

# つくば Science Edge 2022

## 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 2022 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12回目を迎えることになりました。

新型コロナウイルス感染症の影響により、一昨年は書面開催、昨年は初めてハイブリッド開催で実施させていただきましたが、今年は3年振りにリアル開催とさせていただき、国内の18都道府県39校より参加頂きました。

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になります。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。

2022年3月25日

# Index

## ◎ オーラルプレゼンテーション(金賞)

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
①	数学・情報・コンピュータ	山口県立徳山高等学校	平良 隼涼	スマホとAR技術を用いて磁力線を可視化するアプリの開発	5
②	医学・生物	三田国際学園高等学校	采女 晋	カフェウォール錯視系統の新たな錯視の発見と考察	5
③	化学	茗溪学園高等学校	臼井 健	ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明を目指して～生態実態とそのアレロケミカルを追う～	6
④	化学	宮城県仙台第三高等学校	遠藤 隼介	銅青色着色の謎を解く～宮城に根付く伝統工芸の利用に向けて～	8
⑤	数学・情報・コンピュータ	山口県立徳山高等学校	柴崎 湧人	AI検温システム「検温くん」	10
⑥	化学	東京都立小石川中等教育学校	水谷 紗更	炎色反応を用いた換気効果の評価法	11
⑦	医学・生物	埼玉県立熊谷西高等学校	八木橋 歩光	Hemerocallis属における生息地の違いと種分化に関する系統解析	12
⑧	地学	宮城県仙台第三高等学校	諸根 健大	仙台西部・カルデラの謎に迫る～珪藻化石・野外調査に基づいて～	14

## ◎ 英語ポスターセッション

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
1	医学・生物	Tokyo Gakugei University International Secondary School	Yui Matsubara	Effects of a “flowery” diet on the slug gut microbiome	16
2	医学・生物	山村学園 山村国際高等学校	金子 菜名子	FOS changes the gut bacterial community in mice	16
3	化学	Akita Senior High School	Chiharu Shimada	Mutation suppression effect of polyphenols	17
4	化学	Akita senior high school	Yuuna Arai	Chemical structure of green tea-derived substances involved in the antibacterial effect of ampicillin	17
5	化学	東京都立国際高等学校 Tokyo Metropolitan Kokusai High School	Yudai Suwabe	Prevention of seawater acidification using egg shell	18
6	化学	Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High	Yoshimune Saitou	Microbial Fuel cell for home use	19
7	化学	Yamagata Prefectural Yamagatahigashi High School	Sasaki Yui	Development of electric power source using ion exchange resin embedded in agar membrane	20
8	化学	Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School	Yamaguchi Yui	Study on dye-sensitized solar cells	21
9	化学	立教池袋高等学校	Takuya Higashi	Mystery Of Traffic Light Reaction	21
10	物理	Yamagata prefectural Yamagatahigashi High School	Watanabe Tomoya	A vibration-proof system with magnetic force	22
11	物理	Miyagi Prefectural Furukawa Reimei High School	千葉若菜 Wakana Chiba	The physical model of a swing	22
12	数学・情報・コンピュータ	Yamahigashi high school	Goto Sota	Let me Protect your bicycle!!	23
13	数学・情報・コンピュータ	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	Piano Yamamoto	Mastering the Game of Othello Using Deep Neural Networks	23
14	地学	Ikeda Junior & Senior High School	GO Kouyou	Estimating the “precipitation rate” in the “Oba Misa Diary” during the Edo period –An attempt to restore weather data using the “detail rate”–	24

## ◎ 日本語ポスターセッション

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
1	医学・生物	茨城県立水戸第二高等学校	岩間 紅葉	効果的な菌の減らし方	26
2	医学・生物	茨城県立水戸第二高等学校	菊池 彩花	発酵食品を長く！おいしく！食べたい！！	26
3	医学・生物	茨城県立水戸第二高等学校	牛木 愛瑛	脳のない天才～粘菌とNaCl濃度の関係～	27
4	医学・生物	茨城県立水戸第二高等学校	石田 凜	持続可能な未来と昆虫食	27
5	医学・生物	茨城県立水戸第二高等学校	飯村 陽依	栄養価の高いもやしの栽培	27
6	医学・生物	浦和実業学園高等学校	川嶋 純太	光単一環境によるマダイの色揚げ効果	27
7	医学・生物	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	北川 百佳	蚊がヒトの血液に依存しない方法の提案	28
8	医学・生物	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	宗田 小町	ディスキディアハイブリッドの謎の解明	29
9	医学・生物	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	小西 晴太	魚肉の腐敗を遅らせるには	30
10	医学・生物	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	青木 誠良	アイズプラントの活用	31
11	医学・生物	宮城県古川黎明高等学校	安部 知里	セイヨウタンポポの花茎の屈曲	31

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
12	医学 生物	宮城県古川黎明高等学校	吉岡 利紗	ベンハムのコマの色の見え方の個人差	32
13		宮城県古川黎明高等学校	工藤 玲楠	腕を使って高く跳ぼう	32
14		宮城県古川黎明高等学校	今野 彩未	日本の医療保険制度が抱える問題とその原因について	33
15		宮城県古川黎明高等学校	大場 友輔	水田の泥からメタン生成細菌を探索する	33
16		宮城県仙台第三高等学校	柿本 海琉	人工産卵床の開発を通したタナゴ類の産卵行動における進行条件モデルの考案～ゼニタナゴの保全に向けて～	33
17		宮城県多賀城高等学校	三浦 誠鈴	河川浸食と私たちができる防災対策	35
18		宮城県多賀城高等学校	小畑 唯花	なぜスロープは採用されにくいのか。	35
19		宮城県多賀城高等学校	大泉 快晴	髪の毛の不思議 ～くせ毛を添えて～	35
20		宮城県多賀城高等学校	柏木 幸男	環境調査活動から学ぶ環境保全の取り組み	36
21		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	36
22		宮城県多賀城高等学校	高橋 ひなた	クリオネ観察日記～長生きさせるための条件～	36
23		埼玉県立熊谷西高等学校	関澤 樹里	放線菌を用いた農薬作成	36
24		桜丘高等学校	富岡 洸希	菊を用いた組織分化実験	37
25		三田国際学園高等学校	遠藤 楓	紫色色素生産を指標とした効率的な物質生産に適するプロモーターの探索	37
26		三田国際学園高等学校	宮田 絹江	ミドリムシを用いた水耕栽培は植物の種類によって成長に差が出るのか	38
27		三田国際学園高等学校	橋本 佳蓮	ミドリムシの植物成長促進効果のメカニズム解明	40
28		三田国際学園高等学校	市川 興	小麦に悪影響を与える赤カビ病の原因菌に抗菌活性を示す微生物の探索	41
29		三田国際学園高等学校	酒井 陽菜	PET微粒子を含む寒天培地の実用的かつ簡易な調製法	41
30		三田国際学園高等学校	清田 恵実	チャコウラナメクジとフタスジナメクジにおける嗜好性の差異	42
31		三田国際学園高等学校	西村 翔	光刺激による新規抗生物質生産菌の探索	43
32		三田国際学園高等学校	長谷川 光	アカハライモリの右前脚切断後におけるnsCCNの発現に関する研究	44
33		三田国際学園高等学校	藤本 南花	イモリの赤血球で発現する再生因子の探究	44
34		山口県立徳山高等学校	大田 渉貴	水質環境によるジャゴケの状態の変化	45
35		山村学園 山村国際高等学校 生物部	稲田 未来	女子はもちろん男子も必見！肥満マウス(オス・メス)でも手作り乳酸菌チョコレートでダイエット！	46
36		山村学園 山村国際高等学校 生物部	塩田 はな	女子はもちろん男子も必見！ビターチョコレートでお肌は美白！	47
37		山村学園 山村国際高等学校	藤野 正雪	フラクトオリゴ糖は腸内細菌のバランスを調節する	47
38		秋田県立秋田高等学校	藤原 華乃	遺伝子導入の効率の向上	48
39		順天高等学校	久保田 夏帆	ミドリムシの増殖と大腸菌の食作用	48
40		順天高等学校	阿部 陽人	学校で行うPCR法	49
41		順天高等学校	李海城 伊崎亜門	粘菌の性質調査	49
42		順天高等学校	岩崎 湊馬	筋肉増加作用のある物質の探索	49
43		順天高等学校	小坂 晃生	ガラクトースを選択的に分解する乳酸菌	50
44		順天高等学校	杉山 真里奈	漢方薬による腸内環境改善について	50
45		順天高等学校	浅見 拓哉	アフリカツメガエルの学習能力	50
46		順天高等学校	陳 佳き	ハチミツの抗菌性について	51
47		順天高等学校	比企 晏	ウーパールーパーが苦しまない体とは	51
48		順天高等学校	鈴木 悠平	再生可能な土壌開発	51
49		神奈川県立厚木高校	佐瀬 晴香	梅の種子を用いた防カビ剤の開発	52
50		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生態について	52

NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
51	医学 生物	神奈川県立相模原弥栄高等学校	傍士 柚子妃	捕食の流れ？体色変化？解明したいカマキリの謎！	53
52		早稲田佐賀高校	板垣 仁菜	視覚認知科学から考えるSDGs～誰も取り残さない社会を実現する～	53
53		東京工業大学附属科学技術高等学校	宮崎 珠実	セイヨウミツバチによる採集花粉の走査電子顕微鏡画像カタログの作成	54
54		東京大学教育学部附属中等教育学校	河野 百羽	光による植物の根の緑化現象の発見	55
55		東京大学教育学部附属中等教育学校	諸角 広	光への反応から見るハサミムシの行動	57
56		東京大学教育学部附属中等教育学校	深井 要	ヤマトシロアリが餌以外を齧る理由	58
57		東京大学教育学部附属中等教育学校	多田 美羽	ベタの威嚇行動を誘発する鍵刺激の探索	60
58		東京農業大学第一高等学校中部	李 星珉	オオモクゲンジの種子散布にまつわる研究「行け！オオモクゲンジ」	62
59		東京農業大学第二高等学校	加藤 美風	魚の体色の変化とストレスとの関係	63
60	化学	茨城県立水戸第二高等学校	遠藤 理紗	Zn金属葉～成膜のコントロールと構造解明～	65
61		茨城県立水戸第二高等学校	江幡 爽花	草木染めの堅牢度 ～紫外線による梅染めの褪色～	65
62		茨城県立水戸第二高等学校	篠崎 美沙	BZ反応の停止・復活における溶存酸素濃度変化	66
63		茨城県立水戸第二高等学校	住谷 ポオラ	CODを効果的に下げる条件を探る	66
64		茨城県立水戸第二高等学校	川村 優菜	昆虫はおいしいか？～アミノ酸定量法～	67
65		茨城県立水戸第二高等学校	倉持 怜奈	カメレオンエマルジョンの研究	67
66		茨城県立水戸第二高等学校	草刈 美里	アセチルサリチル酸の合成の収率	67
67		茨城県立水戸第二高等学校	富永 菜々子	お茶の可能性～天然の界面活性剤～	68
68		宮城県多賀城高等学校	伊深 裕斗	果物から発電	68
69		宮城県多賀城高等学校	菅原 羽音	大根の辛みと抗菌作用	68
70		埼玉県立熊谷西高等学校	大坂 隼	酸化チタン(IV)を用いた二酸化炭素還元装置の定量化	68
71		埼玉県立熊谷西高等学校	渡辺 悠里	硫化亜鉛ナノ粒子の発光特性	69
72		桜丘高等学校	細貝 亮太	金属塩が植物に与える影響	70
73		三田国際学園高等学校	倉橋 春希	色素増感太陽電池高性能化のための色素材料の検討	71
74		三田国際学園中学校	神田 寛智	植物色素を用いた古典写真術の応用	71
75		市立札幌開成中等教育学校	石川 華	メイラード反応の制御	71
76		市立札幌開成中等教育学校	藤懸 美緒	Ooho!による個包装調味料のプラスチックの代用	72
77		市立札幌開成中等教育学校	竜川 萌生	酸化還元電位が及ぼすアスコルビン酸の濃度変化について	73
78		鹿島学園高等学校	中野 綾	材料の違いによるロウソクのでき方の違い	73
79		淑徳与野高等学校	長岡 未紗	生ごみの不快な臭いを消すためには	74
80	化学	順天高等学校	玉村 未来	なぜ雷が落ちると植物が育つか。	75
81		順天高等学校	大塚 保人	植物に含まれるフラノクマリン	75
82		順天高等学校	田中 達也	ペットボトルに代わる新たな容器	75
83		神奈川県立厚木高等学校	清水 寧々	フェントン反応による糖化	75
84		神奈川県立厚木高等学校	木口 翔太	金属イオンを用いたヘドロの除去	76
85		千葉県立大原高等学校	岡 みずき	インジゴカルミンの呈色変化を利用した水質調査 ～青から始まる交通信号反応の応用～	77
86		大妻嵐山中学校	堀内 希保	「錬金術師の夢」の電位測定	78
87		東京都立小石川中等教育学校	一瀬 陽日	水系溶媒でのケミカルライトの検討	79
88		東京都立向丘高等学校	森本 一真	バイオエタノール生産を目的とした酵母菌の探索とバイオリクターの構築	81
89		東京都立小石川中等教育学校	三田 倫太郎	劣化しない化学マジックの解明	82



NO	分野	学校名	代表者名	タイトル	頁
90	化学	日本大学習志野高等学校	元井 湊也	失敗しないヨードホルム反応の実験方法について	83
91		日本大学習志野高等学校	山口 智加	おからをおいしく食べてフードロス削減	84
92		日本大学習志野高等学校	鈴木 紀樹	次亜塩素酸水の保存方法および有機物による分解	86
93		立教池袋高等学校	鈴木 海都	様々な発光色の実用的な二層間PO-CLの作製	87
94		立教池袋中学校	千葉 颯	大きなビスマス結晶を取り出す	88
95	物理	茨城県立水戸第二高等学校	安 陽菜子	木造建築における耐久性	88
96		茨城県立水戸第二高等学校	佐々木 あおば	高い音の活用法	88
97		横浜国立大学横浜サイエンスフロンティア高等学校 附属中学校	尾崎 就	モデルロケットを高く飛ばすには ～フィンの形状とチューブの材質について～	89
98		宮城県古川黎明高等学校	阿部 凜花	災害時におけるインスタント発電の研究	90
99		熊本県立天草高等学校	畑口 明果	摩擦力をデザインする ～トレッドパターンが駆動力と制動力に与える影響～	90
100		埼玉県立熊谷西高等学校	藤波 理穂	雪は天からの手紙～様々な条件によって生じる雪の結晶の違い～	91
101		埼玉県立熊谷西高等学校	保延 知佳	位置エネルギーを利用して前進する歩行ロボットの制作	91
102		順天高等学校	森田 ゆず花	圧電素子を利用した床発電	93
103		東海大学付属諏訪高等学校	金子 健人	小型マルチローター風力発電機について、回路からの検討	93
104		東海大学付属諏訪高等学校	金子 健人	画紙の有効的な利用方法について	94
105	数学 情報 コン ピュー ター	茨城県立水戸第二高等学校	菊池 美宇	ドブルの数学的解釈	94
106		広尾学園中学校・高等学校	水野あかり	偶数 $m$ だけ平行移動したウルトラオイラー完全数と擬メルセンヌ素数の同値性及び $m=-7$ のときの例外的な解	94
107		三田国際学園高等学校	阿部 優真	変声器を作る	95
108		三田国際学園高等学校	伊庭 晃豊	掲示板におけるパーソナライズ機能の実装	95
109		三田国際学園高等学校	友田 瑛響	カスケード分類器を用いた文字認識方法の模索	96
110		山口県立徳山高等学校	鶴丸 倫琉	「しえありぶ」でつくる読書の新しい形の提案	96
111		順天高等学校	伊藤 有亜	画面上のユニバーサルデザインをホームページで作成する	98
112		順天高等学校	山本 空澄	Unity による脱出ゲーム制作	98
113		順天高等学校	志水 亮太	foliumを使った地図の表示	99
114		順天高等学校	長谷川 忠相	立体四目並べの勝ち筋	99
115		神奈川県立相模原弥栄高等学校	松波 夏奈	ジョッキ(除菌ロボット)	99
116		神奈川県立相模原弥栄高等学校	木村 勇輝	少人数によるゲーム制作	99
117	地学	茨城県立水戸第二高等学校	根目沢 咲季	マイクロプラスチックによる海洋・大気汚染	100
118		横浜国立大学横浜サイエンスフロンティア高等学校 附属中学校	齋藤 未和	海の近くにある商業施設の適切な避難方法の検討	100
119		宮城県多賀城高等学校	石川 優真	都市型津波と対策について	101
120		宮城県多賀城高等学校	渋谷 倅	蔵王火山シミュレーション	102
121		埼玉県立熊谷西高等学校	市村 春薫	月に咲く白い花火の謎～光条のさまざまな形成要因について～	102
122		神奈川県立相模原弥栄高等学校	大嶺 希亜	次世代岩絵具できらめく絵を描こう！	102
123		東海大学付属諏訪高等学校	遠藤 爽磨	鉱物への二酸化炭素の固定	104
124		奈良県立青翔高等学校	森本 千慧	ブラックホール連星SS433のジェットの変化	105
125	その他	三田国際学園高等学校	久保 愛空	パンプスを履いて歩行することが百ます計算課題の成績に及ぼす影響	106

1. 山口県立徳山高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター	Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )	

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】平良集涼
【メンバー／Member】平良集涼

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】スマホとAR技術を用いて磁力線を可視化するアプリの開発
【背景／Background】磁場は目に見えないがとても身近な物理量で、可視化するには、砂鉄を土台の上に撒いて磁石を置き、磁力線を観察するという方法がある。しかしこの方法には手間がかかる上に、本来空間全体に存在する磁力線を平面にしか観察できないという欠点がある。油を使って立体的に観察する方法もあるが、観察範囲が限られるうに、高価なためひとり1台での観察は難しい(図1)。
【目的／Purpose of the research】AR(拡張現実)技術を用いて、手軽かつ立体的な磁力線の観察が可能なスマートフォン用アプリケーションの開発を目指す。AR技術を用いることで、現実空間に測定した磁力線を描画する。立体的で、観察範囲も無制限な磁場の可視化が可能になる。また、スマートフォン用アプリケーションとして観察ツールを開発することで、観察者一人一人が、手軽に観察することができるようになる。
【研究計画／Research plan】スマートフォン内蔵の磁気センサーで得た三次元の磁場(μT)をもとに、磁場の方向がわかる円柱形のオブジェクトを描画し、その座標を端末座標系から絶対座標系に変換して表示する。この操作によりARで現実空間に磁場を可視化することを実現する。開発方法にはSwift言語を使う。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】開発したアプリケーションで、実際に棒磁石の周りの磁場(図2)やグラウンドの地磁気(図3)を様々な方向から観察したところ、磁力線を立体的に観察することに成功した。また、従来の砂鉄を用いた方法と比べて、様々な方向から観察することができるうに、観察がかなり手軽であるという意見を友人から得た。また、測定した地磁気の磁力量や伏角は、理科年表の値と誤差約5%以内でほぼ一致し、高い精度で測定できていることがわかった(図4)。
【今後の展望／Future study plan】より多くの人にこのアプリを使ってもらうために、App Storeでの公開を予定している。また、測定したデバイスでしか測定結果を観察できないという課題を解決するために、AR空間の情報共有技術を使い、複数デバイス間で測定結果を共有することを目指して開発を継続する。
【参考文献／References】AR技術とセンサーを用いた物理実験教材のコンテンツ開発(塩澤秀和, 2019)詳細！Swift iPhone アプリ開発入門ノート(大重美幸, 2018)



図1. 既存の磁力線を立体的に観察する方法。油で満たした容器に砂鉄を混ぜ、その中に磁石を入れるが、観察範囲は狭く、1台25,000円と高価である。



図2. 開発したアプリケーションによる棒磁石周りでの磁場の測定結果。AR空間に磁力線が描画されている。



図3. 屋外での地磁気の測定結果。円柱の長さ方向が磁気を表す。均一な地磁気が地面に刺さるように分布している様子が分かる。

表面磁束密度(μT)	伏角(°)
47.9	50
理論値(μT)	理論値(°)
48	50

図4. 測定した磁力量や伏角の値。測定地域における理科年表の値とほぼ一致した。

2. 三田国際学園高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

数学・情報・コンピューター	Mathematics・Information・Computer	その他／Others( 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】采女 晋/Shin Unemo
【メンバー／Member】采女 晋/Shin Unemo

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】獅々見 元太郎/Gentarō Shishimi
------------------------------------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】カフェウォール錯視系統の新たな錯視の発見と考察
【背景／Background】人間の目に見えている「現実」はすべて脳が視覚入力を知覚し推測した結果である。しかし、あくまで推測であるため、しばしば物理的現実と主観的現実との間には多少ズレが生じる。そのズレが顕著にあらわれたものを「錯視」という[1]。どのような条件でその錯視効果が生じているかを解析することで、錯視の背景となっている脳での視覚メカニズムの解明につながると考える。そのためには、より多くの錯視事例を発見し、定量的解析を進めることが重要である。
【目的／Purpose of the research】本研究では、幾何学的錯視のうち、カフェウォール錯視 [2], [3]、市松模様錯視 [4], [5]、飾りエッジの錯視 [6] 等の傾きを生じる錯視に着目し、これらカフェウォール錯視系統の錯視をベースにして新たな錯視図形を発見し、錯視のメカニズム解明の一助とすることを目的とする。
【研究計画／Research plan】本研究で対象とするカフェウォール系統の錯視は、いずれも白/黒のチェッカー状図形からなる図形で、多くの学術的知見の蓄積がある。これらをベースにし、オリジナルな要素の付加で様々なバリエーションを考えることにより、新たな錯視発見の可能性が高まると考えた。また、発見した錯視と従来の錯視の比較を通して、錯視現象の考察を深めることができると考えた。カフェウォール錯視系統の錯視は、いずれもチェッカー状図形から構成され、水平線が傾いて見える同系統の錯視である。これら錯視の基本図形(錯視構成要素である水平線が一本の最小単位図形)を参考に、まず9×2個の白/黒の市松模様をベース図形として固定した。次に、市松模様の境界線の形状を変更、および、境界あるいは境界に隣接した場所に様々な形状の図形を付加して、新しい錯視図形を探索する。

2. 三田国際学園高等学校

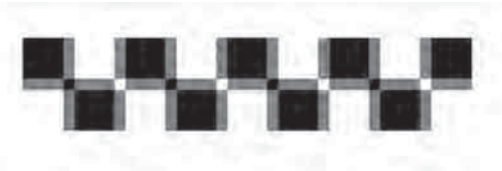
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】本研究で発見した錯視図形では、灰色線の交点にある正方形の周囲に図形を付加したことで錯視効果が生じた。また灰色線の幅を変えることで錯視効果を変化させることを見出した。作図過程で発見した、新しい錯視図形を図に示す。白/黒チェッカー状図形の境界に灰色線があり、その交点に白/黒の小さい正方形を交互に配置したベースパターン(図(a))では錯視効果は生じておらず、灰色線は水平に見える。ところが、ベースパターンの交点にある正方形の周囲にさらに小さい正方形を付加すると、錯視効果が現れて灰色線が右上がりに傾いて見えるようになる(図(b))。また、交点の正方形の配置順を白/黒逆にした場合は傾きが逆になる(図(c)、図(d))。ベースの市松模様正方形と交点正方形のコントラストを逆にすると傾きも逆になる結果は、Kitaoka, Aらが提案している「エッジと線のコントラスト極性の組み合わせにより傾きが決まる」という錯視モデル [7] が関係していると考えられる。次に、白/黒チェッカー状図形の境界にある灰色線の幅を図(b)よりも狭くした図形を図(e)に示す。この場合、ベースの市松模様正方形と交点正方形のコントラストは変えていないが、灰色線が右下がりに傾いて見えるようになる。この結果は、上述の Kitaoka, A が提案している錯視モデルとは別のメカニズムも、本錯視図形の錯視効果発現に関係していることが推測される。より詳細な錯視効果生成メカニズムの考察は今後の課題である。

【今後の展望／Future study plan】現状は錯視図形の最適化が不十分であり、灰色線幅、付加図形の大きさ、各図形のコントラスト、などの図形パラメータをチューニングすることで、さらに錯視効果を最大化することも可能と思われる。今後、以下に挙げる錯視図形のパラメータを変化させた場合に、錯視効果がどのような依存性を示すのか、評価をすすめていく予定である。

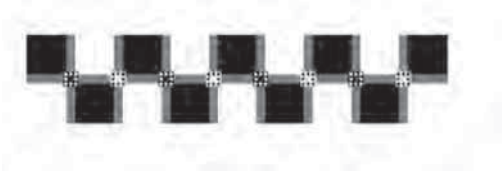
- 灰色線の幅、追加図形の大きさ/数等の形状パラメータ依存性
- 図形のコントラスト依存性(灰色線の濃さ、白/黒の市松模様のコントラスト)
- 錯視図形全体の大きさによる錯視効果依存性

これらの定量的解析を進めることによって、今後、本錯視の発生メカニズムを深掘りしていきたい。

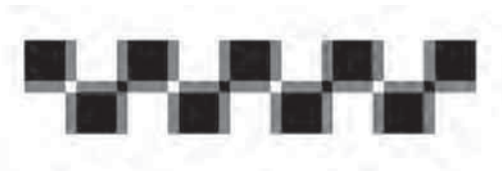
【参考文献／References】1. Morikawa, K. Psychology of Vision: Visual Illusions in Daily Life. *J. Jpn. Soc. Colour Mater.*, **89**[1], 11-16 (2016). 2. Gregory, R. L. and Heard, P. Border locking and the Café Wall illusion. *Perception*, **8**, 365-380 (1979). 3. Taylor, S. P. and Woodhouse, J. M. A new illusion and possible links with the Münsterberg and Fraser illusions of direction. *Perception*, **9**, 479-481 (1980). 4. Kitaoka, A. Apparent contraction of edge angles. *Perception*, **27**, 1209-1219 (1998). 5. Kitaoka, A. Illusion designs (3) Stereoscopic effects from checker patterns (Sakushi no deza: ingaku (3) Ichimatsu moyo de egakidasu rittaikank). *Nikkei Science*, **31**, 22-23 (2001). (In Japanese.) 6. Kitaoka, A., Pinna, B., & Brelstaff, G. New variations of spiral illusions. *Perception*, **30**, 637-646 (2001). 7. Kitaoka, A., Pinna, B., and Brelstaff, G. Contrast polarities determine the direction of Café Wall tilts. *Perception*, **33**, 11-20 (2004).



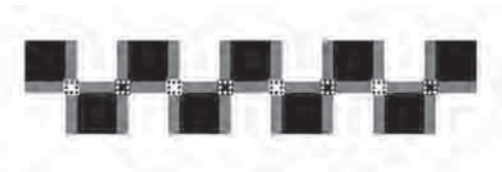
(a)ベースパターン 1（錯視効果は生じていない）



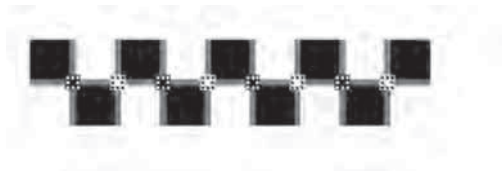
(b)錯視図形 1（灰色線が右側に上がって見える）



(c)ベースパターン 2 ((a)の交点部分のコントラスト逆版)



(d)錯視図形 3（灰色線が右側に下がって見える）



(e)錯視図形 2 ((b)と比べ、灰色線が細くなり、右側に下がって見える)

分野/Area 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】 茗溪学園高等学校
【代表者名/Representative's Name】 臼井健
【メンバー/Member】 佐藤曜 中川愛花 堀田悠宇 李美優 岡崎亜美 黒澤樹里 佐藤彰洋
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】 鈴木朋子

発表内容/Abstract of the Presentation

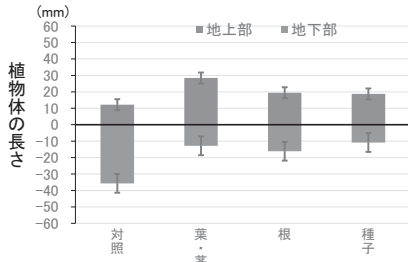
【タイトル/Title】 ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明を目指して～生態実態とそのアレロケミカルを追う～
【背景/Background】 アレロパシー作用とは、植物が合成して分泌あるいは揮散される化学物質によって近隣植物の生理現象に影響を与える現象である。ナガミヒナゲシ ( <i>Papaver dubium</i> ) (図 1) は外来植物であり、アレロパシー作用をもち、その作用の程度は強いといわれているが、その実態については明らかにされていない。(参考文献 1)
【目的/Purpose of the research】 ナガミヒナゲシが植生に及ぼす影響を明らかにすること、アレロケミカルを特定することを目的とする。
【研究計画/Research plan】 1. アレロパシー作用の検証 実験 1 では、風乾したナガミヒナゲシの植物体の各部位（葉・茎、根、種子部）800mg を寒天に挟み、レタス種子を蒔いて 20℃で 1 週間保持した（3 反復）。その後発芽したレタスの地上部と地下部の長さを計測し、さらに T/R 比(top/root ratio) を算出した。この活性試験の方法をサンドイッチ法と呼ぶ。(図 2) 実験 2 では風乾したナガミヒナゲシの地上部をエタノールに浸漬し、得られたエタノール抽出液を 0.8～40,000ppm までの 8 段階の濃度に調整し活性試験を行った。実験 3 ではエタノール抽出残渣で活性試験を行った。実験 4 ではエタノール抽出残渣を 20%エタノールに浸漬し、得られた抽出液（水抽出液）の原液と原液を 1/2 濃度に希釈して活性試験を行った。実験 5 では、水抽出液を 10 分間沸騰水中で加熱し活性試験を行った。実験 6 では、水抽出液からエタノールを留去したもの（水抽出原液）を水で 1/50～3/10 濃度に希釈して活性試験を行った。実験 7 では水抽出原液をレタス、ハツカダイコン（双子葉植物）、ネギ、ソルガム（単子葉植物）の 4 種類の種子で活性試験を行った。 2. アレロケミカルの単離 実験 8 では水抽出原液を薄層クロマトグラフィー（TLC）により分離した。実験 9 では水抽出原液の濃縮液をカラムクロマトグラフィー（CC）で展開し、得られたフラクションで同じスポットを持つフラクションをまとめて活性試験を行った。実験 10 では濃縮した水抽出液を CC で展開し、活性本体が多く含まれる F3 を得た後、F3 を 15 種類の溶媒条件で TLC・二次元 TLC を行いスポット D と E を分離するのに適した溶媒条件を探した。実験 11 では実験 10 で特定した溶媒条件をもとに二段階で CC を行い、活性試験を行った。実験 12 では活性本体を多く単離することを目的に、CC を用いず、濃縮した水抽出原液に溶出溶液（ブタノール・酢酸・水 8:3:2v/v）を入れてスポット D を持つ画分を得た後、2 回のプレバレイブ TLC を行い、スポット D に含まれる活性本体の物質 Y を単離した。物質 Y の構造決定をして物質を特定する予定である。

3. アレロパシー作用の生態調査 調査 1 では、実際にナガミヒナゲシが集中的に繁茂している区画（3 区画）とまばらに生息している区画（4 区画）、生息していない区画（4 区画）について半径 30 cm の円内の植生を調査した。その結果から重量をもとにした多様性指数を算出した。調査 2 では、ナガミヒナゲシを中心にその周囲の半径 10cm, 20cm, 30cm の同心円状に区画を設定して、区画内の植生を調査した。（4 地点 12 区画） 【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 1. アレロパシー作用の検証 実験 1 では、ナガミヒナゲシの乾燥試料はレタスの地下部に対してどの部位でも成長抑制効果があることが分かった。地上部に対しては、逆に成長を促進する。(図 3) 実験 2 では、エタノール抽出液にアレロパシー活性が見られず、実験 3 では、エタノール抽出残渣に強いアレロパシー活性が見られた。(図 4、図 5) さらに実験 4 では、水抽出液の原液では強い発芽抑制作用が見られ、1/2 濃度に希釈したもので地下部の抑制作用が確認できた。(図 6) これら実験 2・3・4 の結果から、ナガミヒナゲシの活性物質はエタノールには溶出せず水に溶ける高極性の物質であると推測した。実験 5 では、加熱処理をしても活性は低下せず、活性物質は熱に強い物質であると推測した。(図 7) 実験 6 では、水抽出原液を希釈して作用の濃度比較を行ったが、原液を 1 としたときの相対濃度が 0.2 以上の高濃度の場合は成長抑制作用が見られる一方、0.03 以下の低濃度の場合には逆に成長促進作用が見られた。T/R 比も濃度変化と強い相関がみられ、濃度依存性があると推測できる。(図 8) 実験 7 では、水抽出物の作用の植物比較を行ったが、水抽出物は 4 種類の植物の全てに対して成長抑制作用と発芽抑制作用があった。成長抑制作用は、ネギやソルガムの単子葉植物に対してよりも、レタスやハツカダイコンの双子葉植物に対してより強い作用が見られた。発芽抑制作用についてはその傾向はより明らかであった。これらの特性は、2, 4-D などのオーキシシン作用に共通する。(図 9) 2. アレロケミカルの単離 実験 8 では、水抽出物中には、少なくとも 8 種類の有機物が存在することが分かった。(図 10 上段) 実験 9 では、フラクション 6～12 をまとめた試料に強いアレロパシー活性が見られた。(図 10 中段) この試料にはスポット D, E, F が含まれるが、F を含むフラクション 13～18 の活性は高くないので、活性本体は D か E のどちらかであると推測した。(図 10 下段) 実験 10 では、アンモニア水を用いた系の展開液を用いると、D と E の R <sub>F</sub> 値が逆転し D と E を分離できることを発見した。これを用いた CC で得た活性のあるフラクションにはスポット D が含まれており (図 11)、活性本体はスポット D だと推測した。実験 12 では、スポット D をさらに分けて最終的に物質 Y を単離した。Y には強いアレロパシー活性が見られたため、Y がナガミヒナゲシの活性本体であると特定した。(図 12) 3. アレロパシー作用の生態調査 (図 13、表 1) 調査 1 の結果、調査地点は本来イヌムギを優占種とした群落であり、ナガミヒナゲシが侵入すると一度は多様性指数が高くなるが、やがてナガミヒナゲシが圧倒的に増えていき、その結果、多様性は侵入以前よりも小さくなっているということが分かった。調査 2 では、植物体が小さいうちはその影響の及ぶ範囲は小さいことを確認した。 【今後の展望/Future study plan】 物質 Y について定量的な活性評価を行う。現在、筑波大学に物質 Y の構造解析を依頼しており、 <sup>1</sup> HNMR を行う予定である。生態調査についてもさらに調査を行い、ナガミヒナゲシが生態系に与える影響をより明らかにしたい。物質 Y は農薬や植物調節剤として応用できる可能性がある。 【参考文献/References】 1.藤井義晴(2016).『植物たちの静かな戦い 化学物質があつて生存競争』化学同人。 2.山崎光廣他(1988).「薄層クロマトグラフィーによる糖質の分離挙動と食品試料への応用」.分析化学,Vol.37,T121-T127.
--



図1 ナガミヒナゲシ *Papaver dubium*

図2 サンドイッチ法の模式図

図3 実験1 植物体を用いたアレロパシー作用の検定  
地下部の成長抑制、地上部の成長促進、T/R比の増加がみられる。

	T/R比
対照	0.34
葉・茎	2.21

T/R比 = 地上部の長さ(mm) / 地下部の長さ(mm)

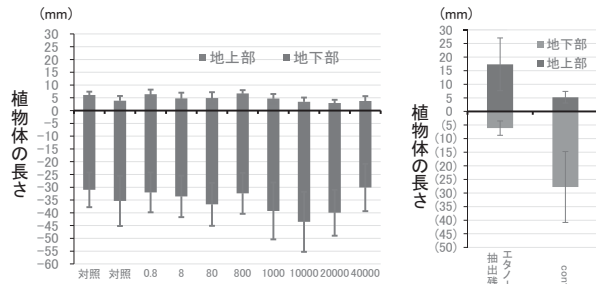
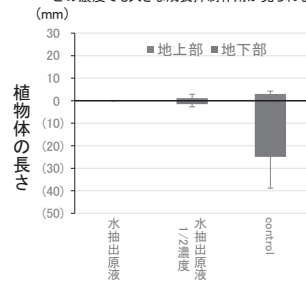
図4 実験2 エタノール抽出液を用いた検定結果  
どの濃度でも大きな成長抑制作用が見られなかった。

図5 実験3 エタノール抽出残渣を用いた検定結果

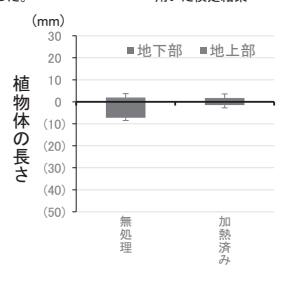
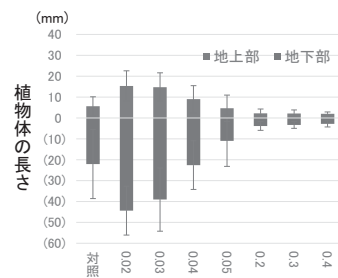
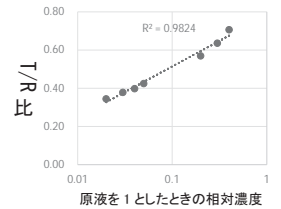
図6 実験4 水抽出液を用いた検定結果  
原液には強い発芽抑制作用が見られる。図7 実験5 加熱処理をした水抽出液の検定結果  
加熱処理をした場合でも成長抑制作用が見られる。

図8 実験6 水抽出液を用いた検定結果(濃度比較)

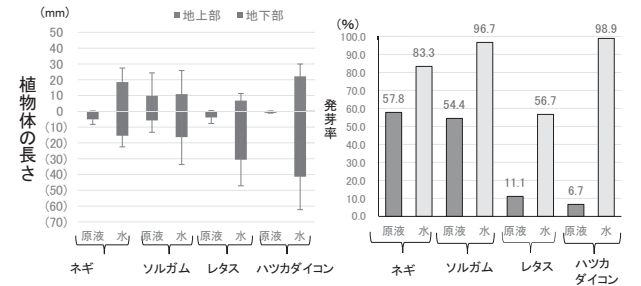


図9 実験6 水抽出液を用いた検定2(植物比較)

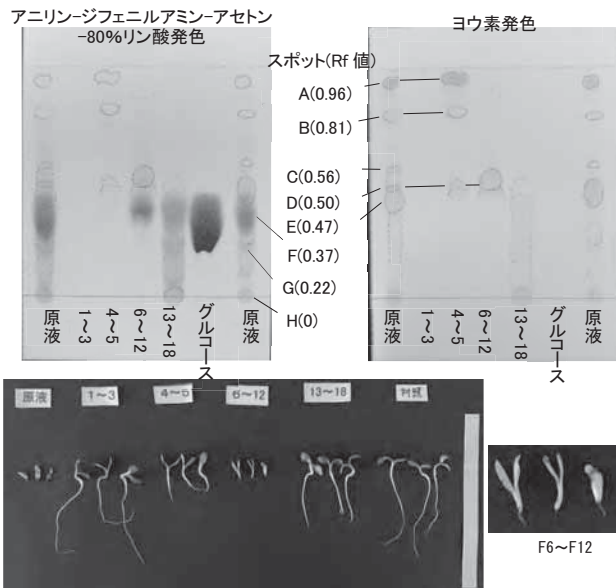
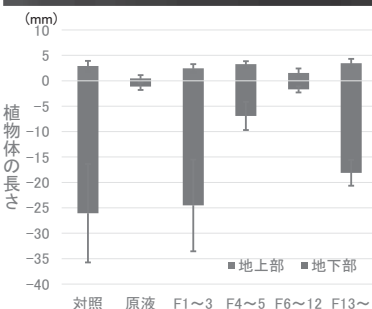
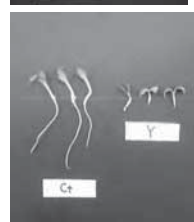
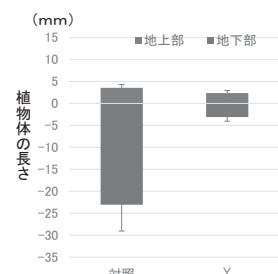
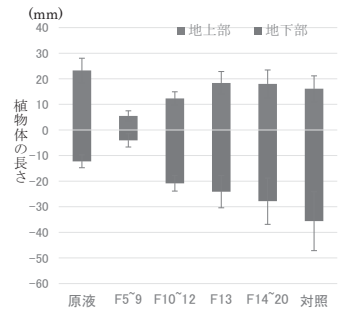


図10 実験8、実験9の結果

上段: 実験8の結果  
展開溶媒 (1-ブタノール: 酢酸: 水 8:3:2v/v) で展開した TLC  
中段: 実験9 計測時のレタスの様子  
下段: 実験9の検定結果  
F6~12に強い活性が見られた。

図11 実験11 スポットD・E・Fを用いた検定結果  
展開溶媒 (右: 1-ブタノール: 酢酸: 水 8:3:2v/v 左: 1-ブタノール: エタノール: アンモニア水 2:1:1v/v)  
スポットDを含むF5~9に強い成長抑制作用が見られた。図12 実験12 物質Yを用いた検定結果  
物質Yに強い成長抑制作用が見られた。計測時にはレタスの根の先端が黒く変色していた

3. 若溪学園高等学校

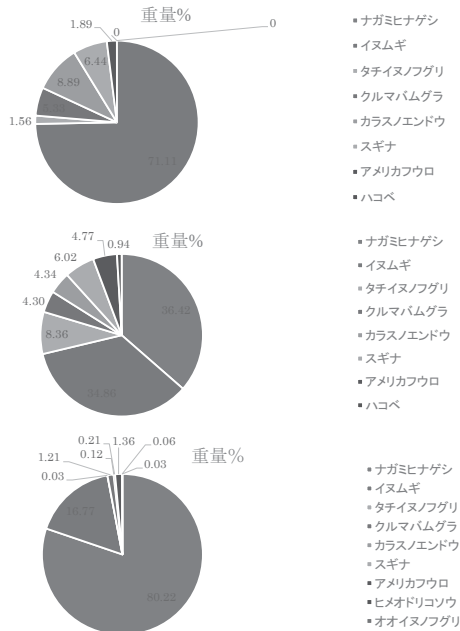


図 13 生態調査 1 各調査区の重量の割合  
上: ナガミヒナゲシなし区 (4 区画集計) 中: ナガミヒナゲシまばら区 (4 区画集計)  
下: ナガミヒナゲシ集中区 (3 区画集計)

表 1 生態調査 1 優占度および重量を用いて求めた多様度指数

	ナガミヒナゲシの生息状況		
	なし	少ない	多い(集中)
優占度を用いた多様度指数	0.85	0.85	0.84
重量を用いた多様度指数	0.45	0.73	0.33

$$\text{重量をもとにした多様度指数} = 1 - \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n (\text{調査区内の植物種(Pi)の重量(g)})^2}{(\text{調査区の植物の総重量(g)})^2} \right\}$$

4. 宮城県仙台第三高等学校

つき処理も加熱処理もしていない銅箔の 4 つに分け、表面を走査型電子顕微鏡を用いて観察する。
目的 4: 銅の多彩な色調変化と青色発色を用いて宮城県に根づく伝統工芸であるこけしをリメイクした作品、自然造形物である貝殻(ハマグリ)を用いた作品を作成する。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】
目的 1: ほとんどの温度で青色の発色が確認できた(図 5)。これにより、めっきを施すうえでジエチルエーテル以外にも水も溶媒として用いることができることが判明した。水はジエチルエーテルに比べて扱いやすいため、作品づくりに利用しやすくなった。
目的 2: ジエチルエーテル溶液の場合 200℃30 分～300℃10 分(図 6)である一方、水溶液の場合は 200℃25 分～300℃10 分(図 7)と広い範囲で青色の発色が確認できた。また加熱温度、加熱時間によっては青色が発色しない箇所があった。このことより、青色に発色するためにはある一定の酸化銅(Ⅰ) Cu <sub>2</sub> O の膜厚が必要であることが判明した。そして独立行政法人 物質・材料研究機構 NIMS 物質・材料データベース <sup>④</sup> の値を代入し、加熱した温度と時間から酸素原子の拡散距離を計算したところ、銅箔の青色発色には 3.0×10 <sup>-5</sup> ～9.0×10 <sup>-6</sup> m が必要であることが把握できた(図 8)。青色の発色にムラがあるが、少なくともこの酸素原子の拡散距離の範囲が必要であり、これ以上でもこれ以下でも青色にならないと考えられる。
目的 3: 図 9 のように青色に発色した銅表面からは 1～3 μm 程度の比較的大きな金粒子が見つかった。これより、銅の青色着色には酸素原子の拡散距離が 3.0×10 <sup>-5</sup> ～9.0×10 <sup>-6</sup> m のほかに、金粒子の大きさが 1～3 μm 程度の条件が必要であると把握した。酸化銅(Ⅰ) Cu <sub>2</sub> O の膜厚によってプラズモン共鳴が起こり、銅箔の色が変わる。そしてさらに金の粒子が光を吸収することで青色に発色すると考えられる。
目的 4: 東北地方の有名な工芸品にこけし <sup>⑤</sup> がある。この伝統工芸品であるこけしは不思議と絵付けのみであり、箔を貼ったものはない。一方金箔で有名な金沢のこけしには金箔が施してある。そこで我々は自作用のこけしを購入し、銅箔で模様を作ってみた(図 10)。さらに、美しい自然造形物である貝殻と銅箔を張り付けた(図 11)。
【今後の展望/Future study plan】
今までは銅箔を青色に着色するだけだったので銅箔に両面テープを貼り固定して扱っていたがあったが、利用するとすると銅箔のみ扱わないといけない。薄くて破れやすく、かつ静電気でくっつくなど銅箔を扱うことは非常に困難である。金めっきするために銅箔を金水溶液浸すことは至難の技で、また駒込バットを用いても表面張力で丸まるなど難しい(図 12)。そこで我々はスチーム吸入器を用いて金水溶液をミスト状にして金めっきをする方法(図 13)を考案し、青色着色に成功した。まだ再現性はとれていないが、この方法簡易的であり将来誰でもすぐにできる可能性がある。簡単な方法であれば多くの人でも扱えるようになる。今後伝統工芸として根付くためにはいかに簡単に青色を出せるのかもその方法も開発していきたい。また自分たちだけで活動しても作品作りまでが限界であり、伝統工芸として根付かせられない。産学官民の連携が必要である。1/27(木)に宮城県産業技術総合センターを窓口として伝統工芸としての可能性の模索を行う。今後は企業等とも連携して、伝統工芸品として根付かせる活動を展開していきたい。
【参考文献/References】
1) 第 58 回日本学生科学賞作品集(2014)「銅箔の色調変化の研究」宮城県仙台第三高等学校 門口尚広 2) 表面プラズモンの基礎と応用(永島圭介, 2007) 3) 第 62 回日本学生科学賞作品集(2018)「有機溶媒中での金属析出の研究」宮城県仙台第三高等学校 岩瀧陽, 笠原康太郎, 佐々木惲人, 佐藤理来, 平戸李奈 4) 拡散方程式の解(亀川原則) 5) 独立行政法人 物質・材料研究機構 NIMS 物質・材料データベース <a href="http://diffusion.nims.go.jp/">http://diffusion.nims.go.jp/</a> 6) こけしの由来や意味(宮城なほこ, 2021)

4. 宮城県仙台第三高等学校

分野/Areas

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

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】	遠藤隼介
【メンバー/Member】	渡邊歩 山本大河 伏見慶太 池田禮

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】	菅原佑介
------------	------

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】銅青色着色の謎を解く～宮城に根づく伝統工芸の利用に向けて～

【背景/Background】

本校の先行研究<sup>②</sup>より、銅箔を 400℃以下で加熱すると表面に酸化銅(Ⅰ) Cu<sub>2</sub>O 被膜が形成され、膜厚に応じて多彩な色(橙→赤→紫→銀→金→ピンク→緑)に色調変化することが判明している(図 1)。この酸化銅(Ⅰ) Cu<sub>2</sub>O の厚さと色の関係は、温度と時間から計算される酸素原子の拡散距離(式[1]、[2])を用いて表すことに成功した(図 2)。この酸化銅(Ⅰ) Cu<sub>2</sub>O の厚さによって色が変わる現象は、プラズモン共鳴<sup>③</sup>によるものと考えられる。また同じく本校の先行研究<sup>②</sup>では銅箔にテトラクロロ金(Ⅲ)酸四水和物 H[AuCl<sub>4</sub>]・4H<sub>2</sub>O ジエチルエーテル溶液を用いて無電解めっきを行い、300℃、10 分で加熱すると、銅箔の加熱のみでは見られなかった光沢のある鮮やかな青色が現れることを発見した(図 3)。しかし「0.01 mol/L 塩化金ジエチルエーテル溶液で銅箔にめっきを施し、300℃、10 分で加熱する。」という条件のみの把握であり、溶媒がジエチルエーテル以外のおときでも青色発色は可能か、また酸化銅(Ⅰ) Cu<sub>2</sub>O の膜厚と青色との関係性、なぜ銅箔に金めっきをすると青色になるのかメカニズムは判明していない。

【目的/Purpose of the research】

我々は、まだ判明していない銅の青色着色の条件およびメカニズムの解明を目的とした。以下目的を記す。  
目的 1: ジエチルエーテル以外の溶媒、具体的には水でも銅は青色着色できるか確認する。  
目的 2: 300℃10 分以上に加熱温度と時間を変えることで酸化被膜(Cu<sub>2</sub>O)の膜厚を調整し、膜厚と青色になる関係性について把握する。  
目的 3: 電子顕微鏡を用いて銅表面の状態を確認し、青色発色のメカニズムについて把握する。  
以上の目的のほか、銅の着色については伝統工芸品としての側面があり、新潟県燕市の錫起銅器(つききどうき)、富山県の高岡銅器がある。特に高岡銅器においては「有限会社モメンタムファクトリー・Orii」の折井宏司氏が銅の青色着色を行い、「Orii(おりい)ブルー」の名で様々なメディアで紹介されている(図 4)。本校の先輩方によって得られた研究成果は、伝統工芸としての可能性を促めている。事実、現代の名工に選ばれた新潟県の表具師からどうやって銅箔に色をだすのかと本校に連絡があった。このまま高校生が行った一研究として終わるのではなく、新しく宮城に根づく伝統工芸品の創出の可能性を模索することも目的とした。そこで目的 4 として我々は先輩がなし得なかった青色着色した銅箔を用いた作品作りを行うこととした。  
目的 4: 宮城に根づく伝統工芸品の可能性を模索する

【研究計画/Research plan】

目的 1: 0.01mol/L H[AuCl<sub>4</sub>]・4H<sub>2</sub>O 水溶液を用意し、20 mm×20mm の銅箔を浸して、10 秒間めっきする。表面を軽く拭き取り 200℃～300℃で電気がを用いて 10 分間加熱する。  
目的 2: 0.01mol/L H[AuCl<sub>4</sub>]・4H<sub>2</sub>O ジエチルエーテル溶液、0.01mol/L H[AuCl<sub>4</sub>]・4H<sub>2</sub>O 水溶液を用意し、200℃～300℃の 10℃間隔、5 分～30 分の 10 分間隔で電気がを用いて加熱する。酸化被膜の膜厚を酸素原子の拡散距離<sup>④</sup>を用いて間接的に算定する。  
目的 3: 0.01mol/L H[AuCl<sub>4</sub>]・4H<sub>2</sub>O 水溶液を用いて①金めっきと加熱処理を行い、青色が発色した銅箔、②めっき処理のみ行い加熱処理せず青色が発色していない銅箔、③めっき処理せず加熱処理のみした銅箔、④め

4. 宮城県仙台第三高等学校

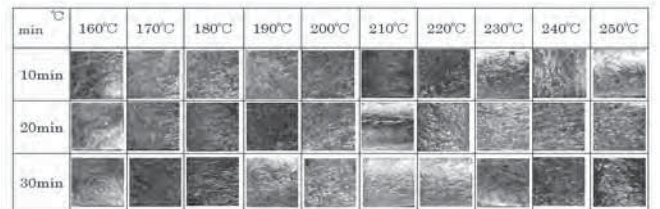


図 1 銅の色調変化  
酸化銅被膜の膜厚により様々な色に変化する。

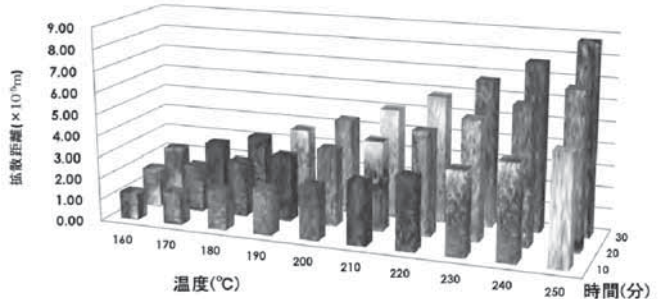


図 2 先行研究<sup>②</sup>に酸素原子の拡散距離による銅箔の色  
温度と時間から酸素原子の拡散距離を計算すると拡散距離の値が近いとき銅箔の色が類似している。

$$D: \text{拡散係数} [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$
$$D_0: \text{拡散定数} [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$
$$Q: \text{活性化エネルギー} (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$
$$R: \text{気体定数} = 8.31 [\text{J} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}]$$
$$T: \text{絶対温度} [\text{K}]$$
$$D = D_0 \exp \left( -\frac{Q}{RT} \right) [1]$$
$$L: \text{拡散距離} [\text{m}]$$
$$L(t) = 2\sqrt{Dt} [2]$$
$$D: \text{拡散係数} [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$
$$t: \text{加熱時間} [\text{s}]$$

式 [1]、[2]

独立行政法人 物質・材料研究機構のデータベース<sup>④</sup>に収蔵されている銅中の酸素原子の拡散係数のデータ  
拡散定数、 $D_0 = 5.80 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  (ただし 873～1273 K のとき)、活性化エネルギー、 $Q = 57.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  を使って拡散距離  $L(t)$  を計算した。

4. 宮城県仙台第三高等学校

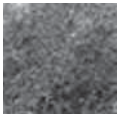


図3 先行研究<sup>9)</sup>による青色(三高ブルー)  
銅の加熱だけでは確認できなかった光沢のある青色。



図4 「有限会社モメンタムファクトリー・Orii」のOrii(おりい)ブルー  
BS 朝日 2016年3月31日 Discover Japan〜世界が驚く、凄いニッポン〜にて放送されるなど話題性がある

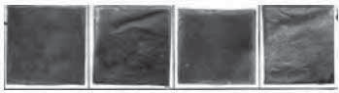


図5 目的1で発見した光沢のある青色

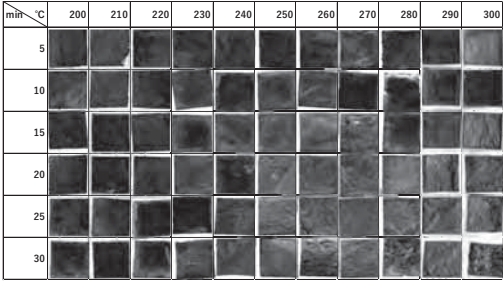


図6 ジェチルエーテル溶液を用いた場合の銅の色調変化  
青色発色の範囲が狭く、きれいな青色が発色しづらい。

4. 宮城県仙台第三高等学校

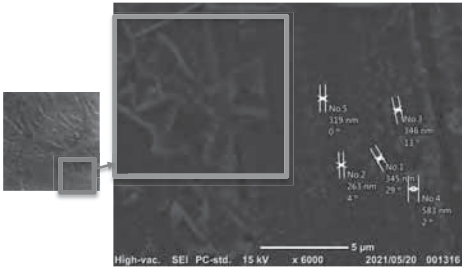


図9 青色に発色した銅の表面(□部分)を電子顕微鏡で拡大観察した様子  
1〜3 $\mu$ m程度の比較的大きな金粒子(□部分)が確認できた。



図10 銅箔を用いて作成したこけし  
めっきを施した銅箔を加熱して青色を出したものや、無処理の銅箔を加熱して様々な色を出したものを張り付けている。(山木大河作)

4. 宮城県仙台第三高等学校

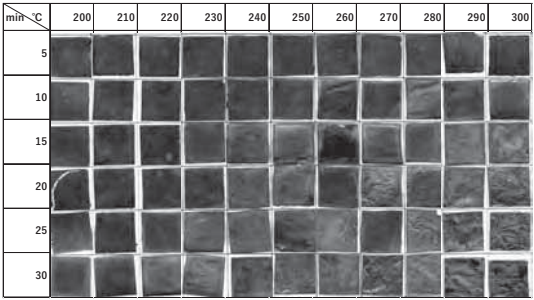


図7 水溶液を用いた場合の銅の色調変化  
ジェチルエーテル溶液に比べ青色発色の範囲が広く、鮮やかな青色である。

	200℃	210℃	220℃	230℃	240℃
5分	$1.8 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$2.8 \times 10^{-5}$	$3.2 \times 10^{-5}$
10分	$2.5 \times 10^{-5}$	$2.9 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$
15分	$3.1 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.8 \times 10^{-5}$	$5.5 \times 10^{-5}$
20分	$3.6 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-5}$	$4.8 \times 10^{-5}$	$5.5 \times 10^{-5}$	$6.3 \times 10^{-5}$
25分	$4.0 \times 10^{-5}$	$4.6 \times 10^{-5}$	$5.4 \times 10^{-5}$	$6.2 \times 10^{-5}$	$7.1 \times 10^{-5}$
30分	$4.4 \times 10^{-5}$	$5.1 \times 10^{-5}$	$5.9 \times 10^{-5}$	$6.8 \times 10^{-5}$	$7.7 \times 10^{-5}$

250℃	260	270	280	290	300
$3.6 \times 10^{-5}$	$4.0 \times 10^{-5}$	$4.6 \times 10^{-5}$	$5.1 \times 10^{-5}$	$5.7 \times 10^{-5}$	$6.4 \times 10^{-5}$
$5.1 \times 10^{-5}$	$5.7 \times 10^{-5}$	$6.5 \times 10^{-5}$	$7.3 \times 10^{-5}$	$8.1 \times 10^{-5}$	$9.0 \times 10^{-5}$
$6.2 \times 10^{-5}$	$7.0 \times 10^{-5}$	$7.9 \times 10^{-5}$	$8.9 \times 10^{-5}$	$9.9 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-4}$
$7.2 \times 10^{-5}$	$8.1 \times 10^{-5}$	$9.2 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-4}$
$8.0 \times 10^{-5}$	$9.1 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-4}$
$8.8 \times 10^{-5}$	$9.9 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{-4}$

この値は酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  の酸化被膜を酸素原子の拡散距離で間接的に算定したものであり、あくまで指標の一つである。そのため銅箔の厚さを超過している場合もある。実際の酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  の膜厚ではない。

4. 宮城県仙台第三高等学校



図11 銅箔を貼り付けた貝殻  
温度変化による色の違いを利用してグラデーションを作った。使用した貝はハマグリである。



図12 駒込ビベットを用いた金めっきの様子  
箔は大変薄く、溶液の表面張力でまくれるため、金めっきするのは難しい。



図13 スチーム吸入器を用いて金水溶液をミスト状にして金めっきおよび加熱をする様子



分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	柴崎 湧人
【メンバー／Member】	柴崎 湧人
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】	AI 検温システム「検温くん」
【背景／Background】	本校では新型コロナウイルス対策として、毎朝の検温と検温結果の Google フォームへの送信を生徒全員が行っている。しかし、入力しない生徒もあり、フォーム入力率が低迷していた。原因としては、検温と入力にかかる手間が複雑で面倒である事が考えられる。そこで、これらの手間を簡略化し、よりスピーディーに、毎日の検温と送信を行える体温計デバイスの製作を考えた。
【目的／Purpose of the research】	「検温くん」は、簡単に検温を行い、報告をするシステムを作ることで入力率を向上させることを目的とした。そのため、従来の手順を簡略化するため以下の表 1 のように手順の削減を目指した。

表 1 従来の検温方法と「検温くん」の手順比較

従来の検温・送信手順	「検温くん」の検温・送信手順
① 接触型体温計で検温 ② スマートフォンを起動 ③ Google フォームを起動 ④ 学年・組・番号・体温等を入力 ⑤ 確認・送信 ⑥ 送信完了	① 「検温くん」の前に立つ ② 検温完了まで待機 ③ 送信完了

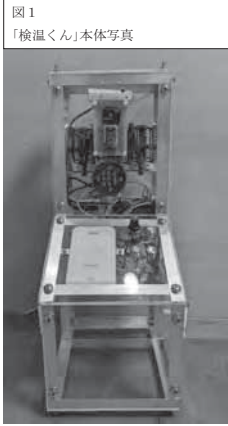
この表のように「検温くん」では、手順数が従来の 1/2 となる。

【研究計画／Research plan】	以上の目的を踏まえ、「検温くん」を以下の 3 点のコンセプトに基づいて開発した。
・非接触検温	複数ユーザーの使用を想定し、感染対策のために非接触センサーを採用。
・顔認証による、個人の本人確認システム	事前に登録したユーザーを判定し、送信時に反映。
・検温結果のクラウド保存	クラウドに保存することで、どこでも過去の検温結果を振り返れる。
これらのコンセプトを実現するために、RaspberryPi を使用した。また、製作にあたって書籍「Raspberry Pi +AI 電子工作超入門」(文獻 1)を参考にした。	

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
3 つのコンセプトの結果として、下記の表 2 の結果が得られた。

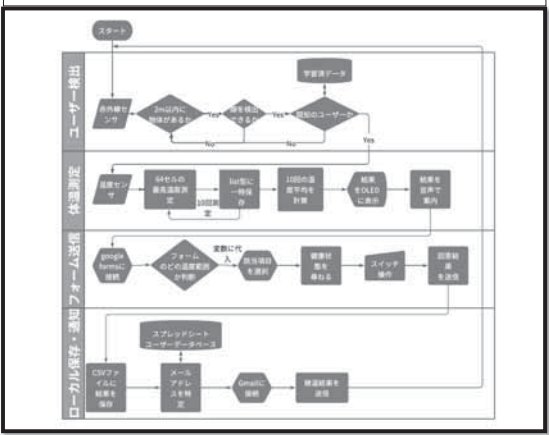
表 2 「検温くん」開発結果の成功・改善点

コンセプト	成功点	要改善点
非接触検温	短時間での素早い検温	異なるユーザーによって発生する体温計測結果の±0.5℃程度の誤差
顔認証本人確認	瞬時に顔で本人確認	暗い場所等では不正確
結果のクラウド保存	場所を問わず過去の結果を確認	結果送信時に数秒の時間を要する

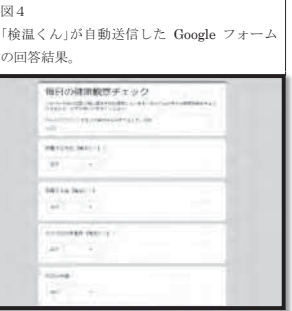


機能	詳細
顔認証によるユーザー認証	OpenCV と事前に学習したデータによって構成
Google フォーム自動送信	学校の管理者へ検温結果をユーザー別に送信
ユーザーへの Gmail 送信	生徒のスマートフォン・タブレットへメールを送信し結果を通知
ユーザーへの LINE メッセージ送信	ユーザーが事前に登録した公式アカウントから結果を通知
CSV 形式での結果保存	EXCEL 等表計算ソフトでの集計が可能
結果のクラウド保存	クラウドから場所を問わず過去の結果を確認

図 2  
「検温くん」が検温から送信までを行う処理のフローチャート



【今後の展望／Future study plan】 今後は、校舎での実証や公共施設等での活用を検討している。実際に「検温くん」を設置し、毎朝生徒に検温を行ってもらう予定だ。設置前後で検温結果の入力率の変化を調べて実際の効果を検証したい。 また、結果で得られた改善点を改善するため、新たな機能追加を検討している。 ・顔認証が暗い場所などでは不正確 ⇒ IC カードリーダーを搭載し、スマートフォンによる認証 ・クラウド保存に時間を要する ⇒ レシートプリンターを搭載し、結果を印刷。後からクラウドに保存することで時間を短縮。
【参考文献／References】 文獻 1 「Raspberry Pi +AI 電子工作超入門」(吉田 顕一)





6. 東京都立小石川中等教育学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】水谷 紗更  
【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

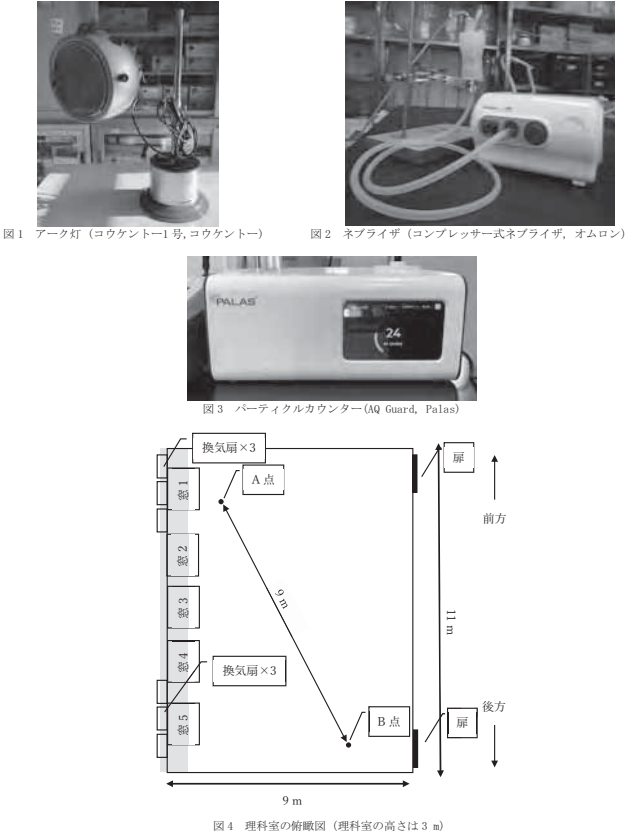
【タイトル／Title】灰色反応を用いた換気効果の評価法  
【背景／Background】  
新型コロナウイルス感染症は、感染者から排出されたウイルスが飛沫や飛沫核というエアロゾルとなって空气中に滞留し、感染を起こす可能性が指摘されているため、適切な換気が重要視されている。二酸化炭素濃度が換気の目安として広く用いられているが、二酸化炭素分子とエアロゾルは粒径の違いにより挙動が異なる。そのため、二酸化炭素濃度は換気の必要性の指標にはなるが、換気によってエアロゾルがなくなったことを示すものではない。そこで、昨年度まで行っていた気体の挙動を明らかにするトレーサーの研究を生かし、感染を引き起こす可能性のあるエアロゾルの挙動を灰色反応によって明らかにする手法の開発を目標に研究を行った。  
【目的／Purpose of the research】  
室内での換気効果を評価する手法の開発を行うために、以下のことを行う。  
1.アーク灯、ネブライザを用いて発生させたエアロゾルのうち、どちらがSARS-CoV-2 感染防止の観点でのトレーサーとして適しているか調べる。  
2.開発した手法を用いてエアロゾルの挙動や室内での換気効果を評価することが出来るのか調べ、換気効果を評価する。  
【研究計画／Research plan】  
灰色反応の発光強度をカラーコンパス MF という分光光度計で簡易的に計測することで、水溶液中のナトリウムイオンを定量する研究<sup>2)</sup>の知見を応用し、研究を行った。  
実験 1 トレーサーの検討  
昨年度まで用いてきたトレーサーのうち、アーク灯(図 1)、ネブライザ(図 2)で発生させた粒子が飛沫・飛沫核に近い挙動をすると考えられる。そのため、どちらが飛沫・飛沫核に挙動が近いのかを調べるため、アーク灯、ネブライザで発生させた粒子の光散乱径をパーティクルカウンター(図 3)で計測した。  
実験 2 灰色反応の発光強度によるエアロゾル量の変化の推察  
アーク灯・ネブライザで発生させた金属イオンを含むエアロゾルを用いて、エアロゾル量を推測することは可能か調べた。本校理科室(図 4)にネブライザ、アーク灯のエアロゾルをそれぞれ発生させつつ換気を行い、エアロゾル量を灰色反応で検出した(図 5)。  
実験 3 灰色反応を用いた換気効果の評価  
今回開発した方法で換気効果を評価することが可能か明らかにし、本校理科室の効果的な換気方法を提案する。

6. 東京都立小石川中等教育学校

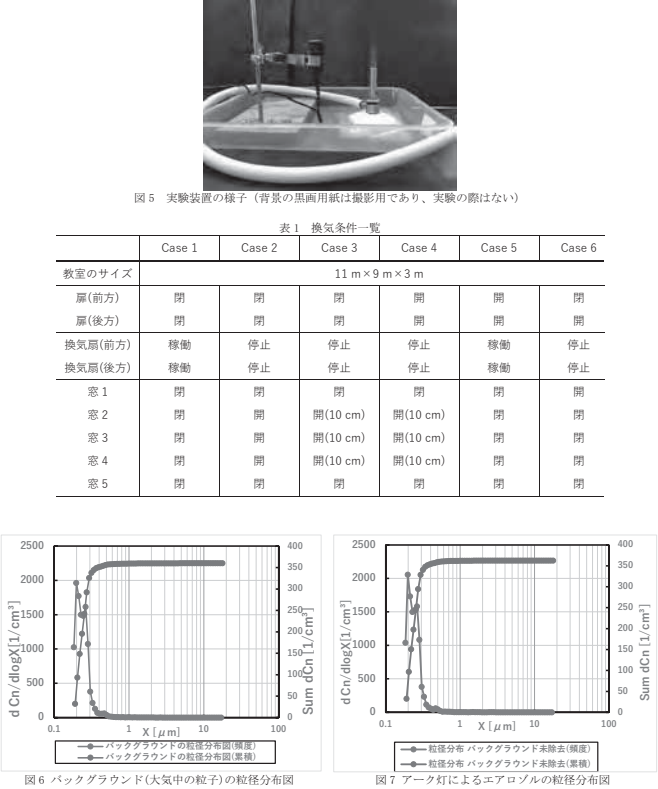
本校理科室にネブライザでエアロゾルにした 1.00 mol/L NaCl *aq* を充滿させ、様々な換気(表 1)を行い灰色反応でエアロゾル量を検出した。  
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
実験 1 トレーサーの検討  
粒径分布図は図 6-10 のようになり、挙動を知りたい飛沫・飛沫核に粒径が近く、より灰色反応の発光強度が高い、1.00 mol/L NaCl *aq* を、ネブライザを用いてエアロゾルにしたものが最適と考えられる。  
実験 2 灰色反応の発光強度によるエアロゾル量の変化の推察  
結果は図 11、12 のようになり、灰色反応を用いて換気効果を評価することは可能だと示唆された。また、粒子径による挙動の違いも見られた。  
実験 3 灰色反応を用いた換気効果の評価  
発光強度を計測された発光強度の最大値で除した数をエアロゾル指数と定義し、図 13 に示す。換気による考えられるエアロゾル量の減少から、本手法による換気効果の評価が可能であると示唆された。また、これはスーパーコンピュータ富岳で行われたシミュレーション<sup>3)</sup>(図 14)と同様の傾向を示した。  
【今後の展望／Future study plan】  
本手法を用いて、安価で簡便に、いろいろな場所の換気効率を調べることが出来る。よって、様々な場所で実験を行い、スーパーコンピュータ富岳で行われたシミュレーション<sup>3)</sup>と比較したい。また、今回開発した手法で、金属イオンを含むエアロゾルならば灰色反応の発光強度からエアロゾルの粒子径・個数を推測できる可能性があるため、これを実現したい。  
上記のことを実現するためにはいくつかの課題がある。  
・室温・湿度によって、生成する粒子の大きさが変化すると考えられる。  
・灰色反応によって検出できる粒子の量について下限値が明らかにできておらず、粒子があっても灰色反応が起こらない場合と考えられる。そのため、灰色反応が観察されたときに、どの程度の量の粒子が移動してきているか不明である。  
これらの課題を解決するためには、存在する粒子をより定量的に分析できるようにする工夫が必要である。現在考えている工夫は、次の通りである。  
・ネブライザによって発生させたミストは、ミスト化させる水溶液の濃度によって粒径分布が異なる。このことを利用して、ミストの粒径と量、組成と、灰色反応の発光強度との関係を明らかにする。  
・室温や湿度にできるだけ影響せず一定の大きさの粒子を生成する方法を見つける。  
灰色反応の発光強度は、カラーコンパス MF を用いて学校の実験室で測定可能である。しかし、粒子の組成、粒径と量などは、学校の実験室で日常的に測定できないので、その方法の開発も必要である。  
これらの課題を解決したうえで、本手法を用いて、安価で簡便に、いろいろな場所の換気効率を調べたい。  
【参考文献／References】  
1) 竹川鶴之. エアロゾルと飛沫感染・空気感染. エアロゾル研究, 2021, vol. 36, no. 1, p65-74.  
2) 松浦紀之. 水中のナトリウムイオンをどのようにして定量するか ―自作の蛍光光度系による定量測定―. 化学と教育, 2015, vol. 63, no. 4, p182-183.  
3) 坪倉誠. 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策. 理化学研究所計算科学研究センター. <https://www.rccs.riken.jp/fugaku/history/corona/projects/tsubokura/> アクセス日：2021 年 1 月 17 日

6. 東京都立小石川中等教育学校

図集



6. 東京都立小石川中等教育学校



6. 東京都立小石川中等教育学校

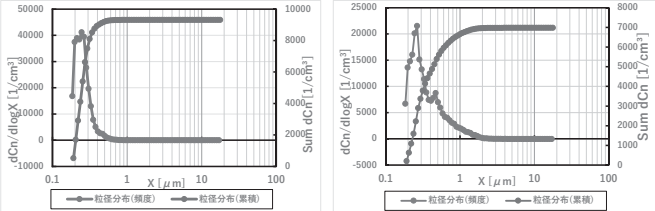


図 8 ネブライザによる 0.010 mol/L NaCl aq エアロゾルの粒径分布図

図 9 ネブライザによる 1.0 mol/L NaCl aq エアロゾルの粒径分布図

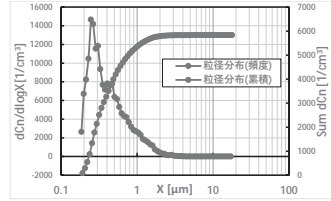


図 10 ネブライザによる飽和 NaCl aq エアロゾルの粒径分布図

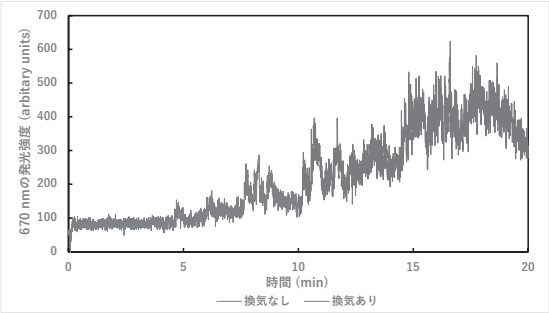


図 11 アーク灯を用いた実験の経過時間とガスバーナーの 670 nm の発光強度

6. 東京都立小石川中等教育学校

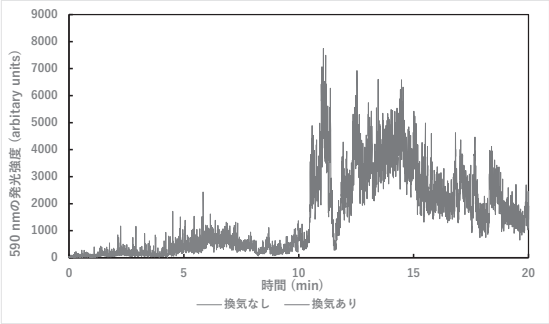


図 12 ネブライザを用いた実験の経過時間とガスバーナーの 590 nm の発光強度

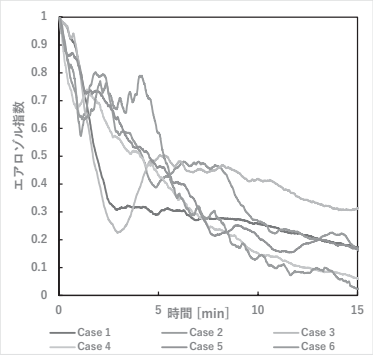


図 13 換気によるエアロゾル指数の時間変化

6. 東京都立小石川中等教育学校

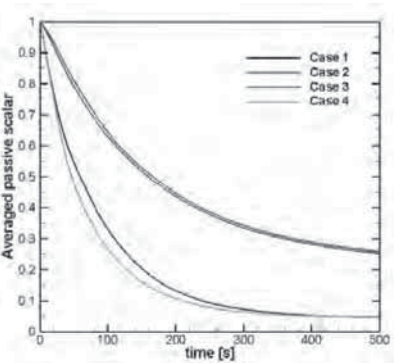


図 14 富岳で行われたシミュレーション 汚染空気を満たした状態から窓開けを行った場合の汚染空気の時間変化 (1 が汚染された状態、0 が清浄化された状態) (参考文献 4 から引用)

	扉	窓
Case 2	△	△
Case 3	△	△
Case 1	(欄干)	○
Case 4	○	○

7. 埼玉県立熊谷西高等学校

<b>分野/Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理/Physics	化学/Chemistry
医学/生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )
<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】八木橋歩光	
【メンバー/Member】須藤一琴 北村慎之助 崎崎俊太	
<b>指導教員/Supervising Teacher</b>	
【名前/Name】藤津亜季子 大澤崇純	
<b>発表内容/Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル/Title】 <i>Hemerocallis</i> 属における生息地の違いと種分化に関する系統解析	
【背景/Background】 <i>Hemerocallis</i> 属の一種ニッコウキスゲ (ゼンテイカ、 <i>Hemerocallis middendorffii</i> var. <i>esculenta</i> ) は尾瀬ヶ原など標高1400m以上に生息する亜高山植物として知られる。また、J.Noguchiらによると、ニッコウキスゲのなまは日本の中部地方では海拔約600m～2400mに分布するとされる (1)。 ニッコウキスゲの生息環境については、山地帯から高山帯の草原や湿地、海岸に生息するとされる (2、3)。しかし、実際の生息環境の一つである群馬県二子山や埼玉県白石山、父不見山は石灰岩を中心とした岩石地帯であり (4)、その土壌は弱アルカリ性であると考えられる (5)。これまで、弱アルカリ性の土壌に対する <i>Hemerocallis</i> 属の適性について言及されたことはないが、土壌環境は植物の生育に大きな影響を与えることが知られており (6)、二子山や白石山でしか見られないような植物種も多い (7、8)。さらに、採集地によっては独自の地域個体群として保全されている <i>Hemerocallis</i> 属もあり (9、10)、本研究の系統解析によってその遺伝的な独自性を示し、一層の保全価値や観光資源としての価値を高めることができると考える。	
【目的/Purpose of the research】 本研究では以下の仮説を設定し、明らかにするために、標高や土壌の異なる各地の <i>Hemerocallis</i> 属サンプルを採集し、系統解析を行った。 <i>Hemerocallis</i> 属は、 仮説 1) 高地に生息する個体群と低地に生息する個体群間で遺伝的分化が進んでいる 仮説 2) 湿原や草原に生息する個体群の中で、石灰岩地帯に生息する個体群は遺伝的分化が進んでいる	
【研究計画/Research plan】 標高や土壌性質の異なる 8 地域に生息する <i>Hemerocallis</i> 属 (Table.1) から DNA を抽出した。DNA 抽出には MACHEREY-NAGEL 社の NucleoSpin® Plant II のキットを使用し、加える薬品量や手法は本研究用に改良を加えた。PCR 法を用いて、葉緑体 DNA の trnL (UAA) intron 領域 (約 550bp) を増幅した。この DNA 領域は、J.Noguchi らの先行研究で用いた領域と同領域である。増幅には Bio-RAD 社の PrimePCR™ を使用し、加える薬品量や手法は本研究用に改良を加えた。DNA 精製には NucleoSpin® Gel and PCR Clean-up を使用し、シーケンスはユーロフィンジエノミクス株式会社 に依頼した。また、現在、atpB-rbcL 領域 (約 820bp) も解析中である。シーケンスデータには J.Noguchi ら (1) で解析された全国の <i>Hemerocallis</i> 属 34 地域の個体を加え、MEGA X で最尤法により分子系統樹を作成し、種分化の程度を確認した。なお、分子系統樹作成には trnL (UAA) intron 領域のみを使用した。	
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 作成した分子系統樹を Figure.2 に示す。Figure.2 より、クレード α～δ は <i>Hemerocallis</i> 属であり、4 つに分かれる可能性が示された。クレード α はアウトグループとして解析したタガネソウである。 クレード α にはヤブカンゾウが含まれたことから、ヤブカンゾウの系統であると考えられる。ヤブカンゾウは <i>Hemerocallis</i> 属の中でもっとも低地生であるが (11)、このクレードに含まれるサンプルの採集地の標高は必ずしも低いとはいえない (父不見山 杉ノ峠: 標高 900m、美の山: 標高 580m)。そのため、ヤブカンゾウは一般に言われる標高よりも、かなり広い垂直分布を持つ可能性がある。浅間山の個体群は特にムサシノキスゲといわれる (9)、一般的なニッコウキスゲと同系統である可能性が高く、遺伝的な独自性は見られなかった。 クレード β と δ は、広くユスゲ系統と考えられ、さらにクレード γ がノカンゾウとして分化した可能性が示された。クレード δ には J.Noguchi らのユスゲがほとんど含まれることから支持できる。クレード δ には、私	

7. 埼玉県立熊谷西高等学校

7. 埼玉県立熊谷西高等学校



8. 宮城県仙台第三高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	○地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】諸根健大

【メンバー／Member】諸根健大

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】南部拓未

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】仙台西部・カルデラの謎に迫るー珪藻化石・野外調査に基づいてー

【背景／Background】

東北地方には、1980年代後半～2000年代初頭にかけての火山地質や地熱開発に関連した研究などによって、後期中新世以降に形成された「カルデラ」が多数存在していたことが報告されている<sup>9,10</sup>。これらのカルデラはひとたひ噴火すると周囲20kmを焼き尽くし、これまで海洋で覆われていた東北地方が陸地化した原因となった<sup>9</sup>。このようなカルデラの構造は仙台の地形にはほとんど残っておらず、カルデラの存在を日常的に感じることはあまりないが、実は阿蘇山のような火山地帯だったのである。

私が研究しているのは仙台西部の地層についてである。仙台西部の地質図は1987年に製作された20万の1のもの<sup>10</sup>が主であるが、その地質図には地質構造の詳細な記載がなく、それぞれの地層の年代や境界についても不明な点が多い。1980年の仙台西部の地層についての概説<sup>9</sup>では、日蔭層や大手門層の記載がなされているが、それぞれの地層の堆積環境や境界についても不明な点が多い。

そこで有用なのが「珪藻類」の化石（図表1・2）である。珪藻類(Diatom)は珪酸質の殻を持つ単細胞の藻類のグループであり、主に堆積岩（主に泥岩・砂岩）から化石を産出する。また、示準化石・示相化石としても有用であり、地層の年代や堆積環境の推定に利用できる<sup>9,10,11,12</sup>。

私の研究している仙台西部では、白沢カルデラおよび定義カルデラが存在していたことが報告されている<sup>9</sup>。現在、カルデラ地形は残っておらず、その輪郭も推定されたものである。中新世中期～後期にかけて白沢カルデラが形成されたこととされ、白沢カルデラ崩壊後の、内部にあたる地域には定義カルデラが誕生した（図表3）。なお日蔭層は白沢カルデラ形成前に堆積した地層だと記述されている<sup>9</sup>。

調査地域は、20万分の一の地質図を参照するとちょうど大手門層と日蔭層の境界付近にあたる（図表4）。日蔭層は白沢カルデラ形成前の海洋性堆積物、大手門層は白沢カルデラ形成による火砕流堆積物であり<sup>9,10,9</sup>、日蔭層は大手門層に「不整合で覆われている」と記述されている（図表5）。

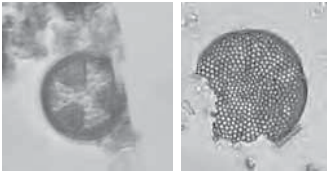
【目的／Purpose of the research】

珪藻化石の分析とフィールドワークに基づいて、仙台西部の古カルデラ類の歴史と仙台西部の地史・地質構造について明らかにする。このことを通して、東北日本のテクトニクスについて解明する。また、仙台西部地方に存在していたカルデラ類の痕跡は、近年、地熱発電への利用が期待されている<sup>9</sup>。地熱発電の開発を行うためには地質構造の詳細な解明が不可欠であり、断層をはじめ、岩相分布を明らかにすることは、地震・地滑り・土砂災害などへの防災に役立ち、土地利用の基礎情報となる。

【研究計画／Research plan】

①フィールドワークの実施 今回の研究を進めるにあたり、仙台西部（仙台市青葉区熊ヶ根付近）においてフィールドワーク（図表6）を行う。  
熊ヶ根を流れる2つの川、青下川と豆沢川に沿って歩き、岩相分布や地層の姿勢、地質構造などを2万5000分の1の地形図に記録してルートマップ（図表7）を作成。  
・珪藻化石を含んでいる可能性高い泥岩・砂岩露頭を確認した際にはサンプルを採集。  
・サンプルを採取した露頭では柱状図を作成。  
②データの解析 岩層分布、地層の走向・傾斜、柱状図、岩石サンプルの解析を実施する。  
・ルートマップのデータの整理を行う。  
・豆沢川についてはルートマップのデータをもとに地質断面図を作成し、地質構造について検討する。  
・採集したサンプルを用いて、実験室では永久プレパレートを作成する。  
・光学顕微鏡で珪藻化石の有無について確認し、属種や生息環境（淡水性か海水性か）を同定する。

8. 宮城県仙台第三高等学校

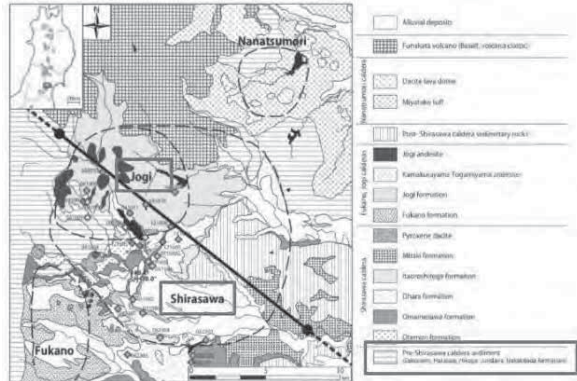


図表 1. *Actinocyclus senarius* 海洋性（沿岸性）

図表 2. *Thalassiosira sp.* 海洋性（遠洋性）

採集地・宮城県仙台第三高等学校付近の路頭

採集者・諸根健大



図表 3. 白沢カルデラの範囲と仙台西部の地層の新旧（鈴木,2017 より引用。一部加筆）

白沢カルデラは中新世中期～中新世後期に形成され、定義カルデラは白沢カルデラ崩壊後の中新世後期に内部地域に形成された。日蔭層は「pre shirasawa sediment（白沢カルデラ以前の地層）」と記述されている。

8. 宮城県仙台第三高等学校

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】

（研究結果）

豆沢川において、大手門層を示す凝灰岩層と日蔭層を示す泥岩層が断層を境に接していることを確認した（図表8）。これをもとに豆沢川の地質断面図（図表9）を作成したところ、やはり大手門層と日蔭層の境界に断層が存在していること、日蔭層に貫入岩が存在していること、日蔭層が南に緩傾斜していることがわかった。

また、豆沢川・青下川において、珪藻化石を含んでいる可能性が高い泥岩・砂岩の単層がよく見られる露頭では柱状図（図表10～13）を作成し、採集したサンプルからは永久プレパレートを作成した。豆沢川からは珪藻化石を全く産出しなかったが、青下川からは淡水性珪藻・淡水性海綿の化石（図表14）を産出した。同定に際しては、九州大学の鹿島薫 准教授にアドバイスを頂いた（私信）。

（予測）

これまで考えられてきた地史では、大手門層は日蔭層に「不整合で覆われている」とあったが、今回の研究によって大手門層と日蔭層が断層で接していることが明らかになったため。

①日蔭層が堆積→②不整合で大手門層が堆積→③地殻変動によって断層が誕生し、大手門層と日蔭層が接したという新たな地史を推定した（図表15）。日蔭層と大手門層が断層で接しているという新知見は、既存の地質図の再検討の必要性を示唆している。

また、海洋性堆積物である日蔭層より淡水性生物の化石を産出した。このことから、当時の海洋中心の東北地方において、淡水性生物の生息できる陸地環境が存在していた可能性が新たに推定できる（図表15）。

豆沢川で確認した断層の方位は、定義カルデラの輪郭の方位に一致していた。このことから、豆沢川で確認した断層は定義カルデラ崩壊に伴う地殻変動が原因で、大手門層が下位の日蔭層に接してできたものと考えられる。カルデラの火山体崩壊は周囲の地層に断層を形成するほどのパワーを持つ<sup>9</sup>。

【今後の展望／Future study plan】

①天野の論文<sup>9</sup>に記述のある日蔭層の化石を産出する地点に向き、そこから珪藻化石を定量的に解析し、日蔭層の古濃度について明らかにする。

②フィールドワークを継続して行い、岩相分布から地質構造の解釈を深め、仙台西部の地質図の改定を目指す。

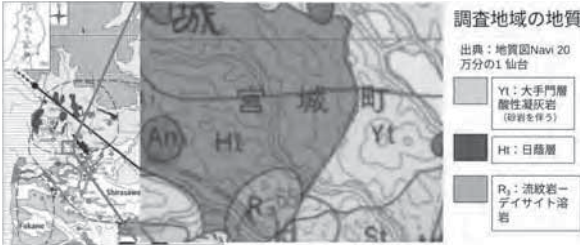
③珪藻化石をより広域的に採集・分析し、仙台西部の古カルデラ群の詳細を明らかにしていく。

④豆沢川で確認できた断層の運動センス・分布を明らかにし、この断層の存在が現在の既存の地質図にどのように影響するのかが明らかにする。

【参考文献／References】

- 1) 広瀬川流域の自然環境 広瀬川流域の自然環境調査委員会 仙台市環境局環境計画課
- 2) 珪藻観察図鑑 南雲保 鈴木秀和 佐藤晋也 誠光堂新光社
- 3) 中新世後期白沢カルデラの噴出マグマの分化と現世の地熱流体貯留層 鈴木拓 宇野正起 奥村聡 山田亮一 土屋範芳 日本地熱学会誌,2017
- 4) 仙台西部白沢カルデラ堆積物中の石英の熱発光挙動と地熱探査 斎藤達一、平野伸夫、山田亮一、土屋範芳 日本地熱学会誌,2017
- 5) 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- 大八木規夫 Journal of the Japan Landslide Society,2003
- 6) 洋泉社 MOOK CG 細密イラスト版 日本人が知らない列島誕生の謎 日本列島 2500 万年史 監修：木村孝 藤原治 森田雅人 洋泉社
- 7) 気分は宝さがし！1せんじ地学ハイキング ver.2 地学団体研究会仙台支部 創文印刷出版株式会社
- 8) 常磐炭田北部双葉地域に分布する第3系の生層序と地下地質 柳沢幸夫 地質調査所月報,1989
- 9) 奥羽青森山脈地域・山形県境地域の地質学的研究 天野一男 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告,1980
- 10) 化石珪藻の採集・処理・観察および利用について 市川渡 地球科学第 33 号,1957
- 11) 珪藻化石群集の形成過程と古生態解析 小杉正人 日本ペントス研究会誌,1989
- 12) 珪藻の古生態学上の基礎的問題 小杉正人 Diatom,1986
- 13) 地質図 Navi 20 万分の一 仙台 大沢あつし 三村弘二 久保和也 広島俊男 村田泰章 1987

8. 宮城県仙台第三高等学校



図表 4. 調査地域の地質図（鈴木,2017 大沢ほか,1987 より引用。一部加筆）

本調査地域は、20万分の一の地質図を参照するとちょうど大手門層と日蔭層の境界付近にあたる境界は点線で示したような形状に描かれている。



図表 5. 調査地域に見られる地層の詳細

日蔭層は、大型化石・有孔虫化石の産出記録によると白沢カルデラ形成前の海洋性堆積物であり、大手門層は白沢カルデラ形成に伴う火砕流堆積物である。日蔭層は大手門層に「不整合で覆われている」とある。



図表 6. 野外調査を行った地域

調査地域・仙台市青葉区熊ヶ根付近（赤枠内にあたる）

（d-maps.com をもとに一部加筆）

※この地域を拡大した地質図が図表3、さらにこの地域のなかで私が注目し調査を行ったのは図表4に示した20万分の一の地質図である。

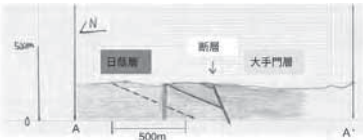




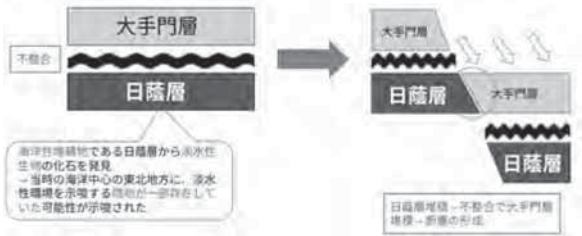
図表 7. 豆沢川・青下川のルートマップ



図表 8. 豆沢川で確認した断層露頭。断層面の姿勢：N 88° E 64° S



図表 9. 豆沢川の地質断面図。断面図の位置 A-A'は図表 7 に示す。



図表 15. 推定された新たな地史

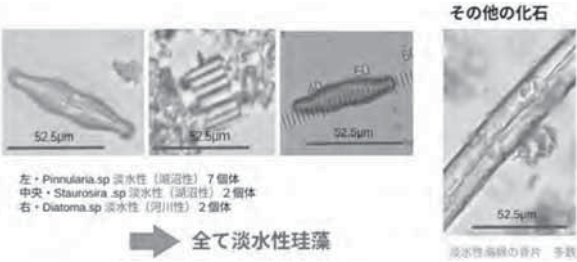


図表 10. 青下川で作成した柱状図  
03A・03B・03Cの番号はサンプルを採集した単層を表している。



図表 13. 永久プレバートの分析結果

図表 12. 豆沢川で作成した柱状図  
13-A・13-Bなどの番号はサンプルを採集した単層を表している。



図表 14. 青下川サンプルから産出した珪藻化石

1. Tokyo Gakugei University International Secondary School

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】Tokyo Gakugei University International Secondary School

【代表者名／Representative's Name】Yui Matsubara

【メンバー／Member】Yui Matsubara

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】Junichi Saito

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Effects of a "flowery" diet on the slug gut microbiome

【背景／Background】Anthocyanins, red-purple flavonoid pigments found in plants, are well known for their health benefits such as antioxidant effects<sup>1</sup>. Despite this, its metabolism within the body has not yet been elucidated. Currently, there are two main theories: they are absorbed directly into the body as glycosides, or they are first metabolised by the gut microbiome before being absorbed into the blood stream<sup>2</sup>. The big idea of this research is to identify how anthocyanins are metabolised by the gut microbiome. Anthocyanins are key factors in determining a flower's colour<sup>3</sup>. From this, it was hypothesised that organisms that eat flowers have a gut microbiome that can metabolise anthocyanins. This study focused on terrestrial slugs and their possible ability to metabolise anthocyanins via their gut microbiome.

【目的／Purpose of the research】This research ultimately aims to elucidate how the slug gut microbiome metabolises anthocyanins. In order to fulfill this overall aim, this study has two objectives: first, to identify bacteria that make up the slug microbiome and second, to analyse how feeding slugs a diet of only flowers influences their microbiome.

【研究計画／Research plan】Terrestrial slugs named *Ambigolimax valentianus* (Figure 1) were captured; one slug was fed a diet of cabbage and the other, of flowers. After more than three weeks of rearing, their faeces were cultured in Luria Bertani medium. The nucleotide sequences of the bacteria that grew from slug faecal samples were obtained through colony Polymerase Chain Reaction. The bacteria were identified through sequence similarity searching on the Basic Local Alignment Search Tool and Fast Adaptive Shrinkage Thresholding Algorithm. The microbiome of each slug and the influence of its diet was then analysed.

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】Six different bacteria were isolated from each faecal sample (Figures 2 to 7). *Klebsiella aerogenes* and *Stenotrophomonas maltophilia* were identified as bacteria composing the microbiome of the slug fed on cabbage and *Acinetobacter soli* and *Brucella pseudogrignensis* were identified as bacteria composing the microbiome of the slug fed on flowers. From this, it can be deduced that

1. Tokyo Gakugei University International Secondary School

Proteobacteria make up a key part of the microbiome of *Ambigolimax valentianus*, aligning with the results of a previous study<sup>4</sup>.

In addition, three bacteria isolated from the faeces of slugs reared on cabbage and four bacteria isolated from the faeces of slugs reared on flowers increased the pH of the broth they were cultured in (Figures 8 and 9). It is likely that these bacteria synthesise substances that alkalis their surroundings, shedding light on how they survive in the mildly acidic<sup>5</sup> slug gut.

Figure 1: *Ambigolimax valentianus* captured and used in this study

Figure 2 (left), 3 (centre) and 4 (right): Broth culturing bacteria from the faecal samples of *Ambigolimax valentianus* fed on cabbage

Figure 5 (left), 6 (centre) and 7 (right): Broth culturing bacteria from the faecal samples of *Ambigolimax valentianus* fed on flowers

(D1, E2, I1 and I2 were isolated from the faeces of slugs reared on cabbage while F1, F2, G1, G2, H1 and H2 were isolated from the faeces of slugs reared on flowers.)

【今後の展望／Future study plan】This study has currently succeeded in identifying bacteria composing the slug gut microbiome. However, the number of bacteria that have been isolated from faecal samples is too limited to be able to conduct an analysis of how a diet of flowers affects the gut microbiome. In order to make a well-based analysis, this study will first attempt to identify all bacteria collected in previous experiments. Moreover, improvements in how bacteria are picked up from faecal samples. For example, the Luria Bertani medium could be replaced with lactic acid bacteria broth or agar could be replaced with Gellan gum in order to widen the types of bacteria collected.

【参考文献／References】<sup>1</sup> 津田孝範 (2015). 「植物色素アントシアニンのサイエンスー化学、機能と活用」. <http://www.mac.or.jp/mail/151001/01.shtml> (Date viewed : 14<sup>th</sup> January 2022)  
<sup>2</sup> Fang J. (2014). Bioavailability of anthocyanins. Drug metabolism reviews, 46(4), 508–520.  
<sup>3</sup> 近藤忠雄、吉田久美 (1995). 「花の色はなぜ多彩で安定か アントシアニンの花色発現機構」『化学と生物』, 33(2), 91-99.  
<sup>4</sup> Jackson, D., Maltz, M. R., Freund, H. L., Borneman, J., & Aronson, E. (2021). Environment and Diet Influence the Bacterial Microbiome of *Ambigolimax valentianus*, an Invasive Slug in California. Insects, 12(7), 575.  
<sup>5</sup> A.J. Walker, A.J. Miller, D.M. Glen and P.R. Shewry. (1997). Determination of pH in the digestive system of the slug *Deroceras reticulatum* (Muller) using ion-selective microelectrodes. Journal of Molluscan Studies, 62(3), 387-390.

2. 山村学園 山村国際高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【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】

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】祝 弘樹、Nicholas Hardy

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】FOS changes the gut bacterial community in mice

【背景／Background】Fructooligosaccharides (FOS) are a mixture of 1-kestose (GF2), nystose (GF3) and 1F-fructofructosyl nystose (GF4)<sup>1,2</sup>. Although glucose (G) and fructose (F) are digestible, 1-kestose, nystose and 1F-fructofructosyl nystose are non-digestible carbohydrates in the human gut<sup>1,2</sup>. It was reported that FOS changes intestinal gut as prebiotics<sup>3,4</sup>. FOS syrup increases *Bifidobacterium* in the gut and body weight<sup>5</sup>. However, our biology club reported that the body weight of mice was decreased by feeding with *Yacon*. *Yacon* root flour is rich in FOS. I investigate the possibility of reducing the body weight of mice with FOS syrup. Three different FOS syrups are commercially available.

【目的／Purpose of the research】To know the effect of FOS on gut microbiota. The improvement of microbiota might reduce the body weight of high-fat diet fed mice. I examine the effects of three different FOS syrups in mice.

【研究計画／Research plan】Before FOS feeding, feed ICR mice with HFD-32 high-fat diet (HFD) or CE-2 normal diet (ND). Confirm differences between HFD mice and ND mice. After 6 weeks, feed HFD mice with FOSs (FOS-H, FOS-J and FOS-B) or Lactose (Lac) measuring body weights of mice every week. After 21 weeks, collect feces, change to ND for all mice, and continue measurements. Use Next Generation Sequencing (NGS)<sup>6-11</sup> of feces to detect differences between mice feeding with Lac, FOS-H, FOS-J and FOS-B.

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】FOS-H and FOS-B increased *Bifidobacterium* in HFD mice. Although FOS-H and FOS-B did not reduce the body weight of mice (Figure 1), FOS-J reduced the body weight of HFD mice (Figure 1) but not ND mice (Figure 2). FOS-J did not increase *Bifidobacterium* in the mice. FOS-J effects the amount of *Erysipelotrichaceae* and *Lachnospiraceae*<sup>12,13</sup>. FOS-J inhibited *Erysipelotrichaceae* in the mice, despite HFD increasing *Erysipelotrichaceae* (Figure 3). FOS-J induced *Lachnospiraceae* in the mice (Figure 4). *Lachnospiraceae* are known butyrate producing bacteria<sup>14</sup>. These results suggest that FOS induces diversity of bacteria in gut and reduces fatness.

【今後の展望／Future study plan】FOS-J induced *Lachnospiraceae* and reduced weight gain in HFD mice. I will measure the amount of butyrate in HFD mice with reduced weight gain, fed with FOS-J.

【参考文献／References】

- オリゴ糖の製法開発と食品への応用, 早川幸男ら, シーエムシー出版 (2012)
- フラクトオリゴ糖の工業生産とその利用開発, 日高秀昌ら, Nippon Nogeikagaku Kaishi, 61(8):915-923 (1987)
- Fructo-oligosaccharides and glucose homeostasis: A systematic review and meta-analysis in animal models, Le Bourgot *et al.* Nutrition & Metabolism 15(9):DOI 10.1186/s12986-018-0245-3 (2018)
- Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals, Azad AK *et al.* Animal Nutrition 6: 379-388 (2020)
- 次世代シーケンズ解析スタンダードNGSのポテンシャルを活かした WET&DRY 二階堂愛ら 羊土社 (2014)
- 次世代シーケンサー目的別アドバンスメソッド 菅野純夫ら 秀潤社 (2012)
- Inter- and intra-individual variations in seasonal and daily stabilities of the human gut microbiota in Japanese, Hisada T *et al.* Arch Microbiol 197:919-937 (2015)

2. 山村学園 山村国際高等学校

8 QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data, Caporaso JG *et al.* Nat Methods 7(5):355-356 (2010)

9 UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection, Edgar RC *et al.* Bioinformatics 27(16): 2194-2200 (2011)

10 Naive Bayesian classifier for rapid assignment of rRNA sequences into the new bacterial taxonomy, Wang Q *et al.* Applied and environmental microbiology 73(16): 5261-5267 (2007)

11 Development of a Prokaryotic universal primer for simultaneous analysis of Bacteria and Archaea using next-generation sequencing, Takahashi S *et al.* PLoS one 9(8):e105592 (2014)

12 The effect of diet on the human gut microbiome: A metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice, Turnbaugh PJ *et al.* Science translational medicine 1(6): 6ra14

13 NCBI; Taxonomy Browser

14 Inulin-type fructans improve active ulcerative colitis associated with microbiota changes and increased short-chain fatty acids levels, Valcheva R *et al.* Gut microbes 10(3): 334-357 (2019)

Figure 1 Inhibition of body weight in high fat diet mice by FOS-J.

Figure 2 Effect of CE-2 (non-high fat diet) feeding in mice fed with FOSs after high fat diet feeding

Figure 3 FOS-J inhibits *Erysipelotrichaceae* and induces *Lachnospiraceae*

Figure 4 FOS-J induces *Turnobacter* regarding *Erysipelotrichaceae*

### 3. Akita Senior High School

**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

**参加者／Participant's Information**

【学校名／School Name】Akita Senior High School
【代表者名／Representative's Name】Chiharu Shimada
【メンバー／Member】Sato Mami

**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】Mutation suppression effect of polyphenols
<p>【背景／Background】</p> <p>Akita has set a goal of becoming the best prefecture in Japan in terms of healthy life expectancy, but the cancer incidence rate in Akita Prefecture is the highest in Japan[1], and this is a major obstacle to achieving this goal.</p> <p>One of the causes of canceration of cells is gene mutation[2]. There are various factors that cause gene mutations, one of which is reactive oxygen species[3]. We focused on polyphenols as a substance that suppresses gene mutation. Some of polyphenols have antioxidant effects and are included in food. Such polyphenols can suppress mutations and are easy to be consumed.</p> <p>【目的／Purpose of the research】</p> <p>The purpose of our research is to contribute to the maintenance and the improvement of the health of the people in Akita Prefecture by discovering substances from polyphenols that prevents gene mutation, which is one of the causes of cancer and particularly the first step of cancer.</p> <p>【研究計画／Research plan】</p> <p>Substances and mutagen. As a polyphenol, we used Licochalcone A (Fig. 1), which is included in licorice[4, 5]. The hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), which causes DNA oxidative damage, was used as a mutagen[6].</p> <p>The budding yeast strain. The strain used to detect the gene mutation is haploid YAS106 (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>: MATa ade2-1 lys2-1 ilv2 ura3-52 leu2-3,112 V-11::LYS2 V-565::ADE2)[7].</p> <p>Single yeast colonies on Rich medium (YPD) plates were cultured in 5 mL of YPD liquid medium for 3 days at 30°C with shaking. Then, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and/or Licochalcone A were added to cells and cultured for 3 hours at 30°C with shaking. In addition, they were spread at appropriate dilution rates on YPD agar medium and synthetic complete (SC) agar medium containing canavanine. After culturing at 30°C for 3 days, we counted the number of colonies that grew on each agar medium. The frequencies of gene mutations causing canavanine resistance were calculated by the ratio of the number of cells on the SC plate to that on the YPD plate.</p> <p>【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>When cells were treated with 10 μM or 100 μM Licochalcone A, both gene mutation frequencies were similar to spontaneous mutation frequency (<math>4.0 (\pm 0.87) \times 10^{-7}</math>). When cells were treated with 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, the gene mutation frequency (<math>\pm</math> standard error) was <math>3.0 (\pm 0.94) \times 10^{-6}</math>, an 11-fold increase compared to spontaneous mutation (Fig. 2).</p> <p>Treatment of cells with 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 10 μM Lycocalcone A reduced the gene mutation frequency to <math>1.6 (\pm 0.77) \times 10^{-6}</math>. Furthermore treatment of cells with 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 100 μM Lycocalcone A reduced the gene mutation</p>

### 4. Akita senior high school

**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

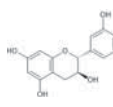
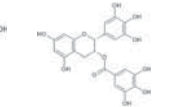
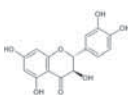
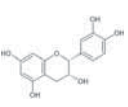
**参加者／Participant's Information**

【学校名／School Name】Akita senior high school
【代表者名／Representative's Name】Yuuna Arai
【メンバー／Member】Satoshi Kaneko

**指導教員／Supervising Teacher**

【お名前／Name】Kingo Endo
----------------------

**発表内容／Abstract of the Presentation**

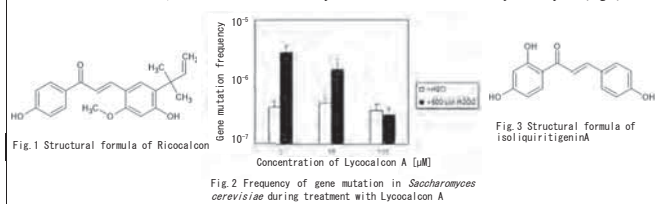
【タイトル／Title】Chemical structure of green tea-derived substances involved in the antibacterial effect of ampicillin
<p>【背景／Background】</p> <p>In recent years, the extension of infection by drug-resistant bacteria has been becoming a serious problem(1). However, the development of new antibiotics is stagnant at present(2). On the other hand, there have been several reports of antibiotics' effects being enhanced by green tea components (3)(4). We want to collect basic data for the effective use of existing antibiotics.</p> <p>【目的／Purpose of the research】</p> <p>In the search for substances that promote or inhibit the antibacterial effect of Ampicillin, the chemical structure responsible for the effect is a powerful clue. In this study, we aimed to clarify whether three active compounds ((+)-Catechin(Fig.1), (-)-Epigallocatechin gallate(Fig.2), (+)-Taxifolin(Fig.3) contained in green tea) similar in structure to (-)-Epicatechin(Fig.4) affect the antibacterial effect of Ampicillin against the AB1157 strain (<i>Escherichia coli</i>).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fig.1 (+)-Catechin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Fig.2 (-)-Epigallocatechin gallate</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Fig.3 (+)-Taxifolin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Fig.4 (-)-Epicatechin</p> </div> </div> <p>【研究計画／Research plan】</p> <p>We used AB1157 strain as index bacteria, Ampicillin as an antibiotic, (-)-Epicatechin, (+)-Catechin, (-)-Epigallocatechin gallate, (+)-Taxifolin as active ingredients of green tea, LB agar medium as a medium for index bacteria. The AB1157 strain was shake-cultured overnight at 37°C, and then Ampicillin was added to make the concentration 100 μM. Each ingredient of green tea was added to make the concentration 2.0 mM. Some part of the bacterial solution was spread on LB agar medium and cultured overnight. The remaining bacterial liquid was shake-cultured for 3 hours and diluted properly, spread on LB agar medium, and cultured overnight. Afterward, the number of colonies was counted and the number of bacteria was calculated by dividing the number of colonies by each dilution rate. We defined the increase rate of bacteria as following this formula.</p> $\text{Increase rate} = \frac{\text{Number of bacteria after 3 hours of incubation in each experimental section}}{\text{Number of bacteria before 3 hours of incubation in each experimental section}}$ <p>We compared each experimental condition increase rate.</p>

### 3. Akita Senior High School

frequency to  $3.0 (\pm 0.83) \times 10^{-7}$ . These were almost the same as the frequency of spontaneous mutations (Fig. 2).

These results indicated that Licochalcone A is non-mutagenic and suppresses the gene mutation induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in a concentration dependent manner.

Licochalcone A has two hydroxyl groups and can directly react with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in the oxidation-reduction reaction. Also, theoretically, Licochalcone A and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> react at 1 to 2 amount of substance ratio without excess or deficiency. However, in this study, 100 μM Licochalcone A completely invalidated the effect of 500 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, which exceeded the theoretical capacity of direct redox by hydroxy groups. This suggests that Licochalcone A and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> are not in a direct oxidation-reduction reaction, and that Licochalcone A may activate the oxidative stress response of yeast (Fig.3).



【今後の展望／Future study plan】

We would like to specify the structure in which Licochalcone A suppresses the gene mutation by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. To do so, we focused on Isoliquiritigenin (Fig.3), which differs from Licochalcone A in the presence or absence of 1,1-dimethyl-2-propenyl, methoxy, and phenolic hydroxyl groups, and are currently analyzing it.

【参考文献／References】

- [1] 厚生労働省健康局がん・疫病対策課 (2016).平成 28 年全国がん登録 罹患数・率 報告
- [2] Wu S, Powers S, Zhu W, Hamun YA (2016). Substantial contribution of extrinsic risk factors to cancer development. *Nature*. 529 (7584): p43-47.
- [3] B N Ames, M K Shigenaga, and T M Hagen (1993). Oxidants, Antioxidants, and Aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 90(17): p7915-7922.
- [4] Chen X, Liu Z, Meng R, Shi C, Guo N (2017). Antioxidative and anticancer properties of Licochalcone A from licorice. *The Journal of Ethnopharmacology*. 198: p331-337.
- [5] Jin-Seok Choi, Jun-Shik Choi, Dong-Hyun Choi (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. *Biopharm Drug Dispos*. 35(7): p382-390.
- [6] Laval J (1996). Role of DNA repair enzymes in the cellular resistance to oxidative stress. *Pathol Biol*. 44(1): p14-24.
- [7] Ohnishi G, Endo K, Doi A, Fujita A, Daigaku Y, Nunoshiba T, Yamamoto K (2004). Spontaneous mutagenesis in haploid and diploid *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochem Biophys Res Commun*. 325(3): p928-933.

### 4. Akita senior high school

<p>【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>(+)-Taxifolin inhibited the effect of Ampicillin against AB1157 strain. (-)-Epicatechin, (+)-Catechin, (-)-Epigallocatechin gallate did not affect the efficacy of Ampicillin against AB1157 strain. (+)-Catechin and (+)-Taxifolin differ in the presence or absence of a carbonyl group. The suppression of the antibacterial effect of Ampicillin is attributed to the carbonyl group of (+)-Taxifolin.</p> <p>【今後の展望／Future study plan】</p> <p>We would be Focusing on other carbonyl group-containing flavonoids to further identify the structure that is directly involved in suppressing the antibacterial effect of Ampicillin, and its effect on antibiotics.</p> <p>【参考文献／References】</p> <p>(1) Cecchini, M., Langer, J., Slawomirski L. (2015). Antimicrobial Resistance in G7 Countries and Beyond. <i>G7 OECD report</i>.</p> <p>(2) Schäberle, T.F. and Hack, I.M. (2014). Overcoming the current deadlock in antibiotic research. <i>Trends Microbiol</i>, 22: p165-167.</p> <p>(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.</p> <p>(4) Miklasinska, M., Kepa, 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.</p>
--



5. 東京都立国際高等学校  
Tokyo Metropolitan Kokusai High School

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

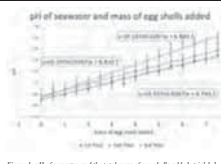
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	Yudai Suwabe
【メンバー／Member】	Brian Matsuhashi
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】	Sueann Kirkpatrick

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	Prevention of seawater acidification using egg shell
【背景／Background】	<p>Ocean acidification is a worldwide phenomenon where the pH of seawater decreases due to an increase in atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). When CO<sub>2</sub> dissolves in seawater, it forms carbonic acid (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) by reacting with water (H<sub>2</sub>O). H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is maintained at chemical equilibrium: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ⇌ H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (2) ⇌ 2H<sup>+</sup> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (3). However, an increase in dissolved CO<sub>2</sub> results in the formation of more H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; this in turn forces the equilibrium (2) and (3) to shift to the right, thus resulting in an increase of protonated hydrogen. Furthermore, the increase in H<sup>+</sup> concentration would give an equilibrium shift (3) to the left. The final product therefore means less available carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) ions while the increased H<sup>+</sup> concentration means a decrease in pH [5], [8].</p> <p>The investigation's hypothesis is that, upon the addition of CaCO<sub>3</sub> in acidified seawater, the increased concentration of carbonate will react with the protonated hydrogen in the sample seawater, and hence increase the pH of the solution. Moreover, the addition of Ca<sup>2+</sup> ions will help calcification of various organisms such as coral reef and clam shells. Thus the use of egg shells is justified, because shells are primarily composed (96%) of CaCO<sub>3</sub> [2] thereby making it a suitable source.</p>
【目的／Purpose of the research】	To investigate the impact and efficacy of egg shell powder in preventing or reversing seawater acidification.
【研究計画／Research plan】	<p>Research Question: How does 7.5g of powdered egg shells, added at 0.5 increments, affect the pH of 50mL artificial seawater (H<sub>2</sub>O + NaCl + CO<sub>2</sub>) at initial pH 6.7, 6.8, 6.8 for three trials respectively?</p> <p>Materials:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Seawater collected from Katase Higashihama Coast at Enoshima.</li><li>2. Egg shells</li></ol> <p>Methodology:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 100ml of seawater was put into a beaker.</li><li>2. To this 0.5g of powdered egg shell was added until 7.5g total; the pH was measured after each addition using a pH meter.</li><li>3. Mixtures made in procedure 2 were filtered. Filtrate was added to a beaker; mass (M.) was measured.</li><li>4. Mass of the filtrate + beaker (M.) was measured. This was placed in an evaporator.</li><li>5. Mass of the beaker + residue (M.) was measured.</li><li>6. Process 1 to 5 was repeated twice.</li></ol>
【研究結果または予測／Results of the study】	<p>1. Interpretation of data</p> <p>pH was measured after each addition of 0.5g of egg shells and the relationship between pH and the total mass of egg shells added is illustrated in Fig 1. Best-fit lines were calculated after obtaining the maximum and minimum slopes and intercepts with uncertainties. According to Figure 1, the best-fit lines of three trials all show that the pH of seawater and the total mass of egg shells added were positively and directly proportional, having straight best-fit lines <math>y=(0.107\pm0.0267)x + 6.7\pm0.1</math>, <math>y=(0.107\pm0.0267)x + 6.8\pm0.1</math>, <math>y=(0.133\pm0.0267)x + 6.8\pm0.1</math> for trial 1, trial 2, and trial 3 respectively. Crucially, this indicates that upon the addition of egg shells to seawater, its pH increased constantly until the complete 7.5g of egg shells were added. Furthermore, the similarity of</p>



5. 東京都立国際高等学校  
Tokyo Metropolitan Kokusai High School

Appendix

Table 1: pH measured after each addition of egg shells; trial 1-3

Mass of egg shell (g) Δg=±0.01g	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
1st trial (ΔpH=±0.0001)	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7	7	7	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5
2nd trial (ΔpH=±0.0001)	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7	7	7.1	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6
3rd trial (ΔpH=±0.0001)	6.8	6.8	6.9	7	7	7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	7.8

Table 2: Masses taken for three trials and raw seawater

Mass of:	M <sub>1</sub> Δg=±0.01g	M <sub>2</sub> Δg=±0.01g	M <sub>3</sub> Δg=±0.01g	Mass of crystal Δg=±0.02g	Mass of seawater added Δg=±0.02g	Mass of crystal in 1g of seawater
1st trial (orange)	98.80	189.30	102.12	3.32	90.50	0.0367 ±0.000229
2nd trial (orange)	108.51	201.67	111.86	3.35	93.16	0.0360 ±0.000219
3rd trial (white)	108.49	173.35	110.96	2.47	64.86	0.0381 ±0.000315
Raw seawater	110.99	210.99	114.91	3.92	100.00	0.0392 ±0.000208

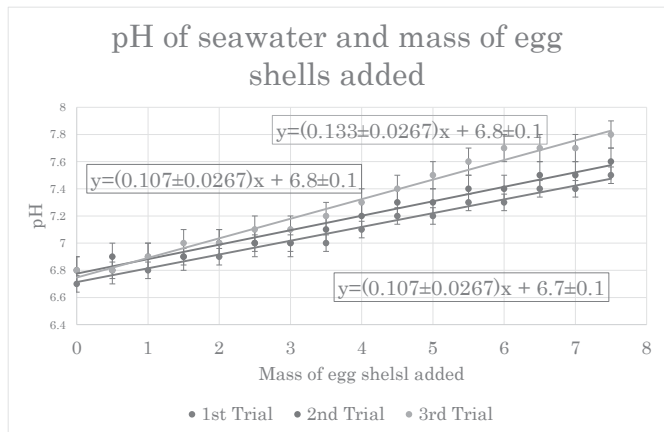


Figure 1: pH of seawater and the total mass of egg shells added; trial 1-3

5. 東京都立国際高等学校  
Tokyo Metropolitan Kokusai High School

equations obtained from all three trials validates the repeatability of the experiment. The data obtained indicates that the prevention of seawater acidification is possible by the addition of egg shells to seawater. After the filtrate was heated, a white crystal was extracted and the mass of crystal dissolved in the solution per liter was calculated. From the picture of the extracted crystals (Fig 2), in addition to a crystal of sodium chloride, which looks like a cube, a small white crystal was seen. This is considered as a crystal of carbonate. In order to prove that a crystal of carbonate was actually present in the filtrate, the mass of crystal made per gram of filtered seawater processed with egg shells (0.0367±0.000229g, 0.0360±0.000219g, 0.0381±0.000315g) was compared with the mass of crystal made by evaporating original seawater without the addition of egg shells (0.0392±0.000208g). However, the comparison shows that the mass of crystal made from original seawater per unit mass was greater than that of seawater processed with egg shells. This is because according to Fig 3, the crystal made from original seawater was partially black, which shows that contamination occurred between seawater and sand or mud because filtration was not applied to seawater. For this error, another experiment must be done to filter the raw seawater before evaporation, and thus obtain an uncontaminated reference.

2. Analysis of ions found in seawater after  
Original seawater primarily contained sodium, magnesium, potassium, calcium and strontium metal ions [1]; chlorine, sulfate, bromine and fluorine ions [3]. Original egg shells were mostly composed of calcium carbonate [2]. When egg shells were added to seawater, calcium carbonate was separated into calcium Ca<sup>2+</sup> and CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ions. H<sup>+</sup> ions present in the original seawater reacted with carbonate to form bicarbonate ions (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Here, H<sup>+</sup> ions which contribute to the seawater acidification by reducing pH, were consumed by reacting with carbonate; the overall pH increased. This reaction is supported by the carbonate crystals present after crystallization was completed. At the same time, upon the addition of egg shells to seawater, the amount of calcium carbonate in the solution increased, which also contributes to the minimization of the effect of seawater acidification by providing the resources of shells to sea animals.

3. Conclusion  
The data and analysis obtained through this investigation suggests that the hypothesis was partially accepted. There was indeed an increase in pH, at a constant rate shown in the equations of the graph (Fig 1), with the addition of egg shells. However, the application of carbonate within the sample solution is unclear at this point, and therefore needs further research to fully clarify the hypothesis.

4. Sources of error  
The systematic error of a pH meter could be said as a source of error because although the average pH of the ocean is approximately 8.0 to 8.5, the pH meter used in this investigation showed values which ranged between 6.7 to 7.8. However, it is also possible that the seawater collected for this investigation either significantly lacked carbonates, which is a strongly basic [7] or contained hydrogen ions, which can reduce the value of pH, or a great deal of CO<sub>2</sub> in the air was dissolved while in storage, which could lower the pH. However, this systematic error does not alter the conclusion that the pH of seawater can be increased by adding egg shells to it because even with a systematic error, an increase in pH was observed.

【今後の展望／Future study plan】  
Different seawater samples, collected from various places can be used to test the hypothesis of this research. This will allow variation in the ion composition and pH levels of sample seawater, thus allowing the investigation to more accurately simulate seawater around the globe. Furthermore, efficacy of the prevention of seawater acidification can be investigated using large amounts of water. In this experiment, in 100g of seawater, 7.5g of egg shells were added, but on a large scale, the efficacy may differ because in that case, a large amount of egg shells is required at the same time. Moreover, further research into the economic implications of this investigation will be done in two ways: firstly, the cost for supplying egg shell powder on an industrial level to the environmental efforts; and secondly, the cost of collecting egg shells from waste centers. Providing these evidences will be crucial in investigating the efficacy of egg shells on combating ocean acidification.

- 【参考文献／References】
- [1] Gros, N., Camões, M., Oliveira, C., & Silva, M. (2008). Ionic composition of seawaters and derived saline solutions determined by ion chromatography and its relation to other water quality parameters. *Journal of Chromatography A*, 1210(1), 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.09.046>
  - [2] Hincke, M. T. (2012). The eggshell: structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, 17(1), 1266. <https://doi.org/10.2741/3985>
  - [3] Millero, F. J., Feistel, R., Wright, D. G., & McDougall, T. J. (2008). The composition of Standard Seawater and the definition of the Reference-Composition Salinity Scale. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(1), 50–72. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2007.10.001>
  - [4] IUCN. (2019, April 26) Ocean acidification. <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ocean-acidification>
  - [5] Japan Meteorological Agency. (n.d.). 海洋酸性化の知識 海洋酸性化. 国土交通省 | 気象庁. [https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/dh/mar\\_env/knowledge/oa/acidification.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/dh/mar_env/knowledge/oa/acidification.html)
  - [6] Pytkowicz R. M. (1969). Chemical Solution of Calcium carbonate in Sea Water. *American Zoologist*, 9(3), 673–679. <https://doi.org/10.1093/icb/9.3.673>
  - [7] United States Environmental Protection Agency. (2021, May 27). *Volunteer Estuary Monitoring: A Methods Manual*. US EPA. <https://www.epa.gov/nep/volunteer-estuary-monitoring-methods-manual>
  - [8] U.S. Department of Commerce. (n.d.). *Ocean acidification*. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>

5. 東京都立国際高等学校  
Tokyo Metropolitan Kokusai High School

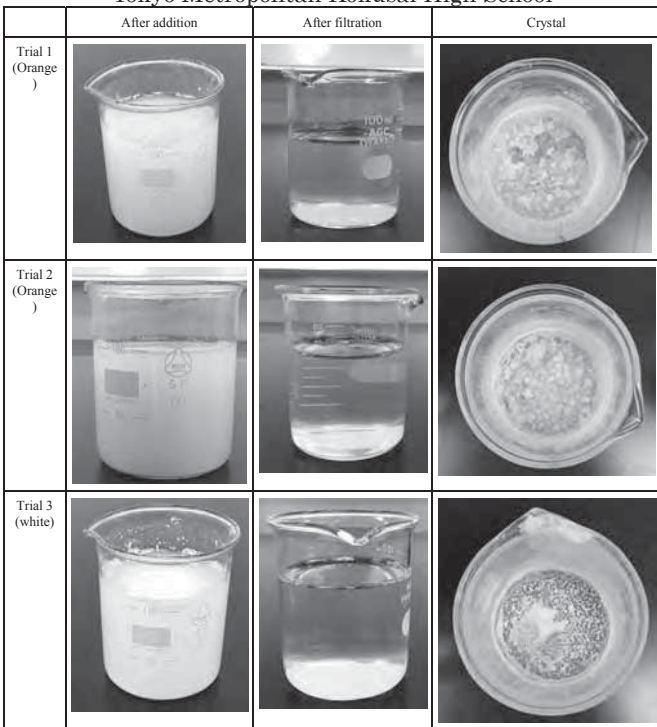


Figure 2: Photographs of beakers at each annotated stage



5. 東京都立国際高等学校  
Tokyo Metropolitan Kokusai High School

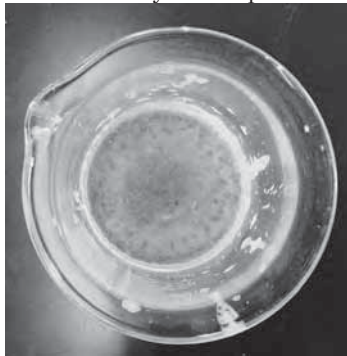


Figure 3: A photograph of a crystallized seawater

6. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High

分野 / Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics 化学 / Chemistry 医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science  
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer その他 / Others ( )

参加者 / Participant's Information

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

【代表者名 / Representative's Name】Yoshimune Saitou

【メンバー / Member】Yunosuke Hasegawa, Mizuki Yoshida

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】Microbial Fuel cell for home use

【背景 / Background】

We have focused on microbial fuel cells, which are attracting attention as one of the renewable energies. This battery uses the electrons generated when microorganisms living in the soil decompose organic matter to generate electricity [2][3]. Microbial power generation has various merits [3]. However, on the other hand, there is a problem that the voltage is very low and unstable [2][3]. Therefore, we would like to think of a way to solve these problems and use it in ordinary households.

【目的 / Purpose of the research】

In recent years, microbial fuel cells have been attracting attention as one of the renewable energies. However, research on practical application has not progressed relatively. We thought that the main causes of this were "the generated voltage is extremely small" and "the voltage is unstable". Since the amount of power generation is small, a large-scale power generation facility is required to generate enough power to supply it to the home. This power generation is possible if there are microorganisms contained in mud and organic matter that is decomposed. This microorganism also lives in the soil of the garden of the house. Therefore, we thought that by putting food waste from households as organic matter into a miniaturized microbial fuel cell, it would be possible to dispose of food waste and enhance power generation at the same time. The reason why it was linked to the disposal of garbage is that more than 42 million tons of garbage are processed every year [6], and if the current amount continues, it will eventually exceed the amount that can be landfilled, it is also possible to become difficult to dispose of garbage. It is also possible to become. If a battery that is small enough to be used at home can generate

6. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High

electricity equivalent to one battery (about 1.5V), it will be used for charging nickel-metal hydride batteries, etc., and it will be possible to store a small amount of electricity and use it in daily life. I am.

【研究計画 / Research plan】

The way we make MFC [1] (Fig.1).

First, put soil in a pet bottle. Second, put anode electrode on the soil. Then, put soil again. Final, put cathode electrode and water. We use burned stainless net as anode electrode and cathode electrode.

Experiment 1

We make three types of MFC. One has soil microwaved (MFC1), another has the soil washed with water (MFC2), and the other has normal soil (MFC3). We make three each, so we make nine MFCs. We measure their voltage and calculate each average.

Experiment 2

We make three types of MFC. One has one anode electrode (MFC4), the other has two (MFC5), and the other has three (MFC6). We make three each, so we make nine MFCs. We measure their voltage and calculate each average.

【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

The prediction of result of experiment 1

We expect that MFC1 generates the lowest voltage, MFC2 generates more than MFC1, and MFC3 generates the highest.

The prediction of result of experiment 2

We expected that MFC4 generates the lowest voltage, MFC5 generates more than MFC1, and MFC6 generates the highest.

【今後の展望 / Future study plan】

We will try to put our MFC to practical use. We think our MFC has a lot of resistance. So we measure and try to reduce it. For example, we are planning to use MFC in parallel. Finally, we will use MFC to change the condenser.

Also, we will try putting food waste in our MFC and observe it.

【参考文献 / References】

[1] 広島大学 (2018) 微生物が燃料を作る微生物燃料電池！  
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/181012.php> (accessed 2021-May-23)

[2] 「よくわかる学術用語 微生物燃料電池」(2021) 高岡大造

[3] 「微生物燃料電池を用いた未利用バイオマス発電」(2021) 井上謙吾

[4] 電気を作る微生物 (加藤創一郎)

[https://staff.aist.go.jp/s.katou/research/research\\_2.html](https://staff.aist.go.jp/s.katou/research/research_2.html) (accessed 2021-July-14)

[5] 「岐阜大学 HP 大学案内」より (accessed 2021-July-14)

[https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g\\_lcc/special/201411.html](https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g_lcc/special/201411.html)

6. Yamagata Prefectural Yamagata East Senior High

[6] 環境省 HP 「一般廃棄物の排出及び処理状況等(令和元年度)について」

[https://www.env.go.jp/recycle/waste/conf\\_raw\\_g/01/mat03.pdf](https://www.env.go.jp/recycle/waste/conf_raw_g/01/mat03.pdf)

(accessed 2021-December-16)

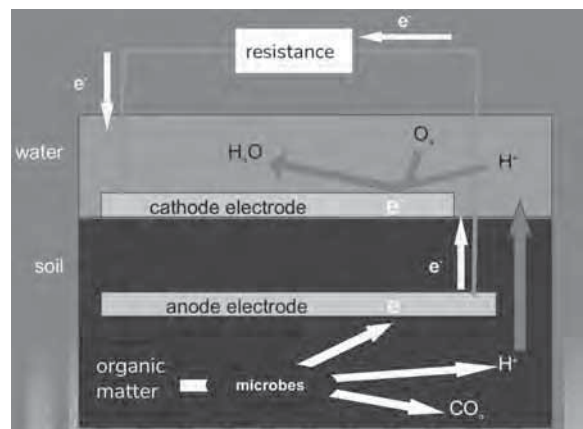


Fig. 1  
Operating principal diagram of microbial fuel cell

分野 / Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理 / Physics	<u>化学 / Chemistry</u>	医学・生物 / Medical Science・Biology	地学 / Earth Science
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer			その他 / Others( )
<b>参加者 / Participant's Information</b>			
【学校名 / School Name】 Yamagata Prefectural Yamagatahigashi High School			
【代表者名 / Representative's Name】 Sasaki Yui			
【メンバー / Member】 Ono Hijiri, Kimura Haruya, Suzuki Kaito, Takahasi Kota, Huse Hiroki, Ma Naoya			
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>			
【お名前 / Name】 Tanamura Yoshihiko			
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>			
【タイトル / Title】 Development of electric power source using ion exchange resin embedded in agar membrane			
【背景 / Background】 These days, global warming is a serious problem on the earth. It is a threat to almost every organism on the earth. The earth is getting uncomfortable place to live. In electricity generation, we produce tons of CO <sub>2</sub> which is part of the main cause of global warming. To solve this problem, we need to create a method for power generation that does not produce CO <sub>2</sub> which we call clean energy source. There are solar power plant and wind power plant in use as clean energy, but this is not stable enough to power the world. We thought it is important to create various ways to produce clean energy so that we can compensate for each weakness clean energy sources have. This will contribute to curving global warming. We thought we can use ions dissolving into hot springs for power generation by separating cations and anions, so we are developing clean energy system by using ion exchange resins embedded in agar membrane.			
【目的 / Purpose of the research】 We are developing a new way to produce electricity by not producing CO <sub>2</sub> . This can contribute to curving global warming and to provide a stable supply of clean energy while compensating for each weakness that other clean energy source has. Also, we are developing a clean energy source that is very easy to create.			
【研究計画 / Research plan】 We made ion exchange agar membrane by embedding ion exchange resins into agar. We put fresh water in the middle of the cell in besides, we put cation exchange agar membrane and anion exchange agar membrane in besides, we put hot spring. By this separation of ions, we generate electricity in principle of reverse electrodialysis (figure a,b). First, we are going to examine how we can make the voltage higher and maintain the voltage. We change the condition of the cell to see the relation between voltage generated and condition of the cell. We use salt water instead of hot spring. Second, we are going to examine the change in voltage by using hot spring, and see if we can use in hot spring.			
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 We tested four different ingredients of ion exchange agar membrane. Membrane 1 with ion exchange resin and with salt water. Membrane 2 with ion exchange resin and without salt water. Membrane 3 without ion exchange resin and with salt water. Membrane 4 without ion exchange resin and without salt water. (figure c,d) We did an experiment five times each. Our hypothesis was that the membranes with ion exchange resin could generate electricity, while the membrane without ion exchange resin could not. Figure 1 shows the result of membrane 1. It can generate electricity. Figure 2 shows the result of membrane 2, it generated electricity for the fourth and fifth time. Figure 3 shows the result of membrane 3. Besides the fifth time, it did not generate electricity. Figure 4 shows the result of membrane 4. Electricity was generated only immediately after the start of an experiment. In this experiment membrane 1 generated the largest voltage of all membranes, but also membrane 4 generated electricity while this membrane was thought not to be able to generate electricity. Moreover, there were differences in voltage in every cell. These are the hypotheses we constructed from those data. In making this electric power source, some of them had ion exchange resins accumulated in the bottom of agar. And there were also agar			

membranes that chipped away in discharging. We thought these matters affected the cell and made differences in the voltage generation. Most of the agar membrane was made two to three days before the experiment, but for the fourth and fifth time in figure 2, we did the experiment right after we made agar membrane. These two generated more electricity than the other three. From this result, we thought that the time from when we made agar membrane to when we did the experiment may affect the performance of the electric power source. This power source includes movements of ions to equalize the concentration of salinity, so we thought in figure 3 and figure 4, this kinetic energy was turned into electrical energy.
【今後の展望 / Future study plan】 We got this data, but we do not know for sure whether electricity was generated from ion exchange resin. To inspect this, we are thinking that we can use ions that have color to see the movements of ions in discharging. In order to put this electrical power source in use, we have to maintain and higher the voltage when it is discharging. We are going to think about how we can maintain it and to make this voltage higher, we are planning to examine whether we can use this cell in series and find out the relation between voltage generated and condition of the cell. In this experiment we used a solution of NaCl, so we are going to examine the change in voltage by using hot spring. This cell does not produce CO <sub>2</sub> and this is a new method of generating electricity, so it can compensate for each weakness clean energy sources have. If this cell becomes reality, we can contribute to curbing global warming which is a serious problem on the earth. There is previous research using seawater on the method of generating electricity by separating cations and anions, and using hot spring's heat is a major method of generating electricity, but we generate electricity from a new point of view which uses a large number of ions dissolving into hot springs. In addition, out of the total number of 27,969 hot springs in Japan, there are as many as 10,777 unused hot springs*, and we thought that it would make effective use of hot springs and be an appeal for the hot spring areas.
【参考文献 / References】 1. Schroeder, T., Guha, A., Lamoureux, A. <i>et al.</i> An electric-eel-inspired soft power source from stacked hydrogels. <i>Nature</i> . 2017;552 (7684):214–218. 2. 環境省自然環境局自然環境整備課温泉地保護利用推進室,"温泉利用状況等について〔温泉の保護と利用〕"環境, 2021-03-15, <a href="https://www.env.go.jp/nature/onsen/data/refrered">https://www.env.go.jp/nature/onsen/data/refrered</a> 2021-05-17

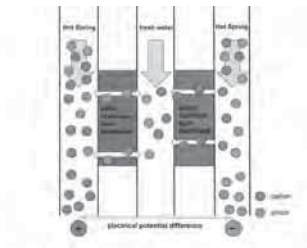


Figure a

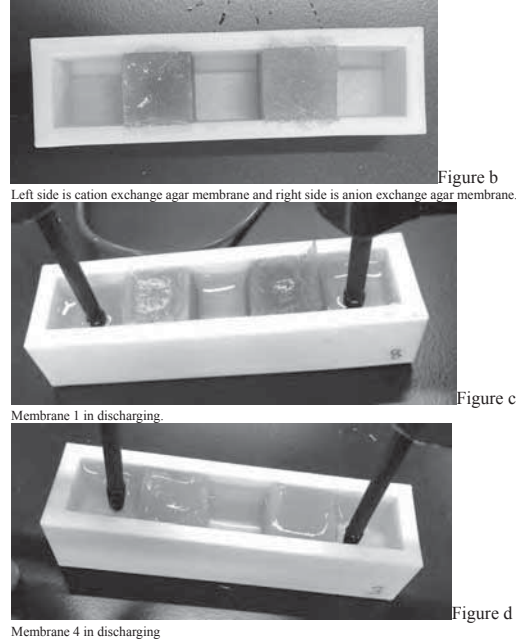


Figure b

Left side is cation exchange agar membrane and right side is anion exchange agar membrane.

Figure c



Figure d

Membrane 4 in discharging

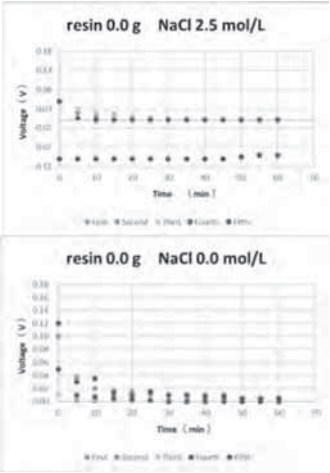


Figure 3

Figure 4

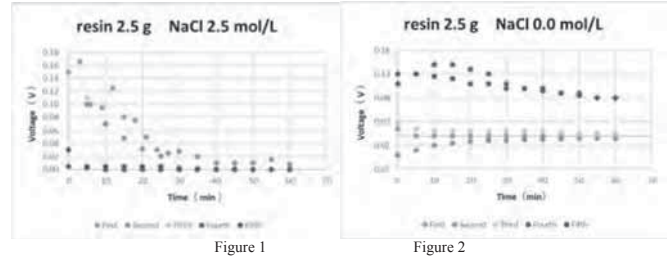


Figure 1

Figure 2

## 8. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

【代表者名／Representative's Name】 Yamaguchi Yui

【メンバー／Member】 Magata Mio

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 Tsutsui Shin

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】 Study on dye-sensitized solar cells

【背景／Background】

The dye-sensitized solar cell is a battery invented by Michael Grätzel in 1991. Main dye-sensitized solar cells use hibiscus dye. The dye-sensitized solar cells are environmentally friendly and can be made cost-effectively, so they are expected to play an active role as affordable solar cells, but their power in generating electricity is as low as 12 to 13%, and they have not yet been put into practical use.

【目的／Purpose of the research】

Currently, the energy problem in the world is an urgent issue to be solved, and it is set as one of the goals of the SDGs. Therefore, we wanted to look into renewable energy to solve the energy problem, and in the process, we learned about the existence of dye-sensitized solar cells that may lead to the solution of the energy problem. We wanted to make a dye-sensitized solar cell with high power generation efficiency, and started this research to make a dye-sensitized solar cell using dyes other than hibiscus dyes.

【研究計画／Research plan】

・ Experimental equipment, materials

Titanium oxide, potassium iodide, pure water, tomato pigment, conductive glass, tester, electric furnace, conductor, dairy bowl, milk stick, scotch tape, stainless steel plate, repair tape, cardboard, lighting equipment

・ Experimental method

1. Mix 1 g of titanium oxide powder and 2 ml of pure water, apply to one side of conductive glass, and bake in an electric furnace.

2. Absorb the dye on the glass of 1.

3. Drop potassium iodide on the glass of 2 and stack it on the stainless steel plate.

4. Apply light and measure the current value.

Experiment ① Utilize light from the lighting equipment.

Experiment ② Utilize light from the sun.

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

Fig. 1 shows the relationship between the current ( $\mu A$ ) and time (s) of the experimental results of 13 dye-sensitized solar cells. The values of both experiments ① and experiments ② decreased sharply from immediately after irradiating light to 20 seconds, and then decreased gradually. From this, it was found that dye-sensitized solar cells using tomato pigments generate electricity. In addition, when the results of experiment ① and experiment ② were compared, about 1.26 times

## 8. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

the value of experiment ① was measured in experiment ②.

Fig. 2 shows the absorption spectrum of anthocyanins and lycopene, and Fig. 3 shows the emission spectrum of sunlight and the spectral distribution of lighting fixtures. The main pigment of hibiscus is anthocyanins, and the main pigment of tomatoes is lycopene. They absorb yellow and blue wavelengths, and the absorption spectrum of both dyes is larger at around 500 nm. Therefore, it is considered that the absorption of light by the dye leads to power generation. In addition, it is presumed that the reason why the current value increased in experiment ② is that sunlight had a wavelength of around 500 nm more than the lighting fixture used in the experiment. Furthermore, it is thought that the amount of power generation is higher as the number of double bonds is small, because the amount of power generation using dyes is related to double bonds that can move electrons. The number of double bonds present in anthocyanins is less than the number of double bonds present in lycopene. Therefore, it is considered that the power generation is larger in hibiscus with anthocyanins when experiments are carried out under the same conditions.

【今後の展望／Future study plan】

・ Experiment with hibiscus dyes and other dyes to show that the idea that the smaller the number of double bonds is, the more power is generated.

・ Experiments with luminaires of other wavelengths to investigate the relationship between the absorption spectrum and the wavelength of the illuminating light.

・ Not only the current value but also the voltage value is measured to clarify the reason why the amount of power generation decreases.

・ Find energy conversion efficiency.

【参考文献／References】

<http://www.pccell.com/shikiso.html>

[http://www.techno-synergy.co.jp/nkd\\_appli/ex-DF420.html](http://www.techno-synergy.co.jp/nkd_appli/ex-DF420.html)

[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=2669](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2669)

<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q60.html>

[http://www.techno-synergy.co.jp/nkd\\_appli/ex-DF420.html](http://www.techno-synergy.co.jp/nkd_appli/ex-DF420.html)

[https://corporate.jp.sharp/rd/35/pdf/100\\_08\\_A4.pdf](https://corporate.jp.sharp/rd/35/pdf/100_08_A4.pdf)

## 8. Fukuoka Prefectural Kasumigaoka High School

## 9. 立教池袋高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】 立教池袋高等学校

【代表者名／Representative's Name】 Takuya Higashi

【メンバー／Member】 三上 玲風 初田 全彦 高橋 歩 大和 稔明

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】 後藤 寛

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】

Mystery Of Traffic Light Reaction

【背景／Background】

In this reaction, indigo carmine changes color as a result of redox reaction. The introduction of oxygen through swirling causes the indigo carmine to turn green as it is oxidized. Upon standing, the indigo carmine is reduced by the glucose, causing the indicator to turn yellow. A semiquinone intermediate causes a red color between the yellow and green. You can influence the rate at which the color changes.

【目的／Purpose of the research】

I aimed to control the time to change color yellow from green.

【研究計画／Research plan】

The method of this experiment is shown below.

Experiment method:

(1) Take 30 mL water in a beaker and add 0.3 g NaOH and 1.5 g glucose.

(2) Take 6 mL solution made by method 2 in a sample bottle. And add 0.12 mL of 1% indigo carmine solution.

(3) Observe the time to change color.

Experiment 1 Glucose and galactose and fructose are used for the traffic light reaction

The monosaccharide used as redox are glucose and galactose and fructose. And the time to change color is observed.

Experiment 2 Two monosaccharide are mixed at 1:1

Two monosaccharide are chosen from glucose and galactose and fructose. And mixed 1 to 1. And observed the time to change color.

Experiment 3 Glucose and fructose are mixed in various proportions

Glucose and fructose are mixed in various proportions and observed the time to change color.

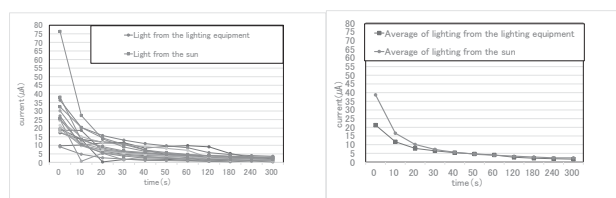
Experiment 4 Concentrations of indigo carmine are changed

The concentration of indigo carmine is changed 0.1%, 0.5%, and 1%. And the time to change color is observed.

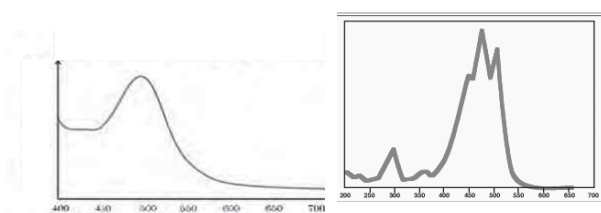
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

Experiment 1 Glucose and galactose and fructose are used for the traffic light reaction

In aqueous solution, monosaccharide molecules are existed  $\alpha$ -D-pyranose,  $\beta$ -D-pyranose and open chain structure. And only chain structure molecules can reduce other things. Fig. 1 shows the time to change color was longest by used

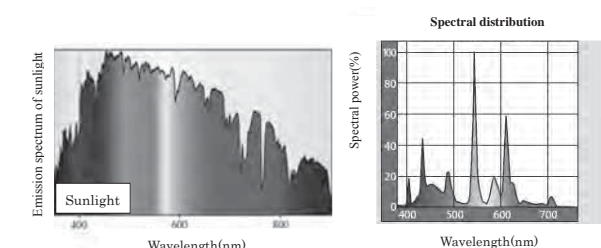


↑ Fig. 1 Left Experiment result  
Right Average of experimental results



↑ Fig. 2 Left Absorption spectrum of anthocyanins  
Right Absorption spectrum of lycopene

(<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q60.html>)



↑ Fig. 3 Left Emission spectrum of sunlight  
Right Spectral distribution of lighting equipment

([http://www.techno-synergy.co.jp/nkd\\_appli/ex-DF420.html](http://www.techno-synergy.co.jp/nkd_appli/ex-DF420.html))

glucose. Then the time to change color by used galactose is next to longer. And the time to change color by used fructose is the shortest. From reference1, fructose is the largest amount of open chain molecules in three. Then galactose is next to larger. And glucose is the least. These results show the amount of open chain molecules larger, the time of change color becomes shorter.
<b>Experiment 2 Two monosaccharide mixed at 1:1</b>
Fig.1 shows the time to change color in mixture are the average of the time to change color in each single monosaccharide. It suggests each monosaccharide reduce same proportion of indigo carmine.
<b>Experiment 3 Glucose and fructose are mixed in various proportions</b>
In fig.2 the angle of the graph is 0.034 between 0 to 40% of glucose. And the angle of the graph is 0.34 between 40 to 45%. And the angle of the graph is 0.43 between 50 to 100%. These results show fructose can reduce until 40% of glucose. Glucose can reduce indigo carmine more than 45% of glucose.
<b>Experiment 4 Concentrations of indigo carmine are change</b>
The time to change color expected shorter when the indigo carmine concentration lower. Fig.3 shows the time to change color in 0.1% of indigo carmine is longest. And the time to change color in 0.5% of indigo carmine next to longer. And the time to change color in 0.5% of indigo carmine is the shortest. It suggests the oxygen desorbed in solution was reduced faster than indigo carmine.
<b>【今後の展望／Future study plan】</b> My future study plan is observed the time to change color by multiple times with the same bottle. And I want to make many colors to used instead of indigo carmine such as methylene blue or ferroin.
<b>【参考文献／References】</b> 1)monosaccharide characteris – Kagawa University agricultural faculty <a href="https://www.ag.kagawa-u.ac.jp/fukada/sub5.html">https://www.ag.kagawa-u.ac.jp/fukada/sub5.html</a> (2021/11/27 view)

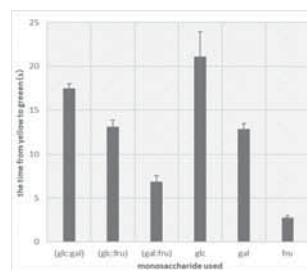


Fig.1 For each monosaccharide and when monosaccharides are mixed at 1:1\*  
※glc means glucose and gal means galactose and fru means fructose.

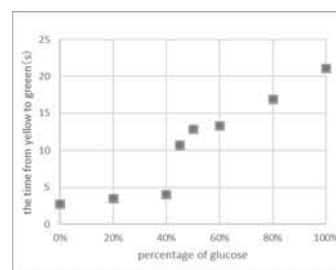


Fig.2 When glucose and fructose are mixed in various proportions

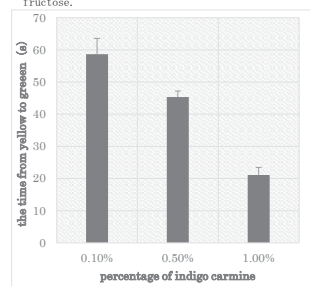


Fig.3. Different concentrations of indigo carmine

## 1 0. Yamagata prefectural Yamagatahigashi High School

分野 / Areas

□ではまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics

化学 / Chemistry

医学・生物 / Medical Science・Biology

地学 / Earth Science

数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer

その他 / Others( )

□加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】 Yamagata prefectural Yamagatahigashi High School

【代表者名 / Representative's Name】 Watanabe Tomoya

【メンバー / Member】

指導員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】 Sasaki Satosi

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 A vibration-proof system with magnetic force

【背景 / Background】  
I play the drums as my activity on the outside school and hobby. I play the electronic drums at home, but I can't use a normal foot pedal because of the vibration to the downstairs. So I use a vibration-proof pedal, but I need to use a normal pedal to improve my skill on the drums. To do this, I need an effective vibration-proof system.

【目的 / Purpose of the research】  
The development of a vibration-proof system to reduce the vibration caused by musical instruments.

【研究計画 / Research plan】  
First I make a vibration-proof system with magnetic force. Second, I measure the intensity of vibration caused by a normal pedal and a vibration-proof pedal in some different conditions. Then, I compare the results of the measurement.

【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
1. I completed the first system with magnetic repulsive forces.  
2. I measure the intensity of vibration caused by the pedals in three different conditions. I used a smartphone application as a measurement instrument.

condition	type of pedal	pedal position	magnets	measurement position	acceleration (m/s <sup>2</sup> )
1	normal	on the system	set	on the base of the system	0.140~0.170
2	normal	on the system	remove	on the base of the system	0.250~0.310
3	normal	on the system	set	on the floor	0.030~0.050
4	vibration-proof	on the floor		on the floor	0.050~0.100

Judging from 1 and 2, magnetic repulsive forces can absorb the vibration. Magnetic forces seem to be effective in reducing vibration.  
Considering 3 and 4, the vibration of a normal pedal on the system tended to be smaller than that of a vibration-proof pedal. It is probably the effect of the system.

【今後の展望 / Future study plan】  
Judging from the results, the vibration-proof system is successful in reducing vibration. However, I need to improve it to use in practice at home. Also, I need to do more accurate experiments to measure vibration.  
To make the system more effective, I try to use a magnetism floating system to float the drums above the floor and use other materials as a cushion.

【参考文献 / References】  
The basic knowledge about the floor vibration of condominiums reno.mpl.co.jp

## 1 1. Miyagi Prefectural Furukawa Reimei High School

<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。
物理 / Physics 化学 / Chemistry 医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science 数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer その他 / Others( )
<b>参加者 / Participant's Information</b>
【学校名 / School Name】 Miyagi Prefectural Furukawa Reimei High School
【代表者名 / Representative's Name】 千葉若菜 Wakana Chiba
【メンバー / Member】 今野凜叶 Rinto Konno, 熱海千尋 Chihiro Atsumi, 小見山仁 Jin Komiyama, 山内脩斗 Syuto Yamauchi
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b>
【お名前 / Name】 千葉美智雄 Michio Chiba
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b>
【タイトル / Title】 The physical model of a swing
【背景 / Background】 When we play on a swing in the park, we repeat the movements according to the cycle, such as leaning and raising our body, shaking legs, and pulling the chain by hand. Swinging in a standing position, we repeat crouching and standing.
【目的 / Purpose of the research】 The purpose was to model the pendulum motion of the swing by considering the swing and the rider as a rigid body and focusing on the distance from the center of gravity to the axis of rotation.
【研究計画 / Research plan】 When demonstrating the case of swing in a sitting position in the park, the cycle of the swing was shorter in the tall student. This is consistent with the fact that taller people have a higher center of gravity and a shorter distance from the center of gravity to the axis of rotation. We presume that the most important factor in considering the dynamic model of the swing is the movement of the center of gravity, and we decided to focus on the change in the position of the center of gravity and the pendulum movement. A pendulum that oscillates according to the change in the position of the center of gravity was created and controlled using a microcomputer system. The gyro sensor MPU-6050 and the servo motor SG90 are connected to the Arduino NANO, the cycle of the pendulum movement is monitored by the gyro sensor, and the servo motor with a plate that looks like a body is moved to change the center of gravity.
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 In a program that repeats the operation of raising the center of gravity at the right end of the amplitude and lowering it at the left end, it was finally stable at a constant amplitude regardless of whether it started with a small amplitude or a large amplitude. With this mechanism, it was confirmed that the pendulum movement continues stably due to the change in the center of gravity synchronized with the cycle of the pendulum movement. This mechanism is considered to be a model for understanding the movement of the swing. In particular, it is thought that the model reproduces swinging in a sitting position.
【今後の展望 / Future study plan】 In the current mechanism, when the center of gravity is changed by the rotation of the motor, not only the change up and down but also the amplitude direction change, so it is necessary to improve the change of the center of gravity up



## 1 1 . Miyagi Prefectural Furukawa Reimei High School

and down. If the change in the center of gravity is limited to the top and bottom, it is considered to be a model that reproduces swinging in a standing position.

### 【参考文献/References】

KAJIWARA Hidekazu, Control of Swing Using Entrainment, Journal of the Robotics Society of Japan, 17(4), 520-525, 1999-05-15

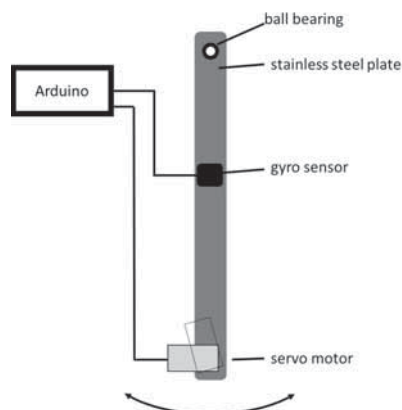


Figure 1. Swing model using accelerometer and servomotor

## 1 2 . Yamahigashi high school

分野 / Areas □てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics 化学 / Chemistry 医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science  
 数学・情報・コンピュータ / Mathematics・Information・Computer その他 / Others( )

### 参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】 Yamahigashi high school < 山形県立山形高等学校 >

【代表者名 / Representative's Name】 Goto Sota

【メンバー / Member】 Kudo Shigenari Yaguchi Towa

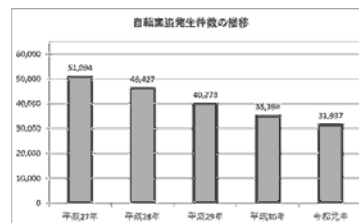
### 指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】 Sasaki Satoshi

### 発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 Let me Protect your bicycle!!

### 【背景 / Background】



We explore how to reduce unlocked bikes. We wanted to solve problems around us. Then we came up with some ideas. One of them is to reduce theft of bikes. Almost all of the high school students come to school by bike, but we often forget to lock. We searched for bike theft incidents in Japan. There were 31,937 incidents in 2019, and about 70 percent of them were unlocked, in other words 22,356 of them were unlocked. One bike costs about 25,000 yen, so 558,900,000 yen are lost. Even if we lock bikes, we may have it stolen, but if we can get rid of forgetting the lock, we can greatly reduce bike theft, and we can save a lot of money.

We think the incidents declined because police pay attention to unlocked bikes and goods which prevent people from stealing bikes have improved.

### 【目的 / Purpose of the research】

Our purpose of the research is to reduce the cases of forgetting to lock the bicycle. There are many ways to achieve this purpose, so we explore the best way. To achieve it, we learned how to program and make it.

### 【研究計画 / Research plan】

We tried to make an automatic lock at first. When we get a stand which equips a bicycle lock down, the dial which is fixed on the wheel shows a random number, but we received advice from an outside adviser that the way couldn't make use of existing keys. So we considered other plans. Then, the second idea we thought of was an alarm. We used

## 1 2 . Yamahigashi high school

**micro:bit.** **Micro:bit** is programming equipment and it is used in elementary schools in the UK, and it is about three thousand yen. We use it as experiment material, so if we commercialize this idea, we should make it more light, small, tough and reasonable. Then, I will introduce the image of the finished product. While the bicycle is running, the **micro:bit** doesn't work. After stopping and the moment you get a stand equips on your bicycle down, micro:bit will start to countdown 5 seconds. It has an angle sensor, so it can recognize the angle of the stand. Then, 5 seconds after alarms make a sound. Riders notice the sound, and when they press the button with it, the sounds will disappear.



### 【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

As the **micro:bit** we made is now, it is predicted that it might be destroyed by the impact when we get the stand down if we attach it to our bicycle. The sound emitted can be very small. It will still be difficult for people of all ages to use it.

### 【今後の展望 / Future study plan】

We will try to attach a complete **micro:bit** to our bicycle. We would like to solve issues that were actually done and raised. If the device we are making now is going to finish soon, we want to try methods not only by sounds but also by lights, and link with smartphones, and so on. By using **micro:bit** we would like to search for scenes that we can use **micro:bit** in daily life, not just the bicycle key. We think there are various ways to apply **micro:bit**, so we want to challenge them.

### 【参考文献 / References】

<https://www.pref.yamagata.jp/documents/5691/mannbiki2020kakutei.pdf>

## 1 3 . 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

分野 / Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics 化学 / Chemistry 医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science  
 数学・情報・コンピュータ / Mathematics・Information・Computer その他 / Others( )

### 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】 Piano Yamamoto

【メンバー / Member】

### 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】 Mastering the Game of Othello Using Deep Neural Networks

### 【背景 / Background】

In October 2015, a machine using artificial intelligence (AI) called AlphaGo defeated a professional human Go player [1]. After that, people around the world began to pay attention to AI. I wondered if the technology could be applied to other games, such as Othello.

### 【目的 / Purpose of the research】

I created a system that estimates the state value function from the pattern of stones in Othello using image recognition techniques and reinforcement learning. The techniques used by this system can be applied to fields other than games. By advancing this research, it will be possible to improve areas such as automatic driving by automobiles and the operations technology of spacecraft such as Hayabusa.

### 【研究計画 / Research plan】

To make an Othello AI, in the model decision stage, I first researched what kinds of hidden layers should be combined using the image classification problem. Second, in the supervised learning stage, I downloaded 126,543 masters' competition data and trained the AI using these data. Finally, in the reinforcement learning stage, I played models against each other to improve their performance.

### 【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

Using the image classification problem, I determined that 12 hidden layers, with batch regularisation and dropout, are effective as the optimum layer. In the supervised learning stage, the model with 17 convolutional layers, 3 dropout layers and 3 dense layers (Fig.1) predicted about 61% of the masters' moves, and I was able to create a model comparable to a human level of play (Fig.2).

### 【今後の展望 / Future study plan】

In addition to these three stages, AlphaGo predicts victory or defeat using a Monte Carlo tree search. In the future, I would like to create the strongest Othello player by using the tree search approach.

### 【参考文献 / References】

[1] David Silver, Aja Huang, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. Nature, 529(7587):484–489, 2016.

### 1 3 . 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

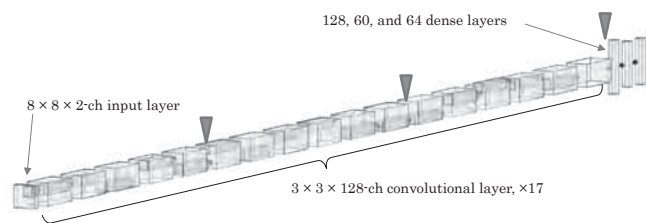


Figure 1: Schematic representation of the optimized value networks  
The input data sets are  $8 \times 8$  images corresponding to the board surface of Othello. Since Othello has two types of stones, white and black, the input images have two channels. The input data was connected to 17 layers of  $3 \times 3 \times 128$ -channel convolutional layers and finally to three fully connected layers. The red triangular arrows point to the location of the dropout layers which reduce information by 25% during learning. Each layer contains a ReLU activation function. This network outputs the state value function.

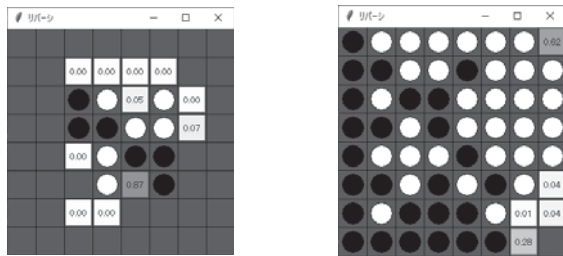


Figure 2: Othello boards with legal moves and value functions  
The numerical value of the value function is shown in the square of the legal hand. The higher this number, the higher the value, indicating that it is predicted to be the masters' move.

### 1 4 . Ikeda Junior & Senior High School

<p>【研究結果または予測／Results of multiple regression analysis】</p> <p><b>1.Hepburn・Precipitation and Rainy days in Yokohama Japan</b></p> <p>From previous studies, we know from Hepburn's observations in Yokohama that 1868 was a heavy rainfall year. (Fig 1.) Looking at the incidence of weather in the four seasons in the Sekiguchi Diary written in Yokohama, the incidence of rain in the summer of 1868 was 43.5%, a reversal of sunny and rainy weather. (Fig 2.) Looking at the seasonal weather appearance rate of the Oba Misa Diary, the rainy appearance rate in the summer in 1868 was 50.0%. The rainy rate and sunny rate reversed not only in 1868, but also in 1869. (Fig 3.)</p> <p><b>2.Detail rate of the Oba Misa Diary and the Nakamura Heizaemon Diary</b></p> <p>The correlation coefficient between the "detail rate" and the "precipitation rate" of the "Oba Misa Diary" analyzed this year was 0.74, suggesting that the precipitation rate recorded in the diary is affected by the detail rate, as was the case with the "Heizaemon Nakamura Diary" last year. (Fig 4.)</p> <p>The correlation coefficient between the detail rate and the precipitation rate of the "Nakamura Heizaemon Diary" analyzed last year was 0.75, indicating that the precipitation rate of the diary is affected by the detail rate. (Fig 5.) Here, we wanted to estimate the precipitation rate of the weather station before 1875 by regression analysis.</p> <p><b>3.Results of simple regression analysis</b></p> <p>A simple regression analysis of "precipitation rate at the weather station" and "detail rate" yielded the equation <math>y = 0.7781x + 0.0811</math>. A simple regression analysis of "precipitation rate at the meteorological observatory" and "precipitation rate in the diary" yielded the equation <math>y = 1.5267x + 0.0412</math>. (Fig 7.8.)</p> <p><b>4.Results of multiple regression analysis</b></p> <p>Using multiple regression analysis of "the rate of occurrence of rain in the" Oba Misa Diary" during the Meiji period," the "detail rate," and "the rate of occurrence of rain recorded at the meteorological observatory starting in 1875," with "the rate of occurrence of rain at the meteorological observatory before 1875" as the objective variable, the equation <math>Z = 0.65x + 0.56y - 0.024059296</math> is obtained. (Fig 9.)</p> <p><b>5.Comparison of simple regression analysis and multiple regression analysis</b></p> <p>When we plotted the difference between the regression line result and the actual result, we found that the multiple regression analysis (marked with a red X) gave better results with less variability. (Fig 10.)</p> <p><b>6.Reconstruction of precipitation rate by multiple regression analysis</b></p> <p>The precipitation rate recovered by the multiple regression analysis is shown as a dark green line, with the highest rate of 56.5% and the lowest rate of 36.9% in 1871 for the period 1860-1874. (Fig 11.) The lowest precipitation rate in the diary was 26.0% in 1863, so we were able to make a more accurate analysis. If there had been a meteorological observatory in the Edo period, it is estimated that the precipitation rate would have been similar to this.</p> <p>【今後の展望／Future study plan】</p> <p>In addition to "detail rate," "precipitation rate of diary," and "occurrence rate of precipitation rate of meteorological observatory," we will consider quantitative reconstruction of "precipitation rate of Edo period before meteorological observatory" by using "threshold" and other data.</p> <p>【参考文献／References】</p> <p>Hirano, J. Mikami, T., Zaiki, M. and Nishina, J. (2018): Analysis of precipitation data at Yokohama Japan, from 1863 to 1869 observed by J.C. Hepburn. Journal of Geography (Chigaku Zasshi), 127, 531-541.</p> <p>Kenjiro Syou, Kaoru Kamaya, Akihiro Tominaga (2017) A study of long-term variations during the rainy season by matching diary weather records and weather observation data</p>	
--	--

### 1 4 . Ikeda Junior & Senior High School

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
参加者／Participant's Information			
【学校名／School Name】 Ikeda Junior & Senior High School			
【代表者名／Representative's Name】 GO Kouyou			
【メンバー／Member】 EGUCHI Mira, RYUZOJI Moemi, HIDAKA Mio			
指導教員／Supervising Teacher			
【名前／Name】 IKEDA Yoshimi			
発表内容／Abstract of the Presentation			
【タイトル／Title】 Estimating the "precipitation rate" in the "Oba Misa Diary" during the Edo period -An attempt to restore weather data using the "detail rate"-			
【背景／Background】 Since 2014, our research group has been trying to reconstruct the weather in the Edo period by using a database of weather records from seven old documents of the Edo period. However, it has been pointed out that the reconstruction of precipitation records from diaries is "qualitative" because of the subjectivity of the recorders. Last year, I proved that the precipitation rate in the "Nakamura Heizaemon Diary" written in Kitakyushu during the Edo period was affected by the "detail rate(Fig 6.)" which measures the accuracy of the diary, and I decided to quantitatively reconstruct the precipitation rate in the Edo period before the observation by the meteorological observatory by using the "precipitation rate in the diary," "detail rate," and "precipitation rate at the meteorological observatory" as the objective variables in a regression analysis. This year, we used the "Oba Misa Diary" written in Setagaya from the Edo period to the Meiji period as a reference material.			
【目的／Purpose of the research】 1.The past seven years have been analyzed in seven ancient documents, and a database of weather records created. 2.Verify the abnormal rainfall of 1868 in the diary based on the record of precipitation in Yokohama recorded by Hepburn, an American medical missionary(Fig 1.). 3.Using the "detail rate" that measures the accuracy of the diary records, the "precipitation rate in the diary" and the "precipitation rate at the meteorological observatory," we will use regression analysis to reconstruct the "precipitation rate in the Edo period" before records at the meteorological observatory started.			
【研究方法・データ処理／The research and data processing methods】 We classified the weather in the historical documents to make the classifications closer to the definitions currently used by Japan Meteorological Agency and the weather was classified as snowy, rainy, cloudy, or sunny. In addition the weather on the days when "fine" and "cloudy" weather were listed together, the weather was classified by converting the spatial distribution in to time distribution, so that the weather was classified as "cloudy" if it was cloudy for more than 85% of the day, and "sunny" if it was cloudy for less than 20.4 hours. We classified the weather in the historical documents to make the classifications closer to the definitions currently used by Japan Meteorological Agency and the weather was classified as snowy, rainy, cloudy, or sunny.			

Fig. 1

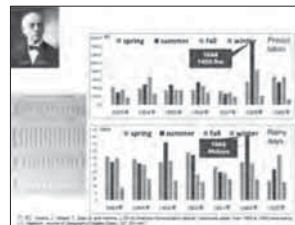


Fig.1 Hepburn・Precipitation and Rainy days in Yokohama Japan

We made a graph of the amount of precipitation and number of rainy days which Hepburn recorded. Also, in 1868, we found there to be abnormally rainfall in the summer. We examined the rate of precipitation appearance recorded in the Oba Misa diary and the Sekiguchi diary, which our seniors had created a database for in 2015.

Fig. 2

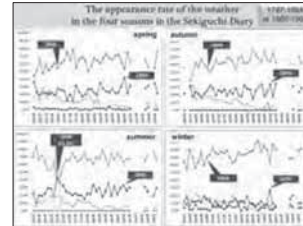


Fig. 2 Looking at the incidence of weather in the four seasons in the Sekiguchi Diary written in Yokohama, the incidence of rain in the summer of 1868 was 43.5%, a reversal of sunny and rainy weather.  
Fig. 3 Looking at the seasonal weather appearance rate of the Oba Misa diary, the rainy appearance rate in the summer in 1868 was 50.0%. The rainy rate and sunny rate reversed not only in 1868, but also in 1869. The rainy appearance rate in the autumn in 1869 increased, too.

Fig. 3

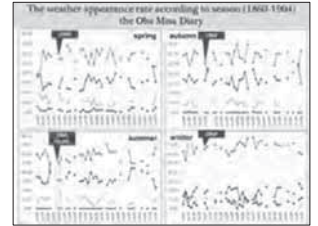
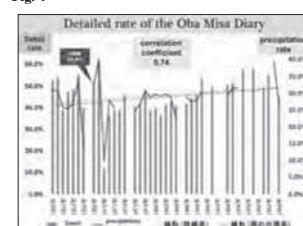
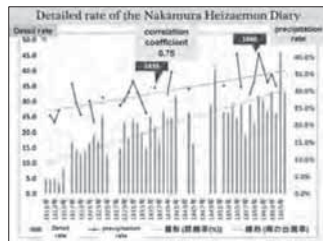


Fig. 4



This graph of the rate of detail and the rate of rain in the Oba Misa Diary shows a correlation coefficient of 0.74 between the two sets of data, suggesting that the rate of rain recorded in the diary is affected by the level of detail. The dashed line is an approximate straight line.

Fig. 5



This is the rate of detail and the rate of rain in the Nakamura Heizaemon Diary that we analyzed last year. The correlation coefficient with the rain rate was 0.75.

Fig. 6

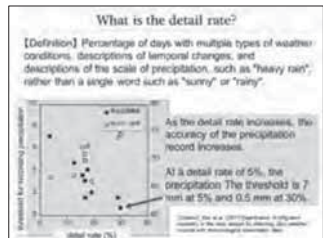


Fig. 7

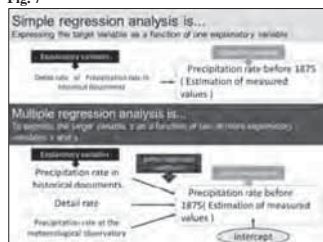
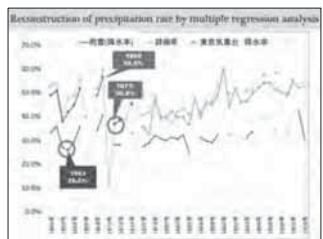
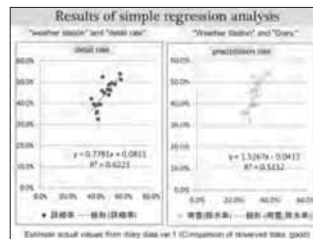


Fig. 8



The precipitation rate recovered by the multiple regression analysis is shown as a dark green line, with the highest rate of 56.5% and the lowest rate of 36.9% in 1871 for the period 1860-1874. The lowest occurrence of rainfall in the diary was 26.0% in 1863, which means that the analysis was more accurate.



It turned out to be a pretty good estimate of the precipitation rate of the Tokyo meteorological observatory from the diary data.

Fig.9

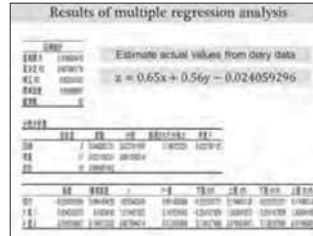
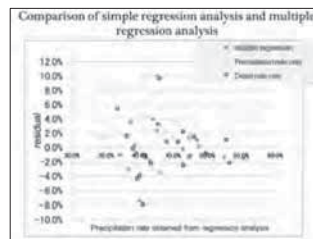


Fig.10



When we plotted the difference between the regression line result and the actual result, we found that the multiple regression analysis (marked with a red X) gave better results with less variability.

Fig.11



1. 茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】	茨城県立水戸第二高等学校
【代表者名／Representative's Name】	岩間紅葉
【メンバー／Member】	藤田亜美

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	浦川順一
------------	------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	効果的な菌の減らし方
【背景／Background】	COVID - 19 の流行により菌に対する意識がより高まってきた現代において、日常生活レベルでできる効果的な菌の減らし方（殺菌・除菌方法）にはどんなものがあるのか、最も効果的な方法はどれか調べたいと思い、この研究をしています。今回は手とスマートフォンに注目しました。
【目的／Purpose of the research】	・最も効果のある菌の減らし方を知り、今後の生活に活かす。 ・手洗いや消毒の大切さを知ってもらう。
【研究計画／Research plan】	<手の場合> 寒天培地を用いて初めに何もしていない指を培地に乗せ、それを基準として結果を比較する。 ① 様々な方法で手を洗う。…＊ ② 左右の人差し指、中指、薬指を培地に 10 秒間つける。 ③ 36.0℃に設定した恒温機に入れて一日培養する。 ＊ 今回は泡洗いのみ、アルコール（75％）消毒液のみの2パターンで行った。泡洗いの時間は3 0 秒間とする。  <スマートフォンの場合> 寒天培地を用いて、スマートフォンを下部分と上部分に分け区切り、下部分は何もしない状態で、上部分は除菌ウェットシートで拭く。この2つの結果を比較する。 ① マイクロビペットで蒸留水 100μL を測り、スマートフォンの下部分にたらして白金耳で 10 秒間蒸留水をぬり広げて菌を溶かす。 ② 蒸留水を吸い取り寒天培地に移す。そして、36.0℃に設定した恒温機で2 日間培養する。 ③ 下部分のデータを取った後、除菌ウェットシートで上部分を拭き、②と③の作業を行う。 ※今回はデータ不足のため結果は出ていません。
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】	<手の場合> 消毒液、泡洗い、何もしない、の順番で菌の数が減少していることが分かった。 泡洗いの結果において、コロニー数に大きなばらつきが見られたのは、常在菌が手洗いをした後でも手に付

2. 茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】	茨城県立水戸第二高等学校
【代表者名／Representative's Name】	菊池 彩花
【メンバー／Member】	館 有紗 菊池 和未

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	松浦 寛子 原納 優
------------	------------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	発酵食品を長く！おいしく！食べたい！！								
【背景／Background】	賞味期限の差があることに疑問を持ったことから私たちは今よりも発酵食品を長く、おいしく食べられる方法を考えようと思った。								
【目的／Purpose of the research】	食品ロスの減少・健康増進・経済効果アップ								
【研究計画／Research plan】	・発酵食品の中で比較的に賞味期限の短いヨーグルトを使用する。ヨーグルトを賞味期限延長につながると思った 4 つの条件に分け、そして賞味期限設定方法の項目から大腸菌群数、pH、pH についての3 点に重点を置いた実験、調査を行う。 pHは5 回測定→平均値をとり、においては自分たちで5 段階評価をする。(において1 弱～5 強) <table><tr><td>A</td><td>ヨーグルトのみ</td></tr><tr><td>B</td><td>ヨーグルト＋塩(2：1)</td></tr><tr><td>C</td><td>ヨーグルトをフリーザーバッグで密封</td></tr><tr><td>D</td><td>手作りヨーグルト</td></tr></table> ・pHの変化を記録しグラフ化する。	A	ヨーグルトのみ	B	ヨーグルト＋塩(2：1)	C	ヨーグルトをフリーザーバッグで密封	D	手作りヨーグルト
A	ヨーグルトのみ								
B	ヨーグルト＋塩(2：1)								
C	ヨーグルトをフリーザーバッグで密封								
D	手作りヨーグルト								
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】	カビが発生したものやpH、において変化がみられるものがあった。(図1 pH、において) またpHは 1 か月では大きな変化が見られなかった。しかし、測定最後に値が下がったのでこれからさらに測定すると変化が出ると考えている。(図2)								
【今後の展望／Future study plan】	衛生管理に重点を置いた実験、また賞味期限にかかわる細菌数などの変化を細かく調査しおいしさの基準を数値化していき、その上で品質劣化を防ぐ方法を考えていきたい。								
【参考文献／References】	「賞味期限延長」技術の考え方 <a href="http://www.jasnet.or.jp/4-shuppanbutu/pickup/11.03.pdf">http://www.jasnet.or.jp/4-shuppanbutu/pickup/11.03.pdf</a> キュービー（株）賞味期限延長 <a href="https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/youki/attach/pdf/index-69.pdf">https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/youki/attach/pdf/index-69.pdf</a> 「発酵食品と塩」特集に寄せて - j - Stage								

1. 茨城県立水戸第二高等学校

着し続け、そこから菌が増えたからだと考える。

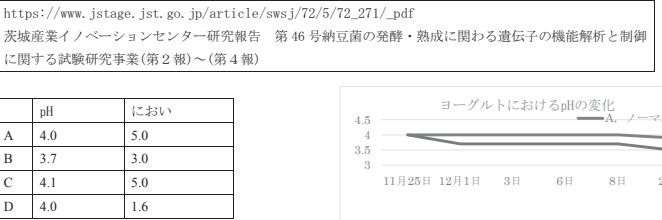
【今後の展望／Future study plan】

- ・手の実験において、組み合わせパターンを増やして実験を行う。
- ・スマートフォンにおける実験をさらに進める。

【参考文献／References】

全業工業株式会社「除菌ラボ」『知っておきたい！除菌／抗菌／殺菌／滅菌の違い』  
<https://www.zenyaku.co.jp/kyokinlabo/column/word/002.html> 2021年5月17日  
CnetJapan 『あなたのスマホは意外と汚いー新型コロナウイルス対策で今すぐ掃除しよう』  
<https://japan.cnet.com/article/35149388/> 2021年5月20日  
HUFFPOST 『細菌の量は便座の10倍..?「スマホ細菌」の危険性と、除菌方法とは』  
[https://www.huffingtonpost.jp/2018/11/24/smartphone\\_a\\_23599751/](https://www.huffingtonpost.jp/2018/11/24/smartphone_a_23599751/) 2021年5月20日  
第54回愛媛県児童・生徒理科研究作品特別賞（愛媛県教育委員会教育長賞）  
『手の汚れを数値化する方法の研究』  
[https://center.esnet.ed.jp/uploads/07shiryo/05rika/H28.3\\_kyouikutyuu\\_tenoyogore.pdf](https://center.esnet.ed.jp/uploads/07shiryo/05rika/H28.3_kyouikutyuu_tenoyogore.pdf)  
松山市立垣生中学校 2021年5月20日  
株式会社エフシー総合研究所 「【コラム】コロナウイルス対策」  
『第4 回：スマートフォン感染は他人事ではないと考えた方が賢明です！』  
[https://www.fcg-r.co.jp/IPM\\_hakase/IPM-004.html](https://www.fcg-r.co.jp/IPM_hakase/IPM-004.html) 2021年5月26日

2. 茨城県立水戸第二高等学校




3. 茨城県立水戸第二高等学校

発表内容 / Abstract of the Presentation

分野 / Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理 / Physics	化学 / Chemistry	<del>医学・生物 / Medical Science・Biology</del>	地学 / Earth Science
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer	その他 / Others( )		
参加者 / Participant's Information			
【学校名 / School Name】茨城県立水戸第二高等学校			
【代表者名 / Representative's Name】牛木 愛瑛			
【メンバー / Member】磯野 春菜 井上 紗綾 牛木 愛瑛 関谷 陽苗野			
指導教員 / Supervising Teacher			
【お名前 / Name】梶山 昌弘			
【タイトル / Title】脳のない天才〜粘菌と NaCl 濃度の関係〜			
【背景 / Background】 私たちは、粘菌の忌避物質に対する規則性を見つけることを目標に研究を始めた。また、迷路上で最短経路を通るという特性を実生活に活かしたいと考えた。 ・粘菌とは『モジホコリ / <i>Physarum polycephalum</i> 』 粘菌は、粘菌アメーバが接合体となり成長したもので、1 つの細胞に複数の核を持つ多核体であり、アメーバ状の時期と子実体の時期を繰り返す生物である。(参考文献①②) 動物的な性質を持ち合わせながらも、菌的な性質を持ち合わせる粘菌は生物分類学の分野では極めて不思議な生物であると言われている。(参考文献③)			
【目的 / Purpose of the research】 ・忌避物質に対する規則性を見つける。 ・粘菌の特性を利用し最短避避経路を調べる。			
【研究計画 / Research plan】 (実験 1) NaCl 濃度と粘菌の忌避性。 1ーA 粘菌を C 寒天(NaCl 濃度 0%)の上に乗せた状態で、NaCl を含んだ寒天培地に置き、8 時間後に移動するかどうかを観察する。 1ーB 1ーA で観察した粘菌を、再び C 寒天上に戻し、移動するかどうかを観察する。 (実験 2) NaCl は、寒天に浸透するの。 様々な NaCl 濃度の寒天上に C 寒天を 8 時間乗せた後、C 寒天を取り出し NaCl が浸透したか調べる。			
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 (実験 1) ・1ーA では NaCl 濃度 1%の寒天に移植した粘菌のみ移動した。 ・1ーB では NaCl 濃度 1〜3%の寒天に置いていた粘菌のみ移動した。 また、4%以上の NaCl 寒天上に移植した粘菌は移動せず死んでしまったと分かった。 これらのことから、粘菌の移動できる NaCl 濃度の限界は 1%であり、生きられる NaCl 濃度の限界は 3%であると考えられる。			
【疑問点】「何故、NaCl 濃度 4%以上の寒天に移植した粘菌は、直接 NaCl 寒天に触れてないのに死んでしまったのか。」			
【仮説】「NaCl 寒天中の NaCl が C 寒天に浸透していた。」 (実験 2) NaCl 寒天の濃度が上がるにつれ、浸透率 (C 寒天中に浸透した NaCl の割合) は上昇した。 このことから、「NaCl は、寒天に浸透する」という仮説が立証された。 この浸透は、NaCl 以外 (酸・塩基、エサなど) でも言えるのではないかと。			
【今後の展望 / Future study plan】 ・忌避物質が拡散しないような対策を考え、より正確な避避経路政策をする。			
【参考文献 / References】 ①『変形菌ーふしぎ?かわい! 森の妖精ー』ミュージアムパーク茨城県自然博物館 2018 年 ②川上新一『ねん菌(へんけい菌)』農山漁村文化協会(農文協) 2019 年 ③『脳を持たない粘菌が集団行動をする秘密』 <a href="https://www.works-i.com/works/series/macro/detail005.html">https://www.works-i.com/works/series/macro/detail005.html</a> 2021 年 5 月 12 日			

5. 茨城県立水戸第二高等学校

分野 / Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics	化学 / Chemistry	医学・生物 / Medical Science・Biology	地学 / Earth Science												
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer	その他 / Others( )														
参加者 / Participant's Information															
【学校名 / School Name】茨城県立水戸第二高等学校															
【代表者名 / Representative's Name】飯村 陽依															
【メンバー / Member】江原 佳奈															
指導教員 / Supervising Teacher															
【お名前 / Name】高木 薫															
発表内容 / Abstract of the Presentation															
【タイトル / Title】栄養価の高いもやしの栽培															
【背景 / Background】 メンバーの一人が中学生の時にに行った自由研究をより実用的なものにすべく研究しようと思った。															
【目的 / Purpose of the research】 ビタミン C の含有量を増加させることを目標にした。															
【研究計画 / Research plan】 1. もやしの栽培 (1)市販のビタミン C 剤を蒸留水に溶かす。 (2)作成したビタミン C 水溶液に緑豆を入れ育てる。 (3)育ったもやしを採集する。 2. 実験<インドフェノール法によるビタミン C 量の測定> (1)試料 10 g と水 10ml をすり潰す。 (2)さらに 30ml 加えて混ぜる。 (3)出来上がった試料液をろ過する。 (4)濾過した水溶液にインドフェノール色素を滴下する。 (5)色が消えなくなったら終了して計算し、ビタミン量を(6)の式より求める。 (6) $3.8 \times 10^{-3}(\text{mg}) \times \text{滴下した色素液の量}(\text{ml}) = \text{含有ビタミン C 量}$															
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 市販のもやしとレモンを使って実験した。															
<table><tr><td>試料</td><td>インドフェノール色素滴量</td><td>ビタミン C 量</td></tr><tr><td>もやし</td><td>20 <math>\mu\text{l}</math></td><td>7.6 mg/100g</td></tr><tr><td>大豆</td><td>10 <math>\mu\text{l}</math></td><td>0.4 mg/100g</td></tr><tr><td>レモン(果肉)</td><td>1300 <math>\mu\text{l}</math></td><td>49.6 mg/100g</td></tr></table>		試料	インドフェノール色素滴量	ビタミン C 量	もやし	20 $\mu\text{l}$	7.6 mg/100g	大豆	10 $\mu\text{l}$	0.4 mg/100g	レモン(果肉)	1300 $\mu\text{l}$	49.6 mg/100g		
試料	インドフェノール色素滴量	ビタミン C 量													
もやし	20 $\mu\text{l}$	7.6 mg/100g													
大豆	10 $\mu\text{l}$	0.4 mg/100g													
レモン(果肉)	1300 $\mu\text{l}$	49.6 mg/100g													
・測定したもやしのビタミン C 含有量が日本食品標準成分表 (2015) の値である 8mg/100g に近いことから 今回使用したインドフェノール法による測定で得られる数値はほぼ正確であることが考えられる。															
【今後の展望 / Future study plan】 ・今回は市販のもやしを使用しての実験だったので、自分たちで栽培したもやしを使用しての実験を行う。 ・より細かい量の滴下を可能とするマイクロピペットを使用して更に正確な測定を行う。															

4. 茨城県立水戸第二高等学校

分野 / Areas □てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics	化学 / Chemistry	<del>医学・生物 / Medical Science・Biology</del>	地学 / Earth Science
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer	その他 / Others( )		
□加者 / Participant's Information			
【学校名 / School Name】茨城県立水戸第二高等学校			
【代表者名 / Representative's Name】石田 凜			
【メンバー / Member】大橋 玲愛			
指導教員 / Supervising Teacher			
【お名前 / Name】梶山 昌弘			
□表口容 / Abstract of the Presentation			
【タイトル / Title】持続可能な未来と昆虫食			
【背景 / Background】 豊富なタンパク質を含み環境負荷が少なく SDGs との関わりもある (1) ことで近年昆虫食が世界的に注目を集めているということで興味を持ち実際に昆虫を育てることにした →必須アミノ酸を含む良質なタンパク質を含み、育てやすいカイコ (2) を使用することにした			
【目的 / Purpose of the research】 飼育方法によるカイコの成長速度の違いを調べ昆虫食用のカイコの成長を効率よくする方法を見つける			
【研究計画 / Research plan】 ①糖分を多く含む食品(砂糖、ハチミツ)を 5 齢の状態のカイコのえさに加え体長を測る ②タンパク質を多く含む食品(きな粉、ささみ、カツオ節)を 3 齢～5 齢の状態のカイコのえさに加え体重を測る (方法 1 で体長を測ったが誤差が生じたので方法 2 では誤差が生じにくい体重を測る)			
【研究結果または予測 / Results of the study】 ①糖分 (右のグラフは、5 齢のときのカイコの体長変化(縦軸:cm) えさに何も加えないカイコが 1 番大きく早く成長し、砂糖、ハチミツをえさに加えたカイコはあまり成長しなかった→糖分はカイコの成長を促進させないのではないかと 			
②タンパク質 (右のグラフは 3 齢、4 齢、5 齢のときのカイコの体重変化 (縦軸:g、横軸:日付) それぞれ差はあるものの全てしっかり成長し、その中でも特にささみをえさに加えたカイコが 1 番大きく成長した→糖分よりタンパク質の方がカイコの栄養になるのではないかと、タンパク質の中でも特に肉類がカイコの成長を促進させるのではないかと 			
【今後の展望 / Future study plan】 研究①で糖分はカイコの成長を促進させないのではないかと考察したが糖分はやはり大事な要素なのではないかと思った。また、研究②で結果が良かったささみを更に調べたいと考えた→グルコース、ささみ、ささみ+グルコースをカイコのえさに加え体重を比較する			
【参考文献 / References】 (1)なぜ昆虫食と SDGs が関係するのか。貢献目標はこれ! <a href="https://Sekiyama.je/column/1198/">https://Sekiyama.je/column/1198/</a> (2)農研機構 カイコのひみつ <a href="https://www.naro.go.jp/publicity_report/season/134952.html">https://www.naro.go.jp/publicity_report/season/134952.html</a>			

6. 浦和実業学園高等学校

分野 / Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics	化学 / Chemistry	<del>医学・生物 / Medical Science・Biology</del>	地学 / Earth Science
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer	その他 / Others( )		
参加者 / Participant's Information			
【学校名 / School Name】浦和実業学園高等学校			
【代表者名 / Representative's Name】川嶋 純太			
【メンバー / Member】			
指導教員 / Supervising Teacher			
【お名前 / Name】橋本 悟			
発表内容 / Abstract of the Presentation			
【タイトル / Title】光単一環境によるマダイの色揚げ効果			
【背景 / Background】日本文化に強く根付いている色鮮やかな赤色のマダイは、養殖すると褐色化することが多い。これにより需要が下がってしまうことが養殖現場における課題だ。私たちはマダイの色揚げには保護色が関係しているという仮説を立て、光単一環境の装置を用いてマダイの色揚げを行い仮説と同様の傾向を確認し、陸上養殖への手掛かりを得た。			
【目的 / Purpose of the research】暗い環境下ではマダイの体色が白みを帯びることから外敵から身を守るための体色が必要ないこと、緑色光や青色光の届く水深 15 m 程の水域では魚の体色が赤くなることを踏まえ、それぞれ赤色、青色の光だけを取り入れる自作の装置を作りマダイを飼育して色揚げ効果を調べる対照実験を行った。			
【研究計画 / Research plan】実験では 90 cm 規格のオーバーフロー水槽を赤と青のフィルターで覆った装置を考案した。フィルターでは完全な光単一環境を作成することはできない。しかし各色の波長を取り込む上、設置が容易でコストが低いことがメリットである。条件は水温を 25℃に設定し餌は固形飼料を一日一回摂食行動がみられなくなるまで与えた。飼育した個体を「色調べ」というソフトで色調を調べた。			
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 赤色水槽の個体は総じて褐色化する傾向が見られた。一方で青色水槽の個体は褐色化が抑えられた傾向にあった。この個体は体表の斑点など体色以外の特徴も天然個体に近いことが分かった。体重測定の結果、赤色水槽の個体の体重の平均は 500 g 青色水槽の個体の平均が 292 g と赤色水槽の個体が大型化する傾向が見られた。			
【今後の展望 / Future study plan】今後は水槽ごとの体色の変化についてさらに統計的なデータを集めるとともに、青いフィルターで覆ったビニルハウスを用いてマダイの色揚げを行いたい。結果で得られた傾向が正しいと分かれば、将来的に施設を利用して青いフィルターでの色鮮やかなマダイの生産や赤いフィルターでの大型のマダイの生産も可能になると考えている。			
【参考文献 / References】 家戸敬太郎『マダイの科学』朝倉書店 2021 年 pp.5-25			

7. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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

【代表者名／Representative's Name】北川 百佳

【メンバー／Member】北川 百佳

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】小原 学 稲葉 実香

発表内容／Abstract of the Presentation

(タイトル／Title) 蚊がヒトの血液に依存しない方法の提案

【背景／Background】

近年、蚊が媒介する病原菌による感染症が問題となっている。テーマを設定する上で「誰かのためになる研究」を前提に、ヒトの役に立つことが現状の課題の解決と捉えた。WHO が公表した 1 年間に人を殺した数が多い動物ランキングでは蚊が 1 位であり<sup>①</sup>、地球温暖化による蚊の増加も踏まえて強く研究意義を感じた。

蚊にまつわる多くの研究では蚊を絶滅させることが目的とされている。しかし蚊も生態系の一員であり、重要な役割を担っている。そのため蚊を絶滅させることなく課題解決を図る、「蚊がヒトの血液に依存しない方法」を提案する。

蚊からもたらされる主な被害は吸血された後に残る痒みと、蚊の針による病原菌の媒介であり、どちらも蚊の針が皮膚に刺さることに起因していることに気が付いた。蚊が吸血する理由は蚊の産卵に必要なタンパク質及びアミノ酸を得るためという点に着目し、その必要な栄養素を他の物質で補い蚊を誘引させて吸わせ、産卵させることができれば蚊の血液への依存が解消され、蚊の針がヒトの皮膚を刺すことが無くなるのではないかと考えた。本研究では血液の代替物質にアミノ酸の中で最も構造が簡単かつ低分子であり、また水に溶けやすく蚊の針で吸いやすいグリシンを設定した。

【目的／Purpose of the research】

①蚊をグリシン水溶液に誘引させる。

②蚊にグリシン水溶液を吸わせ、グリシン水溶液を吸った蚊の観察をする。

【研究計画／Research plan】

≪実験 1≫

目的:蚊が白癬菌に誘引されるかどうか先行研究<sup>②</sup>の確認。

方法:ポテトデキストロース培地(PD 培地)および、白癬菌(伊東皮フ科クリニック様より提供,図 1)を培養したポテトデキストロース培地(以後、白癬菌培地とする。図 2)を水槽の中に設置し蚊を 13 匹閉じ込め、どちらに誘引されるか 60 分間で検証する。

≪実験 2≫

目的:蚊にグリシン水溶液を吸わせる。

方法:3%のグリシン水溶液を蚊が吸ったかどうかを明確にするために食用色素(図 3)でグリシン水溶液を黄色に着色する。以後 A 液とする。A 液を脱脂綿に浸し、シャーレに蚊を 1 匹ずつ入れて観察する(図 4)。

※蚊 4 匹で実施

7. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

≪参考資料≫



図 1 足の裏と足の爪から採取した白癬菌



図 2 白癬菌培地



図 3 食用色素(黄色)

7. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

≪観察≫

目的:実験 2 でグリシン水溶液を吸った蚊の観察。

方法:顕微鏡(OLYMPUS CX22LED)倍率 10×10 倍と目視で観察する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

≪実験 1≫

ポテトデキストロース培地と白癬菌培地では蚊は白癬菌培地に誘引された(図 5, 図 6)。

≪実験 2≫

何も吸っていない蚊(図 7)と吸血した蚊(図 8)を比べると、蚊は吸血によって腹部を膨らませ赤色(血液の色)に染めることがわかる。実験 2 で観察した蚊(図 9)の腹部は大きく膨らんでいて黄色に染まっていることからこの蚊はグリシン水溶液を吸ったことがわかる(図 7,8,9 の蚊は腹部にピン트가合いやすいように手足を取った)。4 匹のうち 3 匹がグリシン水溶液を吸った(表 1)ため、蚊にグリシン水溶液を吸わせることに成功したといえる。加えて、グリシン水溶液を吸った蚊の腹の中に卵を確認することができた(図 10)。吸血した蚊(図 8)には卵が確認できなかったのは、写真を撮る上で血液により撮影ができなかったためだと考えられる。

予め腹に卵を持っていたわけではなく、グリシン水溶液を吸ったことを引き金に卵が生成されたとしたらグリシン水溶液は血液の代替物質として可能であるといえる。蚊は吸血により消化管を膨らませ、その伸長が消化管あるいは腹部の伸長受容器を刺激し、そのインパルスにより脳が刺激され、卵巣発育を促すホルモンを放出するということがわかっている<sup>③</sup>。つまり内分泌の面から考えると、吸血が引き金でホルモンが分泌されていることがわかる。よって「吸血」を「グリシン水溶液を吸った」に置き換えて考えた時、卵はグリシン水溶液を吸った事が引き金となり生成されたといえる。

≪観察≫

蚊はグリシン水溶液を吸うことは可能とわかったが、グリシン水溶液を吸った 3 匹はいずれも翌朝には死んでいて、産卵の様子は確認することができなかった。蚊が体内でグリシンを分解できないこととシャーレ内が狭く蚊が溺れてしまったことの 2 つが原因として考えられる。

【今後の展望／Future study plan】

グリシン水溶液を吸った蚊が死んでしまい産卵の様子までを観察することが出来なかったので、蚊にグリシン水溶液を吸わせる環境を広くし、蚊の足場を設けて産卵まで確認したい。また、蚊を誘引するのに白癬菌の匂いが適していることが確認できたので、2019 年に行った自身の研究でわかった、「蚊は赤色と紫色に誘引される」ことと合わせて、グリシン水溶液に誘引剤(匂いは白癬菌色は赤色もしくは紫色)として加えようと思う(図 11)。

最終的には人と誘引剤を加えたグリシン水溶液が同じ環境にある状態で、蚊がグリシン水溶液の方に誘引されるようにしたいと考えている。

【参考文献／References】

(1) <https://www.businessinsider.com/bill-gates-mind-blowing-infographic-mosquitoes-2014-4>

(2) 田上大高(2016) 蚊が何故人間の血を吸いたくなるのかを、ヒトスジシマカの雌の尾交尾で検証する

(3) 生物コーナー化学と生物 (p.168-172) Vol. 36, No. 3, (1998)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/36/3/36\\_168/\\_pdf/\\_char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/36/3/36_168/_pdf/_char/ja)

7. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

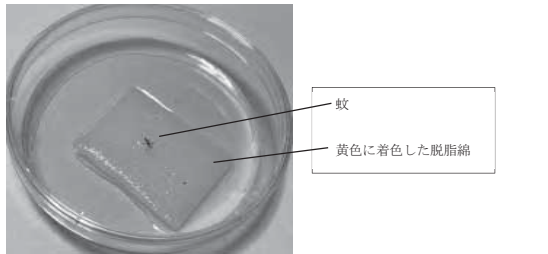


図 4 実験 2 の様子

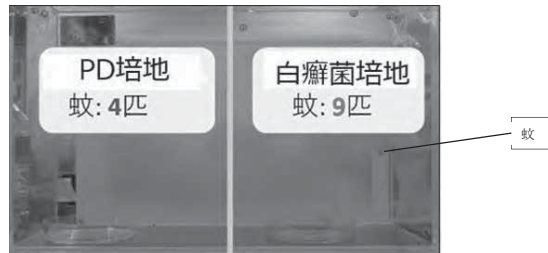


図 5 実験 2 結果(1)

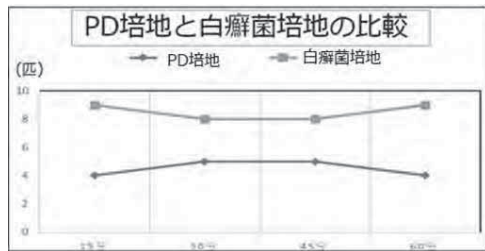


図 6 実験 2 結果(2)



何も吸っていない蚊の腹  
棒状で黒い



吸血した蚊の腹  
膨らんでいて血液の赤色に  
染まっている



グリシン水溶液を吸った蚊の腹  
膨らんでいてグリシン水溶液の黄色に染まっている

図 11 2019 年に行った自身の研究(誘引の項目を引用)



個体	吸ったか	時間
A	○	20分
B	○	60分
C	○	60分
D	×	

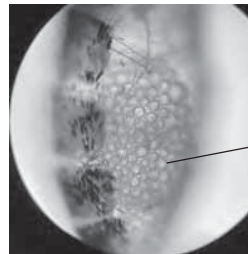


図 10 図 9 の蚊の腹部に見られる蚊の卵

グリシン水溶液を吸った蚊の腹に確認された蚊の卵

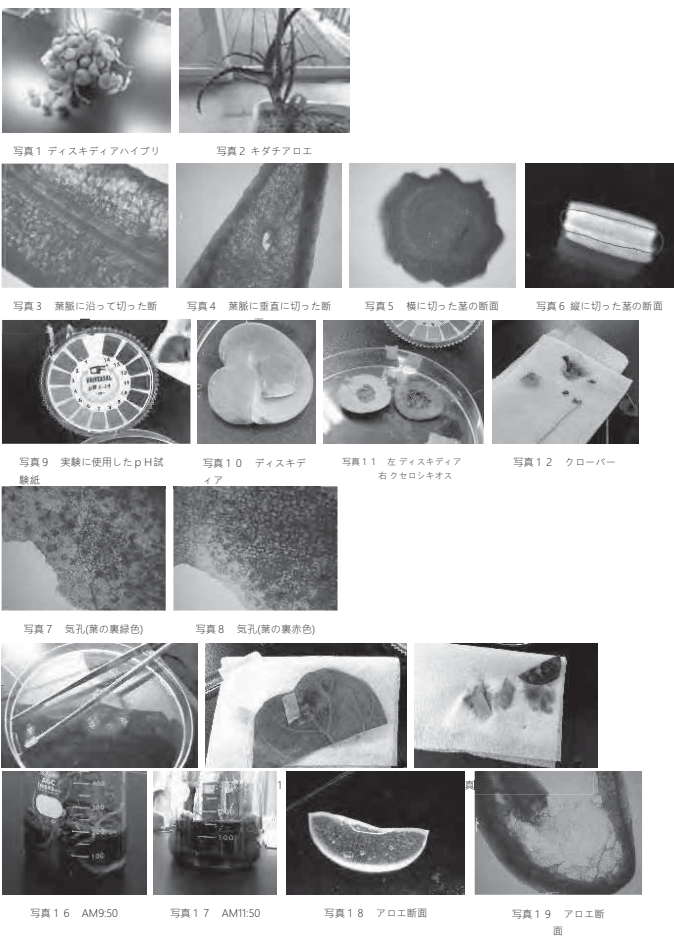
**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics    化学 / Chemistry    医学 / Medical Science    地学 / Earth Science 数学 / 情報 / コンピューター / Mathematics / Information / Computer    その他 / Others ( )
<b>参加者 / Participant's Information</b> 【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】 宗田 小町 【メンバー / Member】 宗田 小町、天野 すみれ、藤田 凌成、落合 航陸
<b>指導教員 / Supervising Teacher</b> 【お名前 / Name】 矢野 緑
<b>発表内容 / Abstract of the Presentation</b> 【タイトル / Title】 ディスキディアハイブリッドの謎の解明
【背景 / Background】 学校の研究室にて、ディスキディアハイブリッドという植物を見つけた。私たちは、日頃目にする植物にはないような不思議な特徴を多く持っているディスキディアに興味を持ち、研究を始めた。また、先行研究がほとんどなかったため、ディスキディアの持つ不思議な特徴の多くが未だに解明されていない。したがって、新規性に富んだ研究だと考えた。
【目的 / Purpose of the research】 ディスキディアの不思議な特徴について詳しく調べて、最終的に謎を解明する。
【研究計画 / Research plan】 実験に使用する植物 ディスキディアハイブリッド(写真1)・比較対象であるキダテアロエ(写真2)
実験①：ディスキディアの葉・茎の断面を顕微鏡で観察する。 実験②：ディスキディアの葉の裏が緑色のものと赤色のもの、それぞれの気孔を顕微鏡で観察する。 実験③：ディスキディアの茎から出てきた白い液体の正体を調べるために、BTB溶液と反応させる。葉の裏の赤色と白い液体の関係性があるのかを調べるために、葉の裏が赤い植物を集めてそれぞれpH試験紙で酸アルカリを調べる。
実験④：対照実験に使うアロエについて知るために、アロエにBTB溶液を吸わせて道管師管の位置とリンゴ酸の有無を調べたり、葉の断面を観察したりする。
実験⑤：ディスキディアの花を縦や横に切り、断面を顕微鏡で観察する。 実験⑥：ディスキディアの葉が赤くなる原因を調べるために、日光がよく当たっていた葉(赤)とあまり当たっていなかった葉の違いを顕微鏡で観察する。
実験⑦：ディスキディアの葉の付け根から生えている細い根に色水を吸わせ、2週間後、その断面を顕微鏡で観察する。
実験⑧：ディスキディアの葉の形状がドーム状になっている理由を調べるために、ドーム状の葉と平らな葉をそれぞれビニールでつつんで蒸散の様子を観察する。

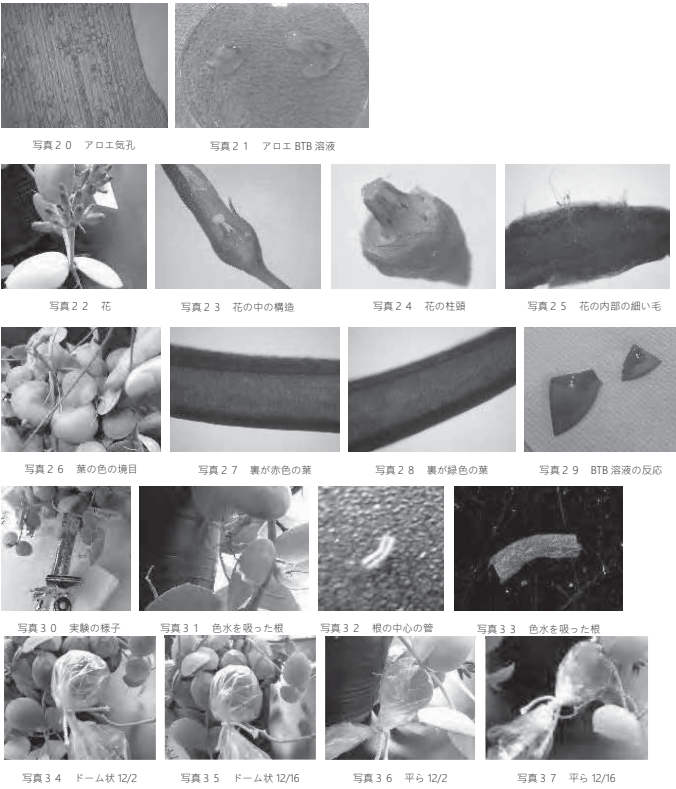
8. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 実験①：葉の表面は櫛状組織で裏面は海綿状組織だった(写真3)。白い管が葉と茎の中央に 通っていた(写真4～6)。そのため、管は白い液体を運んでいると考えられる。 実験②：葉の裏が赤いものと緑のものどちらにも孔辺細胞が見られた(写真7、8)。 外側ほど赤くなっている部分が少なく、赤くなっている部分には孔辺細胞が少なかった。 実験③：BTB溶液が白い液体と反応して黄色くなったため、白い液体は酸性のリンゴ酸を含んでいると 考えた(写真10)。他の葉の裏が赤い植物はpH値が6で中性の7に近いと、 葉の裏の赤色とリンゴ酸の関係性はないと考えられる(写真11～15)。 実験④：アロエがBTB溶液を吸わなかったため道管と篩管の位置は調べられなかった(写真16、17)。 アロエの葉の中心部はゼリー状の透明な物質でできていて(写真18、19)、 葉の裏には気孔が確認できた(写真20)。 BTB溶液が黄色になったため、アロエもリンゴ酸を含んでいると考えた(写真21)。 実験⑤：花の花弁は開いていなかった(写真22)。 そのため、同花受粉か、花以外での繁殖をしていると考えた。 柱頭など、花の中の構造は一般的な花と同じだった(写真23、24)。 また、花の内側には細い毛のようなものを確認できた(写真25)。 実験⑥：日光を当てなかった部位のみ緑色のままだった(写真26)。日光が当たると葉は赤くなる。 裏の色の他には特に違いは見られなかった(写真27、28)。 どちらもBTB溶液は黄色に反応したため、リンゴ酸が含まれていると考えた(写真29)。 原因は、蒸散した水蒸気がビニールの隙間から出てしまったこと、ディスクディアは 多肉植物なので十分に蒸散するには実験期間が足りなかったことなどが考えられる。 実験⑦：細い根が色水を吸った(写真30、31、33)。 そこから、細い根には水分を吸うはたらきがあると考えた。 また、根の中心に管のようなものが見られた(写真32)。 実験⑧：どちらのビニールにも水滴は確認できなかった(写真34～37)。 ディスクディアは 多肉植物なので十分に蒸散するには実験期間が足りなかったことなどが考えられる。
【今後の展望／Future study plan】 8つの実験を通して以下のような新たな疑問や未解決の謎が残っており、次の仮説を立てている。 ・花弁が開かないのはなぜか。 →同花受粉か、花を使わない繁殖をしているのではないかと。 →外部から1つだけ隔離された状態の花を用意し、その状態で種子が作られるのかを調べる。 ・ディスクディアは種子を作るのか。 →ディスクディアを長期間育てて観察する。 ・日光がよく当たる葉が赤くなるのはなぜか。 →赤くなる要素としてアントシアニンが関係しているのではないかと。 ・葉の付け根の根の具体的な役割は何か。 →葉の裏から蒸散した水分をその根から再び吸い込み、乾燥しにくいしくみになっているのではないかと 考えている。 ・葉はなぜドーム状になるのか。 →ドーム状にすることで葉の裏から蒸散した水分が外部に逃げにくいようしくみになっていると考えてい る。 →実験⑧の手法を改良(十分な期間をとる、隙間ができないようにふさぐ)してもう一度行う。
【参考文献／References】 ・KIDORI(2018)。植物の葉が赤くなるわけ。2021年6月24日閲覧 <a href="https://ki-do-ri.jp/contents/column/1501/">https://ki-do-ri.jp/contents/column/1501/</a> ・神戸大学(2016)。植物が枯れるメカニズムを解明。2021年6月24日閲覧 <a href="https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2016_04_06_01.html">https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2016_04_06_01.html</a> ・日本植物生理学会(2007)。熱帯植物の葉の構造について。2021年6月4日閲覧 <a href="https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1268&amp;target=number&amp;key=1268">https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1268&amp;target=number&amp;key=1268</a>

8. 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



8. 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



9. 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

分野／Areas □てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】小西 晴太 【メンバー／Member】今関 結 笠見 和武 小西 晴太 武藤 唯歌 指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】稲葉実香
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】魚肉の腐敗を遅らせるには 【背景／Background】 魚肉は腐敗するが、腐敗を遅らせる方法は塩漬けや酢漬けなど様々な方法が知られている。しかし、これらの方法は食材の風味を変えてしまう。そこで、私達は、食材の持つ風味を変えずに魚肉の腐敗を止める方法を探した。本研究では、酒蔵では納豆菌を排除することによりお酒を作っていることからヒントを得て、菌を活用して腐敗を遅らせる方法を調査した。 【目的／Purpose of the research】 納豆菌( <i>Bacillus subtilis natto</i> )とセレビシエ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )を活用して魚肉の腐敗を遅らせる。風味を変えずに、魚肉の腐敗を遅らせる。 【研究計画／Research plan】 ①セレビシエを魚肉につけ、一定期間30度に設定したインキュベーターの中に入れる。 ②納豆菌を魚肉につけ、同じく一定期間30度に設定したインキュベーターの中に入れる。 この2つの実験結果を踏まえて、魚肉の腐敗を遅らせるより良い方法を考える。 【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 魚肉とセレビシエをミキサーで攪拌した場合は、砂糖(セレビシエの養分)とセレビシエを加えたとき最も腐敗が遅く、納豆菌の場合は納豆菌のみを同時に攪拌したときが最も腐敗が遅かった。 ※納豆菌の養分はタンパク質であり、魚肉もタンパク質を含むため、納豆菌の養分であると言える。 【今後の展望／Future study plan】 これからも他の菌を使用した実験や養分を変化させた実験などを続けていき、より実用性のある方法を模索していきたい。 【参考文献／References】 <a href="https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/ind_ex.html">https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/ind_ex.html</a> 食中毒 厚生労働省 <a href="https://www.akugare.jp/shochu-nattou">https://www.akugare.jp/shochu-nattou</a> 納豆の持ち込み禁止 酒蔵が納豆を嫌う理由と菌に対する蔵の考え方



1 0． 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

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	青木 誠良
【メンバー／Member】	青木 誠良、上原 瑞貴、沢 由莉奈、中村 優里
指導教員／Supervising Teacher	
(お名前／Name) 柏木 一枝	

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】		アイスプラントの活用
【背景／Background】		大地震による津波によって土壌が浸水し、海水の塩分で農作物が育たないという課題が発生している。先行研究では、塩を吸収した体内のブラッター細胞(写真1)に蓄えることのできるアイスプラントを生かし、土壌の脱塩を行えるのではないかと述べられていた。また、アイスプラントは一個体あたり14gの塩を吸収することができるということが分かっていたが、実際に活用できるのかという実験は行われていなかったため、塩の吸収できる範囲やかかる時間を調べ、この課題を解決できるかどうかを明らかにする。
【目的／Purpose of the research】		実際に活用できるかどうかを明らかにし、これから上記の問題が発生した際に対応できるようにする。
【研究計画／Research plan】		実験① 根から吸収された塩がどのような経路で細胞に蓄積されていくのか 水耕栽培を行っているアイスプラントにアシッドレッド(12/9～12/16)と、青色の切り花着色剤(12/16～12/19)で染色した濃度3%の食塩水を与える。(図1) 実験② どれくらいの量、範囲、時間で、塩を吸収できるのか Ⅰ土に60gの塩をまいてから水を与える。 Ⅱ濃度3.0%の塩水を与える。 どちらも与える容積は同じ。(2L) ⅠまたはⅡの方法で塩分を与え、4時間毎に中心から約5.5cmずつ、土の塩分濃度を塩分濃度計で測る。(図2)(写真3) 実験③ アイスプラントから塩を取り出すことができるのか 塩を蓄えている葉をすりつぶし、それから出た水分を蒸発させ残った塩の量を測る。 実験④ 他の植物に塩を与えた場合どうなるのか カイワレスプラウトに実験③と同じ3%の食塩水を与え観察する。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】		実験① アシッドレッド、切り花着色剤ともに根は染まったが、葉や茎は染まらなかった。(写真4) 実験② 表1(Ⅰ)、表2(Ⅱ)のようになった。 実験③ 葉が14枚のアイスプラントを実験に使用した。 葉×14枚からは0.59g、茎からは0.50gで計1.09gの塩が取れた。 実験④ 枯れた。

1 1． 宮城県古川黎明高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	安部知里
【メンバー／Member】	今野遥、斎藤舞、菊地美沙、文屋萌々珂
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】		セイヨウタンポポの花茎の屈曲
【背景／Background】		身近な環境に生育するセイヨウタンポポ <i>Taraxacum officinale</i> について、学校の傍の公園に生えている個体と、人通りの少ない道端に生えている個体では、花茎の長さや形が大きく異なることに気づき、疑問を抱いた。公園の個体には、花茎が根元で曲がり地面と並行になる特徴を持ったものが目立った(図1)。一般に植物の茎は負の重力屈性を示し、横倒しになると上方に立ち上がるように屈曲することが知られており、セイヨウタンポポの花茎が根元で地を這うように屈曲することは茎の一般的な応答ではない。種子を風に乗せて飛ばすときは、花茎が上方に立ち上がり、高い位置に綿毛を維持する <sup>1)</sup> 。
【目的／Purpose of the research】		セイヨウタンポポの花茎が根元から地を這うように屈曲し、種子を散布する際には立ち上がる現象について、どのように制御されているかの情報が乏しいため、そのしくみは未解明であると考えられた。本研究では、花茎が根元から地を這うように屈曲する奇妙な現象がどのように調節されているかを知るために、屈曲する花茎における各部位の細胞の大きさを比較することを目的とした。
【研究計画／Research plan】		公園のセイヨウタンポポの花茎について、根元から屈曲した部位と地面を這うように横に伸びる部位から、上方と下方の表皮をはぎ取り、顕微鏡で細胞の長さを測定した(図2)。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】		根元から屈曲した部位では、上方になるカーブの外側の細胞の方が下方になる内側の外側の細胞よりも有意に長いことがわかり、地面を這うように横に伸びる部位では、上方と下方で細胞の長さに有意な差はみられなかった(図3)。花茎の根元からの屈曲は成長運動であると考えられる。
【今後の展望／Future study plan】		セイヨウタンポポのロゼット葉が、落ち葉に埋もれたのち、落ち葉の上に出るくらいに葉が立ち上がったと考えられる事例があった。花茎の根元からの屈曲は、ロゼット葉が地面を這う制御と同じしくみによるのではないかと仮説を立て、葉の屈曲にも着目して根元の屈曲に与える要因を調べたい。
【参考文献／References】		1) 陣野 信孝、セイヨウタンポポの頭花の発達に伴う花茎の倒れと立ち上がり、長崎大学教育学部自然科学研究報告(42)、27-35、1990-02-28

1 0． 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

【今後の展望／Future study plan】

アイスプラントは広範囲を脱塩することは難しいが、狭域であれば脱塩することは可能である。また、塩を与えることで害虫から葉を守るのかということや、アイスプラントで川の水の浄化など、アイスプラントの他の利用方法についても研究したい。

【参考文献／References】

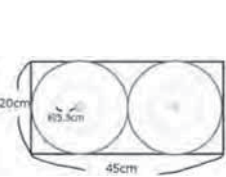
佐賀大学農学部 アイスプラントを用いた土壌脱塩技術の可能性  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48\\_5\\_294/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48_5_294/_pdf)



(写真1) アイスプラントのブラッター細胞



(図1) 実験①で使用したものの図



(図2) 実験②の計測する範囲



(写真3) 実験②の計測している様子



(写真4) 実験①の結果

時間	場所	内側の円	外側の円
8:00		1.5%	1.5%
12:00		0.5%	0.8%
16:00		0.1%	0.3%

(表1) Ⅰの時間と距離による塩分吸収量

時間	場所	内側の円	外側の円
8:00		1.5%	1.5%
12:00		0.5%	0.8%
16:00		0.1%	0.3%

(表2) Ⅱの時間と距離による塩分吸収量

1 1． 宮城県古川黎明高等学校



図1 セイヨウタンポポの花茎の屈曲  
花茎が根元から屈曲し、地面を這う個体がみられる。

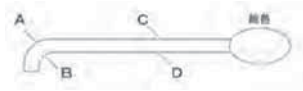


図2 表皮細胞の観察部位  
根元から屈曲した部位の上方をA、下方をB、地面を這うように横に伸びる部位の上方をC、下方をDとして表皮をはぎ取った。

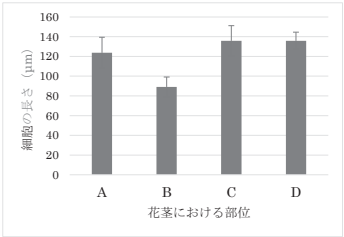


図3 セイヨウタンポポの花茎の屈曲

根元から屈曲した部位の上方をA、下方をB、地面を這うように横に伸びる部位の上方をC、下方をDとし、表皮をはぎ取り光学顕微鏡で細胞の長さを測定した。AはBよりも有意に細胞が長かった。CとDの細胞の長さに有意差は見られなかった。



分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】吉岡利紗

【メンバー／Member】石川真蒼, 阿部こころ, 須藤由宇

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】ベンハムのコマの色の見え方の個人差

【背景／Background】ベンハムのコマは、白と黒だけで模様が描かれたコマで、回すと色が見える。網膜の視細胞レベルの反応で色が見える可能性が指摘される一方で、大脳における視覚情報処理において色が見える可能性も指摘される。ヒトを対象にした実験が限られることから、確定的な実験結果は得られにくく、白黒の模様を回転させることで色が見える現象は、不明な点が多く残されている。

【目的／Purpose of the research】色覚は個人の感覚であるため、色の見え方の数値化が必要であると考えた。私たちは、ベンハムのコマの色の見え方の個人差を、RGBの割合によって示し、網膜の視細胞が色の見え方にどのように関与するかについて検討することを目的とした。

【研究計画／Research plan】インクジェットプリンタ対応の白いDVDに、ベンハムのコマの模様（図1）を印刷し、DVDプレーヤー用のモーターを電源に接続して低速で回転させ、被検者に見せた。iOSで動作するアプリケーションを作成し、回転するコマに見えている色と同じ色を、iPadの画面でRGBのカラースライダーで調整し、RGBの数値を記録した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】幼時から成人まで15人に対して、コマの内側に見える色を計測したところ、個人差があることが確認された（図2）。また、15歳から17歳の高校生24人に対して計測したところ、外側が青系に、内側が赤系の色に見える場合が多く確認された。それぞれの被検者が見えている色を数値として得ることができた。

【今後の展望／Future study plan】赤色光、または緑色光、青色光の下で、コマの色の見え方を比較することで、赤錐体、緑錐体、青錐体の関与を検討したい。また、ベンハムのコマの模様を、右目と左目にそれぞれ分解した状態で回転して見せることで、両眼視で再構成した場合にどのような色が見えるかを測定し、視細胞の反応性に依存しない色の見え方を記録することで、網膜レベルと大脳レベルの色の見え方を比較したい。

【参考文献／References】中島義明, 川村智, 主観色の発生機構に関する実験心理学的諸研究の検討, 大阪大学人間科学部紀要 22.P1-P20, 1996



図1 ベンハムのコマの模様

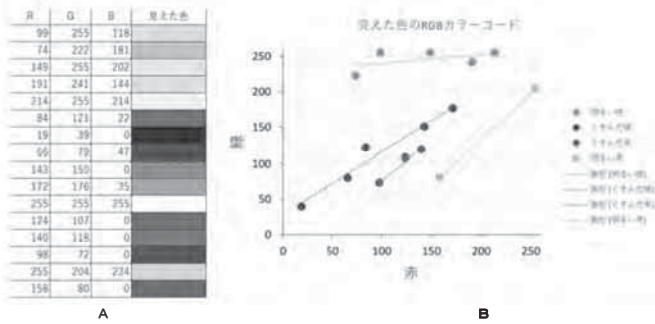


図2 主観色の数値化  
A コマの内側に見える被検者の主観色をRGBカラーコードの数値化して記録した。iPadの画面上の主観色を記録した。  
B コマの外側に見える被検者の主観色について赤：R、緑：Gのカラーコードの数値で散布図を作成した。

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】工藤玲楠

【メンバー／Member】堀越世愛, 紺野愛佳, 鈴木涼子, 林奈々葉

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】腕を使って高く跳ぼう

【背景／Background】走り高跳び、体操競技、バレーなど、「高く跳ぶ」ことは、様々な運動の中で重要となる要素である。特に「高く跳ぶ」動きの基本動作として、垂直跳びに着目した。垂直跳びについて、足の筋肉に着目したものや、男女での差異、技動作と跳躍力の関係、腕振り動作の効果などについて様々な先行研究がある。そのなかで、重りを持つことが跳躍動作に及ぼす影響に関する研究では、1kg、3kg、5kgの重りを手に持った場合を比較すると、3kgの重りを手に持ったとき跳躍高、初速度及び力積が統計的に有意に増加したことが報告されている。この研究では、手に持つ重りを変えた場合に、重りを持った被検者の質量も大きくなることで、同じ条件の跳躍とは言えないと考えた。そこで、私たちは、腕振り動作と重りの効果に着目し、被検者の質量を変えずに体と腕の質量比を変えて、垂直跳びの跳躍高の関係を調べることとした。

【目的／Purpose of the research】500gのリストウェイトを12個使用し6kgの重りを体につけ、重りのつけ方を、①6kgを腰につけ腕に重りをつけない場合、②5kgを腰につけ1kgを腕につけた場合、③4kgを腰につけ2kgを腕につけた場合、④3kgを腰につけ3kgを腕につけた場合、⑤2kgを腰につけ4kgを腕につけた場合、⑥1kgを腰につけ5kgを腕につけた場合、⑦腰に重りをつけず6kgを腕につけた場合の7つの区分で跳躍高を測定した。腕や腰、膝の角度をそろえて跳躍動作をカメラで撮影した。

【研究計画／Research plan】①6kgを腰につけ腕に重りをつけない場合の平均跳躍高が26.5cm (n=5)でもっとも低く、④3kgを腰につけ3kgを腕につけた場合の跳躍高が31.8cm (n=6)で最も高くなった。得られた跳躍高について、重りのつけ方①、②、③の跳躍高と④、⑤の跳躍高の間でt検定を行った結果、p値がそれぞれの組で0.01を下回り、有意差が認められた。④、⑤、⑥、⑦の跳躍高について有意差は認められなかった。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】6kgすべての重りを腰につけた場合と、3kgを腰につけ3kgを腕につけた場合では、後者の方が腕に跳躍高が高くなった。全体の質量を変えずに、腕の質量比を大きくすることで跳躍力が高まったことから、腕の振り動作が跳躍高を大きくしたと考えられた。重りのついた腕を振り上げた場合、肩関節を支点としたモーメントが働き、跳躍時の床反力が増大し、跳躍高が高くなったと考えられた。

【今後の展望／Future study plan】今後は、ArduinoでロードセルとHX711を用いた重量計をつくり、跳躍高と同時に床反力を測定し、垂直跳びに腕の振りがどのような影響を与えているかを評価したい。

【参考文献／References】  
1) 原 樹子, 跳躍における腕振り動作の効果に関するバイオメカニクスの研究, 東京大学博士論文, 2016年  
2) 金子 潤, 垂直跳びにおいて重りを持つことが跳躍動作に及ぼす影響, スポーツ科学研究, 2, 63-71, 2005年

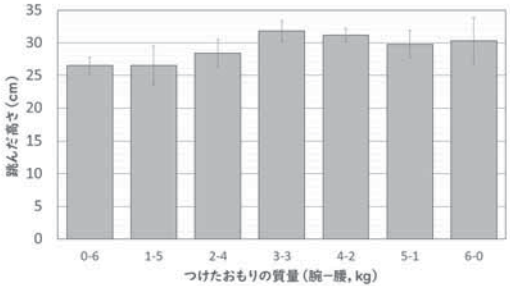


図1 垂直跳びにおける腕につけたおもりの影響  
1個500gのリストウェイトを12個使用し6kgの重りを体につけた。重りのつけ方を、0-6; 6kgを腰につけ腕に重りをつけない場合、1-5; 5kgを腰につけ1kgを腕につけた場合、2-3; 4kgを腰につけ2kgを腕につけた場合、3-3; 3kgを腰につけ3kgを腕につけた場合、4-2; 2kgを腰につけ4kgを腕につけた場合、5-1; 1kgを腰につけ5kgを腕につけた場合、6-0; 腰に重りをつけず6kgを腕につけた場合の7つの区分で跳躍高を測定した。重りのつけ方0-6、1-5、2-3の跳躍高と3-3、4-2の跳躍高の間でt検定を行った結果、p値がそれぞれの組で0.01を下回り、有意差が認められた。

#### 1 4. 宮城県古川黎明高等学校

**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry **医学・生物/Medical Science・Biology** 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

**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】 今野彩未

【メンバー/Member】 後藤沙絵、千葉まひる、向井楓花

**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】日本の医療保険制度が抱える問題とその原因について

【背景/Background】

私達は、将来、医療や福祉に携わりたいと考え、医療が抱える問題を調べていたところ、医療財政が厳しい状況にあることを知った。日本の健康保険制度は、ほとんどの人が保険料を払うことでいつも、誰でも、必要な医療サービスを少ない費用負担で受けることができる。制度維持のためにも、私達は何が医療財政を圧迫させているのか明らかにしようと考えた。

【目的/Purpose of the research】

私達は医療財政が厳しい状況にあることを知り、その原因を明らかにしようと考えこのテーマを設定した。財政圧迫の原因として、日本の三大疾病の治療費、癌などの継続的な治療を要する疾患の治療費、高齢化による医療費の増加の三つを仮説として立てた。

【研究計画/Research plan】

厚生労働省や日本医師会のデータベースから資料を収集し、年齢ごと、病気ごとに医療費を調べた。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

都道府県ごとの医療費と一般病院数、一般診療所数、死亡率、出生率、15〜65 歳以上人口割合について相関を調べたところ、どの項目もばらつきがあり、明らかな相関は見られなかった。生活習慣病などの疾患によって医療費が圧迫されていると予想し、傷病分類別診療医療費を調べると、悪性新生物の割合が最も高く、また全国傷病分類別推計外来患者数の割合を調べ、傷病分類別診療医療費のグラフで割合の高かった三つを見ると、筋骨格系及び結合疾患の外来患者数割合が三つの中で最も高く、次いで歯肉炎及び歯周疾患・虫歯、悪性新生物となっていることが分かった。医療費の割合は悪性新生物においては大きかったが、その他に、歯肉炎及び歯周疾患、虫歯、筋骨格系及び結合組織の疾患における割合も大きく大きかった。患者数の増加に伴い、医療費も増加していると考えられる。

【今後の展望/Future study plan】

悪性新生物が占める医療費の割合が大きいのに対して外来患者数が少ないこと、心疾患の外来患者数は多いが医療費割合が低いことに注目し、治療法と医療費について比較したい。

【参考文献/References】

厚生労働省 平成 29年度 国民医療費の概況  
厚生労働省 患者調査

16. 宮城県仙台第三高等学校

**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

**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】	柿本海琉
【メンバー/Member】	柿本海琉, 増田圭伸

**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】人工産卵床の開発を通したタナゴ類の産卵行動における進行条件モデルの考察  
～ゼニタナゴの保全に向けて～

【背景/Background】

ゼニタナゴ *Acheilognathus typus* (図 1) の繁殖形態は、秋に一度だけドブガイ *Sianodonta woodiana* (図 2) などの大型の二枚貝に卵を 100 個程度産み付け放精し、二枚貝内部で受精するというものになっている<sup>1)</sup>。その流れは多くのタナゴ類で共通している。<sup>1)</sup> (図 3) 稚魚は母貝内の狭いえらの中で口が形成されて餌採能力を得るまでの間活動量を低下させ (図 4) 越冬し、翌年の 4～5 月に浮出する。本種は外来生物や生息域の破壊、産卵母貝の減少などによって個体数・生息地が激減しており、2007 年 8 月には環境省レッドデータでその危機的状況から絶滅危惧 1A 類に指定された。

個体数を人工的に増やすために、伊藤ら<sup>2)</sup> は、自作した二枚貝の入出水の水流の強さと持続時間を模した人工産卵床に増やし、水温・日長・二枚貝由来の化学物質に加え、人為的な換水によるタイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus* (図 5) における産卵行動の誘発及び産卵を成功させた。大軒ら<sup>3)</sup> は、換水における要素を分析し、水温を一定にしつつ 5 分程度の低水压換水を行うことで、産卵行動の誘発には水压の変化が必要である可能性を示唆した。昨ら<sup>4)</sup> は、自作した二枚貝の入出水を模した人工産卵床ではなく外部フィルターからの入水口に産卵した事実から、人工産卵床における二枚貝の入出水の模倣は必ずしも必要ではないと結論付けた。

【目的/Purpose of the research】

先行研究を踏まえ、私たちは、タイリクバラタナゴにおける同様の人工産卵床と人工孵化装置<sup>5)</sup>を用いた人工繁殖の技術をより精査・確立させ、ゼニタナゴに活用し絶滅危惧種からの回復を実現することを最終的な目的とした。その実現に向けて以下の 3 つの目的を立てた。

まず、人工産卵床による産卵行動の誘因のしくみを更に明らかにするために、タイリクバラタナゴを対象にして適切な低水压状態の継続時間、及び産卵行動を効率よく誘発するオス・メスの組み合わせを明らかにすること。次に、タイリクバラタナゴで得た手法をゼニタナゴに活用し、産卵行動を誘発させること。最後に人工孵化装置の高換水化及び高行動制限化することを目的とした。以上の目的を踏まえ、以下の 4 つの仮説を立てた。

仮説 1-1: 低水压状態がより長ければ、より確実に産卵行動を誘発できる。

仮説 1-2: オスは大きいメスとペアを組みやすい。

仮説 2: タイリクバラタナゴにおける好条件を用いれば、ゼニタナゴでも産卵を誘発することができる。

仮説 3: フィルターからの水流が最もよく当たる近い場所の換水効率が高い。

## 15. 宮城県古川黎明高等学校

**分野／Areas** 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学/生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer		その他/Others( )	

**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】	大場友輔
【メンバー/Member】	菊地湊人，千葉千凜

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】	千葉美智雄
------------	-------

## 発表内容／Abstract of the Presentation

<p>【タイトル/Title】 水田の泥からメタン生成細菌を探索する</p>
<p>【背景/Background】</p>
<p>メタンガスは都市ガスの主成分であり、燃料として暮らしを支える一方、温室効果が二酸化炭素の約 21 倍にもなり、「地球温暖化防止に関する京都議定書」において排出量抑制の対象となっている。エネルギー資源を生成する細菌としての側面と、温室効果ガスを排出する細菌としての両面から、メタン細菌に着目し、環境中から新規にメタン細菌を見つけてその性質を調べ、社会に役立てる方策を模索する。酸素に弱く単離培養が難しいため、まだ環境中から新規のメタン細菌を単離できる余地がある。</p>
<p>【目的/Purpose of the research】</p>
<p>本研究では、水田の泥から新規にメタン細菌を見つけて出し、その性質を調べることを目的とする。</p>
<p>【研究計画/Research plan】</p>
<p>大崎市の水田から泥を採集した。有機物としてキャベツ、ピーマンの種、ニンジンの皮、ジャガイモの皮に水を加えてミキサーにかけ、ショ糖、塩化ナトリウム、炭酸水素ナトリウムを混ぜて pH を 8 付近に調整し、炭酸水用のペットボトルに入れて 37℃ で培養した。ペットボトルにはアルミバックを装着し、発生した気体を捕集した。メタンガスの測定は、Arduino とメタンガスセンサー MQ-4 を用いた自作の装置で計測した。</p>
<p>【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p>
<p>メタン細菌は嫌気性であり、酸素の存在はメタン細菌の生育を阻害し、メタンの発生を妨げる。炭酸水素ナトリウムは、溶液の pH を調整すると同時に二酸化炭素の発生で容器内に嫌気状態にすることができたと考えられる。およそ 2 週間後から泥の中から気泡が発生し、4 か月後にアルミバックに溜まった気体をメタンガスセンサーに吹きかけると、微量ではあるが可燃性ガスが確認された。</p>
<p>【今後の展望/Future study plan】</p>
<p>自作のメタンガス測定装置による定量化と合わせて、実際に捕集した気体が燃焼することを確かめた。目的のメタン細菌と嫌気共生する細菌群の割合を高くするため、野菜くずではなく酢酸を有機物として与えて培養を行っている。酢酸やプロピオン酸など限られた栄養の培地でメタンが生成する条件を見つけ、メタン細菌の単離につなげたい。捕集した気体中の二酸化炭素や硫化水素などを取り除くため、装置の改良を試みている。</p>
<p>【参考文献/References】</p>
<p>・井町 寛之, 酒井 早苗 水素濃度をコントロールしてメタン生成古細菌を分離する一嫌気共生培養系を用いた新規分離培養法— Journal of Japanese Society for Extraprophiles(2005)</p>

16. 宮城県仙台第三高等学校

【研究計画 / Research plan】ゼニタナゴの繁殖時期は秋に限られているため、先行研究と同様に、実験 1-1 ~1-3 には繁殖形態が似ており、且つ繁殖時期（春～秋）が長いタイリクバラタナゴを代用した。二枚貝の出入水の流れの強さを模した人工産卵床を製作した（図 6）。また、押水<sup>4)</sup>の観察を受け、実験 1-1 及び 1-2 では arduino を用いた水流ポンプの電源制御装置による出入水の持続時間の模倣を行わず、常時出入水が生じている状態にした。仮説 1-1 より、実験 1-1 を行った。出入水の持続時間を模倣しない人工産卵床を水槽に設置し（図 7）、水槽の水を半分～減らし水圧を下げ、長い水と水槽と同じ温度で保ち一定時間経過後に戻した。この水を戻す作業までの時間は、先行研究より、長い水圧低下時間で 3 分、1 日、30 分の中の 3 種類で行った。最後にその後の行動の変化を観察した。この実験は各 3 回行い、実験 1-2 のペア A を用いている。仮説 1-2 より、実験 1-2 を行った。婚姻色を呈した大きめのオスを 1 匹選出し、産卵管が十分に伸び産卵準備が整った 4 匹のメスと 4 つのペア（以下、ペア A, B, C, D）を作った。実験 1-1 で得られた結果より、最適な低水圧時間と実験 1-2 と同様の作業を 4 つのペアで各 3 回行った。実験 1-1、1-2 の結果を踏まえて実験 1-3 を行った。arduino を用いた水流ポンプの電源制御装置<sup>6)</sup>（図 8）による出入水の持続時間を模倣した人工産卵床を用い、水圧低下時間 30 分で最も高頻度で嚙み込みを行ったペア A を用いた。

仮説 2 より、実験 1-1 ~1-3 の結果を踏まえて、ゼニタナゴにおいて実験 1-3 に水溫低下処理を加えて、同様の実験 2 を行った。仮説 3 より、実験 3 を行った。二枚貝の鰓の構造を模した孵化装置を製作した（図 9）。製作した人工孵化装置に食紅を注入し、孵化水槽（図 10）内で人工孵化装置内の色が実験者 2 名の目視で確認できなくなるまでの時間を、孵化水槽の 18 か所それぞれ 3 回ずつ計って平均をとること、設置場所の違いによる装置の換水効率を比較した。

【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

実験 1-1 では、いずれの条件でも産卵・放精が確認できなかったが、水圧低下時間 30 分の実験で誘導、嚙み込みを確認することができた。（表 1）実験 1-2 では、産卵行動の頻度はペアによって違いが見られた。ペア A が最も多く誘導し、産卵床を嚙み込む様子が確認できた。しかし、いずれのペアでも産卵・放精を確認することはできなかった。（表 2）実験 1-3 では、産卵・放精及び受精が確認された。

実験 2 では、ゼニタナゴ特有の寄り添い行動、及び水溫低下処理により初めてオスの嚙み込みは観察されたが、メスの嚙み込み及び産卵・放精は確認されなかった。（表 3）実験 3 では、水深 4.5cm ではフィルターからみて右奥の地点で平均 17.7 秒を記録でき、この水深における最小値であった。そして水深 8.5cm の地点では右奥とその手前の数値が平均 11.2 秒を記録した。（図 11, 12）つまり、食紅水の色が抜けるまでにかかった秒数が短ければ短いほど、その人工孵化装置の換水効率が高いと言える。これらの結果より、実験 1 ~2 から世界で初めてタナゴ類の産卵行動の段階とその進行条件のモデルを考案した（図 13, 14）実験 3 より、孵化水槽内における人工孵化装置の適切な位置を明らかにすることができた。

【今後の展望 / Future study plan】実験 2 の結果から、ゼニタナゴにおける人工産卵床の出入水の適切な継続時間と流量を明らかにする。また、ゼニタナゴの産卵が確認された場合には、人工孵化装置の高換水率と高行動制限化を実証するために、卵を孵化装置に入れて飼育し孵化後稚魚の生存率を確認したい。さらに、これらの人工産卵床及び人工孵化装置は低コストで作ることができるため、将来的には伊豆沼・内沼サンチュエリアルセンターと共同し、宮城県内の小学校・中学校との里親制度を創出することで、地域の子どもたちも稚魚を増やすことができたため、環境教育の一環も担うことも今後目標の一つにしたいと考えている。

【参考文献 / References】1) タナゴ大全 赤井裕 他 2) アカヒレタビラの保全に向けて 伊藤玄 他  
3) アカヒレタビラの保全に向けて 大軒知也 他 4) アカヒレタビラの保全に向けて 叶一希 他  
5) 山台産アカヒレタビラの人工増殖法の開発ならびに環境教育活動の実践 棟方有宗 他  
6) Prototyping Lab 第 2 版 小林茂



図1 宮城県伊豆沼水系で採取したゼニタナゴ  
*Acheilognathus typus* (成魚:メス)  
(伊豆沼サンクチュアリセンターの協力により採取)

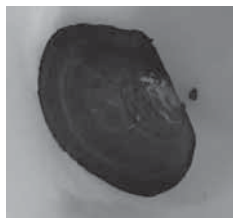


図2 ドブガイ *Sianodonta woodiana*

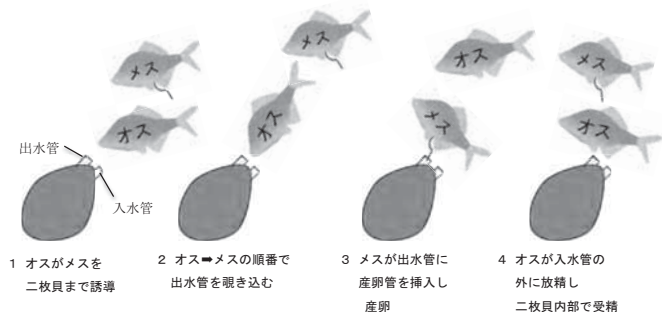


図3 産卵行動の流れ (模式図)  
貝の出入水を信号として産卵行動を行う



図4 二枚貝の内部構造 (模式図)  
中央部の櫛状の鰓(斜線部)の隙間に稚魚(点部)が収まり、  
行動が制限されている



図5 タイリクバラタナゴ  
*Rhodeus ocellatus* (成魚:オス)

表1 実験1-1 結果: 水圧低下時間と産卵行動 (タイリクバラタナゴ)  
低水圧期間が長いほど、産卵行動の段階は進まなかった。30分が最適な期間と考えられる。

産卵行動の段階	3日	1日	30分
1. 誘導	×	×	○
2. 覗き込み	×	×	○
3. 産卵・放精	×	×	×

表2 実験1-2 結果: 雌雄ペアと産卵行動 (タイリクバラタナゴ)  
オスの体長は60mm体高20mmなので、自らよりも大きいメスAに対して、最も産卵行動が見られている。

産卵行動の段階と回数(回/時間)	ペアA (メスの体長 65mm)	ペアB (メスの体長 52mm)	ペアC (メスの体長 45mm)	ペアD (メスの体長 45mm)
1. 1時間あたりの誘導回数	23	10	0	0
2. 1時間あたりの覗き込み回数	30	0	0	0
3. 1時間あたりの産卵・放精回数	0	0	0	0

表3 実験2 結果: 人工産卵床を用いたゼニタナゴにおける産卵行動の観察結果  
オスによる覗き込みが水温低下によって誘発された可能性が示唆された

産卵行動の段階と回数(回/時間)	ペア(条件) 試行回数 メスの体長 体高 (mm)	ペアA (水温低下無) 5回 80mm 25mm	ペアA (水温低下有) 1回 80mm 25mm
1. 寄り添い・誘導		○	○
2. 覗き込み		×	○
3. 産卵・放精		×	×

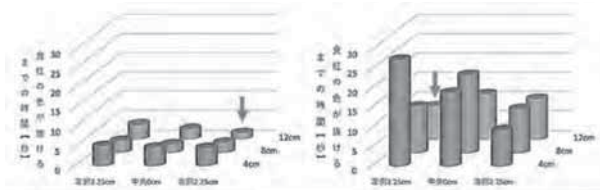


図11 実験3 結果: 人工孵化装置内の食紅の色が消失するまでの時間 (左: 水深4.5cm, 右: 水深8.5cm)

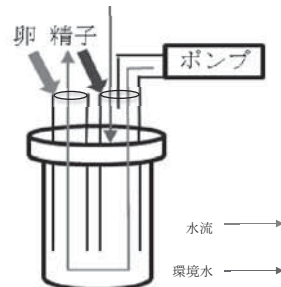


図6 人工産卵床 (模式図)  
ポンプからの水流が環境水を巻き込んで  
吸い込む仕組みになっている。

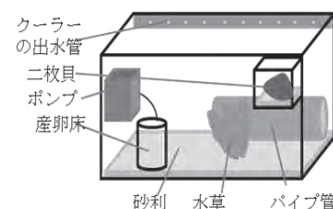


図7 人工産卵床実験水槽 (模式図)  
二枚貝は通水性のケースで隔離してある

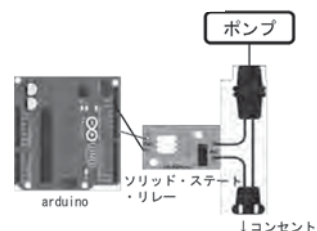


図8 Arduinoを用いた水流ポンプの電源制御装置 (模式図) (左)と Arduinoに用いたスケッチ(右)  
Arduino とソリッド・ステート・リレーによってポンプのオン・オフの時間を制御している。

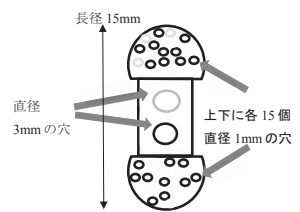


図9 人工孵化装置 (模式図)  
キャップには開けられる最大数の穴を開けた。

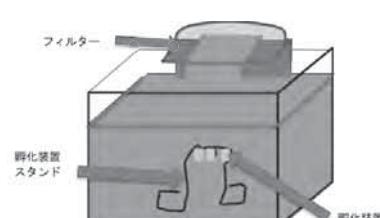


図10 人工孵化装置の実験水槽 (模式図)  
3つの人工孵化装置を並べて、実験を試みた。

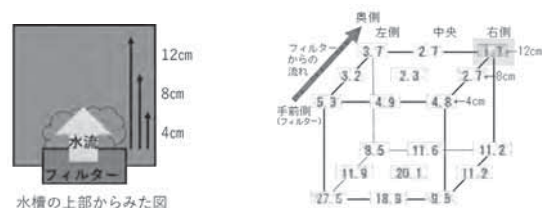


図12 実験3 結果まとめ: 人工孵化装置を上から見た模式図(左)、実験3の結果まとめ(単位:秒)(右)  
水槽内の水流は複雑ではあるが、フィルターからの距離が離れている地点の方が換水効率が高い傾向が見える。

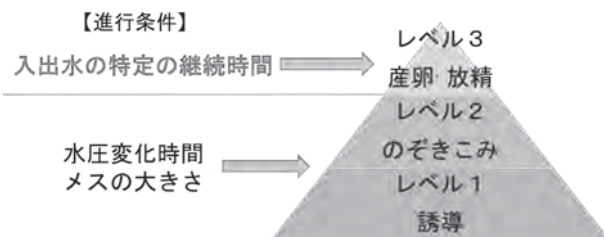


図13 タイリクバラタナゴにおける産卵行動の段階とその進行条件モデル  
世界で初めてタイリクバラタナゴの産卵行動の段階とその進行条件のモデルを考案した。

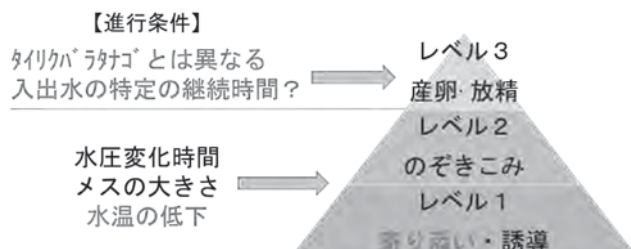


図14 ゼニタナゴにおける産卵行動の段階とその進行条件モデル  
ゼニタナゴではタイリクバラタナゴとモデルが一部異なると考えられる。  
また、タイリクバラタナゴでは観察できなかったオスがメスに寄り添う「寄り添い行動」が観察できた。



1 7．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】三浦誠鈴

【メンバー／Member】三浦誠鈴 渡辺瞳 山崎瑚々那

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】金澤俊範

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】河川浸食と私たちができる防災対策

【背景／Background】  
北海道の釧路湿原上流部では多くの河川が農地開発や洪水対策のために直線化し、ヨシ・スグ類からハンノキに  
植生が変化している。

【目的／Purpose of the research】  
調査場所を河川に絞り、宮城県内での都市化による河川の植生変化をハンノキの有無を目安として調査する。また  
調査場所の河川に対して私たちができる防災対策を考える。

【研究計画／Research plan】  
河川敷が公園として利用され、私たちでも簡単に立ち入りができ、県内でも知られる都市化している場所にも流  
れている七北田川、広瀬川の２箇所と東日本大震災震澤で大きな被害を受けた蒲生を調査対象として、実際に訪  
れハンノキの有無を調べる。また、対象とする河川の周囲の環境から起こりうる災害等を予測し、高校生の私た  
ちでもできる防災対策を知識や経験、参考文献を通して考える。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
《各河川の植生変化の有無について》  
七北田川：ハンノキなし。植生はヨシ、ススキ群落から河川津波の影響で雑草群落へ変化。  
広瀬川：ハンノキなし。粘性の高い泥土があるためヨシ群落やヤナギ群落が多く存在する。  
蒲生干潟：調査ではハンノキは確認できなかった。  
しかし、文献からは震災後にハンノキが確認できており、わずかの植生変化もある。  
《各河川の防災対策について》  
七北田川：周りが住宅地で、車通りも多く、河川敷公園として利用されているが川に対する注意書きがないた  
め、周辺住民への注意喚起が必要。東日本大震災では河川津波、過去には洪水が起こっていて、特に今後再び大  
きな洪水が起きると外水氾濫による被害も発生する可能性がある。  
広瀬川：河川敷が小さな球場や公園として利用されているが河川と公園との高低差がなく簡単に河川に近づける  
ため小さい子供は特に注意が必要。七北田川と同様に東日本大震災で河川津波が発生しており、過去の災害歴か  
ら洪水、氾濫の危険がある。  
蒲生干潟：周囲には工場が建てられ、次の津波被害に備えて高台を表すパネルが貼り付けてある場所が多数。車  
通りが非常に多いため、津波から避難するときには複数人数での適切な判断と避難行動が必要になると考える。

1 8．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】小畑唯花

【メンバー／Member】小畑唯花 大貫藍子 佐藤力成 岩城和比己 阿部敬太 下田祥太

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】金澤俊範

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】なぜスロープは採用されにくいのか。

【背景／Background】  
街には、いろいろなところにバリアフリーデザインが導入されている。しかし、スロープは老人ホームなどの  
介護施設で採用されづらい傾向がある。一見、利用しやすいように見えるスロープの採用率が低い原因は何  
なのか。このことを明らかにするために私たちは実験、考察を行った。

【目的／Purpose of the research】  
私たちは、採用率が低い要因として、〈安全面〉〈スペース面〉の二つの点において問題があるのではないかと  
考えた。この二つの要素が、スロープの採用率にどう影響しているのかを明らかにしたい。また、スロー  
プをもっと介護施設等に導入していきたい。

【研究計画／Research plan】  
〈安全面〉に関しては実験 1、〈スペース面〉に関しては実験 2 の実験を行った。  
実験 1：角度に応じた介護者側の負担について  
[内容]：準備物は、車いす、木の板、おもり (50kg)、角度測定アプリ。  
方法は、木の板で、0 度、3 度、5 度、10 度の坂を作り、男性は 16 歳、32 歳、67 歳、女性は 40 歳、69 歳の合わせ  
て 5 名の方に協力してもらい、次の 2 つのパターンで坂を上ってもらった。  
①おもりを乗せた車いすを押してもらう  
②車いすに乗って自走してもらう  
実験 2：長さに応じて必要な面積について  
[内容]：準備物は、発泡スチロール、角度測定アプリ、カッター。  
方法は、「長さ 50cm～150cm、横幅 130cm のスロープ」を発泡スチロールで 10 分の 1 のサイズに作り、底面  
積の値を測って、実寸大に戻すという作業を行った。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
（実験 1 の結果）  
角度が低いほど、また、年齢が若い人ほど坂を上るときに安定して上ることができていた。反対に、高齢者  
は安定性が低く事故が起こりやすい、また、介護者の負担が増えてしまう可能性が高いことがわかった。  
（実験 2 の結果）  
長さを伸ばすほど角度が低くなり、底面積が大きくなることがわかった。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
二つの実験から分かるように角度が低くなると実験 1 から分かるように安全性が高くなる。しか  
し、実験 2 のとおりスペースを取ってしまうので使いづらい。つまり、〈安全面〉と〈スペース面〉  
を良い条件で両立させられないことがスロープの採用率が低い理由だと私たちは考えた。

【今後の展望／Future study plan】  
屋内では、採用が難しいので屋外での利用を考えていきたい。

【参考文献／References】  
・スロープの選び方 | イーストアイ（株）  
・スロープを設ける際の基礎知識/ファミリー庭園

1 7．宮城県多賀城高等学校

【今後の展望／Future study plan】  
実際の調査と文献から七北田川、広瀬川にハンノキはなかったがヨシ群落があり公園として両方が利用されてい  
るため、人工的にハンノキが伐採された可能性があることから七北田川と広瀬川でも都市化は始まっていると思わ  
れる。また、七北田川、広瀬川ともに過去に大災害があり、今後また大災害が起きた場合、今回調査した場所は  
全て大規模な河川津波や水害に見舞われる可能性が考えられる。しかし、河川侵食によってハンノキが増えると  
防災林となることが期待されるため、今後は侵食作用とハンノキは本当に関係があるのかを調べ、河川津波への  
対策にハンノキが利用できるか調査したいと考える。

【参考文献／References】  
「東北地方太平洋沿岸地域植生・湿地変化状況調査 調査報告書」平成 26 年 3 月  
逆流する津波―河川津波のメカニズム・脅威と防災― 今村文彦著  
https://www.env.go.jp/press/pressfiles.jsp23305.pdf  
https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/357578.pdf

1 9．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】大泉 快晴

【メンバー／Member】大泉快晴 山中康陽 及川瑛斗 鈴木敦也 村上天心 宮川直士

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】塗田 永美

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】髪の毛の不思議 ～くせ毛を添えて～

【背景／Background】  
班員の中にくせ毛の者がおり、何故人によって髪質が直毛とくせ毛で違うのか気になった。  
また、どうすればくせ毛を直せるか調べているうちに髪の毛の構造、特に毛根の形の違いに気づき、  
面白いと思うようになった。

【目的／Purpose of the research】  
友人 31 人の協力のもと毛根付きの髪の毛を 1 本提供してもらい検鏡する。さらに高校生 74 人の協力の  
もと髪質、色、遺伝についてアンケートをとり分析する。

【研究計画／Research plan】  
1. 友人 31 人の協力のもと、髪の毛の毛根の形を光学顕微鏡で検鏡し、直毛とくせ毛また、くせ毛ごとの種  
類を表にまとめる。  
2. 高校生 74 人の協力のもと直毛とくせ毛の遺伝的な要素、髪の毛と瞳（虹彩）の相関関係についてアンケ  
ートを実施する。  
3. パーマ・縮毛矯正の原理について調べる。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
1. 直毛とくせ毛の割合は同じで、そのうち、くせ毛の人の全員が波状毛という種類に分けられた。  
2. 髪の毛と瞳（虹彩）の色は相関関係があり、髪質は主に両親から)遺伝しやすい事が確かめられた。  
3. 髪の毛は自然とは治らず薬品のみで変えられることが確かめられた。

【今後の展望／Future study plan】  
色の遺伝子が常染色体の上にあることが分かったので、今後のアンケートで男女ごとに聞き、色は男女に  
ついて関係ないということを検証したい。

【参考文献／References】  
1. https://first-genetic- E39f81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%69%E3%80%82  
2. https://kamiu.jp/post-9351/  
3.https://www.lebel.co.jp/laboratory/column/3930/

2 0．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer			
その他／Others( )			

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】	柏木幸男
【メンバー／Member】	安達啓太 相澤佑 安部絃亮

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	塗田永美
------------	------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	環境調査活動から学ぶ環境保全の取り組み
【背景／Background】	昨年 10 月に株式会社青葉環境保全様主催の「自然環境調査をもとにオリジナル環境情報図を作成してみよう」の体験活動を株式会社エコリス様の協力のもと参加してきた。樽木ダム B 地区公園にて生物の調査を行い、そこに生息する生物をどのように保全していくかを考察していくプログラムであった。
【目的／Purpose of the research】	植物、魚類、底生生物、鳥類、昆虫、両生類・爬虫類・哺乳類の生態調査をしたことをもとに環境情報図を作成しどのように環境を保全するか、どのように人間の活動と両立していくかを考察しできる対策をたてる。
【研究計画／Research plan】	1) 樽木ダム B 地区公園にて鳥類班として鳥類の生態調査を行い、鳥の鳴き声や実際に双眼鏡等で目撃することで種を判別する。 2) そこから絶滅危惧種などの重要種、または特定外来生物であるもの調べ、現地調査一覧表を作る。 3) 上述した 6 つの班のデータを総合し、環境情報図を作成する。 4) 仮想の事業計画を立て、環境アセスメントについて考え、人間の活動と環境保全の両立ができる工事プランを考える。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	鳥類班では重要種 6 種、特定外来生物 1 種を確認した。また、観測した全ての生物が仮想の事業において生態系の変化などの影響が起り得ることが発覚した。そのため、大規模な工事を行う前に生態調査をおこない、場合によっては回避、低減、代償のいずれかの処置が必要になる。また、工事中にも騒音対策など環境へ配慮した行動も必要である。しかし、このような対策を行っても人間の活動が環境の片方ないしは両方の犠牲が必要不可欠になってしまう。
【今後の展望／Future study plan】	今ある道路などは自然の犠牲のもとにあること。それには人間側の現実的な事情があること。そして自然に影響のあるものを作るときは自然の環境の保全と人間側の事情をうまく両立していかなければならないということを伝えていきたい。
【参考文献／References】	http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0906pdf/ks090605.pdf 環境省レッドリスト 2020 https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/20150.html 宮城県の希少な野生動植物-宮城県レッドリスト 2021 年版-

2 2．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer			
その他／Others( )			

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】	高橋ひなた
【メンバー／Member】	工藤万柚 佐々木凜

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】	クリオネ観察日記～長生きさせるための条件～
【背景／Background】	2021 年 3 月 4 日に北海道滝川高等学校からクリオネが多賀城高校に届いた。前年度の飼育情報よりクリオネがどのような条件で長生きするのか興味を持った。
【目的／Purpose of the research】	昨年と同様にクリオネを飼育したが、クリオネが夏を迎えることはできなかった。そこで今年は多高祭(多賀城高校の文化祭)が行われる 8 月 26 日、27 日にクリオネを公開できるようにその日まで生かすことを目的とし実験を行った。
【研究計画／Research plan】	1)5 尾のクリオネをオホーツク海の海水を用いて個別にピーカーに収容し、恒温機において 2℃で飼育する。(5 月 7 日から実施) 2)飼育区②～⑤において、オホーツク海の海水から代々崎浜(宮城県七ヶ浜町)の海水へと 15 日間かけて全換水する。なお、飼育区①はオホーツク海の海水を用いている。 3)クリオネを飼育している飼育海水の種類(オホーツク海と代々崎浜)や飼育水量で違いが見られるか経過観察する。(実験は全換水終了後の 5 月 21 日から開始)
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	飼育区①と⑤の比較より、飼育海水の違いよりも水そのものの汚れの影響が大きいく。飼育区② ③ ⑤の比較より、飼育水量が最も小さい②が、その次に小さい③においてクリオネが動かなくなったが、⑤は現在でも生存していることから、飼育水量が大きいほどストレスなく長期間飼育することが可能となる。飼育区④と⑤の比較より、換水はあまり影響がなく、そのことよりも飼育水量が長期飼育には大切であることが分かった。
【今後の展望／Future study plan】	体験施設では、クリオネに餌として細かくしたアサリを与えたところ、食べたという情報があったので、もし再びクリオネを飼育する機会があれば、クリオネにアサリを与えようとするか、また他の貝を与えようとするのか、与える時の餌の状態によって食べるのか食べないのかなどを調べたい。
【参考文献／References】	1) 北海道滝川高等学校科学部。クリオネの飼育方法。 2) 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター http://www.icrc.aori.u-tokyo.ac.jp/archipelago_Clione.html 3) 市場魚貝類図鑑 https://www.zukan-bouz.com/ 4) 白尻水産研究所 https://www.hokudai.ac.jp/ 5) 浜名湖体験学習施設ウオット https://ulotto.entetsuasist-dms.com

2 1．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer			
その他／Others( )			

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】	鈴木侑太 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																				
【背景／Background】	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。																				
【目的／Purpose of the research】	平山ら(2016)により福島県会津若松市での生息が報告されているが、今回の宮城県多賀城高校におけるマクラギヤスデの生息確認により、生息の北限はどの辺りまで北上できるのかを調査・研究する。																				
【研究計画／Research plan】	宮城県内における調査対象地を検討する。必要に応じ、管理組合等に連絡して調査の可否を確認する。現地に足を運び、マクラギヤスデを採集し、体長や雌雄、令数を記録した後リリースする。岩手県内でも同様である。																				
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	マクラギヤスデの分布は関東以西とされてきたが、多くの個体が宮城・岩手の両県から採集された。今回実施した生息調査において、Ⅶ令幼生や成体の他、各種幼体も確認した。その中で繁殖の時期にかかわらず、幼体最終令のⅦ令幼生が採集されることは、この地で越冬していることを示している。今回の調査からマクラギヤスデが宮城県のみならず岩手県でも繁殖・生息していることが分かった。岩手県内における調査結果を表に示す。 <table><tr><th>調査対象地</th><th>岩手県宮古市 陸奥大学</th><th>岩手県宮古市 陸奥大学</th><th>岩手県宮古市 陸奥大学</th></tr><tr><td>調査日</td><td>2021年6月10日</td><td>2021年6月10日</td><td>2021年6月10日</td></tr><tr><td>調査結果</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>備考</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td></tr><tr><td>合計(確認)</td><td>1</td><td>4</td><td>2</td></tr></table>	調査対象地	岩手県宮古市 陸奥大学	岩手県宮古市 陸奥大学	岩手県宮古市 陸奥大学	調査日	2021年6月10日	2021年6月10日	2021年6月10日	調査結果	0	4	0	備考	1	0	2	合計(確認)	1	4	2
調査対象地	岩手県宮古市 陸奥大学	岩手県宮古市 陸奥大学	岩手県宮古市 陸奥大学																		
調査日	2021年6月10日	2021年6月10日	2021年6月10日																		
調査結果	0	4	0																		
備考	1	0	2																		
合計(確認)	1	4	2																		
【今後の展望／Future study plan】	盛岡市において日平均最低気温が 1 月・12 月で 0.2℃であることから、これを参考により北方に位置する青森県において生息調査を実施したい。																				
【参考文献／References】	・山和宏, 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. ・井清, 大塚待子, 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. ・辺力著. 2001. 「多足類読本」, 192pp. 東海大学出版会. 神奈川																				

2 3．埼玉県立熊谷西高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer			
その他／Others( )			

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】	関澤樹里
【メンバー／Member】	小川舞花 藤高小春 町田あかり

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	竹内公彦
------------	------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	放線菌を用いた農業作成
【背景／Background】	放線菌(actinomycetales)は、主に土壌中に生息するグラム陽性細菌の 1 つであり、抗生物質を生産するものが多く存在する。しかし、抗生物質には副作用を及ぼすものも多くあり、薬焼け症状や生育障害と言った副作用は植物体にも影響を及ぼす可能性が懸念されている。私たちは、放線菌を利用して植物体への悪影響を克服した農業を開発できないかと考えた。その結果、先行研究(参考 1)では、以下の二点がわかっている。 ① 小松菜から炭疽病を引き起こす病原性糸状菌の単離に成功した。 ② 植物内生放線菌から糸状菌に有効な株は見つからなかった。 そこで次に、捜査範囲を植物体内から土壌へ範囲を広げ、液体培養可能な株の抽出までを行った。(参考 2)
【目的／Purpose of the research】	抗真菌性を示す放線菌を土壌中から発見することができれば、その土壌で育った植物内にも同様の特徴を持つ放線菌を単離できると考えられる。植物体で共生している放線菌を分離することで、植物体に対して副作用が少ない農業の開発を目指す。
【研究計画／Research plan】	【実験 1】学校内の 18 カ所から土壌を採取し(地図)、1～2 週間 HV 寒天培地(表 1)で培養して放線菌を分離した。生えたコロニーを SY 寒天培地(表 2)で単離した。 【実験 2】単離した放線菌に抗真菌性があるかどうかを 1 次スクリーニング(抗菌試験)で調べた。1 次スクリーニングには、放線菌が培養された寒天をストローでくり抜きのせるアガービース法を用いた。活性を示した株については阻止円を測った。 【実験 3】1 次スクリーニングで抗真菌性を示した株の 2 次スクリーニング(液体培養)を行った。2 次スクリーニングには、液体培養した溶液をペーパーディスクに染み込ませるペーパーディスク法を用いた。活性を示した株については阻止円を測った。 【実験 4】さらに抗真菌性を示した株に対して、3 次スクリーニング(脂溶性抗菌物質の選定)を、他大学に委託した。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	【実験 1】HV 寒天培地で分離した株の総数 162 株の内、放線菌の単離に成功した株は 110 株だった。単離できなかった 52 株の中にはコンタミネーションによって単離できなかった株も含まれる。 【実験 2】単離に成功した 110 株の内、抗菌活性を示した株は 41 株だった。

2 3．埼玉県立熊谷西高等学校

【実験 3】さらに【実験 2】の中から液体培養ができた株は 13 株だった。 【実験 4】その内 5 株を他大学に委託し、脂溶性抗菌物質の有無を調べてもらったところ、いずれも活性が見られなかった。 先行研究より、放線菌が校舎の北西側に集中しているため、外部の畑から放線菌が風に乗って流れ着いているのではないかと考えた。そこで、校舎の北西側 18 ヶ所を土壌採取場所として定めたが、実験の過程でコ ンタミネーションが多く発生した。これは採集場所の土壌中に放線菌の他に違う微生物や菌も育ちやすい環 境下だったからではないかと思われる。 また、162 株も分離したにも関わらず単離数・活性を示した株が少ないのは、分離を始めたのが 11 月～12 月の寒い時期だったからではないかと考えた。放線菌は土壌中で有機物を分解する役割を担っているが、(参 考 3)冬の寒い時期だと分解する有機物が少ないため放線菌が活性化しないからだと考察する。
【今後の展望／Future study plan】 今後も土壌中の放線菌を分離・単離していき、抗菌菌性を示す放線菌をより多く生産する時期や場所を探 していきたい。 今回、阻止円を測っていく中でほとんどの阻止円の値が変化なしまたは減少傾向にあり、阻止円の大きさ や阻止した日数もそれぞれ異なることから、時間の経過により抗菌菌性の効力が弱まっているのではないかと 考えられる。今後も以上のことをスクリーニングしつつ確認、考察していきたい。
【参考文献／References】 参考 1 『植物病原性糸状菌に有効な微生物由来農薬の開発研究』 有馬樹 及川拓郎 小川岳祐 小池泉美 中嶋完衛 (2017) 参考 2 『放線菌を用いた農業作成』 吉田菜由 高橋蒼空 山田桃子 関澤樹里 (2020) 参考 3 『不思議な微生物、放線菌』 宮道慎二

2 3．埼玉県立熊谷西高等学校

対象	名称	薬品名	濃度
放線菌 単離培地	HV	腐食酸	Humic acid 0.10%
		リン酸水素二ナトリウム	Na2HPO4 0.05%
		塩化カリウム	KCl 0.17%
		硫酸マグネシウム七水和物	MgSO4・7H2O 0.005%
		硫酸第一鉄	FeSO4 0.001%
		炭酸カルシウム	CaCO3 0.002%
		シクロヘキシミド	Cycloheximide 0.005%
		寒天	Agar 1.80%

表 1 HV 寒天培地の組成表

対象	名称	薬品名	濃度
放線菌 (培養培地)	SY	可溶性でんぷん	Soluble starch 1.00%
		乾燥酵母エキス	Yeast ext. 0.10%
		NZアミン	N-Z amine 0.10%
		寒天	Agar 1.50%

表 2 SY 寒天培地の組成表



地図 学校内 18 ヶ所土壌採取分布図

2 4．桜丘高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry <b>医学・生物／Medical Science・Biology</b> 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】菊を用いた組織分化実験 【背景／Background】 ・ 緑生生物は分化している細胞を分化していない細胞にすること（脱分化）が比較的安易で、この性質を持ち身近にある菊の花を用いた。 細胞分裂は細胞が情報をコピーにコピーを繰り返しており、その情報は途中で劣化していく。そこで分化を使い、分化に分化を重ねるうちに奇形な菊が生まれるのではないかと仮定をおき実験を行う。 【目的／Purpose of the research】 ・ 蘭などの入手困難な花を少量で増やす。 【研究計画／Research plan】 ・ 菊の花を埋める初代培地（1L）の製作を行った。 MS 培地、カイネチン（分化の促進）0.1 mg、BA（球根の休眠打破）10 mg、IAA（熟期促進）10 mg、ショ糖 30 g、ゼラチン 50g、1L になるように水を入れ、ゼラチンがとけるように温めながら混ぜ、試験管の七分目くらいまでいれ固めた。 ・ 満開 3 日前ほどの菊の花を採取し、次亜塩素酸ナトリウムで表面殺菌をして滅菌水でゆすぎ、5mm くらいに切断をおこない培地に半分埋め込む。これを 6 本製作する。 【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 ・ 6 本中 1 本が分化に成功し、2 本が試験管内に菌が発生してしまい、残りの 3 本は変化が見受けられなかった。 おそらく次亜塩素酸ナトリウムでの殺菌時間が長く、殺菌の際に次亜塩素酸ナトリウムが細胞を傷つけてしまったのだと考えている。 【今後の展望／Future study plan】 ・ 分化してできた菊の花を用いて、さらに分化し観察を行う。 ・ 成長ホルモンの量、環境下を変えて実験を行う。 【参考文献／References】 大澤勝次 久保田旺 植物バイオテクノロジー 社団法人農山漁村文化協会 吉里勝利 改訂 生物基礎 株式会社 第一学習社

2 5．三田国際学園高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics <b>化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology</b> 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】遠藤 楓 【メンバー／Member】小松 莉愛 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】紫色色素生産を指標とした効率的な物質生産に適するプロモーターの探索 【背景／Background】 今まで生理活性の高い抗生物質が数多く発見されているものの、抗生物質生産菌による絶対的な生産量が少なく、実用化できていないものも多い。このような抗生物質を実用化するためには、有機化学的手法で目的化合物を合成する手法が一般的であるが、近年では様々な化合物を大量に生産する微生物に、これらの抗生物質合成遺伝子群を導入して生産力を向上させる、いわゆる異種発現による抗生物質生産を行う報告例が増えてきている <sup>[1]</sup> 。 【目的／Purpose of the research】 生理活性が高いにもかかわらず、生産量が小さく実用化できていない抗生物質を作り出す遺伝子クラスターには遺伝子の転写方向が同一で、全ての生合成酵素群が 1 つのメッセンジャー RNA (mRNA) からポリシストロニックに翻訳されるものも少なくない。そこでこのような生合成遺伝子クラスターで生産される抗生物質を効率的に生産させるためのプロモーター配列を探し出すことを目的に研究を展開している。 【研究計画／Research plan】 【実験①】 物質生産に適したプロモーター探索を行うにあたって土台となる生物種として、最も遺伝子操作が行いやすい大腸菌 <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ) を選択した。本研究では化合物の生産量を吸光度のみで容易に見積もれるようにするため、紫色の色素であるヴィオラセイン (violacein) の生合成遺伝子クラスター ( <i>vio cluster</i> ) を用いた。このクラスター中に存在する遺伝子群は全て同一方向を向いており、さらにこれらの間にはターミネーターと思われる遺伝子配列も存在しないため、5'-末端に存在する 1 つのプロモーター配列のみでその生産量をコントロールできることが予想された。また、供与頂いたヴィオラセイン大腸菌異種発現系 <sup>[2]</sup> ( <i>E. coli</i> BL21(DE3)/pET28a:: <i>vio_cluster</i> ) には、大腸菌でのタンパク質異種発現で一般的に使用されるイソプロピル-β-チオガラクトピラノシド (IPTG) 添加で転写制御できる T7 プロモーター発現系が遺伝子クラスター上流にあったため (図 1)、まずはこの遺伝子発現系でのヴィオラセイン生産量を測定することにした。 【実験②】 【実験①】においてヴィオラセインの抽出を行うとき、超音波ホモナイザーによる細胞破碎処理を行っていたが、1 つのサンプルの処理に 10 分から 30 分要するため、多検体処理の効率が悪かった。そこで有機溶媒 (酢酸エチル) のみの使用で十分なヴィオラセイン抽出が行えるかどうかを検討、比較した。



【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

【実験①の結果】

図2に示す手法でT7プロモーター発現系でのヴィオラセイン生産量を何回か測定したが、安定した数値を得ることができなかった(図3)。一方同時期に行った実験で得られたヴィオラセイン生産量は概ね同じであった。この結果は前培養段階の大腸菌量の差とIPTG添加のタイミングの違いが、ヴィオラセイン生産量に大きく影響したことを示唆している。また、IPTG添加後の培養時間によるヴィオラセイン生産量には大きな差が見られなかった(図3)。これは発現誘導後の24時間以内に大腸菌内がヴィオラセイン飽和となり、それ以上の化合物生産を行わなくなったことが原因と考えられる。

【実験②の結果】

超音波ホモジナイザーによる細胞破碎処理を行ったあとにヴィオラセインを酢酸エチルで抽出した場合と、緩衝液に菌体を懸濁し、酢酸エチルのみを用いてヴィオラセインを抽出した場合、また培養液に直接酢酸エチルを加えて抽出した場合でヴィオラセインの収量を測定した。その結果、見かけの収量が最も大きかったのは、培養液に直接酢酸エチルを加えてヴィオラセインを抽出した場合であった(図4)。ただし、これは酢酸エチルに培養液の成分も含まれてしまったために生じた結果だと考えられる。一方、緩衝液に菌体を懸濁後、酢酸エチルのみで抽出した場合には、超音波ホモジナイザーによって細胞破碎した場合より見かけの収量が小さかった。ただし総括すると、各抽出法によってヴィオラセインの収量にあまり大きな差は見られなかった。

【今後の展望／Future study plan】

ヴィオラセイン生産量測定で安定した数値を得るため、前培養段階で大腸菌量を揃えたうえで、IPTGによる発現誘導を行うことを検討している。また、ヴィオラセイン大腸菌異種発現系のプロモーター領域を、 $\lambda$ -RED相同組換え、Gibson Assembly<sup>[3]</sup>を用いてT7プロモーターとは別のプロモーター領域に置き換え(図5)、ヴィオラセイン生産量を測定し、比較しようと考えている。

【参考文献／References】

[1] M. Komatsu, K. Komatsu, H. Koiwai, Y. Yamada, I. Kozono, M. Izumikawa, J. Hashimoto, M. Takagi, S. Omura, K. Shin-ya, D. E. Cane, H. Ikeda, *ACS Synth Biol* 2013, 2, 384–396.

[2] X. Zhang, K. Enomoto, *Appl Microbiol Biot* 2011, 90, 1963–1971.

[3] D. G. Gibson, L. Young, R.-Y. Chuang, J. C. Venter, C. A. Hutchison, H. O. Smith, *Nat Methods* 2009, 6, 343–345.

viaA

viaB

viaC

viaD

viaE

T7プロモーター

図1: ヴィオラセイン(violacein)生成遺伝子クラスター

E. coli BL21 (DE3)pET28a::vio\_cluster

preculture  
LB 5 mL, containing kanamycin (50  $\mu$ g/mL)  
37 °C, 200 rpm, overnight

main culture  
LB 100 mL, 4 flasks, containing kanamycin (50  $\mu$ g/mL)  
37 °C, 200 rpm, until OD<sub>600</sub> = 0.6–0.8

+ IPTG, final 0.1 mM

16 °C, 200 rpm, 1 day or 2 days

harvest (wet cell average 0.53 g/100 mL culture)

lysed by sonication

extracted with EtOAc

Evaluation of violacein yield with BioDrop

図2: T7プロモーター発現系を用いたヴィオラセイン生産力価の測定

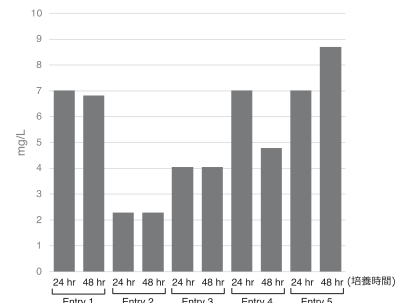


図3: T7プロモーター発現系によるヴィオラセイン生産量の測定結果 (実験①)

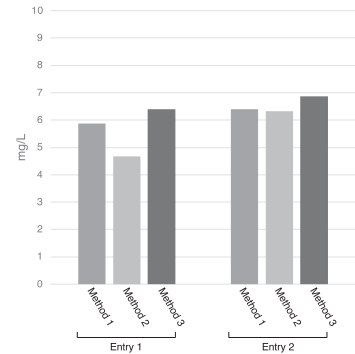


図4: 抽出法によるヴィオラセインの収量比較 (実験②)

Method 1: 超音波ホモジナイザーによる細胞破碎処理後に酢酸エチルで抽出

Method 2: 緩衝液に菌体を懸濁し、酢酸エチルのみを用いて抽出

Method 3: 培養液に直接酢酸エチルを加えて抽出

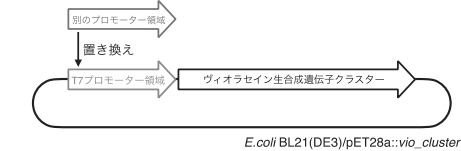


図5: ヴィオラセイン生成系のプロモーター交換

ヴィオラセインの生成に関わる遺伝子群(viaA-viaE)は全て同一方向であり、これらの間に転写を終了させるターミネーター配列も見られないため、viaA遺伝子上流のプロモーター部分を操作すれば、遺伝子クラスター全体の発現とヴィオラセインの生産量を制御できると考えられる。

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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】宮田絹江

【メンバー／Member】松山翠華 宮田絹江

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】ミドリムシを用いた水耕栽培は植物の種類によって成長に差が出るのか

【背景／Background】先行研究より水耕栽培において、栽培液にミドリムシを含んだ溶液を使用した場合、ミドリムシを含まない溶液を使用するよりも植物が成長することが確認された(図1)。同時にミドリムシの光合成による酸素供給が原因ではないことが示されている。つまり、ミドリムシには植物を成長させる効果があり、これを植物成長促進効果と呼んでいる[1]。しかし、この植物成長促進効果はどのような種の種類において効果が高いのか詳細が分かっていない。そこで本研究では、植物成長促進効果をより受ける植物を明らかにすることを目的とした。

【目的／Purpose of the research】世界各国で貧困による飢餓が発生し、問題となっている。また近年世界的に人口が増えていることと同時に、様々な気候変動により植物の生産が落ち込んでいる[2]。その為、今後さらに世界で食糧を生産することは困難となり、需要に生産が追いつかず現在よりも飢餓問題が広がる可能性が示唆されている。そこで土壌で栽培するよりも2倍早く栽培できる水耕栽培が注目されている[3]。その水耕栽培を従来の栽培方法よりも効率よく行うことで飢餓問題を解消できるのではないかと考えた。

【研究計画／Research plan】①国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構から提供していただいた Euglena gracilis を継代し、継代した培養液を1 mL、HUT培地5 mLの割合でミドリムシ溶液を作成した。②イオン交換水485 mLにそれぞれ15 mLずつミドリムシ溶液と、HUT培地をみの溶液を入れ3%の溶液を作成し、これを栽培液とした。③100 mL ビーカーにパーライト80 gを入れ、ミドリムシ溶液と培地のみの栽培液をそれぞれパーライトがひたひたになるまで注いだ(図2)。④③で作成したものに濾紙をかぶせ、上から種を等間隔に置いた。ラディッシュ、ブロッコリー、ルッコラ、アルファルファ、トマト、唐辛子の3科6種類を使用した。⑤ラップを被せ、25 °Cで7:00-17:00に20,000 lxの光を与える人工気象器に入れた。4日～1週間後に取り出し、スプラウト状になった植物を1本ずつ種類ごとに重さを測った。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

植物の種類ごとに成長期間を分け、同じ種類の植物でミドリムシを含む物とミドリムシを含まない物で植物の成長に有意差は見られるのかを調べた。すべての植物について、栽培液にミドリムシを含む栽培系と含まない栽培系とを比較し、ミドリムシを含む栽培系の方が植物の成長が速いことが確認された。

ない栽培系で4,7,11日間栽培した。この結果、いずれの期間においても成長促進効果は見られなかった(t検定、p値>0.05)。先行研究より、植物成長促進効果が確認できるはずのブロッコリーにおいて植物成長促進効果が確認できなかった。本研究の系ではミドリムシの植物成長促進効果が発揮されなかった。この原因として、培養を行ってから長時間たったミドリムシ溶液を使用したため、ミドリムシ自体の活動量に差が出てしまったのではないかと考えた。
研究結果の予測として、ブロッコリーと同じアブラナ科の植物であるラディッシュやルッコラは、遺伝子の塩基配列が同じであり、かつ単系統であることから[4]、植物成長促進効果が確認されると考えた。また、マメ科も系統樹で確認した際に(図3)位置関係が近い為、同様に植物成長促進効果が確認されると考えた。ナス科のトマトや唐辛子は、科よりも大きな部類である類の時点で系統樹が離れてしまっている為、植物成長促進効果は確認できないと考える。もしここで、ナス科に植物成長促進効果が確認された場合は、ナス科を含むナス目、またナス目を含むシソ類において植物成長促進効果が確認できる可能性がある。
【今後の展望/Future study plan】
①植物のスプラウト状において、植物ごとに細胞の活動の限界である光飽和点の日数を知り、光飽和点状態で植物成長促進効果は確認できるかを知る。光飽和点は成長段階における1つの区切りとなるので基準をそこに置きその時点で成長に差があるかを知る。
②本来、植物成長促進効果が確認されるはずのブロッコリーが確認されていないので、ブロッコリーが確認された状態において、その他の種類の植物に植物成長促進効果が見られるかを確認する。
③今回植えた種は3科からしか選択してなく、他の科には植物成長促進効果が確認できる可能性がある為、より多くの科から育成する種を選び調べ確認できるかを知る。
【参考文献/References】
1. 深野 祐也 生命科学 DOKIDOKI 研究室 これから研究の話をしよう ミドリムシが植物に与える影響 <a href="https://www.terumozaidan.or.jp/labo/future/07/03.html">https://www.terumozaidan.or.jp/labo/future/07/03.html</a> (参照日 2022/1/15)
2. 農林水産省 世界の食糧事情 <a href="https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h21_h/trend/part1/chap1/c1_01.html">https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h21_h/trend/part1/chap1/c1_01.html</a> (参照日 2022/1/15)
3. 水耕栽培と土壌栽培の違い <a href="https://www.rakuten.ne.jp/gold/sessuimura/c-hydroponics/difference/">https://www.rakuten.ne.jp/gold/sessuimura/c-hydroponics/difference/</a> (参照日 2022/1/15)
4. 日本植物心理団体 <a href="https://jssp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=3748">https://jssp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=3748</a> (参照日 2022/1/25)

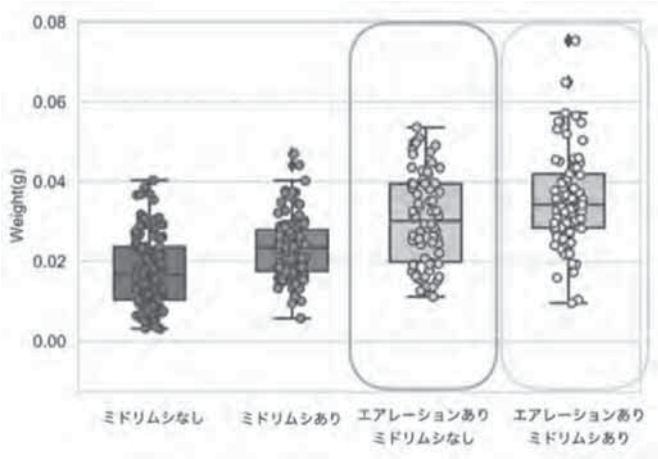


図1 ミドリムシの植物成長促進効果

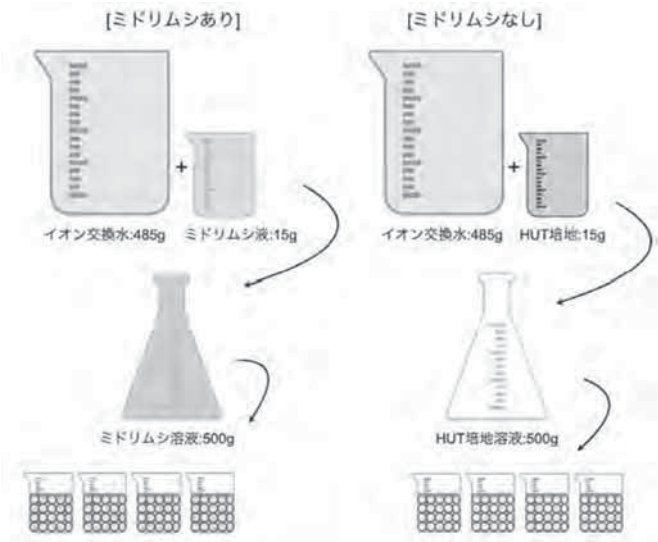


図2 栽培液の作成法

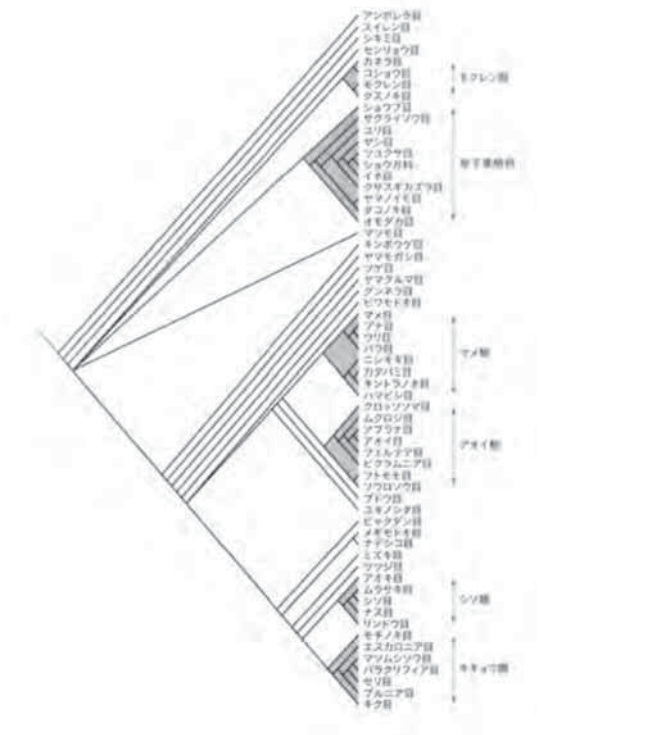


図3 植物の系統樹 「目」部分で判断した際、マメ目とアブラナ目を含むアオイ目は近い科

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry ~~医学／Medical Science・Biology~~ 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】橋本佳蓮

【メンバー／Member】橋本佳蓮 古田紳 西赤七星

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】ミドリムシの植物成長促進効果のメカニズム解明

【背景／Background】  
近年、食糧不足による飢餓人口の増加が問題となっており、問題は年々深刻化している。そこで打開策として、日光や土を必要としない水耕栽培を用いた省スペースで植物を効率良く生産できる植物工場が注目されている。先行研究(1)では、栽培液中にミドリムシを入れてブロッコリースプラウトを4日間水耕栽培すると(図.1)、植物の成長が早まる効果(植物成長促進効果)が得られることを示している(図.2)。先行研究では、栽培液中のミドリムシ培養液の濃度によって効果が変化し、一定の濃度でピークを持つ事がわかっていて(図.3)。また、先行研究で因子はミドリムシが放出した物質であるという仮説を立て、滅菌フィルターにかけたミドリムシ培養液、濾過をしたミドリムシ培養液、ミドリムシ培養液を遠心分離した上澄み液(以下上澄み液とする)、ミドリムシを入れた栽培液、A 培地のみ栽培液で対照実験を行った。その結果、上澄み液でのみミドリムシありと同じく植物成長促進効果が見られた(図.4)。そこでミドリムシの体外に因子が放出されているのであれば、上澄み液でも効果のピークを持つ濃度が存在するという仮説を立て、上澄み液の濃度を変えた対照実験をおこなった。

【目的／Purpose of the research】  
ミドリムシを持つ植物成長促進効果を利用して植物の成長速度を上げることで、更なる植物工場の効率化を図る事ができると考えている。これを飢餓問題解決へつなげるための実用化に向け、効果のメカニズムを解明することを目的とした。

【研究計画／Research plan】  
栽培液中の上澄み液の濃度が0.75%、1.5%、3.0%、6.0%、12.0%の栽培液とHUT 培地のみを入れた栽培液でブロッコリースプラウトの種35個を人工気象器内(25℃で1日20,000lxの光を16時間照射、8時間消灯)で4日間栽培した。発芽したブロッコリーの種子を1つずつ根から収穫し、電子天秤で重さを計った。結果を記録し比較した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
図.5 上澄み液を0.75%から12.0%まで、各濃度で含んだ栽培液で4日間栽培したときの植物体の重さを示した。HUT 培地のみと各濃度の上澄み液を入れた条件2つを標本としてt検定を行った。培地のみで栽培したもの比べて上澄み液を入れた全ての条件に有意差が見られた。特に1.5%、次いで12.0%に著しく効果が現れた。  
実験から、栽培液に上澄み液を使用した場合は1.5%の条件で最も植物促進効果が得られることが分かり、上澄み液でも一定の濃度が効果のピークを持つことが示唆された。また、1.5%・12%で、上澄み液を入れた他

条件2つを標本としてt検定をしたところ、1.5%・12%で栽培したもの比べて全ての濃度に有意差は見られなかった。このことから、濃度が変化することによって著しい効果の変化は見られないことが分かる。今後同様の条件でミドリムシを栽培液に入れ実験し、同様の結果が得られれば、ミドリムシが体外に放出する何らかの物質が因子に深く関係している事が明らかになると考えている。

【今後の展望／Future study plan】  
現在、栽培液の条件をミドリムシ培養液の濃度で揃えて比較実験を行っている。しかし、先行研究で使っていたA 培地と本研究で使っている HUT 培地では成分の違いにより、ミドリムシの密度が異なる。また、HUT 培地においても、ミドリムシの生存率や増殖速度の違いから、ミドリムシの培養を行っているプラスチックに密度に差がある。これらの懸念から、栽培液中のミドリムシ、及び因子の量に差があり、濃度の条件が正しく揃っていない可能性がある。そのため、匹数自体を数え条件を揃えた上で実験することを検討している。方法としては、トーマ血球計算盤を使用し、ミドリムシをカウントする(2)。それに準じて濃度を変え、匹数を揃えて従来の実験をすることで、より結果の安定したデータを収集できると考えている。また、本研究ではミドリムシの放出する物質が重要なため、生きている個体のみをカウントする必要がある。しかしミドリムシのような動性を持つ微生物は顕微鏡を接写し、その画像からカウントする必要があるため動いている個体と死滅して動かない個体の区別が困難になっている。そのため、何らかの方法で死細胞と着色し区別をする必要がある。

【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 1-5  
(2)abcam 血球計算盤を用いた細胞数のカウント法、 abcam 血球計算盤を用いた細胞数のカウント法、 <https://www.abcam.co.jp/protocols/counting-cells-using-a-hemocytometer-2>、(参照 2022/01/13)

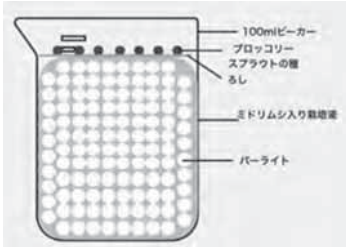


図1 水耕栽培システム

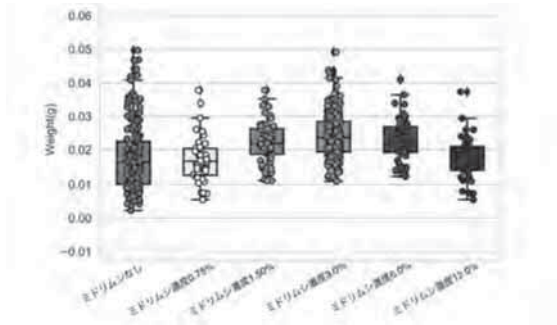


図3 栽培液中のミドリムシ濃度による成長量の変化

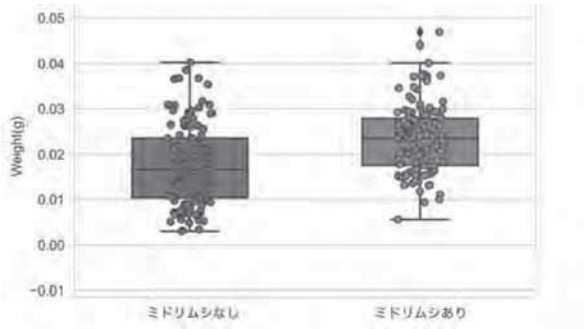


図2 栽培液にミドリムシを入れた場合と入れない場合の成長量

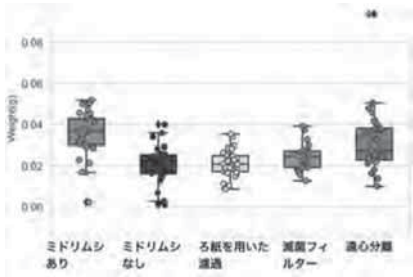


図4 ミドリムシを様々な方法で取り除いたときの成長量



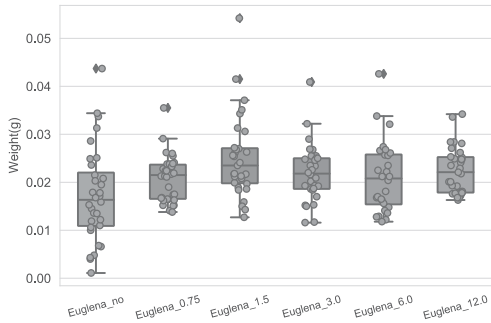


図 5 栽培液中のミドリムシ上澄み液の濃度による成長量の変化

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	市川興
【メンバー／Member】	市川興

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】小麦に悪影響を与える赤カビ病の原因菌に抗菌活性を示す微生物の探索
【背景／Background】 現在様々な穀物は地球温暖化と病害虫など、様々な要因によって収穫量に大きな影響を受ける。世界の年間生産量第二位の小麦を例にあげると、地球温暖化によって気温が一度上昇することに収穫量が約 6%減ると推定されている。病害虫の影響は色々あり、アブラムシからの吸汁被害や赤カビによって引き起こる赤カビ病などがある。赤カビ病は日本国内だけでなく世界各地でも問題となっている。本研究では赤カビ病に注目した。赤カビ病は小麦の病気の中でも多大な被害をもたらしている病気で、日本国内だけでなく世界各地でも問題となっている。この原因となる糸状菌 <i>F.graminearum</i> に対する抗生物質を生産する細菌を発見することを目的とした。これまでに発見されている抗生物質産生細菌の多くを占める放線菌を探索ターゲットとした。
【目的／Purpose of the research】 小麦を赤カビ病に罹患する原因である糸状菌、 <i>F.graminearum</i> に対する成長阻害効果を示す抗生物質産生菌の発見
【研究計画／Research plan】 土壌に存在する放線菌を目視で選択的に単離、培養して <i>F.graminearum</i> に対する抗菌活性がある株を探索する。このとき培養する温度に注目し、生育温度でスクリーニングすることを試みようと考えている。  <i>F.graminearum</i> は国立研究開発法人農業食品産業技術研究機構から譲り受けた。 <i>F.graminearum</i> は 25℃から 30℃、湿度 70%程度を好む糸状菌である。同じような環境でよく生育する放線菌なら <i>F.graminearum</i> に対する成長阻害効果を持つ可能性があるのではないかと考えた。そこで、28℃、湿度 70%という条件で培養し、生育温度によるスクリーニングを実施する計画である。 土壌から温度でスクリーニングし、単離・培養した細菌をペーパードиск法を用いて抗菌活性測定を行う計画である。国立研究開発法人農業食品産業技術研究機構より分譲していただいた <i>F.graminearum</i> を検定菌として用いることで <i>F.graminearum</i> の成長速度の観察と阻止円が見られるかどうかで判定する。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 ターゲットとする糸状菌、 <i>F.graminearum</i> に対する抗菌活性を示す微生物を発見することが期待される。この微生物が生成する <i>F.graminearum</i> の成長阻害物質を同定することで小麦の赤カビ病罹患を予防する新しい薬剤の開発へ貢献できると考えられる。

【今後の展望／Future study plan】 小麦の赤カビ病に対する抗生物質を分析し、現在の農業に変わる治療薬として使えるか検討したい。 植物に病害をもたらす糸状菌またはそれ以外の真菌類に対する抗菌活性を持つ微生物の探索を行い、現段階で予防が困難な疾患に対する予防、または治療することを目指す。
【参考文献／References】 1. Morel,フザリウム（萎ちょう病菌）,cyclamen, https://www.cyclamen.com/ja/professional/diseases/8/25#anchor-11 (最終閲覧日 2022/1/20) 2. Chuang Zhao, Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates 3. ,PANS, https://www.pnas.org/content/114/35/9326 (最終閲覧日 2022/1/20) 4. 厚生労働省,食品中のデオキシニバレノール (DON) の規格基準の設定について,食品規格部会, 1-8 (2017) https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000-Iyakushokuhinkyoku-Soumuka/0000178360.pdf (最終閲覧日 2022/1/20) 5. 一戸正勝, 異常気象下における麦類赤カビ病とフザリウム毒素類, Mycotoxins, 53, 5-10 (2002) 6. 北海道病害虫防除所, 小麦の赤かび病（耐性菌の出現）, 北海道立総合研究機構, http://www.agri.hro.or.jp/boujoshou/sinhassei/html/H23/23-02.htm (最終閲覧日 2022/1/20)

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	酒井陽菜
【メンバー／Member】	鈴木美優, 趙鴻泰, 松下麻耶

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】PET 微粒子を含む寒天培地の実用的かつ簡易な調製法
【背景／Background】 PET は加工性や耐久性に優れ、安価なことから多くの製品の製造に使用されている。このような利便性の一方で、PET は構造の安定性ゆえ分解が困難であり、近年では環境中での蓄積が世界的な問題となっている。本校ではより温和な条件で PET 分解をさせようと、自発的に PET 分解をする微生物の構築を検討している。今までに好熱菌 <i>Thermobifida fusca</i> 由来の PET 分解酵素 <i>TfCut2</i> に <i>OmpA</i> シグナルペプチド配列を付加したところ、野生型ならびに G62A 変異体の精製酵素に PET 分解活性を検出することができた。つまり <i>OmpA</i> シグナルペプチド配列を付加した PET 分解酵素に触媒活性があったことは確認できたものの、これが細胞外に効率よく分泌され、培地中の PET を分解するまでには至っていない。そこでより効率的に酵素を分泌し、PET を分解する微生物を作り出すための手法を現在検討している。
【目的／Purpose of the research】 今までに、PET 加水分解微生物を検出する方法として、PET 微粒子を含む寒天培地の調製法が報告されている[1]。本研究ではこの報告を応用し、人工的に作り出した PET 分解微生物による PET 分解酵素の分泌ならびに PET 分解活性を検出する迅速なスクリーニング法の確立を目的として、目視での PET 分解酵素の活性確認を可能にする、PET 微粒子を含む寒天培地の調製法を検討した。
【研究計画／Research plan】 最近、PET 微粒子を含む寒天培地の調製法が報告され、これによって PET 分解活性を有する微生物の迅速な検出法が示されている[1]が、それは高温条件(180 °C)下、ジメチルスルホキシド(DMSO)中にて PET を溶解するというものであり、DMSO の蒸気など実験者にとって有害な物質の漏洩が懸念された。現在までに PET 溶解の手法は他にも報告されている(表 1)が、その多くは使用する溶媒に毒性があり、溶解させるのにも高温・高圧など厳しい条件を要する。一方 PET 微粒子を調製する手法として、バイオマス由来で比較的毒性の低いγバレロラクトン(GVL)を溶媒として PET を溶解させる手法も報告されている[2]。そこで我々は GVL を溶媒とした溶解沈殿法により、PET 微粒子を含む寒天培地の調製を試みた。加熱還流装置中、文献の手法に従って 120 °C に加熱した GVL 溶媒中で低結晶性 PET フィルムを 1 時間インキュベートした。その後、170 °C に昇温させることにより PET フィルムを溶解させた。得られた PET-GVL 溶液に水を加えることによって PET の微粒子を析出させた(図 1,2)。得られた PET 微粒子を水で洗浄し、LB 寒天培地に添加した。なお PET 微粒子の沈殿を防ぐため、少量の界面活性剤(ラウリルトリメチルアンモニウムクロリド)も同時に添加した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 GVL を溶媒とした溶解沈殿法により、PET フィルムを溶解し、析出させた PET の微粒子を含む寒天培地(表 2)を作製することができた。少量の界面活性剤を添加したことで、PET 微粒子が分散していることがわかる(図 3)。本研究で得られた寒天培地は、これまでより安全かつ容易に調製することができ、分泌された PET 分解酵素活性の確認を目視で行える可能性が高まった。
【今後の展望／Future study plan】 これまで PET 分解酵素の活性確認には、大腸菌内で発現させた酵素を分離精製し、それと反応させた PET フィルムの質量の経時変化を測定するという手法が用いられてきたが、これには多くの労力を要する。今回、我々が開発した PET 微粒子を含む寒天培地の調製法は、細胞内から放出された PET 分解酵素活性を計測するに最も簡便な手法になり得ると考える。 また現在、効率的に酵素を分泌し、PET を分解する微生物を人工的に作り出すための遺伝子を構築している。今後、目的プラスミド DNA が得られた場合には、本研究で得られた含 PET 微粒子 LB 寒天培地を用いて酵素の分泌ならびに PET 分解活性を確認していく。
【参考文献／References】 [1] C. Charnock, <i>J Microbiol Meth</i> 2021, 185, 106222. [2] W. Chen, Y. Yang, X. Lan, B. Zhang, X. Zhang, T. Mu, <i>Green Chem</i> 2021, 23, 4065–4073. [3] J. G. Poulakis, C. D. Papaspyrides, <i>J Appl Polym Sci</i> 2001, 81, 91–95. [4] A. S. Goje, <i>Polym-plast Technol</i> 2005, 44, 1631–1643. [5] D. S. Achilias, A. Giannoulis, G. Z. Papageorgiou, <i>Polym Bull</i> 2009, 63, 449–465. [6] A. G. Rodríguez-Hernández, J. A. Muñoz-Tabares, J. C. Aguilar-Guzmán, R. Vazquez-Duhalt, <i>Environmental Science: Nano</i> 2019, 6, DOI 10.1039/C9EN00365G. [7] V. Pirillo, L. Pollegioni, G. Molla, <i>Febs J</i> 2021, DOI 10.1111/febs.15850

表 1. 現在までに報告されている PET 溶解のための溶媒

溶解に使用する溶媒	溶媒の毒性*	PET の溶解条件	溶解度	参照
γ-バレロラクトン	記載なし	膨潤: 120 °C, 60分; 溶解: 170 °C, 60分	0.24 g/mL	本研究, [2]
ジメチルスルホキシド (DMSO)	警告	180 °C, 10分	–	[1]
1-メチル-2-ピロリドン	危険	165 °C, 常圧, 90分	0.20 g/mL	[3]
ナフタレン	危険	200 °C, 常圧, 60分	0.18 g/mL	[4]
ベンジルアルコール	危険	180 °C, 30分	0.05 g/mL	[5]
トリフルオロ酢酸	危険	50 °C, 120分	0.10 g/mL	[6], [7]

\* GHS(Global Harmonized System of Classification and Labeling of chemicals)制度の注意喚起語に基づく  
危険：重大な危険有害性あり 警告：危険より重大性が低い 記載なし：さらに危険有害性が低い

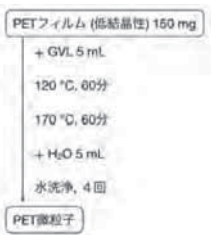


図 1. GVL を溶媒とした PET 微粒子の調製方法



図 2. PET 微粒子調製に用いた加熱還流装置

表 2. 本研究で調製した培地組成

酵母エキス	0.5%	0.5%
NaCl	1%	1%
PET微粒子	0.1%	-
ラウリルトリメチルアン モニウムクロリド	0.1%	-

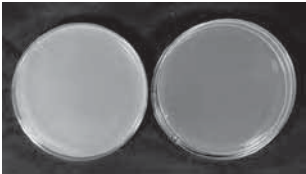
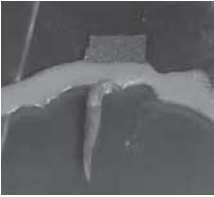


図 3. (左) 含 PET 微粒子 LB 寒天培地 (右) LB 寒天培地 PET 微粒子が分散し、一様に白濁している。

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry <del>生物／Medical Science-Biology</del> 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】 清田恵実 【メンバー／Member】 清田恵実 日笠文音 中村愛音里
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】 チャコウラナメクジとフタスジナメクジにおける嗜好性の差異 【背景／Background】 ナメクジは先行研究により、古典的条件づけによる学習を使用した研究に用いることができることが報告されている[1]。 古典的条件づけ学習は条件刺激を無条件刺激と合わせて繰り返すことで、受動的に無条件刺激だけでも同じ反応をするようになる学習をいう。古典的条件づけを行うと、記憶に影響を与え、身体反応を変化させることができる。[2] ナメクジを含む軟体生物は、神経系が小規模であることや学習行動の多様さから、学習による行動と神経回路網の変化を捉えられる可能性のある実験材料として用いられる。 先行研究では条件刺激としてナメクジが嫌悪するキニン溶液、無条件刺激をナメクジが嗜好性を示すニンジンジュースとしていた。チャコウラナメクジがニンジンジュースに近づいた時にキニン溶液をかけることで、ニンジンジュースに近づくとキニン溶液をかけられることを学習させ、ナメクジのニンジンジュースに対する回避行動から、学習記憶保持期間を調べることが目的としていた。[3] 確認できる先行研究で用いられているナメクジはチャコウラナメクジ(図 1)という種類である。先行研究を受けて、別種であり、近隣で採取が可能であったフタスジナメクジ(図 2)にも同様に古典的条件づけ学習を行い、学習記憶保持期間の差があるのかを調べるため、種別の学習記憶保持期間の比較実験を実施した。チャコウラナメクジは条件づけ学習を行った 1 日後に行った記憶保持テストで回避行動が見られた。しかし、フタスジナメクジは先行研究において前提として用いられていた、ニンジンジュースに条件づけの段階でニンジンジュースに逃避行動を示したため、学習を行えなかった。このことから、種ごとに嗜好性が異なる可能性が考えられた。 ナメクジは、アブラナ科、ナス科、キク科をはじめとする多様な野菜への食害で知られているが、ナメクジの種による嗜好性の差異の詳細は、先行する研究で確認できない。 本研究では、チャコウラナメクジとフタスジナメクジの 2 種で嗜好性テストを行い、種による嗜好性の差異とその条件を明らかにし、種を超えた学習記憶保持期間の測定を可能にすることを目的とした。 【目的／Purpose of the research】 チャコウラナメクジ、フタスジナメクジの 2 種が共通して嗜好性を示すものの発見と、それを用いた種別の学習記憶保持期間の測定を目的とした。

【研究計画／Research plan】 本研究では、先行研究において用いられていた、ニンジンジュース[4]の他、大麦若葉水（100%青汁粉末を水道水に溶かしたもの）、キャベツジュース、KAGOME100%トマトジュースの 4 種の液体飼料へのナメクジの嗜好性を実験する。大麦若葉水はナメクジによる食害で知られておらず、嗜好性を示すか示さないかを知られていないことから用いる。キャベツジュース、トマトジュースは、一般的にナメクジの好物とされているキャベツ、トマトから作られているため用いる。先行研究[5]を参考にし、ニンジン、キャベツをそれぞれ水と 1:1 でミキサーにかけ、液体飼料にして用いる。 ナメクジは暗所へ向かう性質があるため、人工的に暗所を作り出す事のできる、実験装置(図 3)を用いて光条件を統一する。 実験手順 2 種はそれぞれ 10 個体を実験に使用する。 1. 実験を行う前に、2 日間の絶食を行い、空腹状態にする。 2. ナメクジの実験開始位置から、半径 10cm の半円状に、液体飼料を設置する。 3. 実験個体 1 匹をピンセットで実験開始位置に置き、ピンセットを離す時、ストップウォッチをスタートする。 4. 実験個体が設置した液体飼料に触れ、1 分以上触れたままいた場合、その個体はその液体飼料に対する嗜好性があると判断する。 5. ナメクジが、設置した液体飼料に触れ、1 分未満に液体飼料から 3cm 以上離れ、その状態を 1 分以上保った場合、嗜好性がないと判断する。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 背景で述べられているように一般的にナメクジはアブラナ科、ナス科を全般とする野菜への食害で知られているため、フタスジナメクジ、チャコウラナメクジは 2 種共に、キャベツジュース、トマトジュースに嗜好性を示すと考えた。また、食害であり知られていないイネ科の大麦若葉、セリ科のニンジンには、前者 2 つと比べて嗜好性は示さないのではないかと考えた。
【今後の展望／Future study plan】 今回の計画で用いる、限られた 4 種の液体飼料以外に、先行研究で嗜好性が見られるとされているアブラナ科であるキュウリ、キク科であるレタスを用いて嗜好性テストを行う。先行研究[6]によりコウラナメクジ科の一種は、アブラナ科、キク科に当てはまらない、シイタケや、キャットフードへの嗜好性が示されている。 実験対象となる液体飼料の種類を増やすことで、種による嗜好性の差異とその条件をより明確にする。 この実験で判明する嗜好性の条件を用い、種を超えた学習実験に用いるために適する液体飼料を選出し、学習実験を行う。
【参考文献／References】 [1]ナメクジの脳が持つしたかさ 一再生能力、頑健性、そして柔軟性— <a href="https://www.istage.ist.go.jp/article/hikakuseiriseika/28/3/28_3_253/pdf/-char/ja">https://www.istage.ist.go.jp/article/hikakuseiriseika/28/3/28_3_253/pdf/-char/ja</a> [2] 古典的条件付け <a href="https://uxdaystokyo.com/articles/glossary/classical-conditioning/">https://uxdaystokyo.com/articles/glossary/classical-conditioning/</a> [3]ナメクジなどの軟体動物を用いた、「動物の行動」の教材化

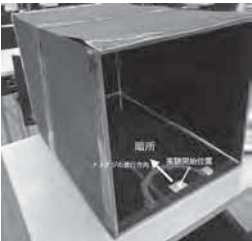
<a href="http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/?action=cabinet_action_main_download&amp;block_id=1027&amp;room_id=1&amp;cabinet_id=8&amp;file_id=259&amp;upload_id=719">http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/?action=cabinet_action_main_download&amp;block_id=1027&amp;room_id=1&amp;cabinet_id=8&amp;file_id=259&amp;upload_id=719</a>
[4] 陸生軟体動物チャコウラナメクジの前脳葉における電気生理学的研究 <a href="https://www.cst.nihon-u.ac.jp/research/gakujutu/55/pdf/0-22.pdf">https://www.cst.nihon-u.ac.jp/research/gakujutu/55/pdf/0-22.pdf</a>
[5] ナメクジの学習行動における学習時間の効果 <a href="https://www.pref.nara.jp/secure/256795/4_narakita_youshi_namekuji.pdf">https://www.pref.nara.jp/secure/256795/4_narakita_youshi_namekuji.pdf</a>
[6] 直流電圧を利用したナメクジ捕食シートの効果 <a href="http://www.kantoforest.jp/papers/pdf/62-A61.pdf">http://www.kantoforest.jp/papers/pdf/62-A61.pdf</a>



(図 1) チャコウラナメクジ (Ambigolimax valentianus)



(図 2) フタスジナメクジ (Meghimatium bilineatum)



(図 3) 暗所を作る実験装置

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】
【実験 1 の結果・考察】 土壌懸濁液を HV 寒天培地で培養した際、暗条件で培養を行った際に比べ明条件で培養を行った時にコロニー形成率の向上が確認された。図 2 に土壌 0.1 g あたりの CFU (colony forming unit) を示す。暗条件では土壌 0.1 g あたり 783 cfu であったのに対し明条件では約 2 倍のコロニーが出現した(1,671 cfu/0.1 g)。これは暗条件では育成しなかった微生物が光刺激によって育成したと考えた。暗条件では出現しない微生物を区別することができれば、新たな放線菌を単離することができるのではないかと考えた。
【実験 2 の結果・考察】 単離を行った菌の菌に対する抗菌活性測定を暗条件で行ったところ、ごく僅かな育成阻止円が確認された。この菌が育成した寒天片を用いて、明条件で抗菌活性測定を行ったところ、育成阻止円の面積が拡大した(図 3)。これはこの菌株が光刺激を受けたことにより菌株内部が活性化し、二次代謝産物の生産効率が向上したと考えた。今後、菌以外の検定菌で抗菌活性測定を行い、育成阻止円面積の変化が生じるか検証する。
【今後の展望／Future study plan】 放線菌に光刺激を与えて培養を行うと、コロニー形成率の向上が確認された。また育成阻止円が拡大したことから、光刺激により抗生物質生産能力が向上するのではないかと考えた。今後放線菌の属や種により、光刺激の影響が異なるのかを調べていきたい。また光刺激に限らず、外的刺激が放線菌の抗生物質生産能力にどのような変化を与えるのか検証したい。
【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 2020/3/18 [2] 小山純弘、未培養微生物スクリーニング用高周波電位発生装置 日本農芸化学会 化学と生物 第 57 巻 255-255 (2019) [3] 乙黒 美彩・中島 琢自・宮道 慎二、放線菌の分離と抗生物質の探索 生物工学会誌 第 90 巻 第 8 号 493-498 (2012)

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】西村翔
【メンバー／Member】松山翠華
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】光刺激による新規抗生物質生産菌の探索
【背景／Background】 地球上に存在する抗生物質を生産する微生物のうち、わずか 1% 程度しか単離できていないと言われている。抗生物質は放線菌の二次代謝産物の一つに含まれ、多くの感染症から人類を救い、20 世紀を代表する科学の恩恵とされている。放線菌が生産する抗生物質は医薬品だけでなく農薬など多岐にわたって汎用されている。しかし、近年新たな抗生物質生産菌の単離が滞っている現状がある[1]。そこで更なる微生物学研究の発展に向けて、残りの 99% の微生物を単離し培養させ、新しい抗生物質を生産する微生物を発見することが課題となっている。
【目的／Purpose of the research】 抗生物質の約半数は放線菌の二次代謝産物とされている。新しい放線菌を発見することにより、新たな抗生物質を発見できると考えた。採取場所の変更により新規抗生物質生産菌を探索する試みは以前から行われているが、近年高周波の電位刺激を用いることにより、未培養微生物のコロニー形成率を飛躍的に高められるという報告もなされている[2]。そこで放線菌にも同様の外的刺激を与えることで、コロニー形成率を向上させることができると考えた。外的刺激には様々なものがあるが、本研究では光刺激を菌株に与えて培養を行うこととした。
【研究計画／Research plan】 本研究では以下に示す 2 つの実験を行った。  【実験 1】光刺激を用いた培養(図 1) 本校近辺から採取した土壌を懸濁・希釈した土壌懸濁液を HV(フミン酸・ビタミン)寒天培地[3]にて培養した。乾燥処理した土壌を希釈・懸濁し、HV 寒天培地に散布し、その後 25℃、4,500 lx (1098 lm) の人工気象器(明条件)と 25℃ のインキュベーター(暗条件)で土壌懸濁液を培養した。暗条件で培養したシャーレと比較し、形状の異なるコロニーを単離した。  【実験 2】光刺激による抗生物質生産 25℃、4,500 lx (1098 lm) の人工気象器(明条件)と 25℃ のインキュベーター(暗条件)で菌を検定菌とする抗菌活性測定を行った。光刺激を与えた場合・与えない場合での育成阻止円の面積を計測した。

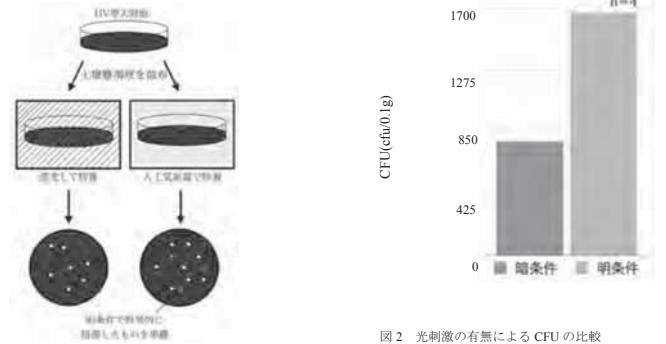


図 2 光刺激の有無による CFU の比較

図 1 【実験 1】で行った手順

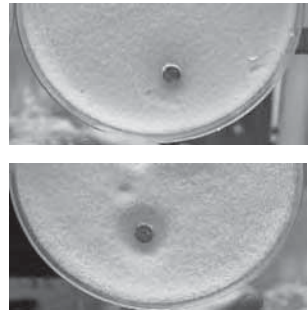


図 3 菌を検定菌とした抗菌活性測定の結果

(上) 暗条件で行った場合  
(下) 明条件で行った場合



3 2. 三田国際学園高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理・Physics 化学・Chemistry ○医学・生物・Medical Science・Biology 地学・Earth Science  
数学・情報・コンピューター・Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】長谷川光

【メンバー／Member】長谷川光 小林晴 辻岡咲結 高橋慶多

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】秋山佳央

発表内容／Abstract of the Presentation

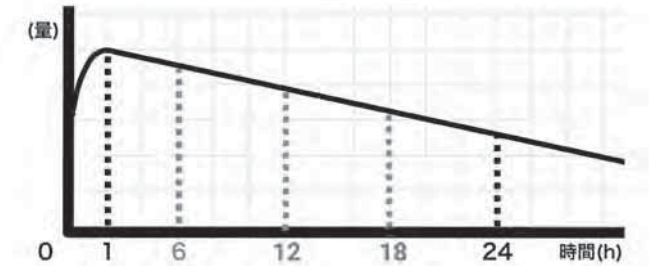
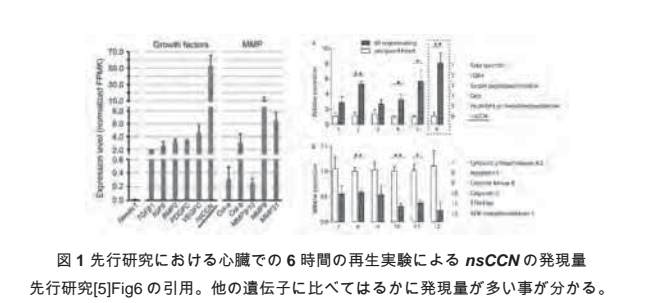
【タイトル／Title】アカハライモリの右前脚切断後における *nsCCN* の発現に関する研究

【背景／Background】有尾両生類には高い再生能力を持つ生物が多い。例としてウーパールーパーは、その再生遺伝子が人間の軟骨組織で働く遺伝子と同一であることが特定され、人間の再生医療の発展に貢献した[1][2]。またアカハライモリは体の様々な部位を脱分化により再生させることができる。脱分化とは、皮膚細胞や筋肉細胞に分化した細胞を、幹細胞に戻す備きことである。現段階ではアカハライモリの具体的な再生のメカニズムは知られていない。だが、アカハライモリの損傷した心臓組織が再生する際、*nsCCN* という遺伝子が再生後により多く発現している事から、この遺伝子が再生と脱分化に関与している可能性が示されている[1][3][4][5]。加えて、右前脚の切断後に1時間及び24時間それぞれ再生させた実験でも、再生芽で*nsCCN*が発現していることが確認された[6]。一方、詳細な時間経過における*nsCCN*の発現は明らかになっていない。

【目的／Purpose of the research】本研究では、右前脚切断後の時間経過と*nsCCN*の発現の関係を確認することで、*nsCCN*の働きの一部を明らかにすることを目的とした。

【研究計画／Research plan】アカハライモリの右前脚を切断し、再生芽からmRNAを抽出し、逆転写酵素を用いてmRNAからcDNA合成を行い安定化させる。PCRでDNAを増幅させ、電気泳動で*nsCCN*の発現を確認する。  
**1.右前脚の切断**  
アカハライモリを3個体以上用意する。全てのアカハライモリに麻酔をかけた状態で行う。500mlピーカーに麻酔薬300μlと水300mlを混合させて麻酔液を作成し、アカハライモリを30分間入れる。麻酔液から取り出し、顕微鏡とメスを用いて右前脚を切断する[図2]。個体ごとに6時間、12時間、18時間と再生時間を定め、右前脚を再生させる。  
**2.プラステマ採取**  
再生により形成された「プラステマ」と呼ばれる再生芽を、メスを用いて右前脚から採取する[図2]。  
**3.mRNA抽出とcDNA合成**  
採取したプラステマを指付き針で破砕し、NucleoSpinRNAキットを使用してRNAを抽出する。Biodropを用いてRNAの濃度測定を行う。またRNAの逆転写にはSuperScript II Reverse Transcriptase IIを使用し、cDNA合成を行う。  
**4.PCRと電気泳動**  
PCR KOD-FX PCR amplification kitと*nsCCN*用のカスタムプライマーを用いてPCRを行い、DNAを増幅させる。その後、電気泳動実験によって*nsCCN*の発現を確認する。

3 2. 三田国際学園高等学校



3 2. 三田国際学園高等学校

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】先行研究より、*nsCCN*の発現は、1時間の再生と24時間の再生の両方で確認されている[6]。そのため、再生から6時間経過した時点でも*nsCCN*の発現が確認できると仮説を立てた。また12,18時間経過した時点でも同様の結果が得られると仮説を立てた。尚、仮説通りに発現が確認されなかった場合、*nsCCN*が経過時間によって不規則に発現していることが考えられる。

【今後の展望／Future study plan】  
・時間経過と *nsCCN* 発現量の関係  
本研究では、切断後異なる時間の経過における *nsCCN* の発現の有無は確認できるが、発現量までは確認ができないので、今後は再生時間と *nsCCN* の発現量の関係性を明らかにしたい。また *nsCCN* の発現が再生後いつまで増加傾向にあるのか、どれくらいの時間が経過したら減少するのかを調べていきたい。先行研究より、*nsCCN* の発現量は24時間の再生時の方が、1時間の再生時より少ないと考察されている。このことから、1時間再生時から24時間再生時まで、*nsCCN* の発現は減少傾向にあると考えられるので、6時間の再生時や12,18時間の再生時の発現量においても、1時間の再生時より少ないと考える[図3]。  
・右前脚以外の、再生過程における *nsCCN* の発現  
今回は右前脚での実験だが、今後は尾や左前脚などにおける切断後再生時の *nsCCN* の発現についても調べていきたい。他の部位においても発現を確認することで、*nsCCN* がアカハライモリの全身の再生プロセスに関与する可能性を高めることができると考える。

【参考文献／References】  
[1]Multiplex CRISPR/Cas screen in regenerating haploid limbs of chimeric Axolotls from <https://elifesciences.org/articles/48511>  
[2]Analysis of "old" proteins unmasks dynamic gradient of cartilage turnover in hu-man limbs from <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax3203>  
[3]千葉 親文,(2018). イモリの再生と赤血球の不思議な関係 <https://www.brh.co.jp/publication/journal/099/research/2.html>  
[4]M. Natalia Vergara.(2019 Feb 17). Lens regeneration: a historical perspective. National Center for Biotechnology Information. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>  
[5]Chikafumi, C. (2018). Novel erythrocyte clumps revealed by an orphan gene *Newtic1* in circulating blood and regenerating limbs of the adult newt. Scientific Reports. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41598-018-25867-x>  
[6]若松肇、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)

3 3. 三田国際学園高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics 化学 / Chemistry ○医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science  
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer その他 / Others( )

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】藤本南花

【メンバー / Member】阿部穂華

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】イモリの赤血球で発現する再生因子の探究

【背景 / Background】イモリは手足や尾、顎、脳、心臓の一部、水晶体、網膜など体の様々な部分を再生する能力を持つ。この高い再生能力には、筋肉や骨など、すでに分化した細胞を再生のために動員し、未分化細胞へと変化させ、再生される箇所の筋肉や骨に再び分化させることができる「脱分化」と言われる機能が大きく関係している。これまでの研究結果から、人を含む四足動物の傷に対する治癒反応は、脱分化と共通するメカニズムから進化した可能性が示唆されている。そこからイモリの再生能力のメカニズムを解明することは、再生医療に向けて有用な手がかりとなるのではないかと考えた。本研究では、イモリの特別な再生能力のメカニズムを探るにあたって、*nsCCN*という成長因子に注目した。先行研究である心臓を再生する実験において、イモリの心臓を切断した6時間後に、再生芽(再生した部分)で*nsCCN*の発現量が他の遺伝子に比べて著しく増えることがわかった(図1)[2]。さらにこの時、赤血球内でも*nsCCN*の発現が確認された[2]。ここから、*nsCCN*は再生に関与をしている可能性が高いと考えられている。また、未熟な赤血球に特異的に発現し、線(赤道面)に沿ってリング状に局在する *Newtic1* を発現する遺伝子の存在が明らかになった(図2)[2]。 *Newtic1* を発現した未熟な赤血球は再生後、時間が経つにつれ切断部へと集まってくる(図3)[2]。そして集積した赤血球には、肢の再生芽形成に必須とされるメタロプロテアーゼや、筋細胞の脱分化に関与するとされる BMP ファミリーの因子、機能未知の因子を含む数多くの分泌因子が発現していることがわかり、その分泌因子の中には、私たちが注目している *nsCCN* も含まれていた[3]。このことから、イモリの赤血球には酸素運搬以外に再生に必要な因子を運ぶ薬のカプセルの様な役割があるのではないかと考えられている[3]。本研究では *nsCCN* がイモリの再生に重要な因子ではないかという仮説を立て、*nsCCN* とイモリの赤血球の関係について探ろうと考えた。

【目的/Purpose of the research】イモリの再生能力は長年研究されているものの、その実態は分かっていない。また、私たちの注目する *nsCCN* も、イモリの再生能力になんらかの形で関わっていることは示唆されているものの、まだ不明な点が多い。私たちは、再生に関わっている可能性がある *nsCCN* を調べることで、イモリの再生能力のメカニズム解明に向けて一歩近づけるのではないかと考えている。現時点では、血液内での *nsCCN* の発現は心臓のみでしか確認されていない[2]。他の部位での再生時に血液内での *nsCCN* の発現の有無を調べることで、*nsCCN* が心臓だけでなく全身の再生において関係する事を示すことができると考える。本研究では、四肢の再生時において血液内の *nsCCN* の発現の有無を調べることを目的とする。

【研究計画 / Research plan】 血液で `の <i>msCCN</i> の発現を確認するため、以下の実験を行う。本研究ではアカハイモリ(図 5)を使用した。右前足を切断後、血液を採取し、mRNA を抽出、逆転写酵素を用いて mRNA から cDNA を合成して安定化させる。最後に、電気泳動で ` <i>msCCN</i> の発現を確認する。 1.前脚の切断 麻酔後、メスを用いて前足を切断する。 2.血液の採取 血液 2μl を腹側の首元から注射器を使用して採取する。 3.RNA の抽出 採取した血液を 1.5ml チューブ `に移す。NucleoSpinBloodRNA キットを使用し、B-メルカプ `トエタノールと 70%エタノールを加えてサンプ `ルを抽出する。これらの工程の後、RNA が `適切な温度で `含まれている事を確認し、次の工程へ移る。 4.cDNA の合成 RNA は壊れやすいため、SuperScript II Reverse Transcriptase(逆転写酵素)を用いて、RNA の逆転写を行い、cDNA を合成する。 5. <i>msCCN</i> の PCR KOD-EX PCR 増幅キットと <i>msCCN</i> 用のカスタムプライマーを用いて、先ほど `合成した cDNA に PCR を行い、PCR で `標的遺伝子を増幅する。 6.電気泳動 1.5%アカ `ロースケ `ル、GR Red Loading Buffer 6X を使用し、遺伝子が `発現しているかを確認する。
【研究結果または予測 / Results of the study ( Report of progress can also be acceptable )】 本校の先輩の先行研究により、四肢の切断 1 時間後に再生芽で <i>msCCN</i> の発現が確認された[4]。①イモリの赤血球が葉のカプセルの役割を果たし、再生因子を分泌している可能性が高い事[3] ②赤血球は血液によって全身を循環する事 この 2 点を踏まえ、現在心臓の再生時に採取した血液の赤血球のみでしか <i>msCCN</i> の発現は確認されていないが、四肢の再生時でも同じように <i>msCCN</i> は赤血球に発現するのではないかと予測している。
【今後の展望 / Future study plan】 <i>msCCN</i> がイモリの再生能力に関係していることを示すため、(1) <i>msCCN</i> の発現量 (2)発現場所 (3)その働きを特定を行いたいと考えている。 (1)(2) <i>msCCN</i> の発現場所が再生部分に集中し、それが赤血球内に発現している <i>msCCN</i> の発現量と、何らかの関連が見られたら、イモリの血液が持つ重要な役割を決定づける証拠となり、また <i>msCCN</i> が持つイモリの再生能力の関係をさらに詳しく考察できると考えている。発現場所の特定には、ISH 法(In situ hybridization)を用いる事を検討している(図 4.5)。 (3)最終的には、 <i>msCCN</i> がイモリの再生能力にどんな役割を果たしているのかを示すことが本研究のゴールである。 <i>msCCN</i> の持つ働きがわかり、それがイモリの再生能力のプロセスである脱分化を操る遺伝子や再生因子だった場合、長年解明されていないイモリの再生能力の謎が解明される可能性があるのではないかと考えている。
【参考文献 / References 】 [1] Chikafumi Chiba イモリがもたらす、再生医療の躍進に期待(2019.01) [2]Thomas Braun et al. Spiked-in pulsed in vivo labeling identifies a new member of the CCN family in regenerating newt hearts, Journal of Proteome Research, 11, 4693-704 (2012) [3]Chikafumi Chiba et al., Novel erythrocyte clumps revealed by an orphan gene <i>Newtic1</i> in circulating blood and regenerating limbs of the adult newt, Scientific Reports, 8 7455 (2018) [4]イモリネットワーク NNN フ `ロシ `エクトク `ルーフ `イモリは再生因子を赤 `血球で `運んでいる!?-血液の概念を変える新発見-(2018) [5]若松華蓮、横田有未、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 )

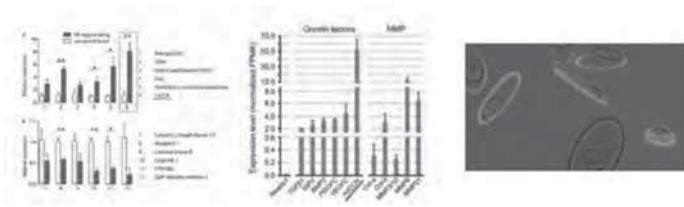


図 1:心臓の再生実験における様々な遺伝子の発現量の比較 [2]

図 2: *Newtic1* を発現する赤血球 *Newtic1* タンパク質は成熟過程にある赤血球の線にリンク ` 状に局在する[4]。

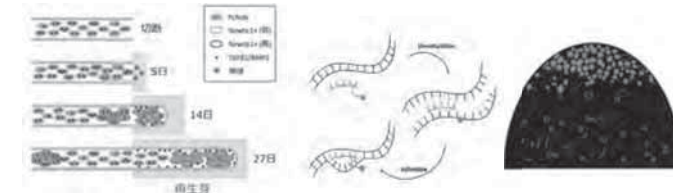


図 3:再生時の *Newtic1* を発現した未熟な赤血球が `再生部へ集まる[3]。

図 4:SH 法の実験フ `ロセス

図 5:ISH 法により発光する再生芽

分野 / Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理 / Physics 化学 / Chemistry 医学・生物 / Medical Science・Biology 地学 / Earth Science 数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer その他 / Others( )
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】 大田 渉貴 【メンバー / Member】 大田 渉貴
指導教員 / Supervising Teacher 【お名前 / Name】 小田 中也

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】 水質環境によるジャゴケの状態の変化
【背景 / Background】 世界中で重大な事態になっている様々な環境問題は、人間が文明的生活をするにあたり排出するガスや物質が原因とされており、排出量に関しての明確な制限を設けることは環境保全において極めて重要とされている。 現在まで、排出量の違いによる植物の生育状態の変化については様々な研究が行われ、それを参考として排出基準は決められているのだが、多くは人体への影響が基準となっており現状では植物の保全といった観点においてはまだまだ配慮されていないように感じる。また、環境汚染による調査などにおいては、フィールドワークが必須であり、多くの労力を要する。 そこで、北半球に多く分布し、日本国内で全域に分布がみられるジャゴケの生存に適した環境について調べ、生態環境を現地での調査を最小限に留める指標として使用できないかと考えるようになった。
【目的 / Purpose of the research】 ジャゴケが水質環境の変化によって生体の状態にどのような変化が起きるか、また変化の要因が何によるものなのかを調べることによって、ジャゴケの生存可能な水質環境を特定する。
【研究計画 / Research plan】 ジャゴケの水質環境の変化による反応について 2 つの実験を行った。 初めに行った実験 1 は、水質汚濁の原因となりうる水溶液に対する変化を調べた。 次に行った実験 2 は、実験 1 の結果から、ジャゴケに大きな影響を与える物質の実験用薬品を使用し何通りかの濃度によるジャゴケの状態の変化の違いを調べた。 実験の手順として、実験 1、2 ともシャーレに入れたジャゴケに薬品の水溶液を添加し、1 週間にわたってジャゴケの状態の変化を確認記録する方法をとった。 溶液ごとの変化の違いを特定するために、光学式顕微鏡による観察と、RGB という色を数値化する規格を利用した、実験前後一週間各数値の割合の変化について調べる方法をとった。
【研究結果または予測 / Results of the study ( Report of progress can also be acceptable )】 実験 2 から、葉緑体の消失に関しては、pH の急激な低下が大きく関わっており、ジャゴケの葉緑体が消失する pH の値は 2.3 以下であることが分かった。また、葉緑体を失った個体の RGB の割合の実験前後での変化から、クロロフィルが溶液によって分解し、その結果、光合成色素が消失したこと又は、偏成したことによるものだといえる。またその割合は、pH の値が小さいほど消失率が大きいことも明らかになった。

【今後の展望 / Future study plan】 これを指標として確立させるために、ジャゴケを利用して pH 以外の要素においても測れるようにするということと、ジャゴケの状態についての指標を細かく設けることが必要である。pH 以外の要素についても測ることができるようにと、より簡単に専門的な道具を必要とせず生息環境の状態が判断できるようになる。また、農業で使用される SPAD 値のように個体の色で判断することのできる基準を設けることによって、誰でも簡単に健康状態を判断することができるようになりたい。
【参考文献 / References 】 ・ジャゴケを求めて東に西に <a href="https://www.hitohaku.jp/publication/p-about/30thanniv-jagoke-2.pdf">https://www.hitohaku.jp/publication/p-about/30thanniv-jagoke-2.pdf</a> ・指標植物を用いた大気汚染評価 <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/jriet/1972/25/11/25_11_674/_pdf">https://www.jstage.jst.go.jp/article/jriet/1972/25/11/25_11_674/_pdf</a> ・硫酸添加により酸性化させた褐色森林土で育成したスギ苗の光合成活性 <a href="https://doi.org/10.11298/taiki1995.31.11">https://doi.org/10.11298/taiki1995.31.11</a> ・酸性雨と植物被害 <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/agrmet1943/47/3/47_3_165/_pdf">https://www.jstage.jst.go.jp/article/agrmet1943/47/3/47_3_165/_pdf</a> ・水素イオンは 100%毒か? <a href="https://nfu.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&amp;item_id=1452&amp;file_id=18&amp;file_no=1">https://nfu.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&amp;item_id=1452&amp;file_id=18&amp;file_no=1</a>

表 2、実験前後での RGB 値の合計の RGB 割合の値の変化について

	R	G	B	p h
1	0%	-5%	6%	5.95
2	1%	1%	-1%	6.47
3	-3%	2%	1%	7.11
4	2%	-5%	4%	2.02
5	2%	3%	-2%	2.41
6	5%	35%	-9%	3.05
7	4%	-3%	-1%	9.4
8	1%	-4%	2%	9.55
9	3%	0%	-3%	9.17
10	2%	-3%	2%	7.56
11	-4%	-5%	9%	7.2
12	0%	-4%	4%	7
13	1%	-11%	10%	1.07
14	-3%	-10%	13%	1.8
15	-1%	-5%	6%	2.36
16	-3%	-13%	14%	1.65
17	0%	-13%	13%	2.31
18	-4%	-5%	9%	7

### 3 5. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理／Physics	化学／Chemistry
医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
<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 生物部	
【代表者名／Representative's Name】 稲田 未来	
【メンバー／Member】	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】 天野 誉	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】	
女子はもちろん男子も必見！肥満マウス(オス・メス)でも手作り乳酸菌チョコレートでダイエット！	
【背景／Background】	
生物部の研究テーマは、微生物(真正細菌)を対象とした食品の抗菌効果や、マウス腸内フローラの解析から食品の機能性を検証している <sup>1)~9)</sup> 。この様な先輩方の研究をヒントに、私は体重を気にする若い女子を応援する研究を考えていたところ、若い世代(10代)のお菓子アンケートで最も人気のあるのがチョコレート(以下、チョコ)と知った <sup>7)</sup> 。私も大好物だが、毎日食べると体重が気になる。しかし、量販店で乳酸桿菌(以下、乳酸菌)が添加されたチョコが販売されていたことから、これならヨーグルトとは異なり、手軽に乳酸菌が摂取できると考えた。それは、乳酸菌は善玉菌で、悪玉菌の増殖をおさえ体重の増加抑制(抗肥満作用)に関係するからである <sup>8,9)</sup> 。しかもチョコは乳酸菌の保存に適するとの報告もあり <sup>10)</sup> 、乳酸菌によるマウス腸内フローラのバランス改善から、同じ哺乳動物のヒト(若い女子)にも「ダイエット」の効果があるのではと考え(仮説)、(♂)マウスによる検証を2019年と2020年に発表した <sup>11)~13)</sup> 。しかし審査員の先生から、「女子必見！」をうたうならば(♂)マウスのデータだけでなく(♀)マウスのデータも必要だと指摘された。	
【目的／Purpose of the research】	
高校最後となる今回の研究は、審査員の先生方の指摘を踏まえ、高脂肪飼料で肥満誘導させた(♂)マウスはもちろん(♀)マウスも使用し、材料もプレーンチョコ(以下、プレーン) <sup>14)</sup> にシールド乳酸菌 <sup>15)</sup> を湯煎法で練り込んだ手作り乳酸菌チョコを「おやつ」として与え、体重の減少と腸内フローラの改善から「ダイエット」効果を検証した。	
【研究計画／Research plan】	
試験マウスは、東京実験動物 <sup>16)</sup> から購入した1 C Rマウス(6週齢、♂・♀、24匹)を20週齢(ヒト換算では10代の若い世代)まで、約3か月間、高脂肪飼料(HFD-32) <sup>17)</sup> のみを自由摂取させ肥満誘導による肥満マウスとして使用した(♂平均58g・♀平均65g・図1)。その後、対照区と実験区①~③に分け、対照区の肥満マウス(♂・♀)には普通飼料(CE-2) <sup>17)</sup> のみを自由摂取させた。一方、実験区①の肥満マウス(♂・♀)には、高脂肪飼料のみを自由摂取させた。また実験区②の肥満マウス(♂・♀)には、高脂肪飼料のみを自由摂取させ乳酸菌を含まないプレーンを与えた。さらに実験区③の肥満マウス(♂・♀)には、高脂肪飼料のみを自由摂取させ手作り乳酸菌チョコを与えた(図2)。なお、これらの検証は30日間実施した。また実験区②と実験区③のチョコの投与量は、若い女子(10代後半から20代)の平均体重50gを基準に、ヒトの1日あたりのチョコ摂取目安量(50g)を肥満マウス(♂・♀)の平均体重(62g)に単純換算して、1日1回「おやつ」としてピンセットで投与(62mg)した。一方、マウス腸内フローラは、検証最終日(28日後)にケージ内に脱糞した糞便を-40℃に凍凍し、分子生物学的手法のT-RFLP(16S rRNA)系統解析から検証した(実中研委託) <sup>18)</sup> 。	
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	
肥満マウス(♂・♀)の体重変化は、対照区は高脂肪飼料から普通飼料に変更したため、検証最終日の28日後には体重は減少(♂:-9.2%・♀:-4.9%)した。実験区①は、そのまま高脂肪飼料を与えたので、28日後には体重は大きく増加(♂:+14.6%・♀:+11.8%)した。また実験区②は、高脂肪飼料とプレーンを与えたので、28日後にはプレーン由来の成分(ポリフェノールなど)によるストレス改善効果 <sup>19)</sup> なのか、実験区①より体重の増加は抑えられた(♂:+9.2%・♀:+4.6%)。一方、実験区③は、高脂肪飼料と手作り乳酸菌チョコを与えたので、28日後にはチ	

### 3 5. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

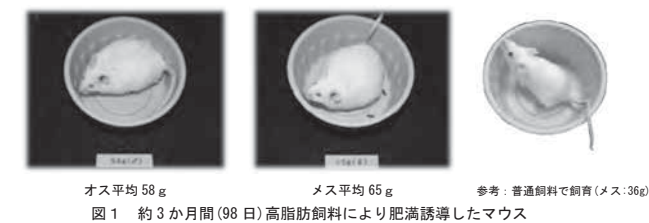


図1 約3か月間(98日)高脂肪飼料により肥満誘導したマウス



図2 肥満マウスに与えた各試料

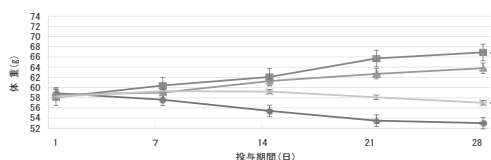


図3 各試料摂取による肥満マウス(♂)の体重変化(n=3)

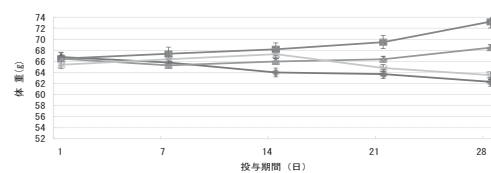


図4 各試料摂取による肥満マウス(♀)の体重変化(n=3)

### 3 5. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

<p>ヨコに練り込んだシールド乳酸菌による効果なのか、体重の増加は大幅に抑えられた(♂:-2.4%・♀:-3.0%)。さらに、この実験区③の体重を、全くチョコを与えなかった実験区①と比較すると、「ダイエット」効果が発揮され有意(<math>p&lt;0.001</math>)な体重減少(抗肥満作用)を示した(♂:-14.8%・♀:-13.3%) (図3-4)。これは、「おやつ」としてあたえた乳酸菌の有無が実験区①の高脂肪飼料に対する体重減少に大きく影響を与えていると考え、次に各試料の摂取による肥満マウスの腸内フローラのプロファイルから検証を進めてみた。</p> <p>対照区の体重減少は、普通飼料に含有される食物繊維などを餌とした善玉菌(乳酸菌)や日和見菌(やせ菌:バクテロイデス)の増加によると考えている。特に日和見菌は、ワシントン大学のゴードン博士らがやせ菌(ファームキューテス門:肥満を防ぐ可能性のある腸内細菌)として、また悪玉菌はデブ菌(クロストリジウム:肥満の可能性のある腸内細菌)として報告している<sup>20-22)</sup>。一方、実験区①の体重増加は、日和見菌の減少と、悪玉菌の増加による腸内フローラのバランス悪化と考えた。また実験区②は、実験区①より体重の増加は抑制されたが、これはプレーン由来の成分による悪玉菌(デブ菌)の減少とされている。しかし、腸内フローラのバランスが悪く、プレーン由来の成分だけでは大きな体重減少の効果は現れないと考えた。最後の実験区③の有意(<math>p&lt;0.001</math>)な体重減少は、日和見菌(やせ菌)の増加によると考えた。この日和見菌は、短鎖脂肪酸(酢酸・酪酸・プロピオン酸など)の産生に関係し、これらが脂肪酸の代謝促進や脂肪細胞による脂肪の取り込みを抑制するので、余分な脂肪の蓄積を防止したと考えた<sup>8,9-22)</sup>。さらに、腸内フローラの黄金比率である(2:7:1)に一番近く<sup>23)</sup>腸内環境の多様性による改善にもつながった。したがって手作り乳酸菌チョコは、肥満マウスはもちろんのこと、ヒトの男子や女子の「ダイエット」にも可能性があるのではと考えた(図5-6)。</p>	
<p>【今後の展望／Future study plan】</p> <p>ヒトと同じ哺乳動物のマウスをモデルにした研究には意義がある。高校卒業後は、大学の農学部に進学して食農の研究者となり、人々の健康や生活向上につながる研究を追求したい。</p>	
<p>【参考文献／References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>『天然食品「マスカハニー」の絶大な抗菌効果』</li> <li>第13回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 受賞作品集(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(抗菌性蜂蜜)の抗菌効果のすごさ』</li> <li>第14回 神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 受賞作品集(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』</li> <li>日本農薬化学会(札幌大会)ジュニア農薬化学会2016高校生による研究発表会(ポスター発表:金賞受賞)「化学と生物」vol.55,(1)2017 日本農薬化学会誌 山村国際高等学校生物部 (2016-2017)</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』</li> <li>第6回 高校生バイオサミット in 鶴岡(ポスター発表: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』</li> <li>第7回 高校生バイオサミット in 鶴岡(ポスター発表:審査員特別賞受賞)山村国際高等学校生物部 (2017)</li> <li>『マウス清菌性大腸炎モデルから食する乳酸菌チョコの効果性』</li> <li>第8回高校生バイオサミット in 鶴岡(ポスター発表:審査員特別賞受賞)山村国際高等学校生物部 (2018)</li> <li>『10代男女1005名を対象にお菓子に関する調査(2017)』testee (2017) j. teens-snacks</li> <li>常在細菌叢が腸の健康と疾患 実験医学 32(5)(2014)</li> <li>別冊・医学のあゆみ 腸内細菌と臨床医学 医歯薬出版 (2018)</li> <li>チョコレートでとる乳酸菌「化学と生物」Vol.56,(1)2018</li> <li>『女子必見！マウス腸内フローラから食する乳酸菌チョコでダイエット！』</li> <li>第9回 高校生バイオサミット in 鶴岡(ポスター発表)山村国際高等学校 生物部 (2019)</li> <li>『女子必見！肥満マウスでも乳酸菌チョコレートでダイエット！』</li> <li>第10回 高校生バイオサミット in 鶴岡(Web発表)山村国際高等学校 生物部 (2020)</li> <li>『Attention All Girls! Even Obese Mice Lose Weight with Lactic Acid Bacterial Chocolate Diet!』</li> <li>つくば Science Edge 2021 (Web 英語発表) 山村国際高等学校 生物部 (2021)</li> <li>スターセレクト ひとくちチョコレート: yaoko-net.com</li> <li>森永乳業: kenko.morinagamilk.co.jp</li> <li>東京実験動物: kwl-a.co.jp</li> <li>日本クレア: clea-japan.com</li> <li>(公)実験動物中央研究所 IGLAS モニタリングセンター: tecsrg-lab.jp</li> <li>日本チョコレート・ココア協会: chocolate-cocoa.com</li> <li>P. J. Turnbaugh, R. E. Ley, M. A. Mahowald, V. Magrini, E. R. Mardis &amp; J. I. Gordon: <i>Nature</i> 444, 1027-1031 (2006)</li> <li>V. K. Ridaura, J. J. Faith, F. E. Rey, J. Cheng, A. E. Duncan, A. L. Ksu, N. W. Griffin, V. Lombard, B. Henricat, J. R. Bain et al.: <i>Science</i> 341, 1241214 (2013)</li> <li>人の健康は腸内細菌で決まる！光岡知足 技術評論社 (2011)</li> <li>おなかの調子がよくなる本 福田真嗣 kkベストセラーズ (2016)</li> </ol>	

### 3 5. 山村学園 山村国際高等学校 生物部

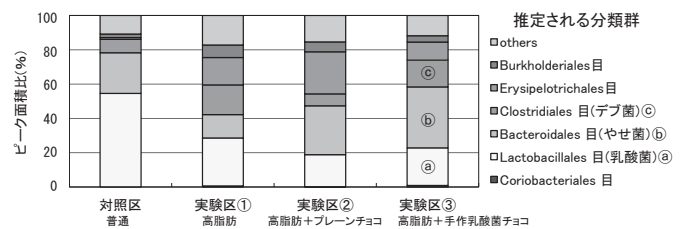


図5 各試料摂取による肥満マウス(♂)の腸内フローラのプロファイル(n=3)

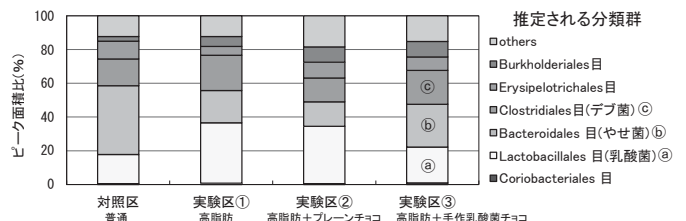


図6 各試料摂取による肥満マウス(♀)の腸内フローラのプロファイル(n=3)



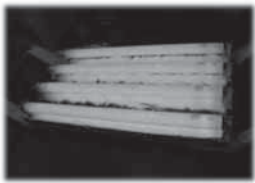
<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理／Physics	化学／Chemistry <u>医学・生物／Medical Science・Biology</u> 地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】	山村学園 山村国際高等学校 生物部
【代表者名／Representative's Name】	塩田 はな
【メンバー／Member】	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】	天野 誉
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】	女子はもちろん男子も必見！ビターチョコレートでお肌は美白！
【背景／Background】	私の所属する生物部の研究テーマは、微生物（真正細菌）を対象とした食品の抗菌効果や、マウス腸内フローラの解析から食品の機能性を検証している <sup>1)</sup> 。このような活動環境の中、中学生の時に日焼けや肌荒れを経験したことからスキンケアの研究に興味をもった。
【目的／Purpose of the research】	スキンケアには日焼け止めクリームや化粧水などを使用するアウトナーケアとインナーケアがある。インナーケアには、ポリフェノールを含むコーヒーを１日に３杯飲むと日焼け予防に効果（抗酸化作用による美白効果）があるとの報告もあるが <sup>2)</sup> 、女子高生に苦いコーヒー３杯は無理だ。そこで、女子高生の好物であるチョコレート（以下、チョコ）に含まれるカカオポリフェノールに注目した。このカカオポリフェノールを多く含むのはビターチョコとして販売されている <sup>3)</sup> 。さらに市販の日焼け止めクリームは高価であるが、チョコは安価でお財布に優しいのはもちろん、10代の大好きなスイーツ No.1 なので <sup>4)</sup> 、「女子はもちろん男子も必見！」として日焼け予防効果を検証したいと考えた。それは、この効果が、マウスと同じ哺乳動物のヒトにも可能性があるのではと考えるからだ <sup>5,6)</sup> 。
【研究計画／Research plan】	検証材料のチョコは、カカオポリフェノールの含有量の違いにより５種類（５区設定）とした。また検証動物にはヘアレスマウス（以下、ヘアレス） <sup>7)</sup> を使用した（図１）。しかし高価であるため、予備試験では数匹のヘアレス（メス）を用意し、対照区には普通試料（CE-2） <sup>8)</sup> のみで、５区の実験区には、この普通試料と材料のチョコをそれぞれ投与した。投与は、若い女子（10代後半～20代）の体重を基準とし、ヒトのチョコ摂取目安量をヘアレスの体重に単純換算して、１日１回「おやつ」として与えた（約３日間）。その後、紫外線灯による人工日焼けを対照区と５区の実験区に実施した。この人工日焼けに使用する紫外線はUVBであるが、検索すると海外製品に該当の紫外線灯がある。しかし高価であり、UVBのピーク波には少し反れるが国産のケミカルランプ（352nm）を使用した（図２）。一方、ヘアレスの背中に集中して照射する方法は、小型のアクリル製の箱の中のヘアレスを入れて、網の蓋をした後、これを紫外線照射灯の真下に配置する方法で実施した（図３）。
	また、カカオポリフェノールによる日焼け予防の効果は、紫外線照射後、目視によりヘアレスの皮膚の紅斑（サンバーン）で日焼けの状態を観察し、次に肌テッカーで測定後、水分や油分を数値化して解析も加え総合的な判断とした。しかし困難な場合は、生理学的な血液検査の実施（白血球数など）も考えている。
	７月の予備実験では、紫外線照射灯の線量が予定の１／10で、ヘアレスの皮膚に紅斑（サンバーン）の確認ができなかった。その後も実施しているが線量の不足により紅斑の確認が

<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理／Physics	化学／Chemistry <u>医学・生物／Medical Science・Biology</u> 地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
<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】	藤野 正雪
【メンバー／Member】	矢田貝 泰輝
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】	祝 弘樹、Nicholas Hardy
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】	フラクトオリゴ糖は腸内細菌のバランスを調節する
【背景／Background】	フラクトオリゴ糖（FOS）は、1-kestose (GF2)、nystose (GF3)、1F-fructofructosyl nystose (GF4)の混合物である <sup>12)</sup> 。ヒト消化管においてグルコース（G）と果糖（F）は消化されるが、1-kestose、nystose、1F-fructofructosyl nystoseは消化されない <sup>12)</sup> 。FOSはプロバイオティクスとして働き、腸内細菌のバランスを変化させることが報告されている <sup>14)</sup> 。FOSシロップは消化管の <i>Bifidobacterium</i> と体重を増加させることが報告されている <sup>3)</sup> 。しかしながら、私たちの生物部は、ヤーコンを与えたマウスの体重が減少することを確認した。ヤーコンの根は、FOSが豊富に含まれている。私たちはFOSシロップによりマウスの体重が減るかどうかわかることにした。３種類のFOSシロップが購入可能であった。
【目的／Purpose of the research】	FOSが腸内細菌のバランスに影響するかどうか調べた。腸内細菌が肥満ネズミで改善したら、体重が減るかどうかわかる。私たちは、３種類のFOSシロップの効果を調べた。
【研究計画／Research plan】	FOS投与する前に、ICRマウスをhigh-fat diet 32 (HFD) あるいはCE-2 normal diet (ND)を与えて飼育する。HFDを与えたマウスとNDマウスを比較する。具体的には、６週間後、FOSs (FOS-H, FOS-J and FOS-B) あるいはLactose (Lac)を与えたHFDマウスの体重を毎週、測定する。２１週間後、糞便を回収し、続けてND飼料を与えて体重測定する。次世代シーケンサー（NGS）で解析し <sup>5,11)</sup> 、Lac、FOS-H、FOS-JあるいはFOS-Bを与えたマウスの腸内細菌の違いを調べる。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	HFDで肥満させたマウスにFOS-HとFOS-Bを与えると、 <i>Bifidobacterium</i> が増加した。FOS-HとFOS-Bを与えたHFD肥満マウスは体重が増加していった(Figure 1)が、FOS-Jを与えたHFD肥満マウスは体重増加が減少した(Figure 1)。HFDではなくNDを与えたマウスでは、体重差は認められなかった(Figure 2)。FOS-Jは <i>Bifidobacterium</i> を増加させなかった。FOS-Jは <i>Erysipelotrichaceae</i> と <i>Lachnospiraceae</i> <sup>13)</sup> の割合を変化させた。HFDは <i>Erysipelotrichaceae</i> を増加させるにも関わらず、肥満させたマウスの腸内でFOS-Jは <i>Erysipelotrichaceae</i> を抑制した(Figure 3)。FOS-Jは <i>Lachnospiraceae</i> の割合を促進した(Figure 4)。Lachnospiraceaeは酪酸生産菌として知られている <sup>14)</sup> 。これらの結果はFOSが腸内細菌の多様性を促進し、肥満を減少させる効果があることを示唆している。
【今後の展望／Future study plan】	肥満させたマウスにおいて、FOS-Jが <i>Lachnospiraceae</i> を促進し、体重増加を抑制していたため、FOS-Jを与えたHFDマウスの体重増加が抑制されている時に、酪酸の生産量を測定する。
【参考文献／References】	1 オリゴ糖の製法開発と食品への応用、早川幸男ら、シーエムシー出版（２０１２） 2 フラクトオリゴ糖の工業生産とその利用開発、日高秀昌ら Nippon Nogeikagaku Kaishi, 61(8):915-923 (1987) 3 Fructo-oligosaccharides and glucose homeostasis: A systematic review and meta-analysis in animal models, Le Bourgot <i>et al.</i> Nutrition & Metabolism 15(9):DOI 10.1186/s12986-018-0245-3 (2018) 4 Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals, Azad AK <i>et al.</i> Animal Nutrition 6: 379-388 (2020) 5 次世代シーケンサー解析スタンダード NGSのポテンシャルを活かきする WET&DRY 二階 堂愛ら 羊土社（２０１４）

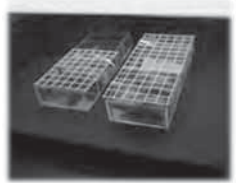
<b>【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</b>	
コロナ禍の中、特に教室内で活動する生物部は、感染防止のために放課後の活動に大幅な制限を受けている。そのため「まん延防止措置等」に緩和された７月から予備実験を実施した。しかし紫外線量が予定の１／10で、ヘアレスの皮膚に紅斑（サンバーン）の確認ができなかった。その後、再び「緊急事態宣言」の発令となり検証は延期となった。現在は、オミクロン株によるまん延防止で検証延期であるが、この検証により、真夏の紫外線量でもカカオポリフェノールを多く含むビターチョコの摂取により、日焼け予防の効果が現れると考えている。	
<b>【今後の展望／Future study plan】</b>	
コロナ禍で、部活動に制約が入り、なかなか検証が進まない中、国産のケミカルランプは紫外線量が弱いので、海外製の日焼け用の紫外線灯を調達して継続実施を考えている。	
<b>【参考文献／References】</b>	
1) 「もうカロリーを気にしない！ダイエットチョコ」 第19回 神奈川県立大学全国高校生理科・科学論文大会（神奈川県立大学） 山村国際高等学校生物部（2021）	
2) 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	
3) (株) 明治: meiji.co.jp	
4) 「10代男女1005名を対象にお菓子に関する調査 (2017)」testte.co/teens-snacks	
5) 「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	
6) 「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 哲ほか 生体医工学 48 (1) 2010	
7) 東京実験動物: kwl-a.co.jp	
8) 日本クレア: clea-japan.com	



（図１）ヘアレスマウス

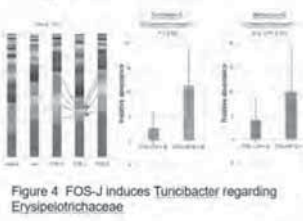
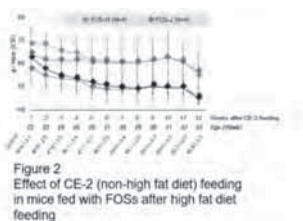
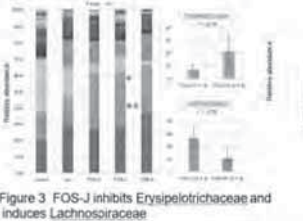
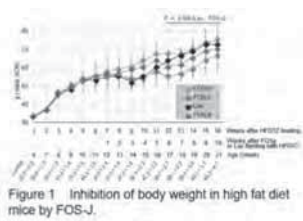


（図２）紫外線照射灯



（図３）紫外線照射用の箱  
アクリル製の仕切りと脱走防止用に網の蓋

6 次世代シーケンサー目的別アドバンスメソッド 菅野純夫ら 秀潤社（２０１２）
7 Inter- and intra-individual variations in seasonal and daily stabilities of the human gut microbiota in Japanese, Hisada T <i>et al.</i> Arch Microbiol 197:919-937 (2015)
8 QHIME allows analysis of high-throughput community sequencing data, Caporaso JG <i>et al.</i> Nat Methods 7(5):355-336 (2010)
9 UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection, Edgar RC <i>et al.</i> Bioinformatics 27(16): 2194-2200 (2011)
10 Naïve bayesian classifier for rapid assignment of rRNA sequences into the new bacterial taxonomy, Wang Q <i>et al.</i> Applied and environmental microbiology 73(16): 5261-5267 (2007)
11 Development of a Prokaryotic universal primer for simultaneous analysis of Bacteria and Archaea using next-generation sequencing, Takahashi S <i>et al.</i> PLoS one 9(8):e105592 (2014)
12 The effect of diet on the human gut microbiome: A metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice, Turnbaugh PJ <i>et al.</i> Science translational medicine 1(6): 6ra14
13 NCBI: Taxonomy Browser
14 Inulin-type fructans improve active ulcerative colitis associated with microbiota changes and increased short-chain fatty acids levels, Valcheva R <i>et al.</i> Gut microbes 10(3): 334-357 (2019)



分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】藤原華乃

【メンバー／Member】

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】遺伝子導入の効率の向上

【背景／Background】

現在、遺伝子組換え技術は遺伝子組換え食品や遺伝子治療などの幅広い分野で応用されている。よって、バイオテクノロジーの是非を判断する上で遺伝子組換え技術を体験することが重要であるが、高価な器具が障壁となり、教育現場での活用に至っていない。また一般市民の中には「DIY バイオ」を実践し、在野で研究を進める人々にとっても安価な実験器具の開発が求められている。

【目的／Purpose of the research】

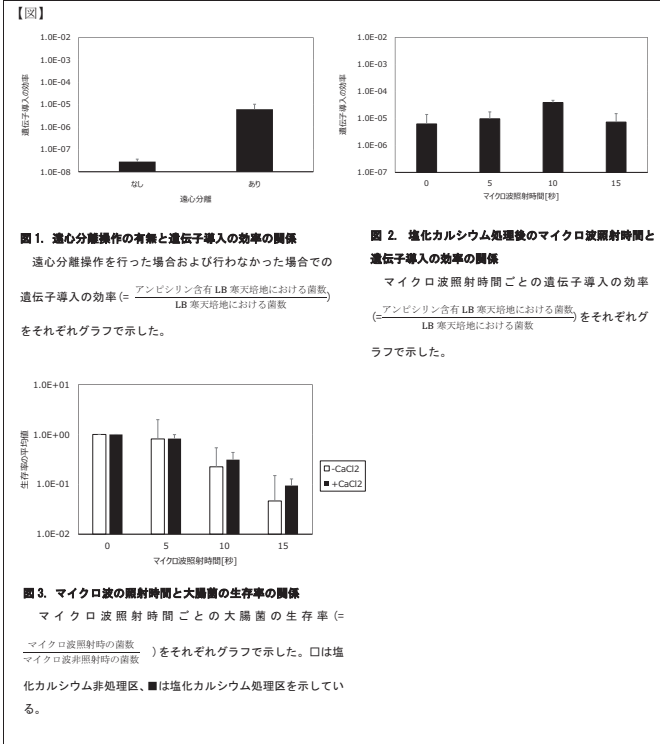
本研究の目的は、現在使用されている遺伝子導入法よりも安価で高い効率の遺伝子導入法を考案し、「DIY バイオ」を実践する在野研究者や教育現場へと供給可能な低価格の実験キットの開発に繋げることである。

塩化カルシウム法<sup>3)</sup>とエレクトロポレーション法<sup>4)</sup>を参考に高効率な遺伝子導入を実現できる手法を模索してきたが、遺伝子導入の効率を向上させる物質を発見することは出来ず、エレクトロポレーション法の代替として電子レンジのマイクロ波を活用することはできなかった<sup>5)</sup>。今年度は第一に、塩化カルシウム法の低コスト化について検討すること、第二にエレクトロポレーション法の代替として電子レンジのマイクロ波の利用方法の改善を行うことを目標に設定した。

【研究計画／Research plan】

・実験 1 本研究では東北大学大学院生命科学研究所 (ID) 遺伝子変異制御分野の実験マニュアル<sup>7)</sup>に改良を加えた。37℃で一晩培養した大腸菌液 1.0 mL を LB 液体培地 5.0 mL を加え、37℃で OD<sub>600</sub>=0.6 の濁度となるまで二次培養した。菌液 900 μL に、冷やした 500 mM 塩化カルシウム水溶液を 100 μL 加え、塩化カルシウムの最終濃度を 50 mM とした。この混濁液にプラスミド pKY1292 水溶液を 2.0 μL 加え、混濁し、37℃で 30 分間培養した。この溶液をアンピシリン含有 LB 寒天培地にはそのまま、LB 寒天培地には適切な希釈をして、それぞれ 100 μL ずつ撒き、37℃で一晩培養した。

・実験 2 37℃で一晩培養した大腸菌液 1.0 mL に LB 液体培地 5.0 mL を加え、37℃で OD<sub>600</sub>=0.6 の混濁となるまで二次培養した。菌液 1.5 mL を、遠心分離機で 6,000 rpm、10 分間遠心分離した後上澄みを捨て、冷やした 50 mM 塩化カルシウム水溶液を 1.0 mL 加え、懸濁した。再び遠心分離機 6,000 rpm で 10 分間遠心分離した後冷やした 50 mM 塩化カルシウム水溶液を 1.0 mL 加え、懸濁した。これにプラスミド pKY1292 水溶液を 2.0 μL 加えたものを滅菌ガラスシャーレに全量移し、定格高周波出力 500 W 電子レンジでマイクロ波を 0, 5, 10, 15 秒照射した。照射後の菌液を 100 μL 採取し、これに LB 液体培地を 900 μL 加えた試験管を 37℃で 30 分間培養した。この溶液をアンピシリン含有 LB 寒天培地にはそのまま、LB 寒天培地には適切な希釈をしてそれぞれ 100 μL ずつ撒き、37℃で一晩培養した。



実験 1、実験 2 の寒天培地に生育したコロニー数をそれぞれ数え、数えた際の希釈率を乗じることで菌数を求め、式(1)を用いて遺伝子導入の効率を算出し、その平均値と標準誤差を求めた。

遺伝子導入の効率 =  $\frac{\text{アンピシリン含有 LB 寒天培地における菌数}}{\text{LB 寒天培地における菌数}}$  式(1)

実験 2 では、式(2)を用いて電子レンジ 5, 10, 15 秒照射時について生存率とその平均値、標準誤差をそれぞれ算出し、これを電子レンジによる細胞死の尺度とした。

生存率 =  $\frac{\text{マイクロ波照射時の菌数}}{\text{マイクロ波非照射時の菌数}}$  式(2)

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

実験 1 遠心分離機によって培養液を塩化カルシウム水溶液に置換せず、培養液に直接塩化カルシウム水溶液を加えた場合の遺伝子導入の効率の平均値 (±標準誤差) は  $2.8 \times 10^{-6}$  であり、遠心分離を行った際の  $6.2 (\pm 4.2) \times 10^{-6}$  に比べ 1/100 程度に低下し、実用的ではない結果であった (図 1)。

実験 2 塩化カルシウム処理をせずに電子レンジのマイクロ波照射を行った場合、0, 5, 10, 15 秒照射のいずれの場合も遺伝子導入は起こらず、5, 10, 15 秒照射時の生存率の平均値 (±標準誤差) は、 $0.81 (\pm 0.37)$ 、 $0.22 (\pm 0.10)$ 、 $0.046 (\pm 0.036)$  であった (図 3)。一方、0, 5, 10, 15 秒の電子レンジのマイクロ波照射と塩化カルシウム処理を併用した場合の遺伝子導入の効率は、 $6.2 (\pm 4.2) \times 10^{-6}$ 、 $9.6 (\pm 4.1) \times 10^{-6}$ 、 $3.9 (\pm 3.1) \times 10^{-6}$ 、 $7.3 (\pm 4.1) \times 10^{-6}$  で、10 秒照射で最大となり (図 2)、電子レンジのマイクロ波と塩化カルシウム法の併用が効果的であることが示された。また、マイクロ波 5, 10, 15 秒照射時の大腸菌の生存率の平均値は、 $0.83 (\pm 0.17)$ 、 $0.31 (\pm 0.21)$ 、 $0.094 (\pm 0.034)$  であり、長時間のマイクロ波照射で遺伝子導入の効率の向上が見られなくなるのは、熱によって大腸菌が死滅することが原因であると考えられた (図 3)。

【今後の展望／Future study plan】

実験 2 において電子レンジのマイクロ波と塩化カルシウム法の併用により遺伝子導入の効率が向上する結果を得ることができたが、直接細胞膜への影響を観察できているわけではない。これを観察するために、リン脂質二重層に電子レンジのマイクロ波を照射し、その際の脂質分子の周囲の水分子の運動を電子顕微鏡で観察を行いたい。また大腸菌の遺伝子導入において低コスト化を図るために、吸光光度計を使わない手法を検討していきたい。培養開始時の細胞の状態、その後の培養時間ごとの細胞増殖をモニタリングし、これをマニュアル化することにより吸光光度計を用いずに遺伝子導入に最適な状態の細胞を調整できるようにしたい。また今回の成果により塩化カルシウム処理をした大腸菌細胞をコンピテントセル細胞として冷凍保存しておき、これを導入したい DNA を加えて家庭用電子レンジで 10 秒照射するという簡便なキットとして実用化できる可能性がある。今後はコンピテントセル化の条件についても検討していきたい。

【参考文献／References 】

- 1) Heidi Ledford (2010). "Garage Life hackers". *Nature*;467(7316):p650-652.
- 2) M Mandel, A Higa (1970). Calcium-dependent bacteriophage DNA infection. *J Mol Biol*;53(1):p159-162
- 3) D Hanahan (1983). Studies on transformation of *Escherichia coli* with plasmids. *J Mol Biol*;166(4):p557-580.
- 4) Dower, W.J., Miller, J.E., Ragsdale, C.W (1988). High efficiency transformation of *E. coli* by high voltage electroporation. *Nucleic Acids Res*;16(13), p6127-6145.
- 5) Takeo, A (1988). DNA transfection of *Escherichia coli* by electroporation. *Biochim. Biophys. Acta* ;949(3), p318-324
- 6) 安部春希、小川愛祐美、奥山ちひろ、佐々木咲理、松坂恵奈 (2020) 遺伝子導入の効率の向上. 日本動物学会 2020 年度東北支部大会要旨集.
- 7) 山本和生 (2020) 山本研遺伝子実験マニュアル.

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高校

【代表者名／Representative's Name】久保田夏帆

【メンバー／Member】堤田葉月

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】ミドリムシの増殖と大腸菌の食作用

【背景／Background】

最近では、ミドリムシを原料とした食品の開発や栄養食品としてのミドリムシが注目されている。ミドリムシによる食中毒細菌の記事を読んだ際にミドリムシが食中毒細菌の殺菌が可能と知り、ミドリムシで食中毒を予防しようと考えた。

【目的／Purpose of the research】

ミドリムシを効率よく増殖させ、ミドリムシの食中毒細菌の食作用について明らかにする。

【研究計画／Research plan】

実験 1 ミドリムシの増殖

ミドリムシの培養液としてハイボネックス、強力わかもとを使って増殖させた。ハイボネックス 1%、強力わかもとと濾過あり、強力わかもとと濾過なしをミドリムシの溶液に入れ、1 週間ごとにミドリムシの様子を観察した。

実験 2 ミドリムシの食作用による大腸菌の殺菌

2-1 培養液による大腸菌の影響を確かめるために LB 培地と培養液で大腸菌を 1 日培養させ、濁度計で濁りを調べた。

2-2 培養液と大腸菌、ミドリムシと培養液と大腸菌をフラスコに入れ培養させ、LB 寒天培地に塗って大腸菌のコロニーの様子を観察した。実験中に培養液を加えないものと培養液を 2 日に 1 回のペースで入れたものとで比較した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

実験 1

ハイボネックス 1%を入れたものと、強力わかもとと濾過あり、濾過なしともに増殖した。

実験 2

2-1 濁度はハイボネックス 1%、強力わかもとと濾過あり、強力わかもとと濾過なしともに濁度が高くなった。

2-2 蒸留水、ハイボネックス 1%を入れたものでは、ミドリムシの有無にかかわらず大腸菌は死滅した。強力わかもとと濾過なし、強力わかもとと濾過ありを入れたものでは、ミドリムシを入れていない大腸菌は 12 日後まで生存し続けて、ミドリムシを入れた大腸菌は 12 日後にはほとんど死滅した。また、ミドリムシの有無にかかわらず、大腸菌とは別の菌も存在していた。

3 9．順天高校

培養液を加えたものと加えていないものを比較すると、ほとんど変わらなかった。強力わかもとを入れたものに関しては、培養液を入れたものの方が 12 日後に菌が残っていた。
【今後の展望／Future study plan】 実験中のミドリムシの数の変化を調べる。 大腸菌が培養液の中で死滅する速さとミドリムシが殺菌する速さを調べる。
【参考文献／References】 ・ <a href="http://www.naro.affrc.go.jp/org/karc/qnoken/yoshi/no77/77-102.pdf">http://www.naro.affrc.go.jp/org/karc/qnoken/yoshi/no77/77-102.pdf</a> ミドリムシによる食中毒細菌の生物学的殺菌効果の検証 ・ <a href="http://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2017/08/2016049.pdf">http://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2017/08/2016049.pdf</a> ミドリムシ増殖と培養液の濃度条件 ・ <a href="https://tamamijinko.com/93.html">https://tamamijinko.com/93.html</a> ミドリムシを自宅で培養する方法！ユウグレナは肉眼でも見えるか？

4 0．順天高等学校

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	化学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
参加者／Participant's Information			
【学校名／School Name】順天高等学校			
【代表者名／Representative's Name】阿部 陽人			
【メンバー／Member】			
指導教員／Supervising Teacher			
【お名前／Name】名取 慶			
発表内容／Abstract of the Presentation			
【タイトル／Title】学校で行う PCR 法			
【背景／Background】 PCR 法を学校で行うための様々な課題点を解決し、すべての学校で PCR 法が行うための解決策を考えようと興味を持った。今回実験には ACTIN3 遺伝子を用いる、人間のからだには短距離走など瞬発力が重要な競技とマラソンなど持久力が重要な競技があり、ACTIN3 遺伝子はどちらに向いているかを決定する。			
【目的／Purpose of the research】 PCR 法を用いて ACTIN3 の保有を調べ、すべての学校で PCR 法が行えるような実験法を提案する。			
【研究計画／Research plan】 (1)PCR 法を用いて被験者の DNA を増幅させる。 (2)DNA から被験者が ACTIN3 を保有しているかを調べる。 (3)実験から課題点を見つけ解決策を提案する。 (4)考えた案で実際に実験を行う。			
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 課題として機械のサーマルサイクラーと酵素が高額なことがあげられる。サーマルサイクラーは温度の異なる 2 種類のボットを用意し人力で温度変化をさせることで代用が可能だと予想する。酵素は安価なものでも実験の精度が落ちることがないかを検証する。			
【今後の展望／Future study plan】 今後の実験では電気泳動機を安価に代用する方法またボットの手間を減らすためにはどのようにするかを提案する。			
【参考文献／References】 男子大学柔道トップアスリートにおけるミドルパワーと ACTN3 及び ACE 遺伝子多型との関連性 <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/budo/49/1/49_29/_pdf/-char/ja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/budo/49/1/49_29/_pdf/-char/ja</a> より 高等学校生物における安価かつ簡易的な PCR 実験法の開発 <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibe/61/1/61_23/_pdf/-char/ja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/jibe/61/1/61_23/_pdf/-char/ja</a> より			

4 1．順天高等学校

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
参加者／Participant's Information			
【学校名／School Name】順天高等学校			
【代表者名／Representative's Name】李海城 伊崎亜門			
【メンバー／Member】			
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】粘菌の性質調査			
【背景／Background】 粘菌は単細胞生物にも関わらず、迷路を解いたり、記憶能力があると言われており、動きのパターンを利用してカーナビの案内や避難経路作成に利用されている。他にも粘菌について調べていくと様々な性質が確認されたので、粘菌を用いて何かできるのではないかと思い、研究を始めた。			
【目的／Purpose of the research】 粘菌を実際に使い可能な限りの細かい性質を調べて、何に活用できるかを模索する。			
【研究計画／Research plan】 ・ 光の有無による粘菌の動きの違いを観察 ・ 異なる光の波長を当てた時の粘菌の動きを観察 ・ 粘菌の揮発性物質に対する反応の観察			
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 ・ 光が当てられていないほうが活発に動く ・ 短い波長を当てられている方が活発に動く ・ 匂いがよりするほうに粘菌は動く			
【今後の展望／Future study plan】 ・ 3 次元迷路に挑戦し、高さが存在するときの粘菌の動きを観察する ・ 今までの研究結果をまとめる			
【参考文献／References】 LED を用いた細胞性粘菌の走光性 清水公平 中上元太 森崎亘 粘菌変形体の化学走性を利用した高校生物実験の開発 高橋和成 2014 粘菌はいかにして餌を見つけるか 内田瀬奈 2012			

4 2．順天高等学校

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。										
物理／Physics	化学／Chemistry	化学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science								
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )										
参加者／Participant's Information											
【学校名／School Name】順天高等学校											
【代表者名／Representative's Name】岩崎 湊馬											
【メンバー／Member】石島 未奈美 岩崎 湊馬 徳田 ななえ 林 佳慧											
指導教員／Supervising Teacher											
【お名前／Name】名取 慶											
発表内容／Abstract of the Presentation											
【タイトル／Title】筋肉増加作用のある物質の探索											
【背景／Background】 現在、日本の高齢化は深刻であり、その中でも高齢者は、筋肉量減少により病気や怪我のリスクが高まっている。そこで、ネットイフメガエルをモデル生物として、筋肉量を増やすことができる生薬や食品を見つける研究をすることにした。											
【目的／Purpose of the research】 ドーピング案のように筋肉量を増加することのできる生薬や食品を見つけること。 漢方案などでも筋肉を増やすことができる可能性があることを示し、筋肉が衰えてしまった高齢者の方々が、筋肉を増やせるようにすること。											
【研究計画／Research plan】 ①ドーピング案の「clenbuterol」を混ぜた練り餌、漢方の「加味四物湯」を混ぜた練り餌の 2 種類を作った。 ②右のようにグループ分けしたネットイフメガエルに同質量の餌を 2 か月与え続け、体重を測定した。 ③約 2 か月後に、それぞれの個体の体重を測定し、比較した。		使用する物質	個体数	計							
		低濃度	中濃度	高濃度							
		5 体	5 体	5 体							
		clenbuterol	5 体	5 体							
		加味四物湯	5 体	5 体							
		物質を使用しない	5 体	5 体							
				35 体							
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】											
カエルの体重 (g)											
個体番号 (匹目)	1	2	3	4	5	①実験前	1.32	1.46	1.74	2.32	2.70
						④実験後	-	-	-	-	4.82
①実験前	1.23	1.37	1.71	1.93	2.84	⑤実験前	1.35	1.48	1.83	2.03	2.55
①実験後	-	1.68	5.28	3.90	-	⑤実験後	1.48	-	3.40	2.18	6.32
②実験前	1.49	1.52	1.61	1.89	2.79	⑥実験前	1.13	1.44	1.87	2.30	2.38
②実験後	3.33	-	-	3.53	3.45	⑥実験後	-	2.22	3.88	4.23	3.85
③実験前	1.35	1.49	1.74	2.06	2.74	⑦実験前	1.23	1.80	1.83	2.00	2.36
③実験後	-	0.98	-	2.35	3.74	⑦実験後	1.63	6.28	5.75	-	3.94
「-」は、カエルが死んでしまい測定不能になったことを表す。											
【今後の展望／Future study plan】 同様の実験をマウスでも行い、今回使用した物質に筋肉増強作用があるか調べたい。											



4 2．順天高等学校

【参考文献／References】
Gigazine「ドーピングすると起こる体の変化と副作用」(2016年8月4日) <a href="https://gigazine.net/news/20160804-doping-effect/">https://gigazine.net/news/20160804-doping-effect/</a>
NHK「筋肉量と健康・寿命の関係とは 筋肉の働きや役割について」(2020年6月15日) <a href="https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_186.html">https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_186.html</a>
NHK「大注目！筋肉が作りだすミオスタチンなどのマイオカインの健康効果」(2020年9月23日) <a href="https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_473.html">https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_473.html</a>
つくるバジヤマ「筋トレをすると睡眠の質が上がる?!」(2019年3月13日) <a href="https://www.tsukurupajama.jp/pajamapedia/choose/2774">https://www.tsukurupajama.jp/pajamapedia/choose/2774</a>
広島大学大学院 理学研究科附属両生類研究施設「ナショナルバイオリソースプロジェクト・ネッタイツメガエル ネッタイツメガエルの飼育方法」(2015年3月6日) <a href="https://xenopus.nhrp.jp/NBRP_Xenopus/rearing_files/XiRaising150306.pdf">https://xenopus.nhrp.jp/NBRP_Xenopus/rearing_files/XiRaising150306.pdf</a>
古川愛智「全身の筋肉は脳に直結していた！足からの刺激が『海馬』を活性化する」(2015年5月27日) <a href="https://www.kigyounjitsumu.jp/life/2145/">https://www.kigyounjitsumu.jp/life/2145/</a>
公益財団法人「ドーピングに関する薬の知識」(2020年11月24日) <a href="https://www.japan-sports.or.jp/medicine/doping/tabid540.html">https://www.japan-sports.or.jp/medicine/doping/tabid540.html</a>
日本経済新聞「血液ドーピング、欧州各地で横行 東京五輪への影響懸念」(2019年4月9日) <a href="https://www.nikkei.com/article/DGXLSSXK20303_Z00C19A4000000">https://www.nikkei.com/article/DGXLSSXK20303_Z00C19A4000000</a>
日本赤十字社 兵庫県赤十字血液センター「Rh血液型について」(2021年2月13日) <a href="https://www.bs.jrc.or.jp/kk/hyogo/donation/m2_02_01_01_rh-blood.html">https://www.bs.jrc.or.jp/kk/hyogo/donation/m2_02_01_01_rh-blood.html</a>

4 4．順天高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】順天高等学校
【代表者名／Representative's Name】杉山真里奈
【メンバー／Member】安藤月乃 杉山真里奈
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】高野幸子 鹿島知周
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】漢方薬による腸内環境改善について
【背景／Background】 日本人は他の先進国と比べて幸福度が低く、ストレスを感じていると考える人の割合が多い。日本人のストレスを改善するため、脳腸相関に目を付けて腸内環境を改善しようと考えた。身体に負荷を出来るだけ掛けないよう、漢方を使うことを考えた。
【目的／Purpose of the research】 悪玉菌を減らし、腸内環境を整える。
【研究計画／Research plan】 ・大黄をろ過した溶液、上澄み液、沈殿物の3つに分ける。 ・大腸菌の培養地に大黄のそれぞれの成分液を撒き、阻止円の有無を確かめる。 ・大黄の濃度や大腸菌の量を変えて、実験を繰り返す
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 ・濃度 10 パーセントの大黄を入れた水溶液の、ろ過した溶液と上澄み液に阻止円が見られた。 ・濃度 15 パーセントの大黄を入れた水溶液の、ろ過した溶液と上澄み液には大腸菌がうまく生えなかった。
【今後の展望／Future study plan】 ・1 回目と 2 回目の実験結果が違った理由について考察する。 ・1 回目で成功した時と同じ条件でもう一度実験してみる。 ・別の濃度でも阻止円がつけられるのかを試す。
【参考文献／References】 阻止円を測定する   測定のことを“阻”知りたい「ソクシリ」   キーエンス (kevence.co.jp) ダイオウ (大黄) の泻下作用成分 (odn.ne.jp)

4 3．順天高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】順天高等学校
【代表者名／Representative's Name】小坂晃生
【メンバー／Member】熊本絢也
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】名取慶

発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】ガラクトースを選択的に分解する乳酸菌
【背景／Background】 順天高校の先輩の研究を引き継いだ。白内障はいろいろな世代で流行しておりその原因の一つがチーズだということが報告されている。しかし、白内障になるのはガラクトース血症患者のみである。よってガラクトースを多く含んでいる乳酸菌の摂取が禁止されている。
【目的／Purpose of the research】 本研究の目的は、上記のようなガラクトースを摂取することが出来ないガラクトース血症患者のために、ガラクトースを選択的に分解できる乳酸菌を探索することである。
【研究計画／Research plan】 食品に含まれる乳酸菌の培養条件の検討として、組成を組み替える MRS 培地を使ってどの条件下で最も乳酸菌が増加するか観察することにした。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 組成の一つである tween80 の量を 1.5 倍すると増加すると予想する。
【今後の展望／Future study plan】 今後は他の量を調整してどの条件下で最も乳酸菌が増加するか検討したい。また、その後ガラクトースを選択的に分解する乳酸菌を探索したい。
【参考文献／References】 食品製造に適した乳酸菌用培地作製に関する検討 ( <a href="http://tc-kyoto.or.jp/outcome/2017/12/h28n-p061-lac.pdf">http://tc-kyoto.or.jp/outcome/2017/12/h28n-p061-lac.pdf</a> ) 最終閲覧日 2022-01-08 MRS 寒天培地と変法 LBS 寒天培地における乳酸菌の選択的単離能の比較 ( <a href="https://classroom.google.com/u/0/w/MzU0OTM5MTExMDIa/t/all?hl=ja">https://classroom.google.com/u/0/w/MzU0OTM5MTExMDIa/t/all?hl=ja</a> ) 最終閲覧 2022-01-18

4 5．順天高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
参加者／Participant's Information
【学校名／School Name】順天高等学校
【代表者名／Representative's Name】浅見拓哉
【メンバー／Member】浅見拓哉 荒川朋潔
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】名取 慶
発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】アフリカツメガエルの学習能力
【背景／Background】 これまでの自分たちの実験で短期間での学習能力は低いことは確認できているため今回の実験では長期的な学習能力はあるのか測る。
【目的／Purpose of the research】 哺乳類には学習能力、記憶能力があることが確認されているが爬虫類にもこれらの能力があるのか実験によって確認する。 他の実験でも爬虫類のモデルとして広く使用されているアフリカツメガエルの生態をより深く知る。
【研究計画／Research plan】 1. アフリカツメガエルにアフリカツメガエルの忌避物質と思われるものを普段与えている餌（練餌）に混ぜて与え、様子を確認する。 2. 1 を毎日同じ時間、3 0 日間にわたって行い持続的、長期的な学習能力はあるのかを確認する。 3. 学習能力の有無の判断は忌避物質を含む餌に対して、学習能力がある場合は数日後には餌に対してそもそも反応、興味を示さないはずである。学習能力がない場合カエルは忌避物質を含む餌を口に含み忌避物質に反応して餌を吐き出すはずである。 4. 本実験を始める前にアフリカツメガエルの忌避物質を探す準備実験を行う。実験方法は忌避物質候補の物を餌に混ぜそれぞれ同じアフリカツメガエル 1 0 匹に与え様子を確認する。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 アフリカツメガエルには学習能力は無いと考えられる。
【今後の展望／Future study plan】 オスとメスでは学習能力に差が出るか確認する。
【参考文献／References】 <a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/download.php/0402-1902-0228.pdf?file_id=160344">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/download.php/0402-1902-0228.pdf?file_id=160344</a> 論文完成 (1) (1).docx

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】陳佳き

【メンバー／Member】本間理紗

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】名取慶

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】ハチミツの抗菌性について

【背景／Background】  
蜂蜜の抗菌性は7 8 9月のときに最も高い  
蜂蜜の濃度が高くなるほど抗菌性の濃度も高くなることが分かった。  
仮説：蜂蜜の抗菌性が高いのは中身の花粉と関係していて、特定の花粉によって抗菌性が生じるのではないかな。

【目的／Purpose of the research】  
○ハチミツの抗菌性を調べることによって、医療に役立てることができるようにすること。  
○そしてパイオ系の菌類への研究にも役立てるといいと考えています。  
○抗菌性を左右する要素を調べたい。ダニ除けのことについて、詳しく知りたい。

【研究計画／Research plan】  
1. 大腸菌 DH5 α を寒天培地に播種（シングルコロニーアソレーション）  
2. 大腸菌 DH5 α のシングルコロニーを LB 液体培地で培養（種類の違うハチミツを 1 g ずつ入れる）  
3. 10w/w% 蜂蜜 LB 溶液 10mL の作製  
4. 10w/w% 蜂蜜 LB 溶液による大腸菌 DH5 α の培養（24 時間、作成したときよりどのハチミツも濁度が上がっていた）

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
○蜂蜜の抗菌性が高いのは中身の花粉と関係していて、特定の花粉によって抗菌性が生じる。  
マスカハニーの抗菌性が最も高く、特に5 h ほどの短時間は、大腸菌の増殖量が少なく、濁度の測定をしたら、とても明らかに濁度が低く、抗菌性が高い。  
だが、24 h 後は5 h ほど明確にわかることはなく、菌の増殖時間が増えれば増えるほど、抗菌性が弱くなっていく。  
よって、マスカハニーは短時間で抗菌性が高いが、長時間では抗菌性はほかのハチミツと大きい差がない。  
○ハチミツは月ごとに異なる抗菌性を示すことがわかるが、一定の規則性がなく、ダニ除けなどハチミツと関係がないものが作用して、抗菌性の効果を影響していた。

【今後の展望／Future study plan】  
○実験結果によって、花粉が抗菌性関わっていたら、他の花粉も調べて抗菌性が高いものと低いものをわけろ。  
○ダニ除けを用いた実験を実施したいと思う。

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】比企 晏

【メンバー／Member】比企 晏

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】名取 慶

発表内容／Abstract of the Presentation

（タイトル／Title）ウーパールーパーが苦しめない体とは

【背景／Background】  
ウーパールーパーの愛称で親しまれているメキシコ原産のメキシコオオサンショウウオ（以下、ウーパールーパー）。再生能力がかなり高いことで有名だが、人工飼料を接種することで胃・腸にガスが溜まりやすく、うまく体外へ排出することができない。ガスが溜まることで水面に浮遊し、皮膚が乾燥してしまうことがあり、病気に感染する可能性が高い。一時的にガスを排出することは可能だが、根本的な解決は見つかっていない。

【目的／Purpose of the research】  
・人工飼料を与えたメキシコオオサンショウウオの胃・腸にガスが溜まる原因を調べ、改善方法を見つける

【研究計画／Research plan】  
・ウーパールーパーの排泄物から接種した大腸菌を、人工飼料を粉末状にした培地と市販で売られている冷凍した赤虫を粉末状にした培地で大腸菌の繁殖量を比較する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
・人工飼料を用いた培地が赤虫を用いた培地に比べ、大腸菌の繁殖率が高いと思われる。

【今後の展望／Future study plan】  
・大腸菌の繁殖を抑制する物質をエサなどに混ぜて投与することで根本的な解決ができると考えられる。

【参考文献／References】  
川口市立科学館 <http://www.kawaguchi.science.museum/index.html>  
安全で簡易な抗真菌活性の測定法マニュアル  
帝京大学医歯両研究センター 石 島 早 苗・安 部 茂 著 2012 年 7 月 12 日

【参考文献／References】  
日本蜜源植物の花粉形態 <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010241029.pdf> ハチミツ中の蜜源指標  
file:///C:/Users/%E5%90%8D%E5%8F%96%E3%80%80%E6%85%B6/Downloads/25-1\_2004\_041-046\_Nakamura%20(1).pdf  
—  
日本蜜源植物の花粉形態.pdf  
PDF  
—  
ハチミツ中の蜜源指標.pdf  
PDF

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Compute その他／Others(学際学)

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校 J

【代表者名／Representative's Name】鈴木 悠平

【メンバー／Member】

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】再生可能な土壌開発

【背景／Background】  
近年、地方自治体において、財政問題がしばしば取り上げられている。国の地方交付税交付金が日に日に減っているほか、自治体が回収する地方税の収入自体も落ち込んでいる。其れゆえに、東京二十三区と比べて、ごみの焼却に関する深刻な問題につながっている。ごみ問題の解決までとはいかないが、沢山の方々に興味を持っていただくために企画を考えた。

【目的／Purpose of the research】  
自分の家から出るごみを土壌に使い、食用の植物を育てることにより、生ごみを削減する。  
同時に、手軽に食用植物を育てられるようにして、国内にいる貧困に苦しむ方々を救う。

【研究計画／Research plan】  
生ごみが原料である土壌を土台とした土壌を用いハツカダイコンを育てる。  
土壌により、どれくらいまで大きくなったかを確認し、重量を測る。  
生ごみを使わない土壌で別のハツカダイコンを育て、比較する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
生ごみを使用した方が根の僅かに大きかった。  
昨年は例年より涼しかったゆえに、おもうようにせいりようしなかった。

【今後の展望／Future study plan】  
ハツカダイコンでの栽培にとどまらず、別の植物の栽培も検討。  
実際に栽培迄の材料費、人件費等を含む費用を計算し、実際にどの程度の価格で提供できるかを試算する。  
不要な土を回収し、貧困に苦しむ人々に与え、食用植物を育てるシミュレーションを行う。

【参考文献／References】  
有機性廃棄物を用いて作物の収穫と品質を高める <https://ci.nii.ac.jp/naid/120007118621>  
パンデミックにおける子供の貧困 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022763891>

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／ <del>医学・生物</del> Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】神奈川県立厚木高校

【代表者名／Representative's Name】佐瀬 晴香

【メンバー／Member】佐瀬 晴香

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】中島 淳一郎

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】梅の種子を用いた防カビ剤の開発

【背景／Background】

カビは身近な微生物のひとつで、家の中で増えすぎてしまうと呼吸器疾患を起こす原因にもなる。そこで、家で手軽に防カビができるか考えた。すると、青梅の種子の中にある白い部分（仁）には毒性があり、その毒性がカビを抑制することを知った。仁にはアミグダリンという物質が含まれている。アミグダリンは同じく仁に入っている酵素や、胃の中の酵素によって分解され、シアン化水素を発生する（参考文献1）。この仕組みを用いて防カビ剤がつくれないうか考えた。また、本来必要ないものである青梅の種子で防カビ剤を作ること環境にも優しいと考えた。

【目的／Purpose of the research】

身近な物、本来ならいらぬ物で手軽に、効果的に防カビをする。そのためにカビや梅の種類などの条件を変えたときに、どの条件でアミグダリンから発生するシアン化水素が最も効果を発揮するのかを調べる。

【研究計画／Research plan】

先行研究（参考文献2）では、身近なことで、比較的容易に手に入ることを理由に黒カビ（*Cladosporium*）を用いて実験を行っていたのでそれに習うことにした。市販の培地は黒カビを生やすのに適さなかったため水に溶解する培地の粉末の量を半分にし、寒天を追加した培地を作成した。その培地に希釈したカビを塗りつけ、その上に水や梅の種子を砕いたものをしきみこませた紙を置いて、三日から一週間ほど放置し、ろ紙の周りにカビがはえるかどうか、つまり阻止円を観察した。

先行研究では、黒カビ（*Cladosporium*）の1000 倍希釈液を塗りつけた培地に青梅の種子を砕いて希釈したものを染み込ませた紙にのみ、抗カビ効果があることを示す阻止円が現れた。また、加工、長期保存でアミグダリンは減少すること（参考文献3）、果実より種子の方がアミグダリンは多く含まれることがわかっていて（参考文献4）。このことから以下の実験を行った。

実験1；先行研究の防カビ効果が本当にアミグダリンによるシアン化物の影響かどうか調べる  
加工、長期保存するとアミグダリンが消失するので、梅干しの種子と、熟した梅の種子を容易して青梅の種子と比較した。

実験2；梅が防カビ剤として一番効果を発揮する条件を調べる  
培地に塗りつける黒カビの濃度 1000 分の 1 と 10000 分の 1 で比較した。

実験3；梅の防カビ効果を高める方法を調べる  
単純に、ろ紙に染み込ませる梅の種子の量が多ければ多いほど効果を発揮すると考え、そのために梅の種

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／ <del>医学・生物</del> Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】佐藤 匠、原 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生態について

【背景／Background】

ドクターフィッシュは西アジアの河川に生息する淡水魚で、ヒトの皮膚の古い角質を食べることで知られている<sup>[1]</sup>。しかし、ヒトの皮膚のどのような要素に反応しているのかについてははっきりと判明していない。それを明らかにするために他の魚との比較や、自作した装置を用いての検証などを行う。

【目的／Purpose of the research】  
ドクターフィッシュがヒトの手を餌として認識するとき、どのような要素を必要とするかを調べる。

【研究計画／Research plan】  
ドクターフィッシュの反応や行動の要因として考えられる要素を①体温、②分泌されるもの、③振動、④ 色 の 4 つに分ける。自作装置を使い、反応した回数を計測するなどしてデータを集め、どの要素に反応しやすいかを検証する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
これまでの研究から、ドクターフィッシュには特徴的なヒゲのようなものがあることがわかった。魚類のヒゲには味蕾があり、味を判別できることがわかっている<sup>[2]・[3]</sup>。② 分泌物が主な要素だと予想する。また、魚類には側線という水流などを感じる器官があるので、③振動 も主な要素の一つと考える。本校の先行研究には、温度と振動の変化によって集まり方に差ができるという結果があるので、複数の要素が関係してヒトの手を餌として認識している可能性もある。

【今後の展望／Future study plan】  
・現在開発中の装置を完成・改良させ、ドクターフィッシュの反応をより正確なデータにして比較できるようにし、どの要素がヒトの手に反応する要因となっているかを特定する。  
・生体染色などの方法で直接ドクターフィッシュの口やヒゲの周りの細胞を観察し、味蕾の量などの特徴を調べ、他の魚とくらべて考察する。

【参考文献／References】  
[1] 魚類図鑑「ガラ・ルファ（ドクターフィッシュ）」  
<https://aqua.stardust31.com/koi/koi-ka/gara-rufa.shtm>  
[2] 「魚には人間にはない感覚器官がある！？嗅覚が人間の 300 倍鋭い魚も！？魚達の能力がスゴすぎる！」  
<https://fishing-japan.jp/fishing/3712>  
[3] 農林水産省「魚に味覚はありますか」  
[https://www.maff.go.jp/j/hey/kodomo\\_sodan/0007/03.html](https://www.maff.go.jp/j/hey/kodomo_sodan/0007/03.html)

【今後の展望／Future study plan】

梅の種子1g あたりのアミグダリンの相当量が知りたい。また、杏子やビワ、サクランボなどにもアミグダリンは含まれているので、どの植物を使用すると防カビ効果が高いのか調べたい。

【参考文献／References】  
[1] 「健康食品」の安全性・有効性情報  
<https://hfnf.nbiohn.go.jp/contents/detail678.html>  
[2] ウメの種子を用いたカビ増殖の阻止  
神奈川県立厚木高等学校原拓也  
[3] 梅干しの種子を割って白い部分（中身）を食べても大丈夫か？（薬局）公益財団法人福岡県薬剤師会  
[https://www.fpa.or.jp/johocenter/yakuji-main/\\_1635.html?blockId=39701&dbMode=article](https://www.fpa.or.jp/johocenter/yakuji-main/_1635.html?blockId=39701&dbMode=article)  
[4] ビワの種子の粉末は食べないようにしましょう：農林水産省  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/foodpoisoning/naturaltoxin/loquat\\_kernels.html](https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/foodpoisoning/naturaltoxin/loquat_kernels.html)

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／ <del>医学・生物</del> Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】佐藤 匠、原 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生態について

【背景／Background】

ドクターフィッシュは西アジアの河川に生息する淡水魚で、ヒトの皮膚の古い角質を食べることで知られている<sup>[1]</sup>。しかし、ヒトの皮膚のどのような要素に反応しているのかについてははっきりと判明していない。それを明らかにするために他の魚との比較や、自作した装置を用いての検証などを行う。

【目的／Purpose of the research】  
ドクターフィッシュがヒトの手を餌として認識するとき、どのような要素を必要とするかを調べる。

【研究計画／Research plan】  
ドクターフィッシュの反応や行動の要因として考えられる要素を①体温、②分泌されるもの、③振動、④ 色 の 4 つに分ける。自作装置を使い、反応した回数を計測するなどしてデータを集め、どの要素に反応しやすいかを検証する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
これまでの研究から、ドクターフィッシュには特徴的なヒゲのようなものがあることがわかった。魚類のヒゲには味蕾があり、味を判別できることがわかっている<sup>[2]・[3]</sup>。② 分泌物が主な要素だと予想する。また、魚類には側線という水流などを感じる器官があるので、③振動 も主な要素の一つと考える。本校の先行研究には、温度と振動の変化によって集まり方に差ができるという結果があるので、複数の要素が関係してヒトの手を餌として認識している可能性もある。

【今後の展望／Future study plan】  
・現在開発中の装置を完成・改良させ、ドクターフィッシュの反応をより正確なデータにして比較できるようにし、どの要素がヒトの手に反応する要因となっているかを特定する。  
・生体染色などの方法で直接ドクターフィッシュの口やヒゲの周りの細胞を観察し、味蕾の量などの特徴を調べ、他の魚とくらべて考察する。

【参考文献／References】  
[1] 魚類図鑑「ガラ・ルファ（ドクターフィッシュ）」  
<https://aqua.stardust31.com/koi/koi-ka/gara-rufa.shtm>  
[2] 「魚には人間にはない感覚器官がある！？嗅覚が人間の 300 倍鋭い魚も！？魚達の能力がスゴすぎる！」  
<https://fishing-japan.jp/fishing/3712>  
[3] 農林水産省「魚に味覚はありますか」  
[https://www.maff.go.jp/j/hey/kodomo\\_sodan/0007/03.html](https://www.maff.go.jp/j/hey/kodomo_sodan/0007/03.html)



5 1. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

分野／Areas

□てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】傍士 柚子妃

【メンバー／Member】袁 昕煜、中村 陽登

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】捕食の流れ？体色変化？解明したいカマキリの謎！

【背景／Background】カマキリは見虫綱カマキリ目に分類される昆虫の総称である。以前、自宅で飼育していたハラビロカマキリの体色が複眼がピンク色になるなど特異な姿が観察されたことからカマキリの体色変化に興味を持ち、そこから更にカマキリ特有の捕食行動にも注目する様になり研究を始めた。文献などで調べると、餌を識別する時の様子と体色変化にはそれぞれ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。そこで、カマキリの飼育環境を変えて観察しどのような変化が見られるのかを調べることにした。【目的／Purpose of the research】①成虫の捕食の過程及び通常の動きを観察して記録し、餌を発見してから捕獲に至る動作に規則性があるかを調べる。②複眼も含めた体色変化の条件を確かめるため、条件を変えたケースでいくつかの個体を幼虫から飼育し、最終的には体色を自在に変えて色々な体色の個体をつくりだせるようにする。③体色変化が遺伝によるものかどうかを調べる実験方法を考える。【研究計画／Research plan】・捕食行動まずは通常の動き(周りに動く餌がない状態)をタイムラプスで撮影してデータ化し、捕食行動中のデータと比較する。それが成功したら、周りの環境や餌を変えて実験してみたい。・体色変化個体の成長が揃うように卵鞘からカマキリを孵化させ、周囲の色、当たる光量、気温や湿度を変えたケースでそれぞれ飼育し、主に脱皮のタイミングで観察する。【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】・捕食行動最初、捕食行動時のカマキリの認識可能範囲を調べるために、モーターでスクリーンを回転させ、昆虫の動きを再現する実験装置を作製した。しかし、装置が機能するかの実験に失敗してしまった。通常の動きの観察は、カマキリの高さに合わせた薄い透明なケースにカマキリを入れ、真上からタイムラプスで撮影する。・体色変化比較的簡単に検証できる条件から始めるため、まずは浴びる光量の強さの実験をした。ダンボールで光を遮断したケースと自然の環境に近いケースを比べてうとしたが、光が全く当たらなかったことが原因とみられ個体が数日で死亡した。同じく周囲の色を変えた実験では、それぞれ茶色と緑の紙でケースを覆い飼育していたが、こちらも紙で光が遮断されたため数日で両個体とも死亡した。【今後の展望／Future study plan】・捕食行動動画での記録を実施し、カマキリの生活習慣や捕食行動の規則性を探していく。他にも異なる条件や機構との関わりによって生じる違いについても研究していきたい、カマキリの不思議なメカニズムを解明する。・体色変化気温や湿度を変えた観察と、光量や色の条件も実験方法を見直して再び検証してみる。並行して、条件が遺伝による場合の検証方法を考える。【参考文献／References】・海野和男『世界のカマキリ観察図鑑』株式会社 草思社。・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』。・岡吉隆、蟻川謙太郎 共編『行動とコミュニケーション』培風館。

5 2. 早稲田佐賀高校

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】調査①結果要旨：経験量に応じて認知は多様化した。国籍によって回答に一定の傾向が見られた。調査②結果要旨：色による性差の固定化、他者との調和を自分の好みよりも重視し、少数を避けるという傾向が見られた。参考文献③に示されるように、他者評価が必要な価値基準となっており、年齢を経るごとに他者評価による意思決定が強くなる。ベトナム、インドネシア国籍の被験者に別途調査を行ったが、このような傾向はみられていない。今後外国籍の被験者を増やして検証していく。調査③結果要旨：重さの認知では、動作の前後や正答を知った後に、重さの知覚が変化した。同じ重さを一瞬で軽い知覚と思い知覚で変化した、感覚の知覚は、上位の認知によって影響を受け変化するよう。調査④結果要旨：予測から外れた行動を知覚した場合、本人の意図なく眼球運動が増した。既知の被験者同志で危険がないと理解していたが、突然予想外に近づく足音(視覚では認知できていない背後の動き)に、悲鳴を上げ振り返る、顔を低うなどの危険回避行動が本人の意図なく見られた。これまで一般的視覚認知モデルは感覚器が刺激を受容し上位に伝えていくもの(図7)参考文献①より模式化)。本調査からは、脳機能はある種の刺激に対して知覚自体をよくも悪くも変化させる可能性があると考えられた。私の先行研究のなかで、色覚多様性は生活に必要な信号の色を判別するために、明暗の感覚が鋭敏となつて色を判別していたことから、脳機能の関与によって感覚器の知覚が制御されている可能性を以前より仮説していた(図8)色覚多様性における杆体細胞の明暗の感度の亢進モデル)。その点、今回の重さの実験でも、認知によって重さの知覚が様々に変容する結果が得られ、人間の知覚が非常に曖昧で変容しやすいことが分かった。一方で、生命に影響する知覚については、リスクがないという認知があるにもかかわらず、被験者が皆同様の危険回避行動をとった。生命維持を行う脳機能は、一般的な認知とはまた別の、もしくは最上位の遺伝的に形成された脳機能で知覚を制御しているようだ(図9)生存のために知覚を制御する生命を維持するための認知モデル)。研究から得られた認知モデルから改めて日本の認知を考えると、和を導び、同調を重んじ、男女の役割を分けた日本の風習は「島国で村八分にされずに生きていく認知」を生み出し、今なお私達の知覚を制御している。道徳的に、或いは慣習で形成された日本独特の認知は、逆に現代に必要な現象の知覚を変容させたり、風習に合わないものとして知覚自体を排除したり、日本に根強いジェンダートラッキングを残している可能性がある。私達は今、目の前の現象を本当に知覚できているか、常に問いかける必要がある。それでは、知覚すら制御される私達がいかにして、多様性ある社会を構築できるのか、私はこれまでに色覚多様性は多様性であって異常ではないと明らかにしてきた。先行研究でも色覚多様性は、異常ではなく遺伝的に獲得された表現の一つと考えられている(参考文献④)身体的機能欠損があっても、違いがあっても、脳機能が、その他の感覚器が、人間が生命維持を行うために変化していく可能性は残されている。差異や障害は人間の一部分の特徴にすぎず、多様性の一つなのだ。ただ、そういう理解が普及されなければ、差別や偏見は解消されない。私達の取り組みによって、今すぐ困難から救える人々もいる。私達が真に多様性を目指すならば、目の前の視覚情報をも多様性にさらし、その知覚を積み重ねる必要があるだろう。ランドセルは色も自由であればいい。腕を必須とするランドセル自体が本当に必要なのだろうか。不登校だろうが登校しようが、視覚・聴覚障害者も、すべての学生が同じ場所で同じ授業を受けられる、インクルーシブ教育を目指す。生まれた子供達が初めて触れる教育がインクルーシブであれば、みんな違っても違っていくことが当たり前になり認知は変わっていくだろう。そして、それを可能にする VR や生体医工学によるデバイスを考えていく。制服は男女の固定化しなければ、性差の概念を減らし、LGBT などあらゆる嗜好も内在できる社会になるだろう。給食やジョブリングモールドで日本食以外の多国籍の食事が同じように並ぶのもよいだろう。視覚情報が多様であれば認知も少しずつ多様に向かっていく。目の前の多様性が、いつかそれは当たり前になる。いつか認知は多様性こそ生命に必要なものとして多様性を受け入れる。それは、ある種の統一感や帰属意識を打ち壊すのかもしれない。しかし、世界は多岐に直しく、地球規模の困難を経験し、「誰も取り残さない社会」を目指す決めたのだ。私達は覚悟を持って、多様性を認める認知を形成していかなければならぬ。それが得られた時、地球上の人間としての連帯感や今までに経験したことのない成長の瞬間が私達を待っているかもしれない。【今後の展望／Future study plan】一定の認知が知覚を変容する可能性があるため、自分で VR を作成し、認知と知覚の変容の検証実験を行っている。ある一定の認知を形成して、知覚を変容できるなら、病気や治療で人間の苦痛の原因となる「痛み」や「痒み」を薬剤ではなく、認知形成によって軽減させたい。そうすれば薬剤を使用せずに、治療や病気の苦痛を軽減出来る。3月にはその結果を発表したい。【参考文献／References】参考文献①認知知 北原義典：談社(2020)②わかりやすい国連の活動と世界(日本国際連合協会2019)③自己を知る脳 他者を理解する脳 宇阪直行編(2014)、④「色のふしぎ」と不思議な社会 2020 年代の「色覚」原論 川端裕花(2020)

5 2. 早稲田佐賀高校

分野／Areas

□てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( 医学・情報 )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】早稲田佐賀高校

【代表者名／Representative's Name】坂垣仁菜

【メンバー／Member】

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】伊良皆啓治先生

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】視覚認知科学から考えるSDGs～誰も取り残さない社会を実現する～【背景／Background】世界は、2030年までに世界はSDGsを達成し、誰も取り残さない社会を目指す、が、未だ達成には程遠い。日本に残された差別や偏見も多く、外国人、LGBT、ジェンダーの差別が知られている。特に、日本のジェンダー差別については、世界からも問題視され、2018年にILOが発表した日本の女性管理職比率は12.1%とG7中最下位であり、2019年に世界経済フォーラムで報告されたジェンダー・ギャップレポートでは日本は、先進国のなかでも最低の121位と過去最低を記録した。日本には根強いジェンダートラッキングがあると評されている。私はこれまでに、身近に経験した色覚多様性への就業制限を契機に、色覚多様性の研究を行ってきた。その中で視覚情報の認知においては脳機能の果たす役割が非常に大きく、国際比較でも視覚認知における生育環境や風土の影響は強いと考えられた。差別や偏見は、相手への視覚認知の中で形成されている。【目的／Purpose of the research】世界に酷評される日本のジェンダートラッキングの原因には、日本独特の認知傾向がある。そこで、視覚認知科学から日本に強いジェンダー差別や偏見が生じるメカニズムを解明する。そして、日本で育った私達に形成された認知傾向を明らかにし、多様性ある社会を構築するために必要な教育やユニバーサルデザインを提案したい。【研究計画／Research plan】調査①：視覚認知に影響を与える因子 図1(方法) 被験者を年代、国籍で分けて、色の認知実験を行った。i) 10代から80代までの被験者40名に対して、同じ写真2枚を提示し、色の印象を尋ねた。ii) ネパール、中国、バングラデシュ、中国、ベトナム、スリランカ、インドの方々(来日7日以内)各国4名にモジとイチョウの写真を提示し色の印象を尋ねた。調査②：視覚認知と日本の傾向の有無方法) 日本人の被験者15名にa-dを提示して、認知の傾向を検証した。a) 色相と仲間わけ実験(色によるグルーピング認知の有無) 図2b) 色相と調和の実験(色による調和と不和の認知の有無) 図3c) 色相とジェンダーの実験(色と性差の認知の実験) 図4d) 色相と他者評価の実験(色の他者評価の認知の有無) 図5調査③：認知による知覚変容方法) 0歳代までの被験者15名に対して、ブロック2個組A～Hを提示し、ウミの裏に鉛を入れた。視覚から予想される重さを予測してもらい、動作後の知覚の変化、正解を与えた時の知覚の変化を検証した。図6調査④：生命に影響する知覚の受容と認知方法) 右図①：3.0mの通路の両端から被験者二人が向かい合っており、1秒に2歩程度のスピードで歩行を開始する。相手との間が3mになったら、一方の被験者に走るよう指示した。図7右図②：被験者二人が10m離れて同じ方向に歩く。後ろを歩く側には1秒3歩、前の被験者には1秒2歩歩いてもらい、後ろの被験者に前の被験者との距離が3m程度になったら、走って追い越すよう指示した。予期せず走り出した相手に対しどう反応するか、被験者8人の協力を得て、4人の反応を得た。

図1 調査①視覚認知に影響する因子より。同じ写真について感じる印象を年代別、国籍別に調査したところ、年代を経るごとに印象は増えていく。国籍によって、印象は異なり、国によって同じ答えが見られている。



図2 調査②視覚認知と日本の認知傾向より  
a) 色相と仲間わけ実験(色によるグルーピング認知の有無)  
A・B・Cのカードを順番に1枚ずつ見せ、印象を尋ねた。  
(結果) A・Cで感想はない。Bの場合は黄色が浮いている、目立つ、と全員が回答した。Cでは、黄色を意識する回答はなかった。Bの黄色には、黄色を占める青系に対して少数を忌避する回答であった。それぞれ、「仲間の色は?」とだけ尋ねると、下記の結果となった。黄色が、周りの色や枚数によって、共感を得たり、忌避されたりする。

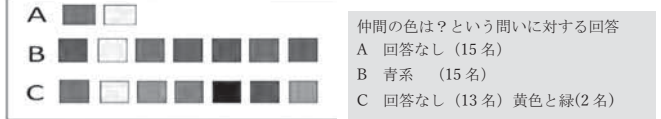


図3 調査②視覚認知と日本の傾向の有無より  
b) 色相と調和の実験(色による調和と不和の認知の有無)  
方法) 街並みのカード4枚を提示し、その街並みの中に古屋敷、ピンク色のカラフルな家、白壁の家の3枚の写真を提示し、どれでも好きな家を作るように回答を求めた。  
街並みのカード  
①白川郷の街並み  
②アドリア海周辺の白壁とオレンジ屋根の街並み  
③シンガポールカトン地区のバステルカラーのカラフルな街並み  
④芝生を囲んで①-③のすべての建物を混在させたミックスカルチャーの街並み  
(結果) 街並みに規則性があるA-Cの場合は、視覚情報から即座に規則性を認知し、その規則性に合致する家が全員が回答した。一方、街並みに規則性がない場合は、回答に5倍以上の時間がかかった。規則性がないと、判断に時間がかかり、嗜好で選択したものは16歳～40代前半までの女性のみで、それ以

外は既知の情報に関連付け、選択を行った。

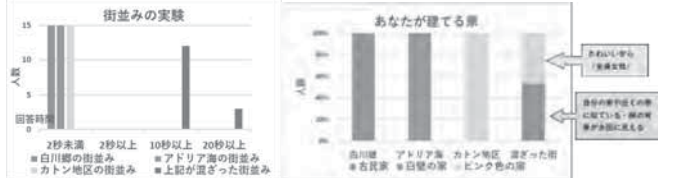


図 4: 調査②視覚認知と日本の傾向の有無より

#### c) 色相とジェンダーの実験 (色と性差の認知の実験)

男女の小学生の後ろ姿の写真を提示。色見本 18 色から自由にランドセルの色を選んでもらった。ランドセルの色は性別によって明らかな傾向があり、女の子には赤系のランドセルと全員が回答した。赤いランドセルの男の子は？と尋ねると、変だ、おかしい、と全員が批判した。同様の調査を、インドネシアとベトナム国籍の被験者に行ったところ、女の子を紺や水色へ選ぶ例もあり、現在多国籍者に対する調査数を増やしているところだ。

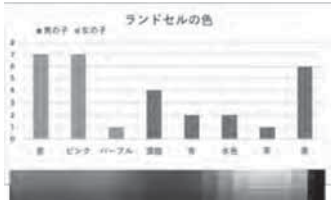


図 5: 調査②視覚認知と日本の傾向の有無より

#### d) 色相と他者評価の実験 (色の他者評価の認知の有無)

18 色の色見本を提示し、「ペンケースを持つのなら、どの色か」と問うた。自由に色を選ぶのに、好きな色を選んだ人は半数程度だった。年代が増すと、「他者からどう思われる色か」を予測して、好きな色を選ばずに濃紺や紺に回答が集中した。脳は色を知覚後、記憶と関連付けて色を認知し、色から他者評価までも予測して行動を選択している。

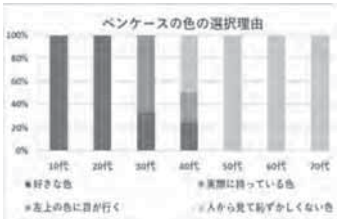


図 6: 調査③認知による知覚変容より

長さ、重さなど客観的正解のある視覚情報の認知を検証するため、0 歳代から 70 歳代までの被験者 15 名に対して、ブロック 2 個組アヘウを提示し、①-③をたずねた。ウの裏面に鉛を入れ、183g である。

- ① **重さの予測と感覚** 手に取らずにアヘウの重さの回答→実際に把握して再度重さの回答
- ② **長さの予測** ブロックの長さ (たて×よこ×高さ) の回答
- ③ **動作後の感覚変化**

i) アのブロックの上げ下ろしを着面から 10 cm 1 秒に 1 回のリズムで上下させる→ウを把持して重量の回答



ii) アのブロックを可能な限り早く上下に 10 回振る

→ウを把持して重量の回答してもらった。長さには個人差が少なく、実測値との誤差割合も小さい。重さは個人差や誤差割合が大きかった。重さは、実際に手で把持した後も、個人差が大きい。さらに動作 i) の後は、脳が軽いウのブロック重さを学習したようで、その後のウの重さを過大に重く認知させた。逆に、動作 ii) の後は、早く動かす動作によって筋力と加速度による重さが付加されたのか、同じウの重さを今度は軽く認知させた。脳が常に学習し、対比や予測をしていることがわかった。

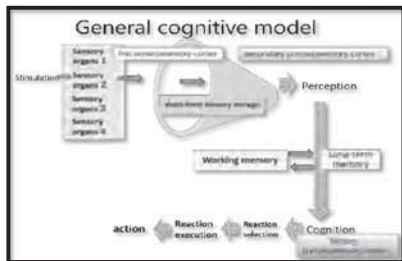
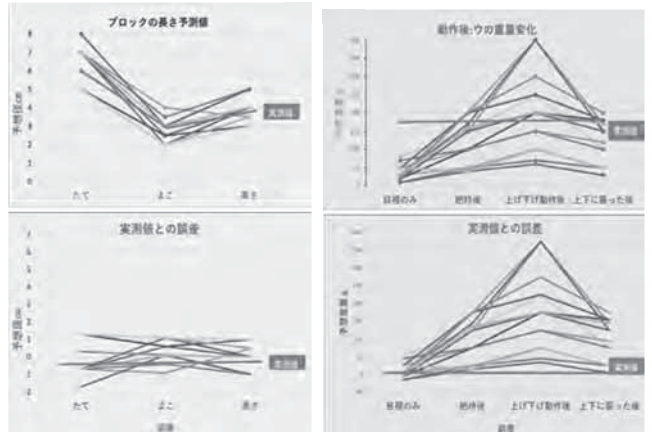
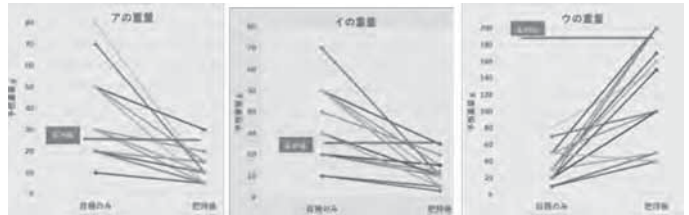


図 7 参考文献①より

●人間の認知過程の総合モデルのうち広く支持されているウィッケンズの情報処理モデルでは、外界からの刺激は感覚器から取り込まれ、一瞬だけ、感覚処理・短期感覚貯蔵にストアされ、知覚情報を抽出した後に長期記憶から意味や概念を認識すると言われている。この処理には、注意を向ける必要があり、重要でないものには注意が向けられないことで膨大な情報から重要なものを選んでいと言われている。しかし、今回の実験では、私達が注意を向けていないはずの情報や意図しない多くの情報が認知に利用されていた。

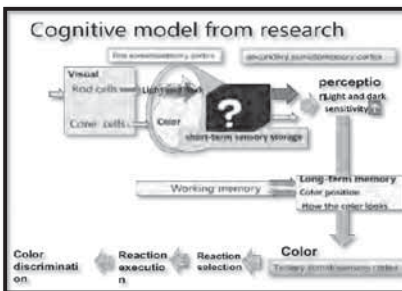


図 8 色覚多様性者の認知モデル

●私の先行研究より色覚多様性者は明暗の感覚が高い結果が得られた。錐体細胞の機能欠損を有する色覚多様性者において、明暗を受容する杆体細胞の刺激に対して知覚を大きくしたり、何らかの方法によって、明暗が一般的の色覚者よりも鋭敏に知覚されていると考えられた。

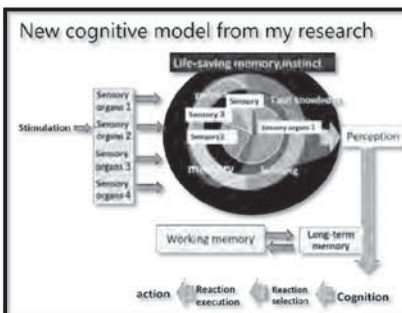


図 9: 生存のために知覚を制御する生命を維持するための認知モデル

●動作から危険を知覚すると直ちに反応が起きる。近づく相手が危害を加えることにはないと認知していたが、本人の意図に反した危険回避反応が出現し、本人も意図せぬ反応に驚いた。視覚野では V1-8 があるが、一般に色や形と動きは司る連合野が異なる。むしろ色や形の方が低次元視覚野であり刺激の到達は早いはずである。しかし、相手の目視より先に動きを察知したから、動きに関する視覚野 V5 はある危険を示す感覚入力に対して物体の認知より素早く危険を認知させるのかもしれない。そこに、生命を維持するための特別な認知反応回路があるのではないだろうか

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science 数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

#### 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】東京工業大学附属科学技術高等学校

【代表者名/Representative's Name】宮崎 珠実

【メンバー/Member】齋藤 颯、山田 明日香

#### 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】成田 彰

#### 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】セイヨウミツバチによる採集花粉の走査電子顕微鏡画像カタログの作成

#### 【背景/Background】

セイヨウミツバチ (以下、ミツバチ) は、栄養源である花粉や蜜を集めるために花を訪れる (訪花)。ミツバチの脚には花粉かごとと呼ばれる部位があり、ミツバチは、訪花した花の花粉を花粉かごに団子状にまとめる。まとめられた花粉は、「花粉団子」と呼ばれる (図 1)。花粉団子を持つミツバチは、巣に戻り、巣房と呼ばれる六角形の穴に花粉団子を貯蓄する。貯蓄が繰り返され、巣房に貯められた花粉団子の表面には、ハチミツが塗られる<sup>[1]</sup>。保管されたこの花粉は、巣内で発酵し、「花粉パン」になる (図 2)。

ミツバチが採集するこれら花粉団子や花粉パンに含まれる花粉を同定すれば、ミツバチの採集行動について調べられるのではないかと考えた。そのために、まず、花粉パンと花粉団子に含まれる花粉画像のカタログを作成することにした。ミツバチの採集花粉と対照して、同定するため、ミツバチの行動圏である巣箱の半径約 2 km 以内で開花していた植物の花粉も採取し、参照資料として編集しカタログに含める。

花粉の撮像には、走査電子顕微鏡 (以下、SEM) 画像を使用する。SEM は、花粉の表面構造の形状を精細に観察できる画像が得られ、光学顕微鏡と比較して、花粉の同定がしやすくなると考えている。花粉の同定は、花粉の表面にある固有の形状により判断するが、花粉の表面には有機物が付着しており花粉表面の観察を妨げるため、SEM を用いた画像の撮像には有機物の除去処理が必要となる。

【目的/Purpose of the research】セイヨウミツバチの活動期間初期における花粉団子及び花粉パンの走査電子顕微鏡画像を撮像し、対照するための参考資料として、同時期に採取したミツバチの行動圏内の開花花粉の SEM 画像も撮像する。これらの SEM 画像により、セイヨウミツバチの花粉採集行動の生態についての検討に役立てられるカタログを作成する。

#### 【研究計画/Research plan】

##### 【採集】

養蜂場の巣箱から花粉パン及び花粉団子と、ミツバチの行動圏である、巣箱周辺の半径約 2 km 以内で開花していた植物の花粉を、時期を変えて採取した。  
2020 年 3 月 26 日  
花粉パン: 巣板 1 枚につき、6 か所の巣房から採取。合計 3 枚の巣板について実施。  
花粉団子: 8 個体の脚から直接採取し取り。



2021年3月16日

花粉バン：巣板1枚につき、7か所の巣房から採取。

花粉団子：巣板を持ち上げた際に、巣房の上に落ちていた花粉団子を採取。

2021年5月23日

花粉バン：巣板1枚につき、2か所の巣房から採取。合計2枚の巣板について実施。

花粉団子：ミツバチの脚から直接摘み取り。合計8個を採取。

〔有機物除去処理・SEM画像〕

有機物除去は、アセトリスシス法<sup>1)</sup>を採用している。SEM画像には、日本電子JSM-5510LVを使用している。

〔SEM画像カタログ化〕(2022年4月以降予定、2022年9月第1期発行見込み)

カタログには、花粉バン及び花粉団子に含まれる花粉のSEM画像を掲載して、採取時期で検索できるようにする。これらの花粉がどの植物であるかを同定するため、対照用として、同時に採取したミツバチの活動圏内の開花花粉のSEM画像を、参考資料として記載する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

これまでに採取した花粉試料を時期別に表1にまとめた。カタログ(第1期)は、ミツバチの活動期間(3月-10月)初期の試料についてまとめたものになる。

表1 ミツバチによる採集花粉の採取状況(2019年, 2020年, 2021年)

採取日	花粉バン	花粉団子	ミツバチの活動圏内の開花花粉	3月採取	4月採取	5月採取
2019年4月9日 <sup>4)</sup>	○ (採取)	× (未採取)	○		*	
2019年5月24日 <sup>4)</sup>	○	×	○			*
2020年3月26日	○	○	○	*		
2021年3月16日		○	○	*		
2021年5月23日	○	○	○			*

ミツバチの生態から、花粉団子には、1匹のミツバチが採集した1種類の花粉が含まれており、花粉バンには、複数のミツバチが採集した花粉が含まれる。なお、花粉バンに含まれる花粉の同定を試みた2019年の先行研究<sup>2)</sup>により、花粉バンには、約1か月前に開花していた花の花粉が含まれていることがわかってい。したがって、ミツバチから直接採取した花粉団子からは、採取時期に固有の花粉が得られ、花粉バンからは、採取した時期の約1か月前から一定期間の間に貯蓄された花粉が観察できると判断している。今回のカタログからも、花粉団子の花粉が、採取時期固有の開花花粉と一致しているか、また、花粉バンについては、3月から5月にかけて、含まれる花粉の種類の推移を調べられる見込みである。ミツバチの花粉採集という生態についてより詳しく調べるためには、ミツバチの活動期間のすべてを網羅するように、花粉バン及び花粉団子を1か月ごとに採取を行う必要があると考える。

課題としては、有機物除去のため、先行研究(2019)<sup>4)</sup>では、過酸化水素と超音波処理を用いた有機物除去方法を採用していたが、有機物の除去が十分ではないことがあった。現在、アセトリスシス法を利用した除去方法に変更し、期待する除去の性能を持つ条件の確立を行っている。

【今後の展望／Future study plan】

2021年の花粉バン試料については、サンプリングの際には、巣房の位置、数か所について採取を行った。また、巣房の内部、奥から手前までをボーリングして、貯蓄の時系列がわかる試料を採取できた。これらの点も、ミツバチの花粉採集の生態について調べる要素になり得ると考えている。

【参考文献／References】

[1] 酒井哲夫, 小野正人, “セイヨウミツバチとニホンミツバチの併飼蜂場での生態比較(2)”, 玉川大学農学部研究報告, 1991, 31号, p. 169-178.

[2] 松香光夫, 佐々木正己, “花粉とミツバチ”, 日本花粉学会会誌, 1988, p. 87-94.

[3] 高橋正道, “花粉形態の観察”, 分類, 日本植物分類学会, 2014, 14巻1号, p. 101-106.

[4] 赤嶺晃弘, 伊塚晴生, 白仁田耕介, “ミツバチが運ぶ花粉による採蜜行動の調査”, 東京工業大学附属科学技術高等学校課題研究要旨集, 2019.

実験3: 緑色になった根は光合成を行うか 実験 1 と同様の条件で遮光群と照射群を育成し、各群の根・茎・葉のクロロフィル蛍光を測定することで、光合成活性を調べた。 【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 実験1: 根は刺激で緑色になるか 遮光群と比較し、照射群では、有意に緑度が増加した(図4 a)。また、(図4 b,e)に各群のサンプルの緑成分を抽出し解析に用いた画像を示した。このことからシロツメクサの根は、光刺激により緑になることが示された。実験を通して地上部は存在することから、先行研究 <sup>1,2</sup> とは異なる根の緑化メカニズムの存在が示唆された。 実験2: 一度白く生長した根は、光刺激で二次的に緑色になるか 遮光群と比較し、遮光+照射群では有意に緑度が増加した。また、遮光+照射群と照射群の間には、緑度に有意な差はみられなかった(図5 a)。 (図5 b-d)には、各群のサンプルの緑成分を抽出した画像を示した。このことから、途中からの光刺激でも、根は緑色になることが示された。さらに、遮光+照射群の根は領域の偏りなく緑色だった(図5 e)。植物の根では根端に分裂細胞が限局し、古い細胞ほど地上部側に存在する。そのため、光刺激による根の緑化は、細胞の分化度合に依存しないと考えられる。 実験3: 緑色になった根は光合成を行うか 遮光群の根ではクロロフィル蛍光が全く見られないが、照射群の根ではクロロフィル蛍光の反応が見られた(図6 d-n)。定量的に評価すると、根では、遮光群と比較し照射群で光合成活性に有意な増加が見られた。一方、茎と葉では両群に有意な差は見られなかった(6 a-e)。このことから、光刺激により緑になった根には、光合成能力が存在することが示された。また、根が緑になることによる地上部の光合成活性への影響はないことが示された。 以上の結果より、光刺激による根の緑化が定量的に示された。また、この緑化は先行研究とは全く異なるメカニズムに駆動される可能性が示唆された。 【今後の展望／Future study plan】 先行研究 <sup>1,2</sup> では、通常時は地上部で合成されるオーキシンの根の緑化を抑制しているため、地上部の喪失で根が緑化することが示されていた。しかし、本研究では茎や葉などの地上部が失われていなくても、光刺激により根が緑化することが示されたことから、新たな根の緑化のメカニズムが存在する可能性が考えられる(図7)。現在、寒天培地へのオーキシンの添加実験を行っており、本発見の分子メカニズムに迫ることを計画している。 植物は一般に根では光合成を行わないとされている。しかし、本研究では根に光刺激が与えられるだけで根に光合成活性が付与されることが明らかになった。シロツメクサは、根を地表直近の土中で水平方向に伸展させて増殖する性質を持ち、自然界においても根は光に当たり得ると考えられる。そこで、根の緑化が植物体の生長に与える影響を調べることで、生物学的な意義にも迫る予定である。今後、根の緑化による植物体の生長の促進が認められれば、農業において根への光を利用することで、播種から収穫の期間の短縮を可能にした新たな促成栽培や水耕栽培への応用に役立つと考えている。 【参考文献／References】 1. Kobayashi, K., Baba, S., Obayashi, T., Keränen, M., Aro, E.M., Fukaki, H., Ohta, H., Sugimoto, K. and Masuda, T. (2012) Regulation of root greening by light and auxin/cytokinin signaling in Arabidopsis. Plant Cell 24: 1081-1095. doi:10.1105/tpc.111.092254 2. Kobayashi, K., Ohnishi, A., Sasaki, D., Fujii, S., Iwase, A., Sugimoto, K., Masuda, T. and Wada, H. (2017) Shoot removal induces chloroplast development in roots via cytokinin signaling. Plant Physiol. doi: 10.1104/pp.16.01368.
--

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry <b>医学・生物／Medical Science・Biology</b> 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】河野百羽 【メンバー／Member】 指導教員／Supervising Teacher 【お名前／Name】三堀春香
発表内容／Abstract of the Presentation 【タイトル／Title】光による植物の根の緑化現象の発見 【背景／Background】 植物の根の生長に興味があった私は、シロツメクサ ( <i>Trifolium repens</i> ) を透明な寒天培地で育成し、根の生長を観察していた。すると、寒天培地中の根が緑色になっていることに気がついた。植物では通常、葉は光合成を、根は水分や養分の吸収を担う機能分担をしている。そのため、光合成を行わない根では葉緑体が存在せず、緑色は呈さない。そこで、根が緑色になった原因を探るために、先行研究を調べたところ、シロイヌナズナ ( <i>Arabidopsis thaliana</i> ) では、茎や葉などの地上部が失われたときに根で葉緑体が発達し、緑色になる(緑化する)ことが明らかになっていた <sup>1,2</sup> 。 そこで私は、地上部が存在するにもかかわらず根が緑化することの原因として、根への光の刺激を考えた。地上部が正常に存在するにも関わらず植物で根が緑化する報告はこれまでに無く、その緑化メカニズムは全くの未知であったため、自ら実験系を立ち上げ、これを調べることにした。 【目的／Purpose of the research】 光刺激による根の緑化を検証し、そのメカニズムを調べる。 【研究計画／Research plan】 本研究では、根が緑色になることに加え、光合成を行う能力があることを緑化と定義した。光刺激による根の緑化を検証するため、以下の実験系を独自に確立した。 全ての実験で、シロツメクサを試験管内に作成した寒天培地地上で生育した。寒天培地の組成は、予備実験により問題なく生長することが示された次のものとした。寒天濃度 0.5%に、無機養分としてガンボグ B5 を 0.33%添加した。根への光刺激によって根が緑になるのかを検証するため、根のみ遮光する遮光条件、植物全体に光を照射する照射条件を用意した(図 1,2)。解析ではサンプルをスキャンし、画像解析ソフトウェア ImageJ により光の三原色の内の緑成分のみを抽出し、その輝度を計測した。これを本研究では緑度と呼び、植物の根の緑色の度合いを定量的に評価した(図 3 a,b)。また、緑になった根が光合成を行う能力があるのかを検証するため、葉緑体から放出されるクロロフィル蛍光を計測し、そのサンプルの持つ光合成能力を調べる PAM 蛍光測定を行った。 実験1: 根は刺激で緑色になるか 遮光条件と、照射条件で3週間種子からシロツメクサを育成し、根の緑度を比較した。 実験2: 一度白く生長した根は、光刺激で二次的に緑色になるか 遮光群、照射群に加えて、3週間遮光条件で生育し、途中から照射条件に切り替えて生育する遮光+照射群を用意し、実験開始から5週間後に、緑度の比較と、根における緑色になった領域の観察を行った。

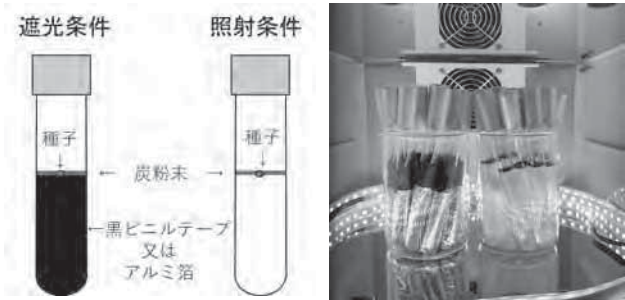


図1 試験管模式図  
遮光群の培地は、寒天の表面から下の部分を試験管の上から黒ビニールテープ又はアルミ箔で巻き、寒天表面には炭粉末をまぶした。炭による影響を排除するため、照射群の寒天表面にも炭粉末をまぶした。

図2 生育時の様子  
サンプルは28℃に保ったインキュベーター内で生育した。インキュベーター側面には、LEDがついているテープライトを設置した。

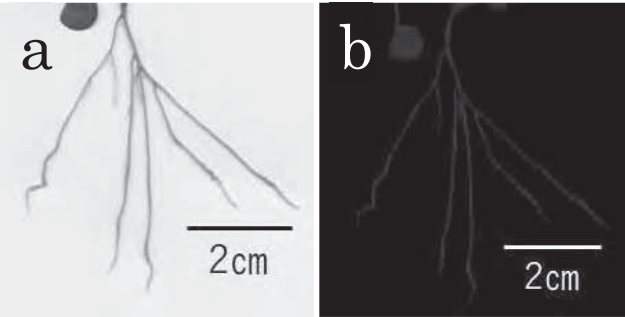


図3 サンプルをスキャンしたときの画像  
(a) サンプルをスキャンしたときの画像。スキャンする時には、根が重ならないようにサンプルを広げた。  
(b) スキャンした画像から緑成分のみ抽出した画像。白く反映されている程、緑度が高い。



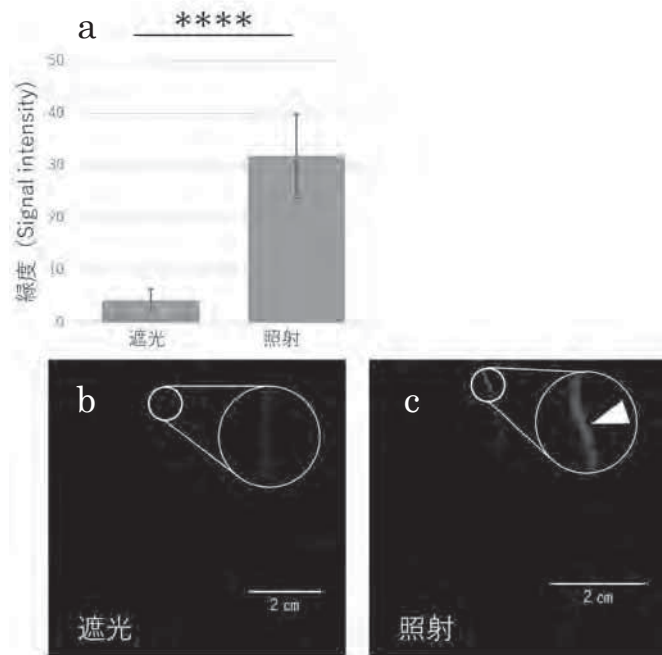


図4 実験1 根に光を照射すると緑になるのか

(a) 遮光:n=7, 照射:n=10

Welch's t-test, \*\*\*\*:p<0.0001, Bars: mean ± SD

それぞれの群の全てのサンプルの根の緑度の平均を示している。

(b) 遮光の根のサンプルの緑成分を抽出した。円の中は、拡大した根を示している。

(c) 照射の根のサンプルの緑成分を抽出した。円の中は、拡大した根を示している。

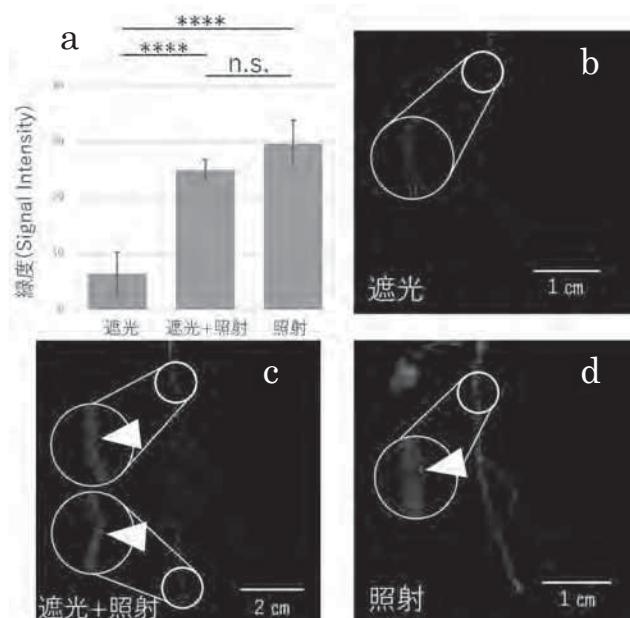


図5 実験2 分化後の根の細胞でも緑になるのか

(a) 遮光:n=6, 遮光+照射:n=4, 照射:n=12 Student's t-test with Bonferroni, n.s.:p>0.05, \*\*\*\*:p<0.0001

Bars: mean ± SD

それぞれの群の全てのサンプルの根の緑度の平均を示している。

(b) 遮光の根のサンプルの緑成分を抽出した。円の中は、拡大した根を示している。

(c) 遮光+照射の根のサンプルの緑成分を抽出した。円の中は、拡大した根を示している。

(d) 照射の根のサンプルの緑成分を抽出した。円の中は、拡大した根を示している。

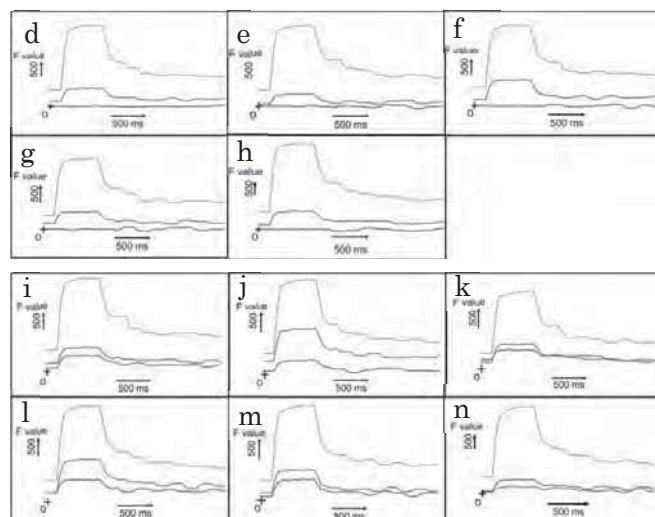
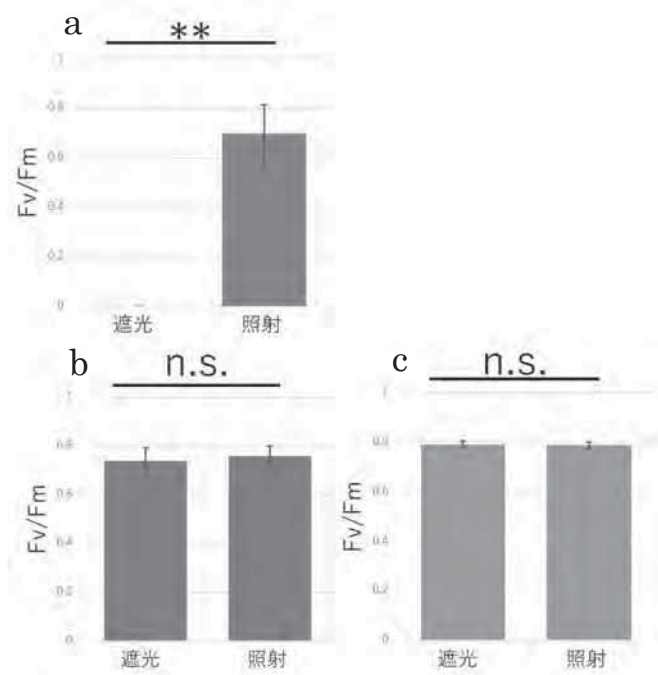


図6 実験3 緑になった根は光合成を行えるのか

赤のグラフは根、青のグラフは茎、緑のグラフは葉、を示している。

(a) ~ (c) 遮光:n=5, 照射:n=6

u-test, \*\*:p<0.01, n.s.:p>0.05, Bars: mean ± SD

それぞれの群の全てのサンプルの光合成活性の平均を示している。

(d) ~ (h) 遮光群の全てのサンプルのクロロフィル蛍光を示している。

(i) ~ (n) 照射群の全てのサンプルのクロロフィル蛍光を示している。



図7 シロツメクサの根の緑化についての模式図

シロツメクサでは、光刺激によって地上部が存在していても根が緑化することがわかった。

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
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】諸角広			
【メンバー／Member】			
指導教員／Supervising Teacher			
【お名前／Name】三堀春香			

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】光への反応から見るハサミムシの行動
【背景／Background】 ハサミムシは、一般に夜行性なイメージがあるにもかかわらず、昼間も掘った穴の中や石の下などの暗い環境で生活する。そのため、ハサミムシはどの様にして昼夜を認識し、生活しているのか疑問に思った。さらに、ハサミムシの一種ヒゲジロハサミムシ( <i>Gonolabis marginalis</i> )をケースで飼育していると、暗闇から外に出した際、即座に穴に潜る行動をみせることに気が付いた。そのため、ハサミムシは光を嫌う負の走光性を持つ可能性が考えられた。ハサミムシ目の昆虫と光の関係及び概日リズムについての先行研究を調べたが、それらは存在しなかった。そこで、ハサミムシが本当に夜行性なのか、光に対してどの様な反応を示すのかを、自ら検証することにした。
【目的／Purpose of the research】 ヒゲジロハサミムシの光に対する反応を調べ、またどのような概日リズムをもつのかを明らかにする。
【研究計画／Research plan】

実験1 ヒゲジロハサミムシが明条件、暗条件での掘る穴の面積の比較

ヒゲジロハサミムシは光を嫌い、それを避けるために穴を掘るという仮説を立てた。そのため暗条件と明条件の環境でヒゲジロハサミムシを一定期間飼育し、掘った穴の面積を比較する実験を行った。タッパーに濃度 1.5%の寒天を敷いたステージを作り、このステージの中にヒゲジロハサミムシを 1 匹ずつ投入した。これらを頭上から LED 電球に照らされた明条件のグループと、箱の中に入れて遮光した暗条件のグループの二つに分けた。(図 1) その状態で 2 週間放置した後、ステージの寒天をスキャンし、掘った穴の面積を比較した。(図 2)

実験2 ヒゲジロハサミムシの概日リズムの測定

実験 1 の考察をもとに 24 時間中の明条件時および暗条件時で、ヒゲジロハサミムシの行動量がどれほど変わるのか調べる実験、つまり概日リズムを調べる実験を行った。この実験ではヒゲジロハサミムシが赤い光を認識できないことを利用し、赤い光で照らすことで暗闇条件での行動を観察した。プラスチック製の容器をステージとし、ヒゲジロハサミムシを投入した。このステージを中の照明が 12 時間おきに明条件と暗条件に切り替わる環境の中に設置した。またステージの半分を赤いセロハンで覆い、赤い光だけが入ってくるエリアを作成した。これをヒゲジロハサミムシが隠れられる穴や日陰の代わりとした (図 3,4)。ステージの中で、2 日間順応させた後、3 日目の 24 時間、ヒゲジロハサミムシの行動を録画し、暗条件時と明条件時のヒゲジロハサミムシの移動距離、暗条件時と明条件のヒゲジロハサミムシが日陰にいた割合の 2 点を計測した。

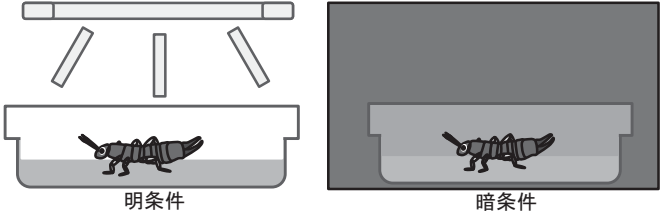


図1 実験1での明条件、暗条件環境の模式図



図2 ヒゲジロハサミムシが寒天に掘った穴

実験1で暗条件のヒゲジロハサミムシが掘った穴(赤線で囲われたエリア)を下からスキャンした画像。



図3 実験2で使したステージの模式図

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】
実験1 ヒゲジロハサミムシが明条件、暗条件での掘る穴の面積の比較 暗条件のグループは、明条件のグループと比較して、穴を掘る量が有意に多かった。(図 5) この結果から、ヒゲジロハサミムシは、光の刺激により活動が鈍くなる可能性が考えられた。
実験2 ヒゲジロハサミムシの概日リズムの測定 ヒゲジロハサミムシの移動距離は明条件時では暗条件時と比べて移動距離が有意に減少していることが分り、実験1の考察を支持する結果となった。(図 6) さらに4 個体ともに明条件から暗条件に切り替わると移動距離が急激に増加したことが確認できた。(図 8) またヒゲジロハサミムシは明条件時では日陰にいる割合がとて高く、逆に暗条件時では日陰にいる割合が有意に減少した。(図 7) これらの結果から、明条件時には暗条件時よりも移動距離が減少していることより、光がヒゲジロハサミムシの行動を抑制している可能性が示唆された。また、明条件時にはほとんどの時間を日陰で過ごしていることから、ヒゲジロハサミムシは夜行性であることが初めて示唆されるデータが得られた。(図 8) 実験1及び2の結果は共に、ヒゲジロハサミムシは光に当たると行動が抑制される可能性が示唆した。また実験2ではヒゲジロハサミムシが夜行性である可能性が示唆される結果が出た。これらのことを合わせて考えると、ヒゲジロハサミムシは夜行性であるため昼間は活動しない。そのため光を感知するなどして昼だと認識すると穴の中に入って危険から身を守っているのではないかと考えられる。通常、概日リズムを測定する際は、単に明暗条件での行動量の差を測るのみだが、本研究では、これに加え、人工的に日陰エリアを作り出すことで、より自然環境に近い状態でのハサミムシの概日リズム及び昼夜の行動を測定することに成功した。
【今後の展望／Future study plan】 ヒゲジロハサミムシは、昼間はあまり動かず夜になると活動が急に活発になる。これは昼と夜を区別しているからと考えられるが、日陰にいるときは光を直接感知できないためどのように昼と夜の区別をしているのかという疑問が出てきた。この疑問を検証するための実験を検討している。ヒゲジロハサミムシが日陰から昼と夜を認識できる仮説として「日陰の出口の光を感知している」「日陰に微妙に差し込む弱い光を感知している」「昼になるまで外にいて光を感知するのを待っている」の3つがあげられる。そこで、今後はこれらの仮説を検証していく予定である。具体的な方法としては、実験2と同じ条件下に3日間置いた後明条件を、日陰に差し込む薄明りを模した環境に変える。その状態で再び3日間放置し、ハサミムシの睡眠を導入するきっかけを検証していく。
【参考文献／References】 高橋良一、ハサミムシの習性と生活史：附・昆蟲の哺育の概論、動物学雑誌 38 (458), 412-421, 1926

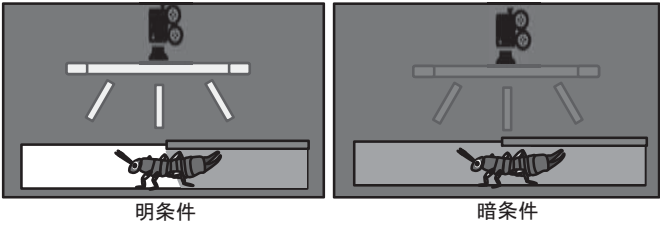


図4 実験2での明条件、暗条件の模式図

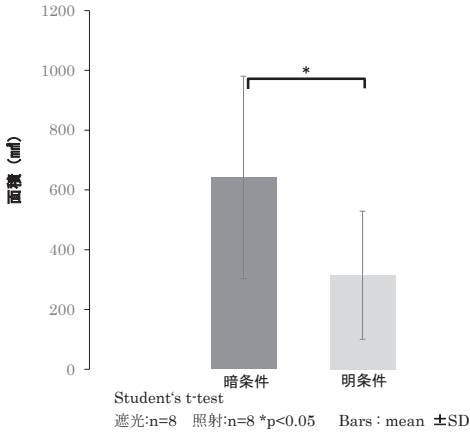


図5 実験1結果 明条件、暗条件での掘った穴の面積比較

暗条件のグループが掘った穴の面積は平均 570.643 mm

明条件のグループが掘った穴の面積は平均 279.65 mm

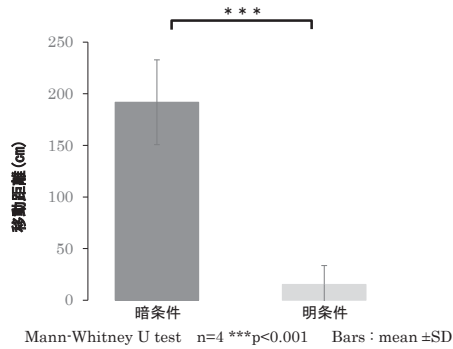


図6 実験2結果① 明条件時、暗条件時での移動距離比較  
暗条件時にヒゲジロハサミムシは平均で191.781cm移動した。  
明条件時にヒゲジロハサミムシは平均で15.235cm移動した。

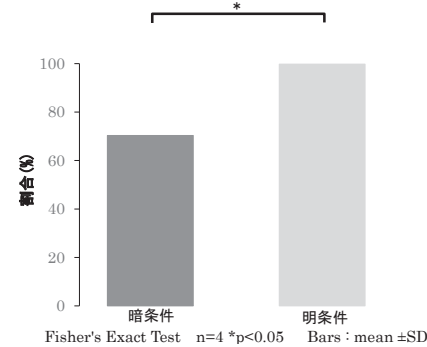


図7 実験2結果② 明条件時、暗条件時での日陰にいた割合の比較  
暗条件時にヒゲジロハサミムシが日陰にいた割合は平均で70.34%  
明条件時にヒゲジロハサミムシが日陰にいた割合は平均で99.74%

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

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】	深井 要
【メンバー/Member】	深井 要
指導教員/Supervising Teacher	
【お名前/Name】	三堀 春香

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】	ヤマトシロアリが餌以外を齧る理由
【背景/Background】	本研究の動機は鉄筋コンクリートの建物から飛び立つヤマトシロアリ ( <i>Reticulitermes speratus</i> ) の羽アリを観察し、なぜ木材以外のものでも穿孔をするのか疑問に思ったことである。 森林で朽ち木を食べて生活することが知られるシロアリは、腸内の原生生物との共生によって木を構成する主な成分であるセルロースから栄養を得ることができる数少ない昆虫である。私が観察したヤマトシロアリもそのような特徴を持つ (図1)。そのためコンクリートを、餌として利用できると考えづら。そこで私は、ヤマトシロアリが餌とはならない物質を齧る理由を「餌が不足した環境下のシロアリが、餌を探す。その際にシロアリは地表を歩かず地中などを移動するので、餌を探すために餌以外を齧る」という仮説を立てて調べることにした (図2)。
【目的/Purpose of the research】	ヤマトシロアリが餌以外を齧る理由は、餌を探すためなのか明らかにする。
【研究計画/Research plan】	シロアリが餌以外のものを齧る理由として、「餌を探すため」という仮説を立てた。そこで初めに、今後の実験で、餌ではないものとして寒天を用いることができるのか確かめた。 <b>実験1 シロアリは寒天を餌として利用できるのか</b> 水を含ませた綿を入れたシャーレ、餌であるセルロースを入れたシャーレ、寒天を入れたシャーレを用意した (図3)。それぞれにシロアリを100匹ずつ入れ、24hsごとに生存数をカウントした。またカウント毎に、死亡個体を除去した。 <b>実験2 シロアリにおいて餌と餌以外のものへと、穿孔の活発さに違いが表れるのか</b> 実験1で寒天が餌ではないことがわかった。そこで実験2では、餌としない物質として1.5%の寒天を、餌として粉末セルロースを用いた。図4のようにセルロースのみを入れた試験管と寒天層の上にセルロースを0.5cm乗せた試験管を、それぞれ複数の層の長さ(0.5cm,1.0cm,2.0cm,4.0cm,8.0cm)を用意し、1週間後にシロアリが試験管の底面まで到達しているかを確認した。以後、セルロースのみを入れた試験管のことをセルロース群、寒天層の上にセルロースを乗せた試験管のことを寒天+セルロース群と表す。 1つの条件につき20本の試験管を用いた。そのうちの何本で、シロアリが底面まで到達しているのかを到達率とし、その到達率を比較した。 <b>実験3 餌を探すために餌以外のものを穿孔するのか</b> 「シロアリは餌を探すために餌以外のものを穿孔する」という仮説が正しいのかを確かめるために、図5

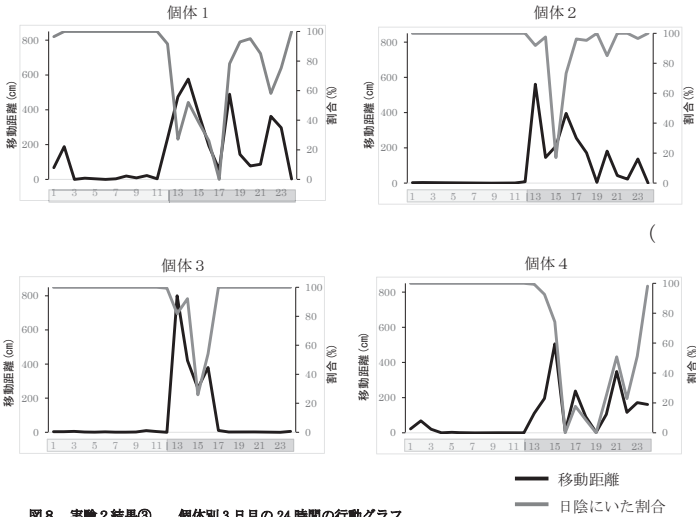


図8 実験2結果③ 個体別3日目の24時間の行動グラフ

明条件から暗条件に切り替わったタイミングで移動距離が急激に増加している。  
暗条件時では明条件時と比べて日陰にいる割合が減少している。

のような餌の量が異なる培地を用意し、シロアリが試験管の底面まで到達するかを比較した。1つの条件につき20本の試験管を用いて、到達率を各条件で比較した。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 <b>実験1 シロアリは寒天を餌として利用できるのか</b> セルロースのシャーレでの生存率が最も高く、水および寒天のシャーレでは生存率が下がった (図6)。このことからシロアリは寒天を餌として利用できないことが示唆された。 <b>実験2 シロアリにおいて餌と餌以外のものへと、穿孔の活発さに違いが表れるのか</b> 寒天またはセルロース層の長さが長くなるほどセルロース群と比べ、寒天+セルロース群では穿孔の活発さが有意に低下した (図7)。もしシロアリが寒天とセルロースを識別せずに穿孔をしていたら、セルロース群においても寒天+セルロース群においても、シロアリの底面までの到達率は同程度になるはずである。しかし、実験結果では到達率に有意な差が表れた。よってシロアリは餌と餌以外を識別できる可能性が示唆された。寒天層の試験管にも、十分な量のセルロースを入れたので、栄養不足によって穿孔が起こらなかったとは考えられない。 <b>実験3 餌を探すために餌以外のものを穿孔するのか</b> 餌が少ない試験管に比べ餌が豊富な試験管では、活発に穿孔が行われた (図8)。実験開始時には「シロアリは餌を探すために餌以外のものを穿孔する」つまり、餌が少ないほど活発に穿孔すると予想していた。しかし、結果は逆であった。現在はこの結果になった理由を、営巣と食事を同時にやり朽ち木に巣をつくるヤマトシロアリにとって、営巣と食事を効率よく行える餌が多い環境で穿孔したほうが生存に有利だからだと考えている。
【今後の展望/Future study plan】 本研究で、ヤマトシロアリは餌と餌以外のものを識別している可能性が示唆され、餌が豊富なほど餌以外のものに対する穿孔が活発になることが分かった。 しかし、当初の仮説「餌を探すために餌以外のものを穿孔する」は実験3の結果により否定された。もし、仮説が正しければ餌が少ないほど穿孔が活発になるはずだが、実験3では餌が多いほど穿孔が活発になった。 予想と反したこの結果から、「ヤマトシロアリは生存に適した場所での営巣のために餌以外のものを穿孔する」のではないかと考えている。今後の研究ではその考えが正しいのかを確かめる。そのために図9のように寒天に2つ窪みを作り、片方には何も入れずもう一方には寒天を入れた容器を用意した。この容器にシロアリを入れ、餌からの距離と蟻道面積を測定する実験を現在行っている。 木材を食べて生き延びることができる昆虫は多くない。その中でも特にシロアリ類は、セルロースを原生生物との共生によって効率よく分解できるので、生態系への影響力は高いと考えられている。そのようなシロアリ類の行動を調べることは、現在まだ謎に包まれている彼らの生態を明らかにし、より深い理解が得られる。これは森林生態系と物質循環を詳細に把握することとなる。
【参考文献/References】 1, Cleveland LR Symbiosis between Termites and Their Intestinal Protozoa.Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A.9:424-428. 2, William K. Cornwell*, Johannes H C Cornelissen, Steven D. Allison, Jürgen Bauhus, Paul Eggleton,Caroline M. Preston, Fiona Searff, James T. Weedon, Christian Wirth, Amy E. Zanne,A.E.(2009) Plant traits and wood fates across the globe: rotted, burned, or consumed? Glob.Change Biol.15:2431-2449





図1 ヤマトシロアリの様子  
飼育しているヤマトシロアリの様子。学校の敷地内で採取した。



図2 仮説のイラスト  
餌を求めてコンクリートを齧っているシロアリの様子。

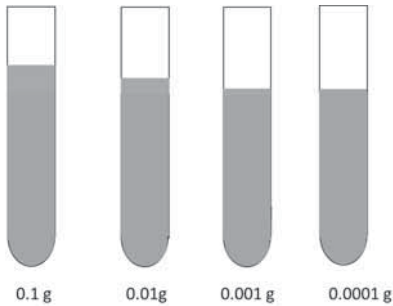


図5 実験3 餌を探すために餌以外のものを穿孔するのか  
セルロースの量を 0.1 g, 0.01 g, 0.001 g, 0.0001 g の 4 通り用意した。寒天層の長さはいずれも 4cm。

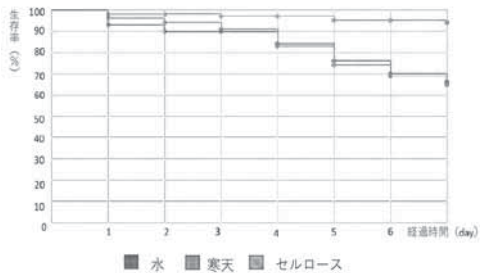


図6 実験1結果 シロアリは寒天を餌として利用できない  
セルロースでの生存率が最も高く、寒天および水での生存率に差がない。このことから、シロアリは寒天を餌として利用できないことがわかった。

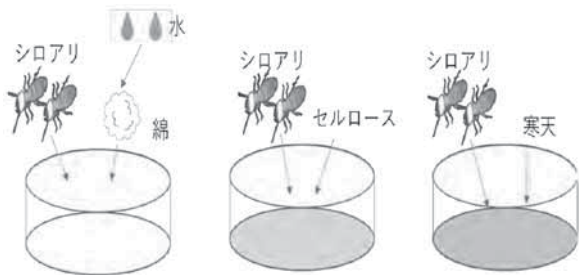


図3 実験1 シロアリは寒天を餌として利用するのか  
水を含ませた綿を入れたシャーレ、餌であるセルロースを入れたシャーレ、1.5%の寒天を入れたシャーレを用意した。

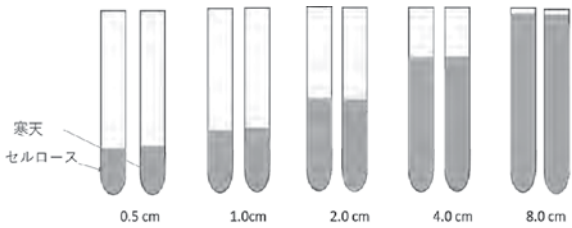


図4 実験2 シロアリにおいて餌と餌以外のものへとで、穿孔の活発さに違いが表れるのか  
セルロースのみを入れた試験管と、寒天層の上にセルロース 0.5cm を乗せた試験管の2種類がある。  
その2種類の試験管を5通りの層の長さ (0.5 cm, 1.0 cm, 2.0 cm, 4.0 cm, 8.0 cm) で用意した。

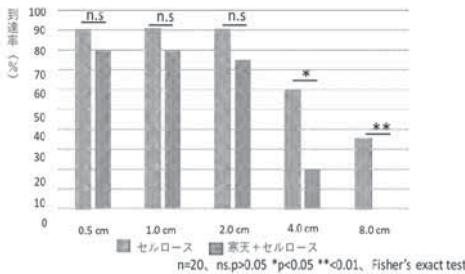


図7 実験2結果 セルロースへの穿孔のほうが活発  
層が長くなるにつれて、セルロース群に比べ、寒天+セルロース群では到達率が低下した。この結果から、シロアリが寒天とセルロースを識別している可能性が示唆された。

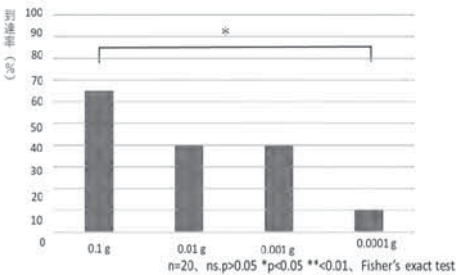


図8 実験3結果 餌が多いほど穿孔が活発になる  
縦軸が到達率、左からセルロースの量が多い順に並んでいる。  
セルロースの量が多い方が、到達率が高かった

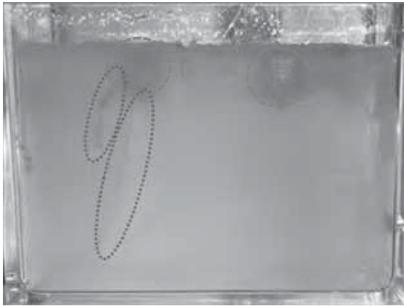
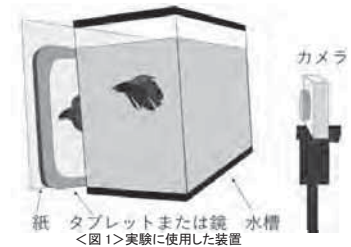


図 9 展望の実験

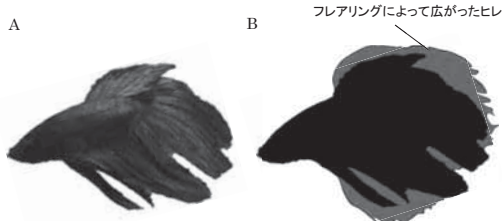
左の赤い点線で囲まれたところがセルロースの入った窪みで、右の赤い点線で囲まれたところが何も入っていない窪みである。青い点線で囲ったところに、シロアリの穿孔した跡（蟻道）が見られた。

<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理／Physics	化学／Chemistry <u>医学・生物／Medical Science・Biology</u> 地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
<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】多田美羽	
【メンバー／Member】	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】三堀春香	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】ベタの威嚇行動を誘発する鍵刺激の探索	
【背景／Background】 タイのメコン川が原産の熱帯魚ベタ（ <i>Betta splendens</i> ）は闘魚とも呼ばれ、オスは非常に縄張り意識が強く、縄張りに他個体が侵入した際、噛みつき合いの闘争をする前に、ヒレとエラを広げ体を震わせるフレアリングという威嚇行動を見せる。フレアリングには古くから闘心が集まっているが、フレアリングを起こす鍵となる刺激が何かは、未だ明らかになっていない。ベタを飼育していた私は、フレアリングが他個体を見た時だけでなく、指やスプーンなどの物体を近づけた時にも起こる場合があることに気づいた。そこで私は、どのような要素がフレアリングを誘導する鍵刺激となっているのかを探索することにした。	
【目的／Purpose of the research】 本研究は、フレアリングを誘導する鍵刺激は何かを調べることを目的として実験を行った。	
【研究計画／Research plan】 ベタのオスに、鏡やタブレットに映る対象物を1分間見せ（図1）、その間にフレアリング行動をするかどうかを観察することで、対象物のフレアリングを誘発する刺激としての効果を評価した。なお、フレアリングは中途半端に起こることはなく、完全にヒレとエラを広げるか、全く広げないかに分かれるため（図2）、フレアリングの誘導率は、ありか、なしかで判定した。 （実験Ⅰ）ベタがシルエットや輪郭にもフレアリングを行うか調べるために、ベタの写真（図3-A）とシルエット（図3-B）と輪郭（図3-C）と鏡を見せて、フレアリングした割合を比較した。写真などはPowerPointのアニメーション機能で動かした。 （実験Ⅱ）実験Ⅰの結果を踏まえ、ヒレなどの動きがフレアリングを誘導するかを調べた。ヒレの動きの有無で比較するために、ベタが泳いでいる動画（図4-A）と写真（図4-B）、鏡を見せて比較した。 （実験Ⅲ）他の刺激を考えるにあたり、先行研究で、メダカは顔認識をして他個体を認識する事が知られていることから、ベタでも同じ事が起こる可能性を考えた。ベタの顔がフレアリングを誘導する刺激となるかを調べるために、ベタの顔の写真（図5-A）と灰色の楕円形（図5-B）を動かして比較した。 （実験Ⅳ）実験Ⅲの結果を踏まえて、ベタの顔認識に色が必要かどうかを調べるために、ベタの顔の写真（図6-A）とベタの顔の写真を白黒に加工したもの（図6-B）と灰色の楕円形（図6-C）を動かして比較した。 （実験Ⅴ）実験Ⅲ、Ⅳの結果を踏まえて、ベタの顔認識において顔のどの部位が重要であるかを調べるために、ベタの顔の模式図（図7-A）を作り、白黒の顔の写真（図7-B）と灰色の楕円形（図7-C）と比較した。 （実験Ⅵ）実験Ⅲの結果を踏まえて、フレアリングが同種のみに行われるかを調べた。ベタと生息地を共有し、系統的に遠い種である、淡水フグ（ <i>Tetraodon baileyi</i> ）の顔の写真（図8-A）を用いて、ベタの顔の写真	

と（図8-B）、灰色の楕円（図8-C）と比較した。
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】 （実験Ⅰ）鏡を提示した際と比較して、他の群では有意にフレアリングを行う割合が減少した（図9）。なお、鏡に対しては、100%フレアリングを行ったことから、鏡は安定してフレアリング行動を誘導することが示された。写真に対してのフレアリング行動が鏡に対してよりも減少した理由としては、ベタの泳ぎに見られるヒレなどの動きがないためである可能性を考えた。 （実験Ⅱ）動画を提示した際と比較して、写真に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した（図10）。この結果は、実験Ⅰで考察した「ヒレなどの動きはフレアリングを誘導する」という仮説を支持する。一方、動画に対してフレアリングを行った割合は、鏡に対してよりも有意に減少したことから、鍵刺激は他にもある可能性が示唆された。今回実験に用いた動画は、フレアリングをしていないベタの動画であるため、自らを無視し続ける個体に対しては、フレアリングを行う動機付けが成立しにくい可能性が考えられる。 （実験Ⅲ）ベタの顔を提示した際と比較して、灰色の楕円形に対しては、フレアリングを行う割合が有意に減少した（図11）。このことから、顔はフレアリングを誘導する鍵刺激である可能性が示唆された。魚類における同種他個体顔認識は、近年メダカ（ <i>Oryzias latipes</i> ）において確認されているが、他の種で実証された例はほぼない。本実験の結果より、闘争という一種の個体間コミュニケーションを行うベタのオスが、同種他個体の顔を認識する能力に長けている可能性が初めて考えられた。 （実験Ⅳ）顔の写真と白黒の顔の写真間でフレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかった（図12）。また、他の群と比較して、灰色の楕円に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。このことから、ベタの顔認識に色は必須でないと考えられる。イトヨのオスは、他個体のオスの腹部に存在する赤模様を鍵刺激として認識し、攻撃行動を行う点で、ベタとは異なる。ベタは、野生のオス個体も個体にも色味の差異が大きく、同種を色合いで認識しづらいため、このような結果が得られた可能性が考えられる。 （実験Ⅴ）写真と模式図間でフレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかった（図13）。また、他の群と比較して、灰色の楕円に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。このことから、顔認識には目や口などの部位が重要である可能性が示唆された。 （実験Ⅵ）ベタの顔とフグの顔間で、フレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかった（図14）。このことから、顔認識は同種のみの特化してはならず、魚類の顔に共通した要素を認識している可能性が考えられた。しかし、ベタの顔を提示した際の反応割合がやや多い傾向にあることから、ベタの顔の部位の配置が鍵刺激の一種として働く可能性が考えられた。野生のベタが生息するメコン川は、ベタの他にも多くの魚類が生息することが知られている。野外の川の中で、他種の顔に逐一反応するのは生物学的にもコストが大きいため、このような結果が得られた可能性が考えられる。 実験の結果、ヒレなどの動きと、ベタの顔がフレアリングを誘導する鍵刺激であることが示唆された。顔認識はメダカにおいても確認されていることから、顔認識は魚類に広く保存されている可能性が考えられる。
【今後の展望／Future study plan】 今後は、他種の顔を見せる実験をフグ以外の種でも行い、生息地の一致する種と、系統的に近い種でそれぞれフレアリングが起こるか調べる。また、顔の模式図と模式図から目や口などの部位を消したものを動かして比較し、顔のどの部位が重要な刺激となっているのかをより詳細に調べていく。
【参考文献／References】 1.Meliska et al.(1980) <i>Behavioral and Neural Biology</i> 28 Issue 4 2.Meliska et al.(1976) <i>Animal Learning &amp; Behavior</i> 4 3.Mu-Yun Wang* and Hideaki Takeuchi (2017) <i>eLife</i> 6:e24728



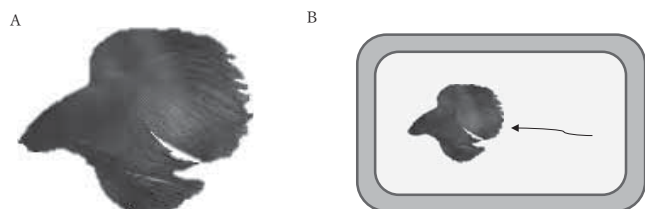
紙と紙の間に鏡またはタブレットを入れて、撮影開始とともに水槽側の紙を引き抜き、鏡またはタブレットに映る対象物を見せた。



ベタのオスは、自らの縄張りに他個体のオスが侵入した際、噛みつき合いの闘争をする前に、ヒレとエラを広げ体を震わせるフレアリングという威嚇行動を行う。フレアリングは中途半端に起こることはなく、完全にヒレとエラを広げるか、全く広げないかに分かれる。

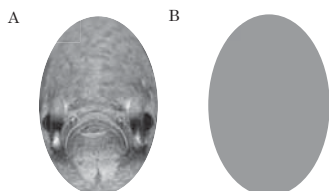


(A) フレアリングをしている状態のベタの写真 (B) Aをシルエットにしたもの (C) Bを輪郭だけにしたもの



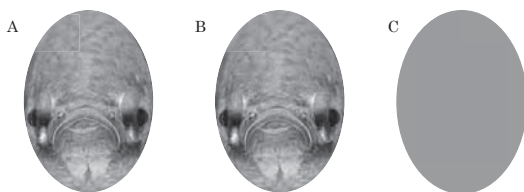
＜図 4＞実験Ⅱで使用した対象物

(A)フレアリングをしている状態のベタの写真(B)ベタが泳いでいる動画



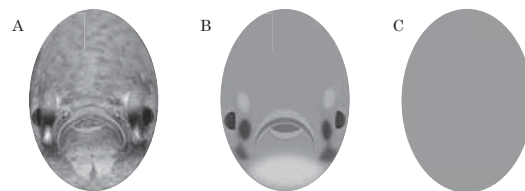
＜図 5＞実験Ⅲで使用した対象物

(A) ベタの正面からの顔を楕円形に切り抜いた写真 (B) 灰色の楕円



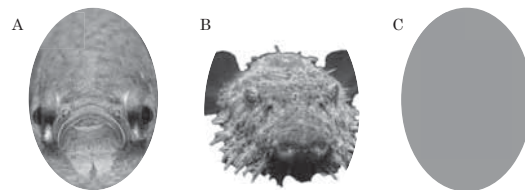
＜図 6＞実験Ⅳで使用した対象物

(A) ベタの正面からの顔の写真 (B) (A) を白黒に加工したもの (C) 灰色の楕円



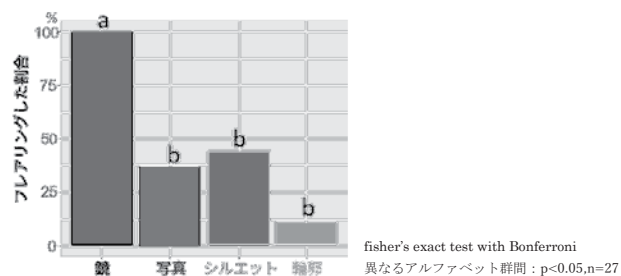
＜図 7＞実験Ⅴで使用した対象物

(A) ベタの正面からの顔の写真を白黒に加工したもの (B) ベタの顔の模式図 (C) 灰色の楕円



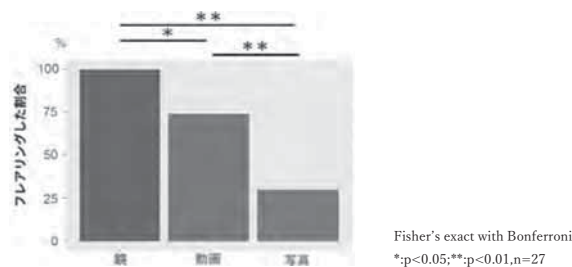
＜図 8＞実験Ⅵで使用した対象物

(A) ベタの正面からの顔の写真 (B) フグの正面からの顔の写真 (C) 灰色の楕円



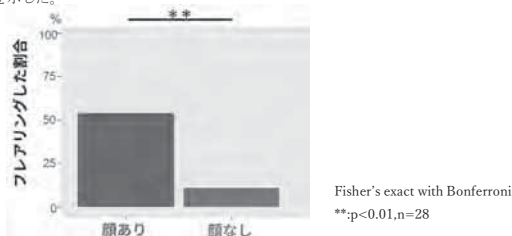
＜図 9＞実験Ⅰの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

鏡を提示した際と比較して、他の群では有意にフレアリングを行う割合が減少した。なお、鏡に対しては、100%フレアリング行動を示した。



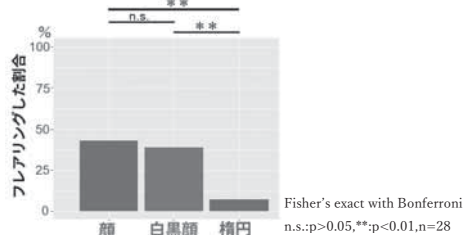
＜図 10＞実験Ⅱの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

動画を提示した際と比較して、写真に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。また、動画に対してフレアリングを行った割合は、鏡に対してよりも有意に少なかった。なお、鏡に対しては、100%フレアリング行動を示した。



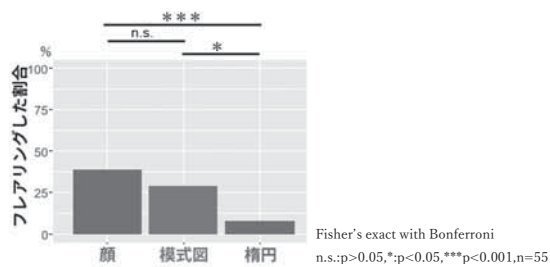
＜図 11＞実験Ⅲの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

ベタの顔を提示した際と比較して、灰色の楕円形に対しては、フレアリングを行う割合が有意に減少した。



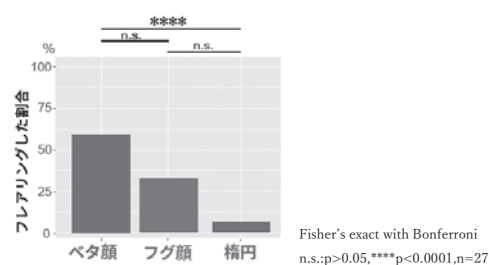
＜図 12＞実験Ⅳの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

顔の写真と白黒の顔の写真間でフレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかった。また、他の群と比較して、灰色の楕円に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。



＜図 13＞実験Ⅴの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

写真と模式図間でフレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかった。また、他の群と比較して、灰色の楕円に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。



＜図 14＞実験Ⅵの各対象物に対してフレアリングを行った割合比較

ベタの顔とフグの顔間で、フレアリングの起こりやすさに有意な差は見られなかったものの、ベタの顔を提示した際の方が反応した割合がやや多い傾向にある。また、ベタの顔と比較して、灰色の楕円に対してはフレアリングを行う割合が有意に減少した。



<b>分野／Areas</b> 当てはまる分野に○をして下さい。	
物理／Physics	化学／Chemistry <b>医学・生物／Medical Science・Biology</b> 地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
<b>参加者／Participant's Information</b>	
【学校名／School Name】東京農業大学第一高等学校中中部	
【代表者名／Representative's Name】李 星珉	
【メンバー／Member】・堤 萌佳 ・谷口 梨花 ・川上 陽叶 ・池田 麗央	
<b>指導教員／Supervising Teacher</b>	
【お名前／Name】・武中 豊 ・田口 翔太	
<b>発表内容／Abstract of the Presentation</b>	
【タイトル／Title】オオモクゲンジの種子散布にまつわる研究「行け！オオモクゲンジ」	
【背景／Background】 登校の際に学校の正門から校内までのアプローチで発見した珍しい形状の種子、ムクロジ科モクゲンジ属の中国原産の落葉高木、オオモクゲンジの種子【図1、図2】の散布の仕組みの解明を試みた。オオモクゲンジについては、風散布種子との定説がある。我々はオオモクゲンジの葉が変形し、種子の周辺に生っているものをハネと呼称し、実験から裂果が重力で落下し、風によって転がることで種子散布を行っていることを証明した。また、オオモクゲンジの翼が3枚ハネ型のものとは4枚ハネ型のを比較して実験を行ったところ、凹凸のある地面の条件では4枚ハネ型の方が有利であることがわかった。	
【目的／Purpose of the research】 1, オオモクゲンジの種子散布型の検証。 2, オオモクゲンジの種子散布型の証明。 3, 3枚ハネ型と4枚ハネ型のどちらが有利かという検証。	
【研究計画／Research plan】 【目的1の実験】 オオモクゲンジの調査木から、距離が離れるごとの蒴果の数の分布を調査。風散布種子のフタバガキの模型とオオモクゲンジの蒴果をサーキュレーターで飛ばし散布型の違いを検証。 【目的2の実験】 オオモクゲンジの種子散布型を実験室で証明する。 ① オオモクゲンジの蒴果を、サーキュレーターで、一定の位置・角度で飛ばして移動の仕方をスローモーションで撮影し、移動の仕方を検証。 ② 蒴果のハネの枚数による移動距離の違いを検証 【目的3の実験】 3枚ハネ型と4枚ハネ型のどちらが有利かという検証 ① 流体シミュレーションソフト「FSP」にて各ハネ型の空気抵抗を比較する。比較して求めたデータで3枚ハネ、4枚ハネのどちらが風をより受けやすいかを予測する。 ② 3枚ハネ型と4枚ハネ型の蒴果の模型を作成【図11】し、回転できる様にすべて同じ位置で固定する【図12】。サーキュレーターの回転数を264rpm/minに設定して風を当て、定位置から蒴果の回転速度を測定することで蒴果の形状による移動距離の違いを検証する。	
（研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)） 【1】 結果は【図5】の通りである。全体的に、分裂した1枚のハネが多く、母体から離れるにつれて数を増していき、15m付近に最も集中した。また、さらに離れるにつれてハネの数も減少していった。3枚	

<b>【写真・図表】</b>	
<b>【目的1の検証実験】</b> オオモクゲンジの調査木から、距離が離れるごとのハネの数の分布を調査	
	
【図1】オオモクゲンジは中国原産の落葉高木で、農大一中では校内の正門付近に生えている。 【図2】オオモクゲンジの果実の形状。図右3枚ハネ型、図左4枚ハネ型。葉1枚につき1〜2個、内側に種子がつく。3枚ハネ型、4枚ハネ型ごとに纏まって実っている。	

果実には、バラ科やナス科などの液果型、ブナ科やマメ科などの乾果型があるが（そのほかにも球果型というものも存在する）オオモクゲンジは、乾果に分類される豆果、袋果、堅果などに続く蒴果である。蒴果とは複数の子房を有する乾燥した果実の2枚以上の種を覆う果皮が裂けて、種子を散布する生態である。左がオオモクゲンジ、右がリンゴの断面である。オオモクゲンジは、乾果に分類される豆果、袋果、堅果などに続く裂果である。なお、裂果とは複数の子房を有する乾燥した果実の2枚以上の種を覆う果皮が裂けて、種子を散布する生態である。



図3 ばらばらになったオオモクゲンジの蒴果

蒴果には、果肉はないが断面の形状が図4のリンゴと酷似し、果実であることが分かる。



図4 リンゴの果実

ハネ型の蒴果の割合は、0m〜10m、10m〜20m、20m〜30mで大きく変わらず、蒴果の状態で移動していると考えられた。【図6】。そこで、風散布型種子として知られるフタバガキ型の模型とオオモクゲンジを風で飛ばし、種子散布を比較したところ異なる傾向が見られた【図7】。
（2）① 一般的にオオモクゲンジの種子は「風散布型種子」と扱われているが、オオモクゲンジの種子は蒴果ごと重力によって、ほぼ垂直に落下した後に帆のような形状の葉によって風を受け、地面を回転移動している【図8】ことが分かった。 ② 3枚ハネ型と4枚ハネ型の蒴果の移動距離を調べたところ4枚ハネ型がより遠くへ移動することが分かった【図9】。平均移動距離は、3枚ハネ型は140.00cm、4枚ハネ型は約160.35cmである。3枚ハネ型と4枚ハネ型の移動距離に関して、T検定を行ったところ、P値が0.016648となり、P<0.05となったので有意差が認められたことから、4枚ハネ型がより回転しながら移動するのに優れていると考えられた。 （2）① 3枚ハネ型、4枚ハネ型のそれぞれ3Dデータを作成し、流体シミュレーションソフトでシミュレーションした。【図10】は左側から風を送り、背景色は風速を示しており、赤色に近いほど遅く、青色に近いほど早い。【図10】から、3枚ハネ型より4枚ハネ型の方が空気抵抗が大きいということが分かった。これにより3枚ハネ型より4枚ハネ型の方がより風を受けやすいと考えられた。 ② 回転数は【表1】の通りである。平均値は3枚葉が475.6rpm、4枚葉が四捨五入で666.7rpmとなった。また、この二つについてT検定を行ったところ、P値が1.812×10 <sup>-16</sup> となり、P<0.05となったので有意差が認められた。よって、3枚ハネのほうが4枚ハネより風を受けやすいということが分かった。
【今後の展望／Future study plan】 近年、将来の開発が予想される火星では、地面の凹凸が探査車の移動の障害となっているが、オオモクゲンジの4枚ハネ型の構造と火星表面でのダストストームの風を利用し、種子散布のアイデアを提案する。
【参考文献／References】 1、樹木図鑑 <a href="http://www.jugemusha.com/jumoku-zz-oomokugenji.htm">http://www.jugemusha.com/jumoku-zz-oomokugenji.htm</a> 2、日本科学未来館 HP <a href="https://blog.miraikan.jst.go.jp/articles/20210528post-419.html">https://blog.miraikan.jst.go.jp/articles/20210528post-419.html</a> 火星探査機パーシビアランス、探査スタート

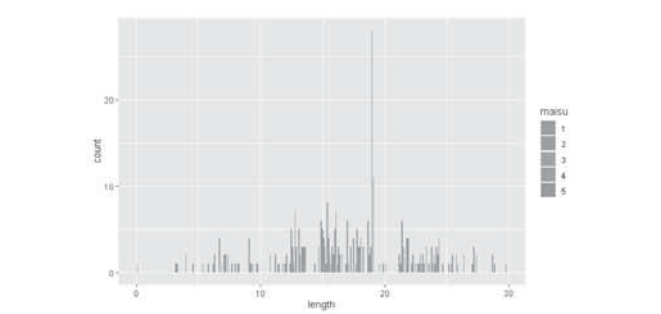


図5 オオモクゲンジの蒴果の数の分布図

0が母樹側 母樹から離れるごとに蒴果の数多くなり、20mを過ぎたところで減少している。

グラフの「枚数」は葉が何枚で1つの単体になっているかを示している。1、2は落下に伴い分裂したもので不完全な形状のものもある。全体的に、分裂して1枚葉のハネが多く、母体から離れるにつれ数を増していき、15m付近に最も集中した。また、さらに離れるにつれ、ハネの数も減少していった。

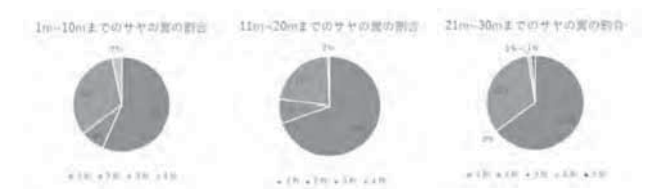


図6

図5の蒴果のハネの数の内訳は1m〜10mまでの3枚ハネの割合が32%なのに対して、11m〜20mまでの割合は21%、21m〜30mまでの割合は33%と、3枚ハネの割合があまり変わってなかった。この結果から、オオモクゲンジは蒴果のまま移動しているとの仮説を得た。

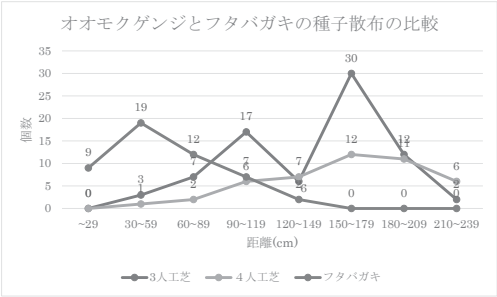


図 7 オオモクゲンジとフタバガキ型の模型とオオモクゲンジの種子散布の比較

代表的な風散布型であるフタバガキ型の模型とオオモクゲンジにサーキュレーターの回転数 264rpm/min に設定して風をあて移動距離を比較した。フタバガキの模型では飛距離 30~59cm 台が最も多かったのに対し、オオモクゲンジは 3 枚ハネ型、4 枚ハネ型ともに 150~179cm が最も多く、3 枚ハネ型、4 枚ハネ型ともに最高で 210cm 以上であり、風散布型の移動分布とは異なっていた。

〈目的 2 の検証実験〉①



図 8 オオモクゲンジの果実の移動の解析

オオモクゲンジの種子の移動型を実験室で検証した結果、ほとんど垂直に落下した後には帆のような形状のハネによって風を受け、図 8 のように地面を回転移動している従来の種子散布型にない新発見が得られた。

ハネが人工芝上を進んでいく様子をカメラで撮影し、合成、観察した。3 枚ハネ、4 枚ハネ、どちらも人工芝の凹部にハネが食い込みながら転がっている。

2 つのタイプで風を受けた場合の回転数を比較した。オオモクゲンジの 4 枚ハネ型と 3 枚ハネ型のサヤの模型を、回転できるように下の様にすべて同じ位置で固定【図 12】する。サーキュレーターの回転数を 264rpm/min でそれぞれ風を当て、定位位置から回転速度を測定する、という条件でそれぞれの回転速度を測定し、3・4 のデータ同士で比較し、結果を【表 1】にまとめた。

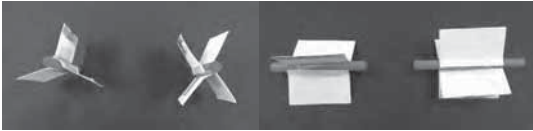


図 11 クラフト紙を用いたオオモクゲンジの 3 枚葉、4 枚葉の模型

＼	3枚ハネ	4枚ハネ
No.1	490.3	685
No.2	455	653
No.3	506.6	681.4
No.4	445.7	670.3
No.5	489.7	675
No.6	489.8	648.8
No.7	451.3	638.7
No.8	465.5	628.9
No.9	501.6	678.7
No.10	448.4	657
No.11	478.2	693.4
No.12	464.9	689.7
平均	475.6	666.6583
単位：R/M		
T検定：P値	1.812×10 <sup>-18</sup>	

表 1 3 枚ハネ・4 枚ハネの回転速度の比較

【図 12】では回転速度を手で持っているが、実際には三脚に固定してある。回転速度の平均値は 3 枚ハネ型で 475.6rpm、4 枚ハネ型で四捨五入して 666.7rpm となった。T 検定を行ったところ、P 値が 0.016648 となり、P<0.05 となったので有意差が認められた。



図 12 回転数の計測

近年、将来の開発が予想される火星では、地面の凹凸が探査車の移動の障害となっているが、オオモクゲンジの 4 枚ハネ型の構造と火星表面でのダストストームの風を利用し、種子散布のアイデアを提案する。

NASA より改図

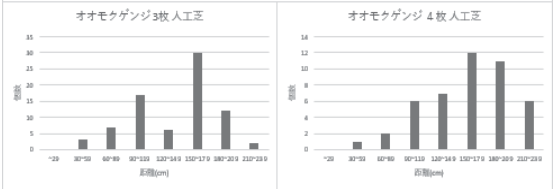


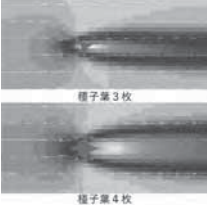
図 9 3 枚ハネ型と 4 枚ハネ型の移動距離の比較

図 8 について、3 枚ハネ型と 4 枚ハネ型の移動距離を比較したところ、3 枚ハネ型では、150~170 cm の距離が移動距離のピークになっているのに対し、4 枚ハネ型では 150~170 cm 以後も移動した蒴果が分布している。3 枚ハネ型と 4 枚ハネ型の移動距離で T 検定を行ったところ、P 値が 1.812×10<sup>-16</sup> となり、P<0.05 となったので有意差が認められた。

〈目的 3 の実験〉

種子散布において 4 枚ハネ型の移動距離に有意な差が認められたことから、回転する蒴果の回転数と空気抵抗について検証を行った。このことから、種子散布に優れた形状を持つ 4 枚ハネ型の構造の優位性を明らかにした。

流体シミュレーションソフト「FSP」にて各ハネの空気抵抗を比較した。比較して求めたデータで 3 枚ハネ、4 枚ハネのどちらが風をより受けやすいかを図 10 にまとめた。



【図 10】背景色は風速を示しており、赤色に近いほど遅く、青色に近いほど早い。つまり右の図 1 は 3 枚ハネ型より 4 枚ハネ型の方が、空気抵抗が大きいということになる。これにより 3 枚ハネ型より 4 枚ハネ型の方がより風を受けやすいと証明された。(それぞれは風向きに対して最も平面積が広くなるよう設置している。)

図 10 オオモクゲンジのハネの空気抵抗

クラフト紙を加工し、ストローに張り付けた簡易的な模型を 3 枚ハネ・4 枚ハネの 2 種類を作成【図 11】し、

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】東京農業大学第二高等学校
【代表者名／Representative's Name】加藤美風
【メンバー／Member】石原颯大 加藤美風 塚本真央
指導教員／Supervising Teacher
【お名前／Name】砂川耕一郎

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】魚の体色の変化とストレスとの関係
【背景／Background】 冬の川で捕まえてきたアブラハヤの集団を、暗い場所に置いたバケツと明るい場所に置いた水槽に分けて放置したところ、水槽に入れておいた集団の体色が薄く変色した。 魚の体色が変化する理由をインターネットで調べたところ、ストレスが原因であるという論文があった。この時の体の変色を、明るさと温度の変化によるストレスが原因であると考え、魚が受けるストレスにどのような環境が影響しているのか調べてみた。
【目的／Purpose of the research】 どのようなことをするとストレスになるかを調べたい。
【研究計画／Research plan】 魚を 16 匹の集団と 1 匹の単独に分けて温度、明るさを変えて一晩飼育する。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 もともと生息していた川との差が大きいほどストレスになると考えた。
【今後の展望／Future study plan】 今回はアブラハヤを用いて明るさと温度のみを調べたが、今後は他の魚でも試し、音や酸素濃度、流れの有無によっても魚がストレスを感じるのか調べたい。また、水温や明るさ等の条件を適切に管理することで、水族館の展示魚を運搬する際や、観賞魚の色を美しく保つために活かしたい。
【参考文献／References】 1) 大島範子 魚の体色とその変化:メカニズムと行動学的意義(2016)

5 9．東京農業大学第二高等学校

1、概要、研究目的

冬の川で捕まえてきたアブラハヤの幼魚の集団を、暗い場所に置いたバケツと明るい場所に置いた水槽に分けて放置したところ、水槽に入れておいた集団の体色が薄く変色した。  
この時の体の変色を、明るさの変化が原因であると考え、体色の変化に明るさが影響しているのか調べてみた。すると、明るいところと暗いところの水温に差があったため、温度も体色の変化に影響しているのではないかと考え、調べてみた。

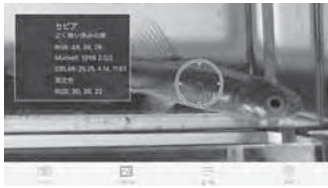
2、知見

魚の体色の変化はストレスによるものであるという論文を見つけた。1)  
しかし、何が魚にストレスを与えるのかについての論文を見つけることができなかった。  
動物にはそれぞれ、生活するのに適した環境があり、今回私たちが調べたアブラハヤは、コイ目コイ科ウグイ亜科の淡水魚で、河川の中上流域の淵や平瀬の底層の特に水温の低いところに生息しており、幼魚は浅く流れの緩やかな所で群れて生活することが多いということが分かった。

3、実験

川で捕まえてきたアブラハヤの集団から 16 匹程度のグループ2つと、1 匹のグループ2つ分取り出して、次のような環境で一晩飼育した。

	水温(℃)	明るさ(LUX)	
①	4	143	廊下の明るさ 昼間だけ
②	23	193	教室の明るさ 昼間だけ
③	9	0	一晩真っ暗
④	15	16531	一晩ずっと LED ライト当て続けた
⑤	24	0	一晩真っ暗
元の環境	4	295～6925	日陰から日向の明るさ



今回実験に使った魚、アブラハヤの幼魚(実験前)

5 9．東京農業大学第二高等学校

⑤ 単独



集団



元



色が濃い順(判定色)



① 集団 ③ 単独 ① 単独 ④ 単独 ⑤ 単独 ② 単独 ③ 集団 ⑤ 集団 ④ 集団 ② 集団

彩度-100



5 9．東京農業大学第二高等学校

4、実験結果

① 単独



集団



② 単独



集団



③ 単独



集団



④ 単独



集団



5 9．東京農業大学第二高等学校

5、考察

5-1 水温の違いについて

単独と②単独の結果より②単独の方が色が薄かったため水温が高い方がストレスが多いと考えた。  
また、③単独と⑤単独の結果より、明るさの条件を変えても水温が高い⑤単独の方がストレスが多いと考えた。  
これらの結果より、もとの環境(川)に近い水温の方がストレスが少なく、もとの環境と大幅に異なる水温の方がストレスが多いと分かった。

色が濃い順



① 集団 ③ 単独 ① 単独 ④ 単独 ⑤ 単独 ② 単独 ③ 集団 ⑤ 集団 ④ 集団 ② 集団

5-2、明るさの違いについて

温度に近い②単独と⑤単独の結果より、②の方が色が薄かったため、明るい環境の方がストレスが多いと考えた。①単独と③単独の結果でも同様に、明るい環境に置かれていた①単独の方が色が薄かった。また、④単独は 24 時間光を当て続けたが水温が高い②、⑤よりもストレスを感じていないことがわかった。これらの結果より明るさはストレスにはあまり関係がないと言える。



① 集団 ③ 単独 ① 単独 ④ 単独 ⑤ 単独 ② 単独 ③ 集団 ⑤ 集団 ④ 集団 ② 集団

5-3、集団と単独について

全体的に集団でいる方が単独よりもストレスが強いと考えられる。

6、今後の展望

今回の実験で、明るい環境よりも暗い環境、水温が高い環境よりも低い環境の方がストレスを感じにくいことがわかった。今回は水の流れが無く、人の話し声がある中での実験だったので、次回は水の流れの有無・強さや音からの影響とストレスの関係も調べてみたい。私たちは日ごろグッピーやカクレマノミの飼育やアクアリウムの製作をしているので今回の実験の結果からこれらの生き物をどうしたら美しく維持できるのかについても解明していきたい。

今回使用したアプリ

- ・色彩ヘルパー
- ・LightMeter



分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校

【代表者名／Representative's Name】遠藤 理紗

【メンバー／Member】臼井 智加

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】富澤 英士

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】Zn 金属葉～成膜のコントロールと構造解明～

【背景／Background】

単体の金属薄膜は、太陽光発電や電池、液晶、ICT 機器分野での需要が考えられる

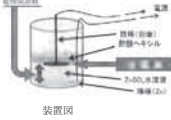
現在の基本的な生成方法である化学気相成長法は低温処理困難等の課題を抱えており、危険が伴っている。

そこでより手軽に単体の金属薄膜を生成できないかと考え、このようなテーマを設定した。

【目的／Purpose of the research】

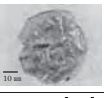
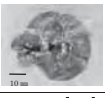
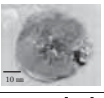
厚さのコントロール実現を目標とした再現性のある金属葉の析出条件の解明

【研究計画／Research plan】（参考文献①、②、③、④）

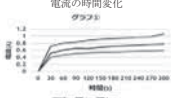
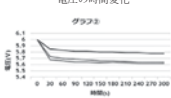
 金属葉は、金属塩水溶液と有機溶媒の境界面付近で電析を行うと、境界面に沿って形成される平面状の金属薄膜である。陰極として炭素棒(鉛筆の芯)、陽極は亜鉛板を使用し、恒温水槽により 313 K で電析を行った。金属塩水溶液は ZnSO<sub>4</sub>(2.00 mol/L)、有機溶媒は CH<sub>3</sub>COOCdH<sub>3</sub>(酢酸ヘキシル)を用いた。印加電圧を 6 V とし、5 分間の通電を行った。電極間距離と有機溶媒量を変数として、電析の様相について研究した。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】

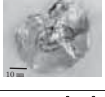
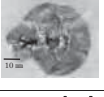
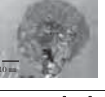
① 電極間距離を変数とした場合の表面積変化(有機溶媒量は 5.0 mL)

電極間距離	10 mm	40 mm	70 mm
金属葉			
表面積	1.69×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	1.32×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	1.12×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>
電極間距離	増加	→	表面積 減少

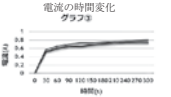
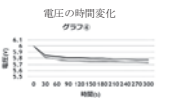
表面積測定ソフト：leaf area counter \_ plus

② 有機溶媒量を変数とした場合の表面積変化(電極間距離は 40 mm)

有機溶媒量	1.00 mL	5.00 mL	9.00 mL
金属葉			
表面積	1.20×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	1.32×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	1.44×10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>
有機溶媒量	増加	→	表面積 増加

表面積測定ソフト：leaf area counter \_ plus

① 電極間距離の増加に伴い表面積が減少、つまり金属葉が析出しづらくなった。  
→ 電極間距離が増加し、電気抵抗が増加したためと考えられる。

② 有機溶媒量の増加に伴い、表面積は増加傾向が認められた。  
→ 有機溶媒量を増やすと金属膜厚が薄くなる可能性が考えられるが、検証には至っていない

【今後の展望／Future study plan】

- 境界面での電析の様相を調べる工夫をする。
- 有機溶媒が電析に果たす役割を調べるため、さらなるデータ収集と膜厚測定を実施する。
- 金属葉の重さを電子天秤を用いて計測する。
- 電析時の電流経時変化と表面積経時変化の測定を行う。

【参考文献／References】

- ① 日本化学会 1987 年 『教師と学生のための科学実験』 東京化学同人 21 - 26 頁
- ② 金沢鉱石 1991 年 『金属葉の形態』 日本金属学会誌会報 30 巻 12 号 985 - 992 頁
- ③ 高橋美幸 2019 年 SS 課題研究論文集 『金属葉～有機溶媒が電析金属薄膜の形態に与える影響～』 22 - 27 頁
- ④ 武田春雄 富永ひすい 仲田姫菜 2020 年 SS 課題研究論文集 『Beautiful Metallic Flower！～2 次元的金属結晶の形成～』 11 - 17 頁

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校

【代表者名／Representative's Name】江幡 爽花

【メンバー／Member】根本 有希菜

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】原納 優 松浦 寛子

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】草木染めの堅牢度 ～紫外線による梅染めの褪色～

【背景／Background】

近年、環境問題が注目されている。その中でも化学染料による水質汚染に着目した。現在は、環境に負荷がかかりやすい化学染料による染色が主である。[文献 3][文献 4] そこで、自然の物で作られた染色液を使用することで、環境負荷が軽減されるのではないかと考えた。しかし、草木染めは化学染料よりも堅牢度が低い褪色しやすい。[文献 1]

・梅の枝は、借染園で伐採されて廃棄されてしまうものを使用した。

(以上のことは SDGs の 6 番、12 番、14 番に該当する。)[図 1][文献 2]

・実際の日光は届く紫外線の量が天気によって変化してしまうため、今回はブラックライトを使用した。

【目的／Purpose of the research】

堅牢度を高くし、沢山の人が草木染めを用いる機会が増えることによって、日本の伝統でもある草木染めを多くの人に知ってもらいたい。[文献 5] そのために、布を染める回数や媒染液の濃度、紫外線を当てる時間によって草木染め（今回は梅の枝で染色）が、どれほど褪色してしまうのかを研究する。

【研究計画／Research plan】

1. 梅の木を煮出した染色液で、布を染色する

① 布を大豆たんばく質処理する(布に染色液の色が染まりやすくなるため)

水：豆乳＝1：1 の割合で混ぜて布を煮る→取り出して絞る→そのまま広げて乾かす。

② 細かくした梅の枝を煮出して染色液を作る(1 番液、2 番液)

2020 年 11 月に伐採された梅の枝 300 g を水 4 L で煮出す(1 番液)→梅の枝を取り出し、1 番液と別の水でもう一度煮出す(2 番液)→それぞれ別の容器に入れ、冷蔵庫で保管。

③ ②の染色液で布を染める(必要に応じて繰り返す)

1 番液：2 番液＝1：1 で混ぜ、1 回煮るごとに染色液を変え、1 回～5 回分繰り返して①の布を染色。

④ 媒染液に浸す(媒染液として焼ミョウバンを使用)

2 g、7 g に分ける→それぞれお湯で溶かし③の布を入れる→取り出して水洗い→暗室で乾かす。

2. 紫外線を当て、褪色を調べる

→日の光が当たらないようにするため、段ボールの中で実験する。

① 段ボールの内側にアルミホイルを貼り、遮光する。

② 段ボールの中に染めた布を並べ入れ、その両面にブラックライトを置き、光を当てる。

③ 15 時間ごとに顕微鏡で観察(対物レンズ 4 倍、10 倍で撮影)

→光や写真写りの条件を同じにするため、顕微鏡の写真機能を使う。

1 回の撮影につき、(染色 5 回分)×(媒染液 2 種類)×(倍率 2 種類)＝20 枚

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】

- ・どちらも全ての回数で、紫外線を当てた後は当てる前よりも褪色していた。[図 2][図 3]
- ・1 回染めのミョウバンが 2 g のときに最も褪色したのに対し、5 回染めのミョウバン 7 g のときに最も褪色しなかった。[図 2][図 3][写真 1][写真 2]
- ・全体的に白色の割合が増加した。[図 2][図 3]
- ・ミョウバン 7 g 白色の割合の変化があまりなかった。[図 3][写真 2]

【今後の展望／Future study plan】

褪色の原因を紫外線だけでなく、洗濯や摩擦、枝を伐採してから経過した時間等でも実験したい。

また、煮出した枝を乾かし、燃やして作った「灰」で媒染液を作り実験したい。

【参考文献／References】

TAMATOMIRABO「YAMATOMI」『生地の堅牢度とは？布を取り扱うなら覚えておきたい染色堅牢度の知識』 <https://yamatomibizlabo/38793> 2021 年 5 月 26 日 [文献 1]

Imacocollabo イマコラボ 「SDG s とは？」『SDG s (持続可能な開発目標)17 の目標&169 ターゲット個別開設』 <https://imacocollabo.or.jp/about-sdgs/17goals/> 2021 年 10 月 26 日 [文献 2]

村井美保 「あいち産業科学技術総合センター」『工研ニュース増補版 染色排水中の汚濁物質の軽減について』 [http://www.aichi-inst.jp/other/up\\_docs/no64\\_03.pdf](http://www.aichi-inst.jp/other/up_docs/no64_03.pdf) 2021 年 10 月 26 日 [文献 3]

VOGUE「CHANGE Sustainability」『服に使われる化学物質のこと、どれだけ知ってる？』 <https://www.vogue.co.jp/change/article/why-we-should-be-worried-about-chemicals-cnihub> 2021 年 11 月 13 日 [文献 4]

山崎和樹 『草木染ハンドブック ウール染めの植物図鑑』 文一総合出版 2015 年 [文献 5]

## 6 1. 茨城県立水戸第二高等学校



↑ SDGs の 6 番、12 番、14 番

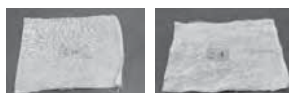
【図 1】



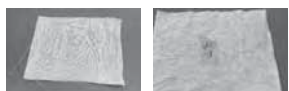
↑ ミョウバン 2g の時、紫外線を当てる前(0 時間)と当てる後(75 時間)のカラーチャートで調べた色の割合 【図 2】



↑ ミョウバン 7g の時、紫外線を当てる前(0 時間)と当てる後(75 時間)のカラーチャートで調べた色の割合 【図 3】

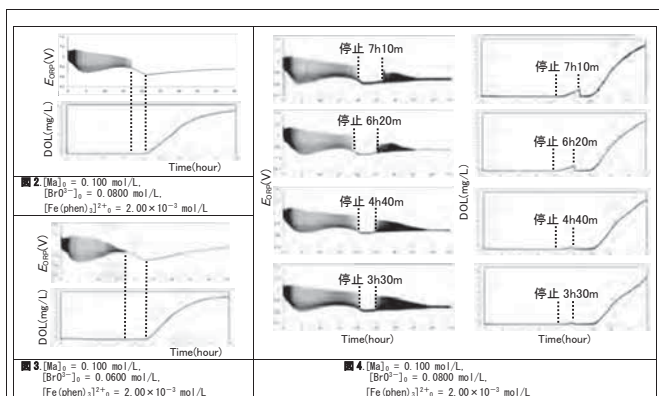


↑ 1 回染め・ミョウバン 2g・紫外線を当てる前(左)と後(右) [写真 1]



↑ 5 回染め・ミョウバン 7g・紫外線を当てる前(左)と後(右) [写真 2]

## 6 2. 茨城県立水戸第二高等学校



## 【今後の展望/Future study plan】

振動の復活・停止は溶液の初濃度と DO の存在に大きく依存している。あらゆる反応のパターンと DOL 増減との関係性についてより多くの情報を得、BZ 反応の停止と復活についての新たな知見を得たい。

## 【参考文献/References】

- 1) 三池秀敏, 森義仁, 山口智彦: 非平衡系の科学Ⅲ 反応・拡散系のダイナミクス, 講談社(1997)
- 2) 遠藤美貴, 栗橋愛: 平成 20 年度スーパーサイエンスハイスクール SCS 課題研究論文集, 茨城県立水戸第二高等学校, (2008), 30-34.
- 3) 小沼隆, 大久保純夏, 横川真衣: 平成 22 年度スーパーサイエンスハイスクール SCS 課題研究論文集, 茨城県立水戸第二高等学校, (2010), 7-14.
- 4) H. Onuma, A. Okubo, M. Yokokawa, M. Endo, A. Kurihashi, H. Sawahata: J. Phys. Chem. A, **115** (49) (2011), 14137-14142.
- 5) 漆愛実, 畠木唯: 平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール SS 課題研究論文集, 茨城県立水戸第二高等学校, (2016), 34-40.
- 6) 漆愛実, 畠木唯: 平成 8 回 坊ちゃん科学賞 作品集, 東京理科大学, (2016), 6-8.
- 7) 今橋萌花, 小山萌雅, 佐嶋智子, 藤田茉莉美: 平成 29 年度スーパーサイエンスハイスクール SS 課題研究論文集, 茨城県立水戸第二高等学校, (2017), 33-38.
- 8) 岩田樹, 岡崎晴香, 鈴木萌美: 平成 30 年度スーパーサイエンスハイスクール SS 課題研究論文集, 茨城県立水戸第二高等学校, (2018), 39-44.
- 9) 宮本果弥, 吉井万里奈: 第 43 回全国高等学校総合文化祭 2019 さが総文 自然科学部部門論文集, 第 43 回全国高等学校総合文化祭佐賀実行委員会事務局, (2019), 96-97.

## 6 2. 茨城県立水戸第二高等学校

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

## 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】茨城県立水戸第二高等学校  
【代表者名/Representative's Name】篠崎 美沙  
【メンバー/Member】田宮 楓

## 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】富澤 英士

## 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】BZ 反応の停止・復活における溶存酸素濃度変化

【背景/Background】  
Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応は、周期的に酸化と還元を繰り返す振動反応である。この反応に必要な試薬は、金属触媒/酸化剤/還元剤/酸 の 4 種類であり<sup>1)</sup>、本研究においては金属触媒にフェロイン [Fe(phen)]<sub>3</sub><sup>2+</sup>、酸化剤に臭素酸ナトリウム NaBrO<sub>3</sub>、還元剤にマロン酸 CH<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub>、酸に硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を用いた。ある条件下の反応溶液中においては、フェロイン(赤色)/フェリイン(青色)の非平衡振動状態に至り、酸化還元電位(E<sub>ORP</sub>)の周期的変動を捉えることができる。フェロインが高濃度となる時、溶液は赤色を呈し低電位状態となる。一方、フェリインが高濃度状態に達すると、溶液は青色を呈し高電位状態となる。本校では、平成 20 年度より研究を継続している。平成 22 平成には BZ 反応が停止し復活する現象を発見<sup>2)~4)</sup>し、平成 28 年度以降の研究では、溶液表面へのサラダ油被覆<sup>5)~7)</sup>や、窒素気流下における実験<sup>8)</sup>により、振動の停止に溶存酸素(DO)が関わっていることが明らかとなった。

【目的/Purpose of the research】  
BZ 反応に関する先行研究は数多いが、振動反応の停止と復活およびその原因に言及する研究は数少ない。本研究では、E<sub>ORP</sub>と溶存酸素濃度(DOL)の同反応槽での測定により、BZ 反応と DO の関係を直接的に探り、DO が反応系に与える影響と停止・復活との関係を探ることを目的とした。

【研究計画/Research plan】  
25℃設定の水浴中に 200mL トールビーカー(反応槽)を設置し、反応物であるマロン酸、臭素酸ナトリウム、硫酸(0.800 mol/L 固定)を反応槽に入れ、最後にフェロインを投入し反応を開始した。各溶液の濃度は任意とし、溶液の全量は 200.0mL とした。E<sub>ORP</sub>は防水白金複合形 ORP 電極(HORIBA 社、9300-10D)、DOL は溶存酸素電極(HORIBA 社、9520-10D)を用い、暗室にて 48 時間の継続測定を行った。E<sub>ORP</sub>は、A/D コンバータ(PICO テクノロジー社、ADC-42)によりデジタル信号へ変換し、DOL は、ポータブル型 pH・ORP・溶存酸素メーター(HORIBA 社、D75)によりそれぞれ記録用パソコンに記録した(図 1)。反応槽内の攪拌は、マグネティックスターラー(アズワン社、MS-101A)により 250rpm を保った。1 月現在、延べ 69 回の実験を実施した。

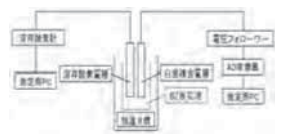


図 1. 反応槽と測定機器の模式図

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
各実験において、振動反応中の DOL は 0 mg/L もしくはそれに極めて近い値をとっていたが、DOL が上昇し始める時期は、必ずしも振動の停止(図 2)もしくは収束(図 3)の時期とは重ならないことが明らかとなった。振動の停止と復活が起きる際には、停止後に一旦 DOL が徐々に上昇した後、振動の復活と共に DOL は急激な減少に転じることが明らかとなった。また、停止から復活までの時間が長いほど DOL の大きな上昇と急激な降下が顕著になることが明らかとなった(図 4)。  
これらの結果から、振動反応の開始直後から DOL が 0 mg/L に近い値となったのは、中間生成物であるマロン酸ラジカルが DO を消費し続けたためと考える。振動の停止中は DOL 上昇が観測された。これは停止時にマロン酸ラジカルの生成が止まり、DO 消費が抑制されたためと考える。また、復活とともに DOL の急激な降下が観測された。これは復活により再びマロン酸ラジカルを生成し始め、即座に DO を消費し始めたものとする。

## 6 3. 茨城県立水戸第二高等学校

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

## 参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】茨城県立水戸第二高等学校  
【代表者名/Representative's Name】住谷 ポオラ  
【メンバー/Member】根本 志保

## 指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】高木 薫

## 発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】COD を効果的に下げる条件を探る

【背景/Background】  
千波湖の富栄養化によるアオコの発生  
→ 先行研究「曝気することに効果がある。泥からの溶出が示された。」  
・ COD (Chemical Oxygen Demand) 化学的酸素要求量  
有機物を、酸化剤を用いて一定の条件の下で酸化されるときに消費される酸化剤の量を酸素の量に換算したものが、COD の数値が大きい場合は、水中に存在する有機物の量が多いことを意味し、有機物による水質汚濁の程度が大きいことが分かる。

【目的/Purpose of the research】  
千波湖の水質汚濁改善のため、生物が有機物を分解する働きを利用して COD の値を効果的に小さくすること。  
泥中の微生物による有機物の分解、雑食性であるタニシによる有機物の摂食に期待し実験を行う。

【研究計画/Research plan】  
千波湖の水を採水し、実験の前夜で COD を測定する。

(COD 測定方法)

- ① 検水 100ml に稀硫酸 10ml を添加後、硝酸銀 1g 弱を十分に混合させる。
- ② 5mmol/L 過マンガン酸カリウム溶液 10ml を加え、5 分間沸騰させる。
- ③ 12.5mmol/L シュウ酸ナトリウム溶液を 10ml 加え、よく混ぜる。
- ④ 5mmol/L 過マンガン酸カリウム溶液を加えながら徐々に紅色になるまで滴定を行う。
- ⑤ COD の値を求める。(a-b) × 1/4 × 1000 / V × 2

f: 5mmol/L 過マンガン酸カリウム溶液のファクター、V: 検水量、a: 検水での滴定量、b: ブランクでの滴定量

実験(1) 泥量に対する COD 値の変化

千波湖の水 100ml に泥(50-400g)を入れ、エアープンプで 5 日間曝気する。

実験(2) タニシの個体数に対する COD 値の変化

千波湖の水 100ml にタニシ(1-10 匹)を入れ、エアープンプで 5 日間曝気する。



6 3. 茨城県立水戸第二高等学校

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
実験(1)より、泥は量が多くなると COD の値は小さくなり、250～300g で最も低くなった。350g、400g では COD の値が再び大きくなった。(図 1)  
実験(2)より、タニシは、数の違いによる COD の低下量に規則性がなかった。(図 2)

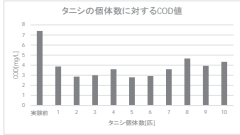
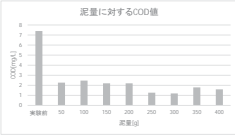


図 1 図 2

泥の量が、350g、400g の時に COD の値が高くなったのは、泥中の微生物による有機物の分解量よりも有機物の溶出量が多かったためではないか。  
タニシの実験では、実験期間が短く、明確な結果が出なかったのではないか。

【今後の展望／Future study plan】  
・泥を用いる実験では同じ傾向になるか確かめるため、再度実験する。  
・タニシを用いる実験では、前回と同じく 1～10 匹で、実験期間を延長して行う。

【参考文献／References】  
廣瀬長孝「霞ヶ浦導水事業における千波湖の水質改善について」<https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr-content/content/000704866.pdf>（2021 年 5 月 31 日）  
中野伸一・田中拓弥「アオコってなに？・ラン藻の大発生についてもっと知るために- 2012 年 2 月 14 日」<http://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/gaiyou/pdf/aokobook120213.pdf>（2021 年 5 月 31 日）  
浦野紘平 浦野真弥『地球環境問題がよく分かる本』オーム社 平成 29 年

6 5. 茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。  
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information  
【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校  
【代表者名／Representative's Name】倉持 怜奈  
【メンバー／Member】木村 綾花 佐伯 歩美

指導教員／Supervising Teacher  
【お名前／Name】菅原 加津司

発表内容／Abstract of the Presentation  
【タイトル／Title】カメレオンエマルジョンの研究  
【背景／Background】  
カメレオンエマルジョンについての論文を読み、試薬を変えてみても作れるのかどうか気になり実験を行ったときに、量が多いと色が速く変わっていることに気付く、その理由に接触面積が関係しており、接触面積が大きいと速く変わると考え、そのことを確かめようとの実験をした。  
【目的／Purpose of the research】  
接触面積を大きくしたとき、または量を多くしたときの色が発色してから元に戻るまでの時間がどのように変わるかを調べ、接触面積と消滅時間、量と消滅時間の関係について調べるため。  
【研究計画／Research plan】  
ローダミン B0.01g、蒸留水 30ml、ベンゼン 30ml、硫酸アンモニウム 16g を基本（60ml）として、量を 1/4、1/6 に変えてエマルジョンを作る。それらの消滅時間を計り、その結果を比べる。  
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】

量と容器の大きさ	色が元に戻る速さ
A 60ml	15.42 秒
B 1/4 (30ml 試験管)	33.75 秒
C 1/4 (100ml 試験管)	44.65 秒
D 1/6 (30ml 試験管)	22.96 秒
E 1/6 (10ml メスシリンダー)	10.20 秒

  
【今後の展望／Future study plan】  
実験結果に関係性が見られなかったため、対照実験になっていなかったのではないかと、また、その原因として試験管内の空気量の違いが関係していたのではないかと考えた。  
今後は条件を見直して対照実験を成立させ、濃度と接触面積と消滅時間の関係について調べなおす。  
【参考文献／References】日本化学会 『教師と学生のための化学実験』東京化学同人 1983 年  
confit “カメレオンエマルジョンの謎” SCIENCE CASTLE 2018  
<https://confit.atlas.jp/guide/event/sciencecastle2018/subject/C000099/detail?lang=ja> (2021 10/26) 日本化粧品工業連合会 “化粧品の基礎知識” JCI<https://www.jcia.org/user/public/knowledge/explain/surfactant> (2021 11/13) 日本化学会近畿支部、石川県理科教育研究協議会 「第 3 回石川県地区中学校生徒化学研究発表会」<http://www.jaist.ac.jp/~tujimoto/ICE-HP/happyou/003-all.PDF>

6 4. 茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。  
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information  
【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校  
【代表者名／Representative's Name】川村 優菜  
【メンバー／Member】

指導教員／Supervising Teacher  
【お名前／Name】梶山 昌弘

発表内容／Abstract of the Presentation  
【タイトル／Title】昆虫はおいしいか？～アミノ酸定量法～  
【背景／Background】  
インターネットの記事を見て次世代の食材と言われている昆虫食に興味を持ち、そのおいしさは現在一般に食べられているものと比べてどれほどのものか調べたいと思った。  
【目的／Purpose of the research】  
昆虫のおいしさを明らかにする  
【研究計画／Research plan】  
(1) ホルモール滴定法①とうま味調味料②を用いて検量線の作成 (2) 滴定値の安定性の調査  
(3) 昆虫のアミノ酸量の測定  
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
(1) 検量線の作成 ①アミノ酸量とモル濃度の検量線 (2) 安定性の調査  
短期的に見れば安定するが  
長期的に見ると減少傾向にある  
(3) 昆虫の滴定②虫に含まれるアミノ酸量  


	ダンゴムシ	カイコ	豚肉 (参考)
モル濃度 (mol/L)	0.03737	0.1922	
アミノ酸量 (g)	0.6963	3.999	
100gあたり (g)	34.14	38.47	22.7

  
【今後の展望／Future study plan】  
・昆虫のアミノ酸量の測定 ・調理法別のアミノ酸の流失量の調査

6 6. 茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。  
物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information  
【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校  
【代表者名／Representative's Name】草刈 美里  
【メンバー／Member】小森 莉緒

指導教員／Supervising Teacher  
【お名前／Name】浦川 順一

発表内容／Abstract of the Presentation  
【タイトル／Title】アセチルサリチル酸の合成の収率  
【背景／Background】  
薬学に興味があり、化学の教科書に記載されている解熱鎮痛作用のあるアセチルサリチル酸を知った。教科書の実験方法では収率が良くないことを知り、教科書の実験方法で収率を上げることを目標に研究を行うことにした。  
【目的／Purpose of the research】  
教科書の実験方法でアセチルサリチル酸の収率を上げる。  
【研究計画／Research plan】  
① アセチルサリチル酸の合成の実験 ②①の生成物の呈色反応及び吸光度測定 ③対照実験  
④③の生成物の呈色反応及び吸光度測定  
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】  
①平均収量 1.898 g。理論収量である 2.6 g を下回った（サリチル酸がすべて反応せず析出してしまった）。  
②実験 1 の生成物にはサリチル酸が含まれていた。  
③④冷却時間を増やすと収量が増えた（溶解度が関係している）。冷却時間を増やすほどサリチル酸が多く含まれる（加水分解が起こった）。無水酢酸を増やすと収率が下がる（触媒の不足）。  
() は予測。  
【今後の展望／Future study plan】  
冷却時間の相関性が見られなかった理由を追及する。  
他にも氷水の温度をさげるなどの条件を変えて実験を行う。  
【参考文献／References】  
【図書】  
『九訂版 スクエア最新図説化学』第一学習社(2021) 『改訂化学』東京書籍株式会社 (2021)  
【インターネット】  
『アセチルサリチル酸の収率の求め方』 <http://edu.isc.chubu.ac.jp>  
『化学実験「アスピリンの合成」に関する考察』 <https://rose-ibarai.repo.nii.ac.jp>



6 7．茨城県立水戸第二高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校

【代表者名／Representative's Name】富永菜々子

【メンバー／Member】伊藤陽南

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】菅原加津司

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】お茶の可能性～天然の界面活性剤～

【背景／Background】

私たちは、茶道部の活動の中で抹茶が泡立つ様子を見て不思議に思った。調べると、抹茶の泡立ちはお茶に含まれるサポニンという成分が関係していることがわかった。サポニンは泡立ちと抗菌作用を持つことから、天然の界面活性剤とも呼ばれている。(1),(3)

サポニンの構造式には親水性の部分と疎水性の部分があり、その特徴が界面活性作用をもたらす。そのため、お茶の泡立ちをせっけんにも活用出来るのではないかと考えた。

【目的／Purpose of the research】

上記のサポニンの特性を利用し、泡立ちがよく、抗菌作用が高いお茶せっけんを作成する。  
お茶の種類による泡立ち・抗菌作用の違いを調べる。

【研究計画／Research plan】

ノーマル、緑茶、抹茶、紅茶、麦茶の5種類のせっけんを作成し(2)、泡の高さと泡の体積を測定した。

○泡の体積の測定方法  
時間が経つと泡が液体になることを利用した。  
28mlの水と2.0gのせっけんを泡立て、その泡を取り除いて残った液体を測定した。  
「水28ml-残った液体」で泡の体積を求めた。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

実験の結果、緑茶せっけんは泡の高さ・体積ともに値が高かった。  
抹茶せっけんは密度の高いきめ細やかな泡を作る。  
せっけんには緑茶か抹茶を使うとよい。

【今後の展望／Future study plan】

水や温度などの条件を変えて今回と同じ実験をする。また、布を使った汚れの落ち具合の実験、寒天培地を使った抗菌作用の実験、お茶を入れたことによる酸化価の変化を調べる実験を行いたい。

【参考文献／References】

1) 桑原秀樹：お抹茶のすべて、誠文堂新光社(2015)  
2) 「ハンドメイドと手作り情報サイト アトリエ」『お茶石けん』  
3) 「葉草・野草のページ」『サポニンはなぜ泡立つか?』

6 9．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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】菅原羽音

【メンバー／Member】菅原羽音、渡邊優奈、土井瑞稀、川村心菜、富松那心

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】大根の辛みと抗菌作用

【背景／Background】

大根おろしを食べた時に、辛味を感じる時と感じない時があることに疑問を感じた。

【目的／Purpose of the research】

大根に含まれる「アリルイソチオシアネート」という成分の性質を調べ、抗菌作用の活用の仕方を考察する。

【研究計画／Research plan】

① 大根の上部と下部を下ろして食べる。②上部と下部の細胞を観察する。  
③上部と下部の大根おろしを2～15分置いて食べ比べる。  
④上部と下部の大根おろしを水に浸して食べ比べる。  
⑤上部と下部の大根おろしを600wで加熱して食べ比べる。  
⑥大根を下ろした時に生じる水分の辛みを調べる。  
⑦寒天培地を用いて大根の抗菌作用を調べる。⑧食べ物と大根おろしを一緒に保存する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

① 下部の方が辛みを強く感じる。②上部と下部の細胞の大きさは異なる。  
③④⑤辛味が和らぐ。⑥水分にも辛味がある。⑦寒天培地が青く変色した。⑧食べ物にもカビが繁殖してしまった。

【今後の展望／Future study plan】

これらの実験で、大根おろしを用いた抗菌作用を実際に活用することができなかった。  
しかし、アリルイソチオシアネートや、大根おろしの性質を理解することができた。  
今までに引き続きこれから抗菌作用を活用する為に実験を重ねていきたい。

【参考文献／References】

2021/10/26 東京農大×経営コルティすくすくコルティーレ  
https://www.odakyu-sc.com/kyodo-corty/sukusuku/vol12.html

6 8．宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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】伊深裕斗

【メンバー／Member】及川南流 佐々木康哉 岬弥里

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】間 健

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】果物から発電

【背景／Background】

食糧廃棄率が世界中で増加と地球温暖化による気温上昇が深刻化する世の中で持続可能な社会を作るためにこの2つを紐づけて社会に役立つことができるのでは？

【目的／Purpose of the research】

廃棄される食べ物(今回は果物)からでも発電できることを明らかにし、発電できたのであれば、発電した電力の活用方法を模索する

【研究計画／Research plan】

1 週間ごとに計測、それを3行う。  
果物は個体、液体に分け、電極となる亜鉛版・銅板を3cm離す。液体には蒸留水50mlを加える。  
そうして電子オルゴールに繋げ、音量を測る。(単位はdb)

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

果物内のポリフェノールが酸化することで発電する。週をまたぐごとに個体は電力は上がる。液体については、種類によって増えたり減ったりする週がある。それは果物内の水分がなくなっていくからだと思われる。よって腐らせれば腐らせるほど電力は上がる、が液体にする場合、日が経つにつれ電力が減少する場合がある。微弱な電力で動く電子オルゴールを使用し、結果にばらつきが出るので発電された電力は非常に微弱であると思われる。ばらつきが出るのはポリフェノールの種類によって差が出るものと思われる。

【今後の展望／Future study plan】

果物のポリフェノールの種類に注目しどのポリフェノールの種類を使えば電力は高いのか、組み合わせで効果が高くなるのか低くなるのか実験するとともに、微弱な電力で何に活用できるのか、できないのであれば電力増幅器などを用いれば活用できるのか実験する。

【参考文献／References】

食品から医療まで,,ガス置換+αによる飲食品・生体のロングライフ化  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

酸化→腐化・老化(鉄・飲食品・皮膚や臓器) https://www.lungo.click/ox/

7 0．埼玉県立熊谷西高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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】大坂 隼

【メンバー／Member】島崎 紅朱 中澤 大翔 山本 快斗

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】酸化チタン(IV)を用いた二酸化炭素還元装置の定量化

【背景／Background】

環境問題の一つとして地球温暖化が挙げられる。地球温暖化の主な原因とされている大気中の温室効果ガスの増加には、化石燃料の燃焼による二酸化炭素の蓄積が大きく関係している。  
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、二酸化炭素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という。酸化チタン(IV)を用いた本研究も人工光合成の1つであり、どれほどの有機物が生産するのかが求めている。

【目的／Purpose of the research】

酸化チタン(IV)の光触媒反応を用いてCO<sub>2</sub>を還元し、多くの利用可能な有機物を生成することを目的とする。酸化チタン(IV)に紫外光照射し、どれだけのCO<sub>2</sub>を還元できるかを定量化した。

【研究計画／Research plan】

①実験装置を組み立てたところCu電極電位の低下(図3)が見られた。そこで(a)各電極の酸化膜が抵抗になっていると考えやすりがけを行った。また(b)空気中のO<sub>2</sub>が還元されることを防ぐために装置全体を窒素置換(実験装置をビニールで覆い、窒素を充填)し、Cu電極電位の向上を目指す。  
②銅電極側に使用していた電解液をH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>aqからNaClaqに変更して実験を行うことで、水溶液中に溶け込めなかったと考えられるCO<sub>2</sub>を溶解させ有機物に還元しているかをCODによって確認する。  
③①、②によって改善した実験装置で、(i)TiO<sub>2</sub>/Ti光電極からCu電極側に流れたe<sup>-</sup>量と(ii)光電極上に生成したホール数が等しくなるか確かめる(図6実験部)。(i)実験中の光電流値からファラデー定数を用いて流れた電子量を求めた。(ii)生成したホールの量と発生した酸素の量は比例関係にあるため、酸化チタン板電極が浸されている水酸化ナトリウム水溶液内の溶存酸素量を計測することによって確かめた。  
④(i)Cu電極側に流れてきたe<sup>-</sup>のうち、(ii)どれほどのe<sup>-</sup>がメタノールに還元されるのに使われたかの収率を計算する(図6実験部)。(i)③と同様にCu電極側に流れてきたe<sup>-</sup>量を実験中の電流値から求める。(ii)実験後のメタノールが含まれている銅電極側の塩化ナトリウム水溶液中に、過マンガン酸カリウム水溶液を滴下する酸化還元滴定を行うことでメタノールを還元する際に使用されたe<sup>-</sup>量を求める。(i),(ii)より(メタノールに還元する際に使用されたe<sup>-</sup>量)/(Cu電極側に流れてきたe<sup>-</sup>量)×100を計算し、装置の効率を求める。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

①光照射時のCu電極における電圧値は、改善前の-277mVと比較すると(a)で-47mV、(b)で-240mVの、計-287mVもの電圧値を改善できた。(図4)  
②CODの結果より、8mgの有機物の還元が確認された。よって、③、④においてはCu電極側の電解液をNaClaqにして実験を行う。  
③ 図5から溶存酸素量が収束し始めているが、これは酸素の飽和を意味する。そのため値が直線的に上昇している0分～20分の溶存酸素増加量から酸素が飽和しないものと仮定したときの直線のグラフから、この実験における酸素とホールの反応比から求めた、酸化チタン板上に生成したホールの数は6.74×10<sup>18</sup>個…(a)であった。またこの実験中の電流値から求めた、Cu電極側へ流れていったe<sup>-</sup>量は3.89×10<sup>18</sup>個…(β)であった。この(a)と(β)の値は10<sup>1</sup>の指数が一致したことからほぼ等しいと判断した。しかし、(β)は(a)よりもわずかに低くなっている。これはe<sup>-</sup>がCu電極へ到達する間に排除しきれなかったO<sub>2</sub>との反応に使われたと思われる。

④①、②の実験装置の改善を行った後の状態で、酸化チタン板に紫外線を照射する実験を行った。Cu 電極側へ流れてきた  $e^-$  量は実験中の電流値から、 $3.89 \times 10^{18}$  個であった。メタノールへの還元に使われた  $e^-$  量は、酸化還元滴定の結果とその際の酸化還元反応式から  $3.28 \times 10^{17}$  個であった。よって  $(3.28 \times 10^{17}) / (3.89 \times 10^{18}) \times 100 = 8.34$  以上から  $CO_2$  をメタノールへ還元する際の収率は 8.34% であった。

【今後の展望/Future study plan】

- ・Ti 板における、 $TiO_2$  部分の厚みを変えることによって、最も多くの高エネルギーを持った  $e^-$  を取り出すことを検討する。
- ・今回収率は 8.43% であると求まったが、残りの 91.57% は銅電極側の NaCl 水溶液中の  $H^+$  が受け取ってしまっていると考察した。この考察が正しいとすれば、実験開始前と後で溶液に含まれる水素イオンの量が変化する。この変化を pH の測定により追跡し、水素イオンが受け取った  $e^-$  量を求め、その分が残りの 91.57% 分に一致するか調べる。

【参考文献/References】

- ・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、p. 3~233
- 久富隆史、久保田純、堂一、エネルギー変換型光触媒、共立出版、2017 年、p. 15~40



図 1. 実験装置

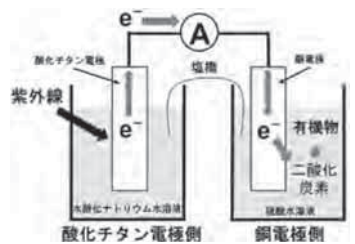


図 2. 実験装置模式図

アノード  カソード	TiO <sub>2</sub> /Ti 光電極(mV)		Cu 電極(mV)	
	暗時	光照射時	暗時	光照射時
NaOH  H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-173	-716	-99	-277

図 3. 装置改良前の測定値

	アノード  カソード	TiO <sub>2</sub> /Ti 光電極(mV)		Cu 電極(mV)	
		暗時	光照射時	暗時	光照射時
①	NaOH  H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17	-672	-24.6	-324
②	NaOH  H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21	-661	-23.3	-564

図 4. 装置改良後の測定値

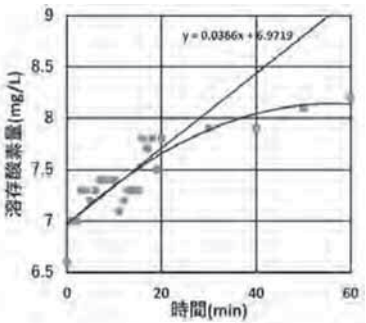


図 5. 溶存酸量

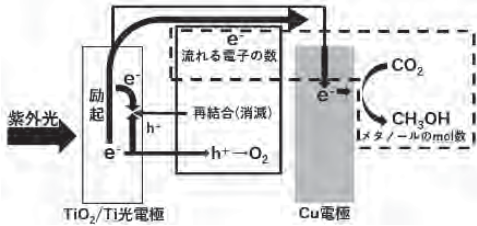


図 6. TiO<sub>2</sub>/Ti で励起された  $e^-$  による  $CO_2$  の還元

**分野 / Areas** □てはまる分野に○をして下さい。

物理・Physics (化学・Chemistry) 医学・生物・Medical Science・Biology 地学・Earth Science 数学・情報・コンピュータ・Mathematics・Information・Computer その他・Others( )

**□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】渡辺 悠里

【メンバー / Member】渡辺 悠里 木村 祐祐 佐野 心咲 樋口 稜岳

**指導口員 / Supervising Teacher**

【お名前 / Name】柿沼 孝司

**□表口答 / Abstract of the Presentation**

【タイトル / Title】硫化亜鉛ナノ粒子の発光特性

【背景 / Background】

赤や青など様々な発光色を表現する LED にてはレアメタルが使われている。しかし、レアメタルには埋蔵量に限りがある点や日本で使用している多くは海外の輸入に頼っているなどの問題がある。そこで、私達は硫化亜鉛ナノ粒子化させ量子サイズ効果を利用することで、レアメタルを用いずに同一物質から多色発光を示したいと考えた。また、発光材料の発光スペクトルは、LED のような電荷注入でも、紫外線などの光励起でも基本的には同様となることを利用し、紫外線励起を用いて ZnS ナノ粒子を発光させ発光スペクトルを測定した。

先行研究 (過去 4 年間の先輩達の研究にて) では、逆ミセル法を用いて  $Cu^{2+}$  をドープした ZnS ナノ粒子を生成した。生成の際に ZnS ナノ粒子ができる前に硫化銅(II)ができってしまう問題があったため、キレート剤を用いて硫化銅(II)の形成を抑制した。そして界面活性剤量の増加に伴い、ZnS ナノ粒子における  $S^{2-}$  空位からの発光ピークが短波長側へ移動すること (図 1) を確認した。これは、界面活性剤量の増加に伴い逆ミセル径がナノサイズまで収縮し、その中で生成された ZnS 結晶がナノ粒子となり、量子サイズ効果が発現した結果である。

【目的 / Purpose of the research】

まずキレート剤の有効性を検討する。また、 $S^{2-}$  空位がある  $Cu^{2+}$  をドープした ZnS ナノ粒子では、ZnS 伝導帯の下に  $S^{2-}$  空位の準位が、ZnS 価電子帯の上に  $Cu^{2+}$  の準位があるバンド構造 (図 2) となっている。ZnS ナノ粒子に 280nm の紫外光を当てると、電子は光エネルギーを受け取り ZnS 伝導帯に励起され、 $S^{2-}$  空位の準位に受け入れられる。そこから遷移し再び基底状態にもどると 417nm 付近の光エネルギーを、 $Cu^{2+}$  の準位に遷移すると 465nm 付近の光エネルギーを放つことがわかっていく。そこで、 $Zn^{2+}$  の量に対する  $S^{2-}$  の量と  $Cu^{2+}$  の量を変えることで、 $S^{2-}$  空位の準位から ZnS 価電子帯への発光強度、 $S^{2-}$  空位の準位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光強度を変化させ、多色発光の実現を目指す。

【□究習口 / Research plan】

逆ミセル法にて ZnS ナノ粒子を生成した (図 3)。全実験において  $[Zn^{2+}]$  を固定して行った。

1. キレート剤が硫化銅(II)の形成を防ぐことはわかっていて、しかし、ZnS ナノ粒子中への  $Cu^{2+}$  取り込みにおけるキレート剤の有効性は確認していなかったため、発光スペクトルを分析し  $S^{2-}$  空位の準位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光を確認することで、その有効性を確認する。キレート剤が ZnS ナノ粒子中に  $Cu^{2+}$  を取り込まれるかどうかはキレート剤の  $Zn^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$  との安定定数数の差の大小が関係しているのではないかと考えた。そこで、キレート剤に安定定数数の差が大きい①サリチル酸 Na、安定定数数の差が小さい②酒石酸 KNa、③キレート剤なしの条件で ZnS ナノ粒子を生成した。

2. 発光中心である  $S^{2-}$  空位の準位は使用する  $S^{2-}$  量によって調節できるのではないかと考え、 $[Zn^{2+}]$  に対する  $[S^{2-}]$  の比を分りやすくするために  $x = [Zn^{2+}] / [S^{2-}]$  とし、 $x = 0.5$ 、1、2、4 の条件で ZnS ナノ粒子を生成した (キレート剤なしの条件で行った)。

3.  $Zn^{2+}$  に対して  $Cu^{2+}$  の量を多くしていくことで、ZnS ナノ粒子中にドープされる  $Cu^{2+}$  の量を増やし、 $S^{2-}$  空位の準位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光強度を増加させたいと考えた。 $[Zn^{2+}]$  に対する  $[Cu^{2+}]$  の比を分りやすくするために  $y = [Cu^{2+}] / [Zn^{2+}]$  とし、 $y = 0$ 、 $3.3 \times 10^{-3}$ 、 $6.7 \times 10^{-3}$ 、 $1.0 \times 10^{-2}$ 、 $3.3 \times 10^{-2}$  の条件で ZnS ナノ粒子を生成した。

1.2.3 で生成した ZnS ナノ粒子は分光蛍光光度計を用いて発光スペクトルを測定した。さらに、1.3 ではガウス関数を用いて測定した発光スペクトルを分析し、 $S^{2-}$  空位から価電子帯への発光、 $S^{2-}$  空位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光を確認した (図 4)。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

1. ③では溶解度積の差 (図 5) から硫化銅(II)ができしまったため ZnS ナノ粒子の発光が見られなかった。①、②ともに  $S^{2-}$  空位の準位から ZnS 価電子帯への発光 (417nm 中心) が見られ、②のときのみ  $S^{2-}$  空位の準位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光 (465nm 中心) を確認できた (図 6)。このことから、①②は ZnS ナノ粒子ができ、安定定数数の差 (図 7) が小さい②だと  $Cu^{2+}$  と  $Zn^{2+}$  が離れるタイミングが合い、ZnS ナノ粒子中に  $Cu^{2+}$  を取り込めたことがわかる。

2.  $x = 0.5$ 、1 では、ほとんど 417nm 付近の発光が見られず、 $x = 2$ 、4 では、417nm の付近の発光が見られ、 $x = 4$  のとき最も発光強度が大きかった (図 8)。これは  $x = 0.5$ 、1 のとき  $S^{2-}$  が十分にあり、 $S^{2-}$  空位が生成されず、 $x = 2$ 、4 のとき、 $S^{2-}$  が不足し、 $S^{2-}$  空位が生成され、 $x = 4$  のとき最も  $S^{2-}$  空位が生成されたためだと考える。

3.  $y = 0$  では  $S^{2-}$  空位の準位から ZnS 価電子帯への発光のみが見られた。 $Cu^{2+}$  の濃度が上がるに連れて  $S^{2-}$  空位の準位から価電子帯への発光は減少し、 $S^{2-}$  空位から  $Cu^{2+}$  の準位への発光は  $y = 6.7 \times 10^{-3}$  までは増加したが、それ以降は減少した (図 9、10)。これは、ZnS ナノ粒子内に  $Cu^{2+}$  がドープされ続け、 $Zn^{2+}$  が置換され  $Cu^{2+}$  の割合が増え、 $Zn^{2+}$  と  $Cu^{2+}$  のイオン半径の違いから、ZnS ナノ粒子の結晶の歪みが大きくなった。この歪みに励起電子が捕捉され熱失活し、発光しなくなったと考える。

上記の結果と、先行研究での発光の短波長化により、レアメタルを用いずに多色発光を実現した。

【今後の展望/Future study plan】

デンプン分子であるアミロースのらせん構造内に閉じ込めて ZnS を作成し、ミクロの部分とマクロの部分の混在することで発光にどのような影響を与えるか確認する。また、ヨウ素デンプン反応において、デンプン分子のらせん構造の長さにより呈色する色が異なる。このことから、アミロースの代わりにグリコーゲンやアミロペクチンを用いることで発光に影響があるか確認する。ZnS ナノ粒子を生成し、時間経過に合わせ発光スペクトルを測定する。その後、各発光を分析することで、結晶成長に応じた準位の形成タイミングの確認をすることを考えている。

【□考文口 / References】

[1] 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)

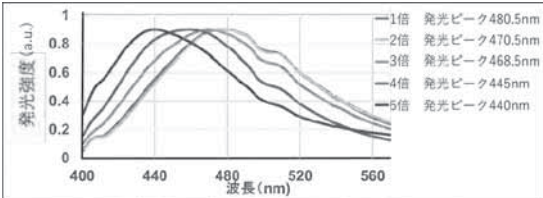


図 1. 界面活性剤量を 1-5 倍まで増加させたときのそれぞれの発光スペクトル ZnS 伝導帯

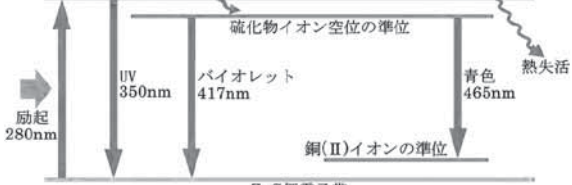


図 2. Cu(II) イオンを含む硫化亜鉛ナノ粒子の発光バンド

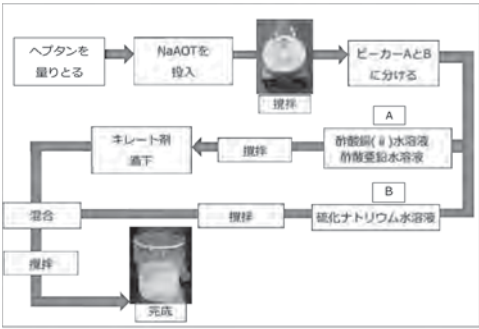


図3.硫化亜鉛の作成チャート

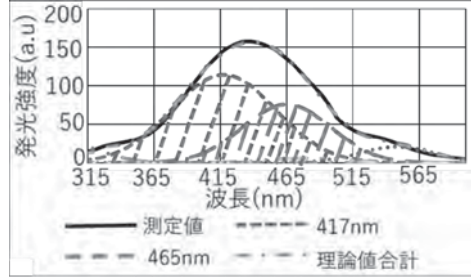


図4.銅(Ⅱ)イオンを含む硫化亜鉛ナノ粒子の発光スペクトルをガウス関数で近似した例

	溶解度積
硫化銅(Ⅱ)CuS	$1.27 \times 10^{-36}$
硫化亜鉛ZnS	$2.97 \times 10^{-24}$

図5.CuSとZnSの溶解度積

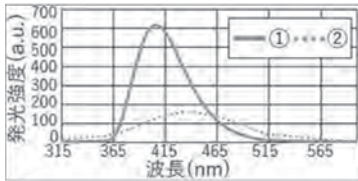


図6.サリチル酸Naと酢石酸KNaを用いた発光スペクトル

キレート剤	金属イオン	錯体(L)	安定度定数(log <sub>10</sub> K)
サリチル酸Na	Cu <sup>2+</sup>	CuL	10.6
C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>3</sub> =NaL	Zn <sup>2+</sup>	ZnL	6.9
酒石酸KNa	Cu <sup>2+</sup>	CuL	3.2
KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O=KNaL	Zn <sup>2+</sup>	ZnL	2.4

図7.サリチル酸Na、酒石酸KNaと各金属イオンの安定度定数

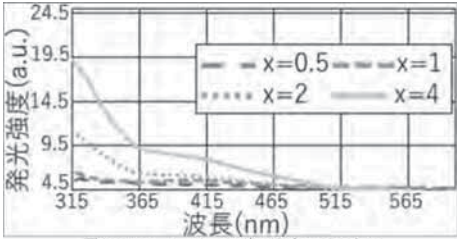


図8.x=0.5、1、2、4の時の発光スペクトル

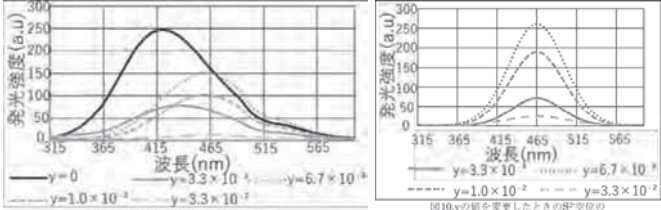


図9.yの値を変えた時の発光スペクトル

図10.yの値を変えたときの8°変位の単位からCu<sup>2+</sup>の単位への発光

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

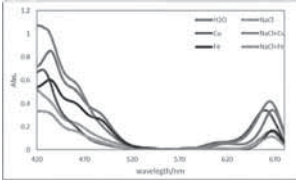
【学校名／School Name】	桜丘高等学校
【代表者名／Representative's Name】	細貝 亮太
【メンバー／Member】	

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】	金属塩が植物に与える影響
【背景／Background】	東日本大震災の津波の影響により作付けのできない農地が東北沿岸部に広がり、甚大な被害をもたらした。そこで先行研究では海水に含まれる塩に注目し、研究を行った。その結果海水中の NaCl は植物の葉緑体に影響を及ぼし、枯死や成長不良を引き起こすことがわかった。しかし、実際に津波などが起こった際には、流された建造物から溶出した金属塩なども植物に影響を与えるのではないかと考えた。
【目的／Purpose of the research】	塩害の起こりうる環境下で溶出する金属塩が植物に与える影響を調べる。
【研究計画／Research plan】	・0%～5%のNaCl水溶液に鉄と銅のチップを加え、1週間静置し、溶出した金属イオン量を測定した。 ・H <sub>2</sub> O、NaCl(3.4%)、CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(3.4%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(3.4%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)の計6つの系で顕微鏡観察実験を行った。 ・H <sub>2</sub> O、NaCl(3.4%)、CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(3.4%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(3.4%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)の計6つの系でUV-visスペクトル測定を行った。 ・H <sub>2</sub> O、NaCl(3.4%)、NaCl(3.4%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(3.4%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(3.4%)-Cu、NaCl(3.4%)-Feの計6つの系でUV-visスペクトル測定を行った。 ・H <sub>2</sub> O、NaCl(3.4%)、NaCl(1%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(0.75%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(0.5%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)、NaCl(0.25%)-CuCl <sub>2</sub> (0.0625mM)の計6つの系でUV-visスペクトル測定を行った。 ・H <sub>2</sub> O、NaCl(3.4%)、NaCl(1%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(0.75%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(0.5%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)、NaCl(0.25%)-FeCl <sub>3</sub> (0.009mM)の計6つの系でUV-visスペクトル測定を行った。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	鉄イオンを添加した系と銅イオンを添加した系の両方でNaClを添加した系と比較したところ、ブルーシフトが起こった。鉄の系と銅の系を比較すると銅の方が環境に与える影響は大きい。葉緑体中のポルフィリンのMg <sup>2+</sup> が脱離し金属イオンが配移した、または葉緑体中のタンパク質に金属イオンが配移したことが示唆される。



【今後の展望／Future study plan】

濃度を細かく振り、さらに長期的に実験を行う。また、陸生植物でも実験を行い、水生植物と比較する。

【参考文献／References】

桜丘高等学校令和2年度論文集 林久乃  
Yoshitaka Saga (2013) "Demetalation kinetics of the zinc chlorophyll derivative possessing two formyl groups: effects of formyl groups conjugated to the chlorin macrocycle on physicochemical properties of photosynthetic pigments" J. Porphyrins Phthalocyanines.

Yoshitaka Saga (2014) "Self-assembly of zinc chlorophyll derivatives possessing a pyrenyl group at the 17-propionate residue and effects of additional gamma-cyclodextrins on their optical properties" SUPRAMOLECULAR CHEMISTRY



7 3．三田国際学園高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】倉橋 春希

【メンバー／Member】

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】色素増感太陽電池高性能化のための色素材料の検討

【背景／Background】  
色素増感太陽電池(Dye-sensitized solar cell: DSSC)は次世代型太陽電池の一種で、容易かつ安価に作成することができると知られている。最先端の研究では高価なルテニウム錯体を増感材として使用しているが、本校の先行研究ではより安価なメルブロミンを用いた DSSC の製作を行っていた。しかしこの色素には水銀が含まれており、毒性を持つことから環境に悪影響を及ぼす可能性があった。

【目的／Purpose of the research】  
本研究では環境に全く影響を及ぼさないと考えられる、天然色素を用いた色素増感太陽電池の製作ならびに高性能化を目指した。そのためには色素濃度を大きくする必要があると考えられたため、使用する天然色素の高濃度化を目指した。

【研究計画／Research plan】  
天然色素には葉緑素に代表されるボルフィリン色素や果実の皮に含まれるアントシアニン色素、イカスミに含まれるメラニン色素などが挙げられるが、本研究ではカロテノイド色素<sup>[1]</sup>を使用する増感材の第一選択肢とした。カロテノイドを豊富に含むと考えられるニンジンをつりおろし、有機溶媒に 2 日間浸漬することで、カロテノイド類を抽出した。その後濾過し、吸光度を測定することで色素濃度を見積もった。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
抽出したカロテノイド色素は混合物のため、未だ正確な収量は算出できていないが、見た目ではニンジンの色に類似したものが得られたため、この手法によりニンジンから色素が抽出できることがわかった。

【今後の展望／Future study plan】  
得られたニンジン抽出物をロータリーエバポレーターで濃縮することによって、高濃度の色素を得る予定である。その後、この色素を用いて太陽電池を製作、性能評価を行い、最終的には本校の先行研究で用いられたメルブロミンに迫る性能を有した太陽電池を製作したいと考えている。

【参考文献／References】  
[1] A. Supriyanto, F. Nurosyid, A. H. Ahliha, *Iop Conf Ser Mater Sci Eng* 2018, 432, 012060.

7 4．三田国際学園中学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】三田国際学園中学校

【代表者名／Representative's Name】神田寛智

【メンバー／Member】神田寛智、今野太智

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】川口亮

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】植物色素を用いた古典写真術の応用

【背景／Background】  
カメラオブスキュラという、二重になった箱にレンズとスクリーンを取り付けた簡素なカメラがある。カメラオブスキュラはレンズの特性や光の性質を学ぶことができ、改良も容易なことから家庭での研究に適していると考えられる。このカメラを使用して写真を撮る方法の一つに、フィルム写真焼き増し用の感光紙を使用する方法がある。しかし、フィルムを改良する必要があるなど、家庭で研究することは難しい。身近な物で作成できる写真用フィルム制作方法も調査した範囲では発見されなかった。そこで、家庭にある物で写真フィルムを作成する方法を検討した。

【目的／Purpose of the research】  
anthotypeという写真焼き増し用の感光紙作成手法がある。植物から エタノールで抽出されたリコピン、βカロチン、クロロフィルなどの色素が光によって分解が促進される作用を利用し、感光剤とする方法である1-3)。本研究ではこの技法をカメラオブスキュラで撮影できる写真フィルムに応用するために、脱色前と後の色差などを改良した。最終的な目的は身近な物でフィルムを開発し、家庭でより深く研究できるような方法を開発することである。

【研究計画／Research plan】  
実際にanthotypeを使った感光紙を作成し、フィルムとして自作したカメラオブスキュラで感光させた。乾燥ササ葉を無水エタノールと共に乳鉢に入れ、乳棒ですりつぶし色素を抽出した。従来の方法ではこれを濾過しそのまま紙に塗布する。1) しかし、従来の方法で感光紙を作成すると色が薄く、(図1)感光前と感光後の色差が小さく像が判別しにくかった。そのため、感光前の色を濃くするために従来の方法と違い濾過せずに葉の粉末ごとエタノールを湯煎で加熱し、十分にエタノールを揮発させた。これを紙に塗布し冷暗所で乾燥させた。カメラで撮影する場合と条件を近づけるために直射日光に半分当て、24時間静置し、感光させた。同様に作成したフィルムをもちいてカメラオブスキュラで直射日光が当たらない室内で紙に印刷された円形の図形を撮影した。




図1 従来の方法で作成した感光紙。下半分をアルミホイルで覆い、24時間直射日光に当てた。

7 4．三田国際学園中学校

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
直射日光に当てたフィルムはよく脱色し、エタノールを揮発させたフィルムは元の色が濃くなったため色差が大きくなった。カメラにセットしたフィルムは濃い緑の粉上のもがまだらになってしまった(図3)。感光後は像が映らず全体が脱色するような形になった(図4)。すり潰す時間や乾燥させた日数、葉の厚さなどの違いからこのような結果になったと考えられる。

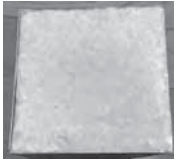




図2 右から順に揮発量を大きくした 図3 フィルム(感光前) 図4 フィルム(感光後)

【今後の展望／Future study plan】  
本研究で行った感光剤生成法では感光し変色するが、像を得ることは難しいことが判明した。ただ、エタノールを揮発させることにより感光前と感光後の色差が大きくなることがわかった。今後このフィルム作成法を使用して、カメラオブスキュラで写真を撮影することができるようさらに方法を工夫し研究を進めたい。家庭にある身近なもので作れるよう、今後ともより条件を揃えた上で様々な方法を試みる。

【参考文献／References】  
1)Bingham, Robert J. (1847) Photogenic manipulation, p62 p63 London : George Knight and Sons. <https://archive.org/details/photogenicmanipu00bing>  
2)瀬戸美恵・佐伯俊子・中西洋子・梶田武俊, 緑葉クロロフィルの分解に及ぼす光の影響, 調理科学, 1990, 23巻, 4号, p. 367-372. [https://www.istage.ist.go.jp/article/cookeryscience1968/23/4/23\\_367/article/-char/ja/](https://www.istage.ist.go.jp/article/cookeryscience1968/23/4/23_367/article/-char/ja/)  
3) 石谷孝祐・梅田圭司・木村進, 天然色素の分解に関する研究, 日本食品科学誌, 1976, 23巻, 10号, p480-485. [https://www.istage.ist.go.jp/article/nskkk1962/23/10/23\\_10\\_480/article/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/nskkk1962/23/10/23_10_480/article/-char/ja)

7 5．市立札幌開成中等教育学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】石川華

【メンバー／Member】石井梨良, 大西陽菜

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】メイラード反応の制御

【背景／Background】  
2013 年、私たち日本人の伝統的な食文化である和食がユネスコ世界文化遺産に登録された。(参考文献 1)和食における調理方法は数多く存在し「焼く」「煮る」「蒸す」といった伝統的な調理方法に加え、近年では油とともに食材を加熱する「炒める」という調理方法も一般化し、私たちの食卓を彩っている。(参考文献2)こういった調理方法は料理の味を左右する重要な要素である。しかし加熱調理時に発生するメイラード反応と呼ばれる化学反応には不明な点が多く、解明すべき課題も少なくない。メイラード反応とは糖とアミノ酸によって引き起こされる反応で、加熱による着色や香ばしきの主要因となっている。(参考文献3)例えば餅を焼くと、きつね色に色づき香ばしい匂いが漂う。これがメイラード反応だ。メイラード反応が料理の美味しさに大きく関わっていることは想像に難くないが、未解明な点が多いのである。そこで私たちは、メイラード反応を研究することで、料理に対する知識が深まり、科学的なアプローチから効果的な料理が可能になると考え、本研究を実施した。

【目的／Purpose of the research】  
メイラード反応とは、糖とアミノ酸が反応し茶色く変色する一連の反応を指し、加熱による着色と香気形成に大きく関わっている。(参考文献 3)本研究ではこのメイラード反応が促進もしくは抑制される状況及び操作を明らかにすることでメイラード反応の制御を試みる。また、メイラード反応の制御方法を明確に一般化することで、日常的な料理を効果的にし得る知見の獲得を目指す。

【研究計画／Research plan】  
実験①【反応しやすいアミノ酸や糖についての実験】  
塩基性、中性、酸性の5種類のアミノ酸と単糖類(還元糖)、二糖類、多糖類(ともに非還元糖)の5種類の糖で 25 通りの組み合わせを作って実験を行った。蒸発皿にアミノ酸(1mol)、糖(1g)、水(1ml)を加え 3 分間加熱した。褐変した速さを比較し、反応性を順序付けた。  
  
実験②【加熱方法による還元糖の発生量についての実験】  
分子量の異なる 2 種類の非還元糖を使用した。蒸発皿に糖 1g を加え、さらに水または油を加えたものと何も加えないものを約 3 分間加熱し、発生した還元糖の量を比較した。還元糖の量の比較にはフェーリング液を用いた。

## 7 5. 市立札幌開成中等教育学校

<p>【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>実験①「反応しやすいアミノ酸や糖についての実験」</p> <p>アミノ酸に関して、表 1 のように二糖類（スクロース）を除く糖では塩基性は酸性アミノ酸に比べると反応が速かった。しかし塩基性と中性アミノ酸の間には明確な差異は見られなかった。また、反応性はアミノ酸の分子の大きさが小さい方から高くなる傾向が見られた。反応の起こりやすさはアミノ酸のアミノ基の数に完全には依存しておらず、分子の大きさなどの要因からも影響を受けていた。糖に関して、単糖類の示す反応性が最も高かった。一方で使用した二糖類や多糖類などの非還元糖でも反応が起こり、分子量の少ない方が速く反応した。表 2 のように糖の反応しやすさの順序は固定されていた。</p> <p>実験②「加熱方法による還元糖の発生量についての実験」</p> <p>使用した二糖類（スクロース）と多糖類（食用でんぷん）の間では油による還元糖の発生量への影響が異なっていた。二糖類では何も加えない方が還元糖が多く発生したが、多糖類では油を加えた方が還元糖が多く発生した。一方で両者とも水を加えた場合、発生した還元糖は最も少なかった。</p> <p>【今後の展望/Future study plan】</p> <p>実験①より、メイラード反応は糖の還元性に依存しているということが分かった。つまり、糖の分解によって生じる還元糖の量を調節することができればメイラード反応を制御することにつながる。実験②では、料理における操作の違いによって還元糖の発生量がどのように変化するかをみた。今後は食品に含まれる酵素による還元糖発生量の調節などにより、これらを料理に活用することで調理中の還元糖の発生量を調節し、場面に応じて効果的にメイラード反応を利用できるような形にしていこう。</p> <p>【参考文献/References】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>農林水産省 (2014) 「『和食』を未来へ」. <a href="https://www.maff.go.jp/i/keikaku/syokubunka/culture/attach/pdf/index-75.pdf">https://www.maff.go.jp/i/keikaku/syokubunka/culture/attach/pdf/index-75.pdf</a></li> <li>農林水産省 (2013) 「和食:日本の伝統的な食文化」. <a href="https://www.maff.go.jp/i/keikaku/syokubunka/culture/attach/pdf/index-44.pdf">https://www.maff.go.jp/i/keikaku/syokubunka/culture/attach/pdf/index-44.pdf</a></li> <li>村田容寿 (2019) 「焼いたスイーツとメイラード反応」『化学と教育』67 (2), 90-91,</li> </ol>
---

	塩基性	一般性	
	グルコース	フルクトース	スクロース
1	アラニン	アラニン	アラニン
2	アスパラギン	アスパラギン	アスパラギン
3	グルタミン	グルタミン	グルタミン
4	アスパラギン酸	アスパラギン酸	アスパラギン酸
5	ロイシン	ロイシン	ロイシン

	還元糖	
	グルコース	フルクトース
1	アラニン	アラニン
2	アスパラギン	アスパラギン
3	グルタミン	グルタミン
4	アスパラギン酸	アスパラギン酸
5	ロイシン	ロイシン

図1. アミノ酸の反応性

図2. 糖の反応性

## 7 6. 市立札幌開成中等教育学校

<p>【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>(i) の作成方法をともにしていちごミルクとケチャップで作成した結果は(※6)のように実際に作成することができた。このことから、この方法を用いることでカルシウムを含む液体でも Ooho! を作成することができることが分かった。</p> <p>(ii) の実験においては全て失敗しゲルは生成されたが穴が開くなどして頼むことができなかった。</p> <p>(iii) の実験は(※7)のように成功し、つかみ上げることができた。これによって醤油、めんつゆの失敗の原因がアルコールにないことがわかった。</p> <p>【今後の展望/Future study plan】</p> <p>今後の展望としては、調味料を含む Ooho! を作成するため、まず高いアルコール濃度に Ooho! を対応させていく必要がある。そのため、アルコール濃度の守備範囲を広げるにあたり、アルコール濃度が高くてもゲル化するかどうかを調査していく。実験(iii)ではアルコール濃度がゲル化しない原因であると考えたが、本来、アルギン酸カルシウムの性質上、醤油やめんつゆのアルコール濃度ではゲル化は可能であったと考察した。追調査を行うと、pH 値もゲル化に関係する一つの要因であることが分かったため、次の実験としては調味料の pH 値に合わせてアルギン酸ナトリウム、乳酸カルシウムの濃度を変え、Ooho! がゲル化するかどうか、強度が変わっていくのかどうかについて調査を行う。最終的に調味料 Ooho! を作成し、個包装調味料を代用していくことが私たちの研究の目的である。</p> <p>【参考文献/References】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・(※A) Rahul Nair 「A guide to Frozen Reverse Spherification - Rahul Nair」 (<a href="http://www.rahnulnair.net/blog/2016/06/22/a-guide-to-frozen-reverse-spherification/">http://www.rahnulnair.net/blog/2016/06/22/a-guide-to-frozen-reverse-spherification/</a>) 2021 年 9 月 30 日参照</li> <li>・(※1) 大阪府環境局「大阪府環境局」 (<a href="https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000124/124604/6Shaihu-2.pdf">https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000124/124604/6Shaihu-2.pdf</a>) 2021 年 6 月 24 日参照</li> <li>・(※2) GREENPEACE「避けては通れない『プラスチックと温暖化』の話をしよう」 (<a href="https://www.greenpeace.org/japan/sustainable/story/2018/12/11/5527/">https://www.greenpeace.org/japan/sustainable/story/2018/12/11/5527/</a>) 2021 年 11 月 7 日参照</li> <li>・(※4) 株式会社キミカ「アルギン酸のご使用方法-キミカ」 (<a href="https://www.kimica.jp/alginate/usage/">https://www.kimica.jp/alginate/usage/</a>) 2021 年 11 月 7 日参照</li> <li>・(※5) Rahul Nair 「A guide to Frozen Reverse Spherification - Rahul Nair」 (<a href="http://www.rahnulnair.net/blog/2016/06/22/a-guide-to-frozen-reverse-spherification/">http://www.rahnulnair.net/blog/2016/06/22/a-guide-to-frozen-reverse-spherification/</a>) 2021 年 9 月 30 日参照</li> <li>・宮島千尋「アルギン酸類の概要と応用」 (<a href="https://www.jsstage.jst.go.jp/article/fiber/65/12/65_12_P_444/_pdf">https://www.jsstage.jst.go.jp/article/fiber/65/12/65_12_P_444/_pdf</a>) 2021 年 11 月 7 日参照</li> <li>・Hindawi <a href="https://www.hindawi.com/journals/1jps/2017/3902704/">https://www.hindawi.com/journals/1jps/2017/3902704/</a> 2021 年 12 月 21 日参照</li> <li>・ScienceDirect <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861716301345">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861716301345</a> 12 月 21 日参照</li> </ul>
--

## 7 6. 市立札幌開成中等教育学校

分野/ Areas □てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報/コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

### 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】藤懸美緒
【メンバー/Member】林暁奈子 三上悠斗

### 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】Ooho!による個包装調味料のプラスチックの代用

#### 【背景/Background】

プラスチックは生産する際に石油を使用し、廃棄する際に燃やされる。よって、CO2 を排出し、地球温暖化や気候変動の原因の 1 つと考えられている。また、プラスチックは海などに流されると漂流し続けるため、海の生物が命の危機に晒されているなど、様々な点で問題視されている。

(※1) は大阪市の 2019 年度と 2020 年度プラスチックごみの廃棄量を比較したグラフである。2 つの年を比較すると、プラスチックの廃棄量が 2%~6%増加している。また、他にも東京都 11 区、横浜市、京都市など様々な都市で同様の傾向がみられる。私たちは、コロナ禍で飲食物のディックアウトが増加したことが原因の 1 つであると考えた。ここで着目したのが個包装調味料のプラスチック包装である。この包装をプラスチック以外の物質で代用することができれば、プラスチック廃棄量を削減するだけでなく、SDGs の 7、12、14 (※2) の達成にもつながるのではないかと考えた。

#### 【目的/Purpose of the research】

Ooho! とは、Notpla というイギリスの会社によって開発されたもので、日本ではつかめる水とも呼ばれている。アルギン酸カルシウムのゲル化によってそれが膜となり、水を包む。使用する菓品のアルギン酸ナトリウムと乳酸カルシウムはどちらも自然由来であり、Ooho! は 4~6 週間で生分解するため、食べることができ、環境にも負荷をかけないことが特徴である。Notpla はマラソンの給水や、実際にケチャップの包装などに応用しているが、日本には普及していないのが現状である。そこで、日本の食文化に沿った調味料を水の代わりに使用した Ooho! を作成できれば、普及率も高まるのではないかと考えた。また、プラスチックの削減という最終的な目的の達成のために、(※3) のような流れで研究を進めていくことを考えた。

#### 【研究計画/Research plan】

(i) Ooho! を様々な成分に対応させる

様々な調味料の Ooho! を作成するためには、様々な成分に Ooho! を対応させる必要がある。Ooho! は主に(※4)のように、アルギン酸ナトリウム水溶液を乳酸カルシウム水溶液の中に入れることで、不溶性のアルギン酸カルシウムが架橋し生成される。しかしこの方法だと、カルシウムを含む物質にアルギン酸ナトリウムを溶解しようとする、先にアルギン酸カルシウムとなり反応してしまうため、Ooho! を作成することができない。よって、私たちは(※A)を参考に(※5)のような凍らせた乳酸カルシウム水溶液をアルギン酸ナトリウム水溶液の中に入れるという方法で調味料の Ooho! を作成することとした。この実験に使用するのは、いちごミルクとケチャップである。

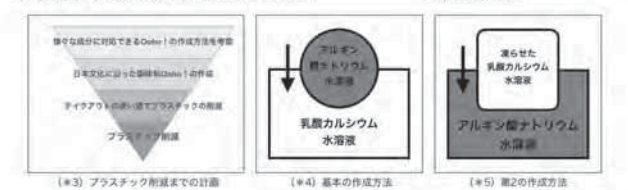
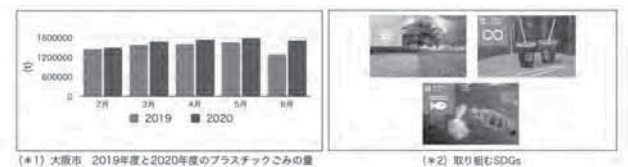
(ii) 5 種類の調味料で Ooho! を作成する。

ケチャップ、ドレッシング、マヨネーズ、醤油、めんつゆの 5 種類の調味料を使用し Ooho! を作成することとした。また、(i)より、独立変数を乳酸カルシウムの濃度に設定し 2%から 7%まで、1%ずつ変化させ、ケチャップ以外の調味料のデータ収集と、乳酸カルシウム濃度の関係について検証する。

(iii) アルコール濃度

(ii)より醤油とめんつゆは乳酸カルシウムの濃度を変えても、膜の強度が変化しなかったことから、特にアルコールに着目して実験を行うこととする。醤油とめんつゆのアルコール濃度を参考に、使用するエタノールの濃度を独立変数として、0.5%から 4.0%まで、0.5%ずつ変化させ、ゲル化しなかった原因がアルコールにあるのかどうかについて検証する。

## 7 6. 市立札幌開成中等教育学校

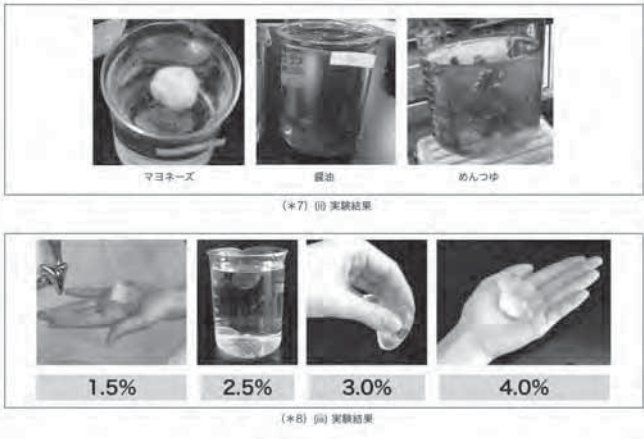


【※6】実験結果 上：いちごみるく  
下：ケチャップ



ケチャップ ドレッシング

7 6. 市立札幌開成中等教育学校



7 7. 市立札幌開成中等教育学校

ものよりも速くなっていることが分かる。一方、水酸化ナトリウムを混合させたものは、何も添加していないアスコルビン酸の酸化速度とあまり違いが見られない。また、硝酸銀を加えたものは、図 2 のように、混合した瞬間に白く濁り、光沢したものが検出されたため、酸化還元滴定を行えず、アスコルビン酸の濃度を図ることが出来なかった。

・考察

仮説の検証

銅イオンを添加した時の酸化速度が顕著であることから、アスコルビン酸の酸化速度と、添加する金属イオンの酸化還元電位には、関係がなかったと考えられる。このことから、アスコルビン酸の酸化速度に影響するのは、添加される金属イオンの酸化還元電位ではなく、それぞれの金属イオンの結合などではないかと考えられる。

・方法の検証

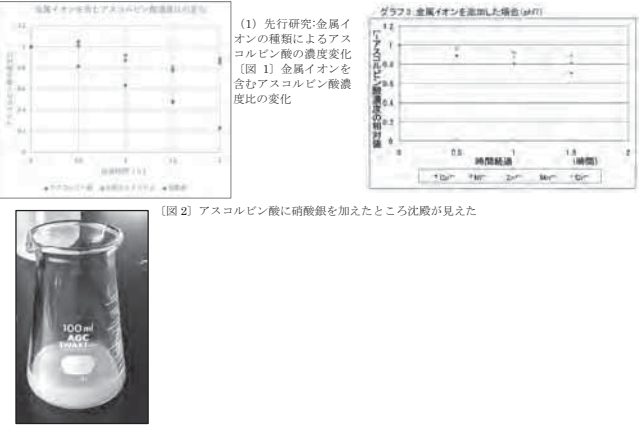
酸化還元滴定を行う際に、色が変わった瞬間にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液をどのくらい入れたのかを記録していたが、色の変化の基準を作っていなかったため、どこで止めればいいのかわからず、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を入れすぎていた可能性がある。また、ビュレットから液が漏れていて、実験が出来なかった経験が過去にあるので、私たちが把握できていない部分で、ビュレットからの液漏れがあったとも考えられる。他にも、電子天秤で質量を測る際に数値が正確でなかったなどの、私たちの実験の実力不足なども考えられる。加えて、アスコルビン酸は pH によって、酸化還元電位が少し違うため、実験を行う際に、溶液の pH を計測しておくべきだったと考える。そもそも、実験の失敗を繰り返して、やっととれた実験データであるため、データの数が少なく、信頼性が低いものになってしまった。

【今後の展望/Future study plan】

銅などの金属イオンの特徴のように、アスコルビン酸と特殊な変化を起こす物などを考慮してから独立変数の設置を行う。実際の化粧水の状況に近づくために、pH の調整を行う。また、実際に化粧水に使われている pH 調整剤の使用も検討する。

【参考文献/References】

・(1) n. n. d 「ビタミン C の変化についての研究」 広島県国泰寺高校, [https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/TK160003\\_matome2017\\_023.pdf](https://www.jst.go.jp/cpse/jissen/pdf/houkoku/TK160003_matome2017_023.pdf), (2021, 6, 9 参照)



【図 2】アスコルビン酸に硝酸銀を加えたところ沈殿が見えた

7 7. 市立札幌開成中等教育学校

**分野 / Areas** □ではまる分野に○をして下さい。

物理/Physics ○ 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

**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】竜川萌生

【メンバー/Member】仲里優花 板谷朱芽里

**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】  
酸化還元電位が及ぼすアスコルビン酸の濃度変化について

【背景/ground】  
化粧水には、アスコルビン酸(ビタミン C)が含まれている。アスコルビン酸は自身が酸化しやすい還元剤であるため、肌に塗ることで、肌の成分が酸化するのを防ぎ、乾燥や、しみができるのを防ぐことができる。しかし、アスコルビン酸は、酸化しやすいため、空気に触れるだけで酸化してしまい、肌に塗った時に、効果を示さなくなってしまうという問題がある。そこで、既成の化粧水には、ビタミン C 誘導体というものが含まれている。ビタミン C 誘導体は、ビタミン C の酸化を抑え、肌に塗った時に、肌の酵素と反応して、アスコルビン酸の作用が働くようにしている。それでも、アスコルビン酸は、肌に塗る前から、酸化してしまうため、他にできる工夫がないかと考え、今回の研究を進めた。先行研究としてアスコルビン酸水溶液に金属イオンを添加すると、金属イオンの種類によってアスコルビン酸の酸化速度が異なるという結果(1)から、金属イオンの酸化還元電位がアスコルビン酸の酸化速度に影響しているのではないかと考えたため、酸化還元電位が大きく離れた金属イオンを添加することで仮説の検証を行った。

【目的/Purpose of the research】  
酸化還元電位が違う 3 つの金属イオンをアスコルビン酸に添加したものと、何も添加しなかったものとの、アスコルビン酸の濃度を、それぞれ測り、アスコルビン酸の酸化速度を変える要因が、酸化還元電位の違いにあるのかを確かめる。

【研究計画/Research plan】  
①添加する金属イオンの選択  
→酸化還元電位が極端に大きい銀、酸化還元電位が極端に小さいナトリウム、アスコルビン酸と酸化還元電位が近い銅の、3 つの金属イオンをそれぞれ添加したものと、なにも添加していないもので、アスコルビン酸濃度の変化の比較を行う。  
②アスコルビン酸に金属イオンを添加  
→金属イオンを添加するために、それぞれ、硝酸銀(AgNO<sub>3</sub>)、水酸化ナトリウム(NaOH)、硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)をアスコルビン酸水溶液と混合させる。アスコルビン酸水溶液 0.01mol/L に対して、混合させる水溶液も、0.01mol/L にし、mol 比が、1:1 になるように行う。  
③金属イオンを添加したアスコルビン酸水溶液をヨウ素ヨウ化カリウム溶液を用いて酸化還元滴定  
→ヨウ素ヨウ化カリウム溶液をチオ硫酸ナトリウムで滴定し濃度を計算。金属イオンを添加したアスコルビン酸を 30 分ごとに滴定 5 回行う。濃度を数値化してグラフにする。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
結果はグラフ(1)のようになった。  
・仮説  
酸化還元電位がより小さい金属イオンを添加すると、アスコルビン酸(ビタミン C)の酸化速度を遅延させることができる。  
(水酸化ナトリウムを混合すると、アスコルビン酸の酸化速度が遅くなり、硝酸銀を混合すると、逆に速まる。そして、硫酸銅を混ぜた時は、何も添加していないアスコルビン酸と同じくらいの酸化速度になると考えた。)  
・結果  
図 1 は、水酸化ナトリウム、硫酸銅を、それぞれ混合させたものと、何も添加していないものの、アスコルビン酸の濃度を計測し、溶液を作った時の濃度を 1 とした時の、30 分ごとの濃度比である。水酸化ナトリウムを混合させたものと、何も混合していないアスコルビン酸のみは、30 分後と 2 時間後の濃度が、前の時間よりも上がってしまっていることが分かる。そして、硫酸銅を混合させたものの酸化速度が顕著で、他の

7 8. 鹿島学園高等学校

**分野 / Areas** 当ではまる分野に○をして下さい。

物理/Physics ○ 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

**参加者/Participant's Information**

【学校名/School Name】鹿島学園高等学校

【代表者名/Representative's Name】中野綾

【メンバー/Member】中野綾

**指導教員/Supervising Teacher**

【お名前/Name】小原智也

**発表内容/Abstract of the Presentation**

【タイトル/Title】材料の違いによるロウソクのでき方の違い

【背景/Background】  
マイケル・ファラデー著『ロウソクの科学』を読んで、牛脂ろうそくを作ったときには表面がへこまないがパラフィンろうそくがへこんだため疑問に思った。

【目的/Purpose of the research】  
同じろうそくのはずなのに、原料が牛脂とパラフィンと異なる場合、なぜ状態変化のありように差があるのか疑問を持った。そこで、実験と理論考察から、原料の性質の違いを解き明かしたい。

【研究計画/Research plan】  
図書館で原料となる牛脂とパラフィンについて化学組成や製造方法などの性質を詳しく調べたい。実際に牛脂とパラフィンを入手して、液体状態と固体状態の体積をそれぞれ測定する。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
おそらく、液体から固体の体積変化はそれぞれの化学構造に由来すると考えられる。

【今後の展望/Future study plan】  
牛脂とパラフィンのみでなく、他の融点が高いものを集め、体積変化を調べて、化学構造との関連を考察してみたい。

【参考文献/References】  
マイケル・ファラデー ロウソクの科学 三石巖(訳) 株式会社 KADOKAWA 1962 年 206p.  
マイケル・ファラデー ロウソクの科学 世界一の先生が教える超おもしろい理科 平野景次/冒險企画局(著)、土地 優歩(イラスト) 株式会社 KADOKAWA 2017 年 190p.  
有馬朗人 新版理科の世界 1 大日本図書株式会社 2015 年 285p.



1. はじめに  
災害等発生時の避難生活用品として、またリラクゼーションの道具やインテリアとして、ロウソクの人気は今も根強い。  
今回はフアラデー著『ロウソクの科学』<sup>1)</sup>を参考に、ひたしロウソク作りに取り組んだことがきっかけで、ロウソクの原料とその特性について比較し研究したため、その結果を発表したい。
2. ひたしロウソクの作り方  
1) 用意する道具  
紙コップ（型として使用）、うちわ（冷やす際に使用）、タコ糸（芯として使用） 鍋、パット（ステンレス製）  
2) 使用した材料  
牛脂、パラフィン  
3) 作成手順  
鍋で熱した牛脂やパラフィンの中に、タコ糸をくぐらせ、うちわであおいで冷やし固める作業を繰り返しながらロウを付けていく。フアラデーの方法はこのディッピング方式によるものであるが、1 つを作成するのに 30 分以上と時間がかかるため、途中からは紙コップを型として使い、ロウを注いだ後芯となるタコ糸を差し入れ、固まらせる方法をとった。
3. 材料による過程やできばえの違い  
今回は牛脂とパラフィンを材料として用い、材料として用いる際の特性や、製作時の両者の違いを研究した  
牛脂とは、その名の通り牛の脂肪を精製したもので、ロウソクのほかせっけん<sup>2)</sup>の原料としても用いられてきた。購入の際は 1 k g あたり約 700 円で、独特のにおいがし、黄みがかった色をしている。  
パラフィンは、石油の分留によって取り出される物質で、購入の際は 1 k g あたり約 1000 円で牛脂よりも少し高価である。においはほぼなく、無色である。
- 1) 固まりやすさの実験  
牛脂とパラフィンの固まりやすさを調べるため、両者を 160℃に熱して溶かしたあと、同時にステンレス製のパットに移して固まるまでの時間を比べた。結果はパラフィンの方が早く固まった。
- 2) 扱いやすさの実験  
ロウソクの扱いやすさとして固まりやすさだけでなく「溶けたロウがこぼれた際に、簡単に剥がせるか」も重要である。先のステンレス製のパットにいれて固まった蠟が完全に冷えたか確認したのち、素手で剥がすことが可能かどうかを比べた。結果はパラフィンのかたまりは簡単に剥がすことができたが、牛脂のかたまりは手触りがべとべとしていて剥がしにくく、跡が残ってしまった。
- 3) できばえの観察  
鍋で熱し、液化したロウが再度固化した際、パラフィンを材料とした方に、表面のへこみが見られた。牛脂の方はへこみが見られなかった。温度が下がったことで液体から固体に状態変化をした際に体積が変化したため、表面にへこみが生じたが、なぜパラフィンロウソクのみ、へこみが起こるかを検証し確かめたいと考えている。
4. 最後に  
牛脂とパラフィンの違いについて、その精製方法や扱いやすさの他、日常で使用する際に重要視されるにおいや色などの違いを比較しまとめることができた。パラフィンロウソクのできばえにおいて、表面にへこみが生じた理由について、①パラフィンの構造による化学的な理由②タコ糸を芯としたことによる物理的な理由、の両面から検討し、他にロウソク作りに使われてきた蜜蝋・鯨油なども含め可能な限り実験し、発表したいと考えている。

<sup>1)</sup> マイケル・フアラデー ロウソクの科学 三石巖（訳） 株式会社 KADOKAWA 1962 年 206p ISBN978-4-04-100284-1  
<sup>2)</sup> マイケル・フアラデー ロウソクの科学 世界一の先生が教える超おもしろい理科 平野景次/冒険企画局（著）、上地 優歩（イラスト） 株式会社 KADOKAWA 2017 年 190p ISBN978-4-04-631707-0

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】
実験①(1)腐らせた時の臭い ジャガイモ：アンモニア臭 バナナ：バナナ臭（近づいて嗅げばアンモニアの臭いあり） 卵：腐卵臭（硫黄臭に近い臭い） →臭いの原因 ジャガイモ：アンモニア バナナ：酢酸イソアミル 卵：硫化水素と思われる腐卵臭
(2)重曹とクエン酸を入れた時※別添の表 1 参照 ジャガイモ：重曹でもクエン酸でもアンモニア臭が消えなかった。臭いがきつく虫が寄ってきた。 バナナ：重曹では臭いが薄まったが臭いに変化はなかった。クエン酸を入れると酢酸の臭いに変化した。 卵：どちらでも臭いは消えた。 →ジャガイモに特に変化がなかったのは重曹とクエン酸の量が足りなかったのかもしれない。バナナ臭は酢酸イソアミルが原因物質なので、酢酸の臭いに変化したのはクエン酸による加水分解※1のためか。
※1 原因として予想される反応式： $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH}$
実験②※別添の表 2 a、表 2 b 参照 アンモニア水：クエン酸は濃度が濃いほうがよく消える。重曹：濃度が薄いほうがよく消える。 酢酸イソアミル：重曹もクエン酸も変化なし。 →アンモニアにクエン酸を加えると中和※2して消える。
※2 原因として予想される反応式： $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7(\text{NH}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ アンモニア臭は、クエン酸の場合、粉末状のほうが効果があり、重曹の場合、濃度を薄くしてスプレーで吹き付けたほうが効果があった。 酢酸イソアミルではどちらを入れても変化がなかったので、※1 の化学式通りには反応が起こらないことが分かった。よって①ではその他の反応、例えば臭いに影響をもたらす微生物が存在したと考えられる。
結論 1.アンモニア臭はクエン酸の場合粉で加えたほうが効果があり、重曹の場合濃度が薄いスプレーで吹きかけたほうが効果がある。 2.アンモニア臭は酸性のクエン酸だけでなく、塩基性の重曹でも消えたので中和以外の反応も関係する。
【今後の展望／Future study plan】 ①でバナナにクエン酸を加えると酢酸の臭いに変化したのは予想外の結果だった。②よりこの結果には純粋な中和以外の現象が関係していそうなので、次は生ごみの腐敗と微生物の関係についても調べていきたい。 また生ごみの臭いの素は何なのかさらに詳しく化学的に分析していきたい。 ②の結果よりクエン酸と重曹で、効果的だった方法がなぜ異なっていたのか、またクエン酸と重曹で効く濃度がなぜ全く異なっていたのかについても調べていきたい。
【参考文献／References】 <a href="#">セスキ炭酸ソーダ   消臭スプレーの作り方と使い道・重曹とのちがいも   ハウスクリーニング   もちやぶらす (mochiya.me)</a> <a href="#">NHK 高校講座   化学基礎   第 30 回 中和反応の利用</a> <a href="#">検索結果 - NITE-CHIRIP（NITE 化学物質総合情報提供システム）</a>

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。
物理／Physics	<del>化学／Chemistry</del> 医学／Medical Science・Biology 地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
参加者／Participant's Information	
【学校名／School Name】	淑徳与野高等学校
【代表者名／Representative's Name】	長岡未紗
【メンバー／Member】	長岡未紗
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】	横田明佳史 先生
発表内容／Abstract of the Presentation	
【タイトル／Title】生ごみの不快な臭いを消すためには	
【背景／Background】 1.生ごみの臭いを消す方法を調べると、重曹またはクエン酸を振りかけるとよいとする記事が多く出てくる。清掃のプロも使っており、消臭効果が高い物質として評価されている。 →臭いそれぞれに適した消臭物質があるのではないかと。また振りかける量・濃度でも変わるのではないかと。 2.生ごみの臭いの消臭は、中和などの高校化学レベルの化学反応によって起こっているのか。 →臭いの原因と思われる純物質を用いて実際に消臭効果を確認し、純粋な化学反応によるものか確かめたい。 また、消臭効果には微生物による影響も含まれるのかを確かめたい。	
【目的／Purpose of the research】 1. 一般的な生ごみの消臭方法の効果について量的・質的に検証することで、既存の消臭方法の注意点や、よりよい改善策を探る。 2. 消臭の科学的な仕組みを検証することで、悪臭の原因物質に合わせた最適な消臭物質を検討・評価し、消臭の化学的な仕組みについて考察する。	
【研究計画／Research plan】 【実験①】野菜と果物、卵で腐った時の臭いが異なり、それぞれに最適な消臭剤も異なるのではないかと考えた。それぞれの代表として、ジャガイモ、バナナ、卵を使い実験した。 [方法]：腐らせたジャガイモの皮、バナナの皮、卵の殻に粉末状の重曹、クエン酸を加え、密閉した容器に入れ、外に放置する。加えてから 1 日経過した時の臭いの変化を調べる。（8 月 19 日～21 日に実施） →(観点 1)腐らせた生ごみからは一般的な不快な臭いとされるアンモニア臭が漂っているのか。また卵からは腐卵臭の独特な臭いがするのか。[方法]：各試料を密閉容器に入れ、外に 1 日放置してから嗅いで確認。 →(観点 2)重曹とクエン酸を加えることでこれらの臭いが本当に消えるのか。[方法]：個別に腐らせて臭いが発生した各試料に、粉末の重曹とクエン酸をそれぞれ 5 g ずつ加えて静置し、臭いが消えるかを嗅いで確認。 【実験②】①の結果を元に臭いの原因となる純粋な物質に重曹、クエン酸を加える。 →（観点）①と同じ臭い、同じ消臭効果が出るのか。濃度によって消臭効果に差が出るのか。 [方法]：様々な濃度の重曹、クエン酸（スプレーは 1 プッシュ ペースト、粉は小さじ 1）をそれぞれペーパータオルに置き、そこに 0.5 ml のアンモニア水を 1 ml、酢酸イソアミルは 10%濃度のものを 1 ml たらした。	

表1 重曹とクエン酸をそれぞれ加えた後に残った臭い		
ジャガイモ	重曹	クエン酸
	10 アンモニア臭	8 アンモニア臭
バナナ	7 バナナ臭とアンモニア臭	7 酢酸臭
	卵	0

(腐らせた時の臭いを 10 とし、0 は臭いがしなかったことを示す。)

表2a アンモニア水と酢酸イソアミルそれぞれにクエン酸を加えた後に残った臭い			
クエン酸	スプレー（小さじ1）	スプレー（小さじ2）	とろみ状
アンモニア水	3 2プッシュで消えた	3 2プッシュで消えた	0
	10	10	10
酢酸イソアミル			
表2b アンモニア水と酢酸イソアミルそれぞれに重曹を加えた後に残った臭い			
重曹	スプレー（小さじ1）	スプレー（小さじ2）	とろみ状
アンモニア水	4 重曹では一番消えていた	5	6
	10	10	10
酢酸イソアミル			

(ペーパータオルにアンモニア水、酢酸イソアミルをそれぞれたらしたものの臭いを 10 とし、0 は臭いがしなかったことを示す。)  
(スプレー小さじ 1：濃度 2% スプレー小さじ 2：濃度 5% とろみ状：水に溶け切れていない状態)

8 0．順天高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】玉村 未来

【メンバー／Member】玉村 未来 , 配島 千都瑠

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】なぜ雷が落ちると植物が育つのか。

【背景／Background】  
雷が落ちると稲がよく実するという言い伝えがある。調べてみると、日本には本当に雷と稲の成長には関係があることが文献にのっていた。このことより、詳しく雷と植物の成長の関係性を知りたいと考えた。

【目的／Purpose of the research】  
雷によって植物の成長の影響はあるのか、どのように影響しているのかを調べる。

【研究計画／Research plan】  
(1)雷についての資料を読み、メカニズムを知る。  
(2)今回の探究に使用する文献をもとに学校の実験室にあるもので雷を再現。  
(3)植物の成長速度・大きさを調べる

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
学校の実験室の道具では雷の再現をすることが出来なかった。また、植物も成長の差は見られなかった。

【今後の展望／Future study plan】  
自然現象を学校の実験室の道具で説明することは不可能だと分かった。

【参考文献／References】  
誘電体/リア放電 [\\*静電気学会誌 No1.indb \(iesj.org\)](#)  
雷による原子核反応 [web201805-07\\_雷原予核 123 \(kir.jp\)](#)  
雷の放電現象とエネルギー [Microsoft Word - 18RAKURAINOMEKANIZUMUHIGAIKEIGEN.DOC \(janu-s.co.jp\)](#)  
雷が反物質の雲を作る [jaresearchresearch\\_results2017documents171123\\_101.pdf \(kyoto-u.ac.jp\)](#)  
雷の発生と太陽の自転周期 [20180427\\_1.pdf \(seikei.ac.jp\)](#)  
雷放電の物理 [プラズマ核融合学会誌7月【80・7】／講座1 \(ist.go.jp\)](#)  
雷の物理とその観測技術 [71-04mijika.pdf \(jps.or.jp\)](#)  
窒素固定をめぐって [-1 | Chem-Station \(ケムステ\)](#)  
雷観測データを無料で触れる [雷観測データを無料で触れる！ 雷の原理、種類から学ぶ雷データの使い方 | 雷屋 \(sorabatake.jp\)](#)  
what sparked life on Earth? Perhaps bolts from the blue [What sparked life on Earth? Perhaps bolts from the blue | YaleNews](#)

8 2．順天高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】田中 達也

【メンバー／Member】榊 優希 番場 智仁

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】ペットボトルに代わる新たな容器

【背景／Background】  
現在、飲み物の容器として主流であるペットボトルは、製造と廃棄の際に必要な莫大なエネルギーやCO2 排出量は環境問題となっている。それに加え、ペットボトルは、プラスチックごみによる海洋問題や化石燃料の枯渇問題などがある。そのため、複数の環境問題に結びついているペットボトルを Ooho で代用し、削減できないかと考えた。

【目的／Purpose of the research】  
ペットボトルに代わる容器として着目した Ooho の問題点を探り、実験を通して、実用化に向けた解決策を考え、実行していく。

【研究計画／Research plan】  
昨年実験を通して分かったことをもとに、ペットボトルの代用として使用できるかどうか保温性をはじめとした特徴など実験を通して検証し、比較する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
温度変化を検証する実験の結果から比熱を算出したところ、Ooho よりもペットボトルに飲料水を入れたときのほうが温まりにくかった。  
Ooho の中に入った飲料水を冷やすため冷蔵庫に入れたところ、体積が減少し、膜が厚くなった。

【今後の展望／Future study plan】  
ゲル化を引き起こすためのアルギン酸ナトリウムに含まれる海藻の成分が与える、Ooho の中身の味への影響を抑える方法を探る。  
現状 Ooho が活躍できる場面が少ないため、Ooho が活用できる適材適所を探る。

【参考文献／References】  
① <https://chizaizukan.com/property/property158.html>  
② <https://www.notpla.com/products/2/>  
③ <https://goexplorer.org/editable-water-capsules/>  
④ <http://www.che.ichinoseki.ac.jp/sosei/hei27/hei27-05.html>

8 1．順天高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】大塚 保人

【メンバー／Member】佐藤 奏

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】名取 慶

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】植物に含まれるフラノクマリン

【背景／Background】  
フラノクマリンには種類があり、人にとって無害なものもあれば、害の強いものもある。そのため、どんな植物が人間にとって害があるのか調べたほうが良いと思った。

【目的／Purpose of the research】  
身近に売られている作物にフラノクマリンが含まれているかを調べる。

【研究計画／Research plan】  
(1) 調べたい果物を乾燥させ、それを細かくシエタノールに 0.1g に対し、1ml で漬けて抽出する。  
(2) ② (1)を薄層クロマトグラフィーを用いて展開する。（展開溶媒→ヘキサン：アセトン＝3：2 の溶液）  
(3) 紫外線を照射してスポットを調べる。  
(4) スポットの Rf 値を算出する。  
(5) 実験の Rf 値を、参考にしてている論文から得た Rf 値と比較することで、どのフラノクマリンかを調べる。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
タンカンとデコボンはスポットが現れたが、イヨカンは現れなかった。 また、デコボンのスポットはつながっていて判別がつかなかった。そのため、Rf 値を求められなかった。

【今後の展望／Future study plan】  
今後は柑橘類だけでなくキャベツなどの野菜や植物の器官ごとにも調べていきたい。また、イヨカンのスポットを検出する。

【参考文献／References】  
生薬「ビャクシ」の TLC 確認試験法の検討  
[https://www.istage.ist.go.jp/article/jspharm/72/1/72\\_15/\\_pdf/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/jspharm/72/1/72_15/_pdf/-char/ja)  
Two-Dimensional Thin-Layer Chromatography of Selected Coumarins  
<https://academic.oup.com/chromsci/article-pdf/44/8/510/1021400/44-8-510.pdf>  
RAD-AR 一般社団法人くすりの適正使用協議会  
<https://www.rad-ar.or.jp/use/guidance/interaction/grapefruit.html>

8 3．神奈川県立厚木高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

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】清水 寧々

【メンバー／Member】

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】中島 淳一郎

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】フेंटン反応による糖化

【背景／Background】  
バイオマスエタノールのうち、木質や草本中のセルロースを原料とするものをセルロース系バイオマスエタノールと呼ぶ。これを生成するためにはバイオマスの糖化、糖化効率を高めるための糖化前処理が必要となるが、従来の糖化前処理には環境への負荷が大きい、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、セルロース分解能をもつ木材腐朽菌のフेंटン反応を新しい糖化前処理として役割を果たすのではないかと考え、実験を行った。

【目的／Purpose of the research】  
セルロース分解能をもつ木材腐朽菌のフेंटン反応が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

【研究計画／Research plan】  
実験1:中和した際に出てくる夾雑物を取り除く方法を確立するための実験  
ウッドチップ(マツ)に10 mLの1 %の塩化第二鉄水溶液を塗布し、室温に一晩放置して鉄汚染を発生させる。  
鉄汚染発生後、水、過酸化水素、ラウリル硫酸ナトリウム、アサビベン社の「白木漂白クリーナー スーパー」(以下、クリーナーとする)、シャボン玉石けん社の「酸素系漂白剤」を加え、そこにヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムを添加し、鉄汚染除去能の有無について調査した。また、鉄汚染除去能が認められているシュウ酸についてはフेंटン反応処理を施したウッドチップに4 %シュウ酸水溶液を加えてろ過し、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムを同様に添加して、鉄イオンの有無と従来のフेंटン反応後処理との違いについて調査した。

実験2:糖化前処理に最も最適な方法を確立するための実験  
硫酸酸性下でフेंटン反応処理を行ったウッドチップ(マツ)に、水酸化ナトリウムまたは、クリーナー、4 %シュウ酸水溶液を用いて処理をし、それぞれ37 ℃、pH 5.0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ロトーゼ-GOD法で呈色し、グルコース生成量を計測した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
実験1  
表1 ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムとの反応の有無

水	過酸化水素	ラウリル硫酸ナトリウム	クリーナー	酸素系漂白剤	シュウ酸	水酸化ナトリウム
あり	あり	あり	なし	あり	あり	あり

8 3．神奈川県立厚木高等学校

鉄汚染除去能をもつのはクリーナーのみで、鉄汚染除去能が認められているシュウ酸を用いてもヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムと反応することがわかった。しかし、水酸化ナトリウムに比べて反応は薄かった。			
実験2			
表2 実験2での試料1.0 g当たりのグルコース生成量(mg)			
	水酸化ナトリウム	クリーナー	4 %シュウ酸水溶液
グルコース生成量(mg)	236.70	288.64	191.54
クリーナー、4 %シュウ酸水溶液での処理については途中段階であるが、現時点ではクリーナーで処理をしたものの方がグルコース生成量が多くなる傾向が見られた。クリーナー処理後、沈殿物が生じていたが、これはクリーナーに含まれるラウリル硫酸ナトリウムが陰イオン性界面活性剤であるために鉄(Ⅲ)イオンまたは、鉄(Ⅱ)イオンと反応したものだと思われる。一方、4 %のシュウ酸水溶液の処理後、変色し始めるが、これがグルコース生成量に影響を及ぼしている可能性がある。また、この変色は酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液内に保存しても起きるため、長期間の保存が出来ないと考えられる。			
【今後の展望/Future study plan】 実験の結果を踏まえ、以下の4つの方向で研究を進めていきたいと考えている。 ・クリーナー処理では温度に依存して反応速度が変わるが、グルコース生成量と関係の有無についての調査 ・紫外線を照射することでフェントン反応がウッドチップに与える影響の変化する可能性の有無についての調査 ・クリーナーの配合を参考にし、より効率よく糖化前処理として機能する方法の確立 ・シュウ酸水溶液での処理の際の変色がグルコース生成量に与える影響についての調査			
【参考文献/References】  ・フォントントン反応によるスルファメトキサゾールの 分解と無機化 ( <a href="https://www.istage.ist.go.jp/article/jswc/37/4/37_129/pdf">https://www.istage.ist.go.jp/article/jswc/37/4/37_129/pdf</a> )  ・色もどりのない木材の鉄汚染の除去方法 ( <a href="https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/rsgetu/16767008001.pdf">https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/rsgetu/16767008001.pdf</a> )  ・木材保護塗料 DIY初心者ガイド ( <a href="https://www.xyladecor.jp/lecture/maintenance/attack/attack04.html">https://www.xyladecor.jp/lecture/maintenance/attack/attack04.html</a> )  ・選択的白色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 ( <a href="http://www.iwrs.org/woodience/mm007/watanabe.pdf">http://www.iwrs.org/woodience/mm007/watanabe.pdf</a> )  ・「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  ・今月の一押し研究員 ( <a href="http://www.ob-gy.med.tohoku.ac.jp/training-doctor/ogn/84.html">http://www.ob-gy.med.tohoku.ac.jp/training-doctor/ogn/84.html</a> )			

8 4．神奈川県立厚木高等学校

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 [実験 1] 炭素単体,寒天単体でもほぼ同じように pH が上昇した(図 1)。これは炭素,寒天がともに多孔質であり内部に硫化水素の粒子が取り込まれたのだと考えられる。これらの物質で鉄粉を固めた時も同じように pH を上げる効果があった(図 2)。これは,寒天は構造に炭素を多く持っているからだと考えられる。また,図 4,図 5 より寒天を用いた浄化剤の方が炭素を用いた浄化剤よりも水を黒く汚すことはなかった。 これらのことから炭素の代わりに寒天を用いて金属を固めることができ浄化剤として有効である。 [実験 2] 鉄で作製した浄化剤より,マグネシウムで作製した浄化剤のほうが pH を早く上げた(図 3)。しかしマグネシウムの浄化剤は pH を 11 近くまで上昇させており,液性が塩基性になってしまうことから水生生物が生育できる環境ではなくており浄化剤には不向きである。 【今後の展望/Future study plan】 ・イオン化傾向が鉄より大きくマグネシウムより小さい金属を用いて浄化剤を作製する。 ・マグネシウム粉末を用いた時の pH が 11 近くまで上昇した理由を明確にする。 ・使用するマグネシウム粉の量を減らし pH を 7.0 近くで保てる配分を考える。 ・浄化剤の生物への影響を実験する。 【参考文献/References】 1.金属イオンを用いた水質浄化 三木 菜々子 2.日刊工業新聞 東京海洋大、使い捨てカイロでヘドロ除去-東京で水質浄化プロジェクト <a href="https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00402132">https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00402132</a>
---

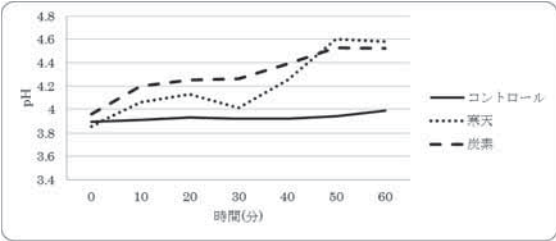


図 1 炭素,寒天, コントロールの pH の変化

8 4．神奈川県立厚木高等学校

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science 数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )
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】 木口 翔太 【メンバー/Member】 森田 和希
指導教員/Supervising Teacher 【お名前/Name】 中島 淳一郎
発表内容/Abstract of the Presentation 【タイトル/Title】 金属イオンを用いたヘドロの除去 【背景/Background】 近年ヘドロによる水質汚濁が問題になっており、これによって水生生物が生育できない水辺が増えている。また、ヘドロには硫化水素が含まれており人体に悪影響を及ぼす場合がある。また,参考文献 1 より鉄と炭素を圧着させた。 浄化剤をヘドロの中に入れて、鉄と炭素のイオン化傾向の差から鉄イオンが発生し硫化鉄となる。 金属粉末を固める物質として先行研究 1 では炭素を用いていたが崩れやすく,炭素によって水を汚してしまうなどの問題点があった。先行研究 1 の展望としてイオン化傾向が大きいマグネシウムを用いると pH がより早く 7.0 に近づくと考えられている。 【目的/Purpose of the research】 炭素のみで浄化剤を作るとあまり固まらず、次第に崩れて液体が黒く汚くなる。そのため、粉末状の金属を固め、かつ、最も pH を 7.0 に近づけられる物質を検討する。またよりはやく pH を 7.0 に近づけられる金属を探す。 【研究計画/Research plan】 実験 1 は以前発表を行った。実験 2 は新規である。 [実験 1] 金属を固める物質の検証として炭素の代わりに寒天を用いた際の浄化剤としての有効性を調べる。 炭素単体,寒天単体でも pH を上げられるか調べる。 ① 硫化水素水溶液を作製し pH を約 4.0 にする。 ② 炭素 3.0 g,炭素 3.0g と鉄 0.10mol,寒天 3.0g,寒天 3.0g と鉄 0.10mol を,それぞれ水を少量用いて固める。 寒天は湯を用いて寒天を溶かして冷却して固める。 ③ これらの固めた物質を①で作った溶液にそれぞれ投入し時間ごとの pH 変化を観察する。 [実験 2] イオン化傾向の大きいマグネシウムで浄化剤を作り,浄化剤としての有効性を調べる。 ① 硫化水素水溶液を作製し pH を約 4.0 にする。 ② 寒天 3.0 g と鉄 0.10 mol,寒天 3.0 g とマグネシウム 0.10 mol をそれぞれ湯で寒天を溶かし冷却して固める。 ③ これらの固めた物質を①で作った溶液にそれぞれ投入し時間ごとの pH 変化を観察する。 長期的な pH 変化を観察するため,1 日ごとの 3 日間 pH 変化を観察した。

8 4．神奈川県立厚木高等学校

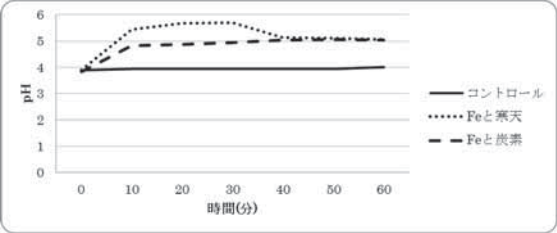


図 2 炭素と鉄,寒天と鉄,コントロールの pH 変化

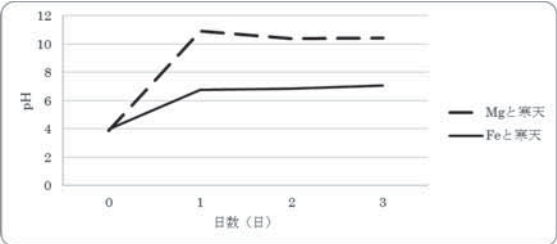


図 3 マグネシウムの浄化剤と鉄の浄化剤を入れたときの長期的な pH 変化



図 4 寒天を用いた浄化剤

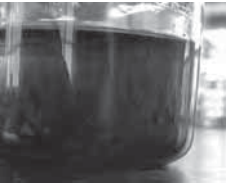


図 5 炭素を用いた浄化剤



分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】	千葉県立大原高等学校
【代表者名／Representative's Name】	岡 みずき
【メンバー／Member】	

指導教員／Supervising Teacher

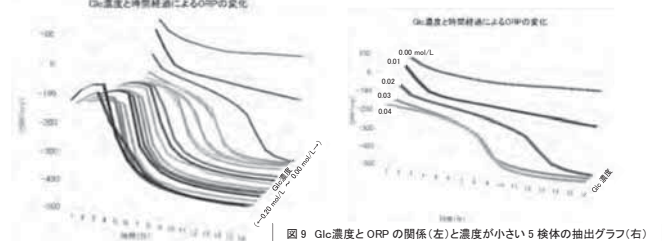
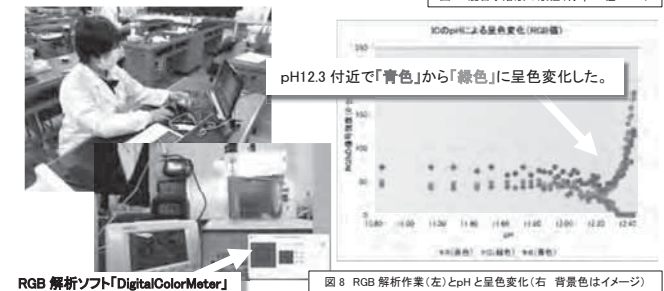
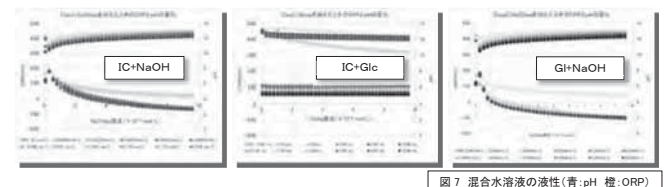
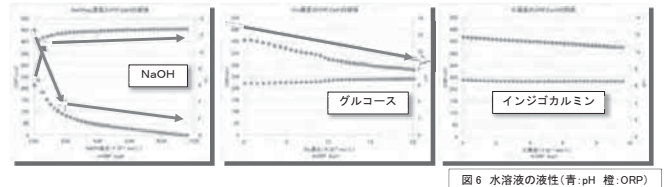
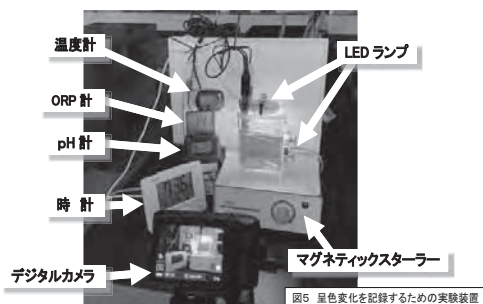
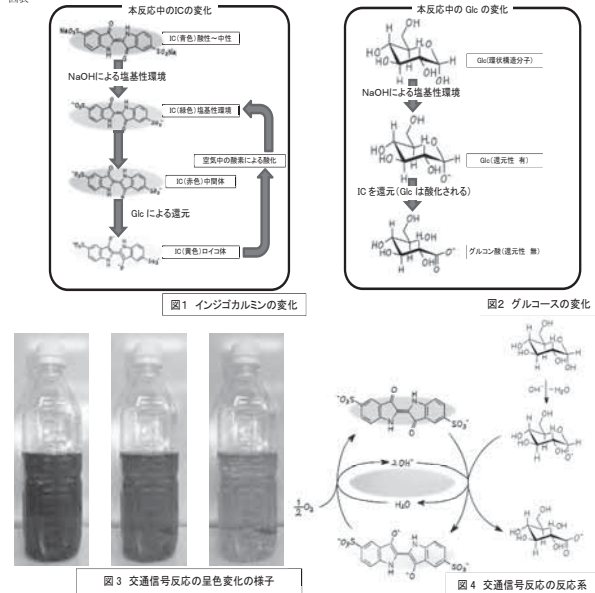
【お名前／Name】	両角 治徳
------------	-------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	インジゴカルミンの呈色変化を利用した水質調査～青から始まる交通信号反応の応用～
【背景／Background】	交通信号反応は、インジゴカルミン(以下 IC) (図 1)、グルコース(以下 Glc) (図 2)、水酸化ナトリウム(以下 NaOH)による、呈色変化である。 <sup>1)2)3)</sup> これは、酸素による酸化と Glc による還元により、緑色・赤色・黄色(図 3)と、水溶液の色を変化させる(図 4)。先行研究の文献のほとんどは、「緑色」が起点になっているが、インジゴカルミンの水溶液はもともと「青色」であることに疑問を持ち、交通信号反応を「青色」から始めるために研究を重ねた結果、その条件の一つを突き止めることができた。さらに現在は、NaOH と Glc の濃度を調節することにより、わずかな環境変化により、呈色変化が起こることがわかったため、河川等の化学的酸素要求量(以下 COD)の検査に利用することができれば、環境に負担の少ない物質で、環境評価が可能になると考えた。
【目的／Purpose of the research】	本研究は、IC 特有の「青色」から始まる交通信号反応を実現し、その原理及び条件を解明するとともに、呈色変化が、微少な条件変化により生じることを利用して、環境に負担の少ない環境評価ツールの開発をすることを研究の目標とした。
【研究計画／Research plan】	1 実験装置および分析方法の工夫(図 5) A) 実験データの客観性の確保 <ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル測定器具による測定を行った。(温度計、酸化還元電位計、pH 計)</li> <li>デジタルカメラ、デジタルビデオを用いて記録した。</li> <li>記録画像を RGB 解析し、呈色変化を数値により記録・表現できるようにした。</li> </ul> B) 化学反応およびデータの再現性の確保 <ul style="list-style-type: none"> <li>マグネティックスターラーを用いて攪拌した。(従来の実験は、ペットボトルを手で振っていた。)</li> <li>測定を行う環境を統一した。(暗幕、LED 白色ライト、背面ホワイトボード、底面白色プラ板 等)</li> </ul> 2 青から始まる交通信号反応の実現と原理および条件の解明 A) IC、Glc、NaOH の単独水溶液の液性とその濃度による変化 <ul style="list-style-type: none"> <li>各水溶液の濃度を変化させながら、液温、ORP、pH を測定した。(図 6)</li> </ul> B) IC、Glc、NaOH の組合せ水溶液の液性とその濃度による変化 <ul style="list-style-type: none"> <li>IC-Glc、Glc-NaOH、NaOH-IC を組合せ、液温、ORP、pH を測定した。(図 7)</li> </ul> C) IC の NaOH による呈色変化(青色→緑色)の条件 <ul style="list-style-type: none"> <li>ICaq の pH を NaOHaq によって変化させ、呈色の変化を RGB 解析により確認した。(図 8)</li> </ul>

D) Glc の濃度と還元力の関係 <ul style="list-style-type: none"> <li>NaOHaq に Glc を一定量加え、pH、ORP の変化の様子を確認した。(図 9)</li> <li>NaOHaq の濃度をえて、pH、ORP の変化の様子を確認した。(図 10)</li> </ul>
中間考察 A～D)の実験から、次のような条件で、「青から始まる交通信号反応」が実現できると仮説を立てた。 pH が、Glc を加えた後に 12 をわずかに下回る NaOHaq の濃度に調製する。【NaOHaq:0.40 mol/L】 Glc の濃度を大きくしても、ORP に変化が見られない濃度の下限に調整する。【Glc:0.03 mol/L】 IC は、呈色変化の確認が可能な最大濃度に調製する。【ICaq:0.00002 mol/L】
E) 青から始まる交通信号反応の確認-1 <ul style="list-style-type: none"> <li>中間考察の条件で交通信号反応が青から始まるかを確認した。(図 11)</li> </ul>
F) 青から始まる交通信号反応の確認-2 <ul style="list-style-type: none"> <li>0.04～0.06 mol/L の Glcaq を用いて、交通信号反応が青から始まるかを確認した。(図 12-1～3)</li> </ul>
3 河川水の水環境評価(COD)ツールの開発 A) アスכולビン酸(以下 AA)を利用した疑似河川水モデル実験 <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0×10<sup>-6</sup>～10<sup>-10</sup> mol/L の AAaq に、実験 2-E)の溶液を加え、呈色変化を確認した。(図 13)</li> </ul>
B) AAaq の pH を河川水と同じ pH に調製した疑似河川水モデル実験 <ul style="list-style-type: none"> <li>実験 3-A)と同様に、呈色変化を確認した。(図 14)</li> </ul>
C) 河川水(塩田川)とイオン交換水を用いた対照実験を行い、呈色変化を確認した。(図 15) <ul style="list-style-type: none"> <li>)</li> </ul>
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 1 客観性および、再現性のあるデータを得ることができた。 2 青から始まる交通信号反応の条件を発見することができた。 3 本研究の成果を利用することで、河川水の COD 測定を環境負荷が小さい状態で行うことができた。
【今後の展望／Future study plan】 ● 交通信号反応が「緑色」「青色」から始まる他の条件やその原理について解明したい。 ● 人工イクラ(図 16)と組合せて、河川水の COD を従来よりも環境負荷を小さくして行う方法を開発したい。 <ul style="list-style-type: none"> <li>現段階では、採取した河川水に3種の水溶液を量り加える必要があり簡便な使用方法としたい。</li> <li>従来法は、プラスチック容器を用いているため、生分解性容器として人工イクラを用いたい。</li> <li>従来法は、過マンガン酸カリウムを用いているが、IC は食紅であり環境負荷が小さい。</li> </ul>
● 交通信号反応を繰り返すと IC が分解 <sup>4)5)</sup> する。この影響を小さくする方法を開発したい。 <ul style="list-style-type: none"> <li>本反応系内で IC は、Glc を酸化する触媒として働いており、</li> </ul>
【参考文献／References】 1) 木村朋恵,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,横浜国立大学教育学部紀要,2018 2) 高木春光,交通信号反応で酸化還元を見せる(実験の広場-5 分間デモ実験),化学と教育(56,10),496,2008 3) 新崎怜,食品着色料の色変化と応用,愛知大学社会共創学部社会共創コンテスト,2017 4) 越智沙也香,インジゴカルミンの破壊要因と視覚的定量化(中・高ポスター発表),日本理科教育学会,536,2014 5) 戸谷義明,信号反応におけるインジゴカルミンの分解要因の調査,愛知教育大学研究報告,自然科学編(65),37,2016

図表



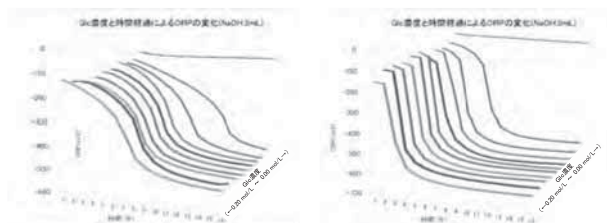


図 10 NaOH 濃度と ORP の関係(左 NaOH 3.0 mol/L 右 NaOH 9.0 mol/L)  
※NaOH 濃度によって、電位が安定する時間が短縮された。



G (緑) 値が大きいため、緑色であると判定した。

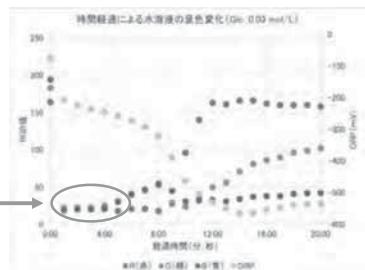


図 11 NaOH 0.4 mol/L Glc 0.03 mol/L IC 0.00002 mol/L の条件下での交通信号反応



B (青) 値が大きいため、青色であると判定した。

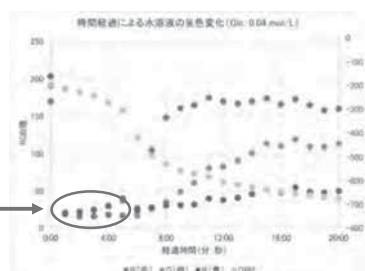


図 12-1 NaOH 0.4 mol/L Glc 0.04 mol/L IC 0.00002 mol/L の条件下での交通信号反応



B (青) 値が大きいため、青色であると判定した。

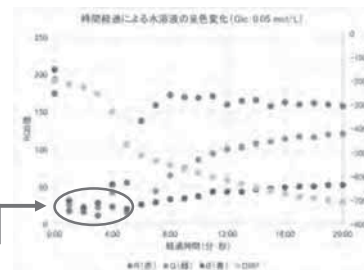
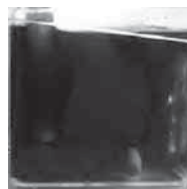


図 12-2 NaOH 0.4 mol/L Glc 0.05 mol/L IC 0.00002 mol/L の条件下での交通信号反応



B (青) 値が大きいため、青色であると判定した。

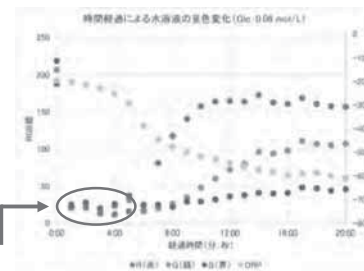
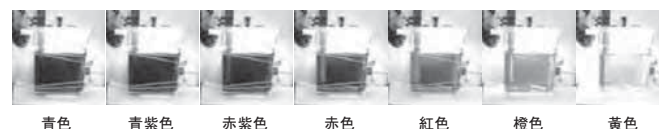


図 12-3 NaOH 0.4 mol/L Glc 0.06 mol/L IC 0.00002 mol/L の条件下での交通信号反応



青色 青紫色 赤紫色 赤色 紅色 橙色 黄色

図 12-4 青から始まる交通信号反応

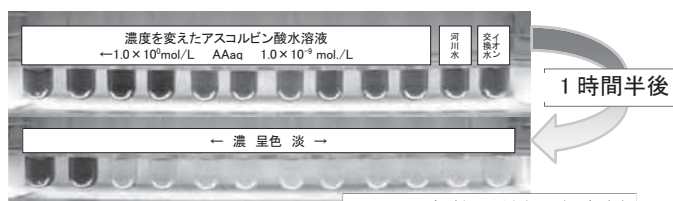


図 13 アスコルビン酸を利用した疑似河川水モデル実験

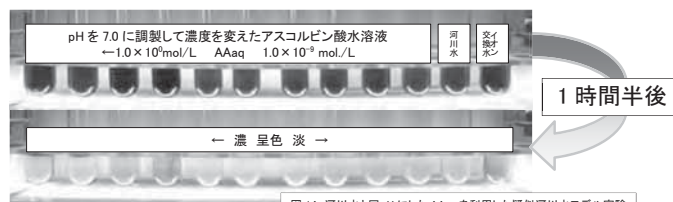


図 14 河川水と同 pH にした AAaq を利用した疑似河川水モデル実験

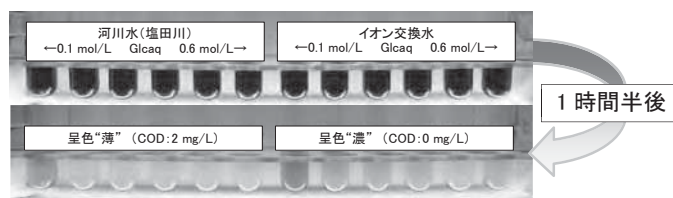
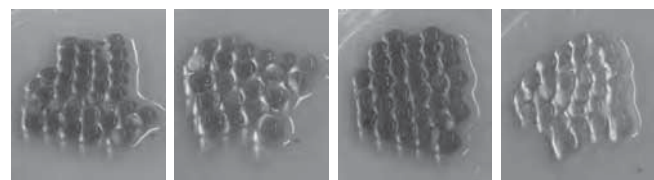


図 15 河川水(塩田川)とイオン交換水を利用した河川水実験



※開発中のイメージ

図 16 色素を封入した人工イクラ

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】大妻嵐山中学校

【代表者名/Representative's Name】堀内希保

【メンバー/Member】木村明日葉

指導教員/Supervising Teacher

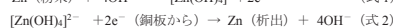
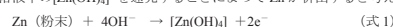
【お名前/Name】鈴木崇広

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】「錬金術師の夢」の電位測定

【背景/Background】

「錬金術師の夢」とは、赤銅色の銅板を Zn 粉末と NaOH 水溶液が入ったビーカーに入れ加熱することで亜鉛めっきして銀色にした後、この銅板をガスバーナーの炎で直接加熱して金色の黄銅めっきにする一連の実験のことである。NaOH を用いるこの実験では、Zn 粉末から銅板に電子が移動し (式 1)、この電子が水溶液中の  $[Zn(OH)_4]^{2-}$  を還元することによって Zn が析出すると考えられている (式 2)。



このメカニズムについては、1997 年に東京都立城東高校が検討しているが、「Zn の酸化溶出を電子源として Zn が還元析出する」という機構の解明はできていなかった。これまでにリンゴ酸-亜鉛錯イオンを含む酸性めっき液を用いて亜鉛と銅を接触させると、亜鉛と銅の電位が逆転することが報告されているが、水酸化ナトリウム水溶液を用いた浸透電位の測定は、我々が調査した範囲では見つからなかった。

【目的/Purpose of the research】

「錬金術師の夢」における亜鉛めっきのメカニズムを解明するため、Cu と Zn の浸透電位の測定を NaOH 水溶液および比較のために HCl 水溶液を用いて行った。

【研究計画/Research plan】

【実験 1: 亜鉛めっきと黄銅めっきへの誘導】

① 100 mL ビーカーに Zn 粉末 5 g を入れた。ここに Zn の表面をきれいにするために、HCl 水溶液を入れて 2 分程放置した後に HCl 水溶液を捨てて Zn を水で洗った。

② ①に 6 mol/L の NaOH 水溶液 20 mL と銅板 (10×20×0.50 mm、キンダ化学) 3 枚を入れた。

③ ②のビーカーを、ガスバーナーで 2 分間加熱し (図 1)、その後銅板をとりだして水道水で洗浄した。

④ 銅板をガスバーナーで、色が変わるまで加熱した (図 2)。

【実験 2: 浸透電位の測定】

測定には、らせん状にした 20 cm の Cu 線、Zn 線 (各直径 1 mm)、ポテンシオスタット/ガルバノスタッド HA-151B (北斗電工)、参照電極には Ag/AgCl 電極 (内部溶液: 飽和塩化カリウム水溶液、北斗電工)、対極には白金線を用いた。

① 1~6 mol/L の NaOH 水溶液、0.5~2 mol/L の HCl 水溶液をつくった。

② 電解質水溶液、Cu 線、Zn 線が入ったビーカーを 25℃ に設定した恒温水槽に 30 分以上浸した。

③ Cu の電位測定は、120 秒後に Cu と Zn をリード線ですなぎ短絡 (ショート) させた。



【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】 〔実験 1 でわかったこと〕 銅板の表面全体に亜鉛めっきが施され銀色に変化し、ガスバーナーで加熱すると金色の黄銅めっきへと誘導できた（図 3）。5 回のめっきを行ったが、1 回目に実験したときは入れた瞬間にめっきされ。これについては、Zn を HCl で洗浄されたことにより、表面に付着していた酸化被膜が剥がれ、Zn が溶け出しやすくなったことにより、めっき液と反応しやすくなったからだと考えられる。 また、めっき液の温度を下げてめっきされる過程を確認するため、2 回目以降は溶液を氷水で冷やした。すると、およそ 2 分でめっきされた。この実験から、めっき液の温度が高いほうがめっきされやすく、低いほうがめっきされにくいことが分かった。 〔実験 2 でわかったこと〕 NaOH 水溶液を用いた場合、短絡後に Zn の電位が Cu より正の値となり、通常 Zn>Cu である金属のイオン化傾向と逆転した（図 4）。これは、短絡後の Zn は（式 1）の反応が起きているが、短絡後には（式 2）の反応が起き、[Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> の濃度が Zn 電極付近で高くなるため、[Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> が Zn に還元される電位が正になると考えられる。一方で、Cu 電極付近では[Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> の濃度が比較的近くなり電位が負になったと考えられる。結果として、Zn がより正、Cu がより負の電位になったことが、Cu の表面に Zn がめっきされる原因であると考えられる。これは、アンダーポテンシャル析出と呼ばれる現象である。これまで NaOH 水溶液を用いた「錬金術師の夢」の反応機構が亜鉛のアンダーポテンシャル析出であることは示唆されていたが、Cu と Zn の浸漬電位を測定した報告は見当たらなかった。本研究により、NaOH 水溶液を用いた場合でも、Cu の電位が Zn の電位に近づく、または Cu の電位の方が小さくなる場合があることを確認できた。一方で、HCl 水溶液を用いた場合は短絡後に Cu の電位が下がるものの、Zn の電位に近づくなかった。さらに、Zn めっきもされなかった（図 5）。 $\text{Zn (粉末)} + 4\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn(OH)}_4]^{2-} + 2\text{e}^- \quad (\text{式 1})$ $[\text{Zn(OH)}_4]^{2-} + 2\text{e}^- (\text{銅板から}) \rightarrow \text{Zn (析出)} + 4\text{OH}^- \quad (\text{式 2})$
【今後の展望／Future study plan】 今回は、錬金術師の夢の詳細について研究することができたが、今後は、以下の 2 点について検討していきたい。 （1）銅と亜鉛を溶液の中に一日浸し、それを取り出して実験 1 操作④のように炙り、黄銅になるまでの時間を検証する。 （2）薄い銅と厚みがある銅と一緒に入れて、亜鉛めっきの速さについて検証する。
【参考文献／References】 1) Lee R. Summerlium, James L. Ealy, Jr.Chemical Demonstrations:A Soursebook for Teachers, 1st ed., American Chemical Society, 1985, Vol.1, p.104. 2) 林 英子, 稲場英明, 化学と教育 <b>2003</b> , 51, 504 3) 電気錬金研究会, 次世代めっき技術－表面技術におけるプロセス・イノベーション, 日刊工業新聞社, 2004, p.206.



図 1 亜鉛めっき



図 2 黄銅への誘導

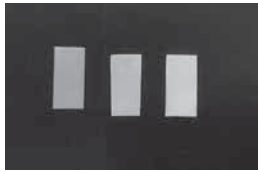


図 3 右：黄銅めっき 中：亜鉛めっき 左：銅板

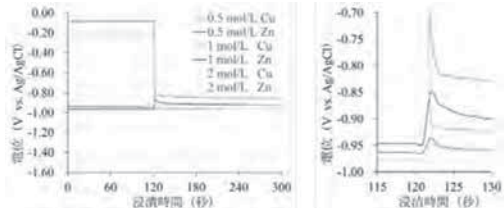


図 4 NaOH 水溶液を用いた場合の浸漬電位

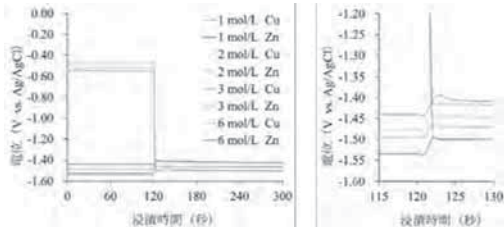


図 5 HCl 水溶液を用いた場合の浸漬電位

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。 物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )
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】 一瀬陽日 【メンバー／Member】 一瀬陽日 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】 水系溶媒でのケミカルライトの検討 【背景／Background】 PO-CL (過シュウ酸エステル化学発光、Peroxyoxalate Chemiluminescence) は様々な物質の微量検出・定量に応用されている。蛍光誘導体化させた基質のみを用いる蛍光検出と比較して、PO-CL は顕微鏡観察の際に光源が不要でノイズが抑えられるため、ごく微量の物質の定量に適している 1)2)3)。この方法の欠点としては、水溶液中では発光効率が低いことが挙げられる 1)。この課題を解決するために、水溶性シュウ酸エステルを合成し、水溶液中でも高効率で発光する反応系を実現することで、PO-CL の応用の幅を広げようと考えた。 また、PO-CL はケミカルライトとして市販の化学発光体に応用されている 1)4)。しかし、現在市販されているケミカルライトには、(1)フタル酸ジブチル等の有機溶媒が使われており、漏出時の処理が困難な点、及び(2)LED 光源を使ったケミカルライトよりもコストパフォーマンスが低い点という二つの課題がある。特に(1)について、フタル酸ジブチルは 2013 年に EU の有害物質制限指令である RoHS 指令に追加され、その使用が避けられるようになったため、代替溶媒が必要である。そこで、溶媒に水を使用することを考えた。水は環境に良い溶媒でありコストも低く、理想的な溶媒であるが、PO-CL は水溶液中での発光量が少なく、発光が持続しない欠点がある 1)。 上記のように試験研究用途と一般用途の両方において水溶液中での高効率な PO-CL 系が求められていることから、水溶液中でも高効率で発光する反応系を開発する必要があると考えた。 【目的／Purpose of the research】 水を多く含む溶媒中での PO-CL を実現し、水溶液中の試料の定量を目指す。 そのために、水系溶媒中で発光量が減少する原因について究明する。また、得られた知見を基に、水溶性を持つ新規シュウ酸エステルやシュウ酸エステルの加水分解を防ぐ超分子構造体などを創成し、その合成及び機能性の実証を目指す。 【研究計画／Research plan】 PO-CL 研究環境の構築について、1～2 の手順で研究を進める。 1. 発光量を定量的に測定する装置を開発し、動作の確認を行う。 2. 反応物と発光量の関係を明らかにし、有機溶媒中での PO-CL の特性を確認する。 水系溶媒中で発光量が減少する原因について、3～6 の手順で研究を進める。 3. 従来の有機溶媒での PO-CL 系に水を添加したときの発光量の変化から、水のシュウ酸エステルに対する影響、触媒に対する影響、反応中間体に対する影響について考察する。 4. 3 で得られた知見を基に新たな仮説を立て、その実験的検証を行う。 5. 考案した仮説について分子軌道計算を行い、理論的証拠を検証する。 具体的には、ESP 計算による反応性中間体の水及び蛍光物質と相互作用の推測、QM/MM 法による

反応性中間体の水和における溶媒と殻の構造の解明などである。 6. 赤外線吸収分光法によりシュウ酸エステルや反応性中間体の水素結合を計測し、5 の結果を用いて説明を試みる。 新たな PO-CL 系の創成について、7～9 の手順で研究を進める。 7. 水溶性置換基を持つシュウ酸エステルを考案し、合成と機能性の実証を試みる。 8. 生物物質や、既知の医薬品で水溶性を向上させるために使用されている置換基を参考に、新たなシュウ酸エステルの構造を考案する。このステップでは、ケムインフォマティクス分野の技術を活用できると考えている。 9. 5 と同様の方法で、考案したシュウ酸エステルやそれから生成すると考えられる中間体について水との相互作用を調べ、水に溶けながらも加水分解されにくい構造を持つシュウ酸エステルを見出し、合成と機能性の実証を行う。 新規 PO-CL 系の有効性の検討については、既存の方法または他の化学発光で使用されている方法で客観的に行うことができる。 【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】 PO-CL 研究環境の構築について、 1. 発光量を定量的に測定する装置を開発し、動作の確認（図 1） 2. 反応物と発光量の関係を明らかにし、有機溶媒中での PO-CL の特性の確認（図 2） を行い、反応物と発光量の関係、および発光量が最大になる反応物の条件を明らかにした。（図 3） 水系溶媒中で発光量が減少する原因について、 3. 従来の有機溶媒での PO-CL 系に水を添加したときの発光量の変化より、水のシュウ酸エステルに対する影響（図 4）、触媒に対する影響（図 5）、反応中間体に対する影響（図 6）についての考察（図 7） 4. 3 で得られた知見を基に立てた新たな仮説の実験的検証（図 8） を行い、ジオキセタン中間体の分解が発光量減少の原因であると結論付けた。（図 9） 新たな PO-CL 系の創成について、 7. 水溶性置換基を持つシュウ酸エステルを考案し、合成と機能性の実証 を行い、N,N'-disuccinimidylxalate が CPPO の 1/3 程度ではあるものの発光性を持つことを示した。（図 10） また、計算化学プログラムを用いたシュウ酸エステルの水オクタノール分配係数の計算にも取り組んでいる。 【今後の展望／Future study plan】 5、6 について、ジオキセタンと水の相互作用について、水のバルクの・非バルクの性質の両面から説明を試みる。また、その実験的証拠についても補強する。 8 および 9 について、トリフルオロメタンスルホン基を持つシュウ酸アミドが発光性の向上に有効である（図 11）ことから、構造を絞って検討する。また、シュウ酸エステルの合成について、高校の実験室のみでは限度があることから、大学に協力を仰ぎ、より高度な実験の実施することを検討している。 【参考文献／References】 1) 松本正勝,「生物の発光と化学発光」、日本化学会、2019 年 11 月 15 日初版 1 刷発行、p.93-102, p.125-133 2) 栗原誠、長谷川隆、河島拓治 (2002),「分析化学における化学発光法」、分析化学、Vol.51, No.4, p.205-233 3) N. W. Barnett, R. Bos, S. W. Lewis, R. A. Russell, (1998), "Rational design and preliminary analytical evaluation of two novel oxamide reagents for aqueous peroxyoxalate chemiluminescence", : Analyst., 123, 1239-1245 4) 山手哲郎、藤田正彦「化学発光組成物」特許番号 JP2011102398A
--





図1 発光量を定量的に測定する装置の開発



図2 反応溶液の調製の概略図

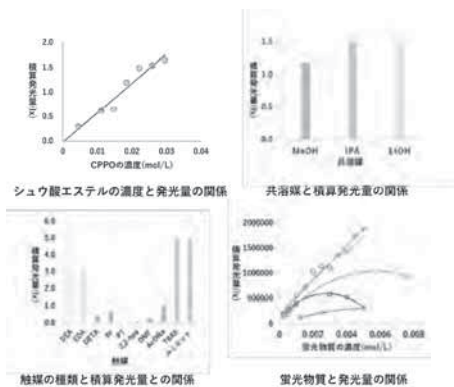


図3 反応物と発光量の関係

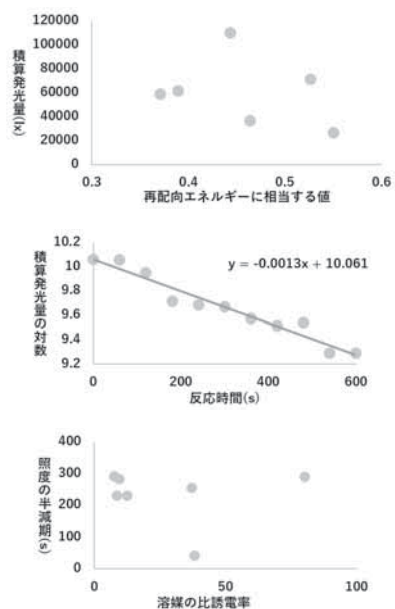


図7 極性溶媒中での発光量の減少に関する結果  
この検証結果から、図4-6で示した水のシュウ酸エステルに対する影響、触媒に対する影響、反応中間体に関する仮説は棄却された。

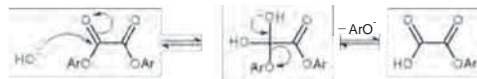


図4 水のシュウ酸エステルに対する影響  
活性シュウ酸エステルは加水分解し易く、水の存在下で不安定と考えられる。

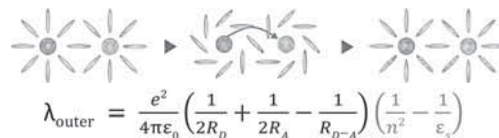


図5 再配向エネルギーの概略図及び計算式  
溶液中では、ドナー（電子を与える分子）やアクセプター（電子を受け取る分子）は溶媒和されている。電子移動反応が起き、ドナーとアクセプターに電荷が生まれると、周囲の溶媒は向きを変えてはならない（再配向）。この時、溶媒の極性が高いと、ドナーやアクセプターと溶媒分子との相互作用が強いため、再配向に大きなエネルギーを要する。この活性化エネルギーの高さが、発光反応を起こにくくしていると考えた。  
 $\lambda_{outer}$  ... 溶媒再配向エネルギー、 $\epsilon_0$  ... 真空の誘電率、 $R_D$ 、 $R_A$  ... 半径、 $R_{D-A}$  ... 中心間距離、 $n$  ... 溶媒の屈折率、 $\epsilon_s$  ... 溶媒の静的誘電率

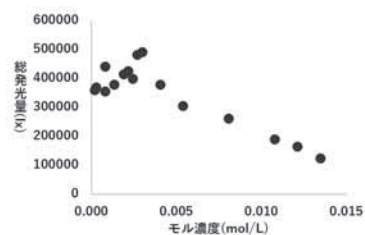


図6 触媒（TBAS、テトラブチルアンモニウムサリシレート）の濃度と発光量の関係  
触媒の濃度が高すぎると、発光量は減少する。極性溶媒中での触媒の過剰な働きが発光量の減少の原因であると考えた。

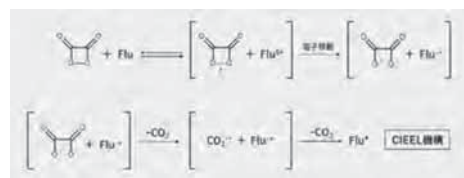


図8 ジオキセタン中間体に関する考察  
ジオキセタン中間体の水に対する不安定性が発光量減少の原因であると考えた。

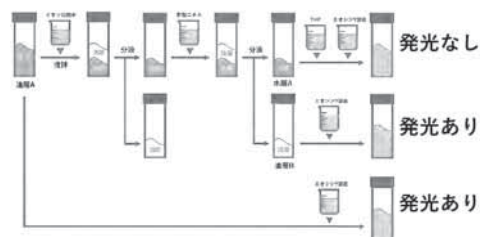


図9 ジオキセタン中間体に関する実験の方法及び結果  
この結果から、ジオキセタン中間体が水に不安定であることを確かめ、発光量減少の原因はジオキセタン中間体にあると結論付けた。

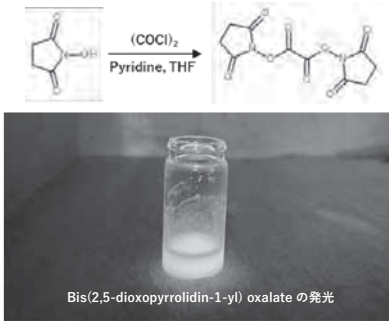


図 10 Bis(2,5-dioxopyrrolidin-1-yl) oxalate の合成法及び発光

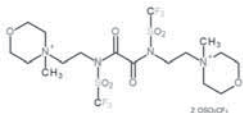


図 11 既に報告されている水溶性シュウ酸アミドの例 3)  
4,4'-oxalyl-bis[(trifluoromethylsulfonyl)imino]ethylene-bis[(N-methylmorpholinium)trifluoromethanesulfonate]  
ただしこの化合物は水への安定性に疑問が持たれており、改善が望まれる。

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	森本一真
【メンバー／Member】	森本一真、長谷川颯、阿部千紜、小宮旭士、畑野亜美
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】	バイオエタノール生産を目的とした酵母菌の探索とバイオリアクターの構築
【背景／Background】	近年、除菌に対する意識が高まり、燃料としてだけではなくエタノールの需要が高まっている。エタノールの生産に関しては、エネルギーや環境問題、余剰農産物問題への対応から、トウモロコシ等を主原料としたバイオエタノールの研究が世界中でなされている。これには次の①～③のような改良の余地があると考えられる。①発酵能力の高い酵母を探索すること、②酵母菌を繰り返し利用でき、効率的にエタノールを生産できる装置を作ること、③原料を効率的に糖化することである。今回は、③の糖化に必要な酵素が手に入らなかったため、①と②について研究を行うこととした。
【目的／Purpose of the research】	発酵能力の高い酵母菌を探索・単離する。また原料を交換するだけで繰り返しエタノールを生産できるバイオリアクターを構築する。
【研究計画／Research plan】	①身近な環境から発酵能力をもつ酵母菌を単離する。 果物や学校周辺の植物、公園の池などから採取した試料を標準寒天培地で培養し、コロニーを鈎菌する。これらのコロニーの微生物が発酵能力のある酵母菌であるかを確認するため、ダーラム管発酵試験や顕微鏡観察を行う。 ②エタノールを効率的に生産するバイオリアクターを構築する。 酵母菌をアルギン酸ビーズ（人工イクラ）に閉じ込め、原料となるグルコース水溶液を交換すれば繰り返しバイオエタノールを生産できる装置（バイオリアクター）を構築する。また、実際に何回繰り返し利用できるのかを検証する。
【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】	①果物や学校周辺の植物、公園の池などから採取した試料を培養した結果、179 の微生物のコロニーが得られた（別紙図 1）。得られたコロニーの微生物が発酵能力を持つ酵母菌であるか調べるため、ダーラム管を行った結果、発酵能力をもつ酵母菌 1 種類（文京区須藤公園の池由来）を選抜することができたが、二酸化炭素排出量（発酵能力の高さ）が市販のパン酵母に比べると低いように見えた（別紙図 2）。 ②市販のパン酵母（ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ）乾燥重量 3 g を 1%アルギン酸ナトリウム水溶液 100mL に加え、10%塩化カルシウム水溶液に滴下することで、酵母入りビーズを得た。減菌済みの 10%グルコース水溶液に酵母菌入りビーズを入れ、バイオリアクターを作成した（別紙図 3）。ビーズとグルコース水溶液がよく触れ合うように、マグネティックスターラーで常時攪拌し、水槽内のピーカーに二酸化炭素が溜まる様子を

観察し、発酵の有無を判断した。現在は 1 回目の発酵中であるが、48 時間毎に内部のグルコース水溶液を交換し、繰り返し発酵が行われるかを確認していく。現在、ビーズが破損することなく、順調にピーカー内に二酸化炭素が溜まっていく様子が確認できるため、内部のグルコース水溶液を入れ替えば繰り返しエタノールが生産できると考えられる。ただし、アルギン酸ビーズやグルコース水溶液には、酵母の培養に必要な窒素源が含まれていないため、次第にビーズ内の酵母菌は増殖できなくなり死亡していき、発酵効率が次第に悪くなっていくのではないかと考えられる。

【今後の展望／Future study plan】  
①現在の発酵条件で市販の酵母より発酵能力が高い酵母菌を探索することは困難であると考えられる。しかし今回単離した酵母菌は、温度の低い池から単離されたものであるため、低温条件での比較ならば市販の酵母より優れているかもしれない。低温条件で発酵が可能であれば、温度管理をする必要もなく、低コストでエタノールを作成することが可能になると考えられる。今後は、さらに多くの試料から酵母菌を探索するだけでなく、様々な条件での発酵能力を比較していきたい。  
②多くの回数繰り返し利用できるバイオリアクターを構築するため、窒素源の添加などの条件を検討していきたい。  
③今回は高額なセルラーゼが手に入らなかった為に実験できなかったが、落ち葉等からセルロースを分解できる微生物を単離し、シュレッター紙や落ち葉等、学校で大量に廃棄されている不要なバイオマス原料を糖化し、バイオエタノールの原料にできないか実験していきたい。

【参考文献／References】  
1) 安藤昭一, 初めて学ぶ人のための微生物実験マニュアル-培養から遺伝子操作まで 第 2 版, 技報堂出版,2003  
2) 福井三郎, バイオリアクター, 講談社,1985  
3) 長岡技術科学大学工学部, “化学反応を使ったカラフルカプセルを作ってみよう！”, おもしろ化学実験室 (工学のふしぎな世界), [https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/171208\\_02.php](https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/171208_02.php), (参照 2022-01-14)

別紙



図 1 試料から得たコロニーの様子



図 2 ダーラム管発酵試験の結果 (右端が市販のパン酵母、その左が須藤公園の池から採取された酵母の結果)

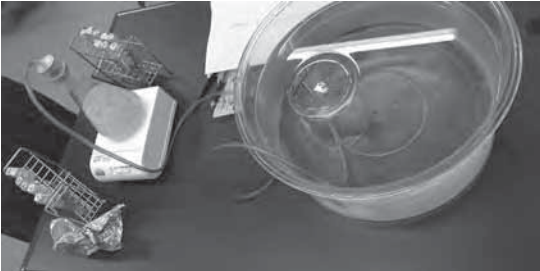


図 2 作成したバイオリアクター (右側のピーカー内に二酸化炭素が溜まっていくことで、発酵をしているかの確認ができる)

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
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】三田 倫太郎			
【メンバー／Member】三田 倫太郎			
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】劣化しない化学マジックの解明
【背景／Background】 メチレンブルー(MB)の酸化還元反応を利用した、青いフラスコの実験では、水溶液が徐々に黄色く変色し実験不可能になる問題点があった。CuSO <sub>4</sub> とV.Cを用いる方法 <sup>[1]</sup> が提案されていたが、脱色までの時間を制御することが難しかったため、これと反応の原理を解明することを目的とし、研究を行った。
【目的／Purpose of the research】 L-アスコルビン酸とCuイオンをメチレンブルーの還元剤として用いたときの実験の原理を明らかにすること。また、脱色までの時間をコントロールできるようにし、演示実験としてのより良い導入方法を考察すること。
【研究計画／Research plan】 1.分光光度計を用いて、時間経過時のCuイオンの挙動を調べた。 2.気体による反応への影響を調べた。 特に、攪拌により酸化されることに因る影響を調べた。 3.反応時のpHの挙動を調べた。 4.メチレンブルー、L-アスコルビン酸、CuSO <sub>4</sub> の各水溶液の濃度と脱色までの時間の関係を調べた。 5.Cl <sup>-</sup> や水溶液のpHが脱色までの時間に与える影響を調べた。 6.他Cu <sup>+</sup> 錯体を用いた実験は可能であるか調べた。 特に、銅-ビビリジル錯体、銅-トリエタノールアミン錯体、銅-サレン錯体を用いて反応機構の検証を行った。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 ・各溶質の濃度と脱色までの時間の関係 水溶液中のCuSO <sub>4</sub> 濃度、L-アスコルビン酸濃度を高くしたとき、脱色までの時間が短くなった。特に、CuSO <sub>4</sub> 濃度によって脱色時間は短くなりやすかった。これは、CuSO <sub>4</sub> が溶液中に多く存在することで酸化還元反応を触媒することや高いL-アスコルビン酸濃度条件下では、L-アスコルビン酸によって直接還元されるメチレンブルーが多いことが関係していると考ええる。0.050%付近のメチレンブルー水溶液を用いた場合には、脱色時間への影響は少なかった。 ・脱色までの時間の調整 通常脱色までの時間は速くないため、CuSO <sub>4</sub> 濃度を高くすることで脱色時間を短く調整できる。このとき、CuSO <sub>4</sub> 濃度をきわめて高くすることで静置時の無色溶液が緑色に着色される。これは、Cu <sup>2+</sup> -L-アスコルビン

酸錯体による。 ・反応原理 Cu <sup>+</sup> とL-アスコルビン酸の錯体形成時に、メチレンブルーが電子とH <sup>+</sup> を受け取ることで還元され、還元型である無色ロイコメチレンブルーとなり、さらに攪拌することでO <sub>2</sub> によって酸化され、速やかに青色メチレンブルーに酸化される。 Cu <sup>+</sup> がメチレンブルーによって酸化されてCu <sup>2+</sup> となり、これが過剰に存在するL-アスコルビン酸によって還元されることでCu <sup>+</sup> が供給されると考えられる。これによって、繰り返し反応ができる。 CuSO <sub>4</sub> とL-アスコルビン酸を加えた時に着色することから、Cuイオンは酸化反応を触媒 <sup>[2]</sup> 、図1のメチレンブルーの酸化反応が起こっていると考ええる。 また、CuSO <sub>4</sub> 濃度を高くしたときに脱色時間が短くなるため、青いフラスコの実験の成立にはかわらないが、図1のメチレンブルーの還元反応も起こっていると考ええる。 加えて、Cu <sup>+</sup> -L-アスコルビン酸錯体とは異なる錯体である、銅-ビビリジル錯体を用いても実験が可能だったことより、銅イオンの錯体形成が反応にかかわっていることも、この結論を支える。
【今後の展望／Future study plan】 この反応は、O <sub>2</sub> が存在しL-アスコルビン酸が過剰にある環境を保つことで、銅イオンを用いた繰り返し酸化還元反応を、長い間行うことができる。特に、Cu <sup>+</sup> の溶解度定数は1.0×10 <sup>-6</sup> mol/Lでふつう水に不溶だが、この反応から、水溶液中でCu <sup>+</sup> を酸化還元反応の触媒として用いることができる。
【参考文献／References】 [1] Whitney E. Wellman and Mark E. Noble, Greening the blue bottle, Journal of Chemical Education, Vol.80 No.5 May 2003, JChemEd.chem.wise.edu, p537-540 [2] 林建樹, アスコルビン酸の化学と食品への利用, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi Vol. 33, No. 6, 456~462 (1986) [3] ALBERT O. DEKKER and ROSCOE G. DICKINSON, Oxidation of Ascorbic Acid by Oxygen with Cupric ion as Catalyst, contribution from the gates and crellin laboratories of chemistry, California institute of technology, No.766, vol.62, p.2165-p2171, Aug.,1940

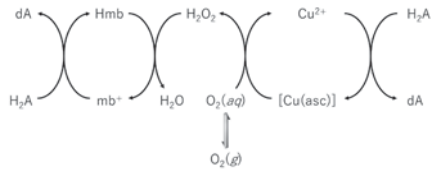


図1 銅イオンを用いた青いフラスコの実験  
H<sub>2</sub>AはL-アスコルビン酸  
dAはデヒドロアスコルビン酸  
mb<sup>+</sup>はメチレンブルー(青色)  
Hmbはロイコメチレンブルー(無色)  
[Cu(asc)]は系中で生成されるCu<sup>+</sup>-L-アスコルビン酸錯体

別紙 添付資料



図1 実験概要

静置時、メチレンブルーは還元され無色ロイコメチレンブルーとなり、攪拌することで酸化され、メチレンブルーとなる。この反応は繰り返し行うことができ、従来のグルコースとNaOHを還元剤として用いる場合<sup>[図2]</sup>よりも優れており、同様の実験操作で、より綺麗な色変化を簡単に見ることができる。



図2 従来の青いフラスコの実験の問題点

還元剤としてグルコースとNaOHを用いているが、時間の経過とともにこれが反応し、黄色く変色してしまうことが知られている。青いフラスコの実験では、その結果メチレンブルーを還元することができなくなり、実験をすることが不可能になってしまう。

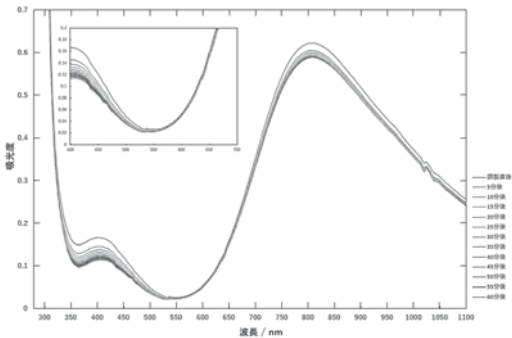


図3 CuSO<sub>4</sub>, L-アスコルビン酸混合溶液の調製後1時間の吸光スペクトル  
挿入グラフは、波長区間400-700 nmのもの。  
波長600 nm付近に等吸収点を確認した一方で、Cuイオンの吸光度は減少していることは、目視では確認できない微量な銅の析出や、錯体の形成によるものと考えられる。

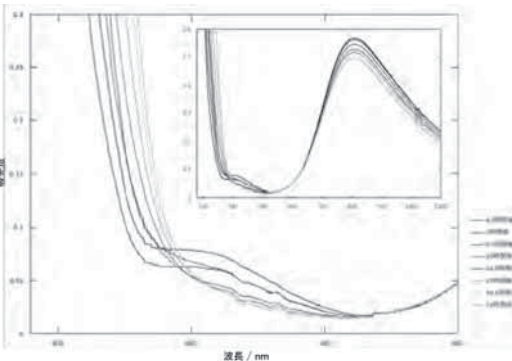


図4 溶液調製後の波長区間280-600 nmの吸光スペクトル  
挿入グラフは波長区間280-1100 nmのもの。  
調製後9.5時間までは430 nmの吸光ピークが減少したが、その後はその付近でピークは見られなかった。  
調製3日目までに銅が析出していたことが、この要因だと考える。



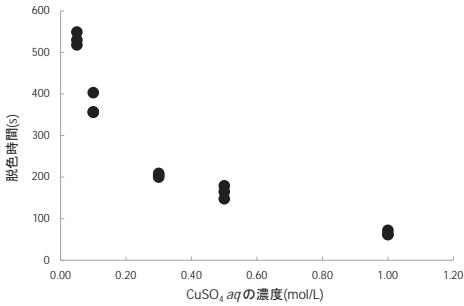


図 5 用いる CuSO<sub>4</sub> 水溶液の濃度と脱色までの時間の関係

用いる CuSO<sub>4</sub> 水溶液の濃度を高くすることで極めて脱色時間が短くなった。  
よって、脱色時間を速くしたい場合は、溶液中の CuSO<sub>4</sub> 濃度を調整することで可能となる。

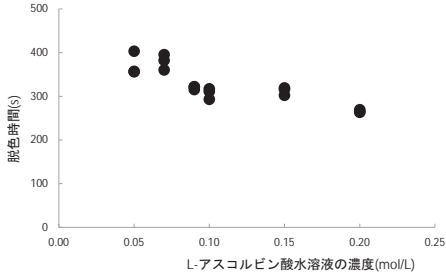


図 6 用いる L-アスコルビン酸水溶液の濃度と脱色までの時間の関係

水溶液中の L-アスコルビン酸濃度が高いと、脱色までの時間は短くなった。  
L-アスコルビン酸自体が速度は遅いが、メチレンブルーを直接還元することによると考える。

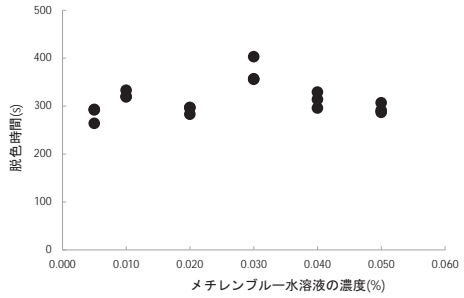
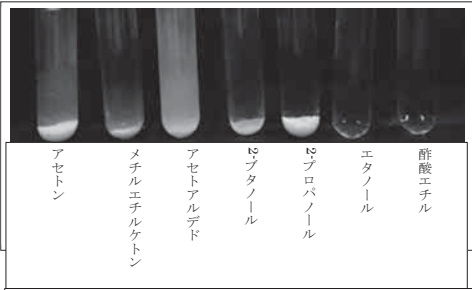


図 7 用いるメチレンブルー水溶液の濃度と脱色までの時間の関係

メチレンブルー濃度は他溶質と比べて高くないため、この付近の濃度変化では  
脱色時間に大きく影響はしない。演示実験のためには、色変化を観察しやすい濃度を用いるのがよい。

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。
物理／Physics	化学／Chemistry
医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )
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】元井 湊也	
【メンバー／Member】佐藤 進平	
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】失敗しないヨードホルム反応の実験方法について	
【背景／Background】 ヨードホルム反応は有機化合物に塩基性下でヨウ素を反応させたとき、特異臭を持つヨードホルムを生じる反応である。アセトアルデヒドやメチルケトン類及びエタノールや2-プロパノールなどの化合物を確認する実験方法だが、特にエタノールからヨードホルムが生成しにくいことが分かった。教科書や実験書を調べると方法がいろいろあるため、最適な実験条件を検討することにした。また、酢酸エチルは構造からは、ヨードホルム反応が陰性であるが、ヨードホルムを沈殿することが分かったのでその理由を調べた。	
【目的／Purpose of the research】 エタノールがヨードホルム反応を起こしにくい原因を検討し最適な実験条件を求める。他のヨードホルム陽性化合物について、それぞれの反応式をもとに最適と思われる実験条件を検討する。また、化合物ごとに生成したヨードホルムの質量を比較し反応のしやすさを比較する。	
【研究計画／Research plan】 試料は ①アセトン ②メチルエチルケトン ③アセトアルデヒド ④2-ブタノール ⑤2-プロパノール ⑥エタノール ⑦酢酸エチル を使用した。 (1)実験方法を比較する 今回、2つの教科書に記載の実験方法について比較した。(参考文献 1,参考文献 2) 実験方法 1 (参考文献 1) : 試験管に 0.31mol/L ヨウ素液 5mL を入れ、各種試料 1mL を加える。80℃のお湯中で 3 分温める。→ 5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をヨウ素の色が消失するまで加える。 実験方法 2 (参考文献 2) : 試験管に水 3mL を採り各種試料を数滴加える。1.48 mol/L ヨウ素液 0.5mL を加え、熱水につけ数秒後に、6mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下する。 ( 2 ) 反応式によって試薬量を変える メチルケトン類は反応式 (1) に従う。メチル基を持つ第 2 級アルコールは反応式(2)に従い、初めにメチル基を持つ第 2 級アルコールを酸化しメチルケトン類にする反応段階が必要となる。反応式は以下の 2 つである。 (1) CH <sub>3</sub> COR + 3I <sub>2</sub> + 4NaOH → CH <sub>3</sub> I + R-COONa + 3NaI + 3H <sub>2</sub> O (試料 : ①②③) (2) CH <sub>3</sub> CH(OH)R + 4I <sub>2</sub> + 6NaOH → CH <sub>3</sub> I + R-COONa + 5NaI + 5H <sub>2</sub> O (試料 : ④⑤⑥) 実験方法 3 : 試験管に各試料 0.01mol を取り、3mol/L ヨウ素液を加え、ウォーターバスで加温する。試験管をとり出し、5mol/L 水酸化ナトリウムを加えよく振り混ぜる。また、加温する温度について時間は 2 分間、温度を 60℃で行った。使用試薬量は反応式(1)及び(2)の係数比で添加する。 反応式 (1) 3mol/L ヨウ素液 10mL、5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 8mL (試料 : ①②③)	


反応式 (2) 3mol/L ヨウ素液 20mL、5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 12mL (試料 : ④⑤⑥) (3)加温の温度を変化させる 実験方法 3 と同様の手順でウォーターバスの設定温度 40℃,60℃,80℃に変化させた。 (4)実験の手順 ( ヨウ素液と水酸化ナトリウム水溶液の添加順序 ) を変更する ヨウ素が水酸化ナトリウムと反応し、次亜ヨウ素酸イオンになるとヨウ素液中の I <sub>2</sub> に比べて酸化剤としての働きが弱くなるため、水酸化ナトリウム水溶液を加える前にヨウ素液を加えて加温する手順が良いと文献に記載されている。(参考文献 3)また別の実験書では、水酸化ナトリウム水溶液を加えた後にヨウ素液を加える方法があったので、どちらがより適するか実験で検証した。実験方法 3 で、試料を取った試験管に水酸化ナトリウム水溶液を加え、加温した後ヨウ素液を加える手順で行った。また、加温温度を 60℃加温時間は 2 分間とした。 【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 (1) 実験方法を比較する 2つの実験方法 1,2 を比較した結果、実験方法 1 のヨードホルムがより多かった。実験方法 1 は加温時間が実験方法 2 より長いためである。ヨードホルム反応は CH <sub>3</sub> CO-R の構造を持ち、R が H または炭化水素基の時に起こる。酢酸エチルはヨードホルム反応は陰性であるが、ヨードホルム反応の塩基性下において、酢酸エチルが加水分解されエタノールが生成され、ヨードホルムが生成した。一方エタノールが一番少なくて反応しにくかった。 (2) 反応式に従って試薬を添加する ヨウ素液、水酸化ナトリウム水溶液の量を反応式の係数に従って添加し行った結果、酢酸エチルを含めたすべての試料でヨードホルムの沈殿物が見られた。(図 2)しかし、実験方法 1,2 と比較したところヨードホルムの量は少なかった。これは試料がすべて反応しないためで、ヨウ素液、水酸化ナトリウム水溶液を反応量より過剰に加える必要があることが分かった。 (3) 加温の温度による実験結果の違いを調べる 反応温度を変えると、ヨードホルムの沈殿物の質量は 40℃、60℃、80℃の順で多くなった。エタノールについては特に 40℃で加温した結果と 60℃で加温した結果との違いがほかの試料に比べて大きかった。(図 3)この結果から温度が高温であるほどヨードホルムができやすい。アセトンは実験した溶媒の中で最も多くのヨードホルムを生成したので、反応しやすいことが分かった。 (4)実験の手順を変更した時の結果を観察する 順序を変更し水酸化ナトリウム水溶液を先に添加しても生成するヨードホルムに大きな差異はなかった。アセトアルデヒドのみが水酸化ナトリウム水溶液を加え加温した時、橙色に変化した。(図 4)その後ヨウ素液を加えて試験管を振った結果、同様にヨードホルム反応が起きているが見られた。 まとめ 60℃で 2 分間、ヨウ素液と水酸化ナトリウム水溶液は反応式の等量より過剰に添加すると、ヨードホルムが沈殿できる。加温温度 80℃は溶媒の沸点を上回る化合物があるので適さない。 【今後の展望／Future study plan】 アセトアルデヒドに水酸化ナトリウム水溶液を添加し橙色に変化した反応の生成物を調べる。ヨウ素液と水酸化ナトリウム水溶液の最適濃度を変化させてより詳しく調べる。 【参考文献／References】 1.辰巳敬, 化学, 345, 数研出版, 平成 27 年 1 月 10 日 2.若松宏文, エステルの合成・分解とヨードホルム反応, 啓林館, 閲覧日 令和 3 年 12 月 15 日, <a href="https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science/kagaku-jissen_arch/201306">https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science/kagaku-jissen_arch/201306</a> 3.片江安巳, 化学と教育, 43, 329(1995)
--



【図1】実験方法1の結果  
試料 1ml  
0.3mol/L ヨウ素液 5ml  
5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液

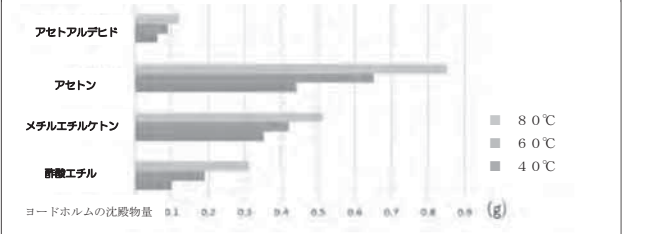
試験管に試料を取りヨウ素液を加え80℃のお湯で3分間温める。水酸化ナトリウム水溶液をヨウ素液の色が消えるまで数滴加える。

【図1】 実験方法1による各種試料溶液のヨードホルム反応

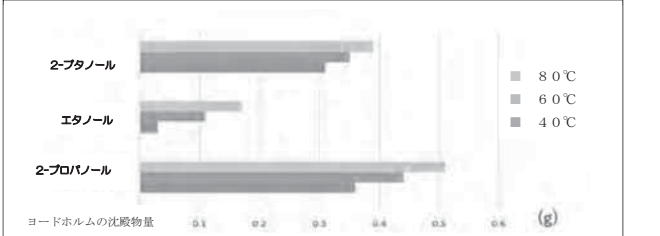


アセトアルデヒド/アセトン/メチルエチルケトン/酢酸エチル/ 2-プロパノール /エタノール  
/2-ブタノール


【図2】反応式のモル比に従い、試薬添加量を変化させたときの結果  
実験方法  
(1) 左から4つ目(アセトアルデヒド/アセトン/メチルエチルケトン/酢酸エチル)  
試験管に各試料を約 0.01mol 取り 3mol/L ヨウ素液を 10ml 加え、40℃のお湯で2分間加温した後試験管を取り出し、5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 8ml 加える。  
(2) 左から5つ目,6つ目,7つ目(2-プロパノール/エタノール/2-ブタノール)  
試験管に各試料を約 0.01mol 取り 3mol/L ヨウ素液を 20ml 加え、40℃のお湯で2分間加温した後試験管を取り出し、5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 12ml 加える。



【図3】加温の温度によるヨードホルムの生成量の違い  
・反応式(1) アセトアルデヒド アセトン メチルエチルケトン 酢酸エチル  
実験方法  
試験管に試料を約 0.01mol 分取り、3mol/L ヨウ素液を 10ml 加えて加温する。加温は温度を40℃,60℃,80℃の3回実験を行い、それぞれ2分間加温した。加温した後5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 8ml 加えた。沈殿物は吸引ろ過を用いた。事前に濡らしたろ紙の質量を計り、沈殿物をろ過した後その質量からろ紙の質量分を引いて求めた。



【図3】加温の温度によるヨードホルムの生成量の違い  
・反応式(2) 2-ブタノール エタノール 2-プロパノール  
実験方法  
試験管に試料を約 0.01mol 分取り、3mol/L ヨウ素液を 20ml 加えて加温する。加温は温度を40℃,60℃,80℃の3回実験を行い、それぞれ2分間加温した。加温した後5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 12ml 加えた。沈殿物は吸引ろ過を用いた。事前に濡らしたろ紙の質量を計り、沈殿物をろ過した後その質量からろ紙の質量分を引いて求めた。



【図4】  
アセトアルデヒドに5mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 8mlを加え、加温した様子。

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics **化学/Chemistry** 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

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】辻川 結依子・田沼 喜玖子・田沼 結美子

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】おからをおいしく食べてフードロス削減

【背景/Background】  
豆腐を作る際にできる副産物のおからは水分が多く腐りやすい。そのためタンパク質をはじめとする栄養素を豊富に含むにも関わらず、国内で製造される70万トンのうち約50%が産業廃棄物として捨てられている。最近では乾燥おからが販売されているが、乾燥させるといった加工には多くのエネルギーを要するため、未だ多くの生おからが廃棄されている。そこで昔から日本にある発酵を使って生おからの保存性を向上させ美味しく食べられるように加工できないかと考えた。いろいろな発酵食品を使いヨーグルトメーカーとインキュベーターを用いておからを発酵させてグルタミン酸とアミノ酸量を測定した。

【目的/Purpose of the research】  
発酵を使って生おからの保存性を向上させ、さらにグルタミン酸や他のアミノ酸を増加させて、より美味しく食べられるようにする。また、購入した生おからを家庭で発酵させ保存性を向上させて加工できるようにする。いろいろな発酵食品を種菌として使いヨーグルトメーカーやインキュベーターでおからを発酵させてグルタミン酸濃度とホルモル法でアミノ酸量を測定し最適な種菌や条件を検討する。

【研究計画/Research plan】

1. おからを発酵させる菌種はどれが適しているのか。市販のプレーンヨーグルトや乳酸菌飲料、みよこ麹、市販の納豆、粉末納豆菌をおからに添加し発酵させる。
2. ヨーグルトメーカーやインキュベーターでの発酵条件（発酵温度、発酵時間、乾燥おからに添加する水分量）を検討する。
3. L-グルタミン酸測定キット「ヤマサ」NEOを用いてグルタミン酸濃度を測定する。
4. ホルモル法でアミノ酸量を測定し遊離アミノ酸の増加量を測定する。
5. 発酵前後のpHを測定する。
6. 保存期間を確認するために、容器に入れて「カビ」が生えるまでの日数を比較する。
7. 薄層クロマトグラフィーで種菌による発酵前後のアミノ酸の種類の違いを調べる。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
発酵菌種について  
市販のヨーグルトや乳酸菌飲料の乳酸菌は牛乳などの乳糖を分解するが、おからのタンパク質を分解する能力は低く発酵がほとんど進まなかった。おからが植物なので植物性乳酸菌飲料を使って発酵させたがグルタミン酸は増えなかった。麹カビは市販のみよこ麹を用いた。麹カビはでんぷん、タンパク質、脂質を分解する能力が高く、おからのグルタミン酸及びアミノ酸量も増加した。納豆菌は大豆たんぱく質・糖を分解

する能力が高いので、グルタミン酸が増加すると予想した。しかし、好気性であるためヨーグルトメーカーの長い筒状の容器内では空気が全体に混じらないため発酵があまり進まなかった。納豆の発酵は糸引き納豆になることが指標であるがねばねばと糸を引くことはなかった。また、においが強く食物としては適さなかった。従ってみやこ麹（麹菌）を発酵菌種として選択した。
発酵時間・発酵温度について 発酵時間は24時間、48時間、72時間で、温度は25℃、40℃、60℃で実験を行った結果、麹カビの60℃、72時間が最もグルタミン酸が増加した。しかし7日間保管後著しくグルタミン酸が減少した。納豆菌は加温後に常温保存している間も発酵が進み、グルタミン酸が増加した。(図1、図2)
アミノ態窒素について 麹菌おからのアミノ態窒素は45.08mg/100mL、納豆菌おからは141.8mg/100mLでグルタミン酸量とは異なり納豆菌おからが多かった。(図3、4) 納豆菌はグルタミン酸以外のアミノ酸を多く作ることが分かった。
pHの変化について pHが下がると保存性が向上するが、腐敗によってもpHが下がるため、見分けが難しい。納豆菌おからは1番pHが高く、アンモニアが生じるためpHが下がりにくいと考えられる。1日以上発酵させると、アルカリ性になり強いアンモニア臭が生じた。一方ヨーグルトおからは乳酸酸が生じるためにpHが低いものが多かった。麹菌おからは一週間保存するとpHは低下した。(図5、図6)
薄層クロマトグラフィーの結果 72時間発酵させた麹菌おからにおいてスポットが一番多く見られたため、麹菌おから72時間発酵でアミノ酸が多くうま味が増加していると考えられる。麹菌おから72時間発酵ではアミノ酸のロイシン、フェニルアラニン、イソロイシンのスポットが大きく、濃く表れたため多く作られたと考えられる。(図7)
無発酵おから、麹菌おから、納豆菌おからのアミノ酸の種類を比較したとき麹菌おからの方がより多くのアミノ酸のスポットがみられ、遊離アミノ酸が増加したことが確かめられた。特にロイシン・フェニルアラニン・イソロイシンが増加した。アミノ酸の増加から旨味が増えたと考えられる。
まとめ最適な発酵条件について おからは大豆と比較して糖分・タンパク質・脂質が半分になっているので発酵菌が増加するのに大豆より時間がかかる。したがって72時間60℃を選択した。また、今後は味噌の熟成のように発酵後は常温で保存し味の変化を検討する。以上の結果から、おからを、麹菌を種菌に用いて、60℃で72時間発酵させたものが、一番グルタミン酸やアミノ態窒素量が増え、発酵していないおからよりも保存性が高まることが分かった。
【今後の展望/Future study plan】 保存可能期間を求めるために目視でカビを見る以外の方法を検討する。 pHがどの程度下がると、腐敗しないのかを検討する。 納豆菌おからや麹菌おからの発酵が保存中も進行するような水分量や容器などの保存方法を検討する。 発酵おからに対しどのような調理法や料理が適するのかを検討する。 麹菌おからの保存方法について検討する。
【参考文献/References】 1) 安藤達彦、吉田宗弘：身の回りの食品分析実験、117-119/三共出版株式会社2013/10/1 2) 坂本真由子、藤丸祐貴、北垣浩師志、宮本拓、宮本真理、小林和也： 発酵と醸造のいろは47-62、71-76/株式会社エヌ・ティー・エス2017/10/17 3) 坂本卓：発酵食品の科学 第2版/日刊工業新聞社2018/3/25

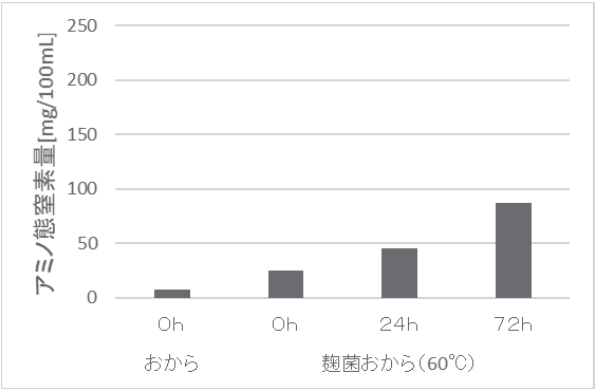


図3. 麹菌おから (60℃発酵) のアミノ態窒素量

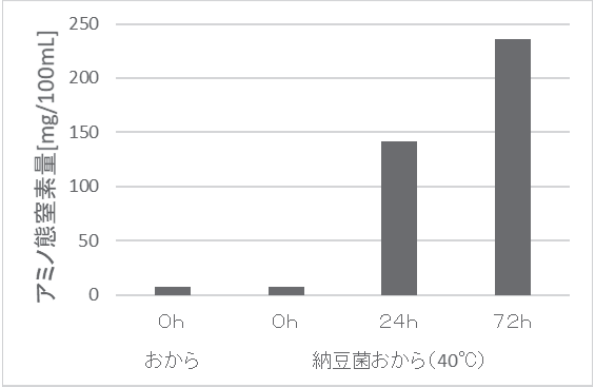


図4. 納豆菌おから (40℃発酵) のアミノ態窒素量

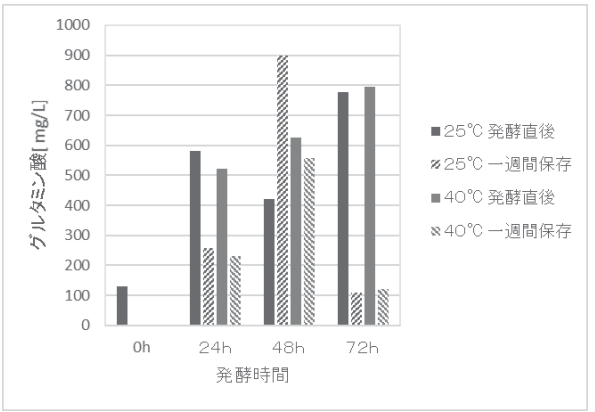


図1. 麹菌おから中のグルタミン酸の発酵時間と保存後の変化

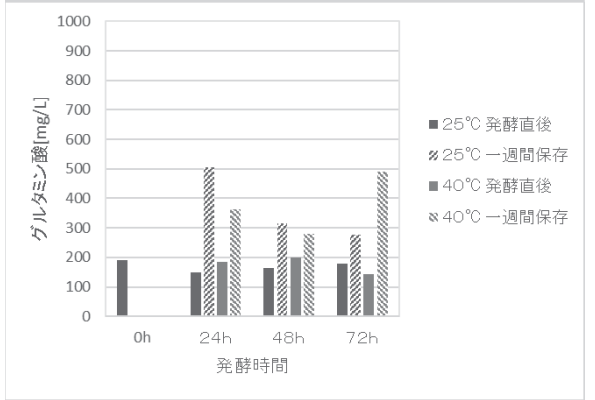


図2. 納豆菌おからのグルタミン酸の発酵時間と保存後の変化

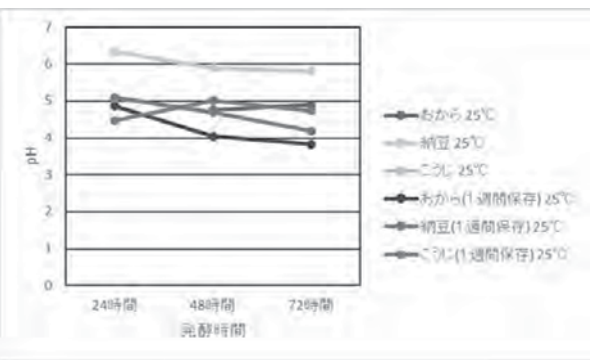


図5. 発酵時間に対する pH の変化 (25℃)

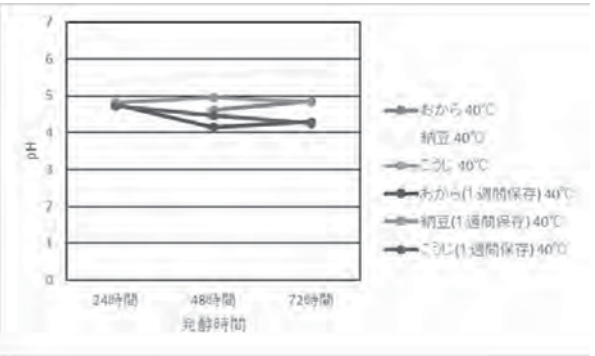


図6. 発酵時間に対する pH の変化 (40℃)



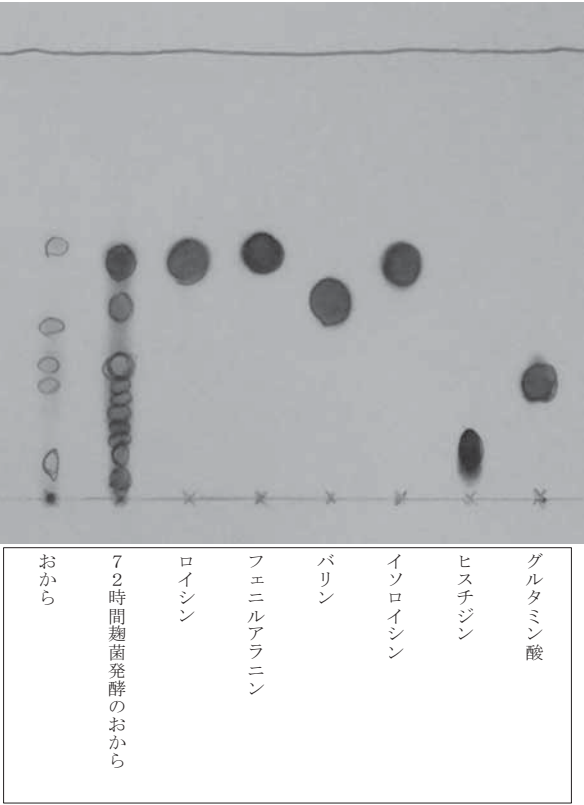


図7. 麹菌による発酵後のおからのアミノ酸

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】鈴木紀樹

【メンバー／Member】重村理希、水見春空

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】井上みどり・高田昌子

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】次亜塩素酸水の保存方法および有機物による分解

【背景／Background】

新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、アルコール消毒剤が不足し次亜塩素酸水が注目された。次亜塩素酸水を使用する際は、主に次の2点に気を付けなければならない。  
・次亜塩素酸水は保存ができないためすぐに使い切る必要がある  
・次亜塩素酸水を使用する際はあらかじめ汚れを拭き取る必要がある  
また、次亜塩素酸水は薬品などから調製できるため、薬品から調製したものと市販品を用いて、この2点について検討した。

【目的／Purpose of the research】

保存性については、ものの消毒に必要な有効塩素濃度を保存場所によってどれくらいの期間保つことができるのかを検討する。また、汚れによる次亜塩素酸水の有効塩素濃度への影響については、様々な有機物で有効塩素濃度がどれくらい減少するかを検討した。

【研究計画／Research plan】

ジクロロイソシアヌル酸ナトリウムから調製した次亜塩素酸水と市販次亜塩素酸水(モーリス)を用い、実験1・実験2を行った。

実験1. 保存方法による分解の比較

次の5つの保存条件で次亜塩素酸水の分解を遮光性や保存温度について検討した。

- ① ポリエチレン製試薬瓶のままで恒温槽内の手前に保管した明所高温 (45℃)
- ② 試薬瓶のままで実験室内の窓際に保管した明所室温 (25℃~32℃)
- ③ 試薬瓶にアルミホイルを巻き遮光したのち恒温槽内の奥に保管した暗所高温 (45℃)
- ④ 試薬瓶にアルミホイルを巻き遮光したのち窓際に保管した暗所室温 (25℃~32℃)
- ⑤ 冷蔵庫内に保管した暗所低温 (1℃)

実験2. 有機物添加による分解の比較

ジクロロイソシアヌル酸ナトリウムから調製した次亜塩素酸水(濃度は約 250ppm, 200ppm, 150ppm の3種類)と市販次亜塩素酸水(モーリス)の4種類を用い、有機物として、グルコース、フルクトース、グリシン、グルタミン酸ナトリウムの4種類を用いた。以下の条件で次亜塩素酸水に添加した。

- ① グルコース  $1.36 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- ② フルクトース  $1.38 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- ③ グリシン  $3.27 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

④ グリシン $6.49 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
⑤ グルタミン酸ナトリウム $7.73 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
⑥ グルタミン酸ナトリウム $1.58 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
⑦ グルタミン酸ナトリウム $3.08 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
添加物①~④は15分おきに、⑤~⑦は5分おきに有効塩素濃度を測定した。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】
実験1. 明所高温と暗所高温で有効塩素濃度の減少が顕著だった。暗所室温では、モーリスの有効塩素濃度の減少がジクロロイソシアヌル酸ナトリウム水溶液より小さかった。一方、暗所低温は有効塩素濃度の減少がいずれの場合にも抑えられていた(図1, 2)。このことから、次亜塩素酸水は低暗所保存つまり冷蔵庫での保存が推奨されることを裏付ける結果が得られた。
実験2. 還元糖であるグルコース(図3-①)、フルクトース(図3-②)を添加した次亜塩素酸水の有効塩素濃度は減少しなかった。 グリシンを添加すると(図3-③~④)、時間経過とともに徐々に有効塩素濃度が減少し、30分以降の減少は小さくなった。グリシンの添加濃度を2倍にしても有効塩素濃度の減少速度が大きくなることはなかった。 グルタミン酸ナトリウムを添加した次亜塩素酸水では(図3-⑤~⑦)、有効塩素濃度の減少が顕著で、5分でほぼ一定の値となった。今回実験した添加濃度では $1.58 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ (図3-⑥)が有効塩素濃度の減少が最も大きかった。添加濃度が高い場合に有効塩素濃度の減少が大きくならなかったことは、添加後の次亜塩素酸水のpH(表1)に差があることが影響している可能性が考えられる。添加濃度が低い条件(図3-⑦)では5分後の有効塩素濃度が次亜塩素酸水の濃度により異なることから、添加グルタミン酸ナトリウム1molあたりの有効塩素濃度の減少量を計算すると、次亜塩素酸水の濃度によらず有効塩素0.15mol程度となった。 添加物濃度が $3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 程度のグリシン(図3-④)とグルタミン酸ナトリウム(図3-⑥)を比較すると、グルタミン酸ナトリウム添加でグリシン添加より有効塩素濃度の低下が早いことがわかった。 グルタミン酸ナトリウム添加で一定になった有効塩素濃度の値が添加濃度により異なっていたのは、分解反応が進んだ際に有効塩素濃度の測定に用いる粉体試薬と反応する生成物が生じたことによる影響している可能性があると考えられる。
【今後の展望／Future study plan】 太陽光に当たった次亜塩素酸水の有効塩素濃度が減少したことより、紫外線による有効塩素濃度への影響を検討する。また、酸素の有無による影響も検討する。 今回用いた物質以外の有機物を用いて実験を行い、それによる有効塩素濃度への影響について調べる。 グルタミン酸ナトリウム添加による次亜塩素酸水の分解により生じる生成物質が有効塩素濃度の測定に用いる粉体試薬と反応し測定値に影響するかどうかを検討する。
【参考文献／References】 1)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・経済産業省・消費者庁特設ページ, <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> ) 2)福岡智司:「次亜塩素酸の科学」, 米田出版(2012) 3) <a href="http://jokinmorriss.com/about/">http://jokinmorriss.com/about/</a> 「モーリスとは?」弱酸性次亜塩素酸水除菌モーリス 紹介サイト

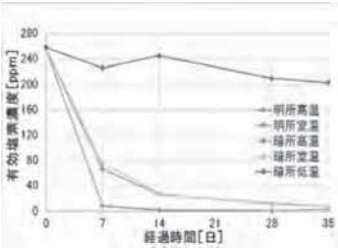


図1. ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム水溶液の経時変化

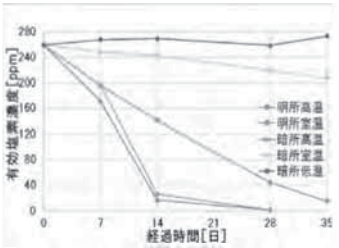
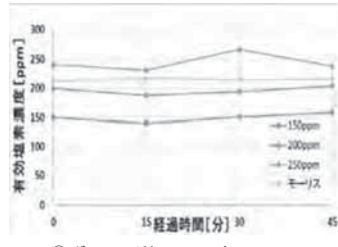
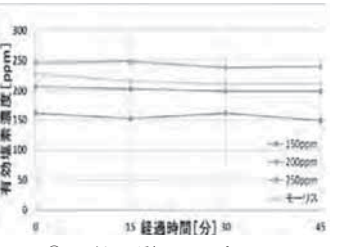


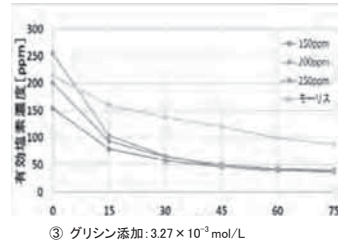
図2. 市販次亜塩素酸水(モーリス)の経時変化



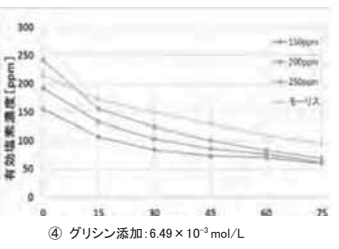
① グルコース添加:  $1.36 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$



② フルクトース添加:  $1.38 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

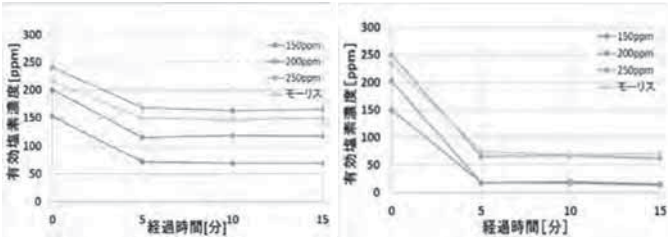


③ グリシン添加:  $3.27 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

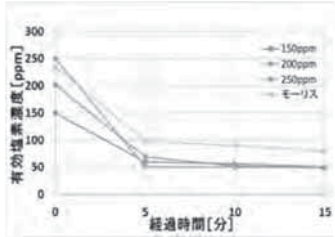


④ グリシン添加:  $6.49 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

図3. 有機物添加による次亜塩素酸水の有効塩素濃度変化



⑤ グルタミン酸ナトリウム添加:  $7.73 \times 10^{-4}$  mol/L      ⑥ グルタミン酸ナトリウム添加:  $1.58 \times 10^{-3}$  mol/L



⑦ グルタミン酸ナトリウム添加:  $3.08 \times 10^{-3}$  mol/L

図3. 有機物添加による次亜塩素酸水の有効塩素濃度変化

表1. グルタミン酸ナトリウム添加濃度と次亜塩素酸水のpH

グルタミン酸ナトリウム 添加濃度 [mol/L]	次亜塩素酸水 [ppm]	pH					
		開始時	15分後	30分後	45分後	60分後	75分後
$1.58 \times 10^{-3}$	150	6.33	4.00	4.00	3.99	4.00	3.90
	200	6.40	3.57	3.44	3.56	3.56	3.40
	250	6.21	3.81	3.78	3.79	3.81	3.70
	モーリス	6.32	3.35	4.01	3.37	3.33	3.20
$3.08 \times 10^{-3}$	150	6.33	4.72	4.80	4.80	4.80	4.80
	200	6.40	4.42	4.30	4.40	4.40	4.50
	250	6.21	4.11	4.00	4.10	4.20	4.10
	モーリス	6.32	3.85	3.90	3.90	3.90	3.90

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】
実験1 RB,BPEA,PLを使用した二層間 PO-CL の発光色
結果を図2に示す。攪拌10分後、色素が1種類の場合は光の三原色に応じた発光色、2種を混合させた場合は対応した三原色の混色の発光を示した。また、攪拌20時間後にはすべての場合において発光反応が止まっており、加えた色素に応じて反応層の様子に変化が見られた。RBを含むものはRBの赤色が消えていて蛍光がみられなかった。BPEAを含むものは保存層にBPEA由来と思われる緑色の蛍光がみられた。PLを含むものは褐色がかった反応層となった。この時UVを当ててみると蛍光は変わらずに残っていた。
反応終了後RBの蛍光が消えたということはRBの構造が反応や過酸化水素によって壊れている可能性がある。また、BPEAの蛍光が保存層に見られたのは構造的に極性がほとんどなく、攪拌によってより溶けやすい保存層に一部が移動したためであると思われる。そして、PLも同じように極性がほとんどないので一部が保存層に移動したと考えられる。
実験2 RB,BPEA,PLを使用した二層間 PO-CL の発光強度
結果を図3に示す。RBの場合、ピークは極端に高いがそこに至るまでの時間と発光時間が短かった。BPEAの場合、ピークは中程度でピークに至るまでの時間と発光時間が長かった。PLはRBの場合と同じぐらいでピークに達し、発光強度はかなり低く発光時間は中程度であった。また、2種類の色素を混ぜた場合、発光強度、ピークに至るまでの時間、発光時間それぞれにおいて、大体中間の性質を示すことがわかる。
RBでは、極性があるため反応層の方に溶けやすく多くの分子が発光したためにピークが大きくなり、さらに生成したシュウ酸エステルを触媒的に分解する力が強いためにすぐに強く発光してシュウ酸エステルを使い切ってしまったと考えられる。また、BPEAでは反応層に付けた分子がRBよりは少ないためピークは下がり、中間体を分解する力が弱いためにだんだん発光強度が推移していったものと考えられる。そしてPLの場合、反応層に溶けた分子量が少なかったことに加えて高エネルギーである青色の光を放出しているため発光のピークが低くなったものと考えられる。
【今後の展望／Future study plan】
今回蛍光色素を混合させての実験はRB&BPEA、BPEA&PL、RB&PLの組み合わせしか行わなかったため、使用した3種類の蛍光色素をすべて使用すると三原色全ての混色である白色の発光を示すのか確かめたい。
また、RBが反応終了後に蛍光を失ってしまう理由が不明であるため、考察を進めて蛍光が失われないように試みたい。
そして、今回は色素を1:1の配分でしか実験していないため、他の配分を試してみても様々な発光色を実現させたい。
そのほかには、今回使用した3種類の色素は同じ条件の反応層で使用するとピークや発光時間にばらつきが大きいので色素の濃度や触媒量を調整しての実験を行いたい。
さらに、二層間 PO-CL の特徴である発光終了後の攪拌による再発光に関する実験は未調査であるためこれも行いたい。
【参考文献／References】
1)島袋泰盛、「二層間物質移動を利用した化学発光の新たな制御方法の検討」、77-87、立教池袋中学校・高等学校科学部部報 (2018)

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピュータ／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】立教池袋高等学校

【代表者名／Representative's Name】鈴木 海都

【メンバー／Member】鮎貝 盛周、穴田 大羅、大沼 真木人

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】後藤 寛、加藤 裕也

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】様々な発光色の実用的な二層間 PO-CL の作製

【背景／Background】

PO-CLとは過シュウ酸エステル化学発光 (PeroxyOxalate-ChemiLuminescence) の略称であり、ケミカルライトに使われる発光反応である。この反応は通常溶媒に対して過酸化水素水を別途添加する必要がある。しかし先行研究において、図1のように混合せずに界面を形成する二種の有機溶媒を用いて PO-CL を保存層と反応層という二層構造としたものがあった<sup>1)</sup>。この二層構造によってシュウ酸エステルが使い切られるまで反応が進行し続ける通常の PO-CL とは異なり、反応途中に分層することによって再度反応を起こすことが可能となった。

【目的／Purpose of the research】

この二層間 PO-CL について先行研究では1種類の蛍光色素しか使用しておらず、多様な色を出すことはできていなかった。そこで光の三原色を示すと思われる蛍光色素を二層間 PO-CL で使用し、発光強度に影響は出るのか、色素を組み合わせて使うと様々な色を発色できるのかを調査することで、最終的に十分な発光強度で多様な色に発光する二層間 PO-CL を実現させるために研究を始めることにした。

【研究計画／Research plan】

今回の実験では蛍光色素として、9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン(緑・以下 BPEA)、ローダミンB(赤・以下 RB)、ペリレン(青・以下 PL)を使用した。また、それぞれの実験において単色だけでなく二種の蛍光色素を1:1の割合で混合したものも測定した。

実験1 RB,BPEA,PL を使用した二層間 PO-CL の発光色

1. 蛍光色素を合計が  $2 \times 10^{-4}$  mol/L になるように、溶媒であるフタル酸ジメチル中に溶かしたあと、触媒としてサリチル酸ナトリウムを  $6.25 \times 10^{-4}$  mol/L と、30%過酸化水素水を溶媒と同量加えてよく攪拌し過酸化水素を溶液中に溶かし込んだ。その後、シュウ酸エステルの分解を防ぐため、分層した過酸化水素水を取り除いたものを反応層とした。

2. シュウ酸ビス(3,4,6-トリクロロ-2-ペンチルオキシカルボニルフェニル)を  $3.33 \times 10^{-2}$  mol/L、溶媒としてn-デカンに溶かしこれを保存層とした。

3. 1.2の溶液を順番に3mLずつ試験管に2回に分けて入れた。

4. 色素ごとの反応層の色と、その発光色を攪拌前、攪拌10分後と20時間後に撮影した。

実験2 RB,BPEA,PL を使用した二層間 PO-CL の発光強度

手順1と同じように試験管に2回に分けて入れた。

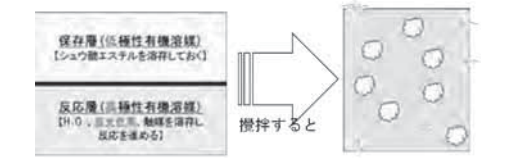


図1 二層間 PO-CL の機構

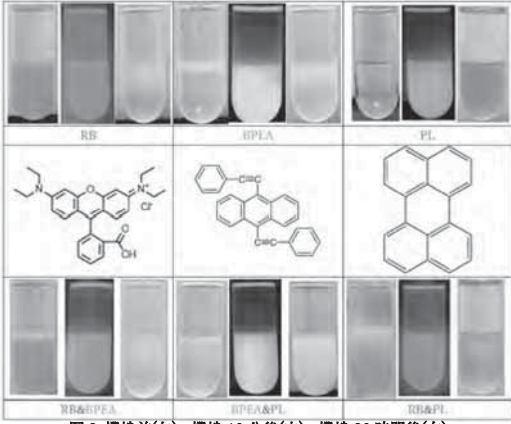


図2 攪拌前(左)、攪拌10分後(中)、攪拌20時間後(右)

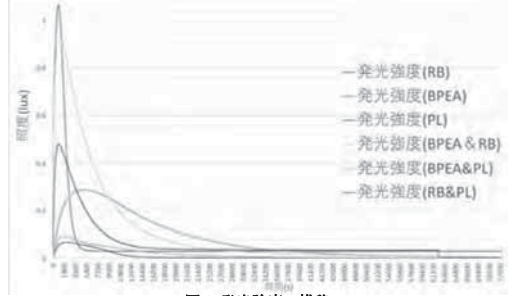


図3 発光強度の推移

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
参加者／Participant's Information			
【学校名／School Name】立教池袋中学校			
【代表者名／Representative's Name】千葉颯			
【メンバー／Member】金結 日野杉太陽 神田隼快 山吉優一朗 清水悠盛			
指導教員／Supervising Teacher			
【お名前／Name】後藤寛			

発表内容／Abstract of the Presentation
【タイトル／Title】大きなビスマス結晶を取り出す
【背景／Background】 ビスマスの結晶は表面が虹色で階段状の凹凸があることでよく知られている <sup>1)</sup> 。また、大きく、高さもあるビスマスの結晶を作るためには、経験とコツが必要となる。
【目的／Purpose of the research】 今回は誰でも簡単に大きく分厚いビスマス結晶を作成するための条件を実験し、探っていった。
【研究計画／Research plan】 <b>実験 1 大きなビスマス結晶を作成する</b> 1. ビスマスをステンレス製のカップに入れる。 2. メッセルバーナーで完全に溶かし、火を止める。 3. 割りばしで表面の酸化被膜を取り除く。 4. 数分待ち、表面に浮き出た結晶を根元から引き抜く。 以上の工程を 5 回行い、取り出した面を底辺として上から見たときの長辺・短辺・高さ・質量を測定した。 <b>実験 2 針金を用いてビスマス結晶を作成した時の結晶構造の変化を調べる<sup>2)</sup>。</b> 1. ビスマスをステンレス製のカップに入れる。 2. メッセルバーナーで完全に溶かし、火を止める。 3. 割りばしで表面の酸化被膜を取り除く。 4. 即座に針金を浮かべる。 5. 数分待ち、結晶の面が表面に浮き出たら針金を割りばしで引っ張り出す。 実験 1 同様、以上の工程を 5 回行い値を測定した。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 <b>実験 1 大きなビスマス結晶を作成する (表 1)</b> 3 回目や 5 回目に作成した結晶はピラミッドのように規則的に表面が階段状に広がっている。また、2 回目と 5 回目に作成した結晶はカップの縁付近で取り出したため、曲面の部分がある。 実験 1 の中でも大きい 4 回目に作成した結晶は実験 2 に作成した結晶に多く見られたピラミッド型の結晶が複数個くっついたような形をしていた。 本来の目的である「大きく分厚い」結晶は 1 つしか作成することができなかった。 <b>実験 2 針金を用いてビスマス結晶を作成した時の結晶構造の変化を調べる (表 2)</b> 3 回目に作成したビスマス結晶は二つの実験の中で最も質量が大きかった。

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。														
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science												
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )														
参加者／Participant's Information															
【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校															
【代表者名／Representative's Name】安陽葉子															
【メンバー／Member】山中麻央															
指導教員／Supervising Teacher															
【お名前／Name】鈴木秀															
発表内容／Abstract of the Presentation															
【タイトル／Title】木造建築における耐久性															
【背景／Background】 私たちは、学校の校舎などの耐震工事をされた建物を目にする。そこで、それらに本当に耐久性はあるのか、更に耐久性を上げる方法は無いのか疑問に思った。 また、SDGs において木材の使用が促進されている事を知った。															
【目的／Purpose of the research】 木材を用いて、最も耐久性の高い構造を調べる。															
【研究計画／Research plan】 ・5mm×5mm の木材を用いて 12 タイプの模型を作成 ・机に模型を固定し、結んだ糸を結ぶ ・滑車に通した糸に 20g ずつおもりを掛ける 尚、おもりを掛ける間隔は 10 秒にし、倒壊の定義を模型が 10° 傾いたときとする。															
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 <table><tr><td></td><td>Type1</td><td>Type2</td><td>Type3</td></tr><tr><td>1 回目</td><td>40g</td><td>20g</td><td>60g</td></tr><tr><td>2 回目</td><td>20g</td><td>40g</td><td>80g</td></tr></table> <div>Type1:棒のみ      Type2:垂直方向の柱      Type3:水平方向の柱</div>					Type1	Type2	Type3	1 回目	40g	20g	60g	2 回目	20g	40g	80g
	Type1	Type2	Type3												
1 回目	40g	20g	60g												
2 回目	20g	40g	80g												
【今後の展望／Future study plan】 ・たこ糸での固定位置の変更 ・倒壊の定義 30° →10° ・他のタイプの模型作成															
【参考文献／References】 日本 SDGs 協会(japansdgs.net) 日本 SDGs 協会 R3 12/23															

実験 1 よりも実験 2 で得られた結晶の方が長辺・短辺・質量ともに大きくなった。 5 個すべてにおいてピラミッド型の結晶が複数個くっついたような形をしていた。 5 回目に作成したビスマス結晶は下に伸びる部分が片側に偏ってしまっていた。また、取り出す際に根元に付いていた結晶が千切れてしまった。 この実験では結晶を針金で引っ張り出すという方法で取り出した。それにより大きな結晶を取り出すことはできたが、結晶自体の重さにより五回目の実験時のように取り出す際に冷えて固まっていない部分で結晶がちぎれてしまったと考えた。 このことから、針金を用いて厚みのあるビスマス結晶を取り出すためには、実験 1 のような根元から引き抜くという方法の方が結晶を安全に取り出すことができると考えた。しかし、引き抜くだけで大きなビスマス結晶を取り出せるという利点は「誰でも簡単に」という目的達成に欠かせないと思われるため、より多くの条件の設定が必要であると考えた。
【今後の展望／Future study plan】 実験 1 中で酸化被膜を集めたところは結晶が浮き出てきやすいということに気が付いたので、次は炎を止めるときの温度や表面に結晶が浮き出てから取り出すまでの時間などの条件を細かくそろえたい。 また、針金を用いることなく、表面にできた酸化被膜を集めてより大きな結晶を作成する方法や、小さな結晶を核の代わりとして浮かべ、大きな結晶を作成する方法を試していきたい。
【参考文献／References】 1) 中込真 (2015) 「美しいビスマスの結晶 (結晶) をつくる」『化学と教育』63 巻 7 号 p346～347 2) 後藤創紀 (2017) 「児童や生徒の金属に対する興味・関心を醸成するビスマス結晶づくり」『材料教育』56 巻 第 4 号 p291～295

表 1 取り出したビスマスの結晶











	写真	長辺 (cm)	短辺 (cm)	高さ (cm)	質量 (g)
1		2.86	2.23	2.19	13.97
2		4.62	2.57	2.81	30.31
3		3.78	2.52	2.91	41.81
4		4.12	3.70	2.79	52.77
5		3.05	2.41	3.69	22.23
平均		3.69	2.69	2.88	32.22

表 2 針金を用いて取り出したビスマスの結晶

	写真	長辺 (cm)	短辺 (cm)	高さ (cm)	質量 (g)
1		3.99	3.72	2.80	52.76
2		5.29	3.03	3.34	76.17
3		5.71	4.25	2.80	112.75
4		4.00	3.26	2.94	69.10
5		5.10	3.32	3.14	45.39
平均		4.82	3.52	3.00	71.23

分野／Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		
参加者／Participant's Information			
【学校名／School Name】茨城県立水戸第二高等学校			
【代表者名／Representative's Name】佐々木 あおば			
【メンバー／Member】福田 真希			
指導教員／Supervising Teacher			
【お名前／Name】鈴木 秀			
発表内容／Abstract of the Presentation			
【タイトル／Title】高い音の活用法			
【背景／Background】 物理の授業で音について勉強した際、超音波が手術用のメスになることを知り、専門分野だけでなく日常生活に活用できないかと考えた。			
【目的／Purpose of the research】 年齢によって聞こえる音域が異なるので、音を高くしていき若者だけに聞こえるモスキート音にすることで先生に気付かれずにカンニングすることができるのではないかと。			
【研究計画／Research plan】 1.You Tube の音源をパソコンに録音し、音声編集ソフト「Sound Engine Free」を使用して少しずつ周波数を上げていく。 2.できた音源を生徒役の人に聞いてもらい、はっきりと聞き取ることができるか確認する。			
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 音が高くなるにつれ原因不明の雑音が入ったり音が割れたりしてしまって元の文章が分からなくなってしまった。また、音を高くした時に英語よりも日本語の方が聞き取りやすかった。 雑音が入ってしまった理由にパソコンが出せる周波数に限界があるからではないかと。また、人間は単調な高い音を聞き取ることができるが、複雑な高い音を聞き取る事ができないからではないかと。			
【今後の展望／Future study plan】 声などの複雑な音だと聞きづらかったため、単調な音を使って音声を作ればよいのではないかと。例えば、音をモース信号化すれば聞こえやすくなるのではないかと。			
【参考文献／References】 家の社 サウンド編集 sound enginehttps://forest.watch.impress.co.jp/library/software/soundengine/ 2021年10月8日 Sound engine free の使い方 http://daisytokyo.in coccan.jp/soundengineV4.52_17n07.pdf 2021年10月8日			



9 7. 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

分野/Area

□てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics

化学/Chemistry

医学・生物/Medical Science・Biology

地学/Earth Science

数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer

その他/Others( )

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】尾崎 就

【メンバー/Member】井ノ上 要、東山 佳乃子、藤田 馨、和田 七海

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】尾崎 就

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】モデルロケットを高く飛ばすには～フィンの形状とチューブの材質について～

【背景/Background】メンバーの二人が校内の、モデルロケット全国大会 i 参加チーム(sky flowers)に所属しており、大会の3 競技の中で「高度競技」についての研究を行いたいと思った。モデルロケットを高く飛ばすには、空気抵抗の少ないフィンを作ることが必要だと考えた。その後、初めて参加した全国大会で、他のチームのモデルロケットを観察したり、工夫しているところを聞いたりするうちにモデルロケットをどれだけ軽くすることができるかというところに至り、素材研究をすることにした。また、アドバイスを頂いた中で、紙筒の表面を出来る限り薄くし、強化するためにボンドを塗る iii、というものがあつた。学校にボンドの乾燥したあとと硬化するという性質をもった不飽和ポリエステル樹脂があつたので比較しながら研究をしたいと思った。

【目的/Purpose of the research】まずはじめに、空気抵抗の少ないフィンをつくりたい。次に、モデルロケットにおいて軽量化が必要であるため、できるだけ軽く、強い素材を見つきたい。

【研究計画/Research plan】(実験方法)①スターターキット(アルファードⅢ) iii の打ち上げを行う。②本体軽量化のための自作モデルロケット「クリアファイル製」を打ち上げる。③フィンの形のみ条件を変えて打ち上げ、比較する。実験に使うフィンの形状は6 つ。画像 1※①～③の打ち上げは、朝 8 時に本校の校庭で行い、高度を記録するときはレーザー距離計を用いる。

④ボディチューブの材料を比較する実験を行う。モデルロケットの材質において、「高い強度、耐水性、耐熱性、軽量化」がまず前提として必要である。

○実験 A：コピー用紙にボンドと不飽和ポリエステル樹脂を塗って乾かしたあと、重さをはかり、強度、耐水、耐熱について実験し比較する。画像 2~4○実験 B：1 製図用ケント紙、2 再生画用紙、3 マルチコピーペーパー、4 再生色画用紙、5 エコパルプ、6 キムワイプ、7 ペーパータオルを用意し、それぞれに不飽和ポリエステル樹脂を塗って乾かしたあと、重さをはかり、強度、耐水、耐熱について実験し比較する。

〈実験目的・方法〉強度：・打ち上げから着地までの空気の圧や衝撃にどれくらい耐えられるのかを比較するため。・はかりの上に発泡スチロールを置き、針先面積 (π cm<sup>2</sup>) (約 3.14 cm<sup>2</sup>) の棒で素材を刺す。破れたところの重さを記録する。画像 5耐水：

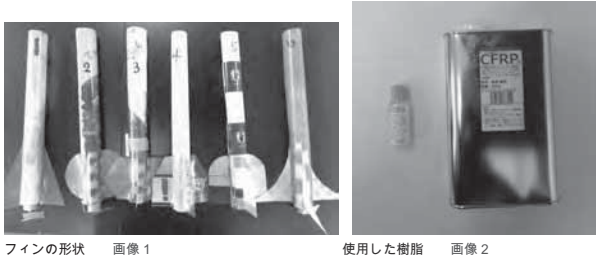
9 7. 横浜市立横浜サイエンスフロンティア  
高等学校附属中学校

・大会中に雨が降ることがあり、水分がどのくらいしみ込んでしまうかを比較するため。・先に重さを測っておき、水に 5 分間浸したあと軽く拭いてどれくらい重さが増えたかを記録する。画像 6耐熱：・打ち上げ時のエンジンの熱(火)にどれくらい耐えられるかを比較するため。・ガスバーナーで 3 秒間燃やし、燃焼や開いた穴の程度を比較する。画像 7.8(④において同一の条件)用紙は 8cm×8cm樹脂：硬化液=10：0.15

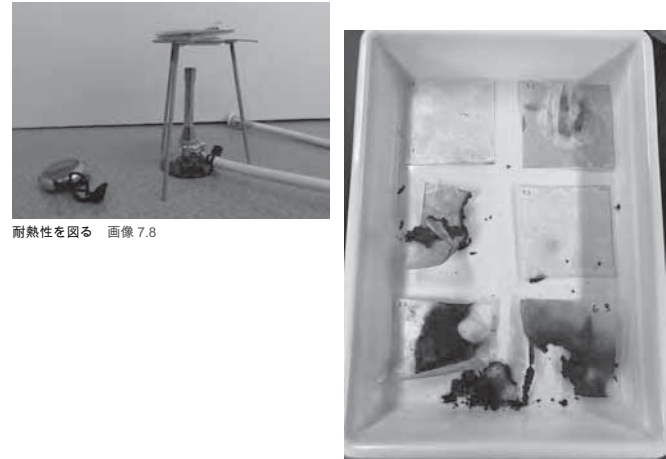
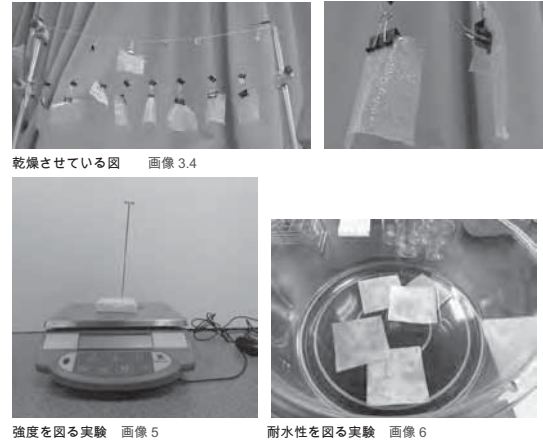
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】○最適なフィンの形状 表 1フィンの形状→5 号機、6 号機が一番高く飛んだ○ボンドと樹脂では、数値的にはボンドのほうが良かった。ボンドのほうが柔らかく、筒にした際に折れそうだった。表 2○ボディチューブの材質 表 3軽量：4 再生色画用紙、7 ペーパータオル耐重：1 製図用ケント紙、2 再生画用紙&4 再生色画用紙耐水：3 マルチコピーペーパー、7 ペーパータオル耐熱：1 製図用ケント紙、4 再生色画用紙これらから、1 製図用ケント紙と 4 再生色画用紙が最適なのではないかと考えた。

【今後の展望/Future study plan】今回得られた結果で実際にモデルロケットを作成し、飛ばすことができていないので飛ばし、そこから改善点を探して改良したい。高度競技では、軽量化しながら、強度、耐熱性、耐水性を保つことが重要であるが、他競技のパラシュート定点着地競技、パラシュート滞空時間競技においては、軽量化だけでなく、パラシュートのたたみ方、パラシュートの最適な大きさ、適度な重さなど、探求点は多くあるので、これらからも続けて研究していきたい。また、シミュレーションソフトを用いて、効率的に研究を進めていきたい。

【参考文献/References】i 日本モデルロケット協会 <https://www.ja-r.net/index.htm>ii モデルロケット部品を作る <http://modelrocketseisaku.cocolog-nifty.com/blog/2009/03/post-afa0.html>iii モデルロケットスターターキット購入 <https://www.rika.com/product/detailed/C15-1862>



9 7. 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



9 7. 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

	条件・環境	結果	考察・反省
実験1 6/25	・スターターキット ・垂直方向設置(地上では殆ど無風)	・発射台から約15mの位置に落下 ・目視で比較的高く飛んだ	・着陸時に機体が回転してしまった ・パラシュート同士がくっついて落ちてきた
実験2 8/3	・自作モデルロケット ・垂直方向設置	・校舎を超えて無くなってしまった	・風上に発射方向を設置するなど、風向きを考える必要がある
実験3 10/12	・自作モデルロケット(フィンなし、3号機、2号機) ・垂直方向設置	・フィンなし→飛行が安定せずすぐに落下した ・3号機→パラシュートが開かなかった ・2号機→約18m	・パラシュートがスムーズに開かなかった
実験3 10/14	・自作モデルロケット(5号機、3号機) ・垂直方向設置	・5号機→約27.3mでほぼ真上にとんだ ・3号機→測定できなかった	・エンジンを深く差し込みすぎて、末端部分が溶けてしまった→適切な位置に差し込む
実験3 10/15	・自作モデルロケット(1号機、4号機、6号機) ・垂直方向設置	・1号機、4号機→測定できなかった ・6号機→約26m	・レーザー距離計は、使い方が難しくて、はかれなことが多い

フィンの形状についての具体的な実験結果 表 1

	火(中央・直で)	強度(棒の直径2mm)	耐水	重さ
ボンド	1.72s	2500g	0.24>>>0.24g	0.98g
樹脂	1.53s	1670g	0.22>>>0.39g	0.91g

ボンドと樹脂の具体的な比較実験結果 表 2

9 7. 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

素材の種類	重さ(g) 一枚目	二枚目	三枚目	四枚目	重さ平均(g),1	耐水性 (g),2	耐熱性 (3秒),3	耐重性 (g),4
1	1.81	1.95	1.76	1.96	1.87	2.08	画像	4400
2	1.46	1.39	1.45	1.39	1.4225	1.54	画像	3800
3	1.00	1.08	0.85	0.88	0.9525	1.11	画像	2600
4	1.27	1.33	1.32	1.42	1.335	1.55	画像	3800
5	1.40	1.38	1.45	1.51	1.435	1.49	画像	3000
6	1.16	1.25	1.11	1.08	1.15	1.26	画像	1500
7	0.75	0.71	0.54 破れて いる箇所あり	0.69	0.6725 三除く →0.716 06...	0.73	画像	2000

素材の種類の重さ、耐水性、耐熱性、耐重性 表 3

9 8. 宮城県古川黎明高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	阿部凜花
【メンバー／Member】	高橋綾乃, 高橋空
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】	災害時におけるインスタント発電の研究
【背景／Background】	インスタント発電とは、緊急時など電力源が傍にない環境下で、身の回りにあるものを利用し即席で電気を生み出す発電方法のことである。私たちは十年前に東日本大震災を経験した。緊急時には、生活のためだけでなく、連絡手段や情報収集にも電気が必須になる。身の回りにあるものから即席で発電できれば、被災者を少なからず支援することができると考え、この研究テーマに至った。災害時でもご飯を作る場面の熱で発生する水蒸気を利用できれば、ガスコンロなどの限られた燃料を最大限に活かすことができる。私達はまず水蒸気を実験対象とし、素早く、確実に電気を生み出すことを目標にした。今回は、簡易な構造のプロペラの羽根の枚数と発電量の関係を検証することを目的とした。
【目的／Purpose of the research】	モーターはタミヤ製の低回転型モーターを用いた。円形に切り出した発泡ポリスチレン板に、ステンレス板を羽根として差し込んだプロペラをモーターに接続した。圧力鍋に水を入れ、圧力調節のコマを取り外した状態でカセットコンロで加熱して沸騰させ、噴き出す蒸気をプロペラに当て、直流モーターのシャフトを回して発電し、発生する電圧と電流を調べた。
【研究計画／Research plan】	圧力鍋の蒸気口から 54cm の距離にプロペラを固定し、プロペラの羽根の枚数を 2 枚、3 枚、6 枚にしたところ、羽根が 2 枚の場合は電圧が 0.04V、電流が 0.006mA、電力が 0.24mW、羽根が 3 枚の場合は電圧が 0.05V、電流が 0.010mA、電力が 0.50mW、羽根が 6 枚の場合は電圧が 0.06V、電流が 0.011mA、電力が 0.66mW であった。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	今回のプロペラは、できるだけ簡易な構造にしようと考えたことから、発泡ポリスチレン板にステンレス板を差し込むものを使用した。強固な構造でないため、蒸気口からの距離を 54cm としたが、プロペラの強度を高めて、より蒸気口に近づけたところで発電することを検討したい。また、プロペラの大きさを変える、あるいはプロペラの羽根の枚数をさらに多くするなどの工夫を試したいと考えている。
【今後の展望／Future study plan】	家電を分解してモーターやペルチェ素子などを取り出し、発電に使うことも検討したい。
【参考文献／References】	

9 9. 熊本県立天草高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	畑口明果
【メンバー／Member】	洲崎美樹 平野りか
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】	田上敦

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	摩擦力をデザインする～トレッドパターンが駆動力と制動力に与える影響～
【背景／Background】	本研究を行った経緯は、次の通りである。以前私達は、斜面上を運動する力学台車の加速度と、力学台車に働く力の関係に注目して研究を行った。その研究で、台車の加速度は摩擦の影響が大きく関係していると結論づけた。() その際、私達の生活に必要な、車のタイヤに興味を持った。自動車が発達するときや停止するときには、摩擦の力が大きく関係するため、自動車のタイヤと地面の間に生じる摩擦について調べたいと考えた。また、タイヤが摩耗して千切れたゴムのカスが、雨によって川や海に放出され、マイクロプラスチックになるという問題がある。他にも、偏摩耗によってタイヤが変形すると、ハンドルがぶれたり、バーストしたりして、事故につながるという問題がある。タイヤの摩擦力を研究することで、この問題を解決できるのではないだろうか。タイヤにはスタッドレスタイヤ・オフロードタイヤ・飛行機のタイヤなど様々な種類がある。それらのタイヤに刻まれている溝をトレッドパターンと呼び、ファッション効果を高めるだけでなく、タイヤの性能も変化することが分かった。このトレッドパターンが、タイヤと地面の間に生じる摩擦とどのように関係しているのかを調べた。
【目的／Purpose of the research】	今後、タイヤの材質が変わったり、タイヤや道路の表面の状態が変わったりする場合に、生じる摩擦がどう変化するかを知りたいと思い、実験を行った。「トレッドパターンを変えることで、地面に対する摩擦は変化する。パターンが複雑なほど、摩擦力が大きくなるのではないかな」という仮説を立て、その検証を目的とした。
【研究計画／Research plan】	実験では、ゴム製のタイヤの代用品として、消しゴムを使用した。8 種類のトレッドパターン(縦縞、横縞、クロス 5°、10°、15°、20°、斜め、非型)を準備した。なお、板の表面上は乾燥した状態と水で濡らした状態(霧吹き 1 回)の 2 パターンで行った。 1：8 種類のトレッドパターンを消しゴムに彫り、簡易的トレッドパターンを作る。(溝の深さ×幅は一定) <b>図 1 参照</b> 2：消しゴムに吸盤を取り付け、スマートカーの力センサー部分と接続する。 <b>図 2 参照</b> 3：スマートカーを引き、力センサーで摩擦力を測定する。※測定結果は SPARKVUE で記録する。 4：おもりなし、500g のおもりを乗せた状態、1000g のおもりを乗せた状態の 3 種類のデータを比較する。

9 9. 熊本県立天草高等学校

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	質量が大きくなるにつれて、最大摩擦力が大きくなっている。クロスは、縦縞と横縞に比べて最大摩擦力の値が大きかった。これらのことから、トレッドパターンを変えることで摩擦性に影響を与えることが分かった。縦縞、横縞はクロスに比べて摩擦の値が大きいことから、制動力が大きいと考えられる。また、質量が大きくなるにつれて最大摩擦力も大きくなっていることから、質量と最大摩擦力は比例の関係があることが読み取れる。(物理で既習の $F = \mu mg$ が成り立つことがいえる) 表面を濡らした状態のデータは、乾燥しているものに比べ、トレッドパターンごとの最大摩擦力のばらつきが小さかった。このことから、水が板とゴムの間に入り込み、トレッドパターンによる効果を小さくしたのではないかと考えられる。 <b>図 3、図 4 参照</b> 。※実験中に消しゴムが破損したため、クロス 5 のデータについては、削除している。
【今後の展望／Future study plan】	トレッドパターンの種類を増やしたり、組み合わせたりして摩擦の影響や制動力などを調べていきたい。それに加えて地面の材質や、表面の状態を変えることで、結果に変化が見れるか調べたい。また、表面積を描いて今後の実験を行っていきたい。今回の実験では、消しゴムを滑らせて実験を行ったが、今度は消しゴムを丸めて円柱状にし、実際のタイヤに近い形で実験を行いたい。水平な板の上を滑らせて行う実験だったが、通常のタイヤにかかる力にはころがり摩擦力がはたらくので、今後の実験ではその影響についても考察したい。さらに、ゴムの性質により、温度が変化することで摩擦も変化するのではないかと考えられるので、室内温度を変えて対照実験を行いたい。また、χ 二乗検定を用いて、データの分析についても、より精密に行っていきたい。
【参考文献／References】	機械工学便覧 発行所:日本機械学会 考える 物理基礎 発行所:株式会社 新興出版社啓林館 高等学校 改訂 物理基礎 発行所:第一学習社

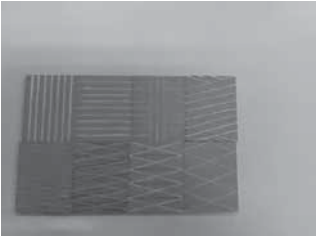


図1：作成した簡易ドレッドパターン

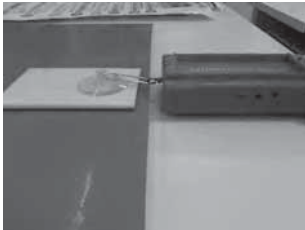


図2：実験の様子

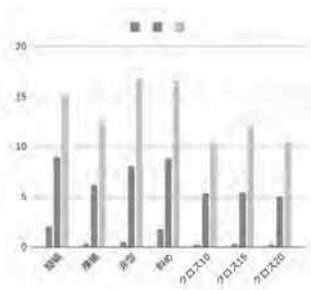


図3：乾燥した面での最大摩擦力  
(青：おもりなし、赤：おもり500g、黄：おもり1000g)

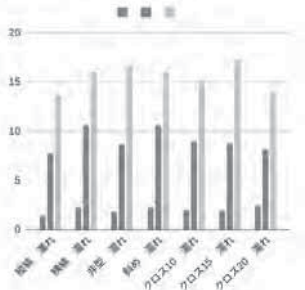


図4：濡れた面での最大摩擦力  
(青：おもりなし、赤：おもり500g、黄：おもり1000g)

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	藤波 理穂
【メンバー／Member】	川上 莉音
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】	雪は天からの手紙〜様々な条件によって生じる雪の結晶の違い〜
【背景／Background】	雪ができる雲の中を直接見ることはできない。人工的に雪の結晶を作る事によって、どのような条件であれば雪の結晶が大きく成長できるのか、実験を通してその要因の一端を探ることにした。
【目的／Purpose of the research】	雪の結晶の形は様々なところで見ることができるが、雪の降ったときや霜が降りた時にしか、自然界では実際には見ることができない。雪の結晶を簡単に再現できる方法でよく知られたものに「平松式ベットボトル人工雪発生装置」＜図1＞がある。その装置を使って雪の結晶が成長する様々な要因について調べることにした。これに温度センサー「おんどり」をゴム栓に穴を開けてつけ、温度のモニタリングが出来るようにした。さらに濡れたティッシュペーパーをゴム栓とベットボトルの間に挟むなどして、水蒸気量の調整を行った。
【研究計画／Research plan】	まず先行研究の追実験を行い、現象を再現することにした。温度条件（温度変化のモニタリング）を測定・記録し、水蒸気量や凝結核の種類などを変えて実験を行った。またそれらの実験から結晶が成長する条件は何かを検証した。結晶が発達する温度条件は、+15℃を中心とした-10℃から-20℃くらいであることが、モニタリングデータと目視からわかった。さらに水蒸気量と凝結核について次の仮説を立て実験し検証した。 仮説 1：水蒸気量が多いほど、結晶の成長速度や大きさは、速く大きくなる。 仮説 2：釣り糸の太さが細すぎると、表面積が小さいため成長せず、太すぎても凝結核としての役割を果たさないのではないか。また、ナイロン以外の素材は表面がざらざらしているため、凝固しやすい結晶が大きく成長しやすいのではないか。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

「結晶ができるという点」ではどのような水蒸気量においても速度の差や大きさの差はあれど出来た。

凝結核についてもどのようなものでも、やはり出来ることは出来た。よって水蒸気量や凝結核よりも温度条件の要因の方が大きいと思われる。「大きくかつ速く成長するという点」に関しては当初予想した通り水蒸気を常に供給し続ける状態で、結晶の発達が速く大きくなった。また凝結核の太さや素材（表面の形状など）も関わりがあり写真1、太さは 0.09mm、表面はざらざらした形状で凝固しやすいものが発達しやすいと考えられる。

写真1

ナイロン製の凝結核

天然素材の凝結核

雲の中でも水蒸気が常に供給され適度な大きさや形状の凝結核が、雪の結晶を大きく速く成長させる要因の1つと考えられる。写真2

写真1 凝結核を髪の毛としたときの雪の結晶の発達

<5分後>

<15分後>

<30分後>

【今後の展望／Future study plan】

- ・凝結核の太さには限界があるのかどうか。
- ・凝結核の形状や付着物などに発達条件は左右されるのかどうか
- ・凝結核以外の要素を変えて相関関係を明らかにする

【参考文献／References】

ベットボトル人工雪発生装置 平松和彦

雪の結晶 埼玉県立川越女子高等学校 佐藤葉々果 中原海空 野村雪乃

雪の結晶 富山県生活環境文化部長官生活課

雪結晶の様々な形ができる条件 荒木 健太郎

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

○物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	保延知佳
【メンバー／Member】	保延知佳 杉田陸斗 平田栞 柳沢匠
指導教員／Supervising Teacher	
【お名前／Name】	稲村拓也 金谷文隆

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	位置エネルギーを利用して前進する歩行ロボットの制作
【背景／Background】	受動歩行ロボットとは、外部からのエネルギーを用いずに歩き続けることが可能な二足歩行ロボットである。そのため災害地等、電力供給が不可な地域でも支援活動に活用できると考えられている。同じく前進できるロボットとして、車輪を使用したロボットが挙げられるが、車輪では連続した平面上でしか運用できないため、使用可能な場所が限られてしまう。対して二足歩行ロボットならば着地点が離れていたとしても運用が可能であるのもその理由の一つであると考えた。しかし、私たち人類が行う「歩行」は非常に動きが複雑でありこれをロボットとして再現した受動歩行ロボットは非常に複雑な機構を有するため、社会的な活用には至っていない。ここで、歩行ロボットを実際に制作し、歩行実験を行う中で歩行に必要な最低限の条件を抽出することでよりシンプルな受動歩行ロボットの制作につながると考えられる。
【目的／Purpose of the research】	斜面上を降下歩行する受動歩行ロボットを制作し、改善を重ねることで「歩く」ための最低限の条件を抽出する。得た条件を応用することで受動歩行を利用した下り坂だけでなく、どんなところでも現在の二足歩行ロボットより少ないエネルギーで安定した歩行が可能なロボットを作り出す。また、その根本としての二足歩行の原理を探索する。
【研究計画／Research plan】	（実験1） 文献調査を行って発見した〈写真①〉のような機体を実際に作成し、その機体をより歩かせるために斜面角度と歩行距離の関係、前方につけるおもりの重さの関係を調べる。おもりの設置位置は〈写真①〉上に○印で示した。（歩行時の様子は〈写真⑨、⑩、⑪〉） （実験2） 〈写真②〉の機体を制作し、斜面角度と歩行距離の関係を調べる。（歩行時の様子は〈写真⑫、⑬、⑭〉）。また、写真①の機体はおもりが前方にあるが、重心も前方にある。それに対して、写真②の機体は進行方向に対して反対側の方が前方よりも重いため、重心が後方にある。なぜ、重心の位置が違っても歩行できるのか調べるために、歩行の模擬実験を行う。 （実験3） より優れた受動歩行ロボットを制作するため、接地面から回転軸までの高さ（〈写真③〉）、足を前に出せる範囲（〈写真④〉）、足の接地面（〈写真⑤〉）の3つの観点を変えて対照実験を行い、ある決まった条件下で最適な機体の条件を探し、複数の条件下での最適解の変化を観察する。実験環境については、角度の調節が可能な実験スペースを用意した。
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	（実験1） 〈写真①〉の機体を歩かせるために、前方に接着したおもりと斜面角度の最適な関係を調べ、グラフを作成した。（グラフ①）からおもりが軽くなるにつれて角度が急な方で歩行距離が大きくなっていることから、角度が緩やかであるほど全体の重心が前方にある必要があることがわかった。今回の機体の前進する力（推進力）が生まれる要因は主に2点挙げられる。1点目は斜面の角度からである。角度が大きいか小さい大きな推進力が生まれると考えられる。2点目は、前方に付けたおもりのおもりさからである。おもりが重いほど大きな推進力が生まれる。この2点から生まれた前進する力の大きさの積で今回の機体があった推進力の大きさとなったためこのようなグラフになったと考えられる。（斜面に平行で下向きの力は質量×重力加速度×sinθ（θは斜面角度）であるため。） （実験2） 斜面角度と歩行距離の関係を調べ、グラフを作成した。（グラフ②）から歩行に最適な斜面の角度が存在す



ることが分かった。また、〈写真②〉の機体がなぜ前進できるのか調べるために、簡易的な模擬実験を行った。〈写真②〉の機体は〈写真⑥〉で分かるように進行方向に対して後ろ側が板の枚数が多いため、前方に比べて後方が重くなっている。よって、重心は後ろに寄っている。この重心が後ろに寄っている状態を〈写真⑦〉で再現した。この状態から静かに手を離したとき、〈写真⑦〉の装置は回転軸を中心に振られ、〈写真⑧〉の状態になった。このようにして、重心は支点の真下に来るため、機体全体として足が前に出る。この運動の繰り返しにより、連続的に前進する歩行が可能になると考えられる。

### 【実験③】

それぞれの条件で歩行結果に特徴を見られたが、ここでは足の可動域の条件を変更して歩行実験を行った際の結果を〈グラフ③〉と〈グラフ④〉でまとめた。〈グラフ③〉では足の高さを80mmで統一し、横軸を足の可動域[mm]、縦軸を歩行距離[mm]で示した。〈グラフ④〉では足の高さを100mmで統一し、〈グラフ③〉と同様の縦軸と横軸で示した。これらのグラフより、今回の実験の範囲内で見られた、安定した歩行の条件は、足の長さが80mmのときの可動域45mm、足の長さが100mmのとき可動域40mmであると考えられる。また、特定の足の可動域において歩行距離が大きくなっていることから、足の長さによって、より歩行が安定する足の可動域が存在すると考えられる。また、この機体の歩行の様子だが、初めは機体がある程度傾けた状態で静止させる。その状態から手を放し左右に揺れながら前進する。〈写真⑬、⑭、⑮〉

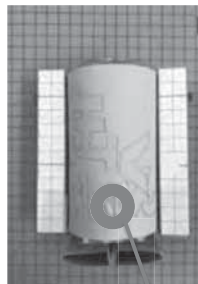
### 【今後の展望/Future study plan】

ここまで実験を行った、足の接地面の形状、足の長さ、足の可動域、斜面の角度という4つの条件について「歩行」という動作に対して条件それぞれがどのように関係しているのか、得た結果を比較してより深く考察する。また、今回実験した様々な条件の組み合わせの中で、最も長距離を歩くことができる機体に焦点を当て、今回見つけた条件をさらに細かい段階に分け、最適な組み合わせを模索していきたい。具体的には、今回変更した条件を1mm単位で調整し、より安定して長い距離を歩くことができる機体を模索する。最後に、今回制作した機体にはすべて、人間でいう「膝」のような部分が存在しない。その為、今回の機体はすべて歩かせるために、初めに機体がある程度傾けた状態で静止させてから手を離し、歩行時に左右に揺れなければ前進できなかった。また、一種類の機体で様々な角度で安定した歩行をすることができなかった。よって、人間の歩行と今回の機体の歩行の仕方に大きな違いが生まれたのは、膝の有無が関わっていると考えられる。「膝」があることにより、左右に揺れることなく、様々な角度で転倒せず長距離の歩行をすることが可能になると考えた。そのため、膝を持たない受動歩行ロボットと、「膝」を持つ人間の歩行の様子を比較して「膝」の有用性を確かめたい。

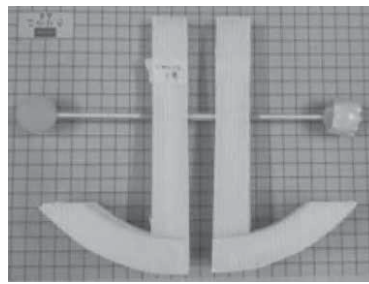
### 【参考文献/References】

- A) 受動歩行ロボット工作参考  
<https://www.youtube.com/watch?v=eaFrpXjN9d4>  
 B) 歩くバランスロボを作ろう/伊藤麻司  
<http://www.kagakunosaiten.jp>  
 C) 衣笠研究室@岡山理科大学  
[http://www.mech.ous.ac.jp/robotics/index\\_pdw\\_p\\_howto.html](http://www.mech.ous.ac.jp/robotics/index_pdw_p_howto.html)

〈写真①〉簡易歩行ロボット①



〈写真②〉簡易歩行ロボット②



おもりの設置位置

〈写真③〉足の長さ変更パーツ

青の四角で囲んだ部分は一辺が2[cm]の正方形

黒の線は8[cm]、9[cm]、10[cm]、11[cm]、12[cm]の五段階



〈写真④〉可動域変更パーツ

青の四角で囲んだ部分は12[cm]

緑の四角で囲んだ部分は5[cm]

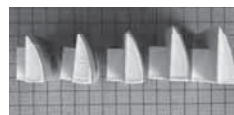
黒の四角で囲んだ部分は35[mm]、40[mm]、45[mm]、50[mm]、55[mm]



〈写真⑤〉足の接地面変更パーツ

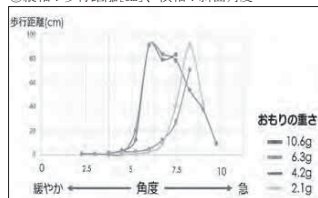
側面の半径のおおきさを

8[cm]、9[cm]、10[cm]、11[cm]、12[cm]



〈グラフ①〉

①縦軸：歩行距離[cm]、横軸：斜面角度



〈写真⑥〉

右側が進行方向



〈写真⑦〉

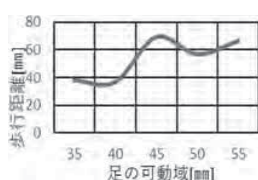


〈写真⑧〉



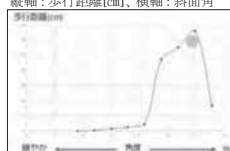
〈グラフ③〉可動域変更(足の高さ: 80mm)

横軸：足の可動域[mm]、縦軸：歩行距離[mm]



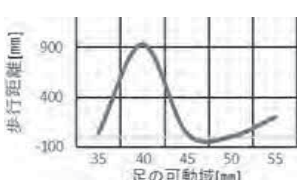
〈グラフ②〉

縦軸：歩行距離[cm]、横軸：斜面角度



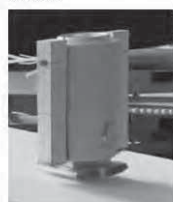
〈グラフ④〉可動域変更(足の高さ: 100mm)

横軸：足の可動域[mm]、縦軸：歩行距離[mm]



各歩行ロボットの歩行の様子

〈写真⑨〉



〈写真⑩〉



〈写真⑪〉



〈写真⑫〉



〈写真⑬〉



〈写真⑭〉



〈写真⑮〉



〈写真⑯〉



〈写真⑰〉



分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】森田ゆず花

【メンバー／Member】櫻井志緒

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】圧電素子を利用した床発電

【背景／Background】  
日本のエネルギー自給率は9.6％と非常に低い。また、原子力発電に頼りきっているという大きな問題点がある。  
それを解決するために注目されている圧電素子は、振動することで発電をする部品である。この圧電素子を使用して、踏みだけで発電をすることができる発電床を作ることができることを知り、そこに興味を持った。  
【目的／Purpose of the research】  
圧電素子をエネルギー資源とする床発電による発電量を向上させるために、振動と、その振動を加えた時の発電量を調べ、どのような関係があるかを見つける。  
【研究計画／Research plan】  
ある高さから球を落下させたときの電圧の大きさを比較し、高さや重さを変えた時にどのような変化が見られるかの関係を見つけ出す。また、その結果をもとに電圧との関係のグラフを作成する。  
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
実験で出した数値からグラフを作成した結果、多くが一直線上にはなったが原点を通らないため比例しているとは言えないグラフになった。運動量と電圧の大きさのみ、比例の関係が見られた。  
【今後の展望／Future study plan】  
圧電素子で発電する電圧の大きさと比例の関係があるのは本当に運動量だけなのかを、さらにデータを集めて調べる。また球を落とす際の圧電素子と球が触れている時間なども考慮して新しい考察をする。  
【参考文献／References】  
経済産業省資源エネルギー庁『2019－日本が抱えているエネルギー問題（前編）』  
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energyissue2019.html>  
松定プレジジョン 技術コラム『圧電（ピエゾ）素子とは？圧力をかけるとどうなるの？』  
[https://www.matsudasda.co.jp/column/whats\\_piezo.html](https://www.matsudasda.co.jp/column/whats_piezo.html)  
株式会社首都高道路『首都高の技術』  
<https://www.shutokei.co.jp/company/press/h19/data/12/1210https://www.shutokei.co.jp/sc/tech-shutokei/youshou/yu12.html>

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology地学／Earth Science  
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】東海大学付属諏訪高等学校

【代表者名／Representative's Name】金子健人

【メンバー／Member】伊藤紅羽、小林晴天

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】両角紀子

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】小型マルチローター風力発電機について、回路からの検討

【背景／Background】  
近年地球環境温暖化の深刻化が問題視されている。解決のためには再生可能エネルギーの導入が必要であり、中でも主流なのは太陽光発電である。『住宅用太陽光発電設備の多くは、停電時に自立運転を行う機能を備えており、星間の日照がある時間帯には太陽光により発電された電気を利用することが可能。』[1]しかし、夜間などに発電できないことも事実である。そこで同じく家庭に設置可能な小型風力発電機の導入が必要だと考える。  
【目的／Purpose of the research】  
本実験では、家庭用での風力発電を可能とし家庭での安定的な電力確保を目的とする。  
【研究計画／Research plan】  
実験方法  
実験全体 扇風機を用いて風を起こしその風で発電を行う。風速については、気象庁発表の諏訪地域の平均風速である3.45 m/s [2]で行うものとする。抵抗については、257.8 Ωのものを利用する。回路内の電気については、デジタルテスターで電流を15秒間5回測定し、その最小値、最大値を算出、それらの平均値を利用する。実験1について、市販の小型風力発電機（100 W,12 V）性能把握を目的とする。回路図は図1の通りである。実験2について 風速3.45 m/sに適するモーターの検討を行う。実験に用いるのはRA-130RA（0.39 Nm）、RE-140RA（0.49 Nm）、RE-260RA（0.98 Nm）、RE-280RA（1.47 Nm）のモーターである※（）内適正負荷。プロペラは平行3枚プロペラ（半径5 cm）を利用した。実験3について 風速3.45 m/sに適するプロペラの検討を行う。実験に用いるのは平行3枚大（半径5.0 cm）、平行3枚中（半径4.3 cm）、平行3枚小（半径3.2 cm）、平行6枚（半径4.0 cm）、垂直4枚（半径5.0 cm）の5つである。  
実験4 RE-260RAを2つ接続し、片方に風速3.45 m/sの風を当て、もう片方は風が当たらない状態にする。接続方法については、直列接続と並列接続を比較する。実験5 について実験4の並列接続した回路にダイオードを挿入し電気が消費される（モーターが回転する）かを検証する。回路構成については図2の通りである。実験6 について実験5の結果から、ダイオードを挿入する必要があると明らかになった。このダイオードの種類についてモーター個数との関係を比較し、検討を行う。ダイオードは7.31 kΩ、7.94 kΩ、0.698 MΩ、1.935 MΩ、2.938 MΩを比較する。なお、実験5、6の結果より、RE-260RA、3枚プロペラ大を利用するものとする。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】  
実験結果  
実験1について、市販の小型風力発電機の発電量は最大294.4 A、最小160.3 Aの間を滑らかに推移しており、平均発電量は208.1 Aであった。実験2について、結果は表1の通りである。実験を行う中でRE-280RAが回転を停止することがあった。（8回測定中3回停止、ほかのモーターについては8回測定中0回停止であった。※別途検証時）実験3について、実験結果は表2の通りになった。3枚プロペラ小については回転をしなかった。実験4について、直列接続、並列接続ともに、風が当たっていない方のRE-260RAが回転した。実験5について、発電をしていないモーターは回転をしなかった。実験6について、実験結果はグラフ1の通りである。7.31 kΩのダイオードと7.94 kΩのダイオードはモーターの個数と発電量が比例していることがわかる。  
考察  
実験1について、商品性能100 W、12 Vから、この発電機の正規電流は約8.3 Aとわかる。しかし、今回の実験結果はそれを大きく下回っていることから、発電が正常に行われていないと考えられる。このことから私たちは、風速が発電機の大きさに見合っていないのではないかと予想した。自然環境における発電を可能にするにはモーターの大きさを検討する必要がある。実験2について、発電が安定した場合RE-260RA、RE-280RAに大差はない。しかし、RE-280RAの回転が停止することが頻発したため、風速に対してモーターが大きすぎと考えられる。よって風速3.45 m/sに適しているモーターはRE-260RAと考えられる。実験3について、小型風力発電機の発電量は208.1 mA、RE-260RAの発電量は35.5 mAであった。プロペラ面積について小型風力発電機はRE-260RAの約121倍であり、同面積においてRE-260RAで発電をすれば（電流について）約20.6倍の発電が可能だと考えられる。これを可能にするためには、モーターを複数個接続することが必要である。しかし、実際の発電ではモーターごとに当たる風の風速が違うことが予想できる。実験4について、風が当たっていない方のRE-260RAが回転したことにより、片方のモーターで発電された電気が、もう片方の発電をしていないモーターにより消費されていることがわかる。これでは、モーター複数接続時に風速に差が発生した場合、発電した電気が消費されてしまうと考えられる。実験5について、発電をしていないモーターが回転していないということは、発電をした電気が他のモーターによって消費されなかったと考えられる。このことから、回路にダイオードを挿入することによりそれぞれのモーターが発電できると考えられる。実験6について、7.31 kΩのダイオードと7.94 kΩのダイオードは抵抗値が低く少ない発電量でも通電が可能なためモーター個数に比例して発電量が増加したと考える。  
【今後の展望／Future study plan】  
今回の実験では、計測結果について最大値と最小値についてサンプリングを行った。周期的に変化をしているため、実験結果に影響が少なく予想したが、今後は細かい間隔での計測を通じて、さらに正確な計測結果を得たい。今回の研究を通して小型風力発電機の約17倍の出力を得ることができた。しかし、実用に耐える発電量はまだ確保することができていない。今後は、電気が逆流をする間際のダイオードを検討することで発電量の向上を目指していきたい。  
【参考文献／References】  
[1] 資源エネルギー庁 太陽光発電設備の自立運転機能の周知について（2019年12月6日）  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saene/community/dl/04\\_03.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saene/community/dl/04_03.pdf)  
[2] 国土交通省気象庁 過去の気象データ検索 平均値（年・月ごとの値）（2021/11/24閲覧）  
[http://www.data.jma.go.jp/gbd/stats/etn/view/rml\\_sfc\\_wm.php?pres\\_no=484&lock\\_no=47620&year=4month=6day=4view=3](http://www.data.jma.go.jp/gbd/stats/etn/view/rml_sfc_wm.php?pres_no=484&lock_no=47620&year=4month=6day=4view=3)

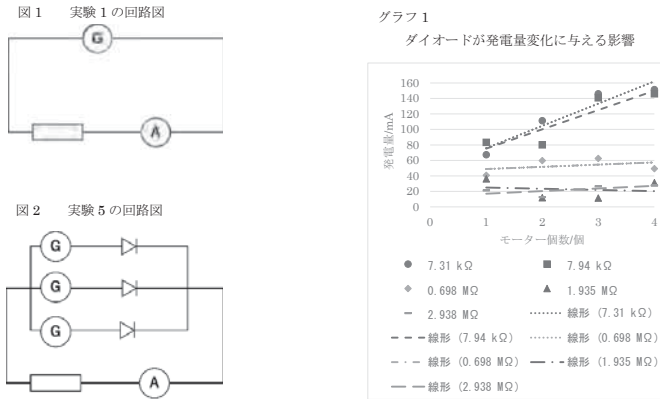


表1 モーターと発電量の関係

	RA-130RA	RE-140RA	RE-260RA	RE-280RA
最大値	20.8 mA	31.7 mA	52.5 mA	52.4 mA
最小値	5.4 mA	12.0 mA	18.6 mA	8.5 mA
平均値	13.1 mA	21.9 mA	35.5 mA	30.4 mA

表2 プロペラと発電量の関係

	平行3枚大	平行3枚中	平行3枚小	平行6枚	垂直4枚
最大値	52.5 mA	43.8 mA	—	30.9 mA	2.4 mA
最小値	18.6 mA	26.5 mA	—	8.7 mA	0.4 mA
平均値	35.5 mA	26.5 mA	—	19.8 mA	1.4 mA

分野 / Areas

☐てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics化学 / Chemistry医学・生物 / Medical Science・Biology地学 / Earth Science  
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computerその他 / Others( )

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】東海大学付属諏訪高等学校

【代表者名 / Representative's Name】金子健人

【メンバー / Member】川村芽生、小林晴天、矢島美羽

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】白河大蔵

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】画紙の有効な利用方法について

【背景 / Background】現在ポスターの固定は画紙を用いることが主流である。しかし、画紙が外れることによる掲示物の落下、その画紙による負傷など様々な問題がある。これらが頻繁におこる場合、悪影響はポスターや、掲示物の宣伝効果の減少のみにとどまらない。現在、落下した画紙による負傷への対策は行われているが、画紙の保持力の強化に関する研究、開発は少ない。負傷対策について、画紙の保持力を向上させるという観点で改善を行うことでより効果的かつ安全に画紙を利用することができるのではないだろうか？そこで画紙の効果的な使用方法を解明することでこれらの問題を解消すること。そして研究結果を既存の画紙に適応させることでより安全で効果的な画紙利用を波及させることを考えていきたい。

【目的 / Purpose of the research】既存の画紙をより効果的になるよう条件を探る。画紙は現在普及している商品であり新しい商品は普及しにくく今回の問題改善を望むことが難しい。そこで、既存の画紙に取り付けるものを作成することで高効率の画紙により安価に、効果的に普及させることが目的である。

【研究計画 / Research plan】画紙を傾ける角度は様々だが、本研究では固定面と垂直、平行の角度について比較する。この二つが分かれば合成をすることでその他の角度についても固定力を比較できると考える。

コルクに画紙で紙を固定し、その紙を固定面と平行、垂直方向に引く。その力を滑車を利用し鉛直方向に変換したのち、分銅で負荷をかけ最大固定力を測定する。

コルクは集積材であり場所により密度が異なることが予測できる。よって、場所により画紙の固定力が異なる可能性がある。硬度計を利用して表面の硬度を測定することでこの違いによるデータの差を修正することができると思われる。

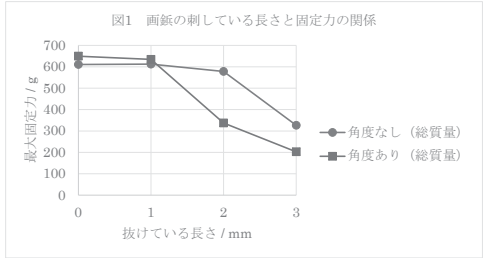
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】まず、水平方向の固定面に対して垂直方向についての実験では、画紙が傾いていない状態において、画紙の刺さっている深さと固定力の関係が見られた。画紙の刺さっている深さが浅くなればなるほど固定力が弱くなっていることが分かった。次に、画紙が傾いている状態での角度と固定力の関係について、画紙は鉛直方向下側に変更した。結果としては、2mmから急激に固定力が弱くなっていることが分かった。(図1参照)比較すると、1mm までは同程度の固定力があるが、2mm からは角度がないほうが固定力があることが分かった。

画紙が傾いている状態での角度と固定力の関係について、画紙は鉛直方向上側に変更した。2mm までは固

定力が向上し、その後固定力が低下した。

【今後の展望 / Future study plan】今回は固定面と垂直方向についての実験にとどまった。角度については上方向についてつけた場合に固定能力が向上することがわかった。固定面と平行方向についても検討を行っていきたい。

【参考文献 / References】



分野 / Areas

☐てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics化学 / Chemistry医学・生物 / Medical Science・Biology地学 / Earth Science  
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computerその他 / Others( )

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】茨城県立水戸第二高等学校

【代表者名 / Representative's Name】菊池 美宇

【メンバー / Member】桐原 実咲

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】根本 真澄

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】ドブルの数学的解釈

【背景 / Background】ドブルは、「どの2枚のカードにもちょうど1つだけ共通するマークがある」という性質をもつカードゲームである。55枚のカードと57個のマークがある。1枚のカードに書いてあるマークは8個である。

【目的 / Purpose of the research】ドブルの仕組みを数学的な視点から調べる。

【研究計画 / Research plan】1.書籍を用いて定理などを調べ、その定理を他の本やインターネットを使って調べる。  
2.調べたことをもとに小さな数でカードを作ってみる。

【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】1.ユークリッド幾何学の基本定理「どの2点に対しても、それを通る直線がただ1つ存在する」という言論にあてはめて考える。下の図において直線をマークに、点をカードに対応させて考える。1つの点を通る直線は3本とする。つまり、ユークリッド幾何学の範囲内において1枚のカードに描かれているマークは3個である。また、この時全部のカードの枚数は4枚となる。(右図)  
2.射影直線とは無限遠点で交わる2つの平行な直線のことである。射影平面とは、2次元平面を3次元平面に落としこんだものである。例えば地球儀で直線だったものが、平面地図上で曲線になる。  
3.AとBの点を決めるとそれを通る直線はただ1つに決まる。また、同時にA→Bの方向はただ1つに決まる。その直線の無限の彼方の点を無限遠点という。すると、方向の数と無限遠点の数は等しくなる。  
4.1辺にp個並ぶ正方形において、全ての点の数はp<sup>2</sup>個である。基準点をAとおくと1つの方向にある点はp-1である。Aを除いた全ての点はp-1個である。よって、方向の個数すなわち、無限遠点の数は(p-1)×(p-1)=p-1個である。  
5.有限射影平面の点の個数は(平面の点の数)+(無限遠点の数)であるからp<sup>2</sup>+p-1個である。1つの点を通るマークが3つのときp<sup>2</sup>+p-1=2<sup>2</sup>+2-1=7個のカードがある。

【参考文献 / References】【書籍】安田健彦 共立出版 (2018年12月)「ゲームで大学数学入門～スプラウトからオイラーゲッターまで～」第5章 p62～80【インターネット】ICHI.PRO「Dobbie-理論と実装」2021/11/5 <https://ichi.pro/dobble-riton-to-jisso>

分野 / Areas

☐てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics化学 / Chemistry医学・生物 / Medical Science・Biology地学 / Earth Science  
数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computerその他 / Others( )

参加者 / Participant's Information

【学校名 / School Name】広尾学園中学校・高等学校

【代表者名 / Representative's Name】水野あかり

【メンバー / Member】鹿野陸 水野あかり

指導教員 / Supervising Teacher

【お名前 / Name】堀内陽介

発表内容 / Abstract of the Presentation

【タイトル / Title】偶数mだけ平行移動したウルトラオイラー完全数と擬メルセンヌ素数の同値性及びm=7のときの例外的な解

【背景 / Background】自然数aに対し、 $\sigma(a)$ によってaの約数和を表す。 $\sigma(a)=2a$ をみたす整数aを完全数といい、古来より数学の研究対象とされてきた。近年、学習院大学名誉教授の飯高茂氏により、完全数の「平行移動」という概念が提案され、多くの研究成果が提出されている<sup>[1]</sup>。また、飯高氏は約数和の関数 $\sigma$ の代わりにオイラー関数 $\phi$ を用いてオイラー完全数を定義し、それを基に、整数mに対し $2\phi(\phi(2\phi(a)+m+1)-m)=a$ を満たす自然数aを平行移動mのウルトラオイラー完全数と定義した<sup>[2]</sup>。ここで、オイラー関数 $\phi$ とは、自然数aに対し、 $\phi(a)$ によってa以下でaと互いに素である自然数の個数を表す関数のことである<sup>[3]</sup>。このウルトラオイラー完全数については、まだ研究が進んでおらず研究の進展が待たれている。

【目的 / Purpose of the research】背景で述べたように世界では完全数の研究が盛んに行われているが、直接完全数の性質を明らかにするのは難しいので、本研究では、偶数平行移動のウルトラオイラー完全数の性質を明らかにすることで、ウルトラオイラー完全数になり得る数となり得ない数の分類につなげることを目的としている。また、これによってウルトラオイラー完全数についての数の分類を行うことができ、更には擬メルセンヌ素数という新たな概念を導入することができる。

【研究計画 / Research plan】1.  $\phi(p) \leq p-1$  が常に成り立ち、pが素数であることと  $\phi(p)=p-1$  が成り立つことは同値である。  
2. 自然数a, bが互いに素のとき、 $\phi(ab)=\phi(a)\phi(b)$  が成り立つ。  
3.  $\phi(n)(n)2$  は必ず偶数である。n≦2の場合は必ず1である。  
4.  $\phi(L)=2^k$  ( $k \geq 0$ ) ならば、Lは2の冪乗または異なるフェルマ素数と2の冪乗の積である。  
5.  $\phi(L)=L-3$  であるとき、L=9である。  
以上の補題を用いて証明を行った。  
補題1, 2, 3は既に知られているものであり、補題4, 5は今回の証明を行うに当たって新たに証明したものである。  
【研究結果または予測 / Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】本研究ではまず、「mを偶数、aを平行移動mのウルトラオイラー完全数とすると、aが2の冪乗であることとaに対する擬メルセンヌ数である  $2\phi(a)+m+1$  が素数であることは同値であること」を示した。その後、表1より、m=7のときに例外的な解があると予測し、「aが平行移動mのウルトラオイラー完全数かつm=7であるとき、a=2<sup>L</sup>である」とすると、L=1ならばN=3であること」を示した。  
【今後の展望 / Future study plan】表2と今回の結果より、mが偶数のときについては法則性が示されたが、mが負の奇数であるときのウルトラオイラー完全数の一般的解については明らかにしていないため、今回と同様に m=7 であるときや、他の負の奇数であるときのより一般的な性質を調べたい。また、mが偶数であるとき、2の冪乗でないaの有無について研究したい。

【参考文献 / References】[1] 飯高茂, 数学の研究をはじめようⅣ 完全数の新しい世界, 現代数数学社, 2017  
[2] 飯高茂, 数学の研究をはじめようⅤ オイラーをモデルに数論研究, 現代数数学社, 2018



m	a(10000 以下)	A=2φ(a) +m+1	B=φ(A)- m	C=φ(B)	aの持つ2 の個数	p=a/(2の 乗数)
-7	8	2	8	4	3	1
	20	10	11	10	2	5
	44	34	23	22	2	11
	92	82	47	46	2	23
	116	106	59	58	2	29
	212	202	107	106	2	53
	356	346	179	178	2	89
	524	514	263	262	2	131
	716	706	359	358	2	179
	932	922	457	456	2	233
	1124	1114	563	562	2	281
	1724	1714	863	862	2	431
	1772	1762	887	886	2	443
	1964	1954	983	982	2	491
	2036	2026	1019	1018	2	509
	2372	2362	1187	1186	2	593
	2564	2554	1283	1282	2	641
	2612	2602	1307	1306	2	653
	2732	2722	1367	1366	2	683

表 1. m=-7 ときのウルトラオライナー完全数 a

m	a(10000 以下)	A=2φ(a) +m+1	B=φ(A)- m	C=φ(B)	aの持つ2 の個数	p=a/(2の 乗数)
6	4	11	4	2	2	1
	16	23	16	8	4	1
	64	71	64	32	6	1
	256	263	256	128	8	1
	1024	1031	1024	512	10	1
5						
4	2	7	2	1	1	1
	8	13	8	4	3	1
	32	37	32	16	5	1
	2048	2053	2048	1024	11	1
3	2				1	1
2	2	5	2	1	1	1
	4	7	4	2	2	1
	8	11	8	4	3	1
	16	19	16	8	4	1
	64	67	64	32	6	1
	128	131	128	64	7	1
	4096	4099	4096	2048	12	1
1	2	4	1	1	1	1
0	2	3	2	1	1	1
	4	5	4	2	2	1
	16	17	16	8	4	1
	256	257	256	128	8	1

m が 0 以上のときのウルトラオライナー完全数 a

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer○	その他／Others( )		

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】	阿部優真
【メンバー／Member】	阿部優真 鶴殿結生
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】	変声器を作る
【背景／Background】	現在の Vubter などが使っているボイスチェンジャーでは変換したい声に合わせてフォルマントやピッチを変更している。この他にも音声に含まれる音響特徴を抽出し、どのような処理を行えば元音声を目標の音声に変換できるかを推定し、元音声に適用することで音質変換を行うものがある[1]。これらの音声変換技術では、パラレルデータと呼ばれる同じ原稿を読み上げた音声データが必要になる。このデータを収集することはとても多くの労力が必要である。 本研究では音声変換する上でパラレルデータを使わずに、不特定多数の人物の声を、特定の人の声に変える、多対 1 の音声変換機能を実現したいと考えている。 そのために GAN を使うことでこれを実現したい。GAN というのは敵対的生成ネットワークのことで、データの生成（変換）を行う NN（ニューラルネットワーク）と生成されたデータの真偽を判定する NN を競わせることで生成データの精度を高められる。 【目的／Purpose of the research】 リアルタイムで多対 1 の音声変換技術を実現したい。つまり誰かの声を別の誰かが喋ったように変換する AI を開発する。誰の声でも変換先の声として学習させることで、AI を作成し、AI や音質変換の知識や技術がない人でも手軽に使えるようにしたい。これを実現することで映像作品やよりリアルな吹き替えなどを誰でも実現できるようになる。 【研究計画／Research plan】 さまざまな音声特徴を理解するために、GAN や機械学習を用いない 1 対 1 の音質変換を実装した。つぎに 1 対 1 の音質変換を、対応するパラレルデータ（つまり同じ文章を読み上げている音声データ）なしで学習することができる CycleGAN[2]という GAN の派生系を使って音質変換をした。この方法では、元データを目標データにする変換をした後、その変換されたデータを元に戻す変換をし、そのデータと元データが同じになるように学習することで精度を高めている。 この方法では学習などに時間がかかる、高性能なコンピュータが必要になるというデメリットがあるものの、多対 1 の音質変換に成功しているので[3]、この方法を採用した。 【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 GAN や機械学習を用いない 1 対 1 の音質変換では、f0(基本周波数)について、ある人物の特徴量を加えたり、入れ替えたりすることで音声の抑揚を変える、他人の声のようにする、大人らしいまたは子供らしい声

にする変換した。しかし音質が低く、ノイズが激しいといった問題点があった。この方法では、我々が目標としている多対 1 の音質変換はむずかしく、別の方法として GAN を使った音質変換を行うことにした。CycleGAN を使って[4]、用意したいつかの音声データを入力してみた。この CycleGAN に音声スペクトログラムという画像にした状態で入力し学習させ、生成された画像を元の音声に戻す処理をして返すようにした。しかし、3 回試した中で一度も変換が成功しなかった。

【今後の展望／Future study plan】
CycleGAN を使って一対一の音質変換を実現させる。CycleGAN-VC2[5]を用いて多対 1 での変換を実現することを目指す。 リアルタイムでの変換ができるよう方法を模索する。
【参考文献／References】
[1]jaidiary,統計的声質変換 (1) ロードマップ,人工知能に関する断創録 <a href="https://jaidiary.hatenablog.com/entry/20150211/1423656751">https://jaidiary.hatenablog.com/entry/20150211/1423656751</a> (最終閲覧日 2022/1/20)
[2]Jun-Yan Zhu, <i>et al.</i> , Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks, <i>arXiv</i> , 1703.10593 (2017)
[3]Lento,美少女声への変換と合成,medium.com <a href="https://medium.com/@crosssceneofwindff%E7%B%E%E5%B0%91%E5%A5%B3%E5%A3%B0%E3%81%B8%E3%81%A%E5%A4%89%E6%8F%9B%E3%81%A8%E5%90%88%E6%88%90-fe251a8e6933">https://medium.com/@crosssceneofwindff%E7%B%E%E5%B0%91%E5%A5%B3%E5%A3%B0%E3%81%B8%E3%81%A%E5%A4%89%E6%8F%9B%E3%81%A8%E5%90%88%E6%88%90-fe251a8e6933</a> (最終閲覧日 2022/1/20)
[4]KSRG_Miyabi,キズナアイとねこまの声を入れ替える機械学習をした,qiita <a href="https://qiita.com/KSRG_Miyabi/items/2a3b5bdca464ec1154d7">https://qiita.com/KSRG_Miyabi/items/2a3b5bdca464ec1154d7</a> (最終閲覧日 2022/1/20)
[5]jackaduma,CycleGAN-VC2,GitHub <a href="https://github.com/jackaduma/CycleGAN-VC2">https://github.com/jackaduma/CycleGAN-VC2</a> (最終閲覧日 2022/1/20)

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer○	その他／Others( )		

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】	伊庭滉豊
【メンバー／Member】	ウエンカタラフル 竹口健人
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】	掲示板におけるパーソナライズ機能の実装
【背景／Background】	現代の SNS 等を見ると、個人にパーソナライズされた情報や広告が出てくる。これは SNS 利用者のデータが SNS 側に蓄積され、おすすめという形で表示し視覚化している。 現在のサジェスト機能の問題点として、実装が困難であること、また大手企業などのサジェスト機能の仕組みは公開されていないことが多いため、大手の技術を取り入れると言った様な事は難しい。だから独自に作成したソースコードを公開することで一般化することができる。 私たちは、ユーザが投稿したデータを解析し、そこから個々人にあったコンテンツをおすすめとして表示することができる掲示板を作成している。
【目的／Purpose of the research】	個人の趣味や嗜好等を判別し最適なコンテンツを自動的に判断し提供する。また、判別したデータをもとに個人が好むと考えられるスレッドをサジェストする。 仕組みをより単純にし、オープンソース化する。掲示板以外の分野においてもよりパーソナライズ機能の実装を簡単にすることを目標としている。 最終的に同じ趣味の人たちが集まることにより、人と人とのつながりを現状より強固にする。
【研究計画／Research plan】	品詞を分析することで掲示板におけるパーソナライズ機能を実装する。品詞抽出によって、個々人の好み特定する。それによってパーソナライズの機能を実現できると考えた。 McCab <sup>[1]</sup> を用いて品詞を判別し、分かち書きする。そして名詞の個数をカウントする。コメントや書き込みのやりとりの単位を「スレッド」として扱い、各スレッドでの名詞の個数の特徴量としてラベリングし、テーマを分析する。ユーザの投稿についても同様に分析する。 最後に掲示板におすすめてという形でパーソナライズ機能を実装する。この掲示板は PIP を用いて作成している。投稿されたデータを MySQL データベースに保存することによって、一つ一つの投稿を解析することが容易となる。ログイン機能を実装し、データベースに個人のデータを保管することによって、各ユーザにスレッドをサジェストできる。 実装方法については、'あなたのおすすめ' というラベルをつけサジェストする予定である。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 現在は任意の文章を品詞ごとに分解し、名詞のみを抜き出すことに成功している。さらにその名詞の個数を数え、名詞とその個数の対応を出力することができた。 たとえば、二つの文章があったとする。 「私たちは研究をしました。そしてDNAを調べました。」 「私たちは数学の勉強をした。そして数学は楽しかった。」 図1では入力したテキストデータから分かち書きをして、BOW <sup>[2][3]</sup> を使ってベクトル化している。このデータをデータベースに保存し分析することで、ユーザと名詞の頻度を対応付けし、ユーザ個人がよく投稿する単語を判別できるようになる。それによって、個人が好むと考えられる単語を抽出し、その単語が多く含まれているスレッドをサジェストすることにより、パーソナライズ機能を実装することができるようになる。
【今後の展望/Future study plan】 現在の展望として、スレッド内の名詞の個数をスレッドタイトル、カテゴリと紐づけることである。またユーザのアカウントにも好みの情報を紐づける。そしてスレッドのデータとユーザアカウントのデータを比較することで、ユーザにあったスレッドを選別することができる。 また、BOWを使用して名詞のベクトル化を行なっていく。その後、ユーザの書き込み履歴の特徴量とスレッドの特徴量をコサイン類似度を用いて分析する。コサイン類似度を用いて、名詞のベクトルデータの類似性を計算する。コサイン類似度とは品詞と名詞の内積からどれほど角度が似ているかを計算することであり、この計算結果はスレッドの単語とユーザの入力した単語の類似度の値を出すことができる。その値によってスレッドとユーザの相性がどれほど良いかを計算することができる。
【参考文献/References】 [1]MeCab, "MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer", MeCab, <a href="https://taku910.github.io/mecab/">https://taku910.github.io/mecab/</a> , (2021/12/17 閲覧) [2]鶴野 和也, "はじめての自然言語処理", オブジェクトの広場, <a href="https://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/similar-document-search/part1.html">https://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/similar-document-search/part1.html</a> , (2021/1/12 閲覧) [3]AwaJ, "形態素解析・Ngram と bag-of-words", Qiita, <a href="https://qiita.com/AwaJ/items/98123d1d3a9bbb6e3e3d4#bag-of-words">https://qiita.com/AwaJ/items/98123d1d3a9bbb6e3e3d4#bag-of-words</a> , (2021/1/17 閲覧) [4] Philipp Winter, "What is in your wallet? Privacy and security issues in Web3.0", arxiv, <a href="https://arxiv.org/pdf/2109.06836.pdf">https://arxiv.org/pdf/2109.06836.pdf</a> , (2021/1/18 閲覧)

分かち書きのデータ: ['私', 'た', 'ち', '研', '究', 'D', 'N', 'A', ' ', '私', 'た', 'ち', '数', '学', '勉', '強', '数', '学', ' ', 'ベ', 'ク', 'ト', 'ル', '化', 'し', 'た', 'デ', 'ー', 'タ': ['1', '1', '0', '0', '1', ' ', '0', '1', '1', '2', '0', '1']  
名詞のみ: ['dna', 'たち', '勉強', '数学', '研究']

図1 MeCabによる分かち書きと BOW の実行

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics

化学／Chemistry

医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

○数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer

その他／Others( )

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】

友田瑛響

【メンバー／Member】

佐藤優 白川孔揮 友田瑛響 平石悠生

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】カスケード分類器を用いた文字認識方法の模索
【背景/Background】 近年、文字認識は実用化されている。例えば「Google レンズ」などがある。Google レンズでは、携帯のカメラをかざすと文字認識が行われ、そのテキストをコピーすることができる。このような機能は非常に便利だが、まだ課題もある。そのうちの一つが認識速度に関する課題だ。現在、実用化されている文字認識のほとんどはニューラルネットワークを用いた方法だが、この方法には認識速度改善の余地がある。
【目的/Purpose of the research】 認識速度改善の方法の一つとしてカスケード分類器があげられる。すでに顔認識の分野では、カスケード分類器を用いた方が、ニューラルネットワークを用いた認識よりも認識速度が速いことが知られており、これは文字認識でも同じことが期待できる[1]。そこで本研究では、文字認識速度の向上を目的とし、カスケード分類器を用いた文字認識方法の模索を行った。
【研究計画/Research plan】 本研究では、特定の文字を認識することのできるカスケード分類器の作成を行った。今回の実験では、ポジティブデータを特定の文字1個とし、ネガティブデータをそれ以外の文字25個とした。学習に用いる画像データは240 px×320 pxの中央に240 ptで大文字アルファベットを書いた画像を使用した。学習の際の文字範囲の指定は240 px×320 pxとし、画像全体が文字であるものとして扱った。検証には、360 px×480 pxの中央に240 ptで大文字アルファベットを書いた画像を使用した。また、26文字全ての アルファベットに対して、Haar-Like 特徴と LBP 特徴を用いた学習を行った。Haar-Like 特徴は、画像の明暗によって特徴を捉え、文字の特徴を確実に捉えることができる点から、LBP 特徴では非常に高速な処理が行える点や明暗の変化に強い点などから、今回実験で使用した。この実験で文字認識に向いている特徴量の特定や、それぞれの特徴量の特性を分析することができる。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 Haar-Like 特徴では、下が丸まっていて途中で切れているJや、右に斜めの線が2本あるKなど、他の大文字アルファベットにはない特徴を持った文字が認識されていた(図1,2)。このことから、ネガティブデータの設定が学習されたカスケード分類器に大きな影響を与えると考えられる。また、TやVなど直線2本で構成されている文字は認識されている文字は認識されている傾向にあったことから、Haar-Like 特徴が比較的単純な形をした文字の認識に向いていると言える(図3,4)。AやO、Rなど文字の中に輪っか状の形を含む文字の認識はできなかった(図5,6,7)。LBP 特徴では、全体的に文字の範囲を特定できていないものも多く見られた。特にFやO、Uなどがその代表例である(図8,9,10)。これは、学習用画像の全体が文字であるものとして扱

ったことが原因と考えられる。
【今後の展望/Future study plan】 学習の際に画像内の文字の位置を指定し、同じ過程で実験を行う。これによって、文字の位置が特定できることを期待している。また、HOG 特徴を使ったカスケード分類器での実験を行う。HOG 特徴では明暗の向きの画像を認識するため、文字認識に向いていることを期待している。
【参考文献/References】 [1] Atom's tech blog "4 種類の顔検出を動かしてみた" <a href="https://iatom.hatenablog.com/entry/2020/11/01/152307">https://iatom.hatenablog.com/entry/2020/11/01/152307</a> (参照 2022-)



分野 / Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理 / Physics

化学 / Chemistry

医学・生物 / Medical Science・Biology

地学 / Earth Science

数学・情報・コンピューター / Mathematics・Information・Computer

その他 / Others( )

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】鶴丸 倫琉

【メンバー / Member】鶴丸 倫琉

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】「しえありぶ」でつくる読書の新しい形の提案
【背景/Background】 近年、わが国では読書離れが指摘されつつある。文化庁が行った調査によると、「読書量が減っている」と答えた日本人は、毎年徐々に増えつつある(文獻1・添付)。 一方、文部科学省の調査において、「本を読むきっかけとなっていること」の中上位に「友達がおすすめの本を教えてくれたり貸したりしてくれたりすること」や、「家族と一緒に本を読んだり図書館や本屋に連れて行ってくれたりすること」、そして「地域の図書館が身近な場所にあること」が挙げられている(文獻2・添付)。 しかし、公共図書館の蔵書は、その運用形態や利用者の特徴から、ニッチなジャンルの本が少ないことや、蔵書が対象とする年齢層が比較的高いため、公共図書館が対応できるニーズは限定的で、人によっては、堅苦しいイメージを持つ人も多くいると考えられる。 そこで、私は、読書離れを改善するには、図書館と個人が所蔵する書籍をシームレスにつなぎ、大きなデータベースをつくるとともに、円滑かつ効果的に他の人に、様々な本を勧められるシステムの構築が有効だと考えた。
【目的/Purpose of the research】 背景から見た課題をもとに、私は、次のような機能を持つクラウド型読書支援サービス「しえありぶ」を開発し、読書冊数や、読書の質などの向上を目指すそうと考える。 ● 個人や図書館との蔵書データベース共有 (友達間での本の貸し借りを円滑に進めたり、蔵書状況を調べたりできる) ● 対象書籍の利用者意図の図書館の蔵書状況の検索(地域の図書館との連携) ● 読書記録・書籍レビューシステム(ユーザーの感想を参考に本を見つけることができる) ● 大手ECサイトのAPIのレビュー及び他書籍のサジェスト機能を利用したおすすめ書籍の表示
【研究計画/Research plan】 実装には、様々な方法を懸念した結果、PHPとMySQLを用いてサーバーサイドで処理するウェブアプリケーション方式にし、クライアント側からは、クロスプラットフォーム(図1)に閲覧を可能にすることとした。 ● 開発方針 ➢ プロトシステムでは、すでに蔵書として登録されている本をデータベースとして登録し検索する方式にしていたが、機能の拡張(公共図書館との連携・他書籍のサジェスト)を開発し始めるにあたって、データベースに登録されていない本の詳細情報の取得を可能にさせるために、大手ECサイトのAPIで出版物を検索し、その書籍をデータベースと照合して、周辺の図書館や個人の共有蔵書などとして存在するか検索する方式とした。 ● 「しえありぶ」を学校用にカスタマイズした蔵書管理システムの導入。 ➢ 「しえありぶ」の効果をもっと大きくテストするためには、より大きな規模での運用を試してみる必要があると考えている。そこで、高校内での読書活動の質の向上を目指すために、セキュリティや運用のための機能を学校用にカスタマイズしたものを導入して、導入前と後にアンケートを実施し、その効果を調べる。

<p>【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】</p> <p>● 各種機能の開発</p> <p>現在開発が完了している主要な機能は、次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 個人蔵書共有（友達間での本の貸し借りを円滑に進めるための機能）</li> <li>➢ 蔵書コメント機能</li> <li>➢ 対象書籍の利用者意欲の図書館の蔵書状況の検索（地域の図書館との連携）</li> </ul> <p>● 「図書館」と「個人蔵書」をつなぐシステムの開発（本を手にする「場所」に繋ぐ）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 個人蔵書のユーザー間での貸出・返却状況を登録・参照する機能の実装</li> <li>● 出版されているすべての書籍に対して対応できるようにするために、大手 EC サイトから API で、書籍の詳細情報を検索し、そこから、ユーザーが意欲にしている公共図書館や、知り合いのユーザーの蔵書状況を把握し、表示する機能の実装 <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 個人蔵書の登録・検索・貸出（返却）処理の実装をし、実際に利用してもらったところ、「登録にタイトルや著者名などの情報を手入力せずとも、スマートフォンのカメラでバーコードを読み取るだけで登録できる（図2）の」がよい」と好意的な評価を受けた。この書籍情報や書影（本の表紙サムネイル）は、OpenBD や大手 EC サイトの API から取得している（図3）。しかし、ウェブカメラの動作が少々重いこともあり、今後コードを整理して高速化に努めたい。</li> </ul> </li> </ul> <p>● 「感想・書評・レビューシステム」の構築（本への「興味」を繋ぐ）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ユーザーが本を選ぶ際の参考になるように、既に読んだ読者が感想を登録できる機能の実装 <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 当初、数百文字程度のコメントのみを登録できる形で実装したところ、「対象書籍のおすすめ点を紹介できる」と、好意的な評価を得た。その反面、「ざっくりとしたコメントしかできない」との意見を頂いたため、5段階で「レーティング」ができるような機能も実装したい。</li> </ul> </li> <li>● EC サイトの API に登録されているレビューの取得機能の実装 <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 独自レビュー機能も実装するが、まだ試験運用上、利用者数が限られていることもあって「レビューが少ない」「登録されているレビューの絶対数が少なく、まだ使えない」というご意見をいただいた。EC サイトのデータも利用することによって、膨大なレビューを取り込むことが可能となり、ユーザーの「読みたい本」をより見つけやすくなると考えられる。</li> </ul> </li> <li>● Amazon など EC サイトの「おすすめ商品」の紹介機能を利用した本の紹介機能の実装 <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Amazon の「おすすめ商品」機能は、ユーザーの興味・関心（購入履歴など）に基づいて「気に入ってもらえるかもしれない商品」をリストアップする機能である。この機能は API として外部提供されており、この機能を用いて、ユーザーへおすすめの本を表示すると、効率よくその人に合った本を紹介することが可能になると思う。</li> </ul> </li> </ul> <p>● UXへの取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機能をたくさんつけても、使いやすくなければ、便利ではない。ユーザーの視点に立ち、次の2つの方向から、UXの改善に取り組んだ。 <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ デザインのシンプルさ</li> </ul> </li> <li>✧ 外部サービスとの連携</li> </ul> <p>大手メッセージングアプリ LINE に予約依頼などの随時通知を行う機能をつけた（図6）。</p>	
<p>【今後の展望／Future study plan】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成した際には、他の学校や会社のイントラネットや校内（社内）LAN で利用できるようにパッケージを提供し、GIGA スクール構想が進む中で利用しやすい一つのアプリケーションとして、学生や児童などを含めた、様々な人々の読書体験をより豊かにすることができればよいと思う。（図7）そのような用途で安心して利用できるようにするために、セキュリティに関する機能や、インストールの簡略化、各種細かい設定の充実なども視野に入れておきたい。</li> </ul>	
<p>【参考文献／References】</p> <p>（文献1・図添付）「平成30年度「国語に関する世論調査」の結果について（文化庁）」 - 平成31年2月～3月調査 - <a href="https://www.bunka.go.jp/koho_hodo_oshirase/hodohopyo/1422163.html">https://www.bunka.go.jp/koho_hodo_oshirase/hodohopyo/1422163.html</a></p> <p>（文献2・図添付）「平成28年度 子供の読書活動の推進等に関する調査研究 報告書」 - 平成29年3月 - 文部科学省 委託 / 株式会社浜銀総合研究所 <a href="https://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/toshu/index.htm">https://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/toshu/index.htm</a></p>	

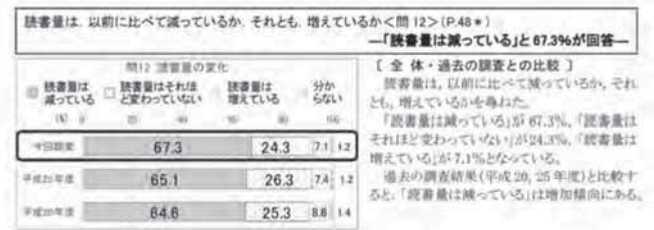
図1…クロスプラットフォーム（どのようなデバイスでもアクセスでき）、レスポンスデザイン（どのような画面でも適応できるようにしている）をウェブアプリで可能にしている。



添付資料

（文献1）「平成30年度「国語に関する世論調査」の結果について（文化庁）より、「読書量は以前に比べて減っているか、それとも増えているか」についての概要。

- 過去10年（5年ごと・3回）の調査でわずかながら、減っていると答えた人が増えている。



（文献2）「平成28年度 子供の読書活動の推進等に関する調査研究 報告書」より、「本を読むきっかけとなっていること」についての結果（p.42）

- 本を読むきっかけとして、どの学校区分でも、三割を超える回答者が「友達がおすすめの本を教えたり、貸したりしてくれたりすること」と答えている。
- 小学生の2割近くが、「地域の図書館が身近な場所にあること」と図書館を利用していることがわかる。

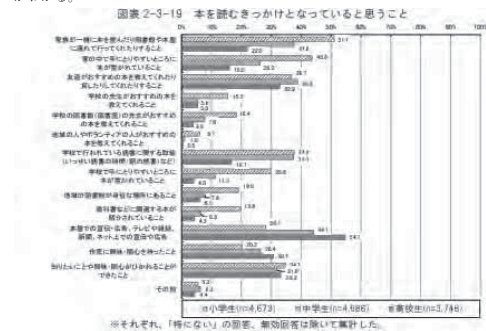


図2 iPhoneで、本の裏表紙のバーコードを読み、書籍情報を取得する様子。



図3 書籍情報がJSONで返ってくる様子。



図4 シンプルなホーム画面。





図 5 ログイン画面や検索画面

図 7 学校など小規模図書館向けに開発中の貸出・返却システムのイメージ



図 6 LINE 公式アカウントの通知例

## 111. 順天高等学校

## 112. 順天高等学校

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】	順天高等学校
【代表者名/Representative's Name】	伊藤有亜
【メンバー/Member】	相澤美羽 伊藤有亜 竹本莉穂

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】	肥田規幸 熊木幸司
------------	-----------

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】	画面上のユニバーサルデザインをホームページで作成する
【背景/Background】	誰もがインターネットを使う時代になり、今や小中学生も自分専用の媒体を持つようになっている。そこで、小中学生にとって有意義にインターネットを使うことが出来るよう、勉強に関するサイトをつくらうと思った。小中学生は成長途中にあるため、いつでもだれでも見やすいようにと思い、ユニバーサルデザインを筆頭としたデザインについて学び、取り入れようと思った。
【目的/Purpose of the research】	小中学生を対象とした、「視野を広げ、思考を深める」をコンセプトにしたホームページの作成に伴い、誰もが見ても分かりやすいデザインの構成を組み入れる。
【研究計画/Research plan】	(1) ホームページの立ち上げ及び作成 (2) 見やすさを重視したデザインの勉強 (3) 小中学校の授業で習うことと関連付けた記事の執筆 現在、上記3つを平行して進めている。デザインについて調べた内容で有効なものは、随時ホームページに反映させる。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	・青色と黄色が色覚異常の人にも広く対応しているため、青と黄をベースの色とした、ホームページを作成していく。 ・文字が読みやすくなるよう小学生以下は年齢にあった漢字を表示できるようにする。 ・本格的にユニバーサルデザインについて学び細部までそれを反映させ視覚的なデザインを工夫することで、ホームページの使いやすさが増すという予想である。
【今後の展望/Future study plan】	さらに多くの記事を書き、ホームページとしての内容を充実させていながら、ホームページのデザインや構成もアップデートし、使いやすさを求めていく。また、ホームページの見やすさ、使いやすさなどに関するアンケートを広い年齢層に取り、更新していく予定である。
【参考文献/References】	Web クリエイターボックス Mana『1冊ですべて身につく HTML&CSS と Web デザイン入門講座』

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Others( )		

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】	順天高等学校
【代表者名/Representative's Name】	山本空澄
【メンバー/Member】	実川 凌 松岡 祐汰 三春 瑚太郎

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】	肥田 規幸
------------	-------

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】	Unity による脱出ゲーム制作
【背景/Background】	私たちはこれまでゲーム制作のために知識を蓄えてきたが、実際にチームでゲームを完成させることがないため、二年生のうちにこのチームでゲームを完成させたいという思いで本制作を開始した。ジャンルは何でもよかったのだが、今回こそ完成までとり着きたいため初心者でも作りやすい脱出ゲームというジャンルを作ることにした。
【目的/Purpose of the research】	脱出ゲームの制作すること チームで Github を使ってゲーム制作をする方法を身に着けること
【研究計画/Research plan】	1 月:脱出ゲームの開発 2 月:脱出ゲームのバグの修正などの改良
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	私たちがゲームの共同制作を出来るようになる。 脱出ゲームを作れるようになる。
【今後の展望/Future study plan】	今年の unity インターハイに提出する。
【参考文献/References】	Unity 3D/2D ゲーム開発実践入門 Quita https://qiita.com

1 1 3. 順天高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】志水 亮太

【メンバー／Member】奥田 恵司

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】foliumを使った地図の表示

【背景／Background】Pythonの学習中に folium という地図を作成するライブラリーの存在を知った。folium の地図を作成する関数の引数を入力した値にすることで、特定の場所を表示することが表示される地図を作成できると考えたため。

【目的／Purpose of the research】Folium で作成した特定の場所を強調表示し、基準となりうる周りの建物を表示した地図をpython 内に組み込まれている関数を使い、WEB ブラウザ上に地図の画面を表示する。

【研究計画／Research plan】まず、基幹となる地図を作成するプログラムを実装する。その後、地図を作成した後に地図を表示する方法を実装する。最終的に、使用者が操作しやすいように html などを実装する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】実際に python 上で入力した場所を強調表示し、その地図を作成する過程で地図をWeb ブラウザ上に出力するプログラムは完成した。

【今後の展望／Future study plan】今後は html に作成したプログラムを brython で組み込む方法か、django という使用言語の python と親和性の高い web 開発ツールを用いて WEB サイトを作る方法で使用者の操作性を向上させていきたい。

【参考文献／References 】Python 2 年生スクレイピングの仕組み  
Python 1 年生(著 森巧尚 出版 翔泳社)

1 1 5. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】松波夏奈

【メンバー／Member】矢口桃子 杉浦咲希 鈴木来生 仁科 慎之佑 本間美優華

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】向江佳織 石川輝

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】ジョッキ(除菌ロボット)

【背景／Background】コロナウイルス感染症予防のために、機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であろうと考えた。

【目的／Purpose of the research】感染対策のための機の除菌・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、人が作業するよりも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を目的とする。

【研究計画／Research plan】LEGO Mindstorm でロボットを製作する。  
①机の上を移動するための車体及びセンサーユニットの作成  
拭き残しなく机から落下しないハードウェアを製作する。  
②移動プログラムの作成  
落下せず、効率よく机を拭けるプログラムを作る。  
③除菌シートを保持するアームユニットの作成  
本体とは別に除菌シートを保持するアームによって机を拭く。  
④アームユニットのプログラム作成  
効率よく拭くためのプログラムを作る。ハードウェア製作とコミュニケーションをとりながらソフトウェアとハードウェア部分相互で改善していく。  
⑤テスト・修正  
実際にロボットを動かしてアルゴリズムやハードウェアの改善を行う。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】ロボットを製作し、机上进行させた。また、除菌シート保持アームを取り付け、机を拭いてみた。机の隅を拭くためのアーム、アルゴリズムの開発を行う。

【今後の展望／Future study plan】実際にテストを実施し、日常的にも運用できるように改善する。様々な状況で使用できるようにする。

【参考文献／References 】なし

1 1 4. 順天高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】順天高等学校

【代表者名／Representative's Name】長谷川忠相

【メンバー／Member】長谷川忠相

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】立体四目並べの勝ち筋

【背景／Background】立体四目並べの必勝法があると思ったから。

【目的／Purpose of the research】立体四目並べの先手から見た必勝法を見つける。

【研究計画／Research plan】①4×4×4 の格子点を有する三次元立方体の盤を用いる。  
②先手と後手が、交互に盤に石を置いていく。石は、盤の下から積み重ねるように置く。  
③先に、縦、横、斜め、いずれかの方向の4 連ができた方の勝ちとする。  
①～③のルールを用いてひたすら玉を置きながら、眺めて、見つけていく。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】分かったことは、13 種類の先手の勝つための性質と、それらを駆使した2 つの必勝法があること。

【今後の展望／Future study plan】まだ明らかにっていない知識があると思われるので、追及していき、もう少し理解しやすい必勝法を探す。

【参考文献／References 】・飯 田弘之、‐ ゲームプログラミングの発展 と AI、情報 処理、Vol 37、No 6、pp 536-542、1996-6  
・RB バ ナージ著、高原、中野、宇治橋訳、‐人工知能、コンピュータによるゲーム、‐、共立出版、1983

1 1 6. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】木村 勇輝

【メンバー／Member】中野 祐士朗 大石 悠人 今野光 岡 晟

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】石川 輝 向江 佳織

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】少人数によるゲーム制作

【背景／Background】近年、無償のゲームエンジンが提供されてから少人数のコミュニティでゲーム開発する個人開発者が激増した。また、個人開発されたゲームの中でも大ヒットし、ゲーム会社が開発したゲームよりも売上上位に食い込む作品も少なくない。そこで、誰でも入手できるようになった無料ゲームエンジンを使い、ゲーム制作のノウハウ、プログラミングの基礎学習しようと考えた。

【目的／Purpose of the research】ゲーム制作を通じてメンバー間で役割分担し複数人で一つの作品を作り上げる術を学習する。役割としてプログラミング、モデリング、キャラクター・ステージ構想の3つに分かれ、コミュニケーションや進捗の管理を意識しながらゲーム制作を行う。相模原弥栄高校の要素を組んだオリジナルゲームを制作することで、アルゴリズムの仕組みや、様々なプログラムに共通する知識を、web 制作やアプリ開発などに活かせるようにする。

【研究計画／Research plan】ゲーム制作の題材を格闘ゲームに設定する。各メンバーはプログラミング担当、モデリング担当、キャラクター・ステージ構想担当に分かれ企画制作する。制作をしている過程で必要な技術、ツールの使い方などはそれぞれが学習する。  
プログラミング担当  
プレイヤーの操作、コントローラーのボタンを押した時などの入力受付システム、キャラクターの動作パターンやアニメーション遷移の場合分け、タイトルやステータスなどの UI の制作、キャラクターの攻撃判定や接地判定の設定  
モデリング担当  
作中に登場するキャラクター4 体の制作。そのために必要なモデル、マテリアル、モーションを制作。キャラクターの攻撃時などに発生するエフェクト等の制作。  
キャラクター・ステージ構想担当  
キャラクターのモデルのデザイン構想と、ゲームが相模原弥栄高校を舞台とするため、ロケーションを行いフィールドオブジェクトを構想し提案する。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】プログラミング担当  
学校の物理の授業で学習した物理法則を活かし、キャラクターの移動やふっとびなどを実装した。プログラミングする際に必要な文法や構文、関数などを学習した。  
モデリング担当  
前作でモデリング、アニメーション制作をしたの不具合で、工程が増えたことがあった。今作では IK を活用することで問題を解決することに成功した。今後シェーダーなどを活用しより効率よく制作を行う。  
キャラクター・ステージ構想  
キャラクターを作る際に新しく1 からキャラクターのモデルをすることは労力と時間がかかってしまいうので過去にモデリングした弥栄高校のエンブレムなどをキャラクターとして起用する等の工夫を凝らしてより効率的にゲーム完成に向けた構想を立てた。ステージ構想では相模原弥栄高校を見て回り、ステージに則した場所を決定した。また、ステージの中でどこまでを 3d モデルとして制作してどこまでを写真を活用するか違和感のない配置を提案した。

1 1 6. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

【今後の展望/Future study plan】 今後も、ジャンルを変えてゲームだけで無く、今回身に着けたノウハウを活かして様々な作品の制作に取り組んでいきたい。
【参考文献/References】 <a href="https://unity.com/ja">https://unity.com/ja</a> <a href="https://blender.in/">https://blender.in/</a> <a href="https://youtube.com/c/UWANCHANNEL">https://youtube.com/c/UWANCHANNEL</a> <a href="https://youtube.com/channel/UCInk7hZKQy6DQWEN6sgSHNA">https://youtube.com/channel/UCInk7hZKQy6DQWEN6sgSHNA</a> <a href="https://www.youtube.com/user/Brackeys">https://www.youtube.com/user/Brackeys</a>

1 1 7. 茨城県立水戸第二高等学校

分野/Areas      当てはまる分野に○をして下さい。
物理/Physics    化学/Chemistry    医学・生物/Medical Science・Biology <u>地学/Earth Science</u> 数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer    その他/Others(                      )
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】茨城県立水戸第二高等学校
【代表者名/Representative's Name】根目沢映季
【メンバー/Member】飯塚実久   北川未来
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】廣澤潤一
発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】マイクロプラスチックによる海洋・大気汚染
【背景/Background】 ウミガメが餌と間違えてプラスチックを食べたというのを報道で知り、部活(科学部)で飼っているヒトデやウニなどの生き物をきれいな海に返したいと考えた。また、海外ではミツバチがマイクロプラスチックを集めるという記事を見つけ、汚染が海洋のみならず大気にまで広がっているのが興味を持った。
【目的/Purpose of the research】 この研究を通じて、茨城県の海岸や大気の現状を多くの人に知ってもらうことで、マイクロプラスチック問題の深刻さを身近に感じてもらいたい。
【研究計画/Research plan】 茨城県北部地域の海岸の砂および学校の屋上からマイクロプラスチックを回収し、地域ごとの量や種類の違いから、その供給源や運搬について考察する。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 先行研究の県央地域の海岸(大竹海岸)と比べて、県北地域の各調査地点では量が少なかった。一方、種類はベレット(肥料かす)が多く見つかった。また、大気中(水戸)にもマイクロプラスチックは存在していた。海岸におけるその量は供給河川と海流の影響が大きいと考えられ、農地とベレットの量には関係性が見られた。大気中に浮遊するマイクロプラスチックの量や種類は季節変化の可能性がある。
【今後の展望/Future study plan】 県央・県北地域の海岸を同時に調査し比較することで、供給源をより正確に特定する。また、大気中に浮遊するマイクロプラスチックの現状を明らかにするとともに、供給源を特定するため、風向や風速とその量の関係性を継続して調査する。
【参考文献/References】 「地球が危ない! プラスチックごみ環境問題① 海洋プラスチック〜魚の量をこえる!」汐文社(2019) 「プラスチック・スプーンの地球 汚染される水の惑星」ポプラ社(2019) 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン 環境省水・大気環境局水環境課(2021) 環境学習用マイクロプラスチック調査の手引き 山口県環境保健センター(2020) 国土交通省 市町村のデータ茨城県 <a href="http://www.env.go.jp/water/marine_litter/mat21_031">www.env.go.jp/water/marine_litter/mat21_031</a> 気象庁 <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/index_curr.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/index_curr.html</a>

1 1 8. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

分野/Areas      当てはまる分野に○をして下さい。
<u>物理/Physics</u> 化学/Chemistry    医学・生物/Medical Science・Biology <u>地学/Earth Science</u> 数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer    その他/Others(                      )
参加者/Participant's Information
【学校名/School Name】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】齋藤 未和
【メンバー/Member】小澤 由莉音   齋藤 未和
指導教員/Supervising Teacher
【お名前/Name】矢野 緑
発表内容/Abstract of the Presentation
【タイトル/Title】海の近くにある商業施設の適切な避難方法の検討
【背景/Background】 近年、南海トラフ地震や首都直下地震などの巨大災害が起こり、それに伴う津波が原因で大きな被害が出ると予測されている。東日本大震災では、岩手、宮城、福島県を中心とした太平洋沿岸部を巨大な津波が襲い、大きな被害が出た。(引用1より) また、この経験を踏まえて、海の近くにある遊園地などの商業施設には津波に対する対策がされている。
【目的/Purpose of the research】 海の近くにある商業施設には、来場者が安心して訪れるためにどのような対策がなされているかを調べる。その結果を踏まえて、地震が起こった時どのように対応すればいいかをシミュレーションを通して考えることを目的とする。また、どのような構造の施設だと避難しやすいかも考える。
【研究計画/Research plan】 1.海の近くにある商業施設がどのような対策をしているかを調べる ①調べる施設を決める (条件) ・海からの距離が10km以内 ・テーマパーク、遊園地、博物館、美術館、公園 ・東北地方、東京湾付近、東海・大阪湾付近、四国・美濃州地方の4つのエリアに各2つ(決めた企業) 東北地方                      ・スバリゾートハワイアンズ                      ・リアスアーク美術館    (図1) 東京湾付近                    ・東京ディズニールゾート                      ・八景島シーパラダイス (図2) 東海・大阪湾付近            ・ユニバーサルスタジオジャパン (図3) 四国・九州地方              ・南レクジャンボール                      ・ダグリ岬遊園地 (図4)  ②電話でインタビューをする (質問内容) A.景観を崩さずに地震や津波に対策する方法 B.もし津波が施設にきた時の被害を抑えるための対策 C.地震が起こった時の来場者の避難方法

1 1 8. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

2.どのように避難するのがより安全か調べる ①ダグリ岬遊園地をもとに、遊園地の模型を作る(写真1) ・使用した素材:スタイロフォーム ・模型の大きさ:縦40cm×横80cm  ②水晶に模型を入れ、水を流した時の状況調べる (実験方法) 1.縦42.6cm×横204.4cm×高さ38.8cmの水槽に①の模型を入れる(写真2) 2.模型に、塩化コバルト紙を巻かれて画紙を18本刺す(写真3) 3.水槽に水を入れ、模型が動かないように模型の端を棒で押さえながら、板で水を模型側に押す(写真4) 4.動画を撮り、水の速度を計測する 5.水の速度と塩化コバルト紙の様子を表にまとめる 6.これを5回繰り返す  【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 1-②では、インタビューした企業の回答(表1)から、ほとんどの商業施設が来場者の避難については訓練などの対策をしている、地域によって津波だけでなくその他の災害に対しての対策のしなければならない、どのような施設なのかによって必要な対策が違う、海の近くにある商業施設でも、実際に津波が来たことがない施設では、十分な地震対策がされていないと考えられる。 2-②では、塩化コバルト紙の色の変化(表2)から、水の速さ(表3)の違いによって水の達する位置が変化すると考えられる。しかし、4回目の実験で、それよりも水の速さが遅い時よりも色が変化した塩化コバルト紙が少なかった。そのことから、水が達する位置の変化には水の速さだけでなく、水が陸に到達するときも水の高さなど、ほかの要素も関係すると考えた。また、陸地での水の流れから、建物の後ろは水が建物で遮られる時があるため、建物付近での結果に違いが出た。ゴーカートなどのレールが必要な乗り物は、レールの溝に水がたまることもあるため、乗っている人の避難が難しくなると考えた。 ○実験結果から考えた理想の避難方法 海の近くからなるべく早く逃げる。その際に、建物の後ろなどを通りなるべく津波が来るのが遅いと考えられるところから逃げる。また、アトラクションに乗っている際には従業員の誘導に従ったうえで、津波が来にくいと考えられるルートを使用する。  【今後の展望/Future study plan】 今回は2-②で陸地に来た時の水の速さしか求めることができなかったが、建物に当たった時やアトラクションを通る時の水の速さも避難方法を考えるために必要でると考えられるため、様々な場所での水の速さを測り、もっと詳細に避難方法を考えられるようにしたい。 また、アトラクションや建物の配置によって、水の流れは変化するため、どのような建物の配置の遊園地がより安全なのか実験を通して考えていきたい。
【参考文献/References】 1.特集東日本大震災:防災情報のページ-内閣府 <a href="http://www.bousai.go.jp">http://www.bousai.go.jp</a>



1 1 8. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校



〈図 1〉東北地方の決めた施設の場所



〈図 2〉東京湾付近の決めた施設の場所



〈図 3〉東海・大阪近畿付近の決めた施設の場所



〈図 4〉四国・九州地方の決めた施設の場所



〈写真 1〉作成した遊園地の模型



〈写真 2〉使用した水槽に模型を入れた状態



〈写真 3〉画紙を指した模型



〈写真 4〉実験方法 3. の状態

1 1 8. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

	水の速さ
1 回目	87.7cm/min
2 回目	84.3cm/min
3 回目	106.4cm/min
4 回目	94.6cm/min
5 回目	80.0cm/min

〈表 3〉それぞれの水の速さ

1 1 8. 横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校

	A	B	C
①スバリゾートハワイアンス	回答待ち	回答待ち	回答待ち
②リアスアーク美術館	標高が高いため、津波の心配なし	一時的な避難所になる	近くの体育館や学校に避難
③東京ディズニーリゾート	詳しく回答できない	避難訓練をしている	従業員の指示に従って避難
④八景島シーパラダイス	横浜市所有の島であるため市が管理している	各施設で避難誘導	周より高い島中央の広場に避難
⑤豊橋市総合動植物公園	動物が逃げないような建物の強度	特にない	建物から距離をとり通行する
⑥ユニバーサルスタジオジャパン	特にない	従業員の訓練	従業員の指示に従って避難
⑦南レクジャンボプール	特にない	来場者の避難	高台に避難
⑧ダグリ岬遊園地	特にない	来場者の避難	高台に避難

〈表 1〉インタビューした企業の回答

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
青 アトラクション上 1	赤	赤	赤	赤	赤
青 アトラクション上 2	赤	赤	赤	赤	赤
青 アトラクション上 3	赤	赤	赤	赤	赤
青 アトラクション上 4	赤	赤	赤	赤	赤
緑 アトラクション上	赤	赤	変化なし	変化なし	赤
緑 建物横	赤	赤	赤	赤	赤
緑 ゴーカート	赤	赤	赤	赤	赤
黄 建物前	赤	赤	赤	赤	赤
黄 建物横 1	赤	赤	赤	変化なし	変化なし
黄 建物横 2	赤	赤	赤	変化なし	変化なし
黄 通路	赤	赤	赤	変化なし	変化なし
赤 ゴーカート	赤	赤	赤	変化なし	変化なし
赤 ゴーカート横	赤	飛沫	赤	変化なし	変化なし
赤 レストラン裏	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
赤 アトラクション付近	飛沫	飛沫	変化なし	変化なし	変化なし
白 ゴーカート横	飛沫	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
白 通路	飛沫	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
白 入り口前	飛沫	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

〈表 2〉塩化コバルト紙の色の変化

1 1 9. 宮城県多賀城高等学校

分野／Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics	化学／Chemistry	医学・生物／Medical Science・Biology	地学／Earth Science
数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computer	その他／Others( )		

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】	石川優真
【メンバー／Member】	音羽美生奈 大橋瑛恋 我妻凜花 佐々木拓夢

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】	東館拓也
------------	------

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】	都市型津波と対策について
【背景／Background】	2011 年 3 月 11 日に観測された東日本大震災で宮城県多賀城市を襲った「都市型津波」とは、臨海部の港湾や工業地帯、高密度な市街地を波の威力を増していき広域的に甚大な被害を与え、多くの死者を出した特徴的な津波である。甚大な被害を生んだ理由として多賀城市特有の地形によるものだと推測した。
【目的／Purpose of the research】	「津波発生装置」と「建物モデル」を使い様々な地形のシュミレーションをすることで建物間の幅と波の関係について明らかにしていく。またその傾向からどのような場所に避難をすべきかを考察する。
【研究計画／Research plan】	建物間の幅とその間を流れる波の速度の関係について研究するために、実験 1 で「建物モデル」を用いて幅を徐々に広げていき「津波発生装置」で波を流し、建物間の間を流れる波の速度を測定する。(図 1)またハの字型、逆ハの字型に「建物のモデル」を設置し、波を流して間を流れる波の速度を測定する。(図 2、3)
【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】	津波は建物間の幅が広がるほど波の速度は遅くなり、水位は低くなるということが言える。(図 4)また波の入り込む道の幅が狭いほど波の速度は上昇する。(図 5)このことより建物の密集しておらず、高い場所への避難が大切だと考察される。
【今後の展望／Future study plan】	障害物があった際の津波のシュミレーションや「南海トラフ巨大地震」発生時に都市型津波が生ずると考えられる地域の 1 部を再現してのシュミレーションに取り組んでいく。
【参考文献／References】	① 宮城県多賀城高等学校 研究論文集 2020 ② 史都・多賀城 防災・減災アーカイブズ たがじょう見聞録 (http://tagajo.irides.tohoku.ac.jp/index)

1 2 0. 宮城県多賀城高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】渋谷倅

【メンバー／Member】渋谷倅 栗山拓斗 大泉翔 亀山俊斗 小畑宏樹 深村容弘

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】佐藤寿正

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】蔵王火山シミュレーション

【背景／Background】宮城県と山形県にまたがる奥羽山脈の連山である蔵王山は、気象庁の常時観測対象に含まれており、2013年には地震と火山性微動が多発し、噴火警戒レベル2に引き上げられ入山が規制された時期があった。現在には火山活動が収束し、通常の賑わいを取り戻している。しかし、火山災害と隣り合わせであるのも厳しい現実である。

【目的／Purpose of the research】本研究では、蔵王山が噴火した場合を想定し、縮小した模型を作成し、溶岩流の噴出実験を行い、噴出した後の流れ方や速さを測り、結果をまとめて考察を行うことで、実際に火山災害が発生した際に、安全かつ効果的な避難につなげられるのではないかと考えた。

【研究計画／Research plan】1000000分の17スケールの蔵王山模型を作成しました。この模型の作り方としては、国土地理院から蔵王山の写真を印刷し、等高線50m間隔に段ボールを切り、それを重ねたものにニス塗りしました。その写真がこちらです。また、実験の方法は、片栗粉を水に溶いたものを溶岩流にみたくて実験しました。さらに溶岩流の粘性を変えるため、水と片栗粉の比率を5:4、5:5、5:6に変えて、全て溶かして御釜を噴火口とし3種類の溶岩流を流しました。それが通過した地点と時間を測り、速度とどこを通過て広がっていくのかを実験しました。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】水と片栗粉を5:4、5:5、5:6の3種類の粘度を変えた溶岩流はそれぞれ11.8秒、25.9秒、120.6秒で流れた。この実験結果より火山噴出物から身を守る為に御釜付近にいる人は、火山災害が発生した時には慌てて下山するのではなく、近くの山小屋に避難した方が安全である。

【今後の展望／Future study plan】風の影響で速さの変化が生じてしまうこともあるので次回実験を行うときは、扇風機などを使い、風の強さを一定にして実験してみようと思いました。蔵王山が噴火した時に発生する作物の影響を調べていきたい。今回は片栗粉と水を混ぜた液体を手で流しましたが、一度に流せる装置を作り、より正確な実験結果が得られるようにしたいです。

【参考文献／References】山と溪谷社「ヤマケイオンライン」<https://www.yamakei-online.com> (閲覧日 2021年8月30日) 国土地理院「地理院地図」<https://maps.gsi.go.jp> (閲覧日 2021年7月29日)

1 2 1. 埼玉県立熊谷西高等学校

1 2 1. 埼玉県立熊谷西高等学校

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】市村 春薫

【メンバー／Member】小島 愛梨、橋本 いまり

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】月に咲く白い花火の謎〜光条のさまざまな形成要因について〜

【背景／Background】月のクレーターには満月近くになると光の筋を発するものがある。それは光条といい、クレーターの形成時に噴射物が飛び散ってできるものである。クレーターの直径に対し、同心円状に光条の長さが最大10倍くらいになるような光条を持つクレーターを再現し、光条ができるメカニズムを探ろうと考えた。右の写真はかぐやの地形カメラが撮影したティコクレーター<写真1>である。放射状に伸びた光条が見える。

【目的／Purpose of the research】まず先行研究の追実験を行い、現象を再現することにした。またその作業を通じて、何が原因なのか、またそれを検証する方法を考えた。先行研究では光条クレーターができる要因は、衝突面の粒径が細かいことと、不均一な形状になっていることが指摘されていた。そこで、粒径の違いによる実験を行い、その後のどのような衝突面の形状が原因になっているのかを探った。

【研究計画／Research plan】○粒径の差による再現実験：クレーターが形成されるのに適した、重りを落下させる高さや角度、衝突面の厚さはどれくらいがいいのかを何度も実験して確認した。結果は落下高度30cm、厚さは衝突面の粒径によって変化することがわかった。このとき、衝突面は均一な平面とした。  
①珪砂6号による実験：細かい中でも砂の粒径範囲(1/16mm〜2mm)の範囲で行った。光学顕微鏡とマイクロメーターで測定したところ0.23mmの粒径であった。  
②福島珪石・朝鮮カオリンによる実験：共に軸葉の原料として使われる粘土質鉱物で、粒径は光学顕微鏡とマイクロメーターで測定したところ福島珪石がシルト(0.03mm)、朝鮮カオリンが粘土(0.0025mm)であった。  
○表面の形状による再現実験：先行研究では不均一な表面がいいということなので波打った衝突面の状態を不均一にして実験を行った。  
①波打った形状での実験  
何回か実験を繰り返したところ、山になっているところに当たるとうまくいくことがわかってきた。層厚の違いで粘土自体が衝撃を吸収するかもしれないと考え、粘土を2cmにして山状にしてみたところ

1 2 2. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

本実験の中では一番うまく再現できそうだった。<写真2>

② 地形の平坦さの違いによる実験

「おやまくん」で地形を3種類作り、同一の地形の形状での衝突実験を行った。衝突面に使ったものは福島珪石である。また、実験器具を作成して、山の頂点に当たるようにした。

○衝突エネルギーと山頂に当たる確率の検討

光条がコンスタントにできやすい径はφ20mm以上で、重さは10g以上ということがわかった。

○衝突面の粒度分布を変える

珪砂6号、福島珪石、朝鮮カオリンをそれぞれ2種類、3種類ごとに混ぜる割合を変え、衝突面の粒度分布の違いを調べた。最も光条がよくできたのは3種類を1:1:1で混ぜたときであった。

○モデル実験としての妥当性の検証

実際に衝突した隕石などの大きさからティコクレーターの数値を求め、実験結果との比を計算した結果モデル実験の衝突物とクレーターの比は、月面と同じ比であることがわかった。(重力加速度を加味して)

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】一番光条がきれいに見える条件として、実験では高さ30cmで、衝突面の高さは2cm(山の部分1cm)であった。山の頂点に正確に当てるようにして、衝突面の粒径はシルトより細かいとうまくいかない。重りはφ20mm以上で重さ10g以上にするとう光条が径の10倍の長さまででき、全方位に広がりやすいことが確かめられた。

【今後の展望／Future study plan】・型押し力の加減を定量的に変える。<空隙率の関係性>  
・粒分散度を様々なに変化させ関連性を調べる。  
・光条クレーターの形状モデル実験としての妥当性をより検証していく。  
・月の表土成分の違いによる光条クレーターの形状を調べる。

【参考文献／References】・「太陽系科学捜査班誕生！？砂場の実験で月クレーター形成の秘密に迫る」沖縄科学技術大学院大学  
・天体・日常・微小スケールをつなぐクレーターの物理 桂木 洋光(名古屋大学大学院環境学研究科)  
・月面ガイドブック 高橋 実 誠文堂新光社  
・クレーターに伴うレイの構造の解明 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 地学部

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics化学／Chemistry医学・生物／Medical Science・Biology

地学／Earth Science

数学・情報・コンピューター／Mathematics・Information・Computerその他／Others( )

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】大瀬 希亜

【メンバー／Member】池田 風沙、佐藤 羽流

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】次世代岩絵具でさらに絵を描こう！

【背景／Background】日本画では、岩絵具・水干絵具・胡粉などの絵具が使われている。これらの絵具そのものは粉末であり、接着剤がないため、膠液と混ぜ合わせ、紙などの支持体に定着する。岩絵具は、日本の伝統文化であるが、膠液は高価で扱いづらく一般にはあまり普及していない。そのことを残念に思い、膠液に比べ安価で身近なもので代用し、岩絵具をより身近にしたいと考えた。先行研究では、膠液に代わる固着剤を見つけてより安価に絵を描けるようにしたいと考えた。

【目的／Purpose of the research】先行研究では、固着剤として使用されている膠液における扱いにくさ、加工のしにくさ、価格面の問題点を解決し、岩絵具をより身近な絵具にするために、入手しやすい身近な食品や接着剤等を用いて、新たな固着剤の開発に取り組んだ。今回の実験では岩絵具の岩石に着目し、固着剤との相性や実際に相模川で拾ってきた岩を同じく、より安価で身近なものにできないかと試みてきた。

【研究計画／Research plan】膠液の代用品候補としてゼラチン、米粉、おから溶液、ポリオイルを選び、固着度、色伸び、発色、表面状態、時間経過による発色の変化の5つの観点で実験を行い、米粉溶液が固着剤の代用品としてふさわしいと選定した。(表1)  
さらに、6種類の既知の岩石や相模川で採取した岩石を用いて、米粉溶液がどのような岩石でも固着剤として使えることを証明するための実験を行った。まず、6種類の岩石で製作した岩絵具について、自作装置「すいちょくん」(図1)を改良し、固着度を測定した。接着防止テープに岩絵具が付着、剥離後の質量増加、剥離時のテープのねじれなどの問題点があったため、和紙の重さを含めないように計測したり、付着した岩絵具はへらで削ったりするなどの改善を行っていた。表面状態は、45%米粉溶液を使用した際、膠液より鉱物の光り方が少なかった。これは鉱物の結晶が米粉溶液に埋もれてしまったためと考えられた。そこで、米粉溶液の濃度を10%、20%、45%と変え、同様の実験を行う。色伸びでは、より垂直にし、実験を行いやすいようにするため、自作装置「すいちょくん」(図2)(ハーゲン-ポアズイユの法則の応用)を新たに設計した。製作した岩絵具を「すいちょくん」に固定した透明なストロー内でそれぞれ流動させ、その速度の相対値を求めた。さらに、相模川で採取した岩石を岩絵具として使用するために、岩石の同定を行った。(図4、5)また、肉眼で図鑑と照合し、磁性を調べたり、無色鉱物と有色鉱物の割合は色指数で計測したりした。また、色指数と同様の方法で無色鉱物の割合を測定し、QAPF図で岩石の種類を判定した。

【研究結果または予測／Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】表面状態では、既知の岩石で作った岩絵具と膠液、45%米粉溶液で岩絵具を制作した後、和紙に塗り、表面状態を双眼体顕微鏡で観察した。図5の結果から、膠液より鉱物に輝きが少なかった。これは、鉱物が埋もれていることが原因だと考え、米粉溶液の濃度を10%、20%と変え、同様の実験を行ったところ、45%の時よりも鉱物が表面に出てきたように感じた。また、泥岩、安山岩、チャートでは特に鉱物の輝きがあった。泥岩と安山岩では輝石が、チャートでは二酸化ケイ素が岩絵具を輝かせていると考えた。固着度は、全体的に10%よりも20%のほうが、固着度が高くなっていることがわかった。この結果から、10%よりも20%の米粉溶液がふさわしいと考えた。また岩石ごとにみると、泥岩、礫岩、石灰岩の固着度が低くなっていることがわかる。これは、岩石に含まれている成分が原因と考えられる。礫岩は泥と石灰岩の微細粒子が充填している。礫岩と石灰岩は炭酸カルシウムが、チャートは二酸化ケイ素が原因で固着度が低くなったと考えられる。色伸びは、膠液、米粉溶液ともに泥岩の流動速度が0と極端に低くなっている。(図9)これは、泥岩が粘土鉱物を多く含んでおり、粘度が高くなったためだと考えられる。また、米粉

## 122. 神奈川県立相模原弥栄高等学校



1 2 2. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

(別紙資料-4)

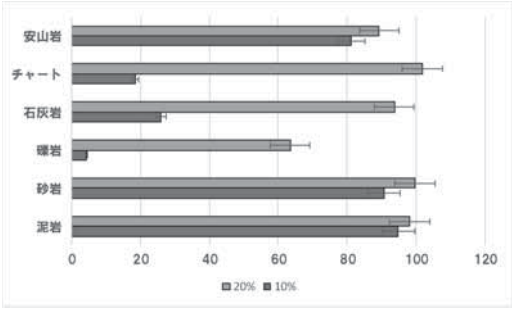


図 7 固着度の比較 (ガムテープ)

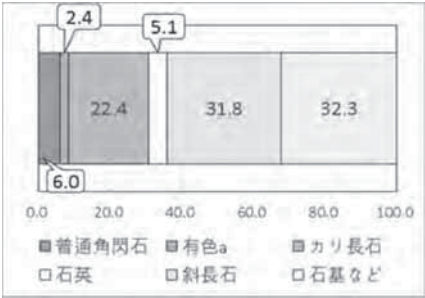


図 8 サンプル a の鉱物組成

1 2 2. 神奈川県立相模原弥栄高等学校

(別紙資料-5)

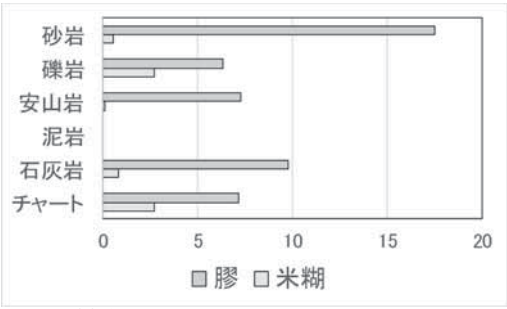


図 9 流動速度 (相対値)

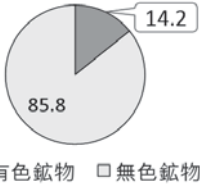


図 10 サンプル a の色指数

1 2 3. 東海大学付属諏訪高等学校

分野/Areas 当てはまる分野に○をして下さい。

物理/Physics 化学/Chemistry 医学・生物/Medical Science・Biology 地学/Earth Science○  
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer その他/Others( )

参加者/Participant's Information

【学校名/School Name】東海大学付属諏訪高等学校

【代表者名/Representative's Name】遠藤爽磨

【メンバー/Member】

指導教員/Supervising Teacher

【お名前/Name】伊藤利章 (東海大諏訪高) 森下知晃 (金沢大学理工研究域地球社会基盤学系教授)

発表内容/Abstract of the Presentation

【タイトル/Title】鉱物への二酸化炭素の固定

【背景/Background】

社会に貢献できそうなテーマを考えた時に地球温暖化対策に繋がる研究をしようと思った。地球温暖化への対策は色々ある中で鉱物を利用する方法に注目した。自分が住んでいる地域に金鶏金山がありその鉱物が温室効果ガスを溜めているのではないかと考え地元を生かせるという点からこの研究を進めようと思った。

【目的/Purpose of the research】

地球温暖化を進めている温室効果ガスを鉱物に合体させて温暖化の抑制に関わる。そのためにどのような鉱物に温室効果ガスが固定されているのか調べる。  
蛇紋岩という鉱物と温室効果ガスである二酸化炭素が合体するとマグネサイトと滑石になるのでそこに注目した研究になっている。

【研究計画/Research plan】

鉱物の採掘、観察、解析をする。

採掘では鉱物の特徴を考えた場所選び、観察及び解析は大学の機器を活用する。

静岡県に研究で利用できるような炭酸塩鉱物があるため採掘場所とした。

【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】

静岡県で採掘した石の一つに典型的なマグネサイト岩石があった。名前を K M T Z08 とする。石英 (白い部分) と蛇紋石 (薄い緑) からできている。マグネサイトが風化したものだとして仮定して、感触は崩れやすく土のようだった。密度が低かったことから風化により二酸化炭素が抜けてしまったものだと考察する。他の鉱物 (K M T Z01 とする) で炭酸塩鉱物の中のドロマイトが含まれたものがあり、カルシウムの量が多いことから複雑な物質からできていることがわかった。

解析した鉱物の一つに蛇紋石と少量のクロムスビネルを合わせた蛇紋石 + C O2 でマグネサイト + 二酸化珪素である SiO2 + クロムスビネルマグネサイト岩となっているものがあり、クロムスビネルは蛇紋岩にしか見られないので蛇紋岩としての証拠になった。

鉱物は多様な物質の集まりでできている。観察したマグネサイトに隙間ができていることから何か溶けて隙間ができたと考える。それは二酸化炭素だと考察した。つまり温室効果ガスはマグネサイトに固定できる。

【今後の展望/Future study plan】

固定されている鉱物はどれくらい安定で長期間固定できるのかを考えていく。

金鶏金山は炭酸塩鉱物が全て抜けてしまったものだと考えられるのでどのような鉱物なのか観察してみるこ

1 2 3. 東海大学付属諏訪高等学校

とも研究につながるかもしれない。

【参考文献/References】

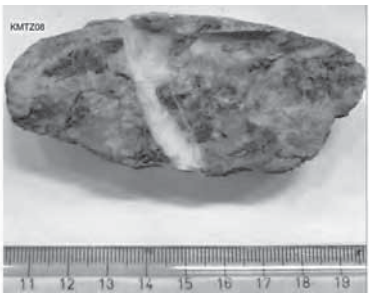
<https://doi.org/10.1007/s00410-021-01851-z>



静岡県静岡市の採掘場。(斜線部近く)



採掘した鉱物の一部



中央は石英。両側は蛇紋石。

分野／Areas

当てはまる分野に○をして下さい。

物理／Physics 化学／Chemistry 医学・生物／Medical Science・Biology 地学／Earth Science 数学・情報・コンピュータ／Mathematics・Information・Computer その他／Others( )

参加者／Participant's Information

【学校名／School Name】奈良県立青翔高等学校

【代表者名／Representative's Name】森本 千慧

【メンバー／Member】松尾 唯那

指導教員／Supervising Teacher

【お名前／Name】山田 隆文

発表内容／Abstract of the Presentation

【タイトル／Title】ブラックホール連星 SS433 のジェットの変化

【背景／Background】

私たちは、ブラックホール等の特異な天体に興味を持っていた。ブラックホールとは、太陽の約 30 倍以上の質量を持つ恒星の終末に形成される天体で、その密度や重力が非常に大きいため、光さえも吸い込まれると外へ出ることができない。銀河系の中には、こういったブラックホール連星と考えられている天体が約 40 存在しているが、代表天体であるはくちょう座 X-1 などほとんどの天体は、X 線での観測が必要となる。しかし、X 線での観測は天文衛星の様に大気圏外からでないといけないため、自分でデータを取得することができない。そこで、私たちは可視光でも観測できるブラックホール連星はないか調査したところ、わし座にある SS433 という天体（図 1）がそれに該当することがわかった。（文献 1,2,3,4）

また、この天体については、本校で 2013 年度、2016 年度、2018 年度と先行研究が行われており（文献 5,6）過去 10 年間蓄積された低分散分光観測のデータを活用できるためこの天体を選んだ。

【目的／Purpose of the research】

本校の先輩方の過去の研究によれば、SS433 のジェットの歳差運動の周期は約 162.25 日であることが確認されている（文献 5）。しかし、先輩方が調べたデータは 5 年分しかなく、またその研究が行われたのは 5 年も前であるため、新たなデータを集めるとより精度の高い結果が出ると思った。また、取得したスペクトル画像の中に、ジェットの輝線がほとんど見られない日があったことから、次の①・②を研究目的とし、それぞれについて仮説を設定した。

① 過去 10 年間にわたる低分散分光観測データをまとめ、ジェットの歳差運動の周期をより高い精度で求めること。仮説としては、このジェットの歳差運動の周期を最初に求めた Margon ら（1979）の計算結果が約 164 日となっていることから、162.25 日より少し長いのではないかと考えた。

② 最近の低分散分光観測データを解析することにより、ジェットの強弱の変化の様子を解明すること。仮説としては、ジェットが視線方向に対し垂直に伸びているほうが、地球から見たジェットの見かけの面積が大きくなるため、ジェットの視線速度が最も小さいときに、その輝線は最も強くなるのではないかと考えた。

【研究計画／Research plan】

< 1 >

① 美星天文台の口径 101cm 望遠鏡に分光器と冷却 CCD カメラを取り付け、低分散分光観測を行い SS433 のスペクトル画像を 900 秒露出で取得した。

② 得られた画像をすばる画像処理ソフト「マカリ」（国立天文台・(株)アストロアーツ）を用いて、一次処理をした。

③ 分光データ解析ソフト「Be Spec」（川端哲也 作）を用いて、スペクトル図を作成した。

④ 引き続き分光データ解析ソフト「BeSpec」を用いて、SS433 の降着円盤（本体部分）、主に近づく側のジェット、主に遠ざかる側のジェットの H $\alpha$  輝線の中心波長（Å）（表 1.2.3）をそれぞれ測定した。

⑤ ④で測定した値を用い、下のドップラー効果の式より、ジェットの視線速度 v（km/s）（表 1.2.3）を求めた。  
$$v=c\cdot\Delta\lambda/\lambda$$



図 1 SS433 の位置

表 1 輝線の強さとジェットの速さ（2018～2020）

日付	降着円盤の H $\alpha$ 輝線（Å）	ジェットの H $\alpha$ 輝線（Å）	ジェットの速さ [km/s]
2018. 07. 18	6565.2 $\pm$ 0.3	① 6232.9 $\pm$ 0.5	-15181
		② 7441.7 $\pm$ 0.5	40054
2020. 04. 10	6565.0 $\pm$ 0.3	① 5936.1 $\pm$ 2.9	-28742
		② 7697.6 $\pm$ 14.7	51754
2020. 08. 07	6564.3 $\pm$ 1.9	① 6564.3 $\pm$ 1.9	-19574
		② 7452.9 $\pm$ 2.1	40613
2020. 09. 05	6566.4 $\pm$ 0.1 Å	① 5934.4 $\pm$ 4.8	-28876
		② 7679.9 $\pm$ 1.4	50872

< 2 >

① 前出の分光データ解析ソフト「BeSpec」で作成した各観測日のスペクトル図のデータをテキストデータにし、それを「Microsoft Excel」で読み込む。

② スペクトル図を参考にして、「Microsoft Excel」のデータから、連続光部、降着円盤の H $\alpha$  輝線部、ジェット①の H $\alpha$  輝線部、ジェット②の H $\alpha$  輝線部を切り出す。

③ 区分積分法により、降着円盤の H $\alpha$  輝線部、ジェット①の H $\alpha$  輝線部、ジェット②の H $\alpha$  輝線部のそれぞれの面積を求める。

④ 降着円盤の H $\alpha$  輝線部、ジェット①の H $\alpha$  輝線部、ジェット②の H $\alpha$  輝線部の等価幅（Å）（図 2）をそれぞれ求める。

【研究結果または予測／Results of the study（Report of progress can also be acceptable）】

< 1 >

先輩方の作成したユリウス日と SS433 のジェットの視線速度の関係（2012 年～2016 年）のグラフ（図 3）と同様に、2018 年～2021 年のグラフを新たに作成（図 4）し、最近 10 年間にわたるジェットの視線速度の変化をまとめた。すると、2016 年ころまでは、Panferov(2013)の計算値 162.25 日と私たちの観測値は概ね合致していたが、2018 年以降は最大 10 日ほどずれてきていることが分かった。また、図 3 と図 4 を見比べ、2021 年 8 月 7 日と 2013 年 8 月 2 日の 8 日前が同位相であると判断し、この間に 18 周期が存在すると考え、以下の計算を行った。

・2013 年 7 月 25 日（2013 年 8 月 2 日の 8 日前） JD＝2,456,498 日

・2021 年 8 月 7 日 JD＝2459433 日

(2,459,433－2,456,498)  $\div$  18＝163.06 日 となり、最初に立てた仮説のとおり Panferov(2013)の値のみならず Cherepashchuk(2013)の値よりも周期が長くなった。

< 2 >

ジェットの輝線が強弱の変化を起こしている理由を以下の 2 つ考えた。

①ジェットの歳差運動により、ジェットが視線に対して垂直になる（視線速度の大きさが小さくなる）と地球からの見かけの面積が広くなるため、輝線が強くなる。（図 5）

②連星の運動やジェットの歳差運動と無関係に、伴星である普通の恒星からのガスの供給量が増えると降着円盤やジェットの密度が大きくなるため、輝線が強くなる。（図 6）

【今後の展望／Future study plan】

今後は、SS433 について継続的に分光観測を行うことにより、ジェットの歳差運動の周期の変化の特徴やジェットや降着円盤の H $\alpha$  輝線が強弱の変化の理由について突き詰めていきたいと考える。

【参考文献／References】

1) AA.Panferov, Deceleration of SS 433 radio jets (2013) 福江純ら 『超・宇宙を解く一現代天文学演習』 恒星社厚生閣（2014）

2) D.H.クラーク 著 福江純訳『SS433 伝説一謎の天体を追う天文学者たちの群像』 恒星社厚生閣（1988）

3) 北井健ら『ブラックホール連星 SS433 の観測的研究』第 16 回日本天文学会ジュニアセッション予稿集（2014）

4) GEORGE O.ABELL & BRUCE MARGON, A kinematic model for SS433（1979）

5) 岡崎将大ら『分光観測による SS433 のジェットの变化』第 19 回日本天文学会ジュニアセッション予稿集（2017）

6) 古野友希ら『ブラックホール連星 SS433 のジェットの特性』第 21 回日本天文学会ジュニアセッション予稿集（2019）

表 2 輝線の強さとジェットの速さ（2021）

観測日	降着円盤の H $\alpha$ 輝線（Å）	ジェットの H $\alpha$ 輝線（Å）	ジェットの速さ [km/s]
2021.5.1	6569.1 $\pm$ 0.1	1 6412.8 $\pm$ 0.3	-7138
		2 7151.7 $\pm$ 1.0	26607
2021.8.7	6568.3 $\pm$ 0.1	1 5960.9 $\pm$ 3.8	-27742
		2 7659.6 $\pm$ 2.2	49847
2021.9.11	6567.6 $\pm$ 0.1	1 6722.8 $\pm$ 1.0	7092
		2 6833.3 $\pm$ 0.3	12136
2021.9.15	6567.9 $\pm$ 0.3	1 + 2	11228
		6813.3 $\pm$ 0.3	

表 3 SS433 の各観測日における H $\alpha$  輝線波長（測定値）とジェットの視線速度

(遠ざかる方を正とする)															
観測日	降着円盤のH $\alpha$ 輝線波長(Å)			ジェット①のH $\alpha$ 輝線波長(Å)			ジェット②のH $\alpha$ 輝線波長(Å)			ジェット①の視線速度(km/s)		ジェット②の視線速度(km/s)			
	1観測	2観測	3観測	1観測	2観測	3観測	1観測	2観測	3観測	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
2018/7/18	1.07 6564.9	6564.9	6564.9	6232.8	6232.7	6232.2	7441.5	7441.1	7441.8	-15181	$\pm$ 14	40054	$\pm$ 18		
	1.09 6565.4	6565.4	6565.4	6233.6	6233.0	6233.3	7442.2	7441.3	7442.3						
2020/4/10	1.61 6564.8	6564.8	6564.8	5939.6	5938.6	5936.8	7710.7	7711.2	7710.6	-28742	$\pm$ 142	51754	$\pm$ 687		
	1.14 6565.3	6565.3	6565.3	5932.9	5932.6	5936.0	7687.1	7680.1	7685.8						
2020/8/7	1.12 6569.0	6569.0	6569.0	6136.7	6136.9	6136.3	7456.6	7453.8	7454.8	-18374	$\pm$ 43	40613	$\pm$ 30		
	1.14 6562.5	6562.5	6562.5	6134.9	6135.0	6135.6	7450.9	7450.8	7451.7						
2020/9/5	1.21 6566.3	6566.3	6566.3	5926.3	5934.7	5941.6	7678.4	7678.7	7679.5	-28876	$\pm$ 221	50872	$\pm$ 58		
	1.22 6566.6	6566.5	6566.5	5933.8	5935.0	5934.9	7680.1	7680.8	7682.1						
2021/5/1	1.27 6569.1	6569.0	6569.1	6412.8	6412.5	6413.4	7151.1	7152.3	7150.0	-7138	$\pm$ 15	26607	$\pm$ 48		
	1.29 6569.2	6569.2	6569.2	6412.6	6412.9	6412.8	7152.0	7152.5	7152.6						
2021/8/7	1.13 6568.1	6568.1	6568.1	5954.1	5959.2	5960.6	7682.6	7682.9	7681.8	-27742	$\pm$ 173	49947	$\pm$ 108		
	1.14 6568.3	6568.3	6568.3	5958.0	5964.2	5964.2	7659.1	7658.0	7658.4						
2021/9/11	1.15 6568.4	6568.4	6568.4	5958.1	5964.9	5964.8	7657.3	7657.3	7659.4	7092	$\pm$ 45	12136	$\pm$ 16		
	1.12 6567.5	6567.7	6567.7	6723.0	6723.7	6721.8	6833.5	6833.4	6832.9						
2021/9/15	1.07 6567.8	6567.6	6567.6	6814.8	6815.2	6813.8				11228	$\pm$ 45	-			
	1.08 6568.3	6568.4	6568.2	6813.6	6813.8	6813.9									
	1.10 6567.6	6567.6	6567.6	6812.8	6812.9	6812.1									

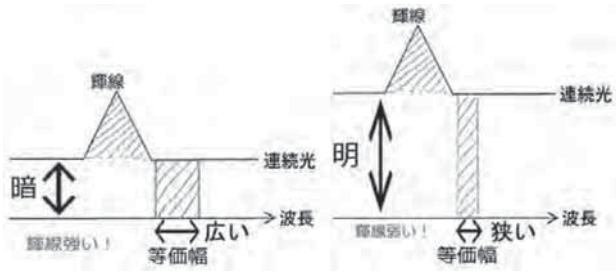


図 2 輝線の強さと等価幅の関係

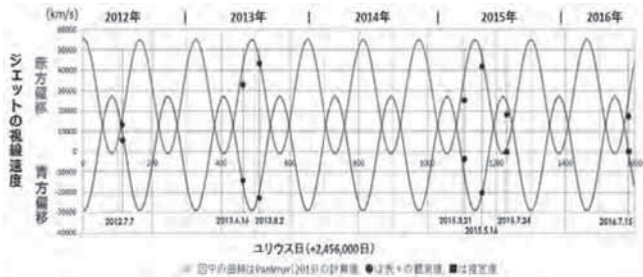


図 3 ユリウス日と SS433 のジェットの視線速度の関係 (2012 年～2016 年)

分野/Areas	当てはまる分野に○をして下さい。		
物理/Physics	化学/Chemistry	医学・生物/Medical Science・Biology	地学/Earth Science
数学・情報・コンピューター/Mathematics・Information・Computer	その他/Other (心理・健康科学)		
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】久保 愛空			
【メンバー/Member】久保 愛空			
指導教員/Supervising Teacher			
【お名前/Name】獅々見 元太郎			
発表内容/Abstract of the Presentation			
【タイトル/Title】パンプスを履いて歩行することが百ます計算課題の成績に及ぼす影響			
【背景/Background】 アンケートによると、6 割の会社が女性にパンプスを強制している[1]。仕事場にパンプスを履いて行くことは、比較的単純なデスクワークに対してどのような影響を与えるのだろうか。ここで相反する 2 つの立場がある。1 つ目は、パンプスを履いて歩いた際に、足にかかる負担の偏りにより生じる痛みでデスクワークの成績が低下するという可能性である。実際、会社のパンプス強制に反対する「#KuToo」で、パンプスを履いた女性が足の痛みで仕事に集中できないという意見がある[2]。2 つ目は、パンプスを履いて歩くことで、足ツボが刺激され、デスクワークの成績が向上するという可能性である。パンプスとデスクワークの因果関係を調べた実験はないが、塚本・加城(2013)は靴または下駄を履いて歩く前後の百ます計算の平均正答数を比較し、靴よりも下駄を履いた方が、足ツボを刺激された結果、より成績が向上するという結果を得た[3]。しかしながら、1 つ目の可能性は実証されたものではなく、2 つ目の可能性はパンプスを使用して得られた実験結果ではない。したがって、これら 2 つの可能性のうち、どちらが正しいのかを実験的に調べるために本研究を行う。			
【目的/Purpose of the research】 パンプス、運動靴、ローファーのいずれかを履いて歩行した前後における百ます計算の成績、(正答数、誤答数、正答率)を比べることで、パンプスを履くことによる単純なデスクワークへの影響を調べる。			
【研究計画/Research plan】 【実験参加者】 私立高校の女子生徒 24 名で、年齢は 15～17 歳とする。 【実験器具】 ヒールの高さが 5cm の黒のパンプス 4 足を用意する。サイズは 23.0cm、23.5cm、24.0cm、24.5cm の 4 種類とする。運動靴は学校配布のものを被験者に持参してもらう。実験には登校時に履いているローファーを履いて来てもらう。足計算と掛け算の百ます計算をそれぞれ 3 種類用意する。音楽プレーヤーとスピーカーで歩行時にリズム音を流す。 【手続き】 まず、実験参加者から事前に配布する実験参加同意書を回収する。同意の得られた実験参加者に席についてもらい、教示を行った後、ローファーを履いた状態で足計算と掛け算の百ます計算をそれぞれ 1 分間実施する。その成績によって参加者を 3 群 (パンプスを履くパンプス群、運動靴を履く運動靴群、ローファーを履くローファー群) に振り分ける (マッチング)。次に、それぞれの群で使用する履き物に履き替え (ローファー			

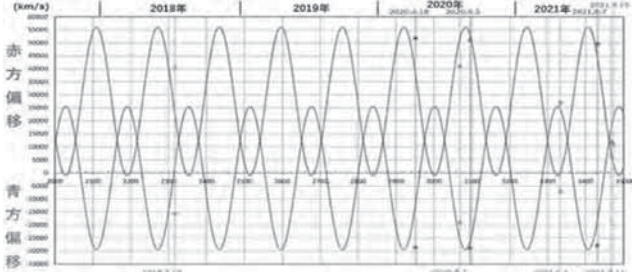


図 4 ユリウス日と SS433 のジェットの視線速度の関係 (2018 年～2021 年)



図 5 輝線の強弱が起こる理由①

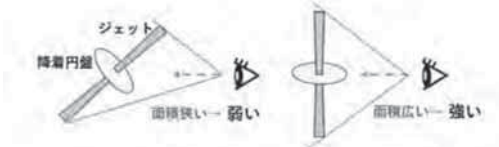


図 6 輝線の強弱が起こる理由②

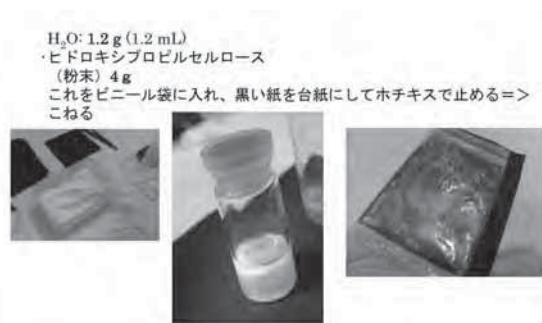
一群はそのまま)、席に戻ってもらい、別の足計算と掛け算の百ます計算を 1 分間ずつ行う。その後、席を立ってもらい、再生する音楽のリズムに合わせてその場で 15 分間行進してもらい、その後、席に戻ってもらい、さらに別の足計算と掛け算の百ます計算を 1 分間ずつ行う。最後に実験に関するアンケートを取って終了する。
【研究結果または予測/Results of the study (Report of progress can also be acceptable)】 2 つの可能性がある。1 つ目は、ヒールを履いたことによる痛みで正答数が減少する可能性である。この結果が得られた場合、これまでのアンケート結果を初めて実験的に支持するという点で意義がある。2 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、ローファーや運動靴を履いて歩くよりも成績が向上する可能性である。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と考えられる。
【今後の展望/Future study plan】 大まかな研究計画は立っているが、どのパンプスを実験に使用するかや、歩く時間や計算問題、計算時間といった、実際に実験で使用するパラメータ設定が最終決定していない。まずは自分自身を被験者として実験を行い、詳細を決定する。本研究の結果を先行研究の結果と併せて解釈することで、単純なデスクワークにおける履き物の効果を考えるきっかけになることが期待される。
【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 <a href="https://www.businessinsider.jp/post-192543">https://www.businessinsider.jp/post-192543</a> 2022/1/19 [2] 出口 純、職場のヒール強制、集まる疑問「礼儀だから」「足に良さそうな靴は NG」、2018、 <a href="https://www.bengo4.com/c_23/n_9770/">https://www.bengo4.com/c_23/n_9770/</a> 2022/1/20 [3] 塚本博之・加城貴美子 (2013) 靴と下駄を履いた前後の集中力の相違に関する基礎的研究 ―「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. <a href="https://shizusan.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&amp;active_action=repository_action_common_download&amp;item_id=312&amp;item_no=1&amp;attribute_id=21&amp;file_no=1&amp;page_id=25&amp;block_id=71">https://shizusan.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&amp;active_action=repository_action_common_download&amp;item_id=312&amp;item_no=1&amp;attribute_id=21&amp;file_no=1&amp;page_id=25&amp;block_id=71</a> <a href="https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspfm/1949/10/1/10_1_56/_pdf/_charfja">https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspfm/1949/10/1/10_1_56/_pdf/_charfja</a>



団体名	筑波大学		
タイトル	色・音・光の世界、液晶の原理と応用		
講師	後藤 博正		
時間	前半50分、後半50分の1セッション	定員数	1セッション：100名



講演の後にクロマトグラフィーの実験、液晶製作、リン光ゲルの作成、遠隔伝送実験、静電気の実験などの実験をまとめて行う。静電気センサーの作成、液晶の作成と発光ゲルの作成を各自が行う。



つくばScienceEdge2022

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	水素を何からどのように作れば良いのか？ －水素製造における原子力の役割－		
講師	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 高温ガス炉研究開発センター 水素・熱利用研究開発部長 久保 真治		
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



皆さんは最近「水素エネルギー」という言葉を耳にする機会が増えてきていると思います。しかし、水素ガスとして単独で自然に存在していることはありません。では、石油などほとんどの資源を輸入に頼る我が国で、いったい何からどうやって水素をつかって活用していったらよいのでしょうか？

人間が利用するエネルギーのうち、変換加工する以前の、自然界に存在するものを「一次エネルギー」と呼びます。現在、地球上の一部の地域で産出され、しかも、有限な一次エネルギーである化石資源は、工場・自動車・発電などの分野で広く使用されていますが、今後は、これら化石資源の大量消費を続けていくことが難しくなるかもしれません。

化石資源の代りになる一次エネルギーには太陽光など再生可能エネルギーおよび原子力エネルギーがあり、これら一次エネルギーを産業で活用できる形態である二次エネルギーの水素へと変換する重要性が高まっています。

ここでは、一次エネルギーを水素エネルギーに変換するとはどのようなことなのか、その変換方法（水素製造方法）には、どのようなものがあるのか、さらに、安全性に優れた高温ガス炉という原子炉の仕組みとこれを熱源とした水素製造法について解説します。皆さんが、衣食住に加えて不可欠なエネルギーをこの先どうやって確保していけば良いのか、考えるきっかけになれば嬉しく思います。

つくばScienceEdge2022

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				
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



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。超音波画像を使った宝探しチャレンジもやります。

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。

## つくばScienceEdge 2022

団体名	産業技術総合研究所				
タイトル	生物が持つ神経の働きをコントロールする様々なペプチド				
講師	稲垣 英利				
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



サソリ、クモ、ヘビといった毒産生生物は、毒液を獲物の動物に注入して狩りをする習性をもっています。この毒液中には、神経の働きを麻痺させて、運動能力を奪う神経毒とよばれる成分が含まれていることがあります。このワークショップでは、神経における情報伝達の仕組みとその測定方法について簡単に説明すると同時に、様々な毒産生生物が持つペプチド系の神経毒について解説します。また、このワークショップの最後では、昨年11月に開催した科学技術イベント「体験しよう！不思議な神経の世界」について写真を交えながら紹介するとともに、今年の夏休みに開催予定の、科学技術イベント「神経ってなんだろう？～モデル 動物が解き明かす神経の素顔～」についても紹介します。

## つくばScienceEdge 2022

<b>団体名</b>	東京理科大学 火災科学研究所／理工学研究科 国際火災科学専攻		
<b>タイトル</b>	命を守る火災の科学		
<b>講師</b>	萩原 一郎		
<b>時間</b>	第1部：50分	第2部：50分	<b>定員数</b> 第1部：40名 第2部：40名



火災は最も身近な災害の一つである。

最近も放火火災などで多くの人が犠牲になっている。

建築物で火災が発生した場合に、在館者の命や財産などを守るためにどのような対策がされているのか、被害を小さくするためにどのような研究が行われているのか、できるだけ分かりやすく解説する。

（１）火災の時に建築物では何が起きているのか。

実大火災実験の映像を使って説明する。

（２）火災に関係する主な分野は４つある。

フラッシュオーバーや煙流動について、ビデオを使って説明する。

①火災の物理・化学、②避難・人間行動、③構造耐火・材料、④消防防災・産業火災

（３）建築物の防災対策として、どのような対策がされているのかを紹介する。周りを観察してみて分かること。

（例えば、感知器、誘導灯、SPヘッド、排煙、防火区画、防火戸など）

（４）避難安全に関する研究

- ・群衆避難、避難シミュレーション 群衆避難の予測
- ・大深度地下からの避難 どの位の深さから階段をかけ上げられるか？
- ・避難用車いす 階段を降りることができる器具がある
- ・避難出口の配置、避難器具の配置の評価 ２方向の避難の確保



## オーラルプレゼンテーション審査委員

[ 物理学／つくば国際会議場館長 ] 江崎玲於奈博士

東京大学理学部物理学学科卒業。ノーベル物理学賞（1973年）、文化勲章（1974年）、米国物理学会国際賞（1985年）などの受賞歴、科学分野における多大な功績を残す物理学者。

多岐にわたる業績は、特に現代のエレクトロニクスの基礎を担う半導体物理学分野での極めて重要な成果として、「半導体のPN接合におけるトンネル効果の発見」「半導体超格子概念の提案とその実現」がある。まったく新しい分野を切り拓き、現代の物性物理学全般に大きな影響を与える研究者。

[ 数理物質 ] 宮崎修一博士

筑波大学 数理物質系物質工学域 名誉教授

1979年筑波大学 講師。1985年米国イリノイ大学 客員研究員。1989年西オーストラリア大学客員上級研究員を経て、1990年筑波大学 助教授。1997年仏国フアンシュコンテ大学客員教授。2009年韓国慶尚大学WCU プロジェクト客員教授。2014年仏国パリ化学研究所客員教授。現在、筑波大学数理物質系物質工学域特命教授。

[ 生物学 ] 丸山清明博士

つくばサイエンスアカデミー運営会議委員

東京大学農学系大学院修了。国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構理事、中央農業総合研究センター所長、北陸農業試験場、農業技術研究所、農業研究センターで稲育種に従事。農林水産省研究開発課長、研究総務官等、東京農業大学客員教授を歴任。

[ 物理学 ] 板東義雄博士

物質・材料研究機構名誉フェロー

大阪大学大学院理学研究科博士課程修了(1975)、同年科学技術庁無機材質研究所入所、米国アリゾナ州立大学在外研究員(2年間)、同所総合研究官、独立行政法人物質・材料研究機構総合戦略室長(2001)、同機構若手国際研究拠点センター長(2003)、同機構フェロー(2004)、世界トップレベル研究拠点国際ナノアーキテクトニクス研究拠点最高運営責任者(2008)、ウーロンゴン大学卓越教授（オーストラリア）、天津大学教授（中国）など歴任。物質・材料研究機構名誉フェロー、ウーロンゴン大学名誉教授、クインズランド大学名誉教授、王立サワード大学教授など。

ナノ材料研究の専門家。ナノ温度計の発見で第16回つくば賞を受賞(2005)。ナノ温度計は世界最小の温度計としてギネスに登録される(2002)。

[ 生物学 ] 鎌形洋一博士

産業技術総合研究所生命工学領域長補佐

北海道大学大学院農学研究科博士課程修了後、産業技術総合研究所入所、研究グループ長、研究部

門長、北海道センター所長、研究戦略部長を経て、現在、生命工学領域長補佐ならびに北海道大学、長岡技術科学大学、筑波大学連携大学院教授。この間、日本微生物生態学会長、国際微生物生態学会理事などを歴任。専門は環境微生物学（特に無酸素環境の微生物学）。

[ バイオ ] 宮本宏博士

つくば国際会議場 コーディネーター

国立研究開発法人 産業技術総合研究所にてナノバイオ分野の研究に従事され、国立研究開発法人 産業技術総合研究所にて国際部門長、四国センター所長を歴任。現在、国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー

### オーラルプレゼンテーション選抜審査委員

宮本宏博士（バイオ／つくば国際会議場 コーディネーター）、丸山清明博士（生物／元農研機構理事）、林純一博士（生命環境／筑波大学生命環境系教授）、岡田雅年博士（物理／(国)物質・材料研究機構名誉顧問）、小玉喜三郎博士（地学／(国)産業技術総合研究所特別顧問）、宮崎修一博士（数理物質／筑波大学数理物質系物質工学域名誉教授）、板東義雄（物理学／(国)物質・材料研究機構名誉フェロー）、古屋一夫博士（物理学／(国)物質・材料研究機構）、八瀬清志博士（物理／(国)産業技術総合研究所）、豊玉英樹博士（材料工学/科学技術振興機構開発主監）、鎌形洋一博士（生物学／産業技術総合研究所）、根本直博士（化学・バイオ／(国)産業技術総合研究所）、稲垣英利博士（バイオ・脳科学／(国)産業技術総合研究所）、須丸公雄博士（高分子化学／(国)産業技術総合研究所）、野本淳一博士（応用物理／(国)産業技術総合研究所）、赤穂昭太郎博士（数理工学／(国)産業技術総合研究所人間情報インタラクション研究部門上級主任研究員）林洋平博士（生物学／理化学研究所チームリーダー）寺村裕治（生体材料工学／(国)産業技術総合研究所主任研究員）

### ポスターセッション＜英語＞ 審査委員

宮本宏博士（バイオ／つくば国際会議場コーディネーター）、須丸公雄博士（高分子化学／(国)産業技術総合研究所）、野本淳一博士（応用物理／(国)産業技術総合研究所）、赤穂昭太郎博士（数理工学／(国)産業技術総合研究所人間情報インタラクション研究部門上級主任研究員）

