生成される画像については、シード値と呼ばれる 32bit の数を設定することによって同じ結果が得られる。同じシード値で複数回実施した場合、図 2 のように、雰囲気などはある程度制御することはできるが、学習量の関係から特定の絵柄を完全に再現することは困難である。 【今後の展望／Future potential and its plan】 現在は Python をメインにローカル環境でしか実行できないが、サーバー上にホスティングしてどのような機種でも簡単に本サービスを利用できるようにしたい。現在は学習量の関係で十分な結果が得られていないため、より精度(曲をどれだけ絵という別の創作物で表現できるか)を向上させることで、アートワークを見ただけでどのような曲なのか、ある程度判別できるようにしたい。また、音楽だけでなく日常の音などにも利用できれば、聴覚障害に悩む方に向けた標識の作成等にも役立てるかもしれない。 【参考文献／References】 High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models <a href="https://ommer-lab.com/research/latent-diffusion-models/">https://ommer-lab.com/research/latent-diffusion-models/</a>



131. 奈良女子大学附属中等教育学校

図 1：開発したシステムの概要

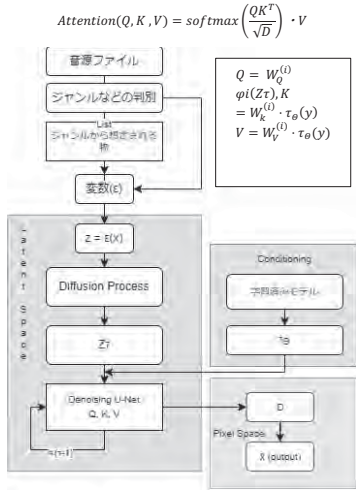
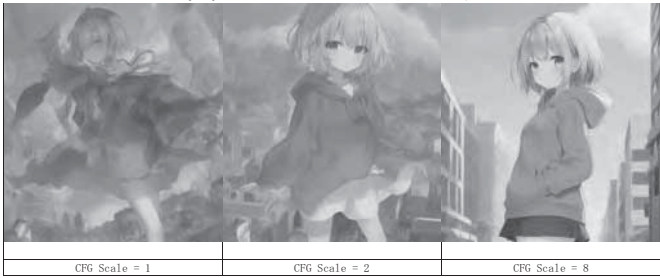


図 2：実際に生成した画像

prompts などと同じのまま CFG Scale の値を変更した。



132. 山口県立徳山高等学校

【参考文献／References】  
プログラミングの参考にさせていただきました  
① <https://qiita.com/bohemian916/items/9630661cd5292240f8c7>  
② <https://blanktar.jp/blog/2015/02/python-opencv-overlay>



図 1 実際の様子

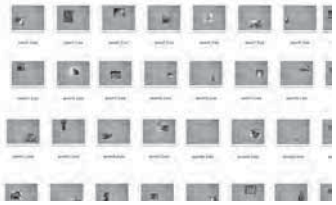


図 2 インターネットに公開されている猫の大量画像



図 3 学習に用いた猫の 3D モデルの一部

表 1 制作した飼い猫のみを通す自動ドアの結果

試行回数	成功回数	成功割合
4200 回	4078 回	97.09%

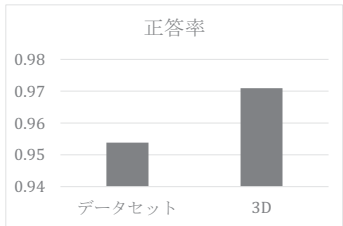


図 4 データ 1（データセット）とデータ 2（3D）の正答率の比較

132. 山口県立徳山高等学校

ご自身の研究段階(Research Stage)： <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】山口県立徳山高等学校	
【代表者名／Representative's Name】志賀元飛	
【メンバー／Member】西田敦彦 松永活毅 桑原颯汰	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】末谷健志	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】飼い猫のみを通す自動ドアの開発	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 猫は外に出ても勝手に家に帰ってくる賢い動物であるが、猫のために家を開けておくとの動物が入ってき しまう危険がある。そこで飼い猫を AI で画像認識し、モーターで扉が開く自動ドアの製作を思いついた。これ が実現すれば人も猫もより安心できる環境が作れると考えた。	
【目的／Goal】 飼い猫を正確に判定し、自動で開閉する猫専用のドアを実現する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creati この目的を達成するために以下を開発する。 1. 飼い猫を認識し、扉を開くシステムを開発する。(図 1) ① web カメラで猫を映す。 ② PC の AI で飼い猫かどうかを判定する。 ③ 飼い猫の判定であればマイコンにモーター動作の指示を送る。 ④ モーターで扉を開ける。 2. 正確に飼い猫を認識する AI の構築 一般に AI を構築するには、機械学習用の大量のデータが必要で、AI の精度を大きく左右する。そこで以 下のデータを用いて、精度を比較する。 データ 1 インターネットに公開されている大量画像(Kaggle)を用いて AI を構築する。(図 2) 本研究では猫、犬、ごみ(段ボール等),靴のデータセットを AI の学習に用いた。 データ 2 データ 1 に猫の 3D モデルを追加して AI を構築する。(図 3) 独自に製作した猫の 3D モデルを様々な方向から撮った写真を加え、AI の学習に用いた。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 1. 飼い猫が来たときに正確に扉が開くシステムを開発できた。 表 1 より、97%の精度で飼い猫を判定できたと分かる。 2. 3D モデルを用いて精度の良い AI を実現した。 図 4 より、3D モデルを学習に用いた AI のほうが飼い猫を判定する精度が高くなった。このような 結果になったのは、データセットの猫には余計な背景が映り込んでいるが、3D モデルには余計な背景 が映り込んでおらず、図 5 のように背景と合成したとき、より現実に近いデータを大量に用意するこ とができたからであると考察した。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 本研究ではかなり高い精度で飼い猫を判定し、自動で扉を開閉することができた。今後の改善点は、同色の猫 との判定精度の向上することである。図 6 より AI に飼い猫ではない画像を見せたとき飼い猫と判定ミスした割 合が白猫の時に最も多いことがわかる。これは、本研究で飼い猫として扱った猫が白猫であったためだと考えら れる。(図 7) 同色の猫の判定は人間でも難しいが、データの数を増やし、3D モデルをより現実の猫に近づける ことによって精度が改善すると考えられる。 今後はほとんど 100%の精度で飼い猫を判定できる AI の開発を目標に置き、さらには世界中の多種多様な猫す べてに対応した自動ドアの開発を目指したい。	

132. 山口県立徳山高等学校



図 5 背景と合成した 3D モデルの画像の例



図 6 背景と合成した飼い猫の画像の例

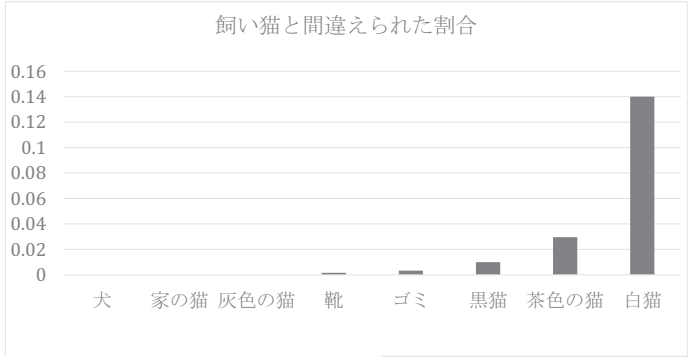


図 7 誤って飼い猫であると判定したデータの種類の割合



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input checked="" type="checkbox"/> Result	
分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理/Physics	<input type="checkbox"/> 化学/Chemistry
<input type="checkbox"/> 生物/Biology	<input type="checkbox"/> 地学/Earth Science
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報/Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他/Others specifying :	
参加者/Participant's Information	
【学校名/School Name】山口県立徳山高等学校	
【代表者名/Representative's Name】上野佑記	
【メンバー/Member】上野佑記 眞崎暢大	
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】末谷健志	
発表内容/Abstract of the Presentation	
【タイトル/Title】VRPhysics (VRを用いた物理運動可視化アプリ)	
【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】 物理を学ぶ上で、運動の特性を表す量(位置や速度、加速度のベクトルなど)を理解することはとても重要である。しかし、これらの量を見ることはできないため、理解に多くの時間を要する。そこで、こうした物理量を可視化することで運動を容易に理解できる新しいシステムを開発しようと考えた。	
【目的/Goal】 VR技術を用いてリアルタイムに物体の位置や速度、加速度ベクトルを可視化し、物理量の変化のグラフ表示やシミュレーション等を通じて様々な物理現象を理解するこれまでにないシステムを開発する。	
【新規性と創造性/Novelty and Creativity】 以下の方法でシステムを実現する。 ①コントローラーの位置情報からコントローラーの速度、加速度を計算し、ベクトルなどの3DオブジェクトをVR空間に表示する。 ②時間経過による物理量の変化をグラフとしてVR空間に表示する。 ③コントローラーの運動の初期値として物理演算を用いたシミュレーションをVR空間に表示する。 ①～③により運動が可視化され、高校物理で学習する自由落下、斜方投射、円運動、単振動等を理解しやすくなることが期待される。	
【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 現在、以下を実現できている。 ①物体の位置や速度、加速度ベクトルをリアルタイムに可視化することに成功した。(資料1) ②物体の運動量の変化をリアルタイムにグラフに表示することに成功した。(資料2) ③物体の初速度からシミュレーション表示に成功した。(資料3) ④使いやすいユーザーインターフェイスを実現できた。(資料4) ⑤友人の感想は以下の通りであった。 「学校で行われる記録タイマーなどを利用した物理法則の実験では、あくまでも数値しか求められず、その法則を実感することは困難だった。しかし、この"VRPhysics"では、動かしたコントローラーの運動を実際に空間上で確認できるので、今までの実験よりも深くその法則を理解でき感動した。」 「自身の見やすい角度や位置から自由に見ることができ、立体的に運動が理解できた。力学で学んだように、円運動の加速度が実際に中心方向に向かっていることを見たときは感動し、インパクトがあった。」	

【今後の展望/Future potential and its plan】 現時点で、VR空間に物体のベクトルやグラフをリアルタイムに可視化し、物理シミュレーションの機能を実現できた。これらはこれまでにない体験であり、使用した友人からも好評を得ている。このシステムによって、物理学を深く理解できるようになると考える。一方で加速度の精度に問題がある。これはコントローラーの加速度センサーから値を直接取得することで解決できると考え、現在改良に取り組んでいるところである。将来は複数のVRを用いて、同じ仮想空間内で共有できるようにしたい。
【参考文献/References】 MotionsAR (末谷健志・2021年)


資料1 物体の位置や速度、加速度ベクトルをリアルタイムに可視化

コントローラーの運動(位置、速度、加速度)をVR上にベクトルで可視化する。

位置 controller

速度 青矢印

加速度 赤矢印



位置(座標)

速度の大きさ


加速度の大きさ

```
ConPos = Controller.transform.position;
ConVel = (ConPos - preConPos) / Time.deltaTime;
ConAcc = (ConVel - preConVel) / Time.deltaTime;
preConPos = ConPos;
preConVel = ConVel;
```


プログラム(C#)の一部  
Controllerの位置の変化から速度を、速度の変化から加速度を求める。

3つの表示方法


<Realtime>  
現在の運動をコントローラーの位置に表示




<Afterglow>  
直前の数秒間の運動を表示



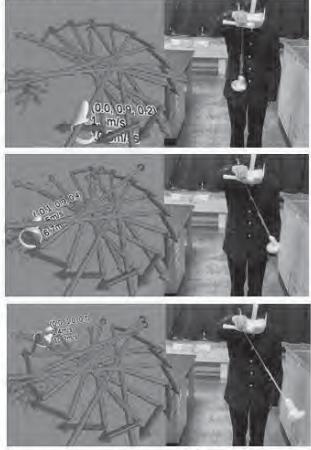
<Record>  
トリガーを押している間、運動を記録し保存






●使用例 円運動 コントローラーに糸をつなぎ、円運動させる。

青色の速度ベクトルが円運動の接線方向、赤色の加速度ベクトルが円運動の中心方向に向いている。




半径が小さいほど加速度が大きい

●使用例 力学台車 力学台車にコントローラーを固定して実験する。



斜面上では常に同じ大きさの力が加わるので、加速度が一定の等加速度直線運動をする。



平面では等速直線運動をするはずだが、加速度が色々な方向を向いている。  
→振動や摩擦の影響であると考えられる



## 資料2 物体の運動量の変化をリアルタイムにグラフに表示

取得した位置、速度、加速度のデータを元にグラフを生成し、VR上に表示する。

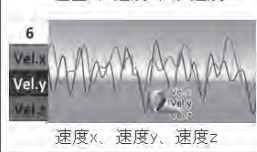
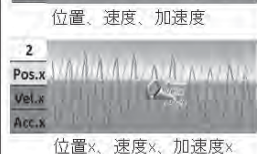
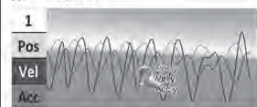
Position 位置 → Pos  
Velocity 速度 → Vel  
Acceleration 加速度 → Acc  
.x:x成分 .y:y成分 .z:z成分

背景色がグラフの色に対応

下の七つのグラフの組み合わせから、  
比較したいグラフを選ぶ

Graph No.	1	2	3	4	5	6	7
element	Pos	Pos.x	Pos.y	Pos.z	Vel.x	Vel.y	Vel.z
	Vel	Vel.x	Vel.y	Vel.z	Acc.x	Acc.y	Acc.z

## 様々なグラフ



## Smooth機能

Smooth:off

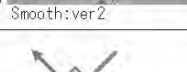
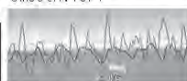
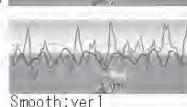
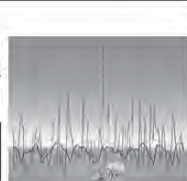
ノイズが大きく  
入ってしまう  
運動

概形が  
わかりにくい

Smooth:on

前後数個の  
値を平均して  
グラフを表示

概形が  
とらえやすい



グラフを描く場所の模式図  
(上からみた図)



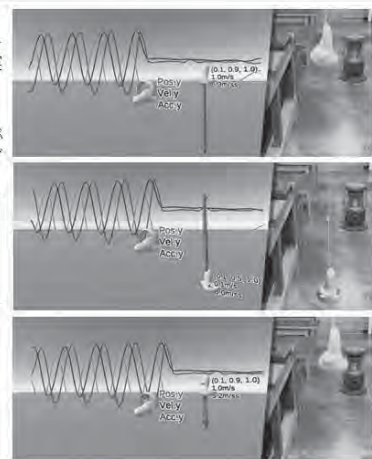
## ●使用例 単振動

ばねの先にコントローラー  
を吊り下げて、単振動の実  
験を行う。

単振動のグラフは正弦波  
で、位置と比べて、位相が  
速度は $\pi/2$ 、加速度は $\pi$ ず  
れている。

## 単振動の公式

$$\begin{aligned} \text{変位} & y = A \sin \omega t \\ \text{速度} & v = A \omega \cos \omega t \\ \text{加速度} & a = -A \omega^2 \sin \omega t \end{aligned}$$



## 資料3 物体の初速度からシミュレーション表示

実際のコントローラーの動きを読み取り、その後の動きをUnityの物理エンジン  
を用いてVR上でシミュレーションする。

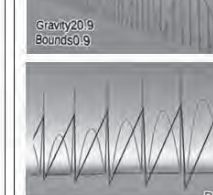
現実世界 ↔ 仮想空間 現実世界と仮想空間を組み合わせる  
→直観的で臨場感のあるものへ

## ●Ground 斜方投射

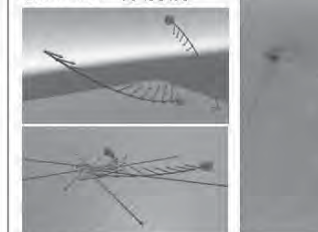
Gravity:20.9  
Bounds:0.9

Gravity:9.8  
Bounds:0.8

様々な条件下でのシミュレーション。放物線を描いて運動している



## ●Universe 万有引力



二つの天体が互いに力を及ぼし合  
いながら複雑に運動している

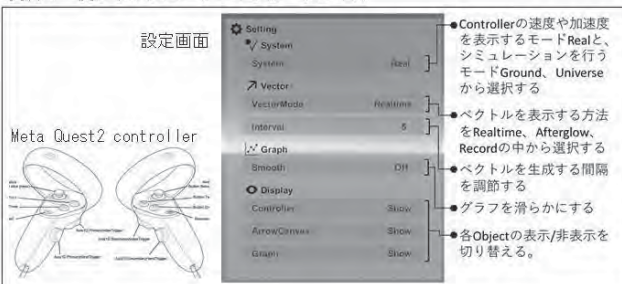
```
Vector3 difference = Planet2.transform.position - Planet1.transform.position;
Vector3 UnitForce = difference.normalized;
float distance2 = difference.sqrMagnitude;
Vector3 Force = UnitForce * Planet1.mass / distance2;
rb1.AddForce(force);
rb2.AddForce(-force);
```

重い物体を一つの焦点とする楕円軌道を描く。

プログラム  
(C#)の一部  
万有引力の公式  
を用いてシミュレーション



## 資料4 使いやすいユーザーインターフェイス

ご自身の研究段階 (Research Stage) : ☐ Idea ☒ Preliminary ☐ Result

分野/Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.

☐物理/Physics ☐化学/Chemistry ☐生物/Biology ☐地学/Earth Science  
☒数学+情報/Mathematics&Information ☐その他/Others specifying :

## 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】山形県立東桜学館中学校・高等学校

【代表者名/Representative's Name】横山仁道

【メンバー/Member】大藤慎太郎 村山一穂

## 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】小野栄一

## 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】Pythonを用いた家庭での除雪経路の最適化

## 【アイデアの概要とひらめきの背景/Outline and its First Inspiration】

家庭での人力の除雪の最適化についての研究・調査は、時期や人的コストに不都合が生じることが原因でほとんど実施されていない。私達はPythonを用いたシミュレーションによって、その現状の解決の先駆けとなり、また最適化を可能にしようとした。

## 【目的/Goal】

私達は山形県に在住しているが、その山形県は屈指の豪雪地帯である。山形県企画振興部の『山形県雪対策基本計画(第4次)』(1)によると、県内の35市町村のうち26市町村が、特に積雪が多くその影響を多大に受けている「特別豪雪地帯」に指定されていて(※1)、その市町村では毎年、家庭での除雪や一般道路上での除雪が行われている。しかし一般道路上での除雪の効率化についての研究は実施されている一方で、家庭での人力の除雪についての研究や調査は現状殆ど無い。その理由としては、効率化の実証実験が冬以外の季節に実施することができないことに加え、実験にかかる準備や人的コストに負担がかかってしまうからだ。

そこで私達は、シミュレーションを用いて、具体的に言えばプログラミング言語の一つであるPythonを用いて、時期や準備、人的コストなどを考慮せずに研究を行うことにした。そして家庭での人力の除雪の効率化、即ち所要時間の短縮化を目標に研究を行った。

## 【新規性と創造性/Novelty and Creativity】

私達の研究は、従来行われてきた一般道路の除雪の最適化を追求していくのではなく、家庭での人力の除雪を最適化するものである。上記でも強調している通り、家庭での除雪の効率化を目標とする研究は殆どないため、私達の研究は全く新しいものである。

研究の初期段階では、もしくは今でもだが、シミュレーションを行うプログラムを作るための能力はまだ低いレベルであったため、立体的で連続的な動きをシミュレーションすることは困難であった。そこで私たちは、除雪する対象のエリアをマス目状に変換することにより、処理を軽くしプログラム設計を容易にすることを可能にした(※2)。マス目状の除雪のプログラムを実装する際には、廣瀬豪『Pythonでつくるゲーム開発入門講座』(4)を参考にした。

加えてQ-Learningという強化学習の手法を活用した。強化学習は環境に配置されたエージェントに報酬を与えながら問題を解決する手法であり、無作為の探索とは違いプログラム自身が最適解を探そうとするものである。今回の研究で行った実験の1つでは、強化学習による能動的な効率化を行わせることができた。Q-Learningの実装は、たぬきねこの部屋(2)と妹尾卓磨の『深層強化学習の動向』(3)を参考にした。

## 【実現性とその予測/Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】

いくつかの実験を行っていく中で、除雪の所要時間が短いものには「近くの未除雪のマスから優先的に除雪していく」という傾向が見られた。しかし、この動きを行うと所要時間が短くなる、とは必ずしも断言できないため、「近くの未除雪のマスから優先的に除雪していく」動きをさせた除雪の、所要時間の変化を分析した。結果、この動きをする除雪は所要時間が短くなるということが十分に示された(※3)。

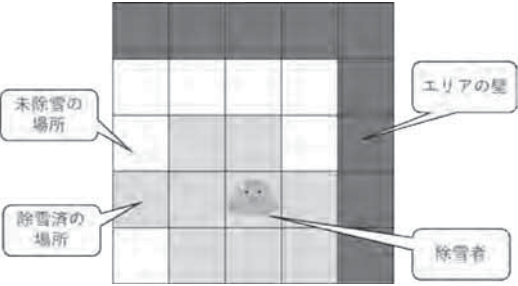
しかしながら、今回はマス目上で行う除雪において上記の動きに従うと所要時間が短くなる、ということが確かめられただけであって、現実で行う除雪において、その短縮化が保証されるわけではない。今後その有効性・実現性を確かめるために、実証実験を行っていく必要があると考えている。



【今後の展望／Future potential and its plan】 今回行った実験では、前述した通りマス目状という単純な環境の中で除雪を行った。今後は、除雪対象エリアの形が今以上に複雑である。雪の量が書くマスによって異なる、融雪溝が複数ある、という異なる条件下において、私達が立てた「近くの未除雪のマスから優先的に除雪していくと所要時間が短くなる」という仮説が成り立つのかを、確認していく必要がある。 また実験で用いた <b>Q-Learning</b> という手法は、状態を区別する数が莫大であると、機能ににくいという問題点がある。たとえば <b>0</b> と <b>0.001</b> という状態が帰ってきたとき、これらはほぼ等しい値であるのにもかかわらず、異なる状態だと区別してしまう。そのため、 <b>Deep Q-Network</b> や遺伝的アルゴリズムといった、有効であると考えられる手法を利用して、実験を進めていこうと考えている。 そして最終的には、やはり現実での実証実験を達成していきたい。
【参考文献／References】 (1) 山形県企画振興部市町村課地域活力創造室(2020).『山形県雪対策基本計画（第4次）～「いきいき雪国やまがた」の実現に向けて～』 <a href="https://www.pref.yamagata.jp/documents/17204/yukikihonkeikaku.pdf">https://www.pref.yamagata.jp/documents/17204/yukikihonkeikaku.pdf</a> (2023/01/06) (2) ためきねこの小部屋 (2019).『【入門】Q学習の解説とpythonでの実装 ～シンプルな迷路問題を例に～』 <a href="https://www.tcom242242.net/entry/ai-2/%e5%bc%b7%e5%8c%96%e5%ad%a6%e7%bf%92%e3%80%90%e5%bc%b7%e5%8c%96%e5%ad%a6%e7%bf%92%e3%80%81%e5%85%a5%e9%96%80%e3%80%91%e5%ad%a6%e7%bf%92%e8%b7%e8%b7%af%e3%82%92%e4%be%8b%e3%81%ab/">https://www.tcom242242.net/entry/ai-2/%e5%bc%b7%e5%8c%96%e5%ad%a6%e7%bf%92%e3%80%90%e5%bc%b7%e5%8c%96%e5%ad%a6%e7%bf%92%e3%80%81%e5%85%a5%e9%96%80%e3%80%91%e5%ad%a6%e7%bf%92%e8%b7%e8%b7%af%e3%82%92%e4%be%8b%e3%81%ab/</a> (2023/01/06) (3) 妹尾卓南 (2017) .『深層強化学習の動向 / survey of deep reinforcement learning』 <a href="https://speakerdeck.com/takuseno/survey-of-deep-reinforcement-learning">https://speakerdeck.com/takuseno/survey-of-deep-reinforcement-learning</a> (2023/01/06) (4) 廣瀬家 (2017)『Pythonでつくる ゲーム開発 入門講座』株式会社ソーテック社.

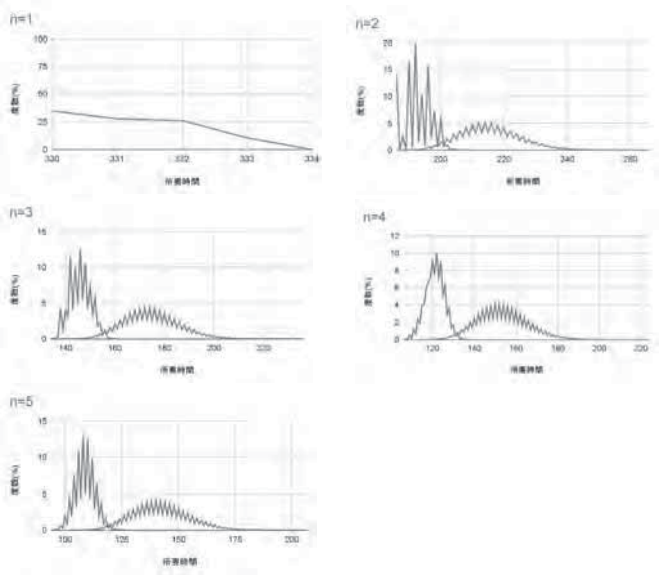


※1 山形県の特別豪雪地帯の指定状況。  
35 市町村のうち 26 市町村が特別豪雪地帯に指定されている。山形県企画振興部市町村課地域活力創造室 (2020)「山形県雪対策基本計画（第4次）～「いきいき雪国やまがた」の実現に向けて～」より



ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field. <input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics&Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying: 心理
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】三田国際学園高等学校
【代表者名／Representative's Name】田中冬詩
【メンバー／Member】西坂真璃恵 李承欣
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】薙々見元太郎
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】配色が人の記憶に及ぼす影響について
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 配色は視覚によって判断機能に影響を及ぼすことが多く、自然界でも警告色や保護色など生物の生命活動に利用されている[1]。同様に配色は人間社会でも標識や広告に利用されている[2]。色には明視性、可読性、識別性、誘目性などの様々な性質がらくる基準があり、これらの基準はどれも明度、彩度、色相の数値の差によって効果が変わる[3]。明度、彩度、色相の違いによって目に過度な刺激を与えない配色や読みやすい配色のパターンなどがあることがすでに知られており[4]、明度、彩度、色相の違いによって認識のしやすさに違いが出ることも示されている[3]。さらに、明視性は可読性と関連していることもすでに示されている[5]。しかしながら、記憶のしやすい配色に関しては検討されておらず、記憶に関して適した配色があるのではないかと考えた。
【目的／Goal】 本研究の目的は記憶が容易である明度、彩度、色相が異なる2種類の色の配色を発見することである。また、記憶の容易さと可読性、明視性の関係を解明することである。
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 文章や単語に配色をして可読性、明視性との関連性を検討する研究が多く存在する。本研究でも配色の異なる文字と背景を使用するにあたり、彩度差や明度差が記憶にも違いをもたらすと考えた。 そこで、本研究ではA4用紙にマンセル色相環(図1)の純色の補色同士を背景と文字(20語のアルファベット3文字の無意味綴り)に配色したものを使用し、被験者に内容を3分間暗記させた直後に2分間白のA4用紙にそれを書き出させる。正しく書き出された単語数(正再生数)をカウントし、正再生数が多いほど記憶が容易であるものとみなす。 背景、文字共に色を変える理由としては、一般で使用される白紙に印刷される際、白は明度が最も高いため背景と文字の明度の差が出てく、背景の色も変化させることでより大きな明度の差を出すためである。 本研究の結果は、webページのデザインや暗記項目の効率的な暗記方法等に貢献できると考えられる。
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 被験者は本校の12歳～18歳の生徒とし[6]、性別は問わない。 実験の手続きとしては、上記のように背景色と文字色が異なる無意味綴りが印刷されてあるA4用紙を4人の被験者に暗記、書き出しを行ってもらう。全被験者の元の記憶力を調べる第1段階と、実際に純色を提示する第2段階の2段階に分けて行う。 第1段階に使用する色は背景を白、文字を黒にする。 第2段階に使用する色のパターンはマンセル色相環(図1)の純色20色の補色同士の組み合わせ10組。その10組の背景色と文字色を反転させた2パターンの計20条件と、第1段階との比較のために用いる背景が白、文字が黒の条件を合わせた全21条件である。互いに上記のような無意味綴りを使用するが、第1段階と第2段階の無意味綴りの内容は異なるものとする。全21条件に各4人(計84人)の被験者を割り当てる。 現在立てている仮説としては、次の二つがある。 仮説1:最も明度、彩度差が大きい純色の組み合わせ(背景、文字の色がマンセル色相環の10Y、10PB)における正再生数が最も多い。これは明視性、可読性が彩度、明度の差によって大きく影響されるためである。この仮説が支持された場合、記憶の容易さが明視性や可読性と関連する可能性があると考えられる。 仮説2:第2段階における背景が白、文字が黒の組み合わせが最も正再生数が多い。これは白と黒の彩度差

※2 マス目上の除雪の概要図



※3 実験における除雪にかかった所要時間の度数分布。  
図の青線が無作為に動いたときの所要時間の分布であり、赤線が「近くの未除雪のマスから優先的に除雪していく」という方針に従ったときの所要時間の分布である。前者より後者のほうが所要時間が短い方に集中していることがわかる。左上の数字は、一度に回収できる未除雪マスの個数。

共に0なため差がないが、明度差は色の組み合わせの中では最大になるからである。この仮説が支持された場合、一般的な書物などで使われている色の組み合わせの妥当性が記憶の観点から示唆される。
【今後の展望／Future potential and its plan】 仮説1が支持された場合、その組み合わせ(10Y,10PB)の彩度、明度を共に操作し、同様の記憶再生の実験を行う。他の純色の組み合わせの正再生数が多かった場合も同様に行う。 仮説2が支持された場合、正再生数が多かった要因が彩度差が0によるものなのか、明度差が大きくなったことによるものなのかを調べるために、彩度差が0の組み合わせと明度差が0の組み合わせを使った実験を行う。
【参考文献／References】 [1]警戒色を持つ生き物:警戒色はどう機能するのかmy animals <a href="https://myanimals.com/ja/dobutsu/野生動物-dobutsu/keikaishoku-ikimon/">https://myanimals.com/ja/dobutsu/野生動物-dobutsu/keikaishoku-ikimon/</a> [2] 佐藤 珠希"色が人に与える心理影響".2013. <a href="https://t.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-jwp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-02.pdf">https://t.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-jwp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-02.pdf</a> [3]相馬一郎,色彩の心理効果,色材協会誌,1985,58巻,9号,p.548-557 [4]楠本晴記"学習に最適な色とは?". 2014. <a href="http://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/buturi/2014/2014_課題研究-脈流(論文).pdf">http://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/buturi/2014/2014_課題研究-脈流(論文).pdf</a> [5] 齋藤大輔ら"眼球運動の解析による可読性の評価".2008. <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/eejeiss/128/7/128_7_1058/_pdf/-char/ja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/eejeiss/128/7/128_7_1058/_pdf/-char/ja</a> [6]河本健一郎,基本色に基づく色分類における照度の影響—名所における若年者と高齢者の比較—,日本色彩学誌,2013,37巻,第2号,p.83-92. [7]色の視覚生短期記憶に関する研究の動向,2021.faa176c99635844b09b23c2ed89e9e04.pdf

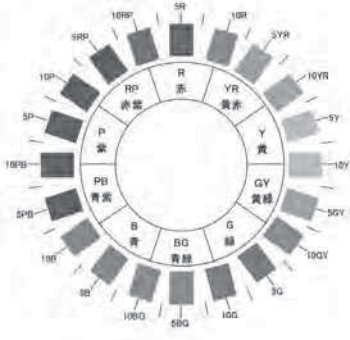


図1 マンセル色相環



136. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field    最も</b> 当てはまる分野ひとつに図をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input checked="" type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
【学校名 / School Name】 神奈川県立相模原弥栄高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】 杉浦咲希	
【メンバー / Member】 大石悠人、藤澤悠希、今村太陽、細山考生	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
【お名前 / Name】 石川 輝、向江 佳織	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル / Title】 レゴロボットでコロナ対策をしよう	
<b>【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】</b> コロナウイルス感染症予防のために、机の除菌が頻繁に必要である。しかし、教室などで多くの机を除菌するのは、かなりの手間と人手が必要である。除菌作業を効率化、短時間化できるようなシステムがあれば便利だろうと考えた。また、先行研究で未完成だった内容に改良を加え、実用化に近づけた。	
<b>【目的 / Goal】</b> 感染対策のための机の除菌・除菌作業を全て自律して行えるロボットがあれば手間が省け、忘れずに除菌ができ、机が作業するよう正確に効率よく除菌できると考えた。そこで除菌ロボットを LEGO Mindstorm で製作する。拭き残しがなく、簡単に操作できて、自律して机を除菌するロボットを作ることとする。	
<b>【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】</b> 先行研究では除菌シートのアルコールが基発してしました場合がなかった。そのため真に効率的に机の除菌が行えないと考えた。なので本研究ではアルコールの塗布をロボット自身で行えないかと考え、自動アルコール塗布機能の追加を考えた。	
<b>【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】</b> 同じパーツのロゴと機械を使うことで、同じものをどこでも再現することができた。速度などのパラメータを調整したり障害物の検知を更に高性能にしたりすることで、様々な形の机や床の掃除などに応用することができる。	
<b>【今後の展望 / Future potential and its plan】</b> 今後は四角以外の様々な形の平面上で除菌できるように除菌ロボットの形をルーロー三角形などにしたりプログラムのブラッシュアップを行っていく。 除菌する布を除菌ロボットに貼り付けて使用しているので固定しなくてもよいように改良を加えたり、取替が案にできるようにする。	
<b>【参考文献 / References】</b> 新型コロナウイルスの消毒・除菌方法について   厚生労働省 URL: <a href="https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/syoudoku_00001.html">https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/syoudoku_00001.html</a>	

138. 三田国際学園高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野/Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに図をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics	<input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry
<input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information	<input type="checkbox"/> 生物 / Biology
	<input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science
<input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
【学校名 / School Name】 三田国際学園高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】 湯浅煌生	
【メンバー / Member】 笈川悠 菅沼葵吾	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
【お名前 / Name】 松原貴幸 辻敏之	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル / Title】 「自動運転車における高精度地図とジャイロセンサを用いた正確な位置情報の取得方法を模索する」	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 近年、自動運転技術に関する研究や開発が活発である。現在の開発としては自動運転車の動作メカニズムは大きくハード(各種センサ)とソフト(AI:人工知能)に分けられる。自動運転において用いるハードウェアとしてはより波レーダーやカメラ、センサ等がある。これらを用いて自動運転車の周囲の状況を正確に把握する。また、走行中に位置情報と画像データを収集しデータセンサに集約、補正することで高精度地図を生成したり、それをもとに複数の車両のデータから走行軌道を推定したりすることによって自動運転による安定した走行を可能にするというものである。高精度地図は悪天候等でセンサが周辺を認識しにくい場面での地図情報の提供等でも自動運転システムを支援する[1]。また現在の GPS の仕組みとしては地球の上空の人工衛星 (GPS 衛星) から電波を地上のカーナビやスマホなどの受信機で受信して、その位置を割り出すというものである。現在地上の複数の衛星との距離をそれぞれ電波を使って測定することによって、位置を特定するのが基本的な原理である[2]。しかしこの方法で受信機の位置情報を特定しようとした時、車のように早いスピードで移動している場合は特に、GPS で受信した位置情報と実際の位置に数メートルから数十メートルほどの誤差が生じてしまう[3]。そのため正確な情報を必要とする自動運転には向かない。そこで GPS の代わりに高精度地図とジャイロセンサを用いて正確な位置情報を取得する方法を考えた。本研究ではレゴを用いたミニチュアを作成し、シミュレーションを行う。また、シミュレーションを行う際には使用している GPS の認識が 100% 正確なものとは限らないということを考慮する必要がある[4]。	
【目的 / Goal】 現在 GPS では数メートル単位の誤差が存在してしまい、正確な情報を受け取れず自動運転が正確に行えない。そこで本研究では「自動運転車における高精度地図とジャイロセンサを用いた正確な位置情報の取得方法を模索する」を目標としている。	
【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 現在、ほとんどの車に GPS が搭載されている。GPS を用いることの欠点としては GPS による位置情報は誤差が生じてしまうことや GPS が届かないトンネル等の場所では現在地が取得できずといったことが挙げられる。そこで本研究では自動運転車の機能を搭載したミニチュアを作成した上で GPS を用いず位置情報の特定を行う方法として高精度地図と地上のどのくらい正確に位置のずれかを測定するシステムを作成しそれを用いて測定して算出した位置と実際の位置の誤差をなくすことを目指す。	

137. 相模原弥栄高等学校

<b>ご自身の研究段階 (Research Stage) :</b> <input type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
<b>分野 / Field</b> <b>最も</b> 当てはまる分野ひとつに☆をして下さい。 Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理 / Physics <input type="checkbox"/> 化学 / Chemistry <input type="checkbox"/> 生物 / Biology <input type="checkbox"/> 地学 / Earth Science <input type="checkbox"/> 数学 + 情報 / Mathematics & Information <input type="checkbox"/> その他 / Others specifying :	
<b>参加者 / Participant's Information</b>	
【学校名 / School Name】 相模原弥栄高等学校	
【代表者名 / Representative's Name】 今野 光	
【メンバー / Member】 鈴木 来生   渋谷 胡太郎   仁科 慎之祐	
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>	
【お名前 / Name】 石川 輝   向江 佳織	
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル / Title】 Unity を用いたピンボールゲームの作成	
【アイデアの概要とひらめきの背景 / Outline and its First Inspiration】 レトロゲームの代表的な存在であるピンボールをゲームとして再現し、現実では、実現不可能なギミックを組み込み自分のアイデアが詰まったピンボールゲームを作成したいと思ったから。	
【目的 / Goal】 オリジナルなギミックを搭載したピンボールゲームの完成	
【新規性と創造性 / Novelty and Creativity】 ゲームはプログラム次第で現実では出来ないことも出来るので、既存のゲームでは出来ない物理法則を無視した動きなども出来る。その強みを最大限生かしたゲームを作成したい。そのアイデアを実行する方法は何通りもあるので、その中で一番効率よく実行できる方法を模索していった。	
【実現性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ゲーム制作するうえでやっていて飽きないゲームを目指した。そのために、ゲームに明確な終わりを設定しないことで、GAMEOVER になるまで続けられるようにした。また、ステージごとに難易度を設定し、目標を持続けられるような工夫をした。 さらに、低確率でアイテムをドロップするようにしてそれを見るために何回も挑戦するようにした。	
【今後の展望 / Future potential and its plan】 ゲームの確認作業中にすり抜けバグの発生が確認されたのでその修正と確認作業を行っていくたい。 また、得点を元にランキングを作成し自己ベスト更新を目指す機能や、オンライン対戦やオフライン対戦などを追加実装していきたい。	
【参考文献 / References】	

138. 三田国際学園高等学校

【本実証性とその予測 / Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】  
本研究ではレゴブロックを用いる。レゴブロックでミニチュアと自動運転車を作る。これらのレゴブロックを用いて自動運転車を再現し実際に動かす。その際カメラで周囲の状況を確認したり、ジャイロセンサからどの方向にどれだけ移動したかを特定し、動いた時のモータの回転数から車の進んだ距離を測定する。また障害物を赤外線センサによって検知したり、サウンドセンサによって緊急車両の接近を感知する。これらのセンサによって得た周囲の状況や移動距離などの情報を踏まえて高精度地図を更新する。高精度地図、カメラ、赤外線センサなどによって得た周辺の状況の情報を元にも自動運転車の軌道修正や、緊急事態の対処が可能になると考えた。そしてその高精度地図やジャイロセンサによってより正確な位置情報を取得できると考えた。

【今後の展望 / Future potential and its plan】  
レゴブロックでミニチュアと赤外線センサ、ジャイロセンサ、カメラ、モータを搭載した自動運転車を作り、各センサによって得た情報によって更新された高精度地図と赤外線センサ、カメラの情報を元にも曲がるプログラムや道路交通法に基づいて端より端といったプログラムを作る。何かのシステムに異常が発生した際道路交通法に基づいて避難するプログラムの実装と、リアルタイムで更新されるマップと上から見た際のマップの比較を行いたい。

【参考文献 / References】  
[1]RealtimeSystems INC. "GPS と自動運転".2016.<http://willgps.com/gps25.html>.(参照 2023-01-20).  
[2]Nikkei Inc."GPS でどうして自分のいる位置が正確にかかわるの".  
"2023.https://www.nikkei4946.com/knowledgebank/visual/detail.aspx?value=184.(参照 2023-01-20).  
[3]株式会社 SGS.<https://www.df-sgs.co.jp/what-is-the-accuracy-of-gps-surveying-gps-survey-accuracy/>.(参照 2023-01-20).  
[4]中川敏正.高速道路合流支援システム車両検知センサの精度確認.第 18 回 ITS シンポジウム.2020



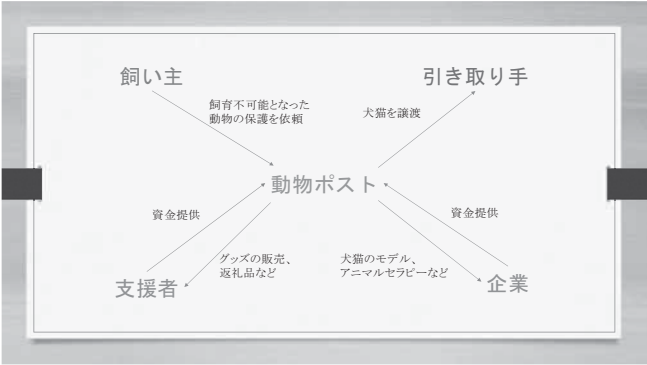
ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】順天高等学校	
【代表者名／Representative's Name】小久保 孟彦	
【メンバー／Member】小久保 孟彦	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】川本 真一	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】三元数の謎、そして三次元空間における回転について	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 すでに実数、複素数、四元数という流れで数の世界が拡張されていったことは知っていたが、なぜ三元数がないのかという疑問を持った。そして四元数のものに興味を持ち三次元空間での回転を表せるという性質を知りその方法に興味を持った。 三元数を作ろうとして新たに <i>i, j</i> というそれぞれ二乗して-1になる単位元を追加すると、積が三元数のみで表すことができなくなってしまう。そして、複素数までで成り立っていた積の交換法則が成り立たなくなる。 三次元空間における回転については、四元数のうち実部以外を三次元空間とみなして考えていく。具体的には絶対値が不変の操作かつ、実部が0でなければいけない、という方針で回転の方法を導いていく。行列ではまず二次元平面での回転操作を考え、その後に三次元空間における回転がどうなるのか、ということを観察する。また、三次元空間において任意の軸で回転ができるオイラー角という回転方法についても考察する。	
【目的／Goal】 一つ目は三元数が存在しないことを導く。 二つ目は四元数・行列・オイラー角を用いた三次元空間における回転の式を導きそれらの特徴を考察する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 三次元空間での回転方法について比較した。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 すでに3DCGソフトなどで広く使われている。3Dゲームや宇宙ステーションの制御にも使われている。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 具体的にコンピュータ上で計算してそれぞれの回転方法における得手不得手を考察する。	
【参考文献／References】 四元数の発見 矢野 忠著 ISBN978-4-87525-314-3 キーポイント 行列と変換群 梁 成吉著 ISBN4-00-007868-2	

ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】順天高等学校	
【代表者名／Representative's Name】西川慶	
【メンバー／Member】西川慶	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】川本真一	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】正多角形の作図についての考察	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 作図とはコンパスと定規だけを用いて点や線をかくことである。どのような条件で作図可能と言えるのか、そして正多角形の作図法とはどのようなものかについて。 正 65537 角形が作図可能という話を聞いてなぜできるのかそもそも作図可能とはどういうことか気になって調べたいと思った。	
【目的／Goal】 「コンパスと定規」だけを用いるという決められた条件の中で何ができて何ができないかを知る。 作図可能である定義、作図可能かどうかの判定、具体的に正多角形の作図法を知る。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 作図可能であると示すには実際に作図する方法を述べれば良いが、作図不可能であることを示すにはどんな作図の方法を述べても示すことはできず、示すためには「コンパスと定規の原理」を外側から分析する態度が必要であり、そこには実際に作図をするパズルのような面白さは違った面白さがある。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 作図を知る過程で数学の面白い定理や考え方に触れることができる。幾何学的な問題を代数的に考察することで解くことができる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 角の三等分器を使った作図や、折り紙で作る正多角形などの特殊な条件下での作図について考察する。	
【参考文献／References】 志南淳著『作図できる数、できない数』 <a href="https://mathsoc.jp/publication/tushin/0803/shiho8-3.pdf">https://mathsoc.jp/publication/tushin/0803/shiho8-3.pdf</a> 西山豊著『ガウスの正 17 角形作図法』 <a href="http://yutaka-nishiyama.sakura.ne.jp/math2010/q/gauss_.pdf">http://yutaka-nishiyama.sakura.ne.jp/math2010/q/gauss_.pdf</a>	

ご自身の研究段階は： <input type="checkbox"/> アイデア <input type="checkbox"/> 予備的な成果 <input type="checkbox"/> 研究成果	
分野／Areas 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate area.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input checked="" type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input type="checkbox"/> その他／Others specifying：プログラミング	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】順天高校	
【代表者名／Representative's Name】中川 翔太	
【メンバー／Member】高山 優聖 崔 俣源	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】熊木幸司	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】出席在籍管理ツール	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 ・先生に用があり職員室に行ってもいなくて無駄足を踏んだり場所が分からなかったりして困っていたので職員室にいるかいないか分かったりどこにいるか知れたりしたら便利だなと思ったから ・出席確認とかが先生大変そうだなと思い見ればすぐにわかるのがあればいいと思ったから ・出席の入力に手間がかかるから	
【目的／Goal】 ・生徒、職員などの出席確認の効率化を図る ・生徒、職員の在籍確認をその場でできるようにすることで、移動による労力の軽減	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 ・本校に、現状にはない出席在籍管理ツールを開発しようとしている。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 ・先生がいるかいないか確認するときに、わざわざ職員室に行かなくてよくなるため、大幅な時間の短縮につながる。 ・デバイスだけで出席確認ができるため、予算的にも実現しやすい。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 ・入力の手間がかかると思うので、音声認識や画像認識を取り入れ、手間を省きもっと簡易的に誰でも利用できるようにしたい。	
【参考文献／References】 ・Pythonで学ぶはじめてのAIプログラミング ・Pythonで学ぶ音声認識 機械学習実践シリーズ ・Python1 年生	

ご自身の研究段階 (Research Stage)： <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science	
<input type="checkbox"/> 数学+情報／Mathematics&Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying：	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】駒込高等学校	
【代表者名／Representative's Name】村上 葉桜	
【メンバー／Member】木下 凜	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】中島 遼	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】動物保護の職業化	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】 赤ちゃんポストのように、動物ポストを作る。育てられなくなった動物などを預けたり、連絡して家に保護してもらうこともできる（多頭飼育崩壊を起こした、野良猫がよく出る、など）。また、この施設から動物を引き取ることも可能であり、家庭環境などの条件をクリアする事ができると里親になる事ができる。 また、資金はふるさと納税のように寄付をした人に返礼品やポイントが送られるなどして集める。 （現在検討中の動物ポストの運営方法 データ1）	
【目的／Goal】 動物保護の職業化に伴い、給料を安定させる。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】 今はボランティアで成り立っているので、職業化して給料を安定させることにより、動物に関わる人を増やす。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】 収入を得るためにはグッズ販売や、犬、猫のモデル、アニマルセラピーなど方法はあるが、人手が必要なため人件費などがかかってしまい、十分な収入を得るのが難しい。よって国や自治体の援助が必要不可欠となってくる。	
【今後の展望／Future potential and its plan】 動物保護の職業化により人々に周知されることにより、動物虐待などの被害を減らす事ができ、より動物を飼うことに責任感を持った人の元へ動物たちは引き取られる事ができる。しかし、収入が安定しないという課題がある。	
【参考文献／References】 ・赤ちゃんポストについて… <a href="http://www.shigakukan.ac.jp/information/upload/report2014_01.pdf">http://www.shigakukan.ac.jp/information/upload/report2014_01.pdf</a>	





データ 1

ご自身の研究段階 (Research Stage) : <input checked="" type="checkbox"/> Idea <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Result	
分野／Field 最も当てはまる分野ひとつに☑をして下さい。Check only one appropriate field.	
<input type="checkbox"/> 物理／Physics <input type="checkbox"/> 化学／Chemistry <input type="checkbox"/> 生物／Biology <input type="checkbox"/> 地学／Earth Science <input type="checkbox"/> 数学＋情報／Mathematics & Information <input checked="" type="checkbox"/> その他／Others specifying :	
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】宮城県多賀城高等学校	
【代表者名／Representative's Name】佐々木翔永 松下奈央	
【メンバー／Member】佐々木翔永 松下奈央 鈴木快都 田中駿太	
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】會田 間健	
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】磯野家 大改造！！劇的ビフォーアフター	
【アイデアの概要とひらめきの背景／Outline and its First Inspiration】サザエさんに出てくる、いわゆる日本の家庭の代表である磯野家を題材に、現在の磯野家及び磯野家住宅が抱える問題点を考え、間取り、耐震構造、カツオくんの成績向上、これから迎える波平・フネの介護について考察し、高齢者や子供が住みやすい住宅とは何かを考察する	
【目的／Goal】磯野家の諸問題を解決し、我々が考えられる最良の平屋、磯野家のリフォームを提案する。	
【新規性と創造性／Novelty and Creativity】1946 年から「夕刊フクニチ」に連載された「サザエさん」である。磯野家の住宅は木造平屋で間取りは公開されている。アニメの途中ではお風呂が壊れ現在のタイル張りのお風呂に改築、外装のメンテナンスがされているが、昔から間取りが変わらない、一般的かつ日本において一番有名な木造平屋である。そんな磯野家において、カツオの成績低迷、さらに同居するフグ田家とその息子タラちゃんの生長、これから迎える波平とフネの介護、南海トラフ地震等、問題が山積している。その中でも子どもの生長、介護、耐震構造からこの有名な平屋のリフォームを高校生の視点で考える。	
【実現性とその予測／Feasibility and its Prospect (Report of progress can also be acceptable)】アニメの世界観が崩れるので、磯野家における実現は不可能である。現在も木造平屋である家屋はあるが、核家族が増え、磯野家同様の二世帯家族が減少している。我々が考えるリフォーム方法を実現させることは難しいのかもしれない。	
【今後の展望／Future potential and its plan】日本の（古典的）な木造平屋の良さを再考しつつ、建築基準法、建築学、構造学、耐震・制震・免震構造等を学習し、住みやすく、災害に強い木造平屋を構築したい。	
【参考文献／References 】 ・サザエさん <a href="http://www.sazaesan.jp/puzzle.html">http://www.sazaesan.jp/puzzle.html</a> ・ " <a href="http://www.sazaesan.jp/characters.html">http://www.sazaesan.jp/characters.html</a> ・ <a href="https://rfosy-model.jp/blog/2018/09/26/">https://rfosy-model.jp/blog/2018/09/26/</a>	



団体名	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）				
タイトル	身近に、そして暮らしに広がる放射線の利用				
講師	広報部 広報コーディネーター 鈴木 國弘				
時間	第1部：50分	第2部：50分	定員数	第1部：25名	第2部：25名



放射線は、原子が生み出すエネルギー、すなわち「原子力」のひとつです。  
原子力は発電に利用されるだけではありません。放射線は、様々な特徴を活かして、私たちの暮らしを豊かにしたり、安全・安心な生活を向上させるため、いろいろな分野で利用され、役に立っています。

ワークショップでは

- ◎放射線は恐くないの？危険ではないの？
  - ◎私たちの身近で、どのようなことに利用されているのか？
  - ◎放射線を利用したものは、どのように役に立っているのか？
- などについて、わかりやすい説明をしてくれることで有名な講師が、楽しくお話をします。

また、参加者に、放射線の性質や利用がよくわかる簡単な実験をしていただきます。  
興味のある方のご参加をお待ちしています！



生分解性プラスチックをお湯につける



引っ張る



どうなる？

つくばScienceEdge 2023

団体名	産業技術総合研究所				
タイトル	超音波で観る・超音波で治す ～ 医療テクノロジーの体験ワークショップ				
講師	健康医工学研究部門 鎮西清行・葭仲潔・小関義彦・鷺尾利克・新田尚隆・疋島啓吾・津村遼介				
時間	第1部：50分	第2部：50分	定員数	第1部：48名	第2部：48名



医療機器の基本の技術の一つ「超音波」を使っていろいろな物の内部を覗いて見ませんか。  
超音波とは、人間の耳で聞こえる音（可聴域）よりも高い周波数の音波の総称です。イルカは暗い海中に超音波を発射して、反射する音波を感じて魚を捕らえていると言われます。同じ原理を使って人体の内部を画像化するのが、「超音波画像」です。

現代の医療では超音波だけでなく、内視鏡やX線など様々な技術を使って病気を可視化しています。そして超音波やその他の可視化技術は、病気などの治療にも応用されています。切らずに観る、切らずに治すということですね。

このワークショップでは超音波をはじめとする先端医療技術のレクチャーに続いて、皆さんが超音波画像を使って果物、人体模型、自分の腕などの断面画像を観察します。

切らずに観る、切らずに治す技術は、日々進歩しています。先端テクノロジーを体験して、医療の現在と未来に触れてみましょう。



(写真：超音波診断機による腹部ファントム画像)

つくばScienceEdge 2023



団体名	産業技術総合研究所
タイトル	南極から解き明かす地球環境の過去、現在、未来
講師	地質情報研究部門 地球変動史研究グループ 板木 拓也
時間	第1部：50分 第2部：50分
定員数	第1部：40名 第2部：40名



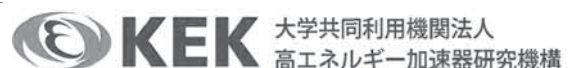
国連のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）が報告した最新レポートによれば、近年、南極氷床の融解が予想以上の速度で進行しており、世界の海水準上昇にも影響を与えることが懸念されています。いったい今、南極では何が起きているのでしょうか？世界中の研究者がその謎を追っています。

日本の南極観測隊も最新手法を用いた研究を行っています。2019年12月から2020年3月には、砕氷船「しらせ」による海底の地層調査を実施し、前人未踏の海域から海底堆積物の採取に成功しました。本ワークショップでは、南極観測の様子や海底の地層に残されている環境変動の様々な「痕跡」について解説します。さらに、顕微鏡を使って「痕跡」のひとつであるプランクトン化石の観察・採取を実際に体験してみましょう。その作業を人工知能（AI）とロボット・テクノロジーによって自動化した最新技術についても紹介します。



つくばScienceEdge 2023

団体名	高エネルギー加速器研究機構（KEK）
タイトル	宇宙誕生の謎と加速器実験
講師	素粒子原子核研究所 助教 古賀 太一郎
時間	第1部：50分 第2部：50分
定員数	第1部：60名 第2部：60名



宇宙がビッグバンで生まれた時、何が起こったのか？

実は、私たちが存在できていることに大きく関わることなんです。

宇宙が生まれた時、物質と反対の電荷を持つ反物質は同じだけ存在していたはずですが、今の宇宙には、「反物質」が見つかりません。

今回はこの宇宙誕生の大きな謎と、その解明に迫ったKEKの素粒子実験についてお話しします。



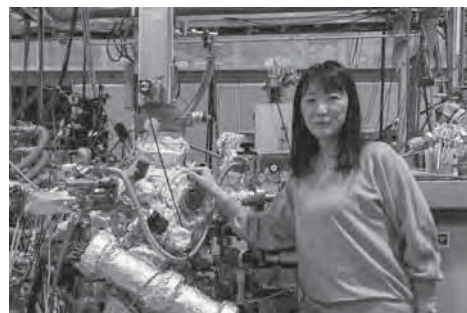
つくばScienceEdge 2023



団体名	高エネルギー加速器研究機構（KEK）		
タイトル	【理系女子向け】理系進学した後にどんなコースを進む？ 現役研究者にきいてみよう！		
講師	物質構造科学研究所 博士研究員 阪田 薫穂		
時間	第1部：50分 第2部：50分	定員数	第1部：15名 第2部：15名



1. プログラムの目的と内容の説明
2. 阪田薫穂先生の研究の話
3. 阪田薫穂先生の学生時代の進路選択～理系のキャリア教育的な内容



つくばScienceEdge 2023

団体名	東京理科大学		
タイトル	「リバースサイエンス」遊び		
講師	教養教育研究院野田教養部 関研究室 関 陽児		
時間	第1部：50分 第2部：50分	定員数	第1部：20名 第2部：20名



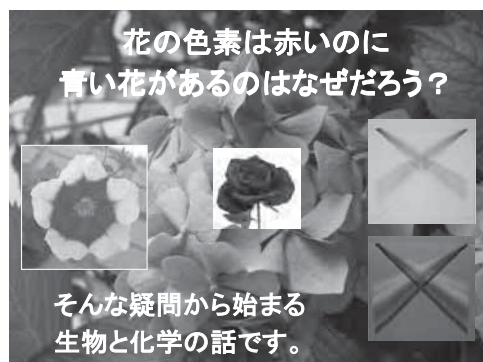
こちらは、少し風変わりなWSです。参加者の皆さん全員に2種類の「卓上実験装置」をお貸しします。  
いずれも、送風機（ドライヤー）で空気を送り込むことにより発泡スチロールの小球にある種の運動を与える簡単・安全な装置です。  
いずれも、みなさんの多くが目にしたことのないヘンテコな運動です。  
まずは、装置を手にとってシミジミながめたり分解したりして頂き、これらの装置の構造を理解した上で、運転すると発現するであろう発泡スチロール球の運動を予想してみてください。その後、実際に小球を使って装置を運転してみます。  
ヘンテコな運動を見てわかって頂けると、製作者としてはとても嬉しいです。笑ってもらった後で、その運動を「記述」してみてください。  
別に難しい数学を用いなくとも、運動の物理を定性的に言語表現してもらえればよいです。いかなる機構により、何がどう動くことで、全体の運動が成立しているのかを、です。そして、「そうした運動が実は自然界の中にもあるのだ」とすると、それは一体何なのか考えてみてください。  
学科の勉強が得意な皆さんは知識としては先刻よくご承知の運動ではないかと思います。  
もしかすると相当する運動が複数あるかもしれません。さらに、実はそれらのヘンテコな運動は、われわれ現代社会の各所で応用されている、つまり我々のおそらく全員がその恩恵にあずかっているのです。  
なんとも雲をつかむような話に聞こえるかもしれませんが、百聞は一見に如かず、まずはご来場あれ。



つくばScienceEdge 2023



団体名	農業・食品産業技術総合研究機構		
タイトル	植物色素の科学		
講師	農研機構 野菜花き研究部門 露地生産システム領域 領域長 中山 真義		
時間	第1部：50分 第2部：50分	定員数	第1部：100名 第2部：100名



色素は存在する量・時期・場所を視覚的に把握することができます。また多くの場合、色素は生命維持に必須ではないために、他の要素ではなかなか生じ得ない多様な変異が可能になります。その様な理由によって、色素の研究から遺伝の法則やクロマトグラフィーの開発などの重要な成果が生まれています。ここでは身近に咲く花の色素に潜む科学と、そこから得られた成果をお話します。



つくばScienceEdge 2023

団体名	筑波大学		
タイトル	タマムシ液晶の作成		
講師	数理物質系 後藤 博正		
時間	体験コーナー（予約不要）	定員数	100名



筑波大学  
University of Tsukuba

夜発光し、昼は虹色の構造色を示す液晶製作の実験を行います。当日液晶の作成をブースにお越しの各自が行います。引率の先生やスタッフの方のご参加も大歓迎です。  
液晶づくりは一人5分程度なので、たくさんの方に楽しんでもらえるかと思います。毒性・危険性はありません。また、作成した液晶はそのままプレゼントいたします。

H<sub>2</sub>O: 1.2 g (1.2 mL)  
・ヒドロキシプロピルセルロース  
(粉末) 4 g  
これをビニール袋に入れ、黒い紙を台紙にしてホチキスで止める=>  
こねる



つくばScienceEdge 2023



団体名	茨城県立竹園高等学校				
タイトル	SDGs理解に、英語カルタ！				
講師	茨城県立竹園高等学校 有志の皆さん				
時間	第1部：50分	第2部：50分	定員数	第1部：60名	第2部：60名



カルタを作ったきっかけは、2019年国際協力機構（JICA）の体験プログラムで、SDGsを学び、「知識を得るだけでなく、自分たちも行動したい」と考えたこと。楽しみながら学べるカルタにしようと、生徒の制作委員会が発足。カルタは21年3月に完成、つくば市内の各小学校に贈りました！カルタでは「A」から「Z」で始まる英文で、SDGsの考え方を紹介しています。

ワークショップではこのSDGsカルタを使い、参加者の皆さんに学びながら楽しんで頂ければと思います！興味のある方のご参加をお待ちしています！

