

令和3年度 自然科学 生徒課題研究 報告集



高

兵庫県立姫路東高等学校

報告集に寄せて

2年次主任 勝木 香織

75回生 SSHの2年目は、今年度も変わらずコロナ禍の渦中にあった。予定されていたフィールドワークが尽く変更を余儀なくされたのは、仕方が無いこととは言え残念であるが、「変更」や「切り換え」に対応し、その「かけがえのなさ」を大事にする中で様々な学びを得ることができた。

理系生徒は週に2時間を当てて「理数探究・科学倫理」に取り組んだ。「理数探究」は最終的には1年半にわたって続けた活動の成果を、今夏に論文として発表する。従って今回は途中経過である。「中間発表」や「Girl's Expo with Science Ethics」で他者の見解にさらされ、自身の偏向性に気づき、粘り強く思索し続ける過程で大いなる成長があったであろう。実は、探究はやればやるほど先が見えないものもある。性急に結果や成果を求めず、プロセスから学ぶ姿勢を忘れないで欲しい。

一方で、今年度は新たに「科学倫理」の探究に取り組んだ。これは文理関係なく2年次全体のテーマであった。私たちの世界がコロナによって新たな段階に入ったのだとすれば、その状況に右往左往することなく、相応の「ありよう」を構築しなければならない。互いの思考を持ち寄り話し合いを重ねる中で、とりあえず得た結果や解答に満足することなく、不断の研鑽を続けることの重要性をつくづく感じたことだろう。そして更に、本冊子をきっかけとして、異議を検証し合い多角的な対話が生まれることを期待したい。

最後に、今年も大変な中、生徒の活動にご尽力いただいた全ての方々に感謝申し上げます。

報告集に寄せて

1年次主任 棟安都代子

76回生は、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）指定2年目の1年次生です。長引くコロナ禍のため、多くの計画されていた学会や行事が縮小、中止を繰り返す中で「探究」活動を行なってきました。

ふと顧みれば、私たちは多かれ少なかれ日常の中で様々な問いに直面し、逡巡し、方法を選択し自分なりの答えを出しつつ生きています。つまり、無意識に「探究」の連続の中で生活しているのです。忙しい日々の中ですぐに答えの出ない問題や疑問に直面すると、いつの間にか思考停止に陥ったり、直感的に処理したりしてしまうこともあります。

また、以前であれば、手間ひまかけながら、じっくりと思考を熟成させつつ取り組んでいた事柄にも、デジタルネイティブといわれる現代の生徒は、インターネットという強力なツールを手に、答えをすぐに手にする機会も増えました。しかしながら、根源的な問いについての答えは、そう簡単に得られるものではありません。実際、彼らが社会に出る頃には、これまでの常識では対処できない事態がさらに現れ、すぐには答えの出ない問題が山積していると思われまます。

その際に役立つ能力として、ネガティブケイパビリティ（negative capability）が挙げられるのではないかと考えます。この言葉は、精神科医蒂木蓬生氏がその著書の中で、「答えの出ない事態に耐える力」と説明しています。もともと英国の詩人 J. キーツが初めて口にし、その後、精神分析の分野において、同じく英国の精神科医 W. R. ビオンによって取り上げられたとされています。人間の脳は本来、生物として物事をすぐに分かりたがる方向性が備わっているということですが、以前と比較にならない膨大な量の情報を処理しなければならない現代においては、一つの課題について綿密に計画を立てつつ、試行錯誤しながら粘り強く解決方法を見出していくには、忍耐が非常に必要です。この過程において、ネガティブケイパビリティは、大きな役割を果たすのではないかと考えます。

絡み合った思考の中から問いを整理して取り出し、メタ認知的思考を働かせ、人との協働の中で様々な視点を加えて考え抜いた結論は、生きた言葉を生み、無意識から意識へと輪郭を持ち始め、やがて人を説得することができるのだと思います。それは、取りも直さず、探究活動と同じく課題設定、仮説、調査・実験、考察、そして最終的には得られた知見を他者と共有するというプロセスなのです。そして、これが検証可能な研究となり、さらに今後の課題という、新たな展開を生むのでしょう。

特に、発表という場を経験した生徒たちの感想を読むと、友人・先輩方の研究や意見を見聞きすることで、自分自身を振り返るようになり、視野が広がり、さらに次の課題に取り組もうという強い意欲が伺えます。

この報告集は、時間との競争の中、時に自然を相手にしながら季節による移り変わりの見通しの甘さを反省したり、時に班員の中で互いに意見をぶつけあったりした1年間の取り組みの証です。生徒たちは、高校生活やコロナ禍の生活に一生懸命適応しようとしながら、この「探究」活動を通じて、少しずつネガティブケイパビリティを培っているようです。

失敗であれ成功であれ、1年次で学び得たことが、2年次の更に深化した探究活動につながっていき、大きな財産になっていくものと確信しています。また、探究活動を通じて自分のライフワークのヒントが得られれば、これほど幸いなことはありません。

最後になりますが、生徒たちの「探究」活動に際し、様々な場面で関わってくださった全ての皆様方に、心から感謝申し上げます。

目 次

兵庫県立姫路東高等学校の探究活動 SSH 推進部長 主幹教諭 川 勝 和 哉 …………… 1

〈1 年次生徒の自然科学課題研究のまとめとポスター〉

色が与える視覚への影響 ……………	4
トリックアートの作り方～目の錯覚を起こすには～ ……………	6
割れにくい消しゴムの使い方 ……………	8
消しゴムケースの形と割れやすさの関係 ……………	10
湿度とシャボン玉が割れるまでの時間の関係 ……………	12
ボールを遠くに投げる方法 ……………	14
パンケーキをつくるには ……………	16
パンケーキのふわふわさと蒸す時間の関係 ……………	18
橋と地震の揺れについて ……………	20
板の素材別耐久性 ……………	22
物の購入と値札の色の関係 ……………	24
ロゴマークにおける配色の効果 ……………	26
勉強に音楽はどんな影響を与えるか～記憶力編～ ……………	28
音楽はどんな影響力を与えるのか～集中力編～ ……………	30
消しゴムのよく消える使い方 ……………	32
カビから食パンを守る ……………	34
人気のある食パンとその理由 ……………	36
pH の数値とシャボン玉の持続時間の関係性を調べる ……………	38
嘘が身体に与える影響 ……………	40
自転車で重い荷物を楽に運ぶ方法 ……………	42
ヒット曲の不変的な共通点 ……………	44
切り取りやすいミシン目を作る！ ……………	46
シャープペンシルの芯の減り方の調査 ……………	48
3D 画像について ……………	50
効率的な暗記法 ……………	52
誕生月と運動能力の関係 ……………	54
シャボン液の洗剤の濃度とシャボン玉の耐久時間の関係 ……………	56
シャボン膜の持続時間と液の温度の関係性 ……………	58
シャボン液の洗剤の濃度とシャボン玉の耐久力の関係 ……………	60
割れないシャボン玉を作るには ……………	62
ヨーグルトと睡眠 ……………	64
四葉のクローバーと刺激の関係 ……………	66
四つ葉のクローバーについて（肥料の効果） ……………	68
チョークの粉を滑り止めとして活用する方法 ……………	70

与える水の pH・温度の変動による雑草抑制効果	72
素材と反射の関係	74
日数の経過による野菜・果物の糖度の変化	76
つくろう！涼しいマスク	78
豆苗を伸ばそう	80
太陽光を有効活用するときの条件	82
三拍子の速さと心拍数の変化について	84
運動と音のテンポの関係について	86
重曹とクエン酸で洗剤を作る	88
光の色・紫外線による植物の成長の違い	90
色素と葉緑体の変化	92
持続力の高い風船を作ろう	94
生物の生態と巣の構造の関係	96
環境の変化による生物の変化	98
紅葉の、日光・温度との関係	100
形状記憶合金が酸・アルカリから受ける影響	102
ミュラーリヤー錯視の矢羽根の長さによる見え方の変化	104
365 日の紙飛行機～紙飛行機の滞空時間～	106
メントスコーラを強くする条件とほかの飲み物での再現	108
人の気配は体のどこで感じるのか	110
人の気配の正体は静電気なのか	112
4 択問題の正解は何番が多いのか	114
色について～色と温度の関係性～	116
支柱がつる性植物に及ぼす影響に迫る	118

〈2 年次生徒の自然科学ポスター〉

気象情報と天気の関係性	121
天気の確率	122
カラメル化による糖の種類と明度の変化	123
糖度計を作ろう	124
乳酸菌は植物の成長を促進させるのか	125
ヨーグルトを家で作るには	126
ヨーグルトの酸味調整はできるのか	127
よく飛ぶ紙飛行機を作ろう	128
食虫植物の液体について	129
花の色と pH の関係	130
身近なものを使った炎色反応から化学実験の時のような色を作り出す	131
炎色反応で混色をする	132

声の特徴について	133
温度が味覚に与える影響について	134
光と瞳孔について	135
光の波長の変化による照度変化	136
アニメ進撃の巨人の立体起動装置のワイヤーを再現する	137
カールじいさんの空飛ぶ家を実現するには風船は何個いる？	138
ガムテープが光る謎	139
摩擦発光で豆電球を光らせたい！	140
東君と東子ちゃんを作ろう。	141
音で光を消す消火器を作ろう	142
フリスビーを遠くに飛ばすには	143
振動発電の効率	144
火星移住計画	145
教室の埃を合理的に集めるため、埃の組成を明らかにする	146
よく飛ぶ飛行機をつくる	147
四つ葉のクローバーを人工的に繁殖させる	148
黒板の溝掃除を自動化する	149
弾むシャボン玉を作る	150
体内時計について	151
生分解性プラスチックを作る	152
よく飛ぶ紙飛行機の条件	153
金属の摩擦で水を沸騰させる	154
食べられるシャボン玉	155
縮小版オセロの必勝法から8×8盤の必勝法を見出す	156
球場とホームランの関連性	157
光の色と光合成	158
人を浮かせるための浮力とその体積	159
糸電話を伝わる音の波形の変化	160

〈科学部の自然科学研究論文とポスター〉

「逆ムペンバ現象」はあるのか、それはどんな温度条件で現れる現象なのか	161
ヤマトシジミ (<i>Corbicula japonica</i>) の殻表面の模様産地による種内変異	171
サボテンの刺座の配列に規則性はあるのか	182
石英安山岩の角閃石から熱水残液の循環を記録する波状累帯構造を発見	193

兵庫県立姫路東高等学校の探究活動

SSH推進部長 主幹教諭 川勝和哉

1 はじめに

本校は、1～3年の各年次7クラスからなる、単位制普通科の高等学校である。本年度のSSHの主対象は、1年次生徒と2年次生徒、それに科学部の生徒である。課題研究は、1年次生徒全員対象の「理数探究基礎」(1単位)と、2年次理系生徒対象の「理数探究・科学倫理」(2単位)で行った。

1年次の生徒全員での取り組みは、SSH指定校の中でも稀である。1年次生は、一通りの課題研究を経験することによって、探究の手法を習得し、論理的思考力や議論する力、プレゼンテーションの力など、探究の力を育成する。2年次理系生徒は、3年次まで2年間かけてじっくりと課題研究に取り組む。研究をすすめるにあたっては、教員は助言するにとどめ、テーマの設定から考察、プレゼンテーション、論文のまとめまで、生徒の主体的な活動を重視して実施した。

2 課題研究の進め方

- ① 幼いころに感じていた疑問や、自分の身の回りのさまざまな事象に着目して、生徒全員が各自研究テーマ案を持ち寄る。
- ② 各クラスで、機械的に割り振った「研究テーマ検討班」の中でテーマ案を出し合い、研究テーマとして採用するテーマを班でひとつ選ぶ。
- ③ 研究テーマ検討班が、クラスごとに生徒全員の前で、そのテーマ案を推薦する理由や先行研究などを紹介し、質疑応答を行う。プレゼンテーションを聞いて、各自が探究したいテーマを選び、それをもとに「研究班」を構成する。この後は、研究班ごとに活動する。
- ④ 研究班内で、テーマをより具体化するとともに、動機と目的を明らかにして仮説を立てる。研究計画や内容を検討し、研究企画書を作成する。
- ⑤ 実験や観察、アンケート調査、文献調査など、具体的な活動を始める。大学教員や企業研究員などの指導・助言を受けたり、メール等による問い合わせを効果に活用する。教員は、それらの環境整備に関わる。
- ⑥ 生徒研究中間発表会を実施し、動機、目的、仮説、方法、その時までには得られている結果、今後の方向性についてまとめて、要旨を提出し、ポスター発表を行う。事前に、すべての研究班の要旨をまとめた要旨集を全員に配布し、当日、有意義な質疑応答ができるようにする。大学教員や企業研究員等から指導・助言を得て、その後の研究の指針を得る。
- ⑦ その後の研究活動で得られた結果を加えて考察をおこない、生徒研究発表会でポスターおよび口頭発表をおこなう。同時に要旨を提出し、要旨集を事前に配布する。得られた助言をもとにして、よりよい研究になるように検討を加える。
- ⑧ 研究成果を論文にまとめて提出する。報告集にまとめて公開する。
- ⑨ 探究ノート(個人の評価)、要旨、ポスター、プレゼンテーション等(グループの評価)について、ルーブリックを用いて評定をつける。また、生徒個人の変容を生徒自身が自己認識し、探究の意義を確認するために、振り返り作文を書くとともにアンケートを実施する。

3 理数探究基礎（課題研究）

1年次の生徒全員（7クラス）は、「総合的な探究の時間」1単位の代替として、学校設定科目「理数探究基礎」（1単位）を設定し、各クラス2名の教員が担当して、自然科学をテーマとする課題研究に取り組んだ。本報告集では、生徒がまとめた報告書と生徒研究発表会のポスターを収録した。

4月20日	1回目	理数探究基礎について概要説明
5月11日	2回目	マルチプル・インテリジェンス理論に基づくアンケートを行う 機械的に分けた班（テーマ検討班）でテーマ案を決定する
5月18日	3回目	テーマ検討班でテーマ案を決定する
6月1日	4回目	テーマ検討班で決めた案をプレゼンし希望する研究テーマを選択
6月8日	5回目	探究班を構成し、テーマを検討
6月15日	6回目	テーマを検討し、仮説をたてる
6月22日	7回目	仮説が立証できる検証方法を考える（アンケート、フィールドワーク、街頭インタビュー、実験等）
6月29日	8回目	夏季休暇中 検証
9月7日	9回目	中間発表に向け、ポスター作成
9月14日	10回目	ポスター作成、抄録執筆、発表練習
9月28日		生徒課題研究中間発表会
10月5日	11回目	中間発表でもらったアドバイスを確認（アドバイスシート等）
10月12日	12回目	アドバイスシート等から検証の方法を考える
10月26日	13回目	中間発表でもらった内容から再検証（アンケート、フィールドワーク、街頭インタビュー、実験、観察等）
11月2日	14回目	
11月9日	15回目	
11月16日	16回目	
11月30日	17回目	生徒課題研究発表会に向けてポスター制作、抄録執筆
12月14日	18回目	
1月18日	19回目	発表練習と小論文ガイダンス講座
1月20日		生徒課題研究発表会
1月25日	20回目	アドバイスシート等をもとに研究振り返り
2月1日	21回目	Girl's Expo with Science Ethics準備
2月6日		Girl's Expo with Science Ethics発表
2月8日	22回目	英語プレゼンテーション講座と発表の振り返りをもとに研究論文の作成
2月22日	23回目	論文執筆と自己変容のための振り返り作文

4 理数探究・科学倫理（課題研究）

2年次理系5クラスの生徒は、「総合的な探究の時間」1単位と「探究数学B標準」のうちの1単位を合わせて、学校設定科目「理数探究・科学倫理」（2単位）を設定し、各クラス3名の教員が担当して、自然科学をテーマとする課題研究と、そのテーマに付随する科学倫理に関する課題研究を並行して行った。科学倫理をテーマとした課題研究は2年次で完了するが、1年次の「理数探究基礎」から引き継いで行った自然科学をテーマとした課題研究は3年次までの2年間で実施する。そのため、本報告集では生徒研究発表会で用いた中間報告のポスターを収録した。なお、科学倫理に関する課題研究は、「科学倫理生徒課題研究報告集」に掲載した。

	自然科学をテーマにした課題研究	科学倫理をテーマにした課題研究
4月15日	理数探究について概要説明	/
4月22日	機械的に分けたテーマ検討班で1つの研究テーマに絞る	
5月6日	テーマ検討班で決めた案をプレゼンし、希望班を選択	
5月13日	探究班を編成し、先行研究を調べ、テーマを検討する。	
5月27日	テーマを検討し、仮説をたてる。探究計画書を提出。	
6月3日	検討会で出た内容を参考にし、探究計画書を再検討する。	
6月17日	仮説が立証できる検証方法を考える（アンケート、フィールド	
6月24日	検証方法について問題がない班から検証にうつる。	
	夏季休業中 検証	科学倫理の探究活動について概要説明
	夏季休業中 検証	夏季休業中 テーマを考える
9月2日	各班検証	自然科学分野の探究班で1つの研究テーマに絞る
9月9日		
9月16日		
9月16日	各班調査・研究	
9月28日	SSH生徒研究中間発表会（1年次の発表を聴講）	
10月21日	各班検証	各班調査・研究 自然科学分野の進捗状況を見て時間の割り振りを考える。
10月28日		
11月4日		
11月11日		
11月18日		
11月25日		
12月9日		
12月16日	科学倫理の側面の課題を踏まえたまとめと中間発表準備	Girl's Expo with Science Ethicsの探究まとめとポスター作製
1月20日	SSH生徒研究発表会	
1月27日	中間発表でもらったアドバイスを確認（アドバイスシート等）	Girl's Expo with Science Ethicsに向けての発表準備
2月3日		Girl's Expo with Science Ethicsに向けての発表準備
2月6日	Girl's Expo with Science Ethicsで課題研究中間発表（全員）	Girl's Expo with Science Ethicsで課題研究発表（全員）
2月10日		Girl's Expo with Science Ethicsでもらったアドバイスを確認
2月24日		研究論文作成

1 年次生徒の自然科学
課題研究のまとめとポスター

色が与える視覚への影響

1. 研究の動機と目的

日常生活でよく目にするポスターやポップはなぜ目に入りやすかったり頭に残りやすかったりするのかわりに疑問に思った。そこで蛍光色と普通色の目への入りやすさの相違点や、いくつかの普通色のなかでどの色が暗記に適しているのかという点に着目した。そして、蛍光色と普通色に見え方の違いはあるのか①や、頭に残りやすい色とはどんな色か②を明らかにするのが目的である。

2. 方法

- ①緑、ピンク、黄の3色の蛍光色と純色でそれぞれ同じ文字を書いて5メートル離れた点からどちらが目に入りやすいかを10代から70代の約50人にアンケートを取る。
- ②背景色が赤、黄、緑、青、白の暗記用の紙とタイの首都の正式名称、円周率と $\sqrt{2}$ の1部の数列を用意し、12人にその3つのお題と、暗記用の紙を振り分けて2分間で暗記してもらい、暗記した文字数をまとめて背景色によって記憶力に差が出るのかを調べる。

3. 結果

- ①年齢や性別などは関係なく、全員が緑、ピンク、黄の3色のすべての色で蛍光色のほうが見やすいと回答した。
- ②暗記テストの結果1位青、2位白、3位黄と緑、5位赤という結果になり、予想していた寒色系である青が1位となり青が暗記をする上で最適な色だということが分かった。また、暖色系である赤が最下位となり寒色系に比べて、暗記力向上には効果が期待出来ないことが分かった。

4. 考察

- ①どの年代の人にも、蛍光色のほうが遠くから見ても、目に入りやすいので、道路に標識なども性別や年齢は関係なく目に入りやすいようになっていることが分かった。
- ②結果から普段使っている白よりも目に優しい青のほうが暗記する際の背景色に適していることが分かった。また目に刺激を与える赤は暗記の際の背景色には適していないことがわかった。このことから目に入る刺激によって暗記力に差が出るということが分かったため、短い時間で覚える暗記のものには背景色が青の紙を使うと短時間で暗記できると考えられる。

5. 今後の課題

蛍光色や純色が与える視覚への影響で勉強に関することについて考えてきた。
色が与える視覚への影響はまだまだ多くあると思うためもっと調べていきたい。

6. 引用文献

大山正 (1997) 色彩の知覚とその心理効果 (可視化情報学会誌 p p 2~7)
鈴木里佳 木村真 堀江良典 大内啓子 蛍光色によるマーキングの効果について(人間工学 第38巻 特別号)

色が与える視覚への影響

1. 研究の動機と目的

日常生活でよく目にするポスターやポップを見て色には視覚に何らかの影響を与える効果があるのではと思い蛍光色(①)と純色(②)の分野に分けて調べることにした。

2. 仮説

- ①目に入りやすいポスターは蛍光色が使われていると思われる。また、どの年代においても蛍光色のほうが目に入りやすいと思う。
- ②背景色において、青が暗記の際に最適で白や緑などの目に優しい色が続いて適しており、赤や黄などの目に刺激を与える色が最も適していないと思われる。

3. 方法

- ①10代から70代の男女約50人にアンケートを取り、約5メートルアンケート対象者と距離を取り、緑、ピンク、黄色の3色で蛍光色と純色で同じ文字を書いてどちらが目に入りやすいかを調べる。
- ②背景色が赤、黄、緑、青、白の暗記用の紙と3つのお題を用意し、12人にその3つのお題と、暗記用の紙を振り分けて2分間で暗記してもらい、暗記した文字数をまとめて背景色によって記憶力に差が出るのかを調べる。

4. 予想

- ①どの年代の人も純色と蛍光色では蛍光色のほうがはっきり見えると回答すると思われる。
- ②暗記テストで一番暗記力が向上する背景色は、1位青 2位緑 3位白 4位黄 5位赤と予想し暗記力向上には、目に刺激を与えにくく、リラックス効果もある寒色系の青や緑が上位に来て、目への刺激が強い暖色系はあまり暗記力が向上しないため下位に来ると考えた。

5. 結果

- ①実験の結果、10代から60代の約50人全員が純色と蛍光色で書かれた文字を見てどの色でも蛍光色のほうが見やすいと回答した。

②暗記テストの結果(平均)

	黄	赤	緑	青	白
√2の数列	8桁	10桁	4桁	18桁	10桁
円周率の数列	14桁	5桁	20桁	17桁	14桁
タイの首都の名前	8文字	5文字	8文字	23文字	24文字

- ②暗記テストの結果1位青 2位白 3位黄、緑 5位赤という結果になり、予想していた寒色系の青が1位となり青が最適ということ。また、暖色系の赤が最下位となり暗記力向上には効果がないことが分かった。

6. 考察

- ①どの年代の人にも、蛍光色のほうが遠くから見ても、目に入りやすいので道路にある標識なども性別や年齢は関係なく目に入りやすいようになっていることが分かった。
- ②結果から普段使っている白よりも目に優しい青のほうが暗記の際の背景色に適していることが分かった。また目に刺激を与える赤は暗記の際の背景色には適していないことがわかった。このことから目に入る刺激によって暗記力に差が出るということが分かったため 短い時間で覚える暗記ものには背景色が青の紙を使うと短時間で暗記できると考えられる。

7. 今後の課題

蛍光色や純色が与える視覚への影響で勉強に関することについて考えてきた。まだまだ多くあるためもっと調べていきたい。

8. 引用文献

- 大山正 (1997) 色彩の知覚とその心理効果 (可視化情報学会誌pp2~7)
- 鈴木里佳 木村真 堀江良典 大内啓子 蛍光色によるマーキングの効果 (人間工学 第38巻 特別号 p500)
- 若林信吾 伊丸岡俊秀 (2009) 色が視覚探索に与える影響: 単語と色識別性の関連性 (基礎心理学研究27 p171)
- 岩崎智史 (2014) 背景色が商品イメージに与える影響 (東京未来大学研究紀要7)
- 西村浩樹 桑原教彰 (2017) 蛍光マーカーペンを用いた情報整理方法が学習者の視線移動に与える影響の研究 (6巻1号pp59~66)

9. 謝辞

本研究を進めるにあたって、吉原先生には有益な助言をいただいています。ここに謝意を表します。

トリックアートの作り方 ～目の錯覚を起こすには～

1. 研究の動機

テレビで放映されていたトリックアートの特集を見て、目の錯覚に興味を持ったから。

2. 仮説

遠近法を用いたり、影の濃淡を意識して描くことで飛び出しているように見えるのではないか。

3. 研究方法

トリックアートの観察により共通点を見つけ出し、それらを用いてトリックアートを作成する。

4. 結果・考察

私たちが作ったトリックアートは、写真1である。ディズニー映画である「アラジン」をテーマに、オリジナルのリジナルのトリックアートを作成した。私たちがトリックアートを作成する上で工夫した点は、3つある。

① 影を書く

写真2は影の有無の比較である。立体的に感じられるのはどちらかというアンケートを行った。

【アンケート結果】

影あり	8人	影なし	2人
-----	----	-----	----

このことから、影を書くことはトリックアートを作成する上で必要な要素であると考えた。

② 遠近法を用いる

写真3は遠近法の有無の比較である。立体感に感じられるのはどちらかというアンケートを行った。

【アンケート結果】

遠近法あり	7人	遠近法なし	3人
-------	----	-------	----

このことから遠近法は、トリックアートを作成する上で必要な要素であると考えた。

③ 背景をつける

写真4は背景の有無を比較である。立体的に感じられるのはどちらかというアンケートを行った。

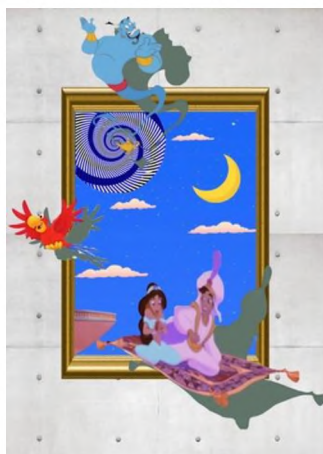
【アンケート結果】

背景あり	10人	背景なし	0人
------	-----	------	----

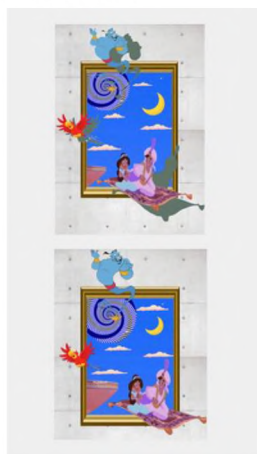
このことから、背景をつけることはトリックアートを作成する上で必要な要素であると考えた。

5. 今後の課題

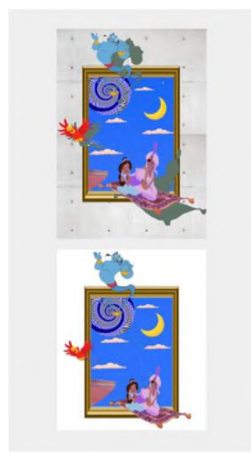
影に濃淡をつけることである。基準面からの距離により影の濃淡を変えることによってより立体的に感じられると考えたからである。



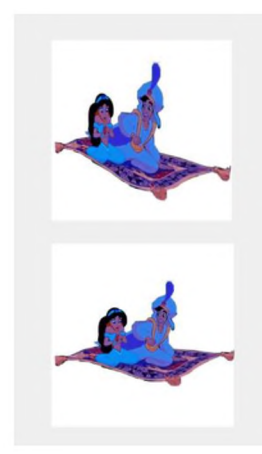
【写真1】



【写真2】(上)あり(下)なし



【写真3】(上)あり(下)なし



【写真4】(上)あり(下)なし

トリックアートの作り方 ～目の錯覚を起こすには～

フレイザー錯視・・・水平から同じ向きに傾いた線分を持つ図形を、横一列に並べたおき、図形全体を貫く傾いた線がみえる錯視。

1. 研究の動機と目的

テレビで放送されていたトリックアートの特集を見て、どのように錯覚を起こしているのか不思議に思い、自分たちで作ってみたいと思ったから。

2. 仮説

- ①影による濃淡で引き起こされる
- ②本来とは違った比率を使うことで引き起こされる(遠近法)
- ③光の当たる角度が決まっている
- ④基準となる点や線がある

3. 方法

様々なトリックアートを観察し、共通点や錯覚を起こすための要素などを見つけ出す。それらを使って、写真加工アプリ「picsart」でオリジナルのトリックアートを作成した。

4. 結果

私たちが仮説や共通点などをもとに作成したトリックアートが右の写真である。

5. 考察

私たちがトリックアートを制作する上で注目した点は主に2つある。

- ①影を描くこと
 - ②飛び出すものの大きさの比率をかえること(遠近法)
- そして、より錯覚を起こしやすくするために用いた要素が2つある。

(1)背景

(2)フレイザー錯視

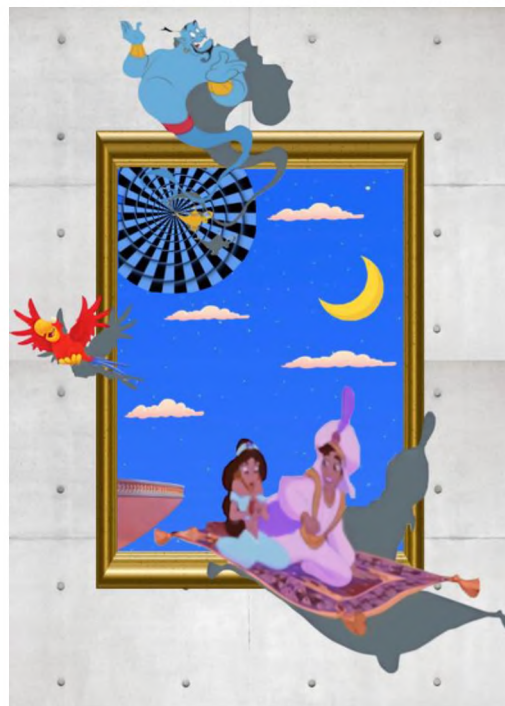
これらを用いることによって錯覚を起こせたと考えた。

6. 今後の課題

- ・今回検証できなかった仮説や既にあるトリックアートとの違いを調べる
- ・アンケートの母体数を増やす

7. 謝辞

本研究を進めるにあたって西谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。



8. 参考文献

- ・Wikipedia「錯視」
- ・北岡明佳「トリックアートに役立つ錯視」
- ・コトバンク「フレイザー錯視」
- ・写真加工アプリ「picsart」
- ・お溝筋商店街のトリックアート

割れにくい消しゴムの使い方

1.研究の動機と目的

消しゴムを使用している際に消しゴムが割れて集中が切れてしまった経験から、消しゴムの割れにくい使用方法を調査しようと考えた。その原因を明らかにすることが本研究の目的である。そこで、私達は消しゴムの割れにくい使用方法を、「持つ位置」と「消す角度」の2点に着目して明らかにしていこうと考えた。以下「持つ位置」に着目した実験をA、「消す角度」に着目した実験をBとする。

2.方法

Aの実験では、まず、消しゴムに等間隔に3本の線を引く。次にレゴブロックを用いて車を作り、消しゴムに力を加える位置を線に合わせて変え、消しゴムの消す面が当たるよう固定する。最後に斜面を作って消しゴムに変化が現れるまで車を走らせる。このときの斜面の角度、車の質量はそろえている。

Bの実験では、まず、消しゴムと紙とがなす角度を 30° 、 60° 、 90° になるように台車に消しゴムを固定する。次に、斜面に紙やすりを敷き、各角度に消しゴムを固定した台車をそれぞれ100回ずつ走らせる。



3.結果

Aの実験では、消しゴムと紙との接触部に最も近い位置を固定した場合、1000回試行を繰り返しても変化は見られなかった。最も遠い位置を固定した場合、177回目の試行で角が削れたが1000回を超えても割れることはなかった。中心を固定する実験は、先2つの実験の結果を踏まえ、検証方法に改善点があると考え検証を見送った。Bの実験では、100回の試行で消しゴム自体に大きな差は生まれなかった。

4.考察

Aの実験について、紙との接触部に最も近い位置を固定した場合に消しゴムに傷が見られなかったという結果から、消しゴムを使用する際には紙との接触部から近い位置を持つほど割れにくいと考えられる。Bの実験については100回の試行は検証不足であるため、結果が表れるまで試行を繰り返す必要があると思われる。

5.今後の課題

今後、A・Bの実験共に検証回数を増やし結果をより確かなものにするのが課題である。また、消しゴムを持つ場所を5段階に設定したり、消しゴムを消す角度に 40° 、 70° などを加え、より精密に消しゴムの割れにくい使い方を明らかにしていきたい。



消しゴムの割れにくい使い方



研究の動機

割れにくい消しゴムの使い方を知りたいと思ったため

研究の目的

消しゴムが割れる原因を持つ位置と消す角度に着目して明らかにする

仮説

《A》・消しゴムを持つ位置が消しゴムと紙との接触部から離れるほど割れやすくなる

《B》・消しゴムの消す角度を 30° 、 60° 、 90° に設定し、 60° のときが一番割れやすくなる

方法

《A》消しゴムを持つ位置

- 1・消しゴムの長さを4等分したところに線をひく
- 2・レゴブロックで車を作り消しゴムをセットする
※ このとき力を加える位置を線に合わせて変える。
- 3・斜面を作り車を走らせる

3
2
1



《B》消しゴムの消す角度

- 1・消しゴムの消す角度すなわち、消しゴムと地面が接する角度を 30° 、 60° 、 90° になるよう台車に消しゴムを固定する
- 2・斜面に120番の紙やすりを敷き 30° 、 60° 、 90° の台車をそれぞれ100回ずつ走らせる



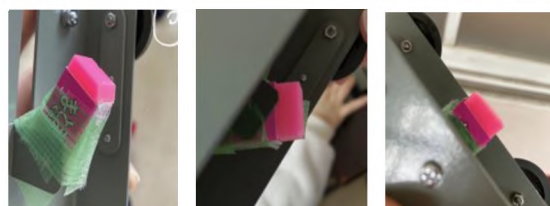
結果

《A》

1	1000回超でも変化なし
2	検証見送り
3	177回で傷◀割れはなし

《B》

傾ける角度	30°	60°	90°
重さ(g)	5.2	5.3	5.3



考察

《A》1の位置が3の位置とは違い傷がつかなかったことから、消しゴムを持つ位置が消しゴムと紙との接触部から離れるほど割れやすくなる、つまり接触部から近くなるほど割れにくいと考えた。

《B》本来であれば、設定した3つの角度でそれぞれ消しゴムが割れるまで実験を行ったかったが、時間の都合上それぞれ100回ずつで断念した。それぞれの消しゴムの重さをはかったが、結論に達する結果が得られなかった。

今後の課題

Bの実験では何も情報がない状態から3つの大まかな角度を設定したため、あまり詳しい結果が得られなかった。今後は細かく角度を設定し回数を増やして実験を行っていきたい。

謝辞

本研究をすすめるにあたって、糸谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

消しゴムケースの形と割れやすさの関係

キーワード 消しゴムへの影響：消しゴムが割れたり線が入ったりすること
ものタフ：両面が交差するように切ったケースの形

動機・目的

普段消しゴムを使っていると割れてしまうことがある。そこで消しゴムを割れにくくする方法がないのか調べたところケースを斜めに切ればよいという記事を見つけた。そこで最も割れにくい角度は何か、ほかに割れにくい形はないのか気がになり研究を始めた。

仮説

5°～10°、両面が交差するように切ったものはしなりにくなるため割れにくくなる。また、丸い形のは角に食い込まなくなって割れにくくなる。

実験方法

1. ケースの形が異なる消しゴムを用意し、片側を固定する
2. 固定した方と逆側に重りを10秒間かけ、変化を見る。これを4面で行う。
3. 重りを0.2kgずつ増やし1. 2. を繰り返す。消しゴムケースの形1つにつき、3つのデータをとった。また、固定する位置、重りをかける位置はすべて同じにしている。実験装置を図1、ケースの形の例を図2に示す。



図1 実験装置

目玉クリップで固定し、固定した方と反対側に重りをかけた。固定する位置、重りをかける位置はすべての形で同じである。また、縦向き、横向きの両方で実験を行った。

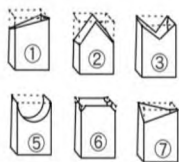


図2 ケースの形

- ①角度を変えたケース (0°～45°、5°づつ)
- ②△
- ③▽
- ④丸(凸)
- ⑤丸(凹)
- ⑥丸(両端)
- ⑦ものタフ(両面が斜めに交差するような形)

結果

消しゴムが割れにくい形は、20°、25°、丸(凸)、丸(凹)、丸(両側)、ものタフであった。割れたときだけに着目せず、はじめに影響を受けたという点から見ると、25°、丸(凸)、丸(凹)、丸(両側)、ものタフが影響を受けにくいということがわかった。0°～20°、45°は割れやすく、25°～40°は線が入りやすい。実験結果のグラフを図3に示す。

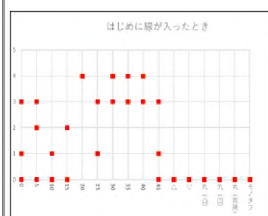
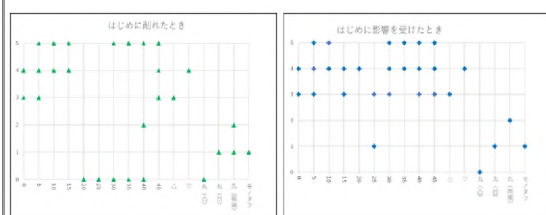


図3 横軸はケースの形、縦軸は影響の受けやすさを表す。全く影響のなかったものは0、1.0kgで影響を受けたものは1、0.8で影響を受けたものは2のように影響を受けやすいものの値は高く受けにくいものは値が低い。

参考文献

1. 新商品！折れにくい消しゴム「モノタフ」 | 株式会社トンボ鉛筆, 2019. 12. 20
2. ゴシゴシ消しても折れにくい約8倍強度の消しゴムに負けない強さの「モノタフ」発売
3. 「スリーブを斜めに切ると割れにくくなる」Twitterで拡散トンボ鉛筆「食い込み防止の効果がある」
4. スリーブの角のカットの理由 | 株式会社トンボ鉛筆

考察

丸い形が影響を受けにくい理由は、角がなく消しゴムが食い込みにくいからだと考えられる。ものタフの形では、両面からの支えがあるので、消しゴムがしなりにくなるため、25°のものでは、ケースを切ることでケースに少し余裕が生まれ、重りをかけた際にずれることで角に力がかかりにくくなったため影響を受けにくかった。消しゴムが割れる原因として、角に力が集中するため^⑧といわれている。割れにくいと考えられるものは角に力がかかりにくかったものである。

今後の課題

力のかかり方の偏りを調べ、最も力がかかりにくい形は何かを検討する。また、実際に使うときにより近い角度から力かけたときどうなるのかについても調べたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって糸谷先生には有益な助言をいただいた。ここに謝辞を表す。

湿度とシャボン玉が割れるまでの時間の関係

1. 研究の動機と目的: シャボン玉の割れるまでの時間が長くなると、遊ぶときに楽しくなるのではと考え、割れるまでの時間を長くする方法に興味を持ち、明らかにしようと考えた。シャボン玉は表面が乾燥することで割れることが知られている¹⁾ため、シャボン玉が割れるまでの時間には、空気中の水分量、つまり湿度が関係していると考えた。このことから、割れるまでの時間を長くするためには湿度を高くすればよいのではないかという仮説を立てた。

2. 方法: ①湿度を制御しやすい小部屋で、バブルガンを用いてシャボン玉を飛ばす。
 ②加湿器を使用して、湿度を55%、60%、65%、70%と変化させる。
 ③それぞれの湿度において最も割れるまでの時間が長かったシャボン玉を計測する。
 ④③を5回行い、各湿度での時間の平均をとる。
 ⑤実験で得られた値を表やグラフに整理し、結果をまとめ、考察する。

3. 結果: 1日目、3日目、4日目は湿度が高くなるにつれて、割れるまでの時間は長くなった。また、落下するスピードが遅く、浮遊している時間が長くなり、空気中で割れるが多かったように思われた。しかし、2日目は湿度を高くしても、割れるまでの時間は長くはならなかった。さらに、落下するスピードも速く、地面にあたって割れるが多かったように思われた。

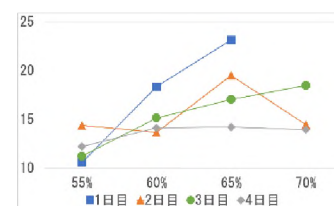


図1 実験結果の平均のグラフ

4. 考察: 実験結果より、湿度を高くすることによってシャボン玉が割れるまでの時間が長くなると言い切ることは難しい。ただし、実験結果の大半は割れるまでの時間が長くなっていることから、湿度が割れるまでの時間に深く関わっていると考えられる。さらに、先行研究でも、湿度を高くすることで割れるまでの時間が長くなったとされている。²⁾ 2日目の実験が思うような結果に至らなかったのは、実験を実施した日にちが空いてしまい、気温が大幅に下がった事で、同じ湿度でも空気中に含まれる水分量が異なってしまったことが原因と考えられる。このことから、湿度でなく空気中の水分量によるのではないかという示唆が得られた。

5. 今後の課題: 今回の実験は気温を測定しておらず、気温を一定にすることもなければ、気温の変化からどれほど空気中の水分量が異なっていたのか計算することもできなかった。今後は、気温を測定することはもちろん、湿度だけでなく、水分量にも着目していきたい。

6. 引用文献: 1) 東北大塚本研究所 (2011) 「シャボン玉の割れ方を比較」
 2) 寺澤楓、六鹿歩 「シャボン玉の性質」

湿度とシャボン玉が割れるまでの時間の関係

1. 研究の目的と動機

目的：シャボン玉が割れるまでの時間を長くする方法に興味を持ち、その方法を明らかにしようと考えた。
 動機：シャボン玉の割れるまでの時間が長くなると、単純に遊ぶときに楽しくなるのではないかと考えたから。

2. 仮説

シャボン玉は表面が乾燥することで割れるため、¹⁾ シャボン玉が割れるまでの時間には空気中の水分量、つまり湿度が関係していると考えた。このことから湿度を高くすることによって空気中の水分量が増加し、シャボン玉の表面が乾燥しにくくなるため、割れるまでの時間が長くなるのではないかとこの仮説を立てた。

3. 方法

- ①湿度を制御しやすい小部屋でシャボン玉を飛ばす。
- ②加湿器を使用して、湿度を55%, 60%, 65%, 70%と変化させる。
- ③それぞれの湿度において、最も割れるまでの時間が長かったシャボン玉を計測し、5回行う。なお、1日目は3回のみの計測。
- ④各湿度での時間の平均をとる。
- ⑤実験で得られた値をグラフや表に整理し、結果をまとめ、考察する。

4. 結果

・実験結果(表)

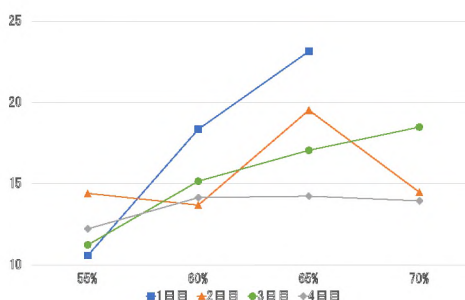
1日目 11/30	1回目	2回目	3回目	平均
55%	8.97	12.52	10.26	10.58
60%	16.85	21.04	17.16	18.35
65%	29.19	17.45	22.78	23.14

4日目 12/24	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
55%	10.53	15.33	11.56	12.60	11.10	12.22
60%	13.60	14.56	12.31	11.88	18.36	14.14
65%	13.55	18.20	13.73	11.21	14.46	14.23
70%	14.23	10.96	15.75	14.67	14.10	13.94

2日目 12/13	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
55%	12.0	11.63	19.33	16.63	12.41	14.40
60%	14.43	12.05	11.06	16.73	14.14	13.68
65%	31.97	16.47	11.98	17.90	19.27	19.52
70%	14.61	13.33	12.86	15.96	15.61	14.47

3日目 12/22	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
55%	8.98	8.58	11.73	13.63	13.25	11.23
60%	13.87	21.30	11.85	13.50	15.24	15.15
65%	20.23	15.88	16.82	12.15	20.75	17.05
70%	20.28	20.42	20.47	15.01	16.22	18.48

・平均のグラフ



まとめ

1日目、3日目、4日目は、湿度が高くなればなるほど割れるまでの時間は長くなった。また、落下するスピードが遅くなり、空気中に浮いている時間が長くなり、空気中で割れることが多くなったように感じた。2日目は65%では割れるまでの時間は長くなったが、60%・70%では割れるまでの時間が短くなってしまった。落下するスピードも湿度を高くしたにもかかわらず、55%や65%の時よりも速く、地面に当たって割れることが多くなったように感じた。

5. 考察

実験結果より、湿度を高くすることによってシャボン玉が割れるまでの時間が長くなると言い切ることは難しい。ただし、実験結果の大半は割れるまでの時間が長くなっていることから、湿度は割れるまでの時間に深く関わっていると考えられる。また、参考文献にも、湿度を高くすることで割れるまでの時間が長くなったと書かれており、したがって、2日目の実験が思うような結果に至らなかったのは、今回の実験方法が適していなかったのかもしれない。特に、実験を実施した日にちが空いてしまい、気温が大幅に下がったことで、同じ湿度でも空気中に含まれる水分量が異なってしまったことが原因ではないだろうかという結論に至った。

6. 今後の課題

筆者らは、湿度は割れるまでの時間に何かしら関係があると考えられると考察した。この考察から、今後は湿度を高くすることで割れるまでの時間が長くなるということを証明することができるよう、実験方法を見直し実験を続けていきたい。

7. 参考文献

- 1) 寺澤楓 六鹿歩 「シャボン玉の性質」
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H29ssh/sc2/21734.pdf>
- 2) 東北大塚本研究室 (2011) 「シャボン玉の割れ方を比較」

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、田淵先生・川勝先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

ボールを遠くに投げる方法

1. 研究の目的と動機：私たちは体育のソフトボール投げで遠くに投げることの出来なかった経験があり、そのため個人の能力に左右されないでボールを遠くに投げる方法を研究したいと考えた。
2. 方法：私たちは空気抵抗やボールの回転を考慮すると、45°よりも小さい角度でボールが遠くに飛ぶと仮説をたてた。飛ばす角度は最も遠くに飛ぶ角度と言われている45°を基準として発射する角度を5°ずつ変えていき上限は55° 下限は35°まで測定した。それぞれ20回ずつ測定し、平均の飛距離を出した。あとから気づいた角度の変化によって生じる差を調整した。
3. 結果：高い角度から低い角度になるにつれてだんだんと飛距離が伸びていった。また、値が1番大きいのは、角度が35°と実験した角度の中で1番小さい角度であった。

装置の角度(度)	35°	40°	45°	50°	55°	装置の角度(度)	35°	40°	45°	50°	55°
1(回目)	399	394	361	351	319	12(回目)	406	409	367	351	310
2	409	401	371	352	302	13	402	406	318	349	317
3	400	392	336	362	330	14	400	399	353	339	330
4	379	393	362	353	331	15	398	404	388	343	310
5	402	389	368	399	303	16	407	392	387	366	322
6	401	395	370	349	313	17	393	408	377	359	328
7	408	383	358	347	359	18	409	393	398	353	349
8	414	391	362	344	300	19	393	399	372	347	355
9	411	399	369	345	329	20	401	379	386	343	340
10	409	404	379	356	312	20回の平均	401	397	368	349	335
11	378	408	379	346	332	角度変化を考慮した値	335	335	311	273	258

4. 考察：実験結果から、45°以上の角度より、小さい角度の方が飛距離が大きくなることがわかった。(cm) となった要因として、計算上では考慮されなかった空気抵抗などが考えられる。
5. 今後の課題：ボールの飛んだ距離を目視で測ったので、カメラで撮ってから毎回確認するなどのもっと正確性の高い方法で測るべきだった。45°から35°にかけて飛距離が伸びていたのに35°より小さい角度も実験するべきだった。また今回の実験は5°ずつ角度を変えて行って行ったが3°ずつなどもっと細かく実験すべきだと考えた。
6. 引用文献：あだちあやか (2019)「ボールの上手な投げ方をプロが直伝！ まっすぐ前に遠くに飛ばすコツ」<https://www.mamatas.net/mag/1649/>

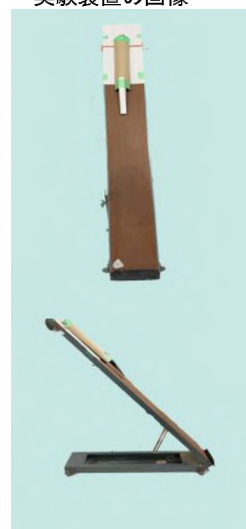
ボールを遠くに投げる方法

1. **研究の目的と動機:** ソフトボール投げにおいて、遠くに投げられないという経験があり、遠くに投げる方法を調べて今後活かしたいと思ったから。
2. **仮説:** 一番飛距離が出る角度は一般的には45°と言われているが、これは空気抵抗などを考慮していない計算上のものなので実際に投げた時に最も飛距離が出る角度は45°よりも小さい角度にあるのではないかと考えた。
3. **方法:** 右のようなボールを押し出す形の実験装置を作り、35°~55°までの間を、35°、40°…というふうに5°刻みでそれぞれ20回ずつ飛距離を測り、それぞれの平均を出してそこから角度によって出てくる発射のスタートラインの差を計算によって求め調整した。

4. **実験結果:**

	發射の角度				
	35°	40°	45°	50°	55°
1	399	394	361	351	319
2	409	401	371	352	302
3	400	392	336	362	330
4	379	393	362	353	331
5	402	389	368	399	303
6	401	395	370	349	313
7	408	383	358	347	359
8	414	391	362	344	300
9	411	399	369	345	329
10	409	404	379	356	312
11	378	408	379	346	332
12	406	409	367	351	310
13	402	406	318	349	317
14	400	399	353	339	330
15	398	404	388	343	310
16	407	392	387	366	322
17	393	408	377	359	328
18	409	393	398	353	349
19	393	399	372	347	335
20	401	379	386	343	340
平均(cm)	401	397	368	349	335
実際に飛んだ距離(cm)	335	335	311	273	258

実験装置の画像



5. **考察:** 実験結果から、私たちが実験前に仮説を立てていた一般に最適角度と言われる45°よりも40°、35°という低い角度の方が飛ぶことが分かった。こうなった原因として、演算上では考慮されない空気抵抗や今回は無回転で実験したが実際に投げるときは回転がかかっていることなどが考えられる。
6. **課題と反省:** 40°までは距離が伸びることが分かったが今回の実験で設定した下限までは飛距離が伸びていたのだから角度を広げて実験をすべきであると考えた。また、目視で距離を確認したのでより正確に距離を測るべきだった。
7. **引用文献:** ボールの上手な投げ方をプロが直伝!
8. **謝辞:** 本研究を進めるにあたって、糸谷先生をはじめとした先生方に有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

ふわふわのパンケーキをつくるには

1. 研究の動機と目的

筆者らは、パンケーキをふわふわにするためには、どうすればいいのかということについて興味を持ち、パンケーキがふわふわになる原因を材料に着目して明らかにしようと考えた。今回、筆者らはマシュマロを研究の対象にした。

2. 方法

①しっかりと泡立てた卵白に砂糖、卵黄、牛乳、バター、小麦粉等の材料を混ぜ生地を作る。

②①を2つに分け、一方に溶かしたマシュマロを入れる。

③②を蒸し焼きにする。

④完成したパンケーキの高さを定規で測定する。

3. 結果

枚数	1	2	3	4	5	6
ノーマル	2.5	2.7	3.1	3.7	2.9	3.3
マシュマロ	3.8	3.9	4.4	4.8	4.2	4.6

※マシュマロを用いずに作ったパンケーキをノーマルとする

2の方法で6枚ずつ蒸し焼きにしたところ、マシュマロを入れたすべてのパンケーキがノーマルのパンケーキより高さが高くなった。ノーマルパンケーキの高さの平均3.0cm、マシュマロを入れたパンケーキの高さの平均は4.3cmとなり、平均で1.3cm膨らんだ。パンケーキの断面には大きな気泡がいくつかできていた。

4. 考察

ノーマル生地とマシュマロを加えた生地はどちらにも気泡のもとになる卵白を泡立てて使用しており、焼きあがったパンケーキの断面はマシュマロを加えた方の気泡が大きかった。2つの生地の違いはマシュマロのみなので、マシュマロに含まれているゼラチンが作用したのではないかと考えた。焼く工程でゼラチンが気泡を包み込んだと考えた。

室内の条件により、焼きあがったパンケーキのしぼみ方に差があったので、室温と湿度に影響を受けているのではないかと考えた。

5. 今後の課題

焼きあがってから測定するまでの時間が長いほどパンケーキはしぼむ傾向にあった。パンケーキの測定時の室温が高い方がしぼみにくかったので、時間がたってもマシュマロ入りのパンケーキがしぼまないようにするために、室温や湿度などの条件を一定にして実験を行いたい。

どのようにゼラチンが包み込んでいるのかを今後調べていきたい。

6. 引用文献

瀬口正晴の「パンケーキの膨化について」

Cookpadの「幸せのパンケーキ風ふわふわパンケーキ」

ふわふわのパンケーキをつくるには

1. 研究の動機と目的

パンケーキをふわふわにするためには、どうすればいいのかということについて興味を持ち、パンケーキがふわふわになる原因を材料に着目して明らかにしようと考えた。

2. 仮説

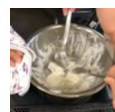
マシュマロを溶かし入れて加熱することによって、気泡が発生し膨張するのではないかと考えた。

3. 方法

①材料を混ぜて、2つの容器に分けて、その一方に溶かしたマシュマロを入れる。

②すべての容器に同量の生地を入れ、フライパンで蒸し焼きにする。

③完成したパンケーキの高さを定規で測定する。



4. 結果

実験回数	1	2	3	4	5	6
ノーマル (cm)	2.5	2.7	3.1	3.7	2.9	3.3
マシュマロ (cm)	3.8	3.9	4.4	4.8	4.2	4.6

※マシュマロを用いずに作ったパンケーキをノーマルとする



気泡

3の方法で6枚ずつ蒸し焼きにしたところ、マシュマロを入れたすべてのパンケーキがノーマルのパンケーキより測定した高さが高くなった。ノーマルパンケーキの高さの平均は3.0cm、マシュマロを入れたパンケーキの高さの平均は4.3cmとなり、平均で1.3cm膨張した。マシュマロを入れて作ったパンケーキは、火を消して時間がたつと室温が低いとしばみ、室温が高いと高さが保たれた。パンケーキを切ると断面には、大きな気泡がいくつかできていた。

5. 考察

マシュマロは熱を加えると膨張し、パンケーキに高さが出る。しかし、その熱が逃げると、マシュマロを入れたパンケーキはしぼんで、高さが変化する。材料を混ぜるときに混ぜすぎると、気泡がつぶれて膨らみにくくなる。私たちは、溶かしたマシュマロを加えることで、ゼラチンが卵白の気泡を包み、高さが出たと考えた。また、調理時の室温によって、高さが保たれる時間が変化すると考えた。



混ぜすぎなかったとき



混ぜすぎたとき

6. 今後の課題

時間がたってもマシュマロ入りのパンケーキがしぼまないようにする。また、材料を混ぜる回数が多くなりすぎないように注意する。また、火を止めてからパンケーキの高さを測定している間に、他のパンケーキがしぼんでしまうのですべて同時に測れるようにする。こぼしてしまったパンケーキがいくつかあったので、火加減を調節する。

7. 引用文献

- ・瀬口正晴「パンケーキの膨化について」
- ・cookpad「幸せのパンケーキ風♪ふわふわパンケーキ♡」

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって富浜先生、志摩先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

パンケーキのふわふわさと蒸す時間の関係

1. 研究の動機と目的

このテーマを研究するに至った動機は、「ぐりとぐらのカステラを作ろう！」という絵本を思い出し、実際に自分で作ってみたいと思い提案した。私たちは、生地が膨らみ、厚みがあるものをふわふわであると定義し、蒸しパンから発想を得て、蒸すことが効果的なのではないかと考えた。そこで蒸す時間に着目し、蒸す時間を長くすれば長くするほど、生地が膨らむという仮説をたて、実験を行った。

2. 方法

実験の方法としては、まず生地を流し込み3分半焼く。その後、蒸す時間を作り、その時間を変えてパンケーキの厚さの変化を調べて記録した。この時、材料は卵、砂糖、牛乳、薄力粉、ベーキングパウダー、バター、サラダ油を使用し、生地1枚分の分量は約50mlのお玉1杯分という量に固定して行った。加熱の際はIHクッキングヒーター（クリナップ-zefcr6m09ess）を利用し、その火加減は焼くときは中火5（約1000W）、蒸すときは中火3（約500W）で行った。

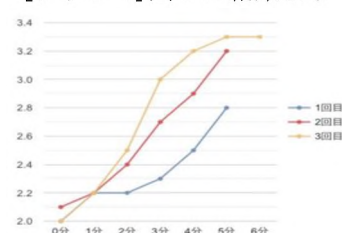
3. 結果

4分までは蒸す時間を長くすれば長くするほど膨らむことがわかった。7分以降は焦げすぎたため測定不能であった。（図1）そこから、パンケーキは蒸す時間に比例して膨らむことがわかった。

[図1]パンケーキの厚さと蒸す時間の関係

蒸す時間		0分	1分	2分	3分	4分	5分	6分
厚さ (cm)	1	2.0	2.2	2.2	2.3	2.5	2.8	×
	2	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	×
	3	2.0	2.2	2.5	3.0	3.2	3.3	3.3

[グラフ1]図1の結果より



4. 考察

私たちは、パンケーキの生地が蒸すと膨らむ理由をインターネット上の情報を集約して考察した。その結果、私たちが生地を作る際に用いたベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムが関係していた。ベーキングパウダーは水分がある状態で加熱されると、化学反応を起こして炭酸ガスを発生されるという性質が関係している。そこから、「蒸す」つまり「水蒸気を用いて加熱する」という調理方法によって、「焼く」という調理方法よりも、より多く水を含んだ環境で加熱することができ、パンケーキがより膨らんだのではないかと考えた。

5. 今後の課題

課題は、「蒸す」ことによる効果をさらに明確にするために、蒸して作ったパンケーキと、蒸す工程なしで作ったパンケーキを比較する必要があるため、それを改善していくことである。

6. 参考文献 近藤徹弥「膨化食品の膨化メカニズム」

パンケーキのふわふわさと蒸す時間の関係

1, 研究の動機と目的

私たちは、パンケーキがどうやったらよく膨らむのかに興味持ち、その要因には、蒸す時間の長さが関係しているのではないかという仮説を立てて、実験を行った。

2, 仮説

蒸す時間を長くするほど生地が膨らむ。

3, 方法

生地を型に流し込み3分半焼いた後、蒸す時間を作り、その時間を変えて(1~6分)、パンケーキの厚さの違いを記録する。このとき、材料や生地の分量は固定して行う。(生地：お玉一杯分=約50ml)

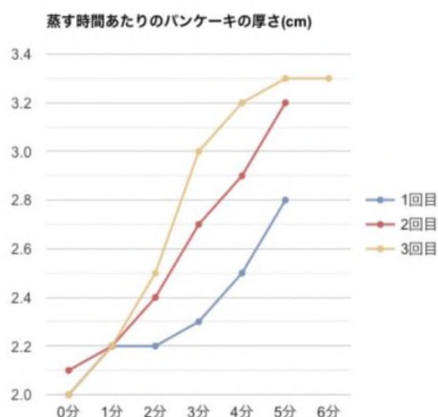
材料：卵・砂糖・牛乳・薄力粉・ベーキングパウダー・バター・サラダ油

加熱はIHを利用し、火加減は中火5(約1000W)、蒸す際は中火3(約500W)で行なった。

記録の方法としては、蒸し終わって1分ほど冷ました後、パンケーキの側面を定規(スマホアプリ)で測る。

4, 結果

蒸す時間		0分	1分	2分	3分	4分	5分	6分
パンケーキの厚さ(cm)	1回目	2.0	2.2	2.2	2.3	2.5	2.8	×
	2回目	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	×
	3回目	2.0	2.2	2.5	3.0	3.2	3.3	3.3



○1~4分→蒸す時間を長くすれば長くするほど膨らんだ。

5分・6分→焦げ、あまり膨らまなくなった。

7分以降は焦げてしまい、3回とも測定不能であったので、記録は6分までとした。

(赤色で表した数字は焦げたこと、×は計測不能であったことを表している)

5, 考察

実験の結果より、パンケーキは蒸す時間に比例して膨らむこと、蒸す時間は4分が最適であることが分かった。

蒸すと膨らむ理由は、ベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムの、「水分がある状態で加熱されると化学反応を起こして炭酸ガスを発生させる」という性質から、「蒸す」つまり「水蒸気で火を通す」ことによって発生した炭酸ガスにより、生地に気泡ができて膨らんだのではないかと考えた。

また、「蒸す」という調理法は水蒸気を使って加熱するため、「焼く」という調理法よりも周りに水分が多くある環境を作りだせるので、炭酸水素ナトリウムがより反応し、膨らんだのではないかと考えた。

6, 今後の課題

「蒸す」ことでパンケーキが膨らむことを調べるためには、「焼く」ことで作るパンケーキと比較する必要があるのではないかと気づき、反省した。

また、今後実験する際には、5分を超えるとパンケーキが焦げてしまったので、5分以上蒸しても焦がさず作れるように、蒸すときに用いる水の量や火加減を見直す。

7, 引用文献

Bob&angie基本のパンケーキのレシピ

(<https://www.bob-an.com/recipes/detail/16171>)

近藤徹弥「膨化食品の膨化メカニズム」

(<http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/other/up.do>)

8, 謝辞

本研究を進めるにあたって、富浜先生、志摩先生には有益な助言をいただいた。

ここに記して謝意を表する。



橋と地震の揺れについて

1. 研究の動機と目的 交通の要である橋は地震が発生した時に崩れてはならない。そこで橋の構造に着目して、地震の揺れに一番強い橋はどのような構造なのか疑問を持ち、橋の構造と揺れに関する実験を行った。

2. 方法 パスタで作った橋に振り子をぶら下げ、振り子の重さを50gずつ大きくしていき、揺れによって橋が壊れた時点の揺れを計測した。また揺れによって橋が壊れたこと証明するために事前に橋をおもりだけで壊し、その時点のおもりの重さを計測した。

3. 結果

	300g	350g	400g
3個	○	×	—
5個	○	×	—
9個	○	○	×
	重量 (g)	揺れ (最大値)	揺れ (平均値)
3個	854	3.70	0.40
5個	963	4.19	0.48
9個	1128	4.37	0.53

○：揺れに耐えられる ×：揺れに耐えられない

4. 考察 三角形の一边の長さが短い方がおもり、揺れ共に耐久性が高かった。これは三角形の一边が短い方が、部材同士の接続部分が多いため、一边にかかる負担が軽減したことから一边の長さが長い橋に比べて、一边の長さが短い橋の方が耐久力が高くなることがわかった。

5. 今後の課題 今回は揺れを振り子を用いて再現したため地震の揺れを正確に再現することができなかったため、今後はより正確に地震の揺れを再現する。

6. 引用文献 茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学選考 | 車谷麻緒

<https://www.miraikougaku.jp/laboratory/pages/190913.php>

大スパントラス構造物の耐震性に関する研究

https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijsx/360/0/360_KJ00004079432/_pdf

橋と地震の揺れについて

キーワード：トラス構造 三角形を単位とした変形しにくい構造

1. **研究の動機と目的**：地震の揺れに一番強い橋はどのような構造をしているのか気になったため
2. **仮説**：事前予約に行ったパスタの長さで耐久力の実験からトラス構造の一边の長さが短い方が自身の揺れに強いと考えた
3. **方法**：パスタで作った橋に振り子をぶら下げ、振り子の重さを50gずつ大きくしていき、揺れによって橋が壊れるまで計測した
4. **結果**：

	300g	350g	400g
3個	○	✖	-
5個	○	✖	-
9個	○	○	✖

	重量 (g)	揺れ (最大値)	揺れ (平均値)
3個	954	3.70	0.43
5個	963	4.19	0.48
9個	1128	4.37	0.53



5. **考察**：三角形の一边の長さが短い方が耐久性が強かったのは、三角形の一边が大きいものに比べて、一部が崩れても他の部分にあまり影響がなく橋が崩れにくかった
6. **今後の課題**：今回は振り子で揺れを作ったため、今後はより地震の揺れを再現して実験をする必要がある
7. **引用文献**：茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学選考車谷麻緒<https://www.miraikougaku.jp/laboratory/pages/190913.php>
8. **謝辞** 本研究を進めるにあたって上田康嗣先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

板の素材別耐久性

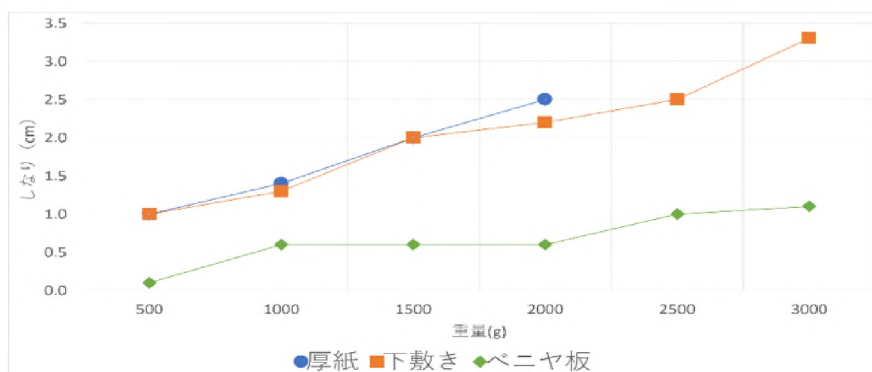
1. 研究の動機と目的

中間発表までは、橋と柱の関係を調べていたが、その実験では条件や結果が不十分だったため、テーマを少し変更し、橋ではなく、板の『素材』に焦点を当てて研究することにした。これを研究することにより、それぞれの建造物になぜその素材が用いられているかを調べることができると考えた。

2. 方法

A4サイズの厚紙、下敷き（プラスチック）、ベニヤ板を用意し、それぞれの板の両端を2つの机にガムテープで貼り付け、机に渡す。次に、紐でくくった重りをそれぞれの板の真ん中にくるように垂らし、その重量を大きくしていく。（重りは、2Lのペットボトルを用い、500gごと水を加えていく。）そして、あらかじめ2つの机の間に糸を床に対して水平状態になるように張っておき、重りによって板が糸よりどのくらい沈んだかを記録していく。下図が実際に行った実験の様子である。

3. 結果



4. 考察

厚紙は2000gの重りで破れてしまったことから、他の2つの板と比べて耐久力が小さいことがわかる。また、下敷きとベニヤ板を比べると、下敷きの方がしなりが大きく、変化が大きいことや、厚紙と下敷きは500gごとに顕著な変化がみられたが、ベニヤ板は1000gごとにしか顕著な変化がみられなかったことから、ベニヤ板の方が耐久力が高いことがわかる。このことから、家などの建築物には適度なしなりとある程度の強度の木造のものがよく見られることが納得できる。どの素材も重りの重量を重くしていくと、しなりが増えていることが分かる。しかし、上限なくしなりが増えていくのではなく、一定の重りの重量以降はしなりが変化しなくなることも結果から考えられる。また、これには素材ごとに規則性があることも分かる。

5. 今後の課題

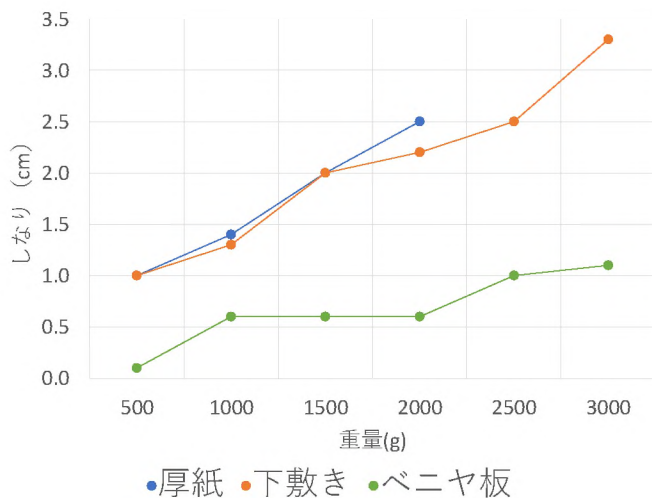
実験に使用した板の種類が少なかったため、ゴムや金属などより多くの素材を調べたい。また、より大きい重量を加えたときに、どのような変化がみられるのかということも調べたい。

6. 引用文献

なし

板の素材別耐久性

- キーワード：しなり＝板に重りを垂らしたときに水平状態からの沈んだ長さ。
- 1. 研究の動機と目的：素材ごとにどれくらいの耐久性の違いがあるのかに興味を持ったから。
- 2. 仮説：ベニヤ板が一番強度がある。それぞれの素材の重量を大きくしていくと、板のしなりの大きさは、だんだん小さくなる。
- 3. 方法：A4サイズの下敷き（プラスチック）、ベニヤ板、厚紙を使用し、それぞれの素材の板を2つの机に渡し、紐でくくった重りをそれぞれの素材の板の真ん中にくるように垂らし、その重量を重くしていく。（重りは、2Lのペットボトルに500gごと水を入れる。）
- 4. 結果：実験した3つの素材では、ベニヤ板が一番強度があった。また、板のしなりは重りを重くしていくと変化が小さくなることがわかった。
- 5. 考察：私たちが予想した通り、素材ごとにある程度の規則性があることが分かった。
- 6. 今後の課題：実験した素材が少なかったなので、より多くの素材を調べる。
- 7. 引用文献：なし
- 8. 謝辞：研究をすすめるにあたり、上田先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。



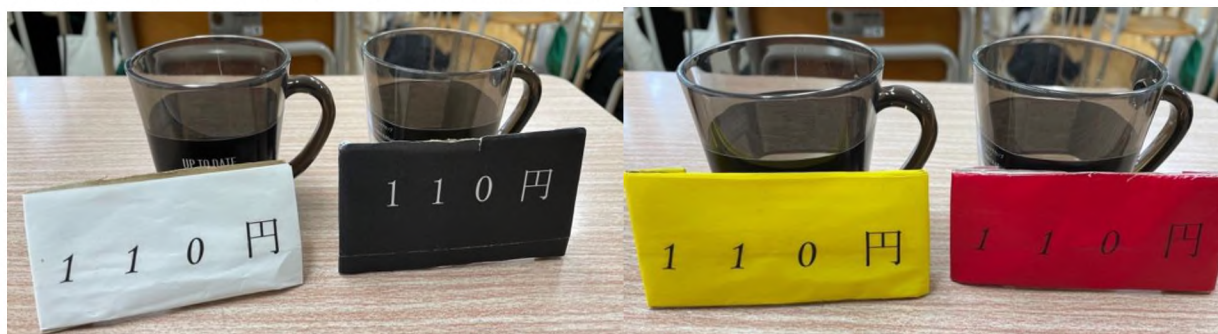
物の購入と値札の色の関係

1. 研究の動機と目的

私たちの研究の動機は、色の変化によって人の選択がどのように変化するのか興味を持ったためである。研究の目的は人の選択がどのような理由で変化するのかを調べることだ。しかし、人の選択には心理がかかわり、それを目で見るとは出来ないので実験結果として表すために、色に着目しようと考えたためである。

2. 研究方法

全く同じものを二つ用意して値札の色だけを変えて他の人に選んでもらう。物は百円ショップに売ってある黒いプラスチック製のコップを使用。色は赤・黄・黒・白の四色を使います。



値札の色の組み合わせは「黄・黒」「赤・黒」「赤・白」「黒・白」「赤・黄」の5通りです。また、年代別に調べることで違いがあるのではないかと考え、4つの年代に分けて調べました。

3. 研究結果

年代にかぎらず、黒や白が多く選ばれました。一方、黄色や赤色はあまり選ばれず、特に赤は0の時もありました。黒は高級感がありよく選ばれるのではないかと仮説は合いましたが、白も多くえらばれるという仮説とは違う結果も得られました。年代別に見てみると、赤色が年齢が上がるごとに0が目立つことが多くなりました。町の方からも赤は見えづらいという声が年齢が上がることに多くなっていました。

4. 考察

結果から値札の色は黒と白がよく目立つことがわかりました。特に黒は高級感がありさらに印象付ける色だと考えました。白はシンプルな色で値札が見やすくなり、選ばれるとおもいました。赤はあまり選ばれず、特に年代が上になるにつれて0になっていたのも赤は値札には好まれない色だと考えました。

5. 今後の課題

この研究結果をもとにほかの色との組み合わせも調べ、どの色が一番選ばれるのかを見つけたいです。また、実際にこの探求をもとに作った値札を店で使ってもらいたいです

物の購入と値札の色の関係

1. 研究の動機

色の変化によって人の選択がどのように変化するか興味を持ったため。

2. 研究の目的

人の選択がどのような理由で変化するかを、色に着目して明らかにしようと考えた。

3. 仮説

同じもの（商品）でも周りの色や値札の色が明るい方が目にとまりやすくなる。また、白は例外で目にとまりにくく黒は目にとまりやすいのではないかと。

4. 方法

全く同じものを二つ用意し、値札の色だけを変えてほかの人に選んでもらう。値札の置き方は下の5通りで、色は赤・黄・黒・白の4色。



5. 結果

黒や白が多く選ばれた。一方、黄や赤はあまり選ばれず、特に赤は0の時もあった。年齢別にみても、黒や白は多い。町の方に理由を聞くと、「黒は高級感がある」「白が背景だと文字が見やすいが、赤は見づらい。年が重なると特に」などが上がった。（みゆき通り・117人回答）

	10代～ 20代	30代～ 40代	50代～ 60代	70代～
黄	2	1	3	2
黒	7	4	2	4
赤	2	3	0	2
黒	5	3	5	3
赤	1	1	0	2
白	5	3	3	5
黒	3	2	2	3
白	3	4	5	2
赤	2	1	0	2
黄	7	4	3	4

6. 考察と今後の課題

結果から、値札の背景の色は黒と白がよく目立つことが分かった。特に黒は

高級感がありさらに印象をつける色だと考察した。今後の課題は上記の探究結果をもとにさらに完成度の高い自作の値札を作ることだ。そして実際にお店に置かせていただき実用されてほしい。

7. 謝意

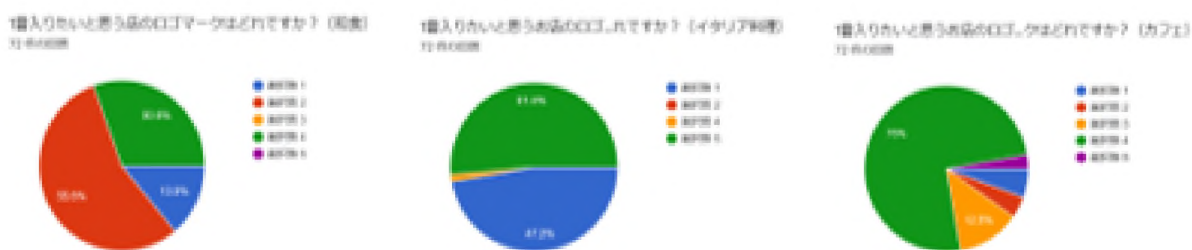
みゆき通りでインタビューに答えてくださった方々には参考になる意見をたくさんいただきました。また、吉原先生には本探究において貴重な意見をいただいたのでここに謝意を表します。

ロゴマークにおける配色の効果

1. 研究の動機と目的：私たちは色に対して普段から意識するという事はほぼないといえる。筆者らはそのことに興味があった。色が人に対して与えている影響を知ることができれば注意をひけるポスターなどが効果的れるのではないかと思い本研究を行った。筆者らはまず色の配色によって印象がどう変わるのか規則製があるのかを明らかにしようとした。なお、この実験を行うにあたって身近にある飲食店のロゴマークを採用している。加えて、色が人に与える影響として心理的効果以外のものは考慮していない。

2. 方法：76回生を対象に飲食店のロゴマークの配色を変え、そのうちどの配色が好まれているかやそのロゴマークに対してどのような印象を持っているかアンケートをとった。飲食店の種類は和食、カフェ、イタリアンレストランを使用した。この3つをアンケートの対象として選んだ理由は、どの世代にも好まれやすく、特定の年齢層をターゲットにした配色でなく、その料理のイメージがロゴマークの配色に反映されていると思ったからだ。

3. 結果



4. 考察：和食のロゴマークからは、白色は高級感や落ち着いた印象を与えているということが分かる。イタリアンのロゴマークからは、緑、オレンジはさわやかな印象やおしゃれな印象を与えているということが分かる。カフェのロゴマークからは、茶色、黄色がアンティークやリッチといった印象を与えているということが分かった。一概にもその色だけが印象を与えているわけではなく、それぞれの飲食店ごとにイメージされる色に合っているものがあれば、そのロゴマークが選ばれているのではないかと考察する。

5. 今後の課題；今回は飲食店のロゴマークを通して色の与える印象について調査したが、飲食店だけではなく、ロゴマークが使われているほかの店でも調査していきたい。

また、今回は飲食店の中でも三つのジャンルに絞って調査したが、これらの三つだけでなく、もっと幅広いジャンルの飲食店のロゴマークでも調査していきたい。

6. 引用文献

- alumania(2021年)色相環を利用した配色方法
- ・ユニフォームタウン(2018年)色が人にもたらす印象、心理効果を理解してビジネスシーン活かそう
- ・伝つクラボ(2018年)色で感情が動く！？色が持つ心理効果と活用方法
- ・ホットペッパーグルメ チェーン
- ・中村寿希(2017年)色彩とスポーツの関係性

ロゴマークにおける配色の効果

研究の動機と目的

普段目にして色は意識していないうちに、私たちに何らかの心理的影響があるのではないかと興味を持ったから

仮説

- ・和食の店のロゴマークでは彩度と明度が低いものが好まれる。
- ・カフェのロゴマークでは茶色が使われているものが好まれる。
- ・イタリアンレストランのロゴマークでは彩度が高い色の組み合わせが好まれる。

方法

検証する店のジャンルを3つに絞り、その店のロゴマークの配色をランダムに変更してアンケートをとる（ランダムに選択肢1～5とする）

和食のロゴ



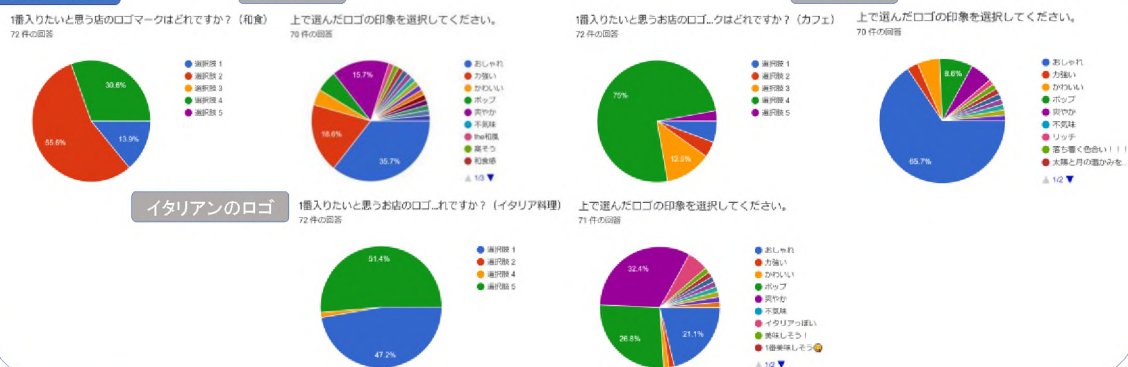
カフェのロゴ



イタリアンのロゴ



結果



考察

和食、イタリアン、カフェのそれぞれのイメージに合った配色のロゴマークが好まれている。

今後の課題

今回は飲食店に絞って考えた
もっと幅広い分野のロゴマークについて知る事が課題
その為に普段の生活で目にする様々なロゴマークの配色にも目をむけたい

引用文献

- ・alumania(2021年)色相環を利用した配色方法
- ・ユニフォームタウン(2018年)色が人にもたらす印象、心理効果を理解してビジネスシーン活かそう
- ・伝つくらボ(2018年)色で感情が動く!?色が持つ心理効果と活用方法
- ・ホットペッパーグルメ チェーン店一覧
- ・中村寿希(2017年)色彩とスポーツの関係性

謝辞

本研究を進めるにあたって、吉原先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

勉強に音楽はどんな影響を与えるか～記憶力編～

1.研究の動機と目的：部活や塾で忙しい高校生が、限られた時間の中で効率よく勉強するには、音楽を聴きながらするのは本当に効果的なのか、また、聴くならどんな音楽がいいのかと疑問を抱いたからである。

2.方法：「音の速さ、高さ」と記憶力の関係を調べるためには、Official 髭男dismのPretenderを、結果【表1】の条件に変えて聴きながら漢字と元号を覚えるという検証を行い、「音の明るさ」と記憶力の関係を調べるためには、「明るい曲」には松平健さんの「マツケンサンバII」、「暗い曲」には優里さんの「ドライフラワー」を用いて、カラーコードを覚えるという実験を行った。次に、「歌っている人の性別」と記憶力の関係について調べるために「糸」「僕が僕であるために」「愛唄」という3曲それぞれの「男性ボーカル ver.」と「女性ボーカル ver.」を用いて天皇の名前を覚えるという実験を行った(結果【表2】)。いずれも効果を測定するために試験を行い、その平均点で評価した。

3.結果： *曲の速さは100%を原曲の速さ、音の高さは±0を原曲の高さとした

【表1】

使用曲	条件	平均点
Pretender	(×,×)	90.0
(Official 髭男dism)	(100%,±0)	87.5
	(135%,±0)	82.5
	(85%,±0)	67.5
	(100%,#2.0)	65.0
	(100%,♭2.0)	72.5

【表2】

	使用曲	平均点	男女別平均点
1	糸(福山雅治)	47.5	
2	僕が僕であるために (尾崎豊)	85.0	66.7
3	愛唄(GReeeeN)	67.5	
4	糸(中島みゆき)	87.5	
5	僕が僕であるために (miwa)	80.0	89.2
6	愛唄(高橋李依)	100.0	

4.考察：

- 1.テンポが遅い場合よりも速い場合のほうが平均点がかかなり高かった
- 2.音が高い場合よりも低い場合のほうが平均点が少し高かった
- 3.曲が暗いほうが明るいほうよりも平均点が高かった
- 4.女性ボーカルのほうが男性ボーカルのほうよりも平均点が高かった

以上のことから、音楽を聴くほうが良いか聞かないほうが良いかについては、音楽を聴くほうが良く、どのような曲がよいかについては、女性ボーカルの曲で、テンポが速く、音が低く、暗い曲が最も良いという結論になった。ということで、私たちが見つけたこれらの条件に合う曲は、ビリーアイリッシュさんの「bad guy」である。

5.今後の課題：

1年間の探究活動を通して学んだことをこれからの生活に生かしていきたい。

勉強に音楽はどんな影響を与えるか

1. 研究の動機と目的：

部活や塾で忙しい高校生が、限られた時間の中で効率よく勉強するには、音楽を聴きながらするのは本当に効果的なのか、また、聴くならどんな音楽がいいのかと疑問を抱いたからである。

2. **仮説**：音楽を聴くことが勉強に良い影響を与える。
テンポが速い曲のほうが遅い曲よりも良い。
明るい曲のほうが暗い曲よりも良い。

3. **方法**：様々なジャンルの語句を覚えた。ジャンルは漢字、カラーコード、元号、天皇の名前だ。

4. **結果**：テストは6回実施し、実施した順番に曲と平均点を示す。

	使用曲	平均点	楽曲別平均点
1	マツケンサンバⅡ	50.0	48.3
2	マツケンサンバⅡ	42.5	
3	マツケンサンバⅡ	52.5	
4	ドライフラワー	65.0	60.0
5	ドライフラワー	52.5	
6	ドライフラワー	62.5	

	使用曲	平均点	男女別平均点
1	糸(福山雅治)	47.5	66.7
2	僕が僕であるために(尾崎豊)	85.0	
3	愛唄(GReeeeN)	67.5	
4	糸(中島みゆき)	87.5	89.2
5	僕が僕であるために(miwa)	80.0	
6	愛唄(高橋李依)	100.0	

5. 考察：

1. テンポが遅い場合よりも速い場合のほうが平均点がかかなり高かった
2. 音が高い場合よりも低い場合のほうが平均点が少し高かった
3. 曲が暗いほうが明るいほうよりも平均点が高かった
4. 女性ボーカルのほうが男性ボーカルのほうよりも平均点が高かった

6. 今後の課題：

1年間の探究活動を通して学んだことをこれからの生活に生かしていきたい。

7. **謝辞**：本研究を進めるにあたって永井先生には様々な有益な助言を頂き、ここに記して感謝の意を表す。

音楽はどんな影響を与えるのか～集中力編～

1.研究の動機と目的：部活や塾で忙しい高校生が限られた時間の中で効率よく勉強するには音楽を聴きながらするのは本当に良いのか疑問を抱いた。そこで音楽を聴く場合と聴かない場合、また聴くとしたらどんなジャンルの音楽が良い影響を与えるのか気になった。普段音楽を聴きながら勉強している人も多いと思う。そこで私たちは実験のを使用する曲を知っている人のみに限定して行うことにした。もし今回の実験を通して良い結果が得られた場合今後の生活に大きく活かせると思った。

2.方法：[実験1] 優里の「ドライブフラワー」を知っている人5名（A～E）を対象に曲を聴きながらバスケットボールのフリースローを行って15本中何本入るのかを調べた。[実験2] Mrs. GREEN APPLE、井上苑子の「点描の唄」を知っている人4名（F～I）を対象に曲を聴きながら2桁+2桁の暗算50問の解答に要した時間を計測する。実験する項目は「曲なし」「原曲」「速くした時（原曲の1.25倍）」「遅くした時（原曲の0.75倍）」「高くした時」「低くした時」だ。

3. 結果

「曲なし」「原曲」「速くした時」「遅くした時」「高くした時」「低くした時」をそれぞれ「無」「原」「速」「遅」「高」「低」と記す。

[実験1]

	無	原	速	遅	高	低
A	5	-3	-2	-5	+2	-3
B	11	-2	-2	-4	-1	+1
C	7	±0	+2	±0	-1	+1
D	1	±0	+4	+8	+3	+3
E	10	-2	-2	-4	-1	±0

[実験2]

	無	原	速	遅	高	低
F	3'16"01	+0'0"26	-0'09"64	-0'09"65	-0'28"08	-0'13"30
G	3'08"23	+0'17"23	+0'10"20	+1'11"54	+0'43"20	-0'06"60
H	2'47"76	-0'06"70	-0'06"05	+0'02"44	-0'02"13	-0'14"69
I	3'20"63	-0'02"24	-0'18"71	-0'02"19	-0'22"12	-0'03"40

4.考察:2つの実験に共通して言えることとして、結果にばらつきがあった。人によって良い結果になっているところが違うので聴きやすい速さや高さが違うと感じた。しかし「曲なし」または「原曲で聴く」ときに比べると何らかの形で曲を聴いたほうが記録が上がっていたので音楽を聴くことは勉強のやる気を出すためには良いと考えた。いずれも顕著な差はみられなかったため音楽は集中力に影響を与えないと結論付けられた。

5.今後の課題：今回の反省点として、バスケットボールの実験では連続して何項目も行ってしまったので、時間を空けて行うべきだった。また実験を男子5名で行った。条件を同じにするために男子のみにしていたが女子も複数名入れて男女での結果の違いを調べてみるのも面白いのではないかと思った。暗算の実験では班員4名にして行っていたが、傾向を見るためには、もう少し人数を増やして行うべきだった。これまでの探究活動を通して分かったことを、これからの生活に活かしていきたいと思う。

6.引用文献：音楽アプリ 「はやえもん」 計算アプリ 「Ninimaths」

音楽はどんな影響を与えるのか～集中力編～

1. 研究の動機

部活や塾で忙しい高校生が限られた時間の中で効率良く勉強するには音楽を聴きながらするのは本当に効率が良いのか疑問を抱いたから。

2. 研究の目的

音楽を聴く場合と聴かない場合、また聴くとしたらどんなジャンルの音楽が勉強に良い影響を与えるのか気になったから。

3. 仮説

明るい>暗い
速い>遅い
高い>低い

4. 方法

【ドライブフラワー】を知っている人を対象に曲を聴きながらバスケットボールのフリースローを行って15本中何本入るのかを調べる。

【点描の唄】を知っている人を対象に曲を聴きながら2桁+2桁の暗算を50問行ってかかった時間を計測する。

5. 結果

【分, 秒, ミリ秒】

曲	無	原	速	遅	高	低	暗算	無	原	速	遅	高	低
A	5	-3	-2	-5	+2	-3	A	3,16,01	+0,0,26	-0,09,64	-0,09,65	-0,28,08	-0,13,30
B	11	-2	-2	-4	-1	+1	B	3,08,23	+0,17,23	+0,10,20	+1,11,54	+0,43,20	-0,06,60
C	7	±0	+2	±0	-1	+1	C	2,47,76	-0,06,70	-0,06,05	+0,02,44	-0,02,13	-0,14,69
D	1	±0	+4	+8	+3	+3	D	3,20,63	-0,02,24	-0,18,71	-0,02,19	-0,22,12	+0,03,40
E	10	+1	-2	-4	-1	±0							

6. 考察

全体的に結果にばらつきがあったため、人によって記録が下がっていると
ころが違うので聴きやすい速さや高さが異なっていると感じた。
ただし、曲を聴くことで、勉強のやる気を出すためには良いと思った。

7. 今後の課題

バスケットボールの実験では、連続して何本も打ってしまっていたので時間をかけて打つべきだった。暗算の実験では、対象人数が少なかったため、もう少し増やして実験をするべきだった。

8. 引用文献

- ・計算アプリ Ninimaths
- ・音楽アプリ はやえもん

消しゴムのよく消える使い方

1. 研究の動機と目的

勉強をしている時消しゴムを使う際にどのようにすれば消しゴムを使う時間を減らすことができるのかと疑問に思い、この疑問を解決するために研究を行うことにした。

2. 方法

はかりの上でメモリの数値が750gになるように筆圧をかけながらHBのシャーペン6cmの線を引く。次に、4つの消し方①縦線を線に沿って消す②縦線をまたいで消す③横線を線に沿って消す④横線をまたいで消すの組み合わせを試す。消すときに加える力は線を引く時と同様にして750gで統一し、消えるのにかかった時間を測定した。3種類の消しゴム(A:まとまるくん, B:MONO, C:Arch)を用いて3回実験を行い、かかった時間の平均をとって比較した。



3. 結果

縦線・横線のどちらも、線に沿って消した時の方が、線をまたぎながら消した時よりも早くよく消えた。表内の①②③④は方法の番号を示している。

	①	②	③	④
消しゴムA	11.22秒	19.31秒	9.16秒	16.53秒
消しゴムB	6.41秒	20.08秒	7.51秒	18.55秒
消しゴムC	8.53秒	15.28秒	10.34秒	17.91秒

4. 考察

この実験の結果から、線に沿って消しゴムで消すことでより早くよく消せることがわかった。消しゴムは、紙の繊維に付着している黒鉛の粒を擦り取ることによって文字を消すことができるので、線に沿って消した方がより多くの黒鉛の粒を吸着しながら消すことができるため、このような結果になったと考えた。

5. 今後の課題

今回の研究で消しゴムのよく消える使い方がわかったので、今後はよく消える消しゴムの成分や特徴について調べていきたいと思う。

6. 引用文献

1) 上浦瑞美「消しやすさ」を探る(019kesiyasusawosaguru.pdf)

消しゴムのよく消える使い方



1. 研究の動機と目的

勉強をしている時、消しゴムを使う際に「どのようにすれば消しゴムを使う時間を減らすことができるのか」と考え、この疑問を解決するために実験を行うことにした。

2. 仮説

線の向きと消す向きの組み合わせによって、消えるまでにかかる時間が変化する。

3. 方法

はかりの上でメモリの数値が750gになるように筆圧をかけながらHBのシャープペンで6cmの線を引く。次に、①縦線を線に沿って消す②縦線をまたいで消す③横線を線に沿って消す④横線をまたいで消すの4つの消し方の組み合わせを試す。消すときに加える力は線を引く時と同様にして750gで統一し、消えるのにかかる時間を測定した。3回実験を行い、かかった時間の平均をとって比較した。



↑線を引いている様子

4. 結果

縦線・横線どちらも、線に沿って消した時の方が、線をまたぎながら消した時よりも早くよく消えた。



	①	②	③	④
消しゴムA	11.22秒	19.31秒	9.16秒	16.53秒
消しゴムB	6.41秒	20.08秒	7.51秒	18.55秒
消しゴムC	8.53秒	15.28秒	10.34秒	17.91秒

5. 考察

縦線横線関係なく、書いてある線に沿って消すことで、よく消えることが分かった。紙の繊維についての黒鉛の粒を擦り取ることで紙に書いた文字は消えるので、紙の繊維の凸凹に沿って消した方が擦り取りやすいのでこのような結果になったと考えた。

6. 今後の課題

今回の実験でよく消える使い方が分かったので、今後はよく消える消しゴムの成分や特徴について調べていきたいと思う。

7. 引用文献

1) 上浦瑞美「消しやすさ」を探る(019kesiyasusawosaguru.pdf)facef)

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、糸谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

カビから食パンを守る

1. 研究の動機と目的： 班員全員がパンにカビが生えているのを見たことがある。そこでどのようにすればカビからパンを守ることができるのか疑問に思った。予備実験で、食パン・揚げパン・メロンパン・フランスパンの中で一番、食パンがカビが生えやすいことが分かったため、実験対象を食パンに限定し、「どの家庭にもある身近な調味料」でカビを防ごうと考えた。

2. 仮説： 夏場、弁当が腐るのを防ぐため梅干しや香辛料など、においが強い食材を添えることから、においが強い調味料のほうがパンのカビの繁殖を防ぐことができる。

3. 方法： ①容器に 10 cm角に切った市販のパンを乗せる。

②食パンの横にアルミホイルのカップに入った、塩、砂糖、酢、わさびを置いたものと、食パンだけのものを用意する。

③用意したものを直射日光の当たらない場所に放置し、10 日間ごと、30 日間観察する。

* 恒温器が使用できなかったため気温と湿度は一定にできなかった。

* 調味料は、塩味、甘味、酸味、苦味から家庭にある代表的なものとして基準を設け、選んだ。

4. 結果

	調味料なし	塩	酢	わさび	砂糖
30 日後のカビの状態	アオカビ 黒カビ	アオカビ	変化なし	アオカビ	黒カビ
30 日後のパンのにおい	なし	なし	強い刺激臭	酸化臭	なし

5. 考察

結果から、カビの生育を妨げる一番の調味料は酢であることがわかった。

カビの生育を妨げた順に並べると、酢→わさび→塩、砂糖→調味料なしとなり、においの強いものが防カビの効果が高かった。

6. 今後の課題

カビの生育を妨げる方法を見つけることはできたが、刺激臭などの匂いがパンに移り、食用に適した方法ではなかった。そのため、カビの生育を妨げる且つ食用に適した方法を見つけて行きたいと思う。

7. 参考文献

株式会社 東邦生物研究所「食品のカビについて」

パン食普及協議会「パンの話」

カビから食パンを守る

1. 研究の動機と目的

班員全員がパンにカビが生えているのを見たことがある。そこでどのようにすればパンをカビから守ることができるのか疑問に思った。予備実験で、食パン・揚げパン・メロンパン・フランスパンの中で一番、食パンがカビが生えやすいことが分かったため、実験対象を食パンに限定し、身近なものでカビを防ごうと考えた。

2. 仮説

匂いが強い調味料のほうがパンのカビの繁殖を防ぐことができる。

3. 方法

- ① 同じ種類のタッパを5個用意する。
- ② 食パンと塩・砂糖・酢・わさびをそれぞれタッパに入れる。食パンのみのタッパも用意する。
- ③ 30日間放置し、10日間ごと観察する。

4. 結果 (* 調味料、左から、なし、塩、酢、わさび、砂糖の順)

11月2日



11月12日



11月22日



12月2日



	調味料なし	塩	酢	わさび	砂糖
カビの状態	アオカビ(多) 黒カビ	アオカビ(少)	変化なし	アオカビ(極少)	黒カビ
30日後のパンの匂い	なし	なし	強い刺激臭	醸造臭	なし

結果 酢が一番カビが生えにくい

5. 考察 結果から、カビはpHが極端に低い場合、生育が妨げられると考えられる。

6. 今後の課題

カビの繁殖を妨げることはできたが、調味料のにおいがパンに移り、食用に適した方法ではなかった。カビからパンを守り、かつ、食用に適する方法を見つけていく。

7. 引用文献

- 高鳥浩介 防菌防黴
食品と微生物
太田利子 相模女子大学紀要
株式会社 東邦微生物病研究所
宇田川俊一・椿啓介(1978) 菌類図鑑

8. 謝辞

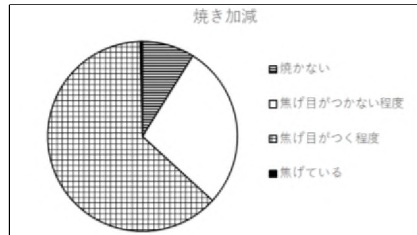
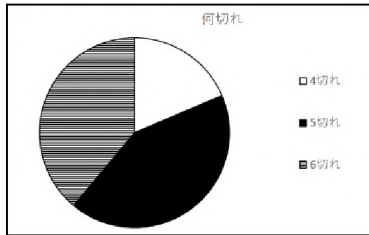
本研究を進めるにあたって、古河先生、杉本先生には有益な助言をいただきました。ここに記して謝意を表す

人気のある食パンとその理由

1. 研究の動機と目的

私たちが普段食べる食パンは、種類によってどんな特徴があるのかに興味を持ち、その特徴を知ることによって自分の好みの食パンを知ることができると考えた、そこで食パンの特徴は何かを考えたときに「やわらかさ」と「弾力」が異なっているのではないかと結論が出た。では一体どの種類の食パンにその特徴があるのか明らかにしようと思い実験を行った。私たちは、1番人気のある食パンは、最も「やわらかく」「弾力」が強いという仮説を立て、それを検証する実験を行った。

2. 方法



実験条件を設定するためのアンケートを1年次に実施し、247名から回答を得て、「好きな食パンの銘柄」「何枚切りをよく食べるか」「好みの焼き具合」を調査した。アンケート結果は上のグラフで示している。「好みの焼き具合」では、「焦げ目がつく程度」が62.8%、「焦げ目がつかない程度」が27.9%、「焼かない」が8.9%、「焦げ一番多かったのは「焦げ目がつく程

度」が0.4%となり、度」だった。また「何枚切りをよく食べるか」という質問に対しては、「5枚切り」が42.5%、「6枚切り」が38.9%、「4枚切り」が18.6%となり、一番多かったのは「5枚切り」だった。また、好きな食パンについてのアンケートは、『超熟』と答えた人が約半数で、次に『ロイヤルブレッド』と『ふんわり』が多いという結果だった。アンケートを基に人気の高かった『超熟』『ふんわり』『ロイヤルブレッド』を実験対象に設定し、30秒間重りを載せ、沈んだ長さと同じ長さに戻ってくるまでの時間を測定した。それぞれ5枚切りの食パンを使用し、重りは、重さを変えて実験した。また、焼いた食パンと焼いていない食パンのそれぞれで実験を行い、結果を比較して違いを調べた。この実験で、私たちは重りが沈む長さが長いほど「やわらかい」とし、戻ってくるまでの時間が短いほど「弾力がある」として実験を行うことにした。

3. 結果

沈んだ長さ(cm)	重り(g)	超熟	ふんわり	ロイヤルブレッド
焼いた	114	0	0.2	0.3
	232	0.2	0.5	0.8
焼いていない	114	0.4	1.1	0.5
	232	0.6	1.3	1.2
もとに戻るまでの時間(s)	重り(g)	超熟	ふんわり	ロイヤルブレッド
焼いた	114	0	15	17*
	232	10	26*	30*
焼いていない	114	18	88*	34
	232	42	150*	75*

左の表が実験結果である。上の表は、食パンに載せた重りが沈んだ長さについての表である。2.方法で記した通り、沈んだ長さの値が大きいほど「やわらかい」とする。下の表は、30秒間重りを載せ、重りをとった後、その食パンが重りを載せる前の状態に戻るまでにかかった時間についての表である。こちらは元に戻るまでの時間の値が小さいほど「弾力がある」とする。*の値は、食パンから重りをとった後、完全には元の状態まで戻らなかったため、その

食パンがこれ以上元に戻らない状態であると判断した時間をこの表に記載した。実験結果として、焼いた食パンは表面がカリッとしているため焼いていない食パンに比べて「弾力」と「やわらかさ」は小さい値を示した。焼いていない食パンについては、2種類の重りの結果を平均すると、沈んだ長さは『超熟』0.5cm、『ふんわり』1.2cm、『ロイヤルブレッド』0.85cmで、『ふんわり』の値が最も大きくなった。もとに戻るまでの時間は『超熟』30秒、『ふんわり』118秒、『ロイヤルブレッド』54.5秒で、『超熟』の値が最も小さくなった。

4. 考察

沈んだ長さについての結果から、3つの食パンの中で、『ふんわり』が最もやわらかく、元に戻るまでの時間からは『超熟』が最も弾力があることが分かった。よって一番人気のある食パンの『超熟』は、弾力は強いが一番やわらかいわけではない為、「やわらかさ」と「弾力」では、「弾力」の方を重視している人が多いのではないかと考えられる。また、食パンを焼くことにより表面がカリッとするので、やわらかさと弾力が小さくなったと考えられる。

5. 今後の課題

今回の実験では、食パンの「弾力」と「やわらかさ」について調べたがアンケートから食パンを焼いて食べる人が多かったので「歯ごたえ」や「香ばしさ」また「価格」など他の特徴が人気にどのような影響を及ぼしているのかについても追求したい。

6. 引用文献

岡野節子・久保さつき・岩崎ひろ子 パンにおける動性測定方法の検討
 井上好文(2016) パンの食感と気泡構造の関係
 長谷川孝子・沼沢忠祐(1990) パンの水分量と弾性率
 橋本有加 高級パンとは何者で、食パン市場はどこへ向かうのか
 株式会社 IMADA パンの弾力測定

人気のある食パンとその理由

1. 研究の動機と目的

私たちが普段食べる食パンは、種類によってどんな特徴があるのかに興味を持ち、その特徴を知ることで自分の好みの食パンを知ることができると思った。そこで食パンの特徴は何かを考えたときに「やわらかさ」と「弾力」が異なっているのではないかと結論が出た。では一体どの種類の食パンにその特徴があるのか明らかにしようと思い実験を行った。

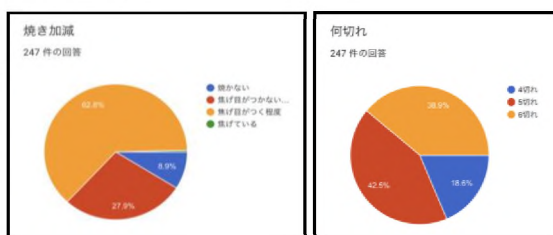
2. 仮説

一番人気のある食パンは、一番「やわらかく」て「弾力」が強い。

3. 方法

実験条件を設定するためのアンケートを1年次に実施し、247名から回答を得て、「好きな食パンの銘柄」「何枚切りをよく食べるか」「好みの焼き具合」を調査した。

アンケートを基に人気の高かった『超熟』『ふんわり』『ロイヤルブレッド』等を実験条件に設定し、30秒間重りを載せ、沈んだ長さで戻ってくるまでの時間を測定した。私たちは沈む長さが長いほど「やわらかい」とし、戻ってくるまでの時間が短いほど「弾力がある」として実験を行うことにした。



好みの焼き具合
 ● 焦げ目がつく程度 62.8%
 ● 焦げ目がつかない程度 27.9%
 ● 焼かない 8.9%
 ● 焦げている 0.4%

何枚切りをよく食べるか
 ● 5枚切り 42.5%
 ● 6枚切り 38.9%
 ● 4枚切り 18.6%

4. 結果

焼いた食パンは表面がカリッとしているため焼いていない食パンに比べて「弾力」と「やわらかさ」は小さい値を示した。焼いていない食パンについては、2種類の重りの結果を平均すると、沈んだ長さは『超熟』0.5cm、『ふんわり』1.2cm、『ロイヤルブレッド』0.85cmで、『ふんわり』の値が1番大きくなった。もとに戻るまでの時間は『超熟』30秒、『ふんわり』118秒、『ロイヤルブレッド』54.5秒で、『超熟』の値が1番小さくなった。

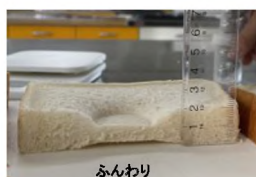
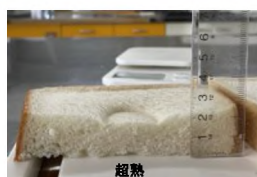
図1 沈んだ長さ(cm)

	重り(g)	超熟	ふんわり	ロイヤルブレッド
焼いた	114	0	0.2	0.3
	232	0.2	0.5	0.8
焼いていない	114	0.4	1.1	0.5
	232	0.6	1.3	1.2

図2 もとに戻るまでの時間(s)

*へこんでからこれ以上戻らないと判断した時間

	重り(g)	超熟	ふんわり	ロイヤルブレッド
焼いた	114	0	15	17*
	232	10	26*	30*
焼いていない	114	18	86*	34
	232	42	150*	75*



5. 考察

沈んだ長さについての結果から、『ふんわり』が最もやわらかく、元に戻るまでの時間からは『超熟』が最も弾力があることが分かった。よって一番人気のある食パンの『超熟』は、弾力は強いが一番やわらかいわけではなく、「やわらかさ」と「弾力」では、「弾力」の方を重視しているのではないかと考えられる。また、食パンを焼くことにより表面がカリカリになり、やわらかさと弾力が小さくなったと考えられる。

6. 今後の課題

今回の実験では食パンの「弾力」と「やわらかさ」について調べたが、アンケートから食パンを焼いて食べる人が多かったので、「歯ごたえ」や「香ばしさ」など他の特徴が人気に影響を及ぼすかについても追究したい。

7. 引用文献

岡野節子・久保さつき・岩崎ひろ子パンにおける物性測定方法の検討
 井上好文 (2016) パンの食感と気泡構造の関係
 長谷川孝子・沼沢忠祐 (1990) パンの水分量と弾性率
 橋本有加 高級食パンとは何者で、食パン市場はどこへ向かうのか
 株式会社IMADA パンの弾力測定

8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、富浜先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

pHの数値とシャボン玉の持続時間の関係性を調べる

1. 研究の動機と目的

PHのシャボン玉の持続時間への影響は明らかになっている^りが、他のpHでの持続時間や別の溶質を使った場合はあまり研究されていない。そこで、私たちはシャボン玉のpHや使用した溶質と持続時間には何か関係性があると考え、それを明らかにするために本研究を行った。

2. 実験方法

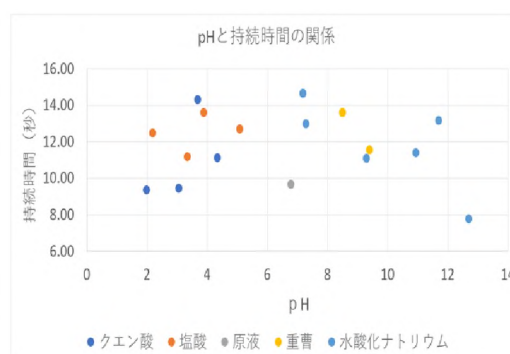
市販のシャボン液 (pH6.8) に重曹、水酸化ナトリウム水溶液、クエン酸、塩酸のいずれかを混ぜ、pHをpH2.0~12.7の範囲で調節した。次にシャボンシューターを利用し、シャボン玉を発生させた。こうして発生したシャボン玉が物や地面に当たらずに割れるまでの時間を「持続時間」と定義し、それらをストップウォッチを使用して計測した。実験は姫路東高校の化学教室で行った。また、実験の際は窓を閉めて、風の影響を減らすようにした。こうして得られた結果からpHの変化と持続時間の関係性、重曹と水酸化ナトリウム、クエン酸と塩酸での違いなどを分析した。



(図1 実験の様子)

3. 結果

それぞれの実験での平均値を図2にまとめた。pH7.2の時、持続時間が最も長くなった。pH3.7の時も最大値に近い持続時間が出た。また滑らかな曲線を描くような関係性が少し見られた。また塩酸、水酸化ナトリウム水溶液を使用した際、クエン酸、重曹を使用した際より、持続時間が少し長くなった。また、割れる際の音が他の溶質を使ったときよりも大きく聞こえた。また、シャボン玉自体の落下速度も速く感じた。



(図2 pHと持続時間の関係)

4. 考察

今回の実験では、平均値のグラフなどを分析した結果、少し山なりになり、pH7.2の時を頂点とするような曲線が見られた。また、pH3.7の時も最大値に近い結果になったが、pH3.7の記録の中には一つ飛びぬけて長いもの(44.27秒)が含まれている。これが原因で平均が伸びているのではないかと考えた。シャボン玉が割れる要因の1つに乾燥などによって膜に穴が開くことがあげられていた。このことから、今回のような結果になった理由をpHや溶質によって膜の厚さや保湿度を変える効果があるからだと考えた。

5. 今後の課題

今回の実験では、記録には地面に当たったシャボン玉の持続時間は加えなかった。そのため、十分な高さを用意できなかったのが原因で、もっと長持ちするはずのシャボン玉の記録が測定できなかった可能性が高い。また、どの要素がどんな影響を与えるかを調べる必要がある。

1) 川勝和哉 (1998) シャボン膜の化学的性質とシャボン液のpHの相関関係
(形の化学会誌 13 巻 1 号 252-253)

pHの数値とシャボン玉の持続時間の関係性を調べる

キーワード

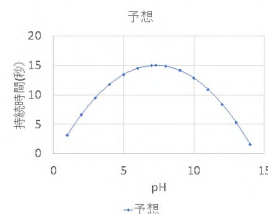
持続時間・・・各シャボン玉の発生してから自然に割れるまでの時間

1. 研究の動機と目的

シャボン玉の持続時間とシャボン玉の液性を表すpHには何か関係性があるのではと考えたから。また、シャボン玉とpHの関係性を調べることで、より長く飛ぶシャボン玉を作ることができると考えたから。

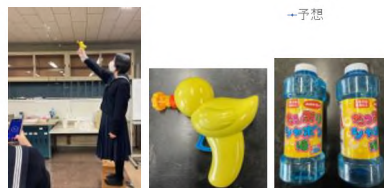
2. 仮説

先行研究(1)より、pHが7.3の時、最も持続時間が長いことが分かっている。このことより、私たちはpH7.3から離れていくごとに、持続時間は短くなっていくと予想した。(右図) また、pHを調節するために使用した溶質によって、持続時間は変化すると考えた。



3. 方法

- ① シャボン液に塩酸・クエン酸・水酸化ナトリウム・重曹のいずれかを加え目的のpHにする。
- ② シャボンシューターを用いて、シャボン玉を無作為に発射する。
- ③ 発生したシャボン玉が自然に割れるまでの時間を計測する。
- ④ 各pHでの持続時間の平均を取り、比較する。



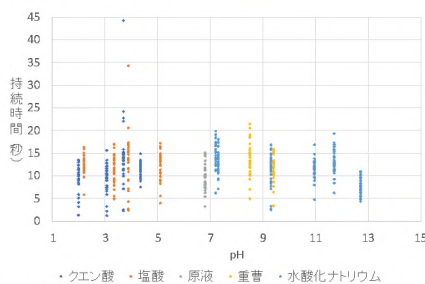
(実験の様子) (写真1) (写真2)

上記の実験をpH、使用する溶質などを変化させ行う。
また、シャボン液とシャボンシューターは写真1・2のものを使用する。

	pH	平均
クエン	2	9.33
	3.07	9.42
	3.7	14.27
	4.35	11.09
塩酸	2.2	12.45
	3.35	11.17
	3.89	13.57
原液	5.1	12.69
	6.8	9.63
重曹	8.5	13.98
	9.4	11.54
水酸化ナトリウム	7.2	14.62
	7.3	12.95
	9.3	11.06
	10.95	11.97
	11.7	13.16
	12.7	7.77

4. 結果

実験の結果、pHが7.2の時、持続時間が最も長くなった。また、右図のようにpH7.2が最大だが、pH3.7の時でも最大値に近い数値がでた。しかし、私たちの仮説のような関係性は見られないことが分かった。また、溶質による持続時間への影響は右図のようであった。グラフ上での違いはあまり大きくないが、塩酸、水酸化ナトリウムの際は持続時間が少し長く、また、地面でパウンドする様子が観測されるなど、耐久力は高いと考えられる。また、落下速度も速いように感じられた。



5. 考察

参考文献(2)(3)(4)(5)より、シャボン玉が割れる要因の一つに乾燥、重力などにより膜が薄くなった後、膜に穴が空くことが挙げられている。このことから、上記のような結果になった理由をpHや溶質によって、膜の厚さや保湿度、重力による膜の成分の移動を防ぐような効果があると考えた。

6. 今後の課題

今回の実験では、物や地面に当たったシャボン玉の持続時間は記録に加えなかった。十分な高さを準備できなかったため、もっと長持ちするはずのシャボン玉が測定できていない可能性が高い。さら正確な持続時間も測れるように、十分な高さかつ湿度や風速を管理しやすい空間(室内等)が必要である。また、pHや溶質とシャボン玉の割れる要因の関係性を詳しく調べ、どの要素が影響を与えているのか調べる必要がある。

7. 引用文献

- (1) 川勝和哉 (1998) シャボン膜の科学的性質とシャボン液のpHの相関関係(形の化学会誌 13巻 1号 252-253)
- (2) 笛田和希 山本七彩 横山遥 手嶋日菜子 五十川奈穂 柴田航志 中原涼花 乗次優希奈 宮川光林 田中聖子 平野貴士 上野桃子 藤戸文子 高嶋綾香 菅野憲一 (2016) 割れないシャボン玉の開発と割れなくなるメカニズムの解明 (かやのもり:近畿大学産業理工学部研究報告 24号 15-20)
- (3) 有限会社友田商会."シャボン玉雑学=答え=".シャボン玉の友田商会~シャボン玉製造メーカー、通信販売も~ <http://www.tomoda.ne.jp/kotae.htm> (参照2021/12/19)
- (4) Qっと!サイエンス."シャボン玉".TV0 テレビ大阪 https://www.tv-osaka.co.jp/qscience/q_science/img/gimon_img/g_q_a/g_butsu_7.html
- (5) Gelate (ジェレイト)."シャボン玉と界面活性剤" <https://note.com/geltech/n/n28d577dc5464>

8. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、姫路東高校教員の田淵先生、川勝先生には有益な助言を頂いている。ここに記して謝辞を表する。

嘘が身体に与える影響

1. 研究の動機と目的

人が嘘をついた時の体温・脈拍・視線・口調の変化に疑問を持ち、明らかにしようと考えた。ここで「体温が嘘をついていない時より上昇する」、「脈拍が早くなる」、「視線が動く、口調が早くなる、表情に変化が出る」という仮説をたてた。

2. 方法

まず最初に脈拍計測アプリ、サーモグラフィーを起動し、被験者の動画の撮影を開始する。次にボールをいくつか袋に入れ、被験者に中身の確認を行ってもらう。この際、以下の質問に対して少なくとも1回は嘘をつくように指示する。続いてボールの数を質問し、その後ボールを1個掴んでもらい、そのボールの色、形についての質問をする。実験終了後、被験者に嘘をついた項目を聞きその時の秒数を撮影した動画で確認し、被験者の体温・脈拍・様子を記録する。

3. 結果 (19人中)

体温	上昇	下降	変化なし
人数	11	5	3

脈拍	上昇	下降
人数	15	4

その他3人が視線、1人が口調、4人が表情に変化が見られた。

4. 考察

嘘をついた時に脈拍が上昇したのは被験者の約8割だったのに対し、体温が上昇したのは約半分であったことから、嘘と脈拍との関係性は高く、体温との関係性は低いと考えられる。視線・口調・表情については変化があったのは少数で、嘘との関係性が低いと考えられる。

5. 今後の課題

なぜ体温の変化にそれほど変化が見られなかったのか、少数派だった視線・口調の変化はどういった理由で起こるのかということについても調べることが挙げられる。

6. 参考文献

・嘘と本当を見分けられるか

木藤 恒夫 児玉 千絵

<https://www.kurume-u.ac.jp/uploaded/attachment/12950>

嘘が身体に与える影響

1. 研究の動機と目的

人が嘘をついたとき、身体や言動にどのような変化が現れるのか疑問に思った。そこで、嘘をついたときの身体や言動の変化を被験者の体温・視線・口調などに着目して明らかにしようと考えた。

2. 仮説

嘘をついたとき次のような変化があると考えた。

- ①体温が嘘をついてない時より上昇する。
- ②脈拍が早くなる。
- ③視線が動く、口調が早くなる、表情に変化が出る。

3. 方法

- ①脈拍計測アプリ、サーモグラフィーを起動し、被験者の動画の撮影を開始する。
- ②ボールをいくつか袋に入れ、被験者に中身を確認してもらう。
- ③袋の中のボールの数を質問する。
- ④ボールを一つつかんでもらい、色、形について質問する。
※質問について嘘をつくかどうかは被験者に任せる。
(必ず1つは嘘をついてもらう)

4. 結果

仮説1について

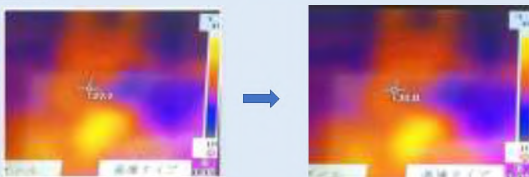
(19人中)

体温	上昇	下降	変化なし
人数	11	5	3

Aさん

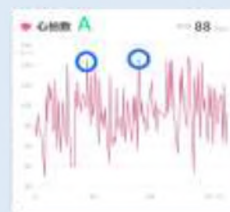


Bさん

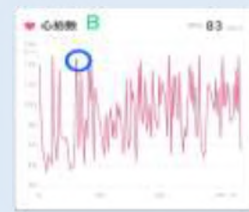


仮説2について

Aさん



Bさん



仮説3について

- 視線に変化あり → 3人
- 口調に変化あり → 1人
- 表情に変化あり → 4人 (19人中)

5. 考察

仮説①の体温については、上昇した人が半分程度であるため、嘘との関係性は低いと考えられる。
仮説②の脈拍については、平常時よりも早くなった人が多く、嘘をつくと脈拍が早くなると考えられる。
仮説③の視線・口調・表情については、変化があっても人数が少数であり嘘との関係性は低いと考えられる。

6. 今後の課題

なぜ体温の変化に関してそれほど大きく変化が見られなかったのかということや、少数派だった口調・視線の変化はどういった理由で起こるのかということについても調べることが挙げられる。

7. 参考文献

嘘と本当を見分けられるか

木藤 恒夫 児玉 千絵

<https://www.kurume-u.ac.jp/uploaded/attachment/12950>

個人特性が嘘をつく時に表れる非言語行動に及ぼす影響

朴 喜静 大坊 郁夫

https://i-aap.jp/JJAP/JJAP_393_215-224.pdf

日常生活における嘘の知覚に関する基礎研究

滝口 雄太

<https://core.ac.uk/download/pdf/30496953.pdf>

騙すことと見抜くこと

石川 悟

https://www.istage.ist.go.jp/article/pacjpa/75/0/75_2AM092/pdf-char/ja

嘘をつくことに対する認識尺度の作成

太幡 直也

https://www.istage.ist.go.jp/article/jipsy/advpub/0/advpub_91_18237/pdf-char/ja

自転車で重い荷物を楽に運ぶ方法

1. 動機

荷物を運ぶときに少しでも楽に感じる運び方があればいいのにと感じたことはないだろうか。少しでも楽に運べる方法を検証すれば、これから登下校による疲労を軽減できると考え、この研究を行った。今回の研究では荷物を置く位置に着目して、疲労感を感じないのはどの位置かを調べた。

2. 仮定と定義

重みが前に進む助けになるのではないかという意見が多く挙がったため、荷物を前カゴに置いた場合に最も楽になると仮定した。今回の探求では運動を始める前と後の心拍数を比較し、その上昇値が一番小さいものを最も楽であると定義し、実験を行った。

3. 方法

(検証Ⅰ) 5 kgのペットボトルを荷物とし、自転車に乗せて走行する。置く場所は①：前カゴ ②：ハンドルとサドルの間 ③：後ろの荷台 ④：リュックサックで背負う、の4箇所である。実験を行う前に通常時の心拍数を測ったあと、荷物を4箇所の中から1つ決めた場所に置き、平坦な同じ道を5分間、15分間走行した後、もう一度心拍数を測り、差を比較した。

(検証Ⅱ) 自転車と人の合成重心（以後自転車の重心）とそれぞれの位置に荷物を置いた時の合成重心の位置関係を調べた。

$$x_G = \frac{m_1x_1+m_2x_2+m_3x_3+\dots}{m_1+m_2+m_3+\dots} \quad \text{合成重心の公式(1)}$$

4. 結果 今回は班員全員の心拍数の上昇値の平均をその場所の値とした。

荷物を置く位置	①	②	③	④	荷物を置く位置	①	②	③	④
心拍数の増加 (回) 5分	29.8	27.6	36.0	34.0	先端からの距離 (m)	0.798	0.822	0.847	0.869
心拍数の増加 (回) 15分	40.6	24.2	30.0	38.0	自転車の重心と 合成重心の差 (m)	-0.048	-0.023	-0.002	-0.023

5. 考察

この2つの結果より、ハンドルとサドルの間、つまり自転車とヒトの合成重心の位置に荷物の重心の位置が近い時、楽になるのではないかと考察した。重心の差が最も小さくなるのは背負う場合であるが、背負うと荷物の重みそのまま身体にかかるため疲労感につながったと推測できる。そこでリュックを背負った場合を除いて考えると2つの重心の位置がより近い方が心拍数の増加を抑えられると考えた。

6. 今後の課題

スピードメーターを用いて、同じペースで走行できるようにする。走行する道を平坦なコンクリート以外に変更し、同じような結果が現れるのか調べる。

7. 参考文献 (1) 実教出版 物理新訂版高等学校教科書

自転車で重い荷物を楽に運ぶ方法

1. 研究の動機と目的

東高に通う多くの生徒は自転車通学であるが、たくさんの教科書や参考書を毎日運ぶのは非常に大変だ。そこで少しでも楽に感じられる運び方があるのか気になりこの研究を行った。私たちは荷物を置く場所によって重さの感じ方が変わるのではないかと考え、それらを明らかにしようとした。

3. 方法

【検証Ⅰ】：荷物を自転車のかご、ハンドルとサドルの間、リュックに入れて背負う、荷台にくくるの4か所に荷物（5kg）を置き、5分間走行した。自転車で走る前と後で心拍数を計り、心拍数の上昇を調べた。

【検証Ⅱ】：走行時間を15分に伸ばして再実験した。

【検証Ⅲ】：ヒトと自転車と荷物の合成重心を求めたうえで、検証結果との関わりを研究した。

4. 結果

【検証Ⅰ】：ハンドルとサドルの間に荷物を置いたときが最も心拍数の上昇が小さいという結果になった。しかし走行時間が短かったため個人差が大きく結果がはっきりしなかった。

【検証Ⅱ】：表(2)に示したように、ハンドルとサドルの間に荷物を置いたときが最も心拍数の上昇を抑えることができた。

【検証Ⅲ】：どの合成重心も自転車の重心とサドルの間にあった。自転車と人だけの合成重心(0.846m)との差を比べてみると背負ったときが一番近くなった。(表(3)(5)より)

表4 (自転車のかごの先端からの荷物の距離)

	かご	かごとサドルの中間	自転車の重心	サドル	荷台
先端からの距離 (m)	0.14	0.50	0.75	0.87	1.19

2. 仮説

荷物を前に置いたほうが前に進む原動力となり楽に運べると考えた。また、合成重心の位置が関係しているのではないかと考えた。

(自転車の重心を求める検証)

(ハンドルとかごの間に置いた時の自転車)



重心の公式 (x : かごの先端からの距離 m : 重さ)

$$x_G = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

表1 (5分間走行した場合)

荷物を置いた場所	前かご	ハンドルとサドルの中間	背負う	荷台
心拍数の増加(回)	29.8	27.6	36.0	34.0

表2 (15分間走行した場合)

荷物を置いた場所	前かご	ハンドルとサドルの中間	背負う	荷台
心拍数の増加(回)	40.6	24.2	30.0	38

表3 (合成重心の位置)

	前かご	ハンドルとサドルの中間	背負う	荷台
先端からの距離 (m)	0.798	0.822	0.847	0.869

表5 (自転車+人の重心と検証Ⅲとの差)

置いた位置	前	ハンドルとサドルの中間	背負う	荷台
差(m)	-0.048	-0.023	0.002	0.023

5. 考察

自転車+人+荷物の合成重心の位置が自転車+人の合成重心により近いほうが比較的心拍数の差が小さかったため楽であると考えた。

6. 今後の課題

- ・今回は心拍数によって疲労感を数値化したしたが、他の方法で疲労感を計測する。
- ・なぜこのような結果が得られたのか調べる。
- ・荷物を置く位置だけでなく、上り坂や下り坂など道を変えて実験して楽に運べる方法を調べる。

7. 引用文献 実教出版 物理新訂版高等学校教科書

8. 謝辞 本研究を進めるにあたって、上田先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

ヒット曲の不変的な共通点

1. 研究の動機と目的

どの年代においてもヒット曲は生まれているが、それらの曲調やメロディー、テンポ等は違っている。そこで我々は、時代が移り変わっても生まれ続けるヒット曲の共通点を調べることにした。

2. 方法

1970年代～2000年代までの4つの年代のシングル売り上げトップ5、計20曲をコード進行・曲の構成の2つの観点から分析をし、分析が終わり次第何か共通点や法則性がないかを調べた。

3. 結果

初めに曲の構成についてだ。まず、1970年～1980年代の曲は昔の曲と現代の曲とのちょうど移行期間のようなもので年代の中での共通点は見られなかった。次に1990年～2000年代の曲は現代の曲と似ている部分があった。似ている部分というのはどちらの曲もAメロ、Bメロ、サビで構成されていることだ。違っている部分は現代の曲の方が一回目のサビを過ぎると複雑な構成になる。また、現代の曲にはイントロがないことが多いと考えた。以上のことから、似ているが共通しているとまでは言えなかった。

次にコード進行の調査の結果だ。この調査ではコードの「ルート音」の抑揚に着目した。調査結果は右のようにしてまとめた。当初はこのアップダウンがヒット曲の中で共通しているのではないかと思ったが、今回の調査では共通点を見つけることは出来なかった。そこで、コードについてもう一度調べてみるとコード進行にいくつか型があるとあった。私たちはそれらと同じ進行がないか調べ直した。右画像の中の緑下線を引いているところは「J-POP進行」という型が現れているところだ。他の曲にもコードの基本となる型が登場していたが、それはほんの少しだったため共通しているとまでは言えなかった。



4. 考察

これらの結果から、曲の構成とコード進行のいずれも共通点がないことが分かった。このことから、音楽は人々に受け入れられやすい形に移り移り変わっていったという考察に至った。

5. 今後の課題

今回の探求では曲の構成とコード進行についてと、70年代から2000年代までの各年代5曲ずつしか調べていないのもっと多方面からたくさんの曲を調べる必要性を感じた。具体的には、曲を構成する楽器、オリジナリティーなどについて調べる方法を考え調査できたらと考えている。

6. 引用文献

「すべてのJ-POPはパクリである」現代ポップス論考- マキタ・スポーツ Makita Sports -
<http://zip2000.server-shared.com/makitasp.html>
年代別CD売上ランキング <http://amigo.lovepop.jp/decade.html>
Uフレット <http://amigo.lovepop.jp/decade.html>

ヒット曲の不変的な共通点

1. 研究の動機と目的

- ・ヒット曲はどの時代にも生まれるのに曲調やメロディーは違っている。そんな誕生し続けるヒット曲に何か共通点が無いか気になったから。
- ・どの時代にも共通している点を見つける。

2. 仮説

- ①コード進行が似ている。
- ②曲の構成が似ている。

3. 方法

年代別シングル売り上げトップ5(1970年～2000年代)の曲をコード進行・曲の構成の二観点から分析する。

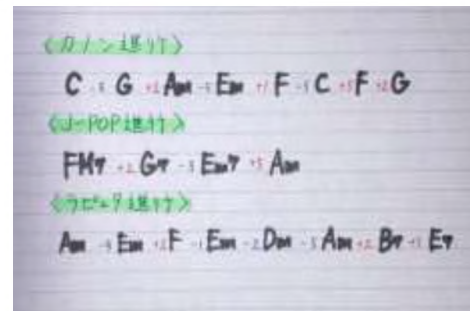
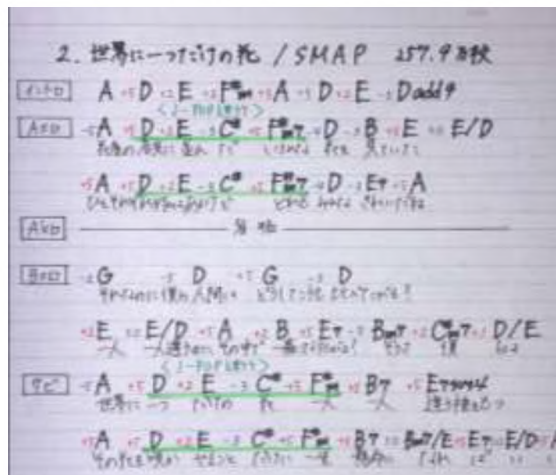
4. 結果

①曲の構成

- ・1970年～1980年代の曲はあまり共通点が見られなかった。
- ・1990年～2000年代の曲は現代の曲と近い構成になっている。

②コード進行

- ・1970年～1980年代の曲は曲の構成同様あまり共通点が見られなかった。
- ・1990年～2000年代の曲は似てはいるが共通しているとまでは言えなかった。



5. 考察

今回の調査した曲の構成とコード進行からは共通点を見つけられなかった。このことから私たちは、音楽は人々に受け入れやすいように時代と共に移り変わっているという考察に至った。

6. 今後の課題

- ①多方面から沢山の曲を調べる。
- ②移り変わりの要因となるものについてとの関係を調べる。

7. 参考文献

年代別CD売上ランキング (<http://amigo.lovepop.jp>)
Uフレット (<https://www.ufret.jp>)

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、永井先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

切り取りやすいミシン目を作る！

1. 動機

家にあるような切り取り式日めくりカレンダーを見て、ミシン目の仕組みがどのようになっているか気になり、探究をしたいと思ったからである。

2. 研究方法

フォースセンサに取り付けた紙を10人の人に「切り取りやすい」と思う力で引っ張ってもらい、その力の大きさを計測する。男女別に平均を求め、「切り取りやすい」の基準を決める。

フォースセンサにミシン目を付けた紙を取り付け、引っ張り、紙がちぎれた時の力の大きさをミシン目を切り取るのに必要な力を計測する。

二つの検証の結果から、「切り取りやすい」力の大きさに最も近い力で切り取れるミシン目を、切り取りやすいミシン目と決める。

3. 結果

一つ目の検証結果から、人によって「切り取りやすい」の基準は違ったが3~5(N)が多いことがわかった。男子平均は4.42(N)、女子平均は3.45(N)であった。二つの検証結果から、今回使用した紙では間隔の長さ1.8mmで穴と間隔の比が2:1のミシン目が切り取りやすいミシン目であることがわかった。

間隔	1mm	1.5mm	1.8mm	2mm	2mm
穴:間隔 (N)	1:1	2:1	2:1	1:1	2:1
1回目	12.20	2.502	3.241	12.08	21.62
2回目	10.42	1.814	1.937	10.60	5.512
3回目	20.10	5.238	5.458	23.10	12.38
4回目	10.22	2.205	2.450	16.48	19.84
平均	10.24	2.071	2.248	17.62	18.33

4. 考察

間隔の長さがともに2mmで穴と間隔の比が1:1と2:1のものの比較により、間隔の長さが一定であれば穴の長さが長いほうが切り取る時の力は小さくなると考えられる。

また、穴と間隔の比がともに2:1で穴の長さが3mm, 3.6mm, 4mmのものの比較により、穴と間隔の比が一定であれば穴の長さが短いほうが切り取る時の力は小さくなると考えられる。

5. 今後の課題

今後は穴と間隔の比、穴や間隔の長さで切り取る時の力には法則性があるのかを調べたい。また今回は、一直線のミシン目を研究の対象としたが、複数の直線や曲線のミシン目などについても調べたい。

6. 引用文献

自作チケットに簡単にミシン目を入れる方法 <https://yukikoiwamoto-arts.com>

ケニス株式会社 <https://www.kenis.co.jp>

切り取りやすいミシン目を作る

1.研究の動機と目的

動機:家にあるような切り取り式日めくりカレンダーを見て、ミシン目の仕組みがどのようになっているのかが気になったから。

目的:どのようなミシン目が切り取りやすいのかを導き、より良いミシン目を作ること

2.仮説

【仮説1】 穴の長さが一定ならば、穴と穴の間隔が狭いほうが切り取りやすい

【仮説2】 穴と穴の間隔が一定ならば、穴の長さが長いほうが切り取りやすい

【仮説3】 穴と間隔の比が一定ならば、穴の長さが短いほうが切り取りやすい

3.方法

【検証1】「切り取りやすい」の基準を決める

方法:フォースセンサに取り付けた紙を10人の人に「切り取りやすい」と思う力で引っ張ってもらいその大きさを計測し、男女別に平均を求める。

【検証2】ミシン目を切り取るのに必要な力を計測する

方法:フォースセンサにミシン目を付けた紙を取り付け、引っ張り、紙がちぎれた時の力の大きさを計測する。

【検証1】【検証2】の結果から、「切り取りやすい」力の大きさに最も近い力で切り取れるミシン目を、切り取りやすいミシン目に決める。

4.結果

【検証1】人によって「切り取りやすい」の基準は違ったが3~5(N)が多かった
男子平均:4.42(N) 女子平均:3.45(N)

【検証1】【検証2】より今回使用した紙では間隔の長さ1.8mmで穴と間隔の比が2:1のミシン目が切り取りやすいミシン目である。

【検証2】

間隔 穴:間隔 (N)	1mm 1:1	1.5mm 2:1	1.8mm 2:1	2mm 1:1	2mm 2:1
1回目	12.30	2.582	3.241	12.08	21.82
2回目	16.42	1.614	1.837	19.60	5.512
3回目	20.10	5.233	5.456	23.10	12.36
4回目	16.22	2.505	2.450	16.48	13.64
平均	16.24	2.971	3.248	17.82	13.33

5.考察

間隔の長さがともに2mmで穴と間隔の比が1:1と2:1のもの比較により間隔の長さが一定であれば穴の長さが長いほうが切り取る時の力は小さくなると考えられる。

また、穴と間隔の比がともに2:1で穴の長さが3mm,3.6mm,4mmのもの比較により穴と間隔の比が一定であれば穴の長さが短いほうが切り取る時の力は小さくなると考えられる。

6.今後の課題

穴と間隔の比、穴や間隔の長さで切り取る時の力には法則性があるのかを調べる。
また今回は、一直線のミシン目を研究の対象としたが、複数の直線や曲線のミシン目などについても調べる。

7.参考文献

自作チケットに簡単にミシン目を入れる方法 <https://yukikoiwamoto-arts.com>
ケニス株式会社 <https://www.kenis.co.jp>

8.謝辞

本研究を進めるにあたって川勝先生、富浜先生には有益な助言をいただいた。
ここに記して謝意を表す。

シャープペンシルの芯の減り方の調査

1. 研究の動機と目的

筆者らはシャープペンシルの芯の硬度によって補充頻度が異なるのではないかと疑問に思った。もし芯の硬度によって芯の減り方に差があるとしたら、それを可視化することで、芯の補充頻度を減らして文字を書くためにはどの芯で書けばよいかかわかると考え、2種類の紙を用いて本研究を進めた。

2. 方法

[①芯が太く硬度が低いほうが減りが早い ②紙の表面に凹凸があるほうが減りが早い]と仮説を立て、この仮説をもとに[シャープペンシルと、筆圧を再現するための重りを取り付けた力学台車を製作し、斜面に設置した実験用紙の上を転がす。4種類の芯を用い、2種類の実験用紙の上で、それぞれ100回ずつ力学台車を転がして、それぞれの場合の芯の減り具合を計測する]という方法で実験を行った。

3. 結果

(mm)		サーマルロール紙	習字用半紙
Ain 0.5	HB	-0.5	-2.5
	B	-1.5	-6.0
uni 0.5	HB	-0.5	-1.5
	B	-1.0	-7.5

(表の値は、元の芯の長さから減った芯の長さを表している。)

4. 考察

サーマルロール紙より半紙のほうが芯の減りが大きいことから、凹凸のある紙のほうが摩擦が大きく、芯が減りやすいと考えられる。また、サーマルロール紙ではAinの芯、半紙ではHBの場合はAinの芯、Bの場合はuniの芯の方が減りが大きい結果となった。さらに、紙の種類による差異を見ると半紙の方がHBでは平均1.75mm、Bでは平均5.5mm長く減った。これは硬度が低い芯の方が、紙の材質の影響を受けやすいことを示している。

5. 今後の課題

時間の都合上実施できなかった0.3mmの芯についての実験を行いたい。また芯の硬度の範囲を広げ、より詳しく調査したい。なお芯の強度について、芯を作る際の炭素の結合の強さによって強度が異なるという助言をいただいたので、強度を関連させ調査していきたい。

6. 引用文献

上越教育大学 押木秀樹・酒井市立東十郷小学校 辻遼汰 (2019.3)

書字における筆圧の影響と筆記具による改善の可能性

(全国大学書写書道教育学会 書写書道教育研究第33号, p45-54)

シャープペンシルの芯の減り方の調査

1. 研究の動機・目的

筆者らは、シャープペンシルを使用する際、芯の種類によって補充する頻度が異なるのではないかと疑問に思った。もし芯の種類によって芯の減り方に差があるのだとして、それを可視化することができれば、どの芯で書けば効率よく文字が書けるかわかるようになる

と考え、本研究を進めた。また、芯の角度がペンの進む方向に対して、 $100^{\circ} \sim 110^{\circ}$ に近いと芯は最も折れにくいことが山本(2016)の先行研究[1]で示されている。

2. 仮説

- ①芯が太く硬度が低いほうが減るのが早い。
- ②紙の表面に凹凸があるほうが減るのが早い。

3. 実験方法

1) シャープペンシルと筆圧を再現するための重り(*)を取り付けた力学台車(図1)を制作し、4種類の芯(図2)、を用いて2種類の実験用紙の上を斜面(図3)に沿って100回ずつ計800回真っすぐ転がす。

2) 芯の減り具合を計測する。



図1



図3

*人がシャープペンシルで文字を書く時の平均筆圧は309gであることが島宮、杉崎(2005)の先行研究[2]で示されているが、本研究における実験では451gの重りを使用した。用紙に線を引きすることを最優先事項として、シャープペンシルの沈み込み機能を働かせ、十分な筆圧で線を引きことが



図2 左からAin0.5HB/Ain0.5B/Uni0.5HB/Uni0.5B

できるように調整したためである。

図4 本研究でを使用した沈み込み機能を有するシャープペンシル

参考文献

[1]:山本竜也(2016)「シャープペンシルの芯にかかる力と折れやすさ」(千葉県立船橋高等学校 理数科課題研究, P4)

[2]:島宮暁秀・杉崎哲子(2005, 3)「シャープペンシル指導の体系化への提言」(静岡大学教育学部研究報告(教科教育学篇)第36号, P41-52)

[3]:上越教育大学 押木秀樹・坂井市立東十郷小学校 辻達彦(2019, 3)「書字における筆圧の影響と筆記具による改善の可能性」(全国大学書写書道教育学会 書写書道教育研究第33号, P45-54)

[4]:日本筆記具工業会(2002)「シャープ芯あれこれ(Q&A)」(日本筆記具工業会Q&A, P1)

[5]:三菱鉛筆(株) 研究開発センター 吉田 亮(1995)「Q&A シャープペンシルの芯の作り方を教えてください。また、H, Fなどの硬さはどこで決まるのでしょうか。」(炭素材料学会 炭素 1995巻169号, P235)

4. 実験結果

一般的な芯の長さは60mmであり、約45mmが筆記可能な芯の長さである。[4]

		サーマルロール紙	習字用半紙
Ain 0.5	HB	-0.5	-2.5
	B	-1.5	-6.0
uni 0.5	HB	-0.5	-1.5
	B	-1.0	-7.5

(表の値は、元の芯の長さから減った芯の長さを表している。)

5. 考察

- ・サーマルロール紙より半紙の方が芯が減りやすいことから、凹凸のある紙の方が摩擦が大きく、芯の減りが大きいと考えられる。
- ・サーマルロール紙ではAinの方が芯が減りやすく、半紙ではHBの場合はAin、Bの場合はuniの減りが大きい結果となった。メーカーによる芯の成分配合などの違いから、紙と芯の相性が異なり、芯の減り具合に差が出たと思われる。
- ・紙の種類による差異を見ると、半紙の方がHBでは平均1.75cm、Bでは平均5.5cm長く減った。これは硬度が低い芯の方が紙の材質の影響を受けやすいことを示している。

6. 今後の課題

- ・時間の都合上実施できなかった、0.3mmの芯についての実験を行いたい。
- ・硬度の範囲を広げ、より詳しく調査していきたい。

謝辞

本研究をすすめるにあたって、糸谷公佑教諭には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

3D 画像について

1. 研究の動機と目的

遊園地の3Dアトラクションや映画館での3D上映などで多くの人が3Dに触れたことがあると思う。私たちもその経験を通して3Dに興味を持ち、気になったので3Dについて探究してみようと思った。また、私たちの実験では、一般的に多く用いられ、専門的な機械を用いずにできそうな3Dの種類であるアナグリフ式で、3Dに見える条件を調べることにした。

2. 仮説

私たちは、3つの仮説を立て実験に取り組みうと考えた。まず1つ目に、アナグリフ式でよく使われる赤と青のメガネを使うと3Dに見えるのではないかとということ。2つ目の仮説は、同じ画像アプリを使って色を変えたものをずらすことで3Dに見えるのではないかとということ。3つ目は、被験者の目の幅によって3Dの見え方が異なるのではないかとということだ。

3. 方法

私たちは仮説に基づいて三つの方法を考えた。方法① それぞれのメガネの色に対応した画像を使い、メガネの色だけを変化させる。方法② 色を固定した二色の画像の重なり具合を変化させる。方法③ 被験者を増やし、目の幅を図ってから3Dに見える最適な距離を測って違いを調べる。

4. 結果

まず、方法①についてそれぞれの色に対応した画像を使い、メガネの色を変化させる研究を行った。その結果、青と赤、緑とマゼンタの時、それぞれに対応した色で見ることができた。しかし、ネットの先行研究では青と黄色も3Dに見えるとなっていたが、自分たちの力では確認出来なかった。次に、方法②について、画像の色とメガネの色が対角になるようにメガネを持って見ると、奥行きがあるように見えた。また、色が同じ方にある時は手前に浮き出て見えた。しかし方法③の目の幅と1番3Dが見やすい距離の関係について、私たちにはそれらの関係性を見つけることができなかった。

5. 考察

私たちが実験したアナグリフ式ではアプリを使う事によって自分たちで作れる事がわかった。その条件はメガネと画像の色の2色が同じであること。そして右目のレンズは左側、左目のレンズの色は右側にずれている画像の色に対応することだ。また、利き目側のレンズの色が重なっている2枚の画像の上側の色と同じであることも条件だと考えられる。

6. 参考文献

- ・TDK (2020) 第133回家庭にもいよいよ進出！進化する3D映像の世界
<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/133>
- ・株式会社シーマ (2020) 3Dの仕組み <https://www.cima-net.co.jp/cima-lab/cimapedia/6816>
- ・Me Can (2012) 3D・立体映像の原理（直線偏光・円偏光方式）とメガネ・フィルター選び方
<https://www.mecan.co.jp/Optical-Film/3D-Glasses/Tech-inform.html>
- ・店舗装飾ナビ (2018) メガネなしでも3Dに見える 仕組みを解説！
<https://www.orientalize.co.jp/contents/kanban/2178/>
- ・QuizKnock (2017) 3D映画はなぜ飛び出して見える？ 意外とカンタンだったその仕組み
<https://quizknock.com/3deiga-shikumi>

3D画像について

1. 研究の動機と目的

遊園地のアトラクションや映画館で3D上映の映画を見たときにどのようにして3Dに見えるか 気になった。そこで、一般的なアナグリフ式で3Dに見える条件を調べようと思い実験した。

2. 仮説

- ・よく使われている赤と青を使うと3Dに見える
- ・2色の画像をずらすことで3Dに見える
- ・被験者の目の幅で画像の見え方が異なる



3. 方法

- ①赤と青に対応した画像を使い、メガネの色だけを変化させる。
- ②色を固定した2色の画像の重なり具合を変化させる。
- ③実験者を増やして目の幅を測ってから3Dに見える最適な距離を測って違いを調べる。

4. 結果

①メガネの色を変化させる研究では、青と赤、緑とマゼンタの時それぞれに対応した色で見えることができた。ネットでは、青と黄色も3Dに見えるとなっていたが、自分たちの力では確認できなかった。

②色が対角になっているときは奥行きがあるように見える。また、色が同じ方面にある時手前に浮き出て見える。だが、色が同じ方は見えにくい気がした。なお個人差あり



被験者名	目の幅	画像までの距離
Tさん	6.5cm	28cm
Mさん	6.0cm	34cm
Kさん	6.3cm	34.5cm
Kさん	6.0cm	20cm
Sさん	6.5cm	60cm
Tさん	5.6cm	63cm

- ③目の幅と画像からの目の距離について私たちには見つけられなかった。

5. 考察

遊園地のアトラクションや3D上映の映画では偏光式といわれる別の3Dの作り方が使われている。実験したアナグリフ式ではアプリなどを使うことによって自分たちでも作れることが分かった。



6. 参考文献

- 1) TDK (2020) 第133回家庭にもいよいよ進出！進化する3D映像の世界
<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/133>
- 2) 株式会社シーマ (2020) 3Dの仕組み
<https://www.cima-net.co.jp/cima-lab/cimapedia/6816>
- 3) Me Can (2012) 3D・立体映像の原理（直線偏光・円偏光方式）とメガネ・フィルター選び方
<https://www.mecan.co.jp/Optical-Film/3D-Glasses/Tech-inform.html>
- 4) 店舗装飾ナビ (2018) メガネなしでも3Dに見える仕組みを解説！
<https://www.orientalize.co.jp/contents/kanban/2178/amp/>
- 5) QuizKnock (2017) 3D映画はなぜ飛び出して見える？意外とカンタンだったその仕組み
<https://quizknock.com/3deiga-shikumi>

7. 謝辞

本研究をするにあたって、古河先生には有益な情報を頂いている。ここに謝意を記して、謝意を表する。

効率的な暗記法

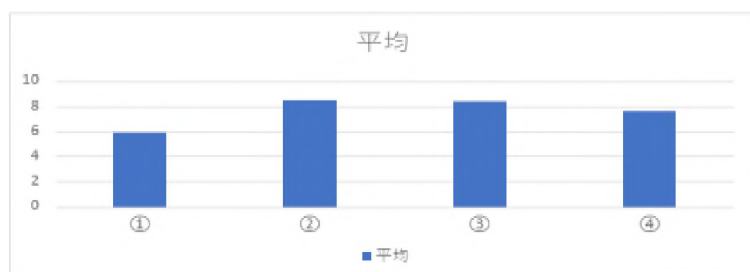
1. 研究の動機と目的：人が何かを記憶するときのおおよその最も効率的な方法を調べ、テスト勉強を効率的に行い、テストの点数をあげるため。

2. 方法：①止まったまま聞く ②動きながら聞く ③止まったまま声に出す ④動きながら声に出すの4つの項目に分けて8人の被験者が1週間単位で覚える方法を変え、それぞれの週で1日2回ずつ暗記する。それを各週ごとにテストを行いその結果をまとめる。

3. 結果：それぞれ8人の4回分の結果のうち最も高い点数に焦点を当てると、下の表より①の方法は1人、②の方法は3人、③の方法は4人、④の方法は1人となり、③の方法が最も暗記しやすいということが分かる。

次に平均値に焦点を当てるとしたのグラフより②の方法と③の方法が①の方法と④の方法に大差をつけていて②の方法が最も暗記しやすいということが分かる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
①	11	4	3	7	5	5	9	3	5.9
②	9	13	12	9	6	9	7	3	8.5
③	15	2	5	15	11	5	9	5	8.4
④	11	10	8	8	3	8	5	8	7.6



4.

考察：②の方法と③の方法が最も覚えやすかった大きな理由は、「動きすぎず、動かなすぎず」ということだ。体の動きと口の動きどちらか一つに動きを絞ることで、脳に印象づけながら覚えることにも集中することができる。

5. 今後の課題：被験者を増やし、より多くのデータを集めることである。さらに今回は動く動作を歩くことだけに絞ったが、今後は走る・踊るなどの様々な動作でどの動作が覚えやすいか調べていきたい。

6. 引用文献：栄光ゼミナール/コツを押さえて効率アップ！おすすめの暗記方法
家庭教師のアルファ/暗記の勉強法 効率的なやり方は？

<https://tech-camp.in/note/pickup/78901/>

<https://www.kobetsu.co.jp/manabi-vitamin/study/efficiency/article-237/>



効率的な暗記方法

1. 研究の動機と目的

人が何かを記憶するときのおおよその最も効率的な方法を調べ、テスト勉強を効率的に行い、テストの点数を上げるため。

2. 仮説

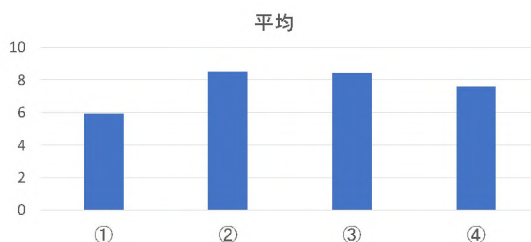
中間発表では色についてどの色が最も暗記しやすいかを調べ、青ペンが最も覚えやすいことが分かった。その後、声に出すなど動作に着目し、実験を進めていった。そこで私たちは何か動きをつけながら声に出して覚える方法が最も覚えやすいと仮説を立てた。

3. 方法

①止まったまま聞く ②動きながら聞く ③止まったまま声に出す ④動きながら声に出す
古文単語15個を被験者8人が①～④の方法でそれぞれ1日2回実践し1週間後にテストを行う。これを4回分繰り返す。

4. 結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
①	11	4	3	7	5	5	9	3	5.9
②	9	13	12	9	6	9	7	3	8.5
③	15	2	5	15	11	5	9	5	8.4
④	11	10	8	8	3	8	5	8	7.6



5. 考察

①「止まったまま聞く」(4位)

- ・口や体を使わないため、印象に残りづらい

③「止まったまま声に出す」(2位)

- ・声に出すことに集中でき、頭に入りやすい

②「動きながら聞く」(1位)

- ・体の動作と一緒に覚えることができる

④「動きながら声に出す」(3位)

- ・口と体を動かすことに集中してしまい、印象に残りづらい

➔まとめると…声に出す/体を動かすという動作のうち1つ限定することで、より覚えることに集中できる。

6. 今後の課題

今回は、8人の被験者で検証をしたが、もう少し被験者を増やして多くのデータを集め、さらに比較したい。

また、体を動かしながらの方が暗記しやすいと分かったが、歩く、走る、踊るなど様々な種類の体の動かし方を検証し、どのような動きが最も暗記しやすいのか調べるつもりである。

7. 引用文献

栄光ゼミナール/コツを押さえて効率アップ！おすすめの暗記方法

家庭教師のアルファ/暗記の勉強法 効率的なやり方は？

Pictogram2.com/human_pictogram2.0

<https://tech-camp.in/note/pickup/78901/>

<https://www.kobetsu.co.jp/manabi-vitamin/study/efficiency/article-237/>

誕生月と運動能力の関係

1. 研究の動機と目的

誕生月によって持っている能力に差があるのか疑問に思った。誕生月と能力の関係を「運動能力」に着目して明らかにしようと考えた。

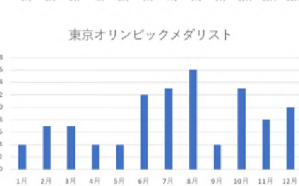
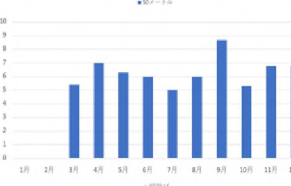
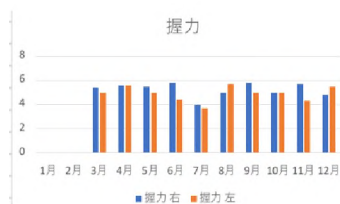
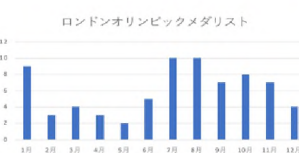
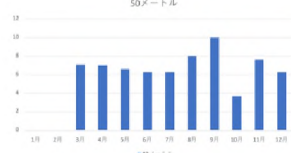
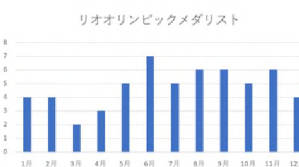
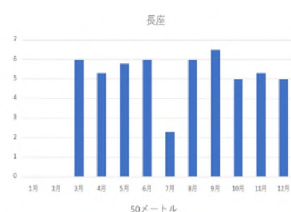
2. 方法

76回生を対象に誕生日についてアンケート調査を行った。そのうち、体力テストに協力してくれる41名に体力テストを実施した。体力テストの項目は50メートル走、握力、長座体前屈、立ち幅跳び、で行った。

3. 結果

今回実施した体力テストでは誕生月に集まった人数に偏りがあり、正確な情報を得られなかった。

	握力		長座	幅跳び	50メートル	
	右	左				
1月						
2月						
3月		5.4	5	6	5.4	7.1
4月		5.6	5.6	5.3	7	7
5月		5.5	5	5.8	6.3	6.6
6月		5.8	4.4	6	6	6.3
7月		4	3.7	2.3	5	6.3
8月		5	5.7	6	6	8
9月		5.8	5	6.5	8.7	10
10月		5	5	5	5.3	3.7
11月		5.7	4.3	5.3	6.8	7.6
12月		4.8	5.5	5	6.8	6.3



4. 考察

オリンピックのメダリストのグラフから4月から12月の遅生まれの方がメダリストの方の数が多いことから遅生まれは運動能力が高いと考えられる。体力テストの結果から全ての項目において、7月の平均が他の月の平均に比べて低かったことから月ごとに運動能力の偏りがあることがわかった。

5. 今後の課題

誕生月ごとの人数を揃える。人数を増やして正確な情報を得る。その人ごとの成長背景など誕生月以外に考えられる運動能力に影響していることについて考える。

6. 引用文献

- 1) リオオリンピック 2016 日本代表選手団一覧、入賞者一覧
- 2) 東京オリンピック 2020 日本代表選手団一覧、入賞者一覧
- 3) ロンドンオリンピック 2012 日本代表選手団一覧、入賞者一覧
- 4) 生まれ月の差による運動能力、運動有能感、生活習慣への影響
- 5) 無印良品 (2019) 早生まれと遅生まれ

誕生月と運動能力の関係について

1. 研究の動機と目的

誕生月によって持っている能力に差があるのか疑問に思った。誕生月と能力の関係を「運動能力」に着目して明らかにしようと考えた。

2. 仮説

早生まれのほうが運動能力が劣っている。4、5月生まれは運動能力が高い。

3. 方法

・1年次を対象に誕生日についてアンケート調査

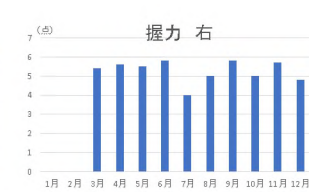
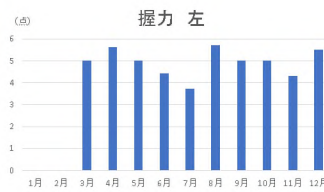
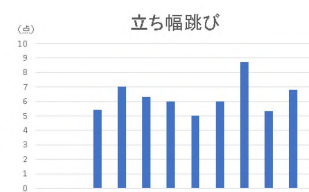
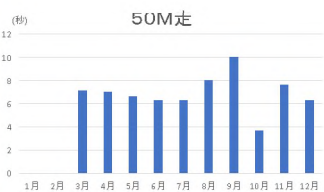
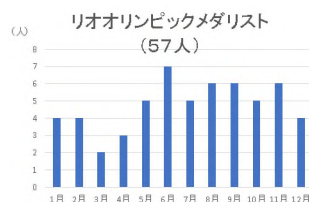
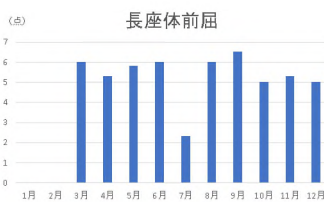
・1年次を対象に体力テストを実施(41人)

体力テスト項目 ・50メートル走・立ち幅跳び・握力・長座体前屈

4. 結果

体力テスト総合結果

	握力		長座	立ち幅跳び	50M走
	右	左			
1月0人	-	-	-	-	-
2月0人	-	-	-	-	-
3月8人	5.4	5.0	6.0	5.4	7.1
4月3人	5.6	5.6	5.3	7.0	7.0
5月4人	5.5	5.0	5.8	6.3	6.6
6月4人	5.8	4.4	6.0	6.0	6.3
7月3人	4.0	3.7	2.3	5.0	6.3
8月3人	5.0	5.7	6.0	6.0	8.0
9月4人	5.8	5.0	6.5	8.7	10.0
10月3人	5.0	5.0	5.0	5.3	3.7
11月6人	5.7	4.3	5.3	6.8	7.6
12月3人	4.8	5.5	5.0	6.8	6.3



※グラフの縦軸の単位が「点」となっている所は体力テストの得点となっている
1年次を対象に実施した体力テストでは誕生月ごとに偏りがあり、正確な情報が得られなかった。

5. 考察

遅生まれのほうがメダリストの方が多いことから遅生まれは運動能力が高いのかもしれない。
すべての項目において7月の平均がほかの誕生月の平均に比べて低かったことから月ごとに運動能力の偏りがあることが分かった。

6. 今後の課題

誕生月ごとの人数をそろえる。人数を増やしてより正確な情報を得る。

7. 引用文献

- ・リオオリンピック2016日本代表選手団メダリスト・入賞者一覧
- ・東京オリンピック2020日本代表選手団メダリスト・入賞者一覧
- ・ロンドンオリンピック2012日本代表選手団メダリスト・入賞者一覧
- ・文部科学省 新体力テスト実施要項(pp.2.4.10.12)
- ・無印良品(2019)早生まれと遅生まれ

8. 謝辞

研究を進めるにあたって、西谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

シャボン液の洗剤の濃度とシャボン玉の耐久時間の関係

1. 研究の動機と目的

割れにくいシャボン玉を作ろうと考え、シャボン液の洗剤の濃度を高くすれば割れにくくなるのではないかとという仮説をたてた。その仮説に基づき、シャボン玉の洗剤の濃度を変化させ、シャボン液の耐久時間を調べた。

2. 方法

①水13g、洗濯のり13gを固定し、洗剤の濃度が0%、10%、20%、30%、40%、50%のシャボン液6種類を用意する。

②注射器とシャボン玉の吹き具を空気が漏れないようにつないだ装置を用いて、机上に半球状のシャボン玉を膨らませる。

③机上のシャボン玉が割れるまでの時間を測定する。

④1つの濃度に対してそれぞれ5回ずつ実験する。

⑤6種類の洗剤のシャボン玉の耐久時間の平均を求める。

実験を行う上での1番の課題はシャボン玉を同じ大きさに膨らませる事であり、注射器のピストンを使用することにより、同じ空気の量で同じ大きさにそろえたシャボン玉を膨らませた。

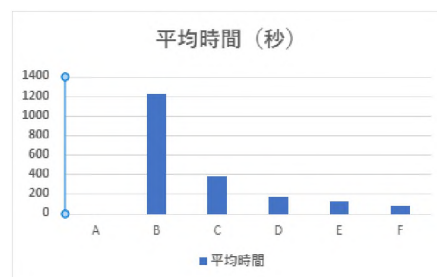
3. 結果

濃度10%のシャボン液のシャボン玉の耐久時間が最も長く20分21秒で、濃度が高くなるにつれ、耐久時間は短くなった。最も短かったのは、仮説とは異なり、洗剤の濃度50%であった。

	水 13 g	洗剤 X g	のり 13 g
	濃度	洗剤	平均
A	0%	0g	0秒
B	10%	2.9g	20分21秒
C	20%	6.5g	6分22秒
D	30%	11.1g	2分53秒
E	40%	17.3g	2分4秒
F	50%	26.0g	1分21秒

4. 考察

仮説では洗剤の濃度が高くなるにつれて耐久時間が長くなると考えていたが、実験の結果は仮説とは異なった。シャボン玉は水の蒸発により割れるが、洗剤のほうが水より密度が高いため、濃度が高くなると球体の上面から洗剤が重力により下方へ落ちていき、上面の膜が薄くなり水の蒸発が生じ割れると考えられる。水の表面張力を適度に弱め、洗剤が下方へ落ちることもなく膜が安定し、シャボン玉の耐久時間が長くなる濃度が10%なのであろう。



5. 今後の課題

今回の結果よりシャボン玉の耐久時間が最も長くなる濃度は10%前後と分かったので今後、最適な濃度を検証していきたい。

6. 引用文献

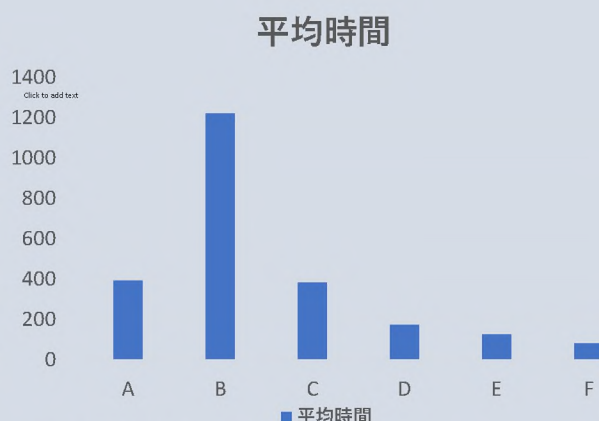
- ・ 笛田和希 (2016) 割れないシャボン玉の開発と割れなくなるメカニズムの解明 (かやのもり : 近畿大学産理工学部研究報告、p24, p15~20)
- ・ 酒井光希ら (2011) シャボン玉の液の濃度による影響 (日高高等学校附属中学校)
- ・ 大阪教育大付属天王寺中学校 (2013) 割れにくいシャボン玉 (自由研究第38集)
- ・ 新潟県立自然科学館—スタッフコラム— (2017) 割れにくいシャボン玉の作り方

シャボン液の濃度とシャボン玉の耐久時間の関係

1. 研究の動機と目的：シャボン玉を長い間膨らませるためにはシャボン玉の洗剤の濃度と耐久時間に関係があるのかどうか気になったから。
2. 仮説：洗剤の濃度が高くなるにつれて耐久時間が長くなる。
3. 方法：
 - ①ピストン、シャボン玉の吹き具、ガムテープ、ビーカー水、洗濯のり、洗剤、タイマー、ガラス棒を準備する。
 - ②シャボン液は、水13g、洗濯のり13gは固定し、洗剤の濃度が0%、10%、20%、30%、40%、50%の6種類のシャボン液を用意する。
 - ③注射器とシャボン玉の吹き具を空気が漏れないようにつないだ装置を用いて机上に同じ空気の量の同じ大きさにそろえたシャボン球を膨らます。
 - ④机上のシャボン玉が割れるまでの時間を測定する。
 - ⑤1つの濃度に対してそれぞれ5回ずつ実験する。
 - ⑥6種類それぞれ5回ずつシャボン玉の耐久時間の平均を求める。

4. 結果：

	水 13 g	洗剤 x g	のり 13 g
	濃度	洗剤	平均
A	0%	0g	6分33秒
B	10%	2.9g	20分21秒
C	20%	6.5g	6分22秒
D	30%	11.1g	2分53秒
E	40%	17.3g	2分4秒
F	50%	26.0g	1分21秒



実験からBの10%が耐久時間が最も長く、Fの50%が最も短いことが分かった。

5. 考察：仮説では濃度が高くなるにつれて耐久時間が長くなると考えていたが、実験の結果は仮説とは異なった。シャボン玉は水の蒸発により割れるが、洗剤のほうが水より密度が高いため、濃度が高くなると球体の上面から洗剤が下方へ落ちていき、膜が薄くなり水の蒸発が生じ割れる。

6. 今後の課題：今回の結果よりシャボン玉の耐久時間が最も長くなる濃度は10%前後と分かったので今後最適な濃度検証していきたい。

7. 引用文献：

- ・ 笛田和希 (2016) 割れないシャボン玉の開発と割れなくなるメカニズムの解明 (かやのもり：近畿大学産理工学部研究報告, P 24, P. 15 - 20)
- ・ 酒井光希ら (2011) シャボン玉の液の濃度による影響 (日高高等学校附属中学校)
- ・ 大阪教育大附属天王寺中学校 (2013) 割れにくいシャボン玉 (自由研究第38集)
- ・ 新潟県立自然科学館 - スタッフコラム - (2017) 割れにくいシャボン玉の作り方 (<http://sciencemuseum.jp/cp-bin/wordpress/2017/09/16/%E5%89%B2%E3%82%8C%E3%81%AB%E3%81%8F%E3%81%84%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%9C%E3%83%B3%E7%8E%89%E3%81%AE%E4%BD%9C%E3%82%8A%E6%96%B9/>)
- ・ 市田幸太郎 (2015) 最強シャボン玉を作ろう (<https://www.higo.ed.jp/center/wysiwyg/file/download/1/939>)

シャボン膜の持続時間と液の温度の関係性

1. 研究の動機と目的：シャボン膜の持続時間と液の温度の関係性を明らかにし、割れにくいシャボン玉を作ろうと考えた。シャボン玉は水の表面張力を界面活性剤によって弱めることで膨らむことが知られている¹⁾。これより、表面張力をもっと弱くすれば、シャボン玉の持続時間は長くなるのではないかと考えた。また、先行研究では、液体は温度が高いほうが表面張力が小さいことが明らかにされている²⁾。よってシャボン液の温度が高いほどシャボン膜の持続時間は長いという仮説を立てた。

2. 方法：実験の様子を図1、2に示す。シャボン液の温度を20℃から80℃まで10℃ずつ上げていき、それぞれの温度で10回ずつ計測し、その平均を求めた。



図1 実験の様子



図2 実験の様子

3. 結果：結果を表1、図3に示す。20℃から50℃にかけて持続時間は伸び、50℃から80℃にかけて持続時間は縮んだ。

表1 シャボン液の温度と持続時間

温度(°C)	持続時間(s)
20	390.1
30	431.9
40	498.4
50	617.5
60	546.8
70	514.0
80	514.2

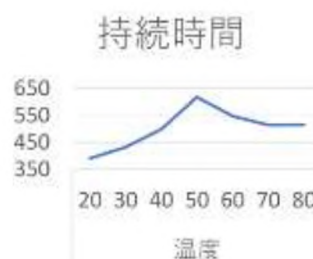


図3 各温度のシャボン膜の変移

4. 考察：20℃から50℃までは、仮説通りシャボン液を温めたことにより表面張力が小さくなり、持続時間は伸びた。50℃から80℃では仮説とは違い、シャボン膜の持続時間は縮まった。これは液の温度が高いと水が早く蒸発してしまうため³⁾⁴⁾50℃から80℃にかけて持続時間は縮まったのではないかと考えられる。よって50℃がシャボン膜の持続時間を長くさせる最適温度だと考えられる。

5. 今後の課題：シャボン液に加える材料を、表面張力に着目し、その持続時間を比較していきたい。

6. 引用文献： 1) なんでシャボン玉は丸くなるの？-ナゾロジー

<https://nazology.net/archives/7622>

2) 表面張力とは-濡れ性評価ならあすみ技研

<https://www.contact-angle.jp/contact-angle/surface-tension/>

3) 水の温度とじょう発する量|NHK for school

https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005300607_00000

4) 最強のシャボン玉を作ろう-玉名市立玉名中学校 2年 市田 幸太郎

<https://www.higo.ed.jp/center/wysiwyg/file/download/1/939>

シャボン膜の持続時間とシャボン液の温度の関係性

1. 研究の動機と目的

シャボン膜の持続時間と液の温度の関係性を明らかにし、割れにくいシャボン玉を作ろうと考えたから。

2. 仮説

シャボン玉は、水の表面張力を界面活性剤によって弱めることで、膨らむことが知られている¹⁾。ここから、表面張力をもっと弱くしたらシャボン玉の持続時間は長くなるのではないかと考えた。調べていくと、液体は温度が高い方が、表面張力が小さいということが分かった²⁾。よって、シャボン液の温度が高いほどシャボン膜の持続時間は長いという仮説を立てた。

3. 方法

モールで作った輪にシャボン液をつけて、そこでできた膜をシャボン膜とし、実験を進めていく。シャボン液の温度を20℃から80℃まで10℃ずつ上げていき、それぞれの温度で10回ずつ計測し、平均を求める。



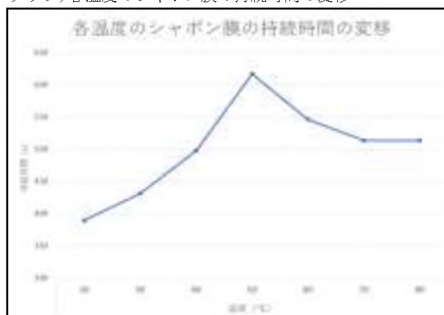
4. 結果

20℃から50℃にかけて持続時間は伸び、50℃から80℃にかけて縮まった。

表) シャボン液の温度と持続時間

温度(℃)	持続時間(s)
20	390.1
30	431.9
40	498.4
50	617.5
60	546.8
70	514.0
80	514.2

グラフ) 各温度のシャボン膜の持続時間の変移



5. 考察

20℃から50℃までは、仮説通りシャボン液を温めたことにより表面張力が小さくなり、持続時間は伸びた。もう一つの理由として、水は加熱すると混ざっていた気体を取り出される³⁾からであると考えられる。50℃～80℃では仮説とは違い、シャボン膜の持続時間は縮んでいった。液が熱すぎると水が早く蒸発してしまう⁴⁾⁵⁾ため50℃から80℃にかけて持続時間は縮まったのではないかと考えられる。よって、50℃がシャボン膜の持続時間を長くさせる最適温度だと考えられる。

6. 今後の課題

今回は、「シャボン液の温度」を変える条件として実験を進めていったが、「シャボン液の濃度や材料」にも着目して実験を進めていきたいと思った。

7. 引用文献

- 1) なんでシャボン玉は丸くなるの？-ナゾロジー
<https://nazology.net/archives/7622>
- 2) 表面張力とは-濡れ性評価ならあすみ技研
<https://www.contact-angle.jp/contact-angle/surface-tension/>
- 3) 温かいコーラ（炭酸飲料）が無いのはなぜ？-理科の先生の知恵袋
<https://rikashitu.blog89.fc2.com/blog-entry-69.htm>
- 4) 水の温度とじょう発する量 | NHK for School
https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005300670_00000
- 5) 最強のシャボン玉を作ろう-玉名市立玉名中学校 2年 市田幸太郎

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、田淵先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

シャボン液の洗剤の濃度とシャボン玉の耐久力の関係

1. 研究の動機と目的

シャボン液の水、洗濯のり、台所用洗剤の比率によりシャボン玉の耐久力が変化することに興味を持ち、どのようなシャボン液の比率が最も耐久力が高いのかを明らかにしようと考えたため。

2. 方法

- (1) 水 25g、洗濯ノリ 20g の液体を基準の液とする。
- (2) 基準の液に台所用洗剤を ng 加え、風の影響を受けない室内で平面上に半球状にシャボン玉を注射器と吹き具膨らませ、耐久時間を測定する。
- (3) それぞれの液について 5 回ずつ実験を行い耐久時間の平均値を出す。
- (4) 1 番耐久力のある、水 25g : 洗濯のり 20g : 台所用洗剤 ng の比率を調べる。

3. 結果

右の表のような結果となり、台所用洗剤が 0g の時にはシャボン玉は膨らまず、水 25g : 洗濯のり 20g : 台所用洗剤 ng の比率が約 5:4:3、つまり n = 15g の液が最も耐久力の高いシャボン玉を作ることができるということが分かった。

表 1 より、1 番耐久時間が長かったのは、洗剤を 15g 加えた場合で、1 番短かったのは 20g 加えた場合であった。

4. 考察

私たちは加える台所用洗剤の濃度が高いほどシャボン玉の耐久力が上がるという仮説を立てていた。しかし仮説とは違い、実験結果より、最も耐久時間が長かったのは洗剤を 15g 加えたシャボン液であり、それより洗剤が少ない場合も多い場合も短くなり、とくに 15g から増やした場合は極端に短くなった。これは洗剤の濃度が高すぎると重さが増して、シャボン玉の上面の膜が重力により薄くなり膜を保つことができなくなることで耐久力が減少すると考えた。また、洗剤の濃度が低すぎると、洗剤の成分である界面活性剤が少なく、表面張力を抑えることができないためシャボン玉の膜を維持することが難しくなると考えた。

5. 今後の課題

実験した数値の幅が大きかったため、今後はより細かい数値で実験を重ねて、より耐久力のある液の比率を調べていきたい。今回は実験時間が足りず、細かい数値が出せなかったため、本当に 15g 最も耐久力が高いのかを検証したい。

6. 引用文献

1) 谷田貝ゼミ生ら

http://yatagai.jp/student/h22/h22semi2/research/21306_21335.pdf

2) 田中千裕 (2009) 石けん膜の数学

https://scholar.google.co.jp/scholar?start=10&q=%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%9C%E3%83%B3%E7%8E%89+%E8%86%9C&hl=ja&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&u=%23p%3D_s4hdZyA0o0J



シャボン玉の耐久力とシャボン液の比率について

1. 研究の動機と目的

シャボン液の比率によりシャボン玉の耐久力が変化することに興味を持ち、どのようなシャボン液の比率が最も耐久力が高いのか明らかにしようと考えたため。

2. 仮説

混ぜる洗剤の濃度が高いほどシャボン玉の耐久力が上がる。

3. 方法

- ①水25g、洗濯ノリ20gの液体を基準とする。
- ②そこに台所用洗剤を少しずつ加えてシャボン玉を膨らませ、一番耐久力のある比率を調べる。



4. 結果:

水(g)	洗濯ノリ(g)	台所用洗剤(g)	耐久時間(秒)
25.0	20.0	0	0
25.0	20.0	5.0	350
25.0	20.0	10.0	370
25.0	20.0	12.5	389
25.0	20.0	15.0	431
25.0	20.0	17.5	215
25.0	20.0	20.0	212

水25.0g 洗濯ノリ20.0g 台所用洗剤15.0gの比率の液体が一番耐久力があるということが分かった。

5. 考察

仮説とは違って洗剤の濃度が高いほど耐久力が上がるのではなく、洗剤の濃度が高くなりすぎると、シャボン玉を構成する膜が形を保てなくなり、シャボン玉が割れると考えた。

6. 今後の課題

実験時間が足りず細かい数値を出せなかったので実験時間に余裕を持って実験したい

7. 参考文献:

1) 谷田貝ゼミ生ら

http://yatagai.jp/student/h22/h22semi2/research/21306_21335.pdf

2) 田中千裕 (2009) 石けん膜の数学

https://scholar.google.co.jp/scholar?start=10&q=%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%9C%E3%83%B3%E7%8E%89+%E8%86%9C&hl=ja&as_sdt=0,5#d=gs_qa_bs&u=%23p%3D_s4hdZyA0o0J

8; 謝辞; 本研究をすすめるにあたって、小橋先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

割れないシャボン玉を作るには

1. 目的と動機：小さい頃シャボン玉で遊んでいたとき、すぐに割れてしまった記憶があり、長時間割れないシャボン玉を作れたら楽しく遊べるのではないかと考えた。シャボン玉が割れる理由は3つあり、1つ目にシャボン玉の膜に埃や塵などなどがついて、割れてしまう。2つ目に、表面の薄い石鹸膜の水が蒸発して割れてしまう。3つ目に、シャボン玉の上部が重力により薄くなり割れてしまう。の3つがある。そこで、シャボン玉液に粘度の高い物質を混ぜれば、石鹸膜が丈夫になり、割れにくくなるのではないかと考えた。

2. 方法；①粘度の違う物質(歯磨き粉、マヨネーズ、ケチャップ、ガムシロップ、油、醤油、塩、砂糖)を用意する。②シャボン玉液に物質を混ぜる。シャボン液を20mL 混ぜる物質は5gとする。③シャボン液を注射器につけ、机上に半球状のシャボン玉を作り、シャボン玉が割れるまでの時間計測する。空気の量は全て5mlとした。④それぞれのシャボン玉で5回ずつ計測し、平均をとる。

3. 結果：長かったのは砂糖(35分以上)、以下蜂蜜、ガムシロップ、逆に短かったのはマヨネーズ(25秒)、油(2分30秒)、歯磨き粉(2分40秒)であった。仮説では粘度が高い物質を混ぜた方が割れにくくなると思ったが、そうではなかった。

4. 考察：混ぜる物質の粘度はシャボン玉の割れにくさに関係は見られなかった。割れにくかったのは、砂糖、蜂蜜、ガムシロップの糖分を含んでいる物質を混ぜた場合で、割れやすかった物質は、マヨネーズ、油で油分を含んでいるものであった。

糖分を含む物質を加えると、シャボン玉の表面の石鹸膜の水分が蒸発しにくくなるため、シャボン玉が割れにくくなる。一方、油分を含む物質を混ぜた場合は、水の表面張力を抑える働きをしているシャボン液の界面活性剤の乳化作用により、水と油が均一に混ざりあい、表面張力を抑える働きが弱まってシャボン玉が割れやすくなってしまおうと考えた。このことから、割れにくいシャボン玉を作るには、糖分を含む物質を混ぜると良いという結論が出た。

5. 今後の課題:今回は粘度に着目し、家にある物質で実験を行ったが、このほかに水の蒸発を防ぐ効果があるものとしては、洗濯のりやグリセリンがあることが分かったので種類を増やしてすればと思った。

6. 参考文献：各種液体粘度対応表-佐竹マルチミクス株式会社

割れないシャボン玉の開発と割れなくなるメカニズム

■ 各種液体粘度対応表

区分	液名称	温度 ℃	粘度 mPa-s
50 cP 程度	アセトン	20	0.32
	トルエン	20	0.59
	ベンゼン	20	0.65
	水	20	1
	苛性ソーダ 20%	20	4.5
	硫酸 100%	20	27
	灯油	10	3
	アルコール	20	数cP
	グリセリン 50%	20	6
	ダイオキシン	20	100
	水酸化ナトリウム 50%	20	110
	牛乳	24	2
	しょうゆ	24	8
	カルピス	24	20
	濃縮乳脂肪飲料	24	31
1000 cP 程度	サラダ油	24	65
	トマトジュース	24	77
	オリーブ油	24	100
	トマトジュース	24	400
	とんかつソース	24	640
	ガムシロップ	24	850
	蜂蜜	24	~1,300
別表を 参照	コンデンスミルク	24	~2,000
	ひまし油	20	1,000
	グリセリン 100%	20	1,500
	原油	25	~2,500
	ケチャップ	24	1,800
	いちごジャム	23	6,000
	マヨネーズ	23	8,000
	軟クリーム	20	12,000
	デンブンのり	22	29,000
	練りあん	21	30,000
ポスタード	21	45,000	

※但し、構造粘性で流動化に難がある場合は別途お問い合わせください。
佐竹化学機械工業株式会社 <https://www.satake.co.jp/>

割れにくいシャボン玉を作るには

動機と目的

小さいころシャボン玉で遊んでいたとき、すぐ割れてしまった記憶があり、長時間割れないシャボン玉を作れたら楽しく遊べるのではないかと考えたから。

仮説 粘度を強くすることによってシャボン玉が割れにくくなる。

実験方法

- ①粘度の違う物質を用意する。今回用いるのは、歯磨き粉、マヨネーズ、ケチャップ、蜂蜜、ガムシロップ、油、醤油、塩、砂糖。
- ②実験に用いるシャボン液の量はすべて20ml、混ぜる物質は5g、空気の量は5グラムとする。
- ③シャボン液と物質を混ぜて注射器で机に半球を作る。
- ④それぞれ割れるまでの時間を測定する。

表1 粘度とシャボン玉が割れるまでの時間

	粘度	5回					平均
歯磨き粉	30000	4分00秒	1分52秒	38秒	3分02秒	2分40秒	2分40秒
マヨネーズ	8000	24秒	37秒	26秒	18秒	20秒	25秒
ケチャップ	1800	4分49秒	3分28秒	5分14秒	6分56秒	4分50秒	5分10秒
蜂蜜	1300	7分02秒	5分56秒	15分25秒	10分49秒	12分40秒	10分30秒
ガムシロップ	850	4分46秒	5分21秒	5分16秒	13分26秒	14分34秒	9分10秒
油	65	1分20秒	34秒	1分24秒	4分06秒	47秒	2分30秒
醤油	8	4分25秒	1分15秒	8分53秒	4分02秒	8分57秒	5分20秒
塩	2	1分36秒	2分49秒	4分20秒	5分02秒	6分00秒	3分20秒
砂糖							35分以上
通常		3分53秒	3分29秒	2分22秒	3分17秒	3分56秒	3分40秒

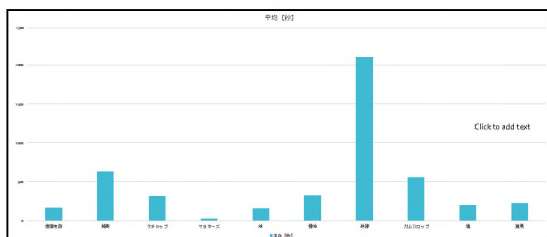


表2 物質別のシャボン玉持続時間

結果

特に蜂蜜，ガムシロップ，砂糖は長く持った。マヨネーズなどの油を多く含む物質を混ぜるとシャボン玉が割れやすくなった。

考察

実験の結果、粘度はシャボン玉の割れにくさには関係なかった。糖分を含む物質は、割れにくく、油分を含む物質を混ぜると割れやすくなることが分かった。糖分を混ぜたシャボン玉が割れにくくなった理由は糖分を入れると表面の薄い石鹼膜の水が蒸発しにくくなるからである。油分を混ぜたシャボン玉は膜が安定せず、短時間で割れる。

シャボン玉が割れる理由

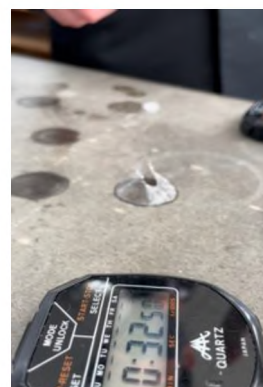
- 1, シャボン玉の膜にほこりや塵などがぶつかって割れる。
- 2, シャボン玉の表面のうすい石鹼膜の水が蒸発して割れる。
- 3, シャボン玉の上部が重力によって割れる。

参考文献

各種液体粘度対応表－佐竹マルチミクス株式会社 <https://www.satake.co.jp/>
割れないシャボン玉の開発と割れなくなるメカニズム（2016） 笹田和希

謝辞

本研究を進めるにあたって小橋先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。



↑砂糖を混ぜたとき

△砂糖は実験時間内に割れませんでした。

ヨーグルトと睡眠

1. 研究の動機と目的：授業に集中するのに1日の4分の1にあたる睡眠の質を高めるにはどうしたらいいか気になった。そこで腸の調子をよくすると睡眠の質が高くなるという先行研究を見て、ヨーグルトを使って実験を行おうと思った。

2. 方法：実験1は班員5人で行った。先行研究で寝る15時間前にヨーグルトを食べると睡眠の質が良くなるという結果があったので、朝食にヨーグルトを食べることに決めた。そして、成分の違うブルガリアヨーグルト、ブルガリア0ヨーグルト、カスピ海ヨーグルトの3種類を使った。睡眠の質はスリープサイクルというアプリを使って測った。朝起床時スリープサイクルはこのようなグラフが表示される。(図1)

実験2は班員4人と母親1人で行った。朝ヨーグルトを食べるときと夜ヨーグルトを食べるときとの睡眠の質の違いを調べようと思った。そこで、朝か夜にヨーグルトを食べ、実験1と同じように行った。

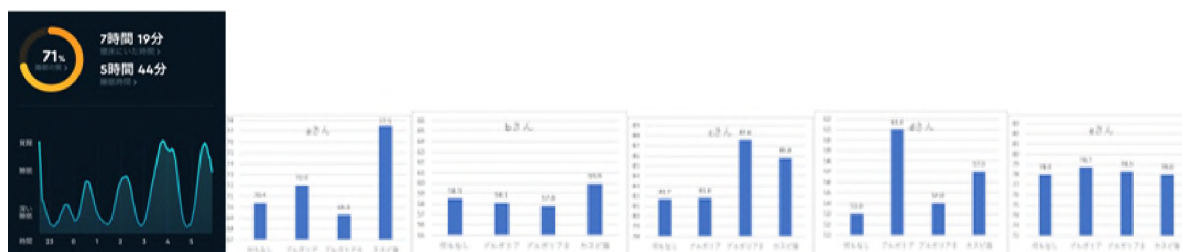


図1

3. 結果：実験1は上のグラフのような結果になった。d, eさんがブルガリアヨーグルト、cさんがブルガリア0ヨーグルト、a, bさんがカスピ海ヨーグルトを食べたときの睡眠の質が最も良いという結果になった。実験2は下の表のような結果になった。aさんのみ夜食べた時の質が高く、他の4人は朝の方が質が高かった。また、a, b, eさんは朝と夜であまり差はみられなかったが、d, fさんは大きな差がみられた。

	a	b	d	e	f
朝	64.8	58.7	61.0	79.5	76.0
夜	65.0	58.0	51.0	77.0	71.2

4. 考察：実験1・2を踏まえてヨーグルトを食べることで睡眠の質が良くなることが明らかとなった。そしてヨーグルトを食べる時間帯は朝食後に食べるほうが夕食後に食べる時よりも比較的良い傾向にあることが分かった。

5. 今後の課題：今回は班員と班員の家族で実験を行ったが被験者が非常に少なく、より信憑性の高いデータをとることが出来なかった。また、室温などは考慮されていなかった。これらのことから、被験者を増やし、室温や湿度の条件をそろえて睡眠の質との関係性を明らかにしたい。

6. 引用文献：睡眠・呼吸メディカルクリニック

ヨーグルトと睡眠

研究の動機と目的

授業に集中するのに、1日の4分の1にあたる睡眠の質を高めるにはどうしたらいいか気になり、睡眠の質が良くなる原因をヨーグルトに着目して明らかにしようと考えた。

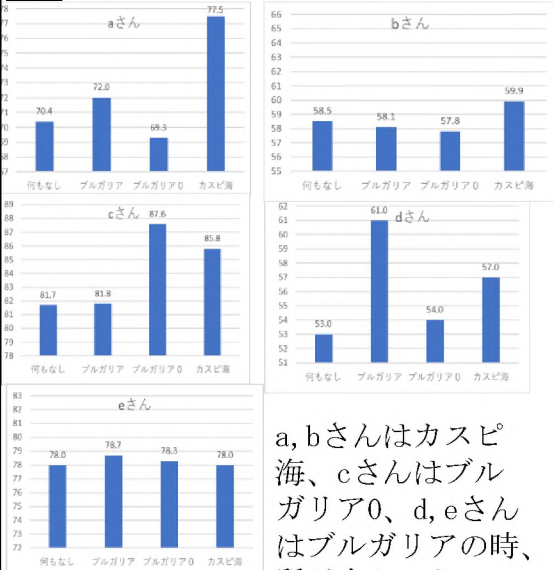
実験1

仮説: 寝る15時間前にヨーグルトを食べることで睡眠の質が良くなる

方法

- ・ 班員5人で実験を行った
- ・ 朝食にヨーグルトを食べる (ブルガリア、ブルガリア0、カスピ海)
- ・ 寝る時近くにスマホを置く

結果



考察

ヨーグルトを食べないよりも食べた方が質は高くなる。
人によって睡眠の質が高くなるヨーグルトの種類は違う。

参考文献

睡眠・呼吸メディカルクリニック

謝辞

本研究を進めるにあたって、東先生には有益な助言をいただいた。
ここに記して謝意を表す。

実験2

仮説: ヨーグルトを朝食を食べるときと夜の時とでは結果が違う。

方法

- ・ 班員4人と母親1人で行った
- ・ 朝食か夕食にヨーグルトを食べる
- ・ 寝る時近くにスマホを置く

結果

	aさん	bさん	dさん	eさん	fさん
朝	64.8	58.7	61.0	79.5	76.0
夜	65.0	58.0	51.0	77.0	71.2

aさんのみ夜の方が質が高く、残りの4人は朝の方が質が高かった。

また、a, b, eさんは朝と夜で多少の差はあるが、大きな差はない。しかしd, fさんは大きな差がみられた。

考察

朝にヨーグルトを食べた方がヨーグルトの効果が出やすい。



四葉のクローバーと刺激の関係

1. 研究の動機と目的

普段あまり見かけない『四葉のクローバー』に興味を持ち、その中でも特に外部からの刺激による四葉のクローバーの誕生率の変化に着目し刺激が強いほど四葉の誕生率が高くなると考え研究を進めた。

2. 方法

2つの方法で実験を行った。

(1) 鉢に植えたクローバーの葉の部分に重りの代わりとなるビー玉を乗せる。

(2) ビー玉より強い刺激を加えるためにクローバーの葉の部分で足で踏む。

結果

ビー玉を重りとして使った場合はいずれの葉にも変化は見れなかった。しかし足で踏んだ場合は1本の四葉が誕生した。

	重りなし	重り1個	重り2個	重り3個	踏む
四葉になった本数	0	0	0	0	1
全体	20	20	20	20	20

3. 考察

足で葉を踏んだ時に四葉が発生したため、ビー玉より強い刺激を加えることで四葉が誕生する可能性が高いことがわかった。しかし、研究の対象が少ないため、刺激と四葉発生の因果関係があるとは言いきれない。またビー玉と足が踏むとでは刺激がかかる面積が違うのでその関係もあるのではないかと考えられる。

4. 今後の課題

クローバーの数が少なく確かな結果は得られなかったため、調べる数をふやし、またクローバーの四葉の発生と刺激がかかる面積の関連性も調べたい。

傷つけとクローバー

1. 研究の動機

普段あまり見かけない「四葉のクローバー」に興味を持ち、その中でも特に外部からの刺激によって四葉クローバーの誕生率がどのように変わるのかを明らかにしたいと思い取り組んだ。

2. 研究の目的

外部からの刺激を加えることで四葉のクローバーの誕生率がどう変わるのかを明らかにし、またどのような規則性があるのかを明らかにすることである。

3. 仮説

- 1 刺激が強いほど四葉の誕生の可能性があがる。
- 2 足で葉を踏んだほうが四葉の誕生率があがる。

4. 方法

- 【1】鉢に植えたクローバーの葉の部分に重りの代わりとなるビー玉をのせる。
- 【2】ビー玉より強い刺激を加えるためにクローバーの葉の部分で踏む

5. 結果

ビー玉を重りとして使った場合はいずれの葉にも変化は見られなかった。しかし葉を足で踏んだ場合は20本のうち一本の四葉が誕生した。

	重り0個	重り1個	重り2個	重り3個	踏む
四葉になった本数	0	0	0	0	1
全体	20	20	20	20	20

6. 考察

実験の結果から、足で葉を踏んだ時に四葉が発生したため、ビー玉より強い刺激を加えることで四葉が誕生する可能性があることがわかった。しかし、そのように判断するには四葉の発生率が低いため、さらなる実験が必要である。

7. 今後の課題

クローバーの数が少なく確かな結果は得られなかったので、調べる数を増やし、またクローバーと外部からの刺激との関連性を明らかにする必要がある。

8. 謝辞

研究を進めるにあたり古河先生、杉本先生に有益な助言、協力をいただいた。ここに記して、謝意を表す。

四つ葉のクローバーについて（肥料の効果）

1. 研究動機と目的

シロツメクサ（クローバー）の葉の数が個体によって異なることに興味をもったからこの研究を行った。シロツメクサが三つ葉から四つ葉になる時、どのような影響を受けているのか調べるためにこの実験を行った。

2. 方法

実験1 肥料の成分の違いによるシロツメクサの成長への影響

- ① 学校の中庭からシロツメクサを5つ根ごと採取する。
- ② それぞれ別のスポンジに植える。
- ③ スポンジをそれぞれ別のトレイに入れる。
- ④ 窒素を多く含む溶液Ⅰ、リンを多く含む溶液Ⅱ、カリウムを多く含む溶液Ⅲ、全て同じくらい含む溶液Ⅳを作る。
- ⑤ トレイの半分まで窒素、リン、カリウムの栄養素を多く含んだ水を入れる。

シロツメクサに入れた肥料の量の割合

3. 結果（シロツメクサ）

葉に変化はなかった。

そのためシロツメクサと同じマメ科である、豆苗で育てることにした。

	N	P	K
水	0	0	0
溶液Ⅰ	0.1	0.2	0.1
溶液Ⅱ	0.2	0.1	0.1
溶液Ⅲ	0.1	0.1	0.2
溶液Ⅳ	0.2	0.2	0.2

4. 方法

実験2 肥料の成分の違いによる豆苗の成長への影響

豆苗を五つ購入し、最初から葉を育てるために茎を切る。

- ① トレイに入れて育てる。
- ② シロツメクサと同じ肥料を苗の半分まで入れ、2週間ほど育てる。

5. 結果（豆苗）

全ての肥料の条件で成長のようすに差はなかったが、はが葉が増える事はなかった。

6. 考察

シロツメクサの葉の枚数が増えるのに、今回使った肥料の濃度や種類は関係ないのではないか。

豆苗の葉は増えるのか。

7. 今後の課題

今回使用した肥料以外の肥料を使用したらどうなるのか。肥料以外に影響を与える物がないか調べる。

8. 引用文献

https://www.dinos.co.jp/garden/engei_kyoukai/vol-10.html

<https://www.agri-smile.app/articles/fertilizer-what>

四つ葉のクローバー(肥料の効果) ～豆苗を使って～

1.動機

シロツメクサ(クローバー)の葉の数が個体によって異なることに興味を持ったから。

2.目的

シロツメクサの葉が四つ葉になるとき、どのような影響を受けているのか調べるため。

3.仮説

シロツメクサに与える肥料の種類や量を変えると、三つ葉が四つ葉に変化するのではないかと。

4.方法

材料 シロツメクサ、豆苗

シロツメクサ編

実験方法

- ① 同じ場所から5つ根ごと採取する。
- ② それぞれ別のスポンジに植える。
- ③ スポンジをそれぞれ別のトレイに入れる。
- ④ トレイにN,P,Kの栄養素を多く含んだ水をスポンジの半分までに入れる。
- ⑤ 3週間育てる。

肥料の割合

N,P,Kの割合が高いものを用意する。
※Nは尿素、Kは硝酸カリウムを代用



(混合、リンは買ってきたものを使用)

水1ℓに含まれる栄養素の量

	N	P	K
水	0g	0g	0g
肥料Ⅰ (尿素)	0.2g	0.1g 以下	0.1g 以下
肥料Ⅱ (硝酸カリウム)	0.1g 以下	0.1g 以下	0.2g
肥料Ⅲ (混合)	0.2g	0.2g	0.2g
肥料Ⅳ (リン)	0.1g 以下	0.2g	0.1g 以下

結果

葉に変化はなかった。



豆苗で育てる。

豆苗編

シロツメクサと豆苗は同じマメ科であり、シロツメクサより短い時間で育てられるから。

実験方法

- ① 豆苗を買い、切る。
- ② トレイに入れ育てる。
- ③ シロツメクサと同じように肥料を与える。

結果

買ったときと同じくらいまで育てたが、葉の数に変化はなかった。

ランダムに選んだ
10個の葉の枚数 (枚)

	2	3	4
水	10	0	0
肥料Ⅰ	10	0	0
肥料Ⅱ	10	0	0
肥料Ⅲ	10	0	0
肥料Ⅳ	10	0	0



5.考察

シロツメクサと豆苗を同じように育てたが何も変化はなかった。



シロツメクサの葉の枚数が増えるのに、今回の5つの肥料の成分の濃度は関係ない。

6.今後の課題

- ・ほかの肥料(Ca,Mg,S)では変化が出るのではないかと
- ・肥料以外に影響を与えるものはないかと

7.引用文献

「肥料の三要素」チッ素、リン酸、カリの働きは？
| NHKテキストビュー

<https://textview.jp/post/hobby/29661>

「肥料の三要素」って何？-植物を上手に育てる！
園芸・ガーデニングQ&A

<https://shisetsuengei.com/news-column/growth-up/growth-up-009/>

肥料の三要素NPKって？肥料を化学的に解説

<https://www.agri-smile.app/articles/fertilizer-what>
マメ科の植物(科名から探す)

| 植物図鑑検索-みんなの趣味の園芸

https://www.shuminoengei.jp/?m=pc&a=page_p_search&ccount_next&txtSearchKamoku=%E3%83%9E%E3%83%A1%E7%A7%91

肥料の効果的な施し方

<https://www.sc-engei.co.jp/gardeningbeginner/basics/005-003.html>

8.謝辞

本研究を進めるにあたって古河先生、杉本先生には有益な助言を頂いた。

ここに記して感謝の意を表す。

チョークの粉を滑り止めとして活用する方法

1. **研究の動機と目的:** チョークの粉が、体操や野球などに使われている滑り止めの成分が似ていることから、チョークを滑り止めとして活用できるのかを明らかにしようと考えた。そこで、チョークを滑り止めの代用として活用できるのかを、チョークの性質に着目して明らかにしようと考えた。そこで私たちは、チョークを滑り止めの代用として利用するという仮説を立てた。



2. **方法:** 革を縦長に切り抜き、プラスチックの筒にぶら下げ、革の両側に 20g のおもりをかける。革の片方におもりを 1 個ずつ追加していき、革が動き始めた時のときのおもりの個数を数える。使用する薬品は革の内側にそれぞれ別々につける。そして、チョークの主成分の炭酸カルシウム、滑り止めの主成分の炭酸マグネシウム、何もなしを水あり水なしで比較する。今回は、炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムの量をそれぞれ 0g, 0.5g, 1.0g, 2.0g で調べた。水あり水なしに分けた理由は、汗をかいている時とかいていない時を比較するためである。

3. **結果:** 炭酸カルシウムで水なしの場合は、0g のときと 2.0g の時でおもりの数に明らかな差があることが分かる。また、1.0g と 2.0g でおもりの数の差が同じであることから、効果的に働く量には限界があることが分かった。水ありの場合は 0g の時がいちばん滑りにくいことが分かる。

次に炭酸マグネシウムで水あり、なしのどちらの場合も 0.5g のときがいちばん滑りにくく、量が多ければ滑りにくいということではないことが分かった。総合的に見て、炭酸マグネシウムの水ありの場合がいちばん滑りにくいという結果になった。水ありと水なしとは水ありの方が効果があり、水がその性質の滑りにくさに関係があると分かった。

	量(g)	炭酸カルシウム		炭酸マグネシウム	
		落下した時間(s)	おもりの数(個)	落下した時間(s)	おもりの数(個)
水なし	0g	1.80	左 1 右 3 差 2	1.80	左 1 右 3 差 2
	0.5g	0.60	左 1 右 5 差 4	0.90	左 1 右 7 差 6
	1.0g	0.96	左 1 右 6 差 5	0.85	左 1 右 6 差 5
	2.0g	0.76	左 1 右 6 差 5		
水あり	0g	2.17	左 1 右 10 差 9	2.17	左 1 右 10 差 9
	1.0g	2.50	左 1 右 5 差 4	1.52	左 1 右 11 差 10
	1.5g	0.75	左 1 右 5 差 4	0.68	左 1 右 10 差 9
	2.0g	1.41	左 1 右 5 差 4		

4. **考察:** 結果より、炭酸カルシウムのほうがチョークよりも滑り止めとしての効果が強いことが分かった。しかし、チョークにも滑り止めの効果があることが分かったので、炭酸マグネシウムの代用として活用する上での利点を考える必要がある。では、その利点とは何か？

5. **今後の課題:** その利点として、まず一つ目はコストだ。チョークを再利用した方が、炭酸マグネシウムを生産または購入するよりも、断然コスト軽減になる。もう一つは、環境面だ。チョークは可燃ゴミで捨てられる。もちろん、ゴミとしては小さいので何の問題もないように見える。しかし、世界全体で見るとどうだろう。塵も積もれば山となる。量は大きな物になってしまう。それを毎年焼却していたら、焼却したときに出る二酸化炭素の量も無視できなくなってくる。つまり、地球温暖化に少なからず手を貸しているということである。これは、SDGs13 項目目の「気候変動に具体的な対策を」を阻害することになる。これらのことから、チョークを滑り止めとして活用することは、コスト面でも環境面でも良いことだと考える。そこで、私たちはそれを証明するための例としてロジンバッグに注目した。炭酸マグネシウムが入った普通のロジンバッグと、炭酸マグネシウムをチョークと入れ替えたロジンバッグを比較して、それが、実現可能か検証していこうと考えている。

6. 引用文献

- 炭酸マグネシウム【神島工業株式会社】 (<https://www.konoshima.co.jp/chemical/chemical05.html>)
- 炭酸マグネシウムとはコトバンク (<https://kotobank.jp/word/>…)
- 炭酸カルシウムの性質と反応 ネット de カガク (<https://netde Kagaku.com/calciumcarbonate/>)
- 炭酸カルシウム：鉱物別 (http://www.fmt.co.jp/minerals/calcium_carbonate.h)

チョークの粉を滑り止めとして活用する方法

1. 研究の動機と目的

体操や野球などに使われている滑り止めの成分が似ていることから、チョークを滑り止めとして活用できるのかを明らかにしようと考えた。そこで、チョークを滑り止めとして活用できるのかを、チョークの性質に着目して明らかにしようと考えた。

2. 仮説

チョークは滑り止めの代用として使用できる。

3. 方法

革を縦長に切り抜き、プラスチックの筒にぶら下げ、革の両側に20gのおもりをかける。革の片方にそれを1個ずつかけていき、革が滑ったらその時のおもりの個数を数える。チョークの粉は革の内側につける。そして、チョークの主成分炭酸カルシウム、滑り止めの主成分炭酸マグネシウム、何もなしを水あり水なしで比較する。



4. 結果

水あり水なしに関わらず炭酸マグネシウムが最も滑りにくかった。

・炭酸カルシウム				・炭酸マグネシウム							
小数第三位以下四捨五入											
水なし	量(g)	落下した時間(s)	おもりの数(個)		水なし	量(g)	落下した時間(s)	おもりの数(個)			
	なし	1.80	左1	右3	差2		なし	1.80	左1	右3	差2
	0.5	0.60	左1	右5	差4		0.5	0.90	左1	右7	差6
	1.0	0.96	左1	右6	差5		1.0	0.85	左1	右6	差5
	2.0	0.76	左1	右6	差5						
水あり	なし	2.17	左1	右10	差9	水あり	なし	2.17	左1	右10	差9
	0.5	2.50	左1	右5	差4		0.5	1.52	左1	右11	差10
	1.0	0.75	左1	右5	差4		1.0	0.68	左1	右10	差9
	2.0	1.41	左1	右5	差4						

5. 考察

チョークをそのまま使用せず、何らかの工夫をしなければ、チョークを滑り止めの代用として使用するという仮説に近づけることはできないと考えた。

その工夫として、松脂又は砂を混ぜることを考えた。松脂には滑り止めの成分が含まれており、また、砂が滑り止めとして使われている事例があることから、これらを混ぜれば、仮説により近づけることができるのではないかと考えた。

※松脂は松の木から出る天然の樹脂のことであり、滑り止めの中には炭酸マグネシウム約75%、約15%含まれている。

6. 今後の課題

滑り止めに使われているのは、主に、炭酸マグネシウム、チョーク、松脂、砂ということが、インターネットで調べた結果わかった。つまり、チョークに松脂又は砂を混ぜれば滑りにくさが増すのではないかと考えた。なので、今後としては、チョークに松脂又は砂を混ぜて今回と同様の実験を行い、予想通りの結果が得られたら、今度は炭酸マグネシウムを混ぜるなどして、より強度なものを作りたいと考えている。

7. 引用文献

- ・炭酸カルシウム博物館(<http://www.calfine.co.jp/museum/>)
- ・炭酸マグネシウム【神島化学工業株式会社】(<https://www.konoshima.co.jp/chemical/chemical05.html>)
- ・炭酸マグネシウムとはコトバンク(<https://kotobank.jp/word/...>)
- ・炭酸カルシウムの性質と反応 ネットdeカガク(<https://netdekagaku.com/calciumcarbonate/>)
- ・炭酸カルシウム：鉱物別(http://www.fmt.co.jp/minerals/calcium_carbonate.h)
- ・ロージンバッグの中身/白い粉の成分は手汗予防としても使えるのか? | 体臭HANTER(<https://www.sofra-lu.info/rosin-bag/>)
- ・「松ヤニ」とは? 投手が使うとボールはどうなる?なぜ禁止? | 野球PARK(<https://yakyupark.com/2019/05/01/pine/>)
- ・冬の北海道で欠かせないアイテム「砂箱」って知ってる? (<https://gazoo.com/column/daily>)

8. 謝辞

本研究を行うにあたって、菅生先生、田淵先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

与える水の pH・温度の変動による雑草抑制効果

1. 研究の目的と動機

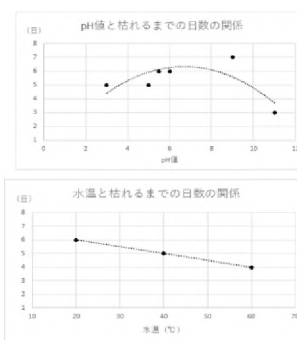
市販の除草剤が環境に悪影響を与えていると知り、環境に悪影響を及ぼさない方法を見つけたいと思った。水やりに使う水の pH 値や温度が、雑草の成長にどのような影響を与えるのか明らかにする。与える水の pH が 7 から離れるほど、温度が高いほど早く枯れると考えた。また、塩基性は酸性よりも枯れると考えた。

2. 方法

材料はエノコログサとした。エノコログサを標本として選んだ理由は、エノコログサは多年草であるため、一年を通して同じような条件で実験することができるからである。実験 1 では与える水の pH 値を 3.0(塩酸), 5.0(レモン水), 7.0(水), 9.0(炭酸水素ナトリウム), 11.0(水酸化ナトリウム)の 5 段階に分けて実験を行った。実験 2 では実験 1 で最も効果的であった水溶液を用い、与える水を 20℃, 40℃, 60℃の 3 段階に分けて実験を行い、与える水の温度と植物が枯れるまでの期間の関係について調べた。

3. 結果

実験 1 の結果として、pH 値が 11.0 を示す水溶液を散布した標本が最初に枯れ、3 日間で枯れた。また、pH が 3.0, 5.0 を示す水溶液を散布した標本は同じ日に枯れ、5 日間で枯れた。7 日目に pH9.0 の水溶液を散布した標本が枯れた。pH11.0 の溶液は環境への影響が大きいと考えられるため、実験 2 では pH5.0 の塩酸を用いて実験をした。結果としては、水温が 60℃の水溶液を散布した標本が 4 日で枯れ、40℃, 20℃の水溶液を散布した標本はそれぞれ 5 日、6 日で枯れた。



4. 考察

結果から、最も除草剤として適しているのは 60℃・pH5.0 の水溶液であった日本の土壌は弱酸性であることが多いため、強塩基性の水溶液を散布すると、土壌の pH 変動が大きくなるためにエノコログサが枯れたのではないかと考えられる。また、植物の細胞は、おおむね 50℃に達すると細胞膜の構造が変化して有機酸などの内容物が漏れ出し、その状態が続くと細胞死に至る。そのため、エノコログサに 60℃の水溶液を与えたときに一番枯れたと考えられる。

5. 今後の課題

今回調べなかった強酸性や塩基性、中性の水溶液では温度を変えるとどのように除草力が変化するのかということや、ほかの植物に散布したらどのような結果が得られるのかということ調べたい。

6. 引用文献

サツマイモ焼酎粕縮液の施用が雑草発生に及ぼす影響(小林透・安達克樹・鈴木崇之)

https://www.naro.go.jp/PUBLICITY_REPORT/publication/archive/files/naro-se/48-4.PDF

熱水散布が埋土種子の発芽に及ぼす影響(牛木純・川名義明・森田弘彦)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/weed1962/47/Supplement/47_Supplement_234/_pdf

木材チップは雑草を抑制できる(清水 一)

<https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/kiho/pdf/ki>

7. 謝辞

今回の研究をするにあたって、古河先生や杉本先生などたくさんの方に有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

与える水のpH・温度の変動による雑草抑制効果

1. 動機と目的

市販の除草剤が環境に悪影響を与えると知り、環境に悪影響を及ぼさない除草の方法を見つけたいと思った。水やりに使う水のpH値や温度が、雑草の成長にどのような影響を与えるのかわからず。

2. 仮説

- 与える水のpH値による除草効果
酸性→枯れやすくなる。
塩基性→酸性より枯れやすくなる。
- 与える水の温度による除草効果
60℃の水を与えた時1番枯れる。

＜pH値と水温による除草効果の予想＞

水温\pH値	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0
20℃	中	弱	なし	弱～中	強
40℃	中	弱	なし	中	強
60℃	強	中	弱	中	強

＜実験1＞



＜実験2＞



3. 方法

実験対象には、エノコログサを用いた。エノコログサは多年草であり、一年間を通して実験することが可能である。実験1で、与える水のpH値を3.0(塩酸), 5.0(レモン水), 7.0(水), 9.0(炭酸水素ナトリウム水溶液), 11.0(水酸化ナトリウム水溶液)の5段階に分けて実験を行った。その後、実験2で、その中で除草力が強く、環境への影響が少ないpH値の水溶液を20℃, 40℃, 60℃の3段階に分けて実験を行った。

4. 結果

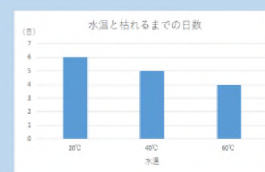
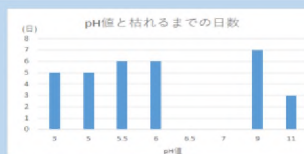
＜実験1＞

pH値の変化と枯れるまでの日数		
散布する液体	pH値	枯れるまでの日数
I. NaOH水溶液を散布	11.0	3日
II. NaHCO ₃ 水溶液を散布	9.0	7日
III. 水を散布	7.0	枯れなかった
IV. レモン水を散布	5.0	5日
V. HCl水溶液を散布	3.0	5日

pH値の変化と枯れるまでの日数	
pH値	枯れるまでの日数
6.5	枯れなかった
6.0	6日
5.5	6日
5.0	5日

＜実験2＞

水温	20℃	40℃	60℃
枯れるまでの日数	6日	5日	4日



5. 考察

前述の結果から、強力な除草効果があり、環境への影響が少ないのは60℃・pH5.0の水溶液を散布した時であることがわかった。pH5.0(常温)とpH11.0(常温)では大きく除草力が異なっていたが、pH5.0(60℃)とでは、ほとんど同じくらいの除草力があることもわかった。また、除草効果は強塩基性、酸性、弱塩基性の順に強く、水温は高いほど強いことが分かった。日本の土壌は弱酸性であることが多いため、強塩基性の水溶液を散布すると、土壌のpH変動が大きくなるためにエノコログサが枯れたのではないかと考えられる。また、植物の細胞は、おおむね50℃に達すると膜の構造が変化して有機酸などの内容物が漏れ出し、その状態が続くと細胞死に至る。そのため、エノコログサに60℃の水溶液を与えたときに一番枯れたと考えられる。この結果から、ほかのpH値で同様の実験を行った際にかかる枯れるまでの日数を推測すると、pH11.0(60℃)が約2日で枯れると考えられる。また、散布する液体の温度40℃, 60℃にすることで常温の液体を散布した時と比べて、40℃では1.1倍ほどの、60℃では1.375倍ほどの除草効果を得ることができると予想された。

6. 今後の課題

今回調べなかった強酸性や塩基性、中性の水溶液では温度を変えるとどのように除草力が変化するのかということや、ほかの植物に散布したらどのような結果が得られるのかということを探りたい。また、除草剤の機能として、実際に栽培したい植物と除草したい植物を交えた実験を行い、栽培したい植物だけを残し、除草効果のある方法を探りたい。

7. 引用文献

ヘアリーパッチのアレロパシーによる雑草抑制効果 (鄭紹輝・田中利依・有馬進)

<https://core.ac.uk/download/pdf/59164339.pdf>

サツマイモ焼酎粕縮液の施用が雑草の発生に及ぼす影響 (小林透・安達克樹・鈴木崇之)

https://www.naro.go.jp/PUBLICITY_REPORT/publication/archive/files/naro-se/48-4.PDF

木材チップは雑草を抑制できる(清水一)

<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/kiho/pdf/kiho109-1.pdf>

透明ポリエチレンフィルムの土壌表面被覆による太陽熱処理の雑草防除効果 (片山勝之・皆川望・三浦憲蔵)

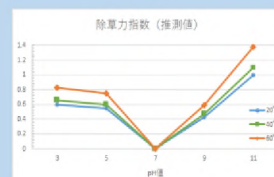
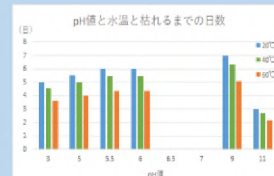
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010670901>

熱水散布が埋土種子の発芽に及ぼす影響 (牛木純・川名義明・森田弘彦)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/weed1962/47/Supplement/47_Supplement_234/_pdf/-char/ja

8. 謝辞

研究を進めるにあたって、川勝先生、古河先生、杉本先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。



$$\text{除草力指数} = \frac{3}{\text{枯れるまでの日数}}$$

素材と反射の関係

1. 研究の動機と目的:

金属を磨けば鏡のように反射することから、身の回りの素材も同様に反射するのではないかと思い、素材と反射の関係の実験を行った。目的は身近な素材を磨くことで、手軽に安価に鏡の効果を得ることである。

2. 方法:

木材、アルミ板、ステンレス板を1000番から10000番までの紙やすりで磨き、磨き切った後暗室で光を当て、反射した光を照度計で計測し、比較する。ヤスリは番号が大きいくほど目が細くなる。同じ番号のヤスリは粗さも同等であるから、個人の力や磨いた時間による差は発生しない。右の写真のように入射角と反射角はそれぞれ45°とした。また、光源から反射させる物体と、反射させる物体から照度計までの距離を等しくし、光源からの距離をそれぞれ10cm、15cmにして実験を行った。



3. 結果:

実験の結果は右図のようになった。照度(lx)は概数。

光源からの距離と条件	ステンレス	アルミ	木材
10cm 未研磨	-	50	0
10cm	250	100	0
15cm	100	50	0

4. 考察:

実験の結果から、物質の反射に関する要素について、吸収率について考察していく。鏡の吸収率は0であることから、数値が低いほど鏡に近づくと言える。表より、アルミの吸収率はステンレスの吸収率よりも高くなっている。このことよりアルミの照度よりステンレスの照度の方が高くなったと考えられる。また、木材については、木材には繊維が多く存在していることから、凹凸が多く、このような結果になったと考えられる。以上より、紙やすりで磨いて身の回りの素材から鏡の効果を得るには金属が適していると言える。

アルミニウム	
純アルミニウム、高度光沢アルミ	0.04~0.06
アルミニウム酸化物	0.76
市販のアルミ板材	0.09
純銀、光沢有り	0.03~0.28
ステンレススチール	
光沢有り	0.07
圧延ステンレス鋼	0.45

5. 今後の課題:

実験で計測出来たのが照度のみであったが、調べた結果吸収率などの他の要素も反射に大きく関わっていることが分かった。そのため、照度以外にも様々な数値を測定し考慮する必要があったと考えられる。また専門性が高い分野でもあり、ある程度の知識がある状態で研究を行う必要があったと思われる。専門性を高め、精度の高い活動を行うことが求められる。

6. 参考文献:

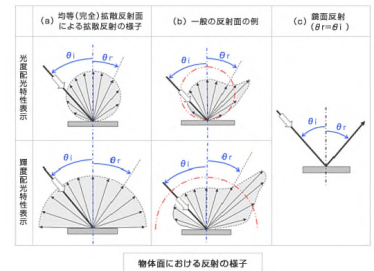
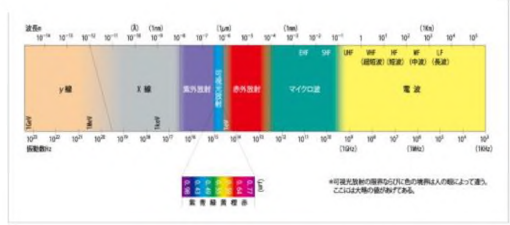
日本工業標準調査会 2000 JIS Z 8202-6 2000 量及び単位-第6部:光源及び関連する電磁放射 日本規格協会,各物質の放射率 | 赤外線サーモグラフィ | 日本アビオニクス (avio.co.jp)

素材と反射の関係

キーワード

反射...媒質の境界面に入射した放射が、その単色放射成分の周波数を変えずに入射側に戻ることをいふ。
単色放射...単一周波数によって特徴づけられる放射のこと。
放射...電磁波(光や熱なども含む)や粒子線(アルファ線やベータ線など)などによって、エネルギーが放出または伝達される現象のこと。
光...紫外放射、可視放射、赤外放射の範囲の電磁波のことをさす。波長で言えば、1nmから1mmの波長をもつ電磁波を「光」といい、この波長域の電磁波を放射する放射体を「光源」という。
 一般には、視覚系に、明るさ、および色の知覚・感覚を生じる光、すなわち可視放射のことをさすことが多い。
紫外放射...波長が約1nmから380~400nmの放射であり、一般には「紫外線」といわれている。可視放射(可視光線)とは、目に入って明るさ感覚を生じさせる光放射のことである。いわゆる「光」あるいは「可視光」のことである。一般に可視放射の波長限界は短波長側で380~400nm、長波長側で780~830nmの間とされているが、実用的には380nmから780nmを可視放射とすることが多い。この波長範囲のなかでは、短い波長では青、長い波長では赤というように、人間の目は色感で鋭敏に感じることができる。
照度...微小面にすべての方向から入射する光束の、単位面積当たりの割合のこと。照度(Ix)は単位面積当たりの入射光束を示す。
放射率...物質の表面から赤外線エネルギーを放射させる度合いを数値化したもの。鏡面体の放射率は「0」、完全黒体の放射率は「1」となる。あらゆる物体は、放射率が0から1の間であり、同一物質でも表面が粗いと放射率は高くなる。放射率は一般に(インシデンス)で表す。
正反射率(ρ_r)...正反射した放射束または光束の比。
反射率...物体に入射した放射束、または光束に対する反射した放射束、または光束の比(ρ)のこと。
視拡散反射率(ρ_d)...拡散反射した放射束または光束の比。また、光束の比は下記の式で表される。

$$\rho = \rho_r + \rho_d$$



1. 研究の動機と目的

鏡面を磨けば鏡のように反射することから、身の周りの素材も同様に反射するのではないかと、思い、素材と反射の関係の実験を行った。目的は、身近な素材を磨くことでより手軽に、安価に鏡の効果を得ることである。

2. 仮説

磨くことによって磨くことによる反射の度合いは異なる。素材によって磨くステンレス板の方が金属光沢があるので、反射する光の強さは木材<アルミ板<ステンレス板である。

3. 方法

アルミ板、ステンレス板を1,000番から10,000番の紙やすりで磨き、磨き切った暗室で光源からの距離を調整して計測した。比較するやすりの番号は粗さを表し、番号が大きいほど目がきめの細くなる。同じ番号のやすりは粗さも同等であるから、個人の力や磨いた時間による差は発生しない。また、右の図のように入射角と反射角はそれぞれ45度とし、また、光源から放射させる物体までの距離を物体から照度計までの距離を等しくし、光源からの距離をそれぞれ10cm、15cmにして実験を行った。



4. 結果

実験の結果は以下ようになった。照度(Ix)は概数。

光源からの距離と条件	ステンレス	アルミ	木材
10cm 未研磨	-	50	0
10cm	250	100	0
15cm	100	50	0

素材	反射率
1. 正反射係数材料(鏡面入射)	
鏡面	93
アルミ特殊合金鏡面研磨面	90~95
ガラス鏡面(アルミめっき)	80~85
水銀、アルミ	70~75
金、クロム、ニッケル、白金、銀	60~70
鉄、鋼、タングステン	50~60
鍍金、銅箔、アルミ箔	20~30
透明ガラス	5
黒色ガラス	2
2. 拡散係数材料	
銅(磨)	65~75
樟(○)	55~65
杉(○)	30~50
杉赤目板(○)	25~35

5. 考察

実験の結果から、物質の反射に関する要素についていくつかある代表的なものとともに考察する。まずステンレスは研磨の度合いによって反射率が異なる。ステンレスは合金成分にクロムで表面加工したものであるから、クロムの値を高くする。しかし反射率の表から、クロムの反射率はアルミよりも低く、ステンレスの吸収率が低くなるという値が表から読み取れない。鏡の吸収率は0であるので、値が低いほど鏡に近いといえる。すなわちクロムによる吸収率は高くなる。ステンレスは光の吸収が行われやすいと考えられる。クロムより吸収率が高くなる理由としては、粗さや磨き具合によって加工したもので未研磨の時に比べて乱反射が起きやすくなるからという結果につながるといえる。また、粗さや磨き具合によって磨いた木材に関しては、磨いたことにより凹凸が生まれやすくなることにより照度が0になったといえる。木材は金属で磨いて身の周りの素材から鏡の効果を得るには、吸収率の低いステンレスのような金属が適しているという結論を出した。

6. 今後の課題

実験で計測できたのが照度のみであったが、調べた結果吸収率などの他の要素も反射に大きく関わっている可能性がある。そのため、様々な数値を測定し考察する必要があると考えられる。専門性を高め、精度の高い活動を行うことが求められる。

7. 引用文献

日本工業標準調査会 2000 JIS Z 8202-6 2000 量及び単位-第6部:光源及び関連する電磁放射
 日本規格協会 <https://www.usbio.co.jp/ip/technology/glossary/> 光技術用語解説 | ウシオ電(ushio.co.jp)
<https://www.iwasaki.co.jp/lighting/support/tech-data/knowledge/glossary/材料の光学特性 | 照明用語と単位>
 日産電機 1987 光用語事典(第1版) オーム社 https://www.ccs-inc.co.jp/guide/column/light_color/vol10.html 第10回 反射面における照度と輝度の関係
 CCS:シーシーエス株式会社(ccs-inc.co.jp) <https://www.avio.co.jp/products/infrared/support/thermo/technical/emissivity.html> 各物質の放射率 | 赤外線サーモグラフィ | 日本アビオニクス (avio.co.jp)

8. 謝辞

研究を進めるにあたって、上田先生、川勝先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

物質	放射率ε	
アルミニウム	みがいた面	0.04~0.06
	ざらざらした面	0.05~0.07
	ひどく酸化した面	0.2~0.3
クロム	アルミニウム青銅	0.6
	酸化アルミニウムの粉末	0.15
銅	みがいたクロム	0.1
	みがいたクロム	0.28~0.38
	工業用のみがいた銅	0.07
	電気分解してないみがいた銅	0.018
	電気分解した銅の粉末	0.75
鉄	溶解した鉄	0.13~0.15
	酸化した鉄	0.6~0.7
	黒く酸化した鉄	0.88

日数の経過による野菜・果物の糖度の変化

1. 研究の動機と目的

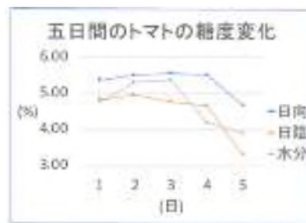
キッチンに放置されているイチジクが日が経つにつれて甘くなっていく様子を、班員のひとりが不思議に思い、糖度が上がっていく仕組みについて興味を持ったため、果物や野菜の糖度の変化について研究することにした。そこで、実験1としてトマトの糖度を計測し、日数による糖度の変化の経過を記録した。また、実験2として、野菜や果物の保存方法による糖度の変化を調べることで、野菜や果物を長持ちさせられる保存方法を見つけられるのではないかと考え、糖度を保つ方法についても調べてみることにした。実験1の仮説として、「糖度は日数の経過により腐る寸前で低下するのではないかと考えた。また、実験2の仮説として、「日向に置いたものが最も糖度の上昇が大きく、低下するの早いのではないかと考えた。また、「冷蔵庫での保存方法が最も長く高い糖度が保たれるのではないかと考えた。」「日数の経過による糖度の変化には温度が関係しているのではないかと考えた。」ということが挙げられた。

2. 方法

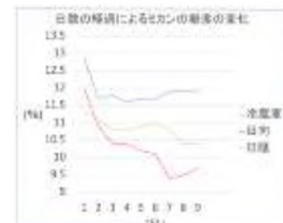
糖度計を用いて、保存方法の条件を変えたトマト・ミカンの糖度を測定する。まず実験1では、①日向に置く②ダンボールに入れて光を遮断する③水分を含んだ新聞紙で包む、という条件で5日間糖度を測定した。次に実験2では、①日向に置く②段ボールに入れて光を遮断する③冷蔵庫に入れる、という条件でミカンの糖度を約2週測定した。

3. 結果

実験1の結果としては、日向に置いたトマトは他の2つの条件に比べ上昇が大きく最も糖度が高くなるのが早かった。ダンボールに入れたトマトは糖度の上昇があまりなく、腐る寸前で糖度が大きく下がった。水分を含んだ新聞紙で包んだトマトは他の2つの実験方法に比べて糖度の上昇が大きく、また低下も大きかった。全ての条件において、糖度は山なりに上昇しゆるやかに低下した。



【実験1】



【実験2】

実験2の結果としては、日向に置いたミカンは糖度の変化がもっとも大きく、1日目から9日目までの間で2.5%もの差があったことが分かった。ダンボールに入れたミカンと冷蔵庫に入れたミカンは、日向に置いたミカンに比べて糖度の変化が小さく、糖度があまり下がらないまま長い期間高い糖度を保ち続け、その後ゆるやかに低下した。

4. 考察

実験1の考察としては、前記の結果から、日光に当てていたものが1番糖度が増しやすかったため、糖度を上昇させる方法として適しているのではないかと考えた。この実験では湿度の条件での糖度の変化よりも温度(日光)の条件での糖度の変化の方が大きかったため、日数の経過による野菜・果物の糖度の変化には温度が関係しているのではないかと考えた。

実験2の考察としては、実験1の結果と照らし合わせると、果物や野菜が熟す前の青い状態の場合には日向での保存方法が適することが挙げられる。熟した後は日光には当てず、日陰のできるだけ気温が低い場所で保存することが適していると考えた。また、冷蔵庫などの密室ではカビが生えやすくなるため風通しの良い場所での保存が適していると考えた。

5. 今後の課題

実験1では班員が家で栽培しているトマトを用いたため結果がわかりやすかったが、実験2では八百屋で買ったミカンを用いたため熟し具合が少し違ってしまい実験結果が分かりにくかったのだと考えた。最初の糖度が同じくらいになるように揃えることで、より正確でわかりやすい結果が得られるのではないかと考えた。また、それぞれ二つの実験において、条件ごとに2つの果物・野菜を使用したため、誤差がかなり大きかったのではないかと考えた。今後の課題として、それらを改善し、さらに実験の精度を高めていこうと思う。

6. 引用文献

- 徳江千代子(2007)(賞味期限がわかる本p112)
- 簡単男飯レシピ・作り方「オレンジの保存は常温！冷凍で長持ちさせるコツや選び方を解説」
<https://gohan.jp/posts/25833>
- クラシル「オレンジの保存方法／長持ちのコツ／乾燥させない」
<https://www.kurashiru.com/articles/01ad53ae-34a3-453d-a803-5172bba47d22>
- 小学館 Hugkum【みかんの保存】長持ちの秘訣は置き方にあり！常温・冷蔵・冷凍保存のコツ」
<https://hugkum.sho.jp/68425>
- 日本植物生理学会 みんなのひろば 「果実を甘くするメカニズム」
果実を甘くするメカニズム | みんなのひろば | 日本植物生理学会 (jspp.org)

日数の経過による果物・野菜の糖度の変化

1. 研究の動機と目的

糖度について研究しようと考えた動機は、班員の1人がキッチンに放置されているイチジクが日が経つにつれて甘くなっていく様子を不思議に思い、「追熟」について興味を持ったことだ。そこで私たちは、スーパーで買った果物をより甘くおいしい状態で食卓に出せるようにするためにはどうすればよいかと考え、糖度を上げる方法を調べてみることにした。また、野菜や果物の保存方法による糖度の変化を調べることで、野菜や果物を長持ちさせられる保存方法を見つけられると考え、糖度を保つ方法についても調べてみようと思った。

2. 【実験1】

①仮説 ◇糖度は日数の経過により腐る寸前で低下するのではないかと。

②方法 糖度計を用いて、保存方法の条件を変えたトマトの糖度を5日間測定する。

- 条件1 日向に置いたトマト (トマトA・B)
- 条件2 黒い紙に包んで光を遮断したトマト (トマトC・D)
- 条件3 水分を含んだ新聞紙にくるんだトマト (トマトE・F)

③結果

日向に置いたトマトは他の2つの条件に比べ上昇が大きく最も糖度が高くなるのが早かった。また、糖度の低下も大きかった。黒い紙に包んだトマトは糖度の上昇があまりなく、腐る寸前で糖度が大きく下がった。新聞紙で包んだトマトは他の2つの実験方法に比べ糖度の上昇が大きく、また低下も大きかった。全ての条件において、糖度は山なりに上昇しゆるやかに低下した。

④考察

これらの結果から、日光に当てていたものが一番糖度が増しやすかったため、追熟の方法として適していることがわかった。この実験では湿度の条件での糖度変化の差よりも温度(日光)の条件での糖度変化の差の方が大きかったので、日数の経過による野菜・果物の糖度の変化には温度が関係しているのではないかと考えた。また、この実験結果がトマトなどの野菜だけによるものなのか、果物でも同じような実験結果になるのか調べる必要があると考える。

3. 【実験2】

①仮説 ◇トマトの実験の結果を受け、日数の経過による糖度の変化には温度が関係しているのではないかと。
◇トマトの実験と同様に、日向に置いたものが最も糖度の上昇が大きく、低下するのも早いのではないかと。
◇冷蔵庫での保存方法が最も長く高い糖度が保たれるのではないかと。

②方法 糖度計を用いて、保存方法の条件を変えたミカンの糖度を約2週間測定する。

- 条件1 日向に置いたミカン(ミカンA・B)
- 条件2 段ボールに入れて光を遮断したミカン (ミカンC・D)
- 条件3 冷蔵庫に入れたミカン (ミカンE・F)

③結果

10日目・11日目の結果は、いくつかカビが生えたり腐ったりしてしまったものがあり正確な結果ではないため、10日目・11日目の結果は考えないものとする。日向に置いたA・Bのミカンは糖度の変化がもっとも大きく、1日目から9日目までの間で2.5%もの差があった。ダンボールに入れたミカンと冷蔵庫に入れたミカンは日向に置いたミカンに比べて糖度の変化が小さく、糖度があまり下がらないまま長い期間高い糖度を保ち続け、その後ゆるやかに低下した。

④考察

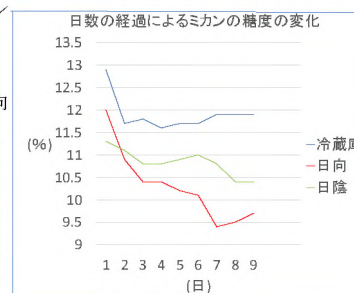
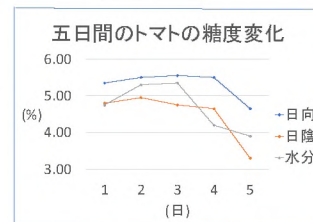
トマトの実験の結果と照らし合わせると、果物や野菜が熟す前の青い場合は日向での保存方法が適すことが挙げられる。熟した後は日光には当てず、日陰のできるだけ気温が低い場所で保存することが適していると考えた。また、冷蔵庫などの密室ではカビが生えやすくなるため風通しの良い場所での保存が適しているとわかった。トマトの実験では班員の家で育てている同じくらいの青さのトマトを収穫して実験に使用したため糖度を計る際のトマトの状態を同じにすることができたため実験結果が分かりやすかったが、ミカンの実験では八百屋で売っているものを買って実験に使用したので熟し具合が少し違ってしまい実験結果が少し分かりにくかったのだと思う。ミカンの最初の糖度の平均が揃うように設定すれば保存状態の違いによる糖度の変化がより正確な結果になったのではないかと。

4. 引用文献

- 徳江千代子 (2007) (賞味期限がわかる本 p 112)
- ・ 簡単男飯レシピ・作り方「オレンジの保存は常温！冷凍で長持ちさせるコツや選び方を解説」
<https://gohanjp.com/posts/25833>
 - ・ クラシル「オレンジの保存方法/長持ちのコツ/乾燥させない」
<https://www.kurashiru.com/articles/01ad53ae-34a3-453d-a803-5172bba47d22>
 - ・ 小学館Hugikum「【みかんの保存】長持ちの秘訣は置き方にあり！常温・冷蔵・冷凍保存のコツ」
<https://hugikum.sho.jp/68425>
 - ・ 日本植物生理学会 みんなのひろば 「果実を甘くするメカニズム」
<http://www.jsspp.org/>
- 果実を甘くするメカニズム | みんなのひろば | 日本植物生理学会 (jsspp.org)

5. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、富浜先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。



↓実験に使用した糖度計と注射器



つくろう！涼しいマスク

1. 研究の動機と目的：昨年の夏は、コロナ禍により日常でマスクを着用するようになったため、熱中症リスクが高くなるというニュースがよく報道された。そして、夏に快適に過ごせるマスクが必要と考えたのが、今回のテーマを設定した動機である。通常時の顔の表面温度を測定し、マスクをつける前後での温度上昇が小さいものは夏であっても涼しいと考え、実験した。先行研究で糸と糸の隙間が大きく、通気性がいいとされている麻が一番涼しい生地として適していると考えた。
2. 方法：①平常時の顔の表面温度をサーモグラフィーで測定
②班員1名が不織布マスクを着用
③10分後、顔の表面温度を測定
④他4種(麻、絹、綿、ポリエステル)も同様に行う
⑤実験は各6回行う

3. 結果

	麻	絹	綿	ポリエステル	不織布
1回目	4.7	0.5	1.7	3.7	2.0
2回目	3.2	5.0	3.2	2.8	4.2
3回目	2.6	3.8	4.3	3.1	3.1
4回目	3.9	1.4	2.0	2.5	0.2
5回目	4.6	4.2	1.2	3.3	2.4
6回目	2.0	0.9	1.2	0.9	4.5
平均値	3.5	2.5	2.3	2.7	2.7

表はマスクを着用する前と10分後にマスクを外した直後の顔の表面温度の差を示している。一番下の欄は6回の実験で出た値の平均値である。平均値の部分を見ると綿が2.6℃となっており、温度変化が最も小さいということが分かる。マスクを着用する前と10分後にマスクを外した直後の顔の表面温度はすべての生地において上昇していた。よって温度上昇の平均が最も小さな綿マスクが夏に適していると考えられる。

4. 考察：引用文献より綿は熱伝導率が低いため、結果に大きく関わったと考えられる。
5. 今後の課題：マスクの形状を統一することで温度変化にどのような違いが出るか調べる。また、被験者を増やすことで複数のデータから新たに温度変化の特徴を調べたり、熱伝導率の低さは呼吸によって発生した熱を外に逃がしにくくなっているのではないかという新たな疑問について考えてみようと思う。
6. 引用文献：<https://ths-fooduniform.jp/blog/articles/item/11336/>・<https://narue.com/topics/detail/33>
シルクの特徴とメリット、デメリットについて | 繊維の種類と特徴 - ダイヤクリーニング (diacleaning.com)
ポリエステルってどんな生地？生地の特徴を解説 | nunocoto fabric (nunocoto-fabric.com)
？第08回・綿にはどんな特徴があるの？ | Knit Garden (knit-garden.jp)
ポリエステルのメリット・デメリットとは？その特徴をご紹介！ | 「ソロテックス® -SOLOTEX®」ブランドサイト 暮らしは、繊維からできている。 | 帝人フロンティア麻 (繊維) - Wikipedia・キャブ株式会社 | 綿 (コットン) 素材の特徴 (cabclothing.com)
夏の定番素材 | 麻について解説します。 (apparel-ai.com)
【繊維素材 LABO】麻・リネン・ラミーってどんな素材？特徴とメリット・デメリットまとめ | 山富ラボ (yamatomi.biz)

つくろう！涼しいマスク

1. 研究の動機と目的

暑い夏をより快適に過ごせるマスクが必要だと思い、生地と涼しさの関係性を明らかにしようと考えた。

キーワード

熱伝導率:熱の伝導のしやすさの量



2. 仮説 通気性に優れている麻が一番生地として適している。

3. 方法

- ① 平常時の顔の表面温度をサーモグラフィーで測定
- ② 班員一名が不織布マスクを着用
- ③ 10分後、顔の表面温度を測定
- ④ 他4種（麻、絹、綿、ポリエステル）も同様に行う
- ⑤ 実験は各3回行う

4. 結果：

	麻	絹	綿	ポリエステル	不織布
一回目	4.7	0.5	1.7	3.7	2.0
二回目	6.5	3.8	5.3	3.1	6.2
三回目	3.2	5.0	3.2	2.8	4.2
平均値	4.8	3.1	3.4	3.2	4.1

気温:20℃±1 場所:生物教室
よって、絹が一番温度変化が少なかった

5. 考察: 絹は他の素材と比べて熱伝導率が低いため、温度変化が少なかったと考えられる

7. 引用文献

<https://narue.com/topics/detail/33>
シルクの特徴とメリット、デメリットについて | 繊維の種類と特徴 - ダイヤクリーニング (diacleaning.com)
<https://diacleaning.com/blog/silk/>
ポリエステルってどんな生地? 生地の特徴を解説 | nunocoto fabric (nunocoto-fabric.com)
? 第08回・綿にはどんな特徴があるの? | Knit Garden (knit-garden.jp)
ポリエステルのメリット・デメリットとは? その特徴を紹介! | 「ソロテックス® SOLOTEX®」ブランドサイト 暮らしは、繊維からできている。 | 帝人フロンティア
[麻 \(繊維\) - Wikipedia](#)
キャブ株式会社 | 綿 (コットン) 素材の特徴 (cabclothing.com)
夏の定番素材 | 麻について解説します。 (apparel-ai.com)
【繊維素材LABO】麻・リネン・ラミーってどんな素材? 特徴とメリット・デメリットまとめ | 山富ラボ (yamatomibi.biz)

6. 今後の課題

- ・ 不織布マスクの形と布マスクの形を統一する
- ・ 実験人数を増やす
- ・ マスクの生地だけでなく、形と温度の関係性を調べる

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、川勝先生にはサーモグラフィーを貸していただいた。また、内海先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

豆苗を伸ばそう

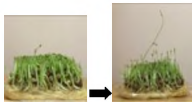
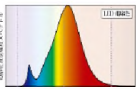
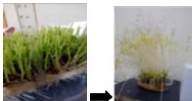
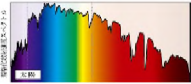

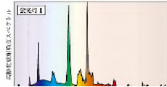
1. 動機・目的

植物が光を受けて育つことに興味を持ち、光の種類を変えることにより育ち方にどのような変化があるのかを調べることにした。

2. 研究方法

植物は自然界で育つため太陽光が一番伸びるのでないかと考えた。そこで、成長の速い豆苗を用いて調べようと思った。可視光線の中で特に波長が短い紫色の光と特に長い赤色の光が植物の成長に関与していることが分かったので、その2色の光の量が多い太陽光と少ない蛍光灯、LEDを用いて、実験を行った。他の光を遮断するため、段ボール箱の中に豆苗を入れ、それぞれのライトを上から当てて経過を観察した。

3. 結果・考察

LED	
	
蛍光灯	
	
太陽光	
	

LEDを当てた豆苗は全体的に伸びるのではなく一本だけ伸びた。色は緑色のままだったが少し細くなった。蛍光灯を当てた豆苗は全体的に伸びたが噴水のような形状になった。色はもやしに近い色になったが根元の部分は緑色のままだった。このことから、蛍光灯の光に長く当て続けることで色が変わったと考えられる。太陽光を当てた豆苗は光に向かって長くまっすぐ伸びた。濃い緑色で太くなった。LEDと蛍光灯は、どちらも植物の成長に必要な光が少ないのにも関わらず、結果に差が出た。LEDの方が赤色の光が多かったことから、植物の葉緑体を保つためには赤色の光が必要だと考えられる。

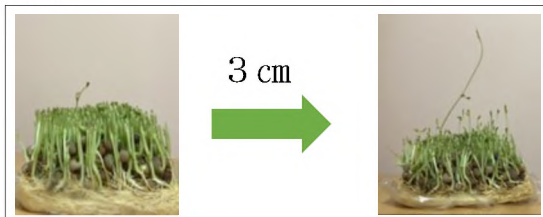
4. 今後の課題

蛍光灯とLEDで、赤色と青色の光がどちらにもほとんど含まれていなかったにも関わらず、蛍光灯では豆苗の色に影響が出て、LEDでは豆苗の長さに影響が出たため、そうなった原因を調べようと考えている。また、蛍光灯を当てたときに、縦ではなく横に伸びてしまい、正確な長さを計測することができなかったため、次からは支柱などを利用して実験したいと考えている。

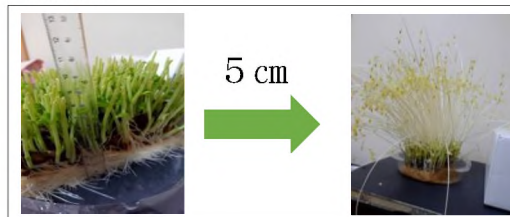
豆苗を早く伸ばそう

1. 動機 植物が、どの光に当てると伸びるのか興味を持った。
そこで、成長の早い豆苗を用いて実験しようと思った。
2. 目的 豆苗が、どの光に当たると伸びるのかを明らかにする。
3. 仮説 自然に一番近い太陽光にあてた時が、一番伸びるのではないかな。
4. 方法
 1. 豆苗を3種類用意して、それぞれにLED、蛍光灯、太陽の光を当てる。
また、他の光が当たらないようにするため、段ボールを用いる。
 2. 毎日同じ時間に水やりと計測を行い、記録する。それを3週間行う。
5. 結果 実験より太陽光が一番よく伸びた。【表参照】

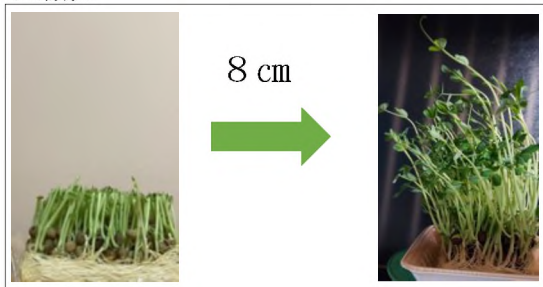
LED



蛍光灯



太陽光



●表

LED	<ul style="list-style-type: none"> ・伸びたのは数本だけ。 ・色は緑色。
蛍光灯	<ul style="list-style-type: none"> ・まっすぐ伸びなかった。 ・細い。 ・色が薄い（もやしのよう）。
太陽光	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽の光の方向に向かって長く伸びた。 ・色は緑色で、太い。

6. 考察 太陽の光を当てたときが一番早く伸びたことから、やはり自然に一番近いのが理由ではないかと考察した。
7. 今後の課題 横に伸びてしまったものがあり、正確な長さが計測できなかったため、次回は支柱を利用するなどして、正確な計測を行う必要がある。

太陽光を有効活用するときの条件

1. 研究の動機と目的

私たちの研究の動機は太陽光を集めて物体を効率的にあたためる方法を知りたいと思ったことだ。身近な鏡を用いて光を集めた場合、鏡の大きさの違いによって温度の上昇に違いが出るのかどうか調べ、その結果を応用して、災害時などに役立つことの出来る条件を調べようと考え、研究を始めた。

2. 研究方法

黒い画用紙を巻き付けた同じ大きさの5つの容器、温度計5本、大きさの異なる4つの鏡と分度器を用意する。温度計を容器に1本ずつさし、水を230mlを入れる。分度器を用いて地面と鏡の角度が70度になるように鏡を置き、4つの容器を鏡に反射させた太陽光が当たる日陰に設置して、残りの1つの容器は鏡の反射光を当てずに、他の容器と同じ条件の場所に置く。そして5分おきに水の温度を記録し、上昇温度を調べる。私たちは鏡が大きい方が多く光を集め、温度が上昇すると仮説を立て、この実験を行った。

3. 結果

<鏡の大きさ>

A:40.0cm² B:300.0cm² C:424.8cm² D:706.8cm²

水の上昇温度					
11月2日 14:20~14:40 気温21度					
	A	B	C	D	鏡なし
0分	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
5分	9.0	11.0	11.0	10.0	10.0
10分	10.0	11.0	11.8	10.0	10.5
15分	10.0	12.2	13.1	11.0	12.0
20分	10.3	12.8	14.4	13.5	12.9
上昇温度	3.3	5.8	7.4	6.5	5.9

11月11日 14:20~14:40 気温20度					
	A	B	C	D	鏡なし
0分	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
5分	10.0	11.0	9.5	8.3	11.0
10分	11.0	11.5	10.0	10.0	12.1
15分	12.0	12.0	10.8	10.6	13.0
20分	12.1	13.0	13.3	11.0	13.5
上昇温度	4.6	5.5	5.8	3.5	6.0

4. 考察

A、B、Cの容器の実験結果から、鏡に集まる太陽光の放射強度は鏡の大きさが大きい方が強く、小さくなるにつれ弱くなる事が分かる(放射強度とは、光の強さを表す概念である)。また、Dの容器の水温があまり上がらなかったという実験結果から、集まった太陽光の全てが容器に当たって、水の上昇温度に反映するとは限らないと考えた。また、今回は対照実験として、鏡の反射を利用せずに直射日光だけを当てた容器を用意して実験した。この結果、鏡なしの容器の上昇温度がBやCの上昇温度とほとんど同じであったことから鏡を利用しなくてもBやCの鏡と同じ程度の強さの放射強度を集めることができると考えた。

5. 今後の課題

この実験の結果より、Dの鏡はあまり温度上昇が見られなかったという点が仮説と異なるので、実験の回数を重ね、実際にDの鏡がC以下の鏡より温度上昇の幅が小さいのかどうかを確認し、より効率的に温度上昇することができる鏡の大きさを求める。そして、その結果を応用して災害時に設置すべき鏡の大きさを求めることが必要である。

太陽光を有効活用するときの条件

キーワード 放射強度:光線の強さを表す概念

1. 研究の動機と目的

- 太陽光を集めて物体を効率的にあたためる方法を調べたいと思ったからである。
- 身近な鏡を用いて光を集めた場合、鏡の大きさの違いによって温度の上昇に違いが出るのかどうか調べ、その実験結果を応用して、災害時などに役立てたいと考えたからである。

2. 仮説

鏡の反射を利用して太陽光を集めて水をあためると、鏡が大きい方が水温が上昇する。

3. 方法

- 230mlの水を入れた同じ大きさの容器に温度計を1本ずつ挿す。
- 大きさの違う4つの鏡に反射させた太陽光を、5つのうち4つの容器に当たるように鏡の角度を70°に揃えて置く。
- 5分おきに水の温度を記録し、上昇温度を調べる。

4. 結果

<鏡の種類>

A:8.0×5.0cm

B:20.0×15.0cm

C:24.0×17.7cm

D:31.0×22.8cm

水の上昇温度

11月2日 14:20~14:40 気温21度

11月11日 14:20~14:40 気温20度

	A	B	C	D	鏡なし
0分	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
5分	9.0	11.0	11.0	10.0	10.0
10分	10.0	11.0	11.8	10.0	10.5
15分	10.0	12.2	13.1	11.0	12.0
20分	10.3	12.8	14.4	13.5	12.9
上昇温度	3.3	5.8	7.4	6.5	5.9

	A	B	C	D	鏡なし
0分	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
5分	10.0	11.0	9.5	8.3	11.0
10分	11.0	11.5	10.0	10.0	12.1
15分	12.0	12.0	10.8	10.6	13.0
20分	12.1	13.0	13.3	11.0	13.5
上昇温度	4.6	5.5	5.8	3.5	6.0

5. 考察

実験からC以下の大きさの鏡では、鏡の大きさが大きいほど、温度上昇も大きくなったが、Dの鏡だけは温度上昇の幅が小さかった。このことから鏡に集まる太陽光の放射強度は鏡の大きさが大きい方が強く、小さくなるにつれ弱くなるが、集まった太陽光の全てが容器に当たって、水の温度上昇に反映するとは限らない。

6. 今後の課題

この実験の結果より、Dの鏡はあまり温度上昇が見られなかったという点が仮説と異なるので、実験の回数を重ね、実際にDの鏡がC以下の鏡より温度上昇の幅が小さいのかどうかを確認し、より効率的に温度上昇することができる鏡の大きさを求める。そして、その結果を応用して災害時に設置すべき鏡の大きさを求めることが必要である。

7. 引用文献

- NHK for School 「紙の色と温まり方」 https://www2.nhk.or.jp/school/movie/.cgi?das_id=D0005400356_00000
- excite, ブログ 「暑くなる色・なりづらい色」
<https://search.yahoo.co.jp/amp/s/colorlab.exblog.jp/amp/11035743/%3Fusqp%3Dmq331AQIKAGwASCAA&M%253D>
- ACORN 「太陽光というエネルギーの恵み」
<http://acorn.okamura.co.jp/topics/column/2018/12/21/taiyo/>
- Panasonic 「照明による発熱の計算法」
<https://www2.panasonic.biz/ls/lighting/plam/knowledge/document/0409.html>
- 天文学辞典 「放射強度」
<https://astro-dic.jp/specific-intensity-2/>

8. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、田中諾子先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

三拍子の速さと心拍数の変化について

1. 動機と目的

BPMの早い音は心拍数をあげる効果があり、運動前に聞くと良いとされている。しかし三拍子にはリラックス効果があり、心拍数を下げるという効果があるため、運動前には適していない。これを知って、私たちは三拍子のBPMをはやくするとどちらの効果もより強くはたらくのか明らかにし、運動前にも三拍子の音を聞けるようにしたいと思った。

2. 実験方法

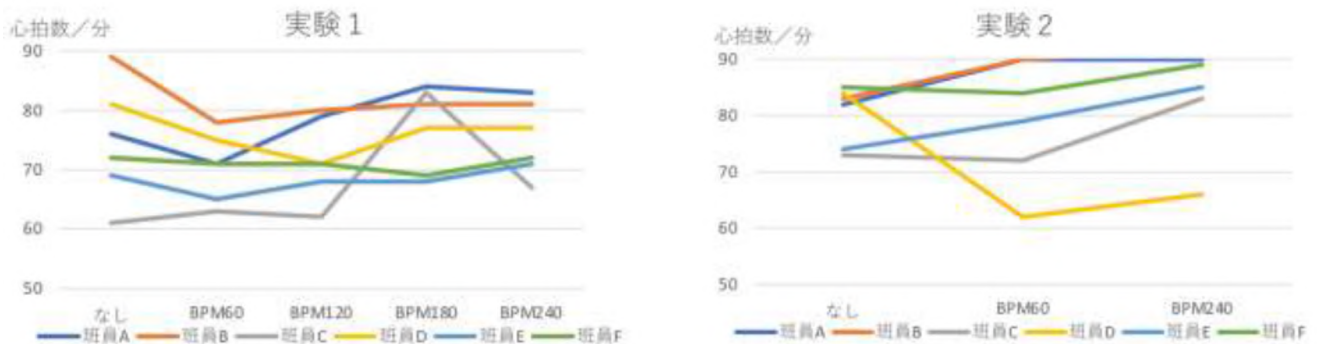
実験1:自分の心拍数を何も聞いていない状態で、血圧計を使い測定する。その後、BPM60の三拍子の音をメトロノームというアプリで流し、2分間聞き、その時の心拍数を測る。これをBPM60、120、180、240の計5回、班員6人で行う。音はイヤホンを着けて聞く。(全員同じ機種のものを使用)

実験2:BPM60の時の心拍数を実験1と同じ方法で調べ、その後BPMを240に変え、心拍数を調べBPM60と比べてどれだけ心拍数が上がるのか比べた。

3. 結果

実験1では全体的に見るとBPMが上がるにつれて、心拍数も少し早くなることがわかった。ある班員の心拍数はBPM60で1分あたり78回、BPM120で80回、BPM180で81回、BPM240で81回となり、平均すると1.0上がった。

実験2では、実験1で平均1.0心拍数が上がったのに対し、BPM60で90回、BPM240で92回となり2.0心拍数が上がるという結果が得られた。



4. 考察

三拍子であってもBPMをあげると心拍数も上がる。また、テンポを急激にあげると、心拍数の上がり方も急激になる。

5. 今後の課題

運動前のウォーミングアップで、ジョギングの場合1分あたり110拍が適しているとされている。今回の結果では少しは心拍数が上がったと言っても110まで上がることはなかった。そのため、BPMを240より高くした場合、心拍数はさらに上がっていくのかを調べていきたい。

6. 引用文献

音楽 OTORAKU (2020)三拍子の音楽はリラックス効果が高い?BGMでの活用の仕方をご紹介

(<https://otoraku.jp/column/ms14/>)

GIGAZINE(2020) テンポの早い音楽を聞きながら運動すると「運動が楽に感じる」ことが判明

(<https://gigazine.net/news/20200205-high-tempo-music-enhance-performance/>)

三拍子の速さと心拍数の変化について

1. 研究の動機と目的

三拍子は心拍数を下げる効果があり、テンポの速い曲は心拍数を上げるという真逆の効果があることを知り、どちらの効果が強いのか比べてみたいと思ったから。

2. 仮説

三拍子のテンポをあげると心拍数は上がる

3. 方法

- 実験1：三拍子の音を2分間聞き、その時の心拍数を測る。これをBPM0, 60, 120, 180, 240の計5回、班員6人で行う。
- 実験2：BPMを60から240へ一気に上げ、心拍数も急激に上昇するのかを調べる。(実験1と同じ血圧計、アプリを使用。)



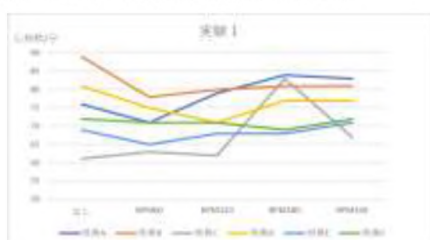
測定の様子



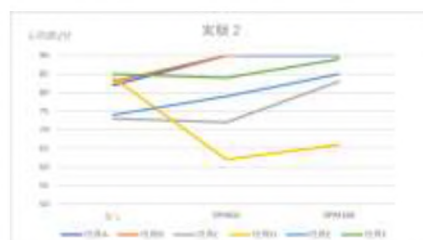
使用したアプリ「メトロノーム」

4. 考察

三拍子であってもテンポが上がれば心拍数も上がる。また、テンポを急激にあげると、心拍数の上がり方も急激になる。



実験1の結果のグラフ



実験2の結果のグラフ

5. 結果

実験1ではBPMが高くなれば心拍数も少し高くなるという結果が得られた。また、実験1での心拍数は班員全員分の結果を平均すると1.6上がったのに対し、実験2では平均して4.7心拍数が上がるという結果が得られた。

6. 今後の課題

BPMを240より高くした場合、心拍数はどのように変化するのか調べる。

7. 参考文献

- 音楽OTORAKU (2020) 三拍子の音楽はリラックス効果が高い？BGMでの活用の仕方をご紹介 (<https://otoraku.jp/column/ms14/>)
- 科学ブログ(2018) 「3拍子」がヒトの心身に良い影響を与える？ (<http://www.seibutsushi.net/blog/2018/12/4297.html>)
- GIGAZINE(2020) テンポの早い音楽を聞きながら運動すると「運動が楽に感じる」ことが判明 (<https://gigazine.net/news/20200205-high-tempo-music-enhance-performance/>)
- 渡辺謙(2013) 音のテンポと呼吸数の組み合わせが自律神経に与える影響 (https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_action_common_download&item_id=91852&item_no=1&attribute_id=1&file_no=1)
- 細谷元(2020) 最新研究が示すワークアウトのパフォーマンスを上げる「音楽の選び方」運動におけるハイテンポ音楽の効用 (<https://bthefit.com/news/post-3806>)

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって東先生には有益な情報を頂いた。ここに記して謝意を表する。

運動と音のテンポの関係について

1. 研究の動機と目的

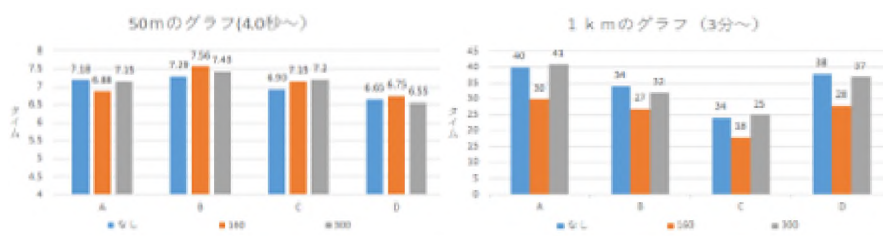
努力以外で速く走れる方法を見つけたいと思い、音と走る速さに着目して研究を始めた。

2. 研究方法

50mと1kmを160b.p.m.と300b.p.m.の音をイヤホンを通して聴きながら走り、何も聞かずに走った時のタイムとの変化の平均を比較する。160b.p.m.は、被験者が1kmを走るときの大体の足の回転するテンポで、300b.p.m.は、被験者が非常に速いと感じたテンポだ。

私たちは、どの距離においても300b.p.m.の音を聞きながら走った時に速く走れると予想した。

3. 結果



上の図のように50mでは、どちらの距離においてもタイムに変化は見られなかった。1kmでは、何も聞かずに走った時に比べ、いずれもタイムが縮んだ。また、160b.p.m.のときは300b.p.m.の時に比べて速くなった。理由としては、被験者の共通していた感想である、300b.p.m.はあまりにも速いテンポであるが故、通常に比べ、長い距離を走っていると錯覚してしまうからだと考えられる。また、被験者は、運動部の男子生徒4名である。

4. 考察

音のテンポによる効果は短距離では出にくく、長距離ではでやすいことがわかった。また、タイムに変化がでた長距離においても、音のテンポの速い、遅いと結果に関係はなく、その種目ごとの自分の動きや特性にあったテンポの音を聞くことで結果が良くなることがわかった。

5. 今後の課題

より多くのテンポにおけるタイムの変化を調べることで、さらに細かく音のテンポと運動の関係による規則を調査したい。また、様々な条件の被験者を増やし、正確さと信憑性の向上を目指したい。

運動と音のテンポの関係について

①動機・目的

努力以外で足が速くなる方法があると、足が速くなりたい人のモチベーションが上がってよいと思った。テレビなどで陸上選手などがイヤホンをしてながらトレーニングをしていることを思い出し、今回は、音が運動に及ぼす効果を明確にしようと思った。

②仮説

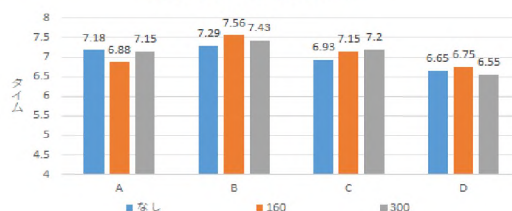
J=160のメトロノームの音とJ=300のメトロノームの音を聞きながら走ると、距離に関係なくJ=300の時のほうが速く走ることができる。

③検証方法

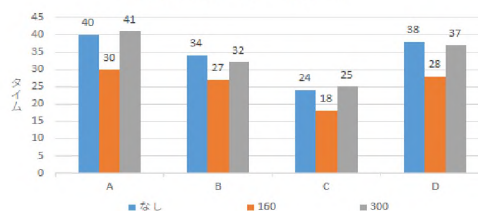
被験者にJ=160とJ=300のメトロノームを聞きながら50mと1kmを3回走ってもらい、タイムの変動の平均を出し、条件ごとに比較する。

④結果

50mのグラフ(4.0秒～)



1 kmのグラフ(3分～)



心拍数(50m)	なし	160	300
A	138	132	132
B	159	135	135
C	150	99	147
D	159	156	162

心拍数(1km)	なし	160	300
A	164	176	176
B	170	170	162
C	178	150	170
D	156	146	160

50M

タイムからテンポと走る速さにはあまり関係がないことが分かった。個人差がある。

1Km

J=160のほうが速く走れる。

理由) ・ペースが乱れにくい
・走るテンポ(足の回転)に近いから。

J=300は走りづらい

理由) ・テンポが速いため自分が速く走っていると勘違いしてより疲れるから。
・走るテンポ(足の回転)とあまりにもかけはなれているため自分のペースが乱れるから。

⑤考察

テンポの速い遅いによってタイムに変化があらわれるというよりは、被験者の走るテンポに近いテンポの音を聞きながら走ると速くなる。

本研究を進めるにあたって、東先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

重曹とクエン酸で洗剤を作る

1. 研究の動機と目的

掃除番組などでよく重曹¹⁾を用いて汚れを落としている。食器の油汚れにはどのように応用できるのか気になった。この研究の目的は、環境によく最も少ない薬品で構成される洗剤をつくることである。

2. 仮説

排水溝掃除には重曹:クエン酸¹⁾が40:3の混合液を使うことから、重曹の比率が多いほうが効果的である。

3. 方法

①皿に食紅で着色したサラダ油を塗る。

②桶に常温の水500gを入れ、重曹とクエン酸を入れる。この実験時では水500gに対して重曹とクエン酸の割合を共に0%、2.5%、5.0%、7.5%、10.0%と変化させた。

③①の皿を②の桶に入れる。このとき皿の向きは重曹とクエン酸の化学反応によって発生した気体が油汚れによく当たるように見込みが下になるようにした。

4. 結果

クエン酸のみの時は見た目も手触りも汚れが落ちた様子はないが、重曹のみの時は量を増やすと触ったとき 感覚では少し汚れが落ちたように思えた。また、重曹:クエン酸=2.5%:7.5%の時に少量でもっとも油汚れが落ちた。それに加え、重曹:クエン酸が2.5%:7.5%を越すと、化学反応によって水温が下がっており、それ以降汚れの落ち具合が少し悪くなっていた。

		クエン酸				
		0.0%	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%
重 曹	0.0%	見:1 触:1 発油:無	見:1 触:1 発油:無	見:1 触:1 発油:無	見:1 触:1 発油:無	見:1 触:1 発油:無
	2.5%	見:1 触:2 発油:無	見:1 触:1 発油:有	見:2 触:2 発油:有	見:3 触:3 発油:有	見:4 触:4 発油:有
	5.0%	見:1 触:2 発油:無	見:2 触:3 発油:有	見:3 触:3 発油:有	見:4 触:3 発油:有	見:4 触:4 発油:有
	7.5%	見:1 触:2 発油:無	見:2 触:2 発油:有	見:3 触:3 発油:有	見:3 触:2 発油:有	見:4 触:1 発油:有
	10.0%	見:1 触:2 発油:無	見:2 触:2 発油:有	見:3 触:3 発油:有	見:3 触:2 発油:有	見:3 触:3 発油:有

5. 考察

クエン酸と炭酸水素ナトリウム（重曹）の化学反応式²⁾は

$C_6H_8O_7 + 3Na_3C_6H_5O_7 \rightarrow Na_3C_6H_5O_7 + 3H_2O + 3CO_2$ となり、実験結果と化学反応式から、発生した気体は二酸化炭素であることが分かる³⁾。また、重曹:クエン酸=2.5%:7.5%のときに少量でもっとも油汚れが落ちたことから、重曹2.5%とクエン酸7.5%混合液が汚れの落ちに最も適していると考えられる。また、クエン酸が重曹より多いほうがよく作用することがわかった。

6. 今後の課題

今回の研究では常温の水でしか実験できなかったが、今回得られた結果の中では、重曹:クエン酸=2.5%:7.5%を越すと、化学反応によって水温が下がったことから重曹とクエン酸を混ぜたときに吸熱反応が起きたと考えられ、より効果的に汚れを落とすためには、水温の変化も重要な要因と考えられる。今後は水温の変化に着目した実験を行っていく。

7. 参考文献

- 1) ウィキペディア「重曹」「クエン酸
- 2) 重曹とクエン酸を中和できる比率を知りたい。
- 3) 重曹とクエン酸は混ぜて使える!!混ぜるよりも効果的な掃除方法は？

重曹とクエン酸でキュキュット

キーワード

重曹 クエン酸 油汚れ 汚れ落ち 発泡

研究の動機・目的

掃除番組で重曹を用いて汚れを落としており、食器の油汚れにも応用できるのか気になったため調べた。

仮説

排水溝掃除には重曹:クエン酸が40:3の混合液を使うことから、重曹が多いほうが効果的である。

実験方法

1. 皿に食紅で着色したサラダ油を塗る
2. 桶に常温の水500gを入れ、重曹とクエン酸を入れる
3. 1を2に入れる

この実験時は水500gに対して重曹とクエン酸の割合を共に0%,2.5%,5.0%,7.5%,10.0%と変化させた。3のとき皿の向きは重曹とクエン酸の化学反応により発生した気体が油汚れによく当たるように見込みが下になるようにした。

結果

*この判定は班員全員が目で見手で触って5段階評価したものである。

1 5
 (全く落ちていない) (よく落ちている)

		クエン酸				
		0.0%	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%
		(0g)	(13g)	(25g)	(40.5g)	(55.5g)
重曹	0.0%	見1 触1 発泡:無	見1 触1 発泡:無	見1 触1 発泡:無	見1 触1 発泡:無	見1 触1 発泡:無
	2.5%	見1 触2 発泡:無	見1 触1 発泡:有	見2 触2 発泡:有	見5 触5 発泡:有	見4 触4 発泡:有
	5.0%	見1 触2 発泡:無	見2 触3 発泡:有	見3 触3 発泡:有	見4 触5 発泡:有	見4 触4 発泡:有
	7.5%	見1 触2 発泡:無	見2 触3 発泡:有	見3 触3 発泡:有	見3 触2 発泡:有	見4 触4 発泡:有
	10.0%	見1 触2 発泡:無	見2 触3 発泡:有	見3 触3 発泡:有	見3 触2 発泡:有	見5 触5 発泡:有
	(55.5g)	見1 触2 発泡:無	見2 触3 発泡:有	見3 触3 発泡:有	見3 触2 発泡:有	見4 触4 発泡:有



↑写真1 重曹とクエン酸の化学反応により気体が発生する様子

↑写真2 重曹:クエン酸 = 2.5%:7.5%時

表より、クエン酸のみの時、見た目も手触りでも汚れが落ちた様子はなかったが、重曹のみの時は、量を増やすと触った感じでは少し汚れが落ちた。
 また、重曹:クエン酸=2.5%:7.5%の時に少ない量でもっとも油汚れが落ちた。

考察

1【発生した泡について】

クエン酸と炭酸水素ナトリウム(重曹)の化学反応式は

$C_6H_8O_7 + 3NaHCO_3 \rightarrow Na_3C_6H_5O_7 + 3H_2O + 3CO_2$ となり、実験結果と化学反応式から、発生した泡は「アルカリ性の重層」と「酸性のクエン酸」が混ざったことによる中和の反応によるものであり、発生した泡の正体は二酸化炭素であることがわかる。また、発生する泡(二酸化炭素)には、汚れに入り込んで浮き上がらせる効果があるのではないかと考察される。

2【重曹とクエン酸について①】

重層:クエン酸=2.5%:7.5%を超すと水温が低下したことから重層とクエン酸を混ぜたときに吸熱反応が起きたと考えられ、より効果的に汚れを落とすためには水温が高いほうが良いと考察される。

3【重曹とクエン酸について②】

油汚れにはクエン酸が重曹より多いほうがよく作用すると考察される。

今後の課題

重層:クエン酸=2.5%:7.5%を超すと水温が低下したことから重層とクエン酸を混ぜたときに吸熱反応が起きたと考えられ、より効果的に汚れを落とすためには水温が高いほうが良いと思われる。このことから、今後は水温の変化に着目した実験を行っていきたい。

参考文献

- 1) ウィキペディア「重曹」「クエン酸」
- 2) 重曹とクエン酸を中和できる比率を知りたい。
- 3) 重曹とクエン酸は混ぜて使える!? 混ぜるよりも効果的な掃除方法は?

謝辞

本研究を進めるに当たって、古河先生には有益な情報をいただいた。ここに記して謝意を表する。

光の色・紫外線による植物の成長の違い

1. 研究の目的と動機

この研究は、植物の成長過程において、光の色の違い・紫外線の有無による植物の成長への影響について気になったためである。この研究は、太陽光での植物育成の助けとなる。

2. 実験方法

〈実験1〉光の色の違いによるハウレンソウの成長の違い

ハウレンソウを、別々のプランターに50本ずつ植え、5色のカラーフィルムを種を植えたときから被せ、栽培した。カラーフィルムの色は、透明・赤・青・緑・ピンクとした。色を指定した理由は、赤と青は葉緑体が吸収しやすい色¹⁾であること。緑は光の三原色に基づくこと。ピンクは赤、青色を混ぜて作られる色であることから設定した。

〈実験2〉紫外線の有無によるラディッシュの成長の違い

太陽光には紫外線が含まれている。²⁾ラディッシュを2つのプランターに50本ずつ植え、紫外線99%カットフィルムと実験1で用いた透明のフィルムを、種をまいたときから被せて育てた。

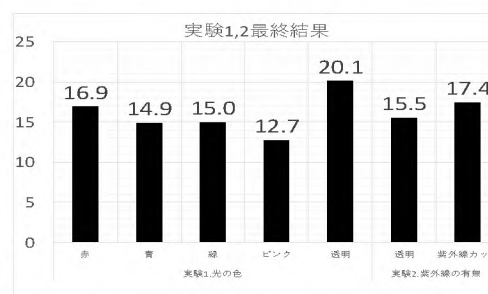


図1 各実験の最終結果 (n=50)

3. 実験結果

3ヶ月生育させたあと、植物の背丈を計測した。各実験の平均値の結果を図1,表1に示す。

〈実験1〉光の色の違いによるハウレンソウの成長の違い

透明のカラーフィルムを被せた植物が最も背丈が高く、ピンクのカラーフィルムを被せた植物が最も背丈が低くなった。

〈実験2〉紫外線の有無によるラディッシュの成長の違い

紫外線カットフィルムを被せた植物の方が、透明のカラーフィルムを被せた植物よりも背丈が高くなった。また、紫外線カットフィルムを被せていない植物の方は、黄色い葉が多く、葉の密度が低かった。

表1 各実験の最終結果 (n=50)

フィルムの種類	1.光の色					2.紫外線の有無	
	赤	青	緑	ピンク	透明	透明	紫外線カット
背丈 (cm)	16.9	14.9	15.0	12.7	20.1	15.5	17.4

4. 考察

色がついているフィルムの中では、赤が最も背丈が高かったが、透明のものより成長が良かったものはみられなかった。太陽光には全ての色が含まれているので植物の成長に必要な光の色が全て存在していると考えられる。植物の成長に必要な光の波長は1つではなく複数存在すると考えられる。また、植物にとって、紫外線は成長を妨げる要因になると考察される。

5. 今後の課題

今回の研究では、赤外線については実験できなかった。また、先行研究では、紫外線は植物にとって必ずしも成長を妨げる要因とはならないということ³⁾も記されていた。これらについても調べていく。

6. 参考文献

- 1) 大塚商会「LEDで光合成できる？」
- 2) 気象庁「紫外線とは」
- 3) 国立環境研究所 近藤矩朗 「紫外線による植物の成長阻害」

光の色・紫外線による植物の成長の違い

キーワード

葉緑体：植物の細胞にある光合成をおこなう細胞小器官¹⁾
 クロロフィル：光合成の反応で光エネルギーを吸収する化学物質のこと。²⁾
 酸素を発生する光合成を行う植物は、クロロフィルaが常に存在している。²⁾
 背丈：本研究では、植物の根の先端から、最大の葉までの長さのこと。

研究の動機・目的

植物の生長過程において、光の色の違い・紫外線の有無による植物の成長への影響について気になったため調べた。この研究は太陽光以外の植物育成の助けとなる。

仮説

- ・赤、青色の光を当てた時は他の色を当てた時よりも背丈が高くなる。
- ・透明のフィルムを被せ、太陽の光を当てた時は最も背丈が高くなる。
- ・紫外線を当てるとは当たらないよりも背丈が高い。

実験方法

実験1. 光の色の違い

ほうれん草 (*Spinacia oleracea*) を5色のカラーフィルムを被せ栽培した。
 この実験時は、種を植えてから、1鉢あたり1枚のカラーフィルムをかけて栽培した。
 色は透明・赤・青・緑・ピンクである。
 色の指定理由として、
 赤・青：葉緑体が吸収しやすい色³⁾
 緑：光の三原色に基づく
 ピンク：赤、青を混ぜて作られる色

実験2. 紫外線の有無

太陽の光には紫外線⁴⁾が含まれている。
 私たちは、その紫外線の有無で植物の成長への影響があるのかを調べた。
 この実験は、ラディッシュ (*Raphanus sativus*) を1.と同様に紫外線99%カットフィルムと1.で用いた透明のフィルムを被せて栽培した。
 この実験は、種を植えて芽が出てから2つのフィルムを被せた。

結果

実験1. 光の色の違い

透明のカラーフィルムを被せた植物が最も背丈が高く、ピンクが最も背丈が低くなった。
 残りの3色はあまり差はなかった。

実験2. 紫外線の有無

紫外線カットフィルムを被せた方が、被せていない透明のカラーフィルムより背丈が高かった。
 また、被せていないほうには黄色い葉が多く、葉の密度が低かった。



図1 実験1.の最終結果
 左から 透明、青、緑、
 ピンク、赤

表1 それぞれの最終結果 (数値は平均値)
 個体数 N=50

フィルムの種類	1.光の色				2.紫外線の有無		
	赤	青	緑	ピンク	透明	透明	紫外線カット
背丈 (cm)	16.9	14.9	15.0	12.7	20.1	15.5	17.4



図2 実験2.の実験中
 左3つ 紫外線カットフィルムを被せた鉢
 右2つ 被せていない鉢

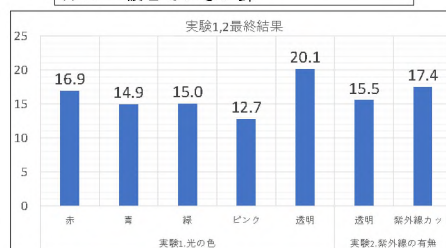


図3 左：実験1最終結果 右：実験2最終結果 (数値は平均値)

考察

太陽光には植物の成長に必要な光の色の成分がバランスよく含まれていると考える。
 また、植物にとって、紫外線は成長を妨げる要因になると考察される。
 これらのことから、植物の成長に最も適した光の条件は、太陽光の色の成分で、紫外線を通さないようにして育てるのが最も適していると考えられる。

今後の課題

今回の研究では、赤外線については実験できなかった。今後はそれについても調べていきたい。
 また、先行研究では、紫外線は植物にとって必ずしも成長を妨げる要因とはならないという事^{5) 6)}も記されていた。それについても調べていく。

参考文献

- 1) 東邦大学理学部生物分子科学科 「葉緑体」
- 2) 日本光合成学会 「クロロフィル」
- 3) 大塚商会 「LEDで光合成できる？」
- 4) 気象庁 「紫外線とは」
- 5) 日本植物生理学会 篠村知子 「植物の成長に紫外線や赤外線は有益か有害か、必要か不必要か」に対する回答
- 6) 国立環境研究所 近藤矩朗 「紫外線による植物の成長阻害」

謝辞

本研究を進めるにあたって古河先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

色素と葉緑体の変化

1. 研究の動機と目的

我々人間と深く関わっている植物の光合成について興味を持ち、葉緑体に着目した。実験を開始するシーズンから紅葉が始まっており、植物の葉の色の変化が光合成量に影響を与えるのではないかと思ひ、葉の色の違いにおける、葉緑体の変化を調べることにした。

私たちの仮説では、葉の緑色の部分では光合成が行われ、緑色以外であれば光合成されない、と考えた。

2. 方法

私たちは本研究を行うにあたってムラサキフトモモの葉を用いて研究を行った。

緑色の葉、紅葉しかけている葉、紅葉した葉、落葉した葉において、脱色してそのまま顕微鏡で葉緑体構造の様子を観察し、この葉をヨウ素デンプン反応の反応の様子を観察した。

3. 結果

	緑色の葉	紅葉しかけている葉	紅葉した葉	落葉した葉
顕微鏡	葉緑体構造○	葉緑体構造○	葉緑体構造○	葉緑体構造×
ヨウ素でんぷん反応	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

実験結果は緑色の葉、紅葉しかけている葉、紅葉している葉では葉緑体構造は確認できたが、落葉した葉では葉緑体構造は確認できず、ヨウ素デンプン反応ではどの葉でも反応は見られなかった。

4. 考察

緑色の葉でも紅葉した葉でも葉緑体の構造は確認できたので、紅葉は葉緑体の構造的変化というより葉緑体の中に含まれる色素が変化することで起きる現象であると考えられる。全ての葉においてヨウ素デンプン反応が見られなかったのは、実験を11月末から12月上旬に行ったため、光合成に必要な気温が足りず、ヨウ素デンプン反応に十分な光合成がなされなかったのが原因であると考えた。植物にとってより良い条件を整えることで結果は変わるのではないかと考えられる。

5. 今後の課題

今後の課題としてヨウ素デンプン反応について、ムラサキフトモモの葉はクチクラ層が発達しているため、葉緑体を溶かし出すのが難しかった。これは同時にヨウ素液が葉に浸透しにくくなっているとも考えられる。材料の再検討が必要である。また、実験対象の植物の光合成に適した季節や気温の条件で実験を行うことを考えている。

6. 引用文献

葉のでんぷん調べ エタノール脱色法

光合成と葉緑体 中学NHK Por School

写真アプリ Picture This

葉緑 生物分子科学科 専邦大学

葉緑体 Wikipedia

色素と葉緑体の変化

1 動機・目的

我々人間と深く関わっている、植物の光合成に興味を持ち、葉緑体に着目した。植物の色の変化によって光合成量がかわるのではないかと思い、色の違いにおける、葉緑体の変化を調べることにした。

2 仮説

どの状態の葉でも葉緑体構造は見られるが、ヨウ素でんぷん反応は緑色の葉でしか見られない

3 方法

今回ムラサキフトモモ(フトモモ科)の葉、もみじの葉(図1)を用いて実験を行った。緑色の葉、光合成しかけている葉、紅葉した葉、落葉した葉をそれぞれ脱色してそのまま顕微鏡で調べる。また、この葉のヨウ素デンプン反応を調べる。



4 結果

	緑色の葉	紅葉しかけている葉	紅葉した葉	落葉した葉
顕微鏡	葉緑体構造あり	葉緑体構造あり	葉緑体構造あり	葉緑体構造なし
ヨウ素液	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
各葉の写真				

緑色の葉紅葉しかけている葉、紅葉した葉では葉緑体構造は確認されたが、落葉した葉は葉緑体構造は確認されなかった。

ヨウ素デンプン反応はどの状態の葉でも反応が見られなかった。

5 考察

今回の実験で仮説と結果が異なったのは、11月末～12月上旬の実験だったため、光合成に必要な気温に足りず、ヨウ素デンプン反応がされなかった可能性が考えられる。

6 今後の課題

光合成に適した季節や気温の条件で再び同様に実験を行う。

7 引用文献

写真アプリ Picture This
 葉緑 生物分子科学科 専邦大学
 葉緑体 Wikipedia
 葉のでんぷん調べ エタノール脱色法
 光合成と葉緑体 中学NHK Por School

8 謝辞

研究を進めるにあたって、古河先生、杉本先生、川勝先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

text

持続力の高い風船を作ろう

1. 研究の動機と目的

風船には小さい頃から馴染みがあり、思い入れのある風船はしぼむのがとても惜しいと感じていた。この研究を通して、小さい頃からの疑問を解決し、これからは活かしたい。筆者らは、風船の表面から中の気体がもれていると仮説を立て、以下の方法で実験を行った。

2. 方法

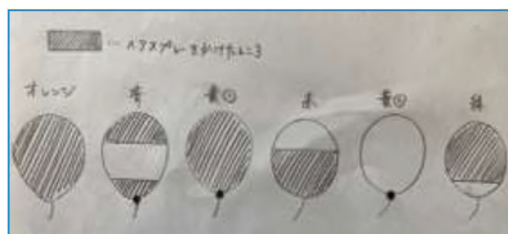
- 実験1 呼気で最長周が70cmになるまでゴム風船を膨らませた。水を満杯にした水槽の中にそのゴム風船を完全に沈め完全に沈め、風船の表面から気体が出ていることを確認する。
- 実験2 呼気で最長周が70cmになるまでゴム風船を膨らませ、椿オイルスプレーでコーティングする部分を風船別に変える。風船別にコーティングする場所は、赤：上部と結び目以外 黄①：表面全体と結び目 青：下部と結び目以外 緑：中部と結び目以外 オレンジ：表面全体 黄②：結び目のみとし、これらの風船の周の長さを朝・昼・放課後に測定する。

3. 結果

実験1 ゴム風船の表面からは気泡が発生した。表面から発生した気泡の正体は風船を膨らませるときに入れた呼気である。結び目からは気泡の発生は全く見られなかった。

実験2

小数点第一位四捨五入



パターン 月日	オレンジ	青	黄①	赤	黄②	緑
11/10	70	70	70	70	70	70
11/15	67	60	67	67	26	66
11/20	67	58	67	66	25	66
11/25	54	42	67	65	21	66
11/30	53	41	67	64	21	66
結果	④	⑤	①	③	⑥	②

4. 考察

実験1 より風船の表面から気体が出ていることが分かった。
 実験2 より赤、青、緑の風船を比較し、風船の中部から多くの気体が出ていることがわかった。
 コーティングをした部分が大きければ大きい風船ほど、持続力の高い風船であることがわかる。

5. 今後の課題

椿オイルスプレーをかけたことによって、ゴム風船の表面を完全にコーティングすることができた。しかし、黄②のように急激にしぼんでしまった風船をみると、使用した椿オイルスプレーに含まれる成分がゴム風船に何らかの影響をもたらしたと考えられる。どんな影響をもたらしたのかを探求する。

6. 引用文献

学研教育情報資料センター なぜなに学習相談

https://kids.gakken.com.jp/box/nazenani/pdf/X11_buturi//X_buturi//X1120157.pdf

大島椿 <https://www.oshimatsubakico.jp>

持続力の高い風船を作ろう

持続力が高い...風船を膨らませてからしぼむまでの時間が長い

1. 研究の動機と目的

小さいころからなじみのある風船は、時間が経つにつれしぼんでしまう。そこで、どのようにすれば一番しぼみにくい風船が作れるのか不思議に思ったから。

2. 仮説

ヘアスプレーで風船の表面をコーティングすればしぼみにくい風船ができる。

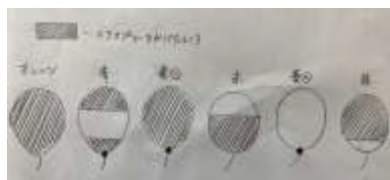
3. 方法

(1) 呼気で膨らませた風船を水槽の水に入れる実験

ゴム風船の一番長い周を70.0cmにし、水槽の水に沈め、表面の無数の小さな穴から出る気泡が出るのかを観察する。

(2) 呼気で膨らませた風船を6パターンの部位ごとに分け、ヘアスプレーをかける実験

ゴム風船の周を70.0cmにし、膨らませた風船ごとにスプレーをかける場所を変えて椿オイルスプレーでコーティングする。これらの周の長さを朝・昼・放課後に測る。



11/20

4. 結果

(1)の実験では、風船の表面から気泡が出ているのが確認できた。

(2)の実験の結果

(小数第一位四捨五入)

パターン 月日	オレンジ	青	黄①	赤	黄②	緑
11/10	70	70	70	70	70	70
11/15	67	60	67	67	26	66
11/20	67	58	67	66	25	66
11/25	54	42	67	65	21	66
11/30	53	41	67	64	21	66
結果	④	⑤	①	③	⑥	②



11/30



5. 考察

結果から、風船の表面から中の空気が漏れている事が分かった。また、実験(2)ではヘアスプレーを多くかけた風船が最もしぼみにくく、ヘアスプレーをあまりかけなかった風船が最もしぼんだ。このことから、風船をコーティングするとしぼみにくいことが分かった。

6. 今後の課題

他にも風船を長持ちさせる方法があるか調べる。

7. 引用文献

学研教育情報資料センター なぜなに学習相談

<https://kids.gakken.co.jp/box/nazenani/pdf/11buturi/X11buturi/X1120157.pdf>

大島椿 <https://www.oshimatsubakico.jp>

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、菅生先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

生物の生態と巣の構造の関係

1. 研究の動機と目的

ミズグモという水中に巣を作るクモがいることを知り、生物によってまたは同じ生物でも種によってそれぞれ巣を作る場所が違うことに興味を持った。そして生態によるどのような違いが巣を作る場所に影響を与えているのか疑問に思った。そこで、ヒトの暮らしに身近であり種類によって樹上や地中など多様な場所に巣を作るアリに注目し、どのような生態の違いが巣を作る場所の違いを生むのか明らかにしようと考えた。アリはハチと同じ社会性昆虫であり、ハチは個体数が増えるにつれて巣を作る場所を地中から樹上へと変化させる。そのためアリも個体数によって巣を作る場所を移動させているのではないかと仮説を立てた。

2. 方法

個体数とアリの巣を作る場所の関係性を調べるため、様々なアリの生息場所と一つの巣に対する個体数を調べた。また個体数だけではなく種類によるアリの外観的な違いの一つとして、それぞれの働きアリの体長を調べ、それらを整理するため表にまとめた。

3. 結果

アリの種類に対する、個体数の違いと、働きアリの体長の違いは以下ようになった。

アリの種類	クロオオアリ	ミカドオオアリ	ツムギアリ	トビイロケアリ	イエヒメアリ
個体数	約 1250 匹	約 300 匹	約 50 万匹	数万匹	数万匹
生息場所	地中	枯れ竹の中	樹上	家屋内の壁中 や床下	家の中のあらゆる場所
働きアリの体長	7~13mm	8~11mm	7~12mm	2.5~3.5mm	2~2.5mm

4. 考察

これらの結果から個体数とその場所に規則性はなく、アリは個体数や巣の大きさによって巣を作る場所を変えているわけではないと分かった。しかし、体長が大きいアリは地中や樹上などの自然の中に巣を作り、体長が小さいアリは家などの人工物に巣を作る傾向が見られた。また、体長の小さいアリの方が個体数が比較的多かった。小さいアリは自然の中で生息していく過程で、大きいアリに生息場所を奪われて淘汰されないよう人工物に巣を作ることを選んだのではないかと考えられる。

5. 今後の課題

これらの考察が正しいか証明するためにそれぞれの種について、いつ発見されたかなどの歴史について調べていきたい。またほかの条件にも着目し、どのような条件でどのような場所に巣を作るのか調べていきたい。

6. 引用文献

1. トップマイスター 蜂に巣を作られやすい場所
2. EPARK 暮らしのレスキュー (2021年) スズメバチが巣を作りやすい場所
3. GIGAZIN (2020年) 樹上に王国を築くファンシーな「ツムギアリ」
4. Ant Room 蟻という生き物
5. Gakken キッズネット アリはどうして土の中に巣を作るの

生物の生態と巣の構造の関係

1、研究の目的と動機

筆者らは生物によって巣を作る場所が異なることに興味を持ち生物の生態によってどのような場所に巣を作るのか明らかにしようと考えた。そこで、特に樹上や、地中など種類によって多様な場所に巣を作るアリに着目しどのような生態の違いが巣を作る場所の違いを生むのか明らかにしようと考えた。

2、仮説

アリと同じ社会性昆虫であるハチは個体数が増えるにつれて巣の場所を地中から樹上に移動させることから、アリも集団の規模によって巣を作る場所を移動させると考えた。

3、方法

様々なアリの生息場所と個体数を調べ、生息場所ごとに区別し個体数によってどう変化するかを調べた。また、個体数が不明な種類は巣の大きさについて調べた。



4、結果

アリの種類	クロオオアリ	ミガドオオアリ	ツムギアリ	トビイロケアリ	イエヒメアリ
個体数	約1250	約300	データなし	数万個	データなし
生息場所	地中	枯れ竹の中	樹上	家屋内の壁中や床下	家の中のあらゆる場所
巣の特徴	—	—	巣は数本の木にわたって数十に達する	—	狭い場所でも作る

5、考察

結果からアリは個体数や巣の大きさによって巣を作る場所を変えているのではないと考えられる。

6、今後の課題

集団の規模によって巣の場所を変えているわけではないと考えられるのでほかの条件に着目しアリの種類によってどのような条件の時にどの場所で巣を作るのかを調べる。

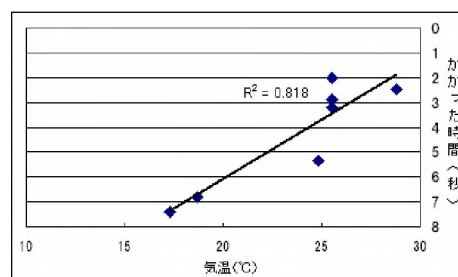
7、参考文献

1. トップマイスター 蜂に巣を作られやすい場所
2. EPARKくらしのレスキュー (2021年) スズメバチが巣を作りやすい場所
3. GIGAZIN (2020年) 樹上に王国を築くファンシーな「ツムギアリ」
4. Ant Room 蟻という生き物
5. Gakken キッズネット アリはどうして土の中に巣を作るの

環境の変化による生物の変化

1. 研究の動機と目的：夏にアリを観察した時は数が多く、活発だったが、冬に近づくにつれて数が減り、動きも鈍くなっていることに気づき、冬の間の生き物の暮らしについて興味をもったため。
2. 方法：気温が下がることによってアリなどの変温動物は地表で行動する数が減ると仮説を立て、テニスコート内の木のアリの巣周辺の少し小さなアリを観察し検証を行った。約1週間ごとにアリの巣周辺を5秒ほど見て確認できる数を記録し、気温や湿度などを記録した。
3. 結果：最高気温が低くなっている日ほど、アリの数が減っていくことがわかった。最高気温が一緒であったが、アリの数に大きな差がある日があったのは、前日に雨が降ったことで、アリの活動が盛んでなかったためだと考えた。

4. 考察：最高気温の増減がアリの数の変化に影響するということがわかった。この観察を行なっている時に、気温が下がるにつれて、アリの動きも鈍くなっていることに気づき、調べてみると気温とアリの歩く速度の関係についての先行研究を見つけた。その研究では気温が上がればアリの歩く速度が遅くなることを示していて、そこから気温が下がれば動きが鈍くなるということがわかった。動物たちは冬越しする際、体温を低くして代謝を下げ、できるだけエネルギーの消費を抑えられるようにする。そのため、動きが鈍くなるのではないかと考えた。



5. 今後の課題：実験を進めていくうちに新たに「なぜ中庭の大きなアリがテニスコート周辺の小さなアリよりも早く姿をみせなくなったのか」という疑問が上がってきた。恒温動物ではほとんどの場合、体が大きいと冬眠しないということを先行研究で知ったが、アリでは体の大きい個体が小さい個体より先に見られなくなったので、そのようなことが起こった理由について調べていきたい。

6. 参考文献：・気象庁

- ・仙台市立六郷中学校 研究B アリの歩く速さと温度の関係
- ・クマは大型哺乳類なのにどうして「冬眠」するの？ (tenki.jp)
- ・冬ごもりする生き物たちの不思議 (ACORN)
- ・冬眠する動物と冬眠しない動物の違いとは？ (トレンドピックアップ)

環境の変化による生物の変化

動機

アリの住みやすい環境について調べているとき、冬に生物はどのような活動をしているのか興味を持ったため。

目的

気温による生物の行動の変化があるのか明らかにする。

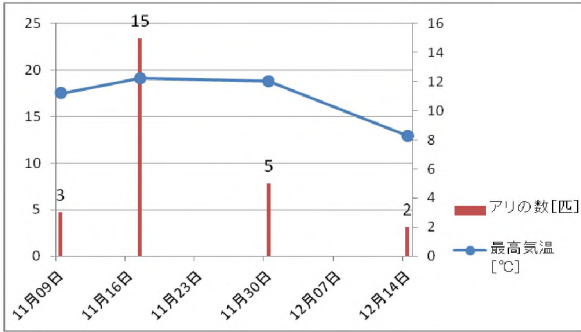
仮説

気温が下がることによって、変温動物は地表で行動する個体の数が減り、恒温動物は餌となる変温動物の数が減ることで、動けなくなるのではないか。

検証の方法

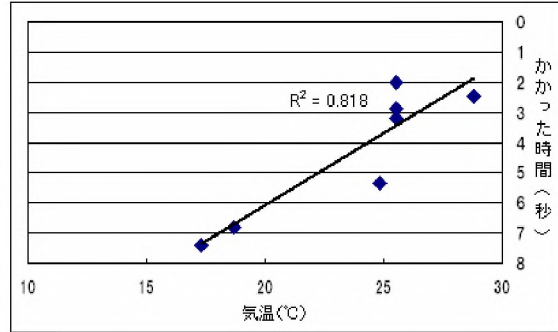
観察地点（本校のテニスコート内の木）でアリの数と気温を記録する。

アリの観察の結果



最高気温とアリの数の関係(グラフ1)

最高気温は高いが、地上で活動するアリが少ない11月9日は、前日と当日に雨が降っていたからではないかと考えた。



気温とアリの動く速さのグラフ(グラフ2)

このグラフは、気温が上がればアリの歩く速度が速くなることを表していて、気温が下がれば動きが鈍くなるということおああらわしている。

様々な生物の冬越し

哺乳類

小型の哺乳類(ヤマネ、コウモリ、リス、ネズミなど)は体表面積の割合が大きく寒さに弱いため冬眠する。冬眠中は体温を0°C近くまで下げて完全な休眠状態になる。

クマの冬眠は全生物中でも特殊な性質で、ほかの哺乳類の冬眠が寒さに弱いためであるのに対し、クマは餌の減少のため冬眠をする。体表面積の割合が小さい大型の哺乳類は基本的に冬眠しないためこれもクマの特殊な性質である。

中緯度から高緯度に生息するクマ(ヒグマ、クロクマ、ヒマラヤグマ、シロクマ)が冬眠する。

鳥類

飛び回ることのできる鳥は、自分に適した場所に容易に移動することができる。そのため、鳥は冬眠する必要がない。しかし、プアーウィルヨタカだけは自分の体温を下げ、代謝を不活発にして、エネルギーの消費を最小限にするため、岩の割れ目で長期間休む。

両生類・爬虫類

気温が下がり、エサが減ると地中、水底、屋根裏、木の洞穴、枯葉の下など温度のあまり下がらないところに潜り冬眠する。

ヤモリは気温が下がると動きが鈍くなる。

魚類

コイ、フナなどは、水温とともに体温が低下し、池や湖などの深場に集まり餌もほとんど食べずじっとしている。また、ドジョウは泥の中、ベラの仲間などは、砂の中に潜って冬眠する種も多い。

昆虫類

卵で冬越しする虫と幼虫、成虫で冬越しをする昆虫がいる。成虫で冬越しする虫は、テントウムシ、カメムシ、ハチなどがおり、集団で身を寄せあつて冬を越す。

考察

グラフ1から、最高気温が下がるとアリの数が少なくなるということが分かる。この観察を行っているときに、気温が下がるにつれて、アリの動きが鈍くなっていることに気づき、調べてみるとグラフ2を見つけた。すなわち、気温が下がれば動きが鈍くなるということになる。動物たちは冬越しする時、体温を低くして代謝を下げ、できるだけエネルギーの消費を抑えられるようにする。そのため、動きが鈍くなるのではないか。

今後の課題

恒温動物では、ほとんどの場合体が大きいと冬眠しないが、アリでは体が大きいものが先に見られなくなったのはなぜか。

コラム「人も冬眠できる!？」

神戸市の六甲山で2006年10月に遭難し、24日後に救出された男性がいた。彼は20日間以上飲食せず、発見時には体温が22度まで低くなって、多臓器不全と出血多量により、仮死状態でした。病院に体温が22度に冷えた状態で運ばれ、それでも搬送中、ごく弱い心拍と、浅く回数の少ない呼吸が認められた。治療にあたった医師によると、極度の低体温で、「冬眠のような状態」であったことが生還につながった理由かもしれないということでした。

分類	冬眠する動物
ネズミ	シリス、ヤマネ、ハムスターなど
恒温動物(哺乳類)	コウモリ、キクシラコウモリなど
	クマ
	ツキノフグマ、ヒグマ、ホッキョククマなど
爬虫類	ヘビ、カメ、トカゲなど
両生類	カエル、イモリ、サンショウウオなど
魚類	コイ、フナ、メダカ、キンギョ、ドジョウなど
変温動物	昆虫
	クワガタムシ、カブトムシ、テントウムシなど
甲殻類	カニ、エビ、ザリガニ、ヤドカメなど
貝類	エスカルゴ、カタツムリ、タニシなど

冬眠する動物



冬眠するクマ



ベラの仲間



プアーウィルヨタカ

参考文献

- ・クマは大型哺乳類なのにどうして「冬眠」するの? (tenki.jp)
- ・冬ごもりする生き物たちの不思議(ACORN)
- ・魚の冬眠と夏眠(Private Aquarium)
- ・動物園の動物は冬眠する?しない? (飼生が岡動物園)
- ・冬眠する動物と冬眠しない動物の違いとは? (トレンドピックアップ)
- ・冬の間、虫はどこで何をしているの? (ウェザーニュース)

紅葉の、日光・温度との関係

1. 研究の動機と目的：私たちは、秋に綺麗な紅葉が見られることに興味を持ち、その条件を明らかにしようと思い探求に取り組んだ。この研究の目的は、季節に応じて葉の色が赤色や黄色に変わったりする原因を、気温や日光に注目して明らかにし、自然に対する興味・関心を促進させて、今後の生活の中で自然に触れる機会を増やすことである。そこで私たちは、温度が低いほど変色しやすい、変色には必ず日光が必要である、という2つの仮説を立てた。

2. 方法：植物は「イロハモミジ」(学校の中庭のもの)を使用する。

実験1(温度):冷蔵庫(約0~6°C)に入れたもの(以下イロハモミジA)と冷凍庫(約-22~-16°C)に入れたもの(以下イロハモミジB)の色の変化を確かめる。(期間は二十日間, 24時間置いておく)

実験2(日光の有無):朝7時から日没まで日光に当てない状態で外に出し、それ以外の時間は冷凍庫に入れたもの(以下イロハモミジC)と朝7時から日没まで日光に当てそれ以外の時間は冷凍庫に入れたもの(以下イロハモミジD)の色の変化を確かめる。(期間は二十日間)

3. 結果：実験1から、温度が低いイロハモミジBがイロハモミジAと比較してより変色していることがわかる。

実験2から、日光を当てたイロハモミジDがイロハモミジCと比較してより変色していることがわかる。



イロハモミジ A



イロハモミジ B



イロハモミジ C



イロハモミジ D

4. 考察：それぞれの実験結果から、変色には温度と日光が必要であり、その程度が大きくなるにつれて、色の変化がより大きくなっていることがわかる。

5. 今後の課題：紅葉している葉と枯れている葉の違いは何かを調べる。

6. 引用文献：・色の変化はどう起こる？紅葉するメカニズム (BIGLOBE ニュース)

- ・なぜ紅葉するの？葉の色が変わる「色素」のメカニズム (BUNA)
- ・Wikipedia (モミジ、カエデ)
- ・紅葉のメカニズム (もみじかえで研究所)
- ・紅葉ってそもそもなぜ起こるの？

7. 謝辞：今回、研究を進めるにあたって、内海先生には有益な助言を頂いています。ここに記して謝意を表します。

紅葉の、日光・温度との関係

1. 動機・目的

夏から秋にかけて木の葉の色が変わり、秋には綺麗な紅葉が見られることに興味を持ち、その条件を明らかにしようと思ったため。

2. 仮説

- ・ 温度が**低いほど**変色しやすい
- ・ 変色には**必ず日光が必要**である

3. 方法

- ・ 植物は「イロハモミジ」（学校の中庭のもの）を使用する。
- ・ 実験1(温度):冷蔵庫(約0~6°C)に入れたもの(以下イロハモミジA)と冷凍庫(約-22~-16°C)にいれたもの(以下イロハモミジB)の色の変化を確かめる。(期間は二十日間, 24時間置いておく)
- ・ 実験2(日光の有無):24時間冷凍庫に入れたもの(以下イロハモミジC)と朝7時から日没まで日光に当てそれ以外の時間は冷凍庫に入れたもの(以下イロハモミジD)の色の変化を確かめる。(期間は二十日間)

4. 結果



- ・ 実験1から、温度が低いイロハモミジBがイロハモミジAと比較してより変色していることがわかる。
- ・ 実験2から、日光を当てたイロハモミジDがイロハモミジCと比較してより変色していることがわかる。

5. 考察

- ・ それぞれの実験結果から、変色には**温度と日光が必要**であり、その程度が大きくなるにつれて、色の変化がより大きくなっていることがわかる。

6. 今後の課題

- ・ 紅葉している葉と枯れている葉の違いは何かを調べる。

7. 参考文献

- ・ 色の変化はどう起こる？紅葉するメカニズム (BIGLOBEニュース)
- ・ なぜ紅葉するの？葉の色が変わる「色素」のメカニズム (BUNA)
- ・ Wikipedia (モミジ、カエデ)
- ・ 紅葉のメカニズム (もみじかえで研究所)
- ・ 紅葉ってそもそもなぜ起こるの？ (ZEKKEI Japan)

8. 謝辞

今回、研究を進めるにあたって、内海先生には有益な助言を頂いています。ここに記して謝意を表します。

形状記憶合金が酸・アルカリから受ける影響

1. 研究の動機と目的:形状記憶合金は身近に利用されており、その安全性や汎用性が高まれば、生活がより便利になる。私たちは形状記憶合金を生体利用する先行研究を調べる中で、形状記憶合金の生体環境での腐食挙動についての研究に興味を持ち、形状記憶合金は私たちがこれまでに習った水溶液によって腐食等の影響を受けるのかどうか疑問に思った。私たちは形状記憶合金が酸からは影響を受けるが、アルカリからは影響を受けないという仮説を立てた。

2. 方法:まず、4つの試験管を用意し、それぞれの試験管に代表的な酸、アルカリである塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、および、ニッケルを溶かす硝酸（いずれも濃度1mol/L）と、対照実験のために水を入れる。その後、全ての試験管に約10cmずつに切った形状記憶合金ワイヤー（ニッケル含有チタン合金製）を入れ、一定期間たった後ワイヤーを取り出す。今回の実験では5分、2時間、24時間、2週間に分けて検証した。（うち、硝酸は2時間の実験のみ行った。）ワイヤーを取り出した後はワイヤーを冷却しながら変形させた後、合金を放置し元の形に戻る様子を観察した。

3. 結果:どの条件でも元の形に戻った。また、形状記憶合金を入れた塩酸のうち2週間浸けていたものは少し黄色に変色していたが、他に著しい変化は見られなかった。

4. 考察:私たちは実験から得られた結果を受けて形状記憶合金は、酸・アルカリによる影響を受けないと考察した。つまり、形状記憶合金は生体環境においての酸・アルカリによらず形状記憶合金の超弾性を発揮できるといえる。このことは形状記憶合金を生体環境で使用する際に役立つものだといえる。

5. 今後の課題:今後の課題として、他の形状記憶合金や他の水溶液などを利用して実験できなかったので、今後機会があれば他の形状記憶合金や水溶液を利用して実験をしていきたい。

6. 引用文献

- ・宮崎 修一 (2012)形状記憶合金の基礎(基礎化学品製造の実際と高校での教育実践) 2012年 60巻 7号 p. 310-313 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/60/7/60_KJ00008159380/_article/-char/ja/
- ・仲庭 正義 (2000年) 「身近な形状記憶合金」
https://www.nstec.nipponsteel.com/tsushin/pdf/1999/27_2s.pdf
- ・押田 良機, 宮崎 修一(1991年) 「形状記憶合金と腐食と生体適合性」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcorr1991/40/12/40_12_834/_pdf
- ・成島 尚之 (2005年) 「生体材料としてのチタンおよびチタン合金」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jilm/55/11/55_11_561/_article/-char/ja/
- ・金糸コード株式会社 「人体に直接装着が可能な、小型で高応答性・柔軟性を実現した形状記憶合金(SMA)人工筋肉アクチュエータ」 <https://www.campuscreate.com/global/ja/wp-content/uploads/2020/05/campus13-kaneko.pdf>

形状記憶合金が酸・アルカリから受ける影響

キーワード 形状記憶効果 形状記憶合金

研究の動機と目的

クラスで行われたテーマ案の発表を聞き、私たちは形状記憶合金が酸・アルカリから影響を受けるのかに興味を持ったことから研究を始めた。このことについて研究することによって形状記憶合金の安全性・汎用性を高めることができる。

仮説

- ・形状記憶合金は強い酸ほど元の形状に戻りにくくなる。
- ・形状記憶効果はアルカリからは影響を受けない。

方法

- 1) ワイヤー状の形状記憶合金を一本10cmに切る。
- 2) 合金をそれぞれ1mlの水・塩酸・硝酸・水酸化ナトリウム水溶液に入れる。
- 3) 合金を冷却しながら変形させる。
- 4) 合金を放置し元の形に戻るかを観察する。



図1 形状記憶合金を切り離したもの



図2 形状記憶合金を冷却する様子

結果

- ・形状記憶合金を入れる水溶液、入れておく時間を変えて行ったがどの場合でも元の形状へ戻った。
- ・塩酸に長時間つけていたものでは、塩酸が少し黄色がかってていたが形状記憶合金に変化は見られなかった。



図3 塩酸が黄色がかっている様子

考察

本研究では、チタン-ニッケルの形状記憶合金を用いた。チタン・ニッケルとも耐食性に優れた金属であるため酸・アルカリからの影響を受けにくかった。ニッケルとの化合物が存在する硝酸で実験行っても変化は見られなかった。

水溶液と水溶液につけた時間別にみられた形状記憶合金の変化

	経過時間		
	5分	2時間	24時間
水	なし	なし	なし
塩酸	なし	なし	なし*
水酸化ナトリウム水溶液	なし	なし	なし
硝酸	/	なし	/

/の部分は実験を行っていない

* 塩酸が黄色がかっていた

今後の課題

本研究ではチタン-ニッケルの形状記憶合金を使用した。ほかの形状記憶合金でも行いたいと考えている。また、水溶液も同様にいろいろなものを利用して実験をしていきたい。

謝辞

本研究をすすめるにあたって、内海先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- ・宮崎 修一「形状記憶合金の基礎(基礎化学製品製造の実際と高校での教育実践)」2012年 60巻 7号 p. 310-313
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/60/7/60_KJ00008159380/_article/-char/ja/
- ・仲庭 正義 (2000年)「身近な形状記憶合金」
https://www.nstec.nipponsteel.com/tsushin/pdf/1999/27_2s.pdf
- ・押田 良機 宮崎 修一(1991年)「形状記憶合金と腐食と生体適合性」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcor/1991/40/12/40_12_834/_pdf
- ・成島 尚之 (2005年)「生体材料としてのチタンおよびチタン合金」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jilm/55/11/55_11_561/_article/-char/ja/
- ・金糸コード株式会社「人体に直接装着が可能な、小型で高応答性・柔軟性を実現した形状記憶合金(SMA)人工筋肉アクチュエータ」
<https://www.campuscreate.com/global/ja/wp-content/uploads/2020/05/campus13-kaneko.pdf>

ミュラーリヤー錯視の矢羽根の角度による見え方の変化

1. 研究の目的と仮説

はじめに、ミュラーリヤー錯視とは、同じ長さの線分の両端に矢羽根をつけることによって2本の同じ線分が違う長さに見える錯視のことである。私たちは、ミュラーリヤー錯視の両端の矢羽根の角度によって錯視の作用が変化するか気になったため、本研究をしようと考えた。私たちは、矢羽根の角度が大きくなるにつれて錯視の作用が大きくなると仮説を立てた。

2. 研究方法

内側に閉じている図では直線のある角度を、外側に開いている図では直線のない側の角度を a とする。図の直線の長さを l とする。内側に閉じている図、外側に開いている図において、矢羽根の角度の 30° 、 60° 、 150° 、の3段階に分けて作図する。それらが、別に用意した長さの異なる5つの線分のうち、どれに1番近く見えるか生徒126人にアンケートを行った。5つの線分は、内側に閉じている図では l に対して、0.7倍、0.8倍、0.9倍、1.0倍、1.1倍となる線分。外側に開いている図では l に対して、0.9倍、1.0倍、1.1倍、1.2倍、1.3倍となる線分である。アンケートを行う際の注意点としては、作図の紙を机に置き、背筋を伸ばして上から見ることにした。そして実験の結果から回答の割合を求めた。

3. 結果

内側に閉じている図では、作用が大きく見られた回答者の割合は 30° では50.8%、 60° では42.8%、 150° では39.3%、となった。矢羽根が外側に開いている図では、 30° では26.8%、 60° では24.2%、 150° では31.7%となった。まとめると、内側に閉じている図では、 30° から 150° になるにつれて短く見えている人の割合が大きくなっていくことから、 a の角度が大きくなるにつれて、より短く見える錯視の作用が大きくなる。外側に開いている図では、 150° から 30° になるにつれて長く見えている人の割合が大きくなっていくことから、 a の角度が小さくなるにつれてより長く見える錯視の作用が大きくなることがわかった。

4. 考察

仮説については、内側に閉じている図の錯視については成り立ったが、外側に開いている図の錯視については成り立たなかった。この理由として、矢羽根が内側に閉じている図では、 a の角度が小さい方が、図全体がより平たく見えるために、直線の長さが長く見えると考えた。また、矢羽根が内側に閉じている図では、 a の角度が大きい方が、図全体の幅がより丸く見えるため、直線の長さが短く見えると考えた。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたって、内海先生には有益な助言を頂きました。ここに記して謝辞を表します。

ミュラーリヤー錯視の角度による見え方の変化

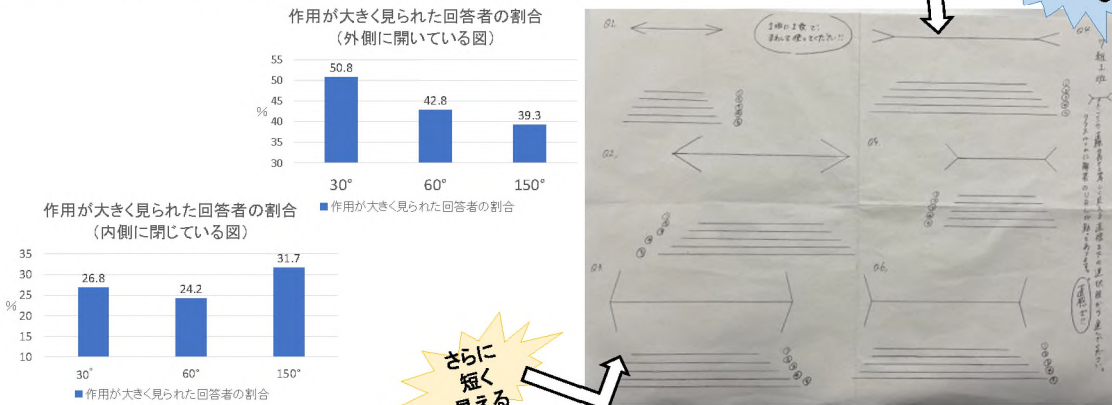
キーワード：ミュラーリヤー錯視…同じ長さの線分の両端に内向きの矢羽根をつけると長く見え、外向きの矢羽根をつけると短く見える現象。
 矢羽根…作図の直線の両端に出っ張っている2本の短い直線。

1. **研究の動機と目的**：数ある多くの錯覚のうち、ミュラーリヤー錯視に焦点を置いたとき、両端の矢羽根の角度によって錯覚の作用が大きくなるのか気になったため。また、本錯視において、直線の長さの見え方がどのときに一番短く、また、一番長く見えるのかを矢羽根の部分に注目して明らかにしようと考えた。

2. **仮説**：矢羽根の角度が大きくなるにつれて見え方の変化が大きくなる。

3. **方法**：内側に閉じている図では直線のある側の角度を、外側に開いている図では直線のない側の角度を a とする。図の直線の長さを l とする。内側に閉じている図、外側に開いている図において、矢羽根の角度をどちらも 30° 、 60° 、 150° の3段階に分けて作図する。それらが、同時に用意した5つの線分のうち、どれに1番近く見えるか生徒126人にアンケートを行った。5つの線分は、内側に閉じている図では l に対して、0.7倍、0.8倍、0.9倍、1.0倍、1.1倍となる線分、外側に開いている図では l に対して、0.9倍、1.0倍、1.1倍、1.2倍、1.3倍となる線分である。アンケートを行う際の注意点としては、作図の用紙を机に置き、背筋を伸ばして上から見ることにした。そして実験の結果から、回答の割合を求めた。

4. **結果**：今回の実験では下図のような結果が得られた。



矢羽根が内側に閉じている図では、矢羽根の角度が大きくなるにつれて短く見える錯覚の作用が大きくなる。

矢羽根が外側に閉じている図では、矢羽根の角度が小さくなるにつれて長く見える錯覚の作用が大きくなる。

5. **考察**：角度が小さい図では全体がより平たく見え、長く見えたと考えられる。角度が大きい図では全体がより丸く見えるため、短く見えたと考えられる。よって、内側に閉じている図では角度が 150° の図が短く見える作用が大きくなり、外側に開いている図では、角度が 30° の図が長く見える作用が大きくなり、みられるのではないかと考えられる。

6. **謝辞**：本研究を進めるにあたって、内海先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

365 日の紙飛行機～紙飛行機の滞空時間～

1. 研究の動機と目的：紙飛行機全国大会というものがあるのを知り、どうすれば、紙飛行機を長い時間飛ばせるのかということに興味を持ったから。
2. 方法：まず、B5 サイズの五種類の折り方の紙飛行機を 5 メートルの高さから床に平行な角度で投げ、長い時間飛ぶ折り方を調べた。次に、その折り方で用紙の大きさ、素材を変えて検証した。
3. 結果：イーグルという折り方で B6 サイズの半紙で作成した紙飛行機が飛ぶことが分かった。

紙飛行機の折り方	スタンダード	イーグル	いか	スピア	ジェット機
平均滞空時間 (秒)	3.511	4.294	3.311	3.637	1.367

4. 考察：イーグルは回転しながら真下に落下する。回転することで空気抵抗が増し、落下スピードが遅くなると考えられる。ほかの折り方の紙飛行機はイーグルに比べて進むスピードが速い。しかし、そのスピードは前に進む勢いをなくすと、落下するスピードが変わる。そのため、落下速度が増し、結果、イーグルより早く落下すると考えられる。
5. 今後の課題：紙飛行機は毎回の投げる条件が変わってくる。その時の風速・投げる勢い・投げる角度など。また、同じ折り方の紙飛行機を複数作成し、試すことも必要かもしれない。

6. 引用文献

<https://handmade3.jp/15456.html>
<https://www.e-f.co.jp/blog/44/>
<https://weathernews.jp/s/topics/202004/300085/>
<https://www.bing.com/videos/search>

365日の紙飛行機～紙飛行機の滞空時間～

1. 研究の動機と目的 : 紙飛行機全国大会というものがあるのを知り、どうすれば、紙飛行機を長い時間飛ばせるのかということに興味を持ったから。
2. 仮説 : 紙の質 → 硬くて薄いほうがいい
紙の折り方 → スタンダードな折り方が一番飛ぶ
紙の大きさ → 小さいほうが飛ぶ
3. 方法 : まず、B5サイズの5種類の折り方の紙飛行機を5メートルの高さから床に平行な角度で投げ、長い時間飛ぶ折り方を調べた。次に、その折り方で用紙の大きさ、素材を変えて検証した。
4. 結果 : イーグルという折り方でB6サイズの半紙で作成した紙飛行機が飛ぶことが分かった。

紙飛行機の折り方	スタンダード	イーグル	いか	スピア	ジェット機
平均滞空時間 (秒)	3.511	4.294	3.311	3.637	1.367
紙の大きさ (イーグル)		B5	B6		B7
平均滞空時間 (秒)		4.294	4.476		2.063



スタンダード



イーグル



いか



スピア



ジェット機

5. 考察

イーグルは回転しながら真下に落下する。回転することで空気抵抗が増し、落下スピードが遅くなると考えられる。他の折り方の紙飛行機はイーグルに比べて進むスピードが速い。しかし、そのスピードは前に進む勢いをなくすと、落下スピードが変わる。そのため、落下速度が増し、結果、イーグルより早く落下すると考える。

6. 今後の課題

紙飛行機は毎回の投げる条件が変わってくる。その時の風速・投げる勢い・投げる角度など。また、同じ折り方の紙飛行機を複数作成し、試すことも必要かもしれない。

7. 引用文献

<http://kamihikouki.jp/>
<https://handmade3.jp/15456.html>
<https://www.e-f.co.jp/blog/44/>
<https://weathernews.jp/s/topics/202004/300085/>
<https://www.bing.com/videos/search>

8. 謝辞

本研究をするにあたって、田中先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

メントスコーラを強くする条件とほかの飲み物での再現

1. 研究の動機と目的

私たちは、SNSなどでよく聞く「メントスコーラ」に興味を持ちました。「メントスコーラ」とは、炭酸飲料のコーラに、お菓子のメントスをいれると、コーラが激しく吹き上がる現象である。その現象で使われている飲み物は必ずしもコーラではないといけなのか、また「メントスコーラ」の反応をどうすれば強くできるのか知りたいと思ったことです。そして、この探究活動で知った新しい知識を日常にどうにかしていかせる方法を見つけないかと考えたからです。

2. 方法

私たちは初めに、噴き出す原因は飲料の中に含まれる二酸化炭素量が関係すると予想した。そのため、強炭酸のウィルキンソンと微炭酸のMATCHを用意しました。そして、それぞれのペットボトルにメントスを入れ泡が噴き出した高さを調べた（実験①）。

また、飲料の温度にも関係性があるのではないかと思ったため、飲み物の温度を変えての実験を行いました。飲み物はコーラに限定し、コーラの温度を5℃、18℃、35℃の3つの状態にしてそれぞれにメントスを入れ泡の吹き出した高さを調べた（実験②）。ここでの温度は冷やされた状態と常温（9月の時の教室）、人の体温を目安にしている。

3. 結果

ここまでの実験を終えて、表1から、コーラ4.0cm、ウィルキンソン7.5cm、MATCH 2.3cmと、強炭酸のウィルキンソンが一番高くふきあげ、微炭酸のMATCHが一番低い値となることがわかる。

表2から、コーラにメントスを入れた時の反応の結果は、5℃で1.5cm、18℃で4.0cm、35℃で7.0cmとなり、比例の関係となっている。

飲料	高さ
コーラ	4.0 cm
ウィルキンソン	7.5 cm
MATCH	2.3 cm

（表1 実験①の結果）

温度	高さ
5℃	1.5 cm
18℃	4.0 cm
35℃	7.0 cm

（表2 実験②の結果）

4. 考察

実験結果より炭酸が強いほど強い反応が起き、またコーラの温度が高いほど強い反応が起きる事がわかり、コーラの温度差と出た数値の差の関係から温度による反応には限界があると考えられます。

5. 今後の課題

今後はもっと温度の変化によるコーラの反応の違いを詳しく調べる。

6. 引用文献

[Http://acii.jp/elen/000/004/024/4024573/amp](http://acii.jp/elen/000/004/024/4024573/amp)

メントスコーラを強くする条件とほかの飲み物での再現

1. 研究の動機と目的

SNSで有名なメントスコーラについて必ずしもコーラを利用する必要があるのか、また、メントスをコーラに入れた時の反応を強くするための条件について疑問に思い研究を始めることにしました。

メントスコーラ…お菓子のメントスをコーラに入れると泡が噴き出す現象のこと



2. 仮説

- ・コーラの炭酸が強い飲料ほどメントスを入れると強く反応する
- ・飲料の温度が高いほど強く反応する

3. 方法

コーラより炭酸が強い飲料ウィルキンソンと炭酸が弱い飲料MATCHを用意し、それぞれのペットボトルにメントスを入れ泡が噴き出した高さを調べる。次にコーラの5℃、18℃、35℃の3つの状態のものを用意しメントスを入れ泡が噴き出した高さを調べる。

4. 結果と考察

飲料	高さ
コーラ	4.0cm
ウィルキンソン	7.5cm
MATCH	2.3cm

温度	高さ
5℃	1.5cm
18℃	4.0cm
35℃	7.0cm

表1より、炭酸が強いほど反応が強くなることがわかる。表2より飲料の温度が高いほど反応が強くなる。5℃から18℃のコーラが噴き出した高さの変化に比べて、18℃から35℃のコーラが噴き出した高さの変化が少ないことから温度による反応の強さには限界がある

5. 今後の課題

温度の変化によるコーラの反応の違いをもっと詳しく調べてみたい。

6. 引用文献

<https://acii.jp/elen/000/004/024/4024573/amp>

コーラにメントスを入れるとなぜ噴き出す？試したくなる「炭酸」の科学

7. 謝辞

本研究を進めるにあたって菅生先生には有益な情報をいただいた。ここに記して謝意を表する。

人の気配は体のどこで感じるのか

1. 研究の動機と目的

私たちは、日常でふと感じることがある、人の気配は体のどこで感じているのか疑問に思った。また、班員の一人が学校の帰り道で人の気配を感じて振り返ったが誰もいなかった、という経験をした。その時、肌に違和感があったことから、人の気配は肌で感じるのではないかと仮説をたてた。その中でも露出することが多い、首、腕、足の3つの部分に着目し、どの部分で感じるのか解明することを目的とした。

2. 方法

男女それぞれ3名ずつ、班員を含めた計6名を被験者とした。まず、「微風を肌に感じた時に人の気配を感じた」と定義した。条件として被験者はいかなる時も目を目隠しで覆い、耳を耳栓で塞いで視覚と聴覚を覆っておく。その状態で首だけを出しておく、腕だけ出しておく、足だけ出しておくという3パターンを各々実験していく。被験者の背後5メートルから人が静かに近づいていき、被験者は人の気配を感じたら手を挙げる。それを見たら近づいていく人は止まり、近づく人のつま先から被験者のかかとまでの距離を測る。ただし、被験者と近づく人が接触する寸前の18センチメートルを限度とする。そこまで近づいたら5秒数え、それ以降は人の気配を感じたとはみなさない。それぞれの結果を記録し、比較した。

3. 結果

1回目の実験の記録では、最も気配を感じた人数が多いのは腕であり、次に気配を感じたのは足、そして首であった。2回目の実験の記録では、感じた人数が多い順に、腕と足が同じ人数となり、次に首であった

【表の見方】 ×…被験者が気配を感じなかった

左の長さ (cm) …気配を感じた被験者から近づく人までの距離

右の時間 (s) …限度とする18cmまで近づいた後、何秒で気配を感じたか (5秒以内)

1回目						2回目							
	腕		首		足			腕		首		足	
男	18.0cm	5.0s	×		×		男	18.0cm	2.0s	×		×	
男	×		×		18.0cm	2.0s	男	18.0cm	4.0s	18.0cm	5.0s	18.0cm	3.0s
男	18.0cm	2.0s	18.0cm	5.0s	18.0cm	0s	男	×		18.0cm	5.0s	18.0cm	2.0s
女	18.0cm	4.0s	×		18.0cm	3.0s	女	27.0cm	×		20.0cm		
女	22.0cm	18.0cm		0s	×		女	18.0cm	5.0s	28.0cm	18.0cm		5.0s
女	18.0cm	5.0s	×		18.0cm	3.0s	女	18.0cm	2.0s	18.0cm	4.0s	25.0cm	

4. 考察

人の気配を感じているのは腕ではないかと考えられる。その理由は明確には分からないが、腕は首や足より優れた感覚を持っているのではないかと。

5. 今後の課題

被験者の数が十分ではなかったため、人数を増やして、より正確な結果を得たい。

6. 引用文献

- 1) 中迫昇 篠原寿広 上保徹志 英慎平 (2010) 人の気配察知能力解明を目指した音による距離測定の基礎研究 (システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集)
- 2) 佐野節子 (2016) なんとなく感じる人の気配の正体って? (日経ビジネス電子版)

人の気配は体のどこで感じるのか

1. 研究の動機と目的：日常でふと感じることがある人の気配は体のどこで感じるのか疑問に思った。しかし、その疑問について明確な情報を得ることはできなかった。そこで、私たちは自ら被験者となりそれをあきらかにしようと実験を行った。

2. 仮説：班員の1人が学校の帰り道で人の気配を感じて振り返ったが誰もいなかった、という経験をした。その時、肌に違和感があったことから、人の気配は肌で感じるのではないか。その中でも露出することが多い首、腕、足の三つの部分が特に人の気配を感じると仮説を立てた。

3. 方法：目隠し、耳栓を着用し、視覚と聴覚を覆った状態の被験者の背後5mから人が静かに近づいていき、気配を感じたら被験者は手を挙げる。その時の被験者のかかとから近づく人のつま先までの距離を測定する。ただし、18cmを限度とする。そこまで近づいたら5秒数え、それ以降は人の気配を感じたとはみなさない。この条件は変化させずに被験者の状態を

- 1) 首だけ出しておく
- 2) 腕だけ出しておく
- 3) 足だけ出しておく

の3パターンに分けて実験を行った。

4. 結果：1回目の実験の記録では、最も気配を感じた人数が多いのは腕であり、次に気配を感じたのは足、そして首であった。2回目の実験の記録では、感じた人数が多い順に、腕と足が同じ人数となり、次に首であった。

1回目	腕	首	足
男	18.0cm 5.0s	x	x
男	x	x	18.0cm 2.0s
男	18.0cm 2.0s	18.0cm 5.0s	18.0cm 0s
女	18.0cm 4.0s	x	18.0cm 3.0s
女	22.0cm	18.0cm 0s	x
女	18.0cm 5.0s	x	18.0cm 3.0s

5. 考察：人の気配を感じているのは腕ではないかと考えられる。

6. 今後の課題：被験者の数が十分ではなかったため、人数を増やして、より正確な結果を得たい。

7. 引用文献：1) 中迫昇 篠原寿広 上保徹志 英慎平(2010)人の気配察知能力の解明を目指した音による距離推定の基礎研究 (システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集)

2) 佐野節子(2016)なんとなく感じる気配の正体って何? (日経ビジネス電子版)

3) 滝口清昭(2015)なんとなく感じる人の気配の正体? 準静電解とは (NIKKI STYLE)

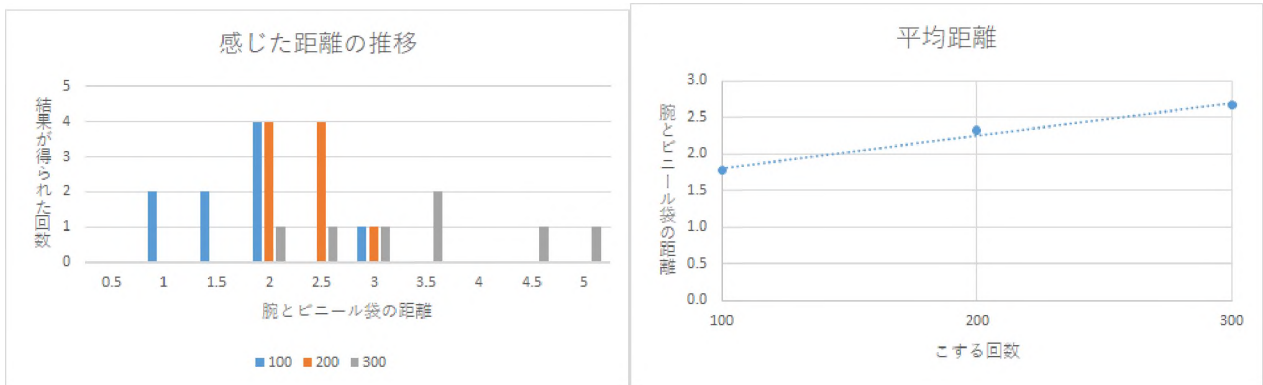
4) 滝口清昭 遠山茂樹(2003)犬は主人を電界で見分ける?: 歩行による人体の電界発生とその伝搬(特集)第16回生命情報科学シンポジウム (Journal of International Society of Life Information Science)

5) 滝口清昭 伊藤誠吾 河野賢司 袖山洋子(2011)微弱電界測定の新しい展開と生体への応用の可能性(教育講演、第31回)生命情報科学シンポジウム (Journal of International Society of Life Information Science)

8. 謝辞：本研究を進めるにあたって、志摩先生、菅生先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

人の気配の正体は静電気なのか

1. 研究の動機と目的：夜一人で帰宅していると、ふと後ろに人の気配を感じ振り返ったが誰もいなかった、テストを解いていると先生がいるように感じたが誰もいないなどという経験をしたため、その時感じたもの、つまり人の気配の正体の謎が気になり調べることにした。先行研究から人の気配の正体は静電気ではないか、というものを見つけ自分たちで調べることにした。そして人の気配の正体は静電気であるという仮説を立てた。
2. 検証方法：ビニール袋と紙を用意しこれらをこすり合わせ静電気を発生させる。静電気を帯びたビニール袋を人の腕に近づけていき、静電気を感じた時のビニール袋と腕との距離を測定する。この時静電気量とこする回数は比例すると考え、こする回数を変えていきこの実験を繰り返していく。
3. 結果：左のグラフの感じた距離の推移より、こする回数が多くなるほど腕とビニール袋の距離が大きくなっている。右のグラフの平均距離より、腕とビニール袋の距離が比例に近い関係になった。



4. 考察：これらの結果から静電気の大きさと静電気を感じる距離は、比例に近い関係になることが分かった。この実験から人は静電気を感じる能力を持っていることが分かり、人は静電気を帯びているため静電気を感じる一因であると考えた。前提条件として人体を含めた全ての物体は+か-のどちらかの電気を帯びていて、体は脳の司令に基づき発生する微弱な電気により筋肉は動いているためいつも静電気を帯びている状態にあることが知られている。

また実験を続けていく中で、毛深さによって静電気を感じる距離が変わるのではないかと考えた。

参考文献には体毛の長さにより感じる距離が変わることが記されている⁽²⁾。

5. 今後の課題：一人ひとりの被験者に行う実験回数が少なかったため実験回数を多くする。静電気を感じる距離には個人差があったので実験対象を多くする。今回は腕で静電気を感じる距離を測ったので、今後は体全体で測りどの部分で静電気を感じやすいか明らかにする。湿度や温度などの実験環境が統一できていなかったため今後は環境を統一して実験を行う。

6. 引用文献

- 1) なんとなく感じる「気配」の正体？ 準静電界とは
滝口清昭 <https://style.nikkei.com/article/DGXMZ089389280W5A710C1000000/>
- 2) 人の気配を遠隔に伝える装置 静電気で体毛が“もわっ”と
https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2110/08/news060_2.html

人の気配の正体は静電気なのか

1. 研究の動機と目的

人の気配の正体に興味を持ち、気配の正体は静電気ではないかという記事を見つけたので、それを確かめようと思った。

2. 仮説

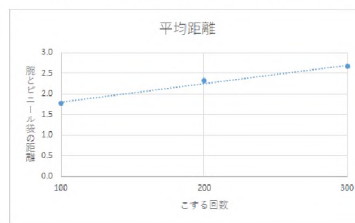
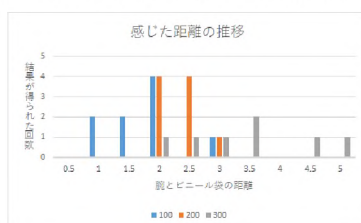
人の気配の正体は静電気である。

3. 方法

ビニール袋と紙をこすり合わせ静電気を起こす。目隠しをした状態でビニール袋を腕に近づけ、静電気を感じた時の腕とビニール袋の距離を測定する。静電気量はこする回数に比例すると考え、こする回数を100回 200回 300回と変える。腕とビニール袋の距離を静電気を感じた距離と考える。

4. 結果

左のグラフは、静電気の大きさによって感じる距離の推移を表している。縦軸は結果が得られた回数を示し、横軸は静電気を感じた距離を示している。右のグラフは、各静電気量に対する静電気を感じた距離の平均を取っている。感じる距離の推移からは、こする回数が多くなれば静電気を感じる距離が大きくなることがわかり、各静電気量から得られた静電気を感じた距離の平均を取ると比例に近い結果になった。



5. 考察

静電気の大きさと静電気を感じる距離は比例に近い関係があることが分かった。この実験から人は静電気を感じる能力を持っていることがわかり、人は静電気を帯びているため、静電気が人の気配を感じる一因であると考えた。また毛深さによって静電気を感じる距離が変わることも知られている⁽²⁾。静電気を感じる距離には個人差がある。

6. 今後の課題

実験の回数が少なかったのもう少し回数を増やしたい。
個人差があったので実験対象をもう少し増やしたい。
体全体で測り気配はどこで感じやすいのかを明らかにしたい。

7. 引用文献

- 1) なんとなく感じる「気配」の正体？ 準静電界とは
滝口清昭 <https://style.nikkei.com/article/DGXMZO89389280W5A710C1000000/>
- 2) 東京大学生産技術研究所「体包む『電界』動くと変化して伝わる」
(朝日中学生ウィークリー)
- 3) 人の気配を遠隔に伝える装置 静電気で体毛が“もわっ”と
https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2110/08/news060_2.html
- 4) 静電気発生の仕組み
<https://www.achilles.jp/product/electronics/knowledge/static-electricity/>
- 5) 準静電界を用いたHMD内での気配の知覚方法の提案
file:///C:/Users/yuki/Downloads/IPSJ-EC2019069%20(2).pdf

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって糸谷先生、志摩先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

4 択問題の正解は何番が多いのか

1. 研究の動機と目的

4 択問題で多い答えを明らかにし、どうしても分からないときに、できるだけ正解の確率が高いものを選びたいと思ったから。そこで、問題の難易度や教科によって正解の番号に偏りができるのではないかという仮説を立て調査を実施した。

2. 方法

国・数・英・理・社・その他、それぞれについての簡単な4 択問題のアンケートを1, 2 年次を対象に実施し、選択肢の作成と正答番号の設定を行ってもらった。また、難しい4 択問題のアンケートを1 年次に実施し、正答番号の傾向を調査した。

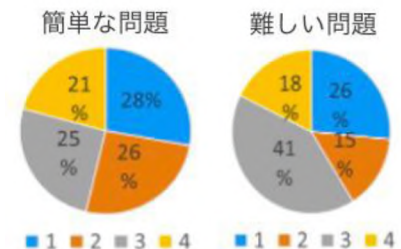
3. 結果

簡単な問題では多かった順に1. 2. 3. 4

難しい問題では多かった順に3. 1. 4. 2となった。

割合は、簡単な問題では前半の選択肢が54%

難しい問題では後半の選択肢が59%となった。また、仮説の一つであった問題の教科による答えの偏りは特に見られなかった。簡単な問題の対象者：東高の1, 2 年次 難しい問題の対象者：東高の1 年次



4. 考察

以上の結果から考えられることとして難しい問題で制作者は3に正解を多くし2, 4には正解をあまりいれない傾向があり、問題の難易度が難しいと傾向がより顕著に現れることである。このことから難易度が高く、問題がわからなければ、3に回答した方がよいと考えられる。

5. 今後の課題

簡単な問題では十分な人数の対象者がいたが、難しい問題では対象者をあまり増やせなかった。

このことから、アンケート方法によって情報の集まりやすさや集計の負担が異なることが分かった。

この学びを活かして今後アンケートを取る時は目的に応じて適した集計方法を選んでいきたい。

6. 引用文献

択一試験の裏ワザ <http://5taku.blogspot.com>

二者択一予想課題における確率の手がかりの呈示 <https://www.ritsumeihuman.com>

4 択問題は2 番を選べ!! <https://www.itmedia.co.jp>

4 択問題で最も正答率が高いのは、3 番目である。 <https://happy lifestyle.com/6889>

【数学】4 択問題10 問、デタラメに答えたら何問当たる? <https://plaza.rakuten.co.jp>

4択問題の正解は何番が多いのか

1. 研究の動機と目的

4択問題で多い答えを明らかにし、どうしても分からないときに、できるだけ正解の確率が高いものを選びたいと思ったから。

2. 仮説

問題の難易度や教科によって正解の番号に偏りがでるのではないかと。

3. 方法

国・数・英・理・社・その他、それぞれについての簡単な4択問題のアンケートを1, 2年次を対象に実施し、選択肢の作成と正答番号の設定を行ってもらった。また、難しい4択問題のアンケートを1年次に実施し、正答番号の傾向を調査した。

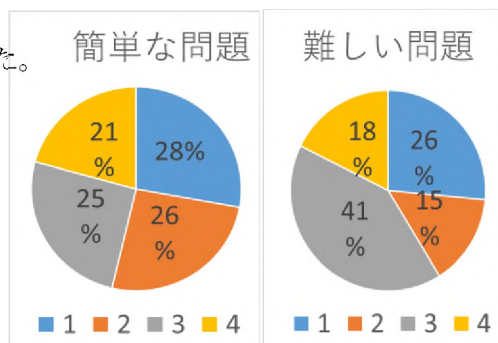
4. 結果

簡単な問題では多かった順に1. 2. 3. 4
 難しい問題では多かった順に3. 1. 4. 2となった。
 割合は、簡単な問題では前半の選択肢が54%
 難しい問題では後半の選択肢が59%となった。

また、仮説の一つであった問題の教科による
 答えの偏りは特に見られなかった。

簡単な問題の対象者：東高の1, 2年次

難しい問題の対象者：東高の1年次



5. 考察

以上の結果から考えられることとして難しい問題で制作者は3に正解を多くし2, 4には正解をあまりいれない傾向があり、問題の難易度が難しいと傾向がより顕著に現れることである。

このことから難易度が高く、問題がわからなければ、3に回答した方がよいと考えられる。

6. 今後の課題

簡単な問題では十分な人数の対象者がいたが、難しい問題では対象者をあまり増やせなかった。
 このことから、アンケート方法によって情報の集まりやすさや集計の負担が異なることが分かった。
 この学びを活かして今後アンケートを取る時は目的に応じて適した集計方法を選んでいきたい。

7. 引用文献

択一試験の裏ワザ <http://5taku.blogspot.com>
 二者択一予想課題における確率の手がかりの呈示 <https://www.ritsumeihuman.com>
 4択問題は2番を選べ!? <https://www.itmedia.co.jp>
 4択問題で最も正答率が高いのは、3番目である。 <https://happylifestyle.com/6889>
 【数学】4択問題10問、デタラメに答えたら何問当たる? <https://plaza.rakuten.co.jp>

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、西谷先生、糸谷先生には有益な助言をいただき、探究を円滑に進めることができました。ここに記して謝意を表します。

色について ～色と温度の関係性～

1. 研究の動機と目的

筆者らは服の色の違いによって体感温度が違うことに興味を持ち、色と温度になにか関係があるのかと疑問に感じた。そこで、色と温度の関係性について調べようと考えた。色と温度の関係性を明らかにすることがこの研究の目的である。

2. 仮説

筆者らは色が光を吸収したために温度の上昇が起こると考えた。また、暖色は他に比べ温度が上昇しやすく、寒色である青色や、反射が起こる白色や黄色は温度が上昇しにくいと考えた。

3. 方法

実験① 試験管にポスターカラーを溶かした色水を日光に当て、その温度の変化を30分間観測した。

実験② 水に溶けた絵の具の濃さは本当に均等なのか確認が持てなかったため、色の濃さが同じであるカラーセロハンを使い、吸光度の測定を行った。

実験①では、黒、赤、青、黄、白、無色で、実験②では黒、赤、青、黄を使って実験した。

4. 結果

実験① 2回、実験を行った結果、温度上昇は黒>青>赤・透明>黄・白の傾向があった。

実験② 吸光度は黒>黄>赤>青だった。

5. 考察

結果を見てもわかるように、ふたつの実験の結果に差があることが分かる。

その理由として、周りの環境に影響されやすい水を用いた実験に不備があったと考えられる。

この実験においては、色の濃度が全て同じであったかを正確な方法で確認せずに実験をはじめた。2の実験では、対照実験で正確な値が求められていたと考える。

したがって、1の実験で、絵の具を用いずに色の濃度が同じ、カラーセロハンなどを用いて実験を行えば、正確な結果が得られ、実験に差が出ず、色と温度の関係が明らかにできた可能性が考えられる

6. 今後の課題

カラーセロハンを用いて水の温度変化の実験を行うことでより正確な値を出す。また、色によって光の吸光度が変わる根本的な理由を物質的な違いなどを調べる。

7. 引用文献

①野田新三(2018)温まりやすい色 or 冷めやすい色は？ ②一ノ瀬敏明(2021)熱中症対策に効果的な色は？

③山森彩加(2017)黒は光を吸収するから黒い。では、吸収された色はどこへ？

④西埜敬太郎(2015)色と光の不思議 ⑤釜谷美則(2008)吸光光度法

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって内海先生、糸谷先生には有益な助言をいただきました。

色について ～色と温度の関係性～

1. 研究の動機と目的

服の色の違いによって体感温度が違うことに興味を持ち、色と温度に何か関係があるのかと疑問に感じた。そこで、色と温度の関係性を明らかにしようと考えた。

2. 仮説

色が光を吸収したため、温度の上昇が起こっていると考えている。
また、暖色は他の色に比べ温度上昇が高いと考える。
白と黄色が透明より温度変化が小さい理由は色の反射が起こっているためと考える。



3. 方法

①色水による温度変化

- 1、試験管に水を適量入れ、赤、青、黄、黒のポスターカラーをわりばしが見えなくなる濃さまで溶かして入れた。
- 2、7月27日の10時頃から11時頃まで試験管を日光に当て、各温度を1分置きに計測した。

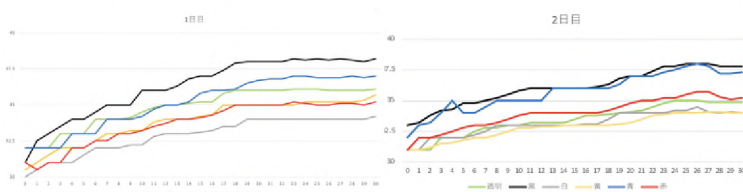
②カラーフィルムの吸光度計測

- ①の実験で色の吸光度を測定するため、同じ厚さのカラーフィルムの吸光度を求めた。
- 1、正方形のカラーフィルムを4つ折りにして4枚重ねにし、光学台にクリップで固定した。
- 2、約10cmの距離を置いてそれぞれの色のカラーフィルムにスマートフォンのライトで光を当て、反対側から吸光度を測定できるアプリ (LightMeter) で吸光度を測った。



4. 結果

①色と温度の関係



温度上昇は 黒>青>赤>白・黄 の順だった

②セロハンの吸光度変化

	測定値(lux)	吸光度(lux)
透明	3743	0%
赤	2295	39%
青	2631	30%
黄色	1463	61%
黒	0	100%

吸光度は 黒>黄>赤>青 の順だった

5. 考察

上記で示しているように、2つの実験の結果に差があることがわかる。その理由として周りの環境に影響されやすい色水を用いた実験に不備があったと考えられる。この実験においては、色の濃度が全て同じであることを正確な方法で確認せずに実験を始めた。②の実験では、対照実験で正確な値が求められたと考える。したがって、①の実験で絵の具を用いずにカラーフィルムなど色の濃度が同じものを用いて実験を行ってれば、正確な結果が得られ、実験に差が出ず、色と温度の関係が明らかにできた可能性が考えられる。

6. 今後の課題

カラーフィルムを用いて①の実験を行う。
また、色によって光の吸光度が変わる根本的な理由を調べることによってどうして色によって吸光度が変わるのかを調べる。

7. 引用文献

- ①野田新三 (2018) 温まりやすい色or冷めやすい色は？
- ②一ノ瀬俊明 (2021) 熱中症対策に効果的な服の色は？
- ③山森彩加 (2017) 黒は光を吸収するから黒い。では、吸収された色はどこへ？
- ④西埜敬太郎 (2015) 色と光の不思議
- ⑤釜谷美則 (2008) 吸光度法

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、内海先生、糸谷先生には有益な助言をいただきました。ここに記して謝意を表します。

支柱がつる性植物に及ぼす影響に迫る

1. 研究の動機と目的： 家のフェンスに植物が絡みついているのを見て、もし支柱などがなかったら植物は枯れてしまうのか気になった。つる性植物に支柱が及ぼす影響を支柱の有無・種類に注目して明らかにしようとした。

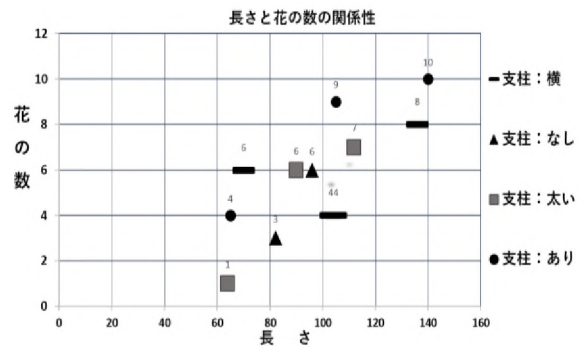
2. 方法： 朝顔を種子から発芽させ、15cm 伸長した後、以下の4つの条件で支柱を立てた。①、②、④の支柱は園芸コーナーで市販されているもの、③はペットボトル(2L)を支柱代わりにプランターの中に立てた。意図的につるを巻き付けず、朝顔の自然な伸長のもと観察した。



上の4パターンに分けて検証を行った。

3. 結果： ①～④の朝顔は支柱に巻き付かなかった。

4. 考察： 全ての朝顔は支柱に巻き付かなかったが、すべての個体において花が咲き、つるもよく伸び、生長(成長)に問題はなかった。文献によると朝顔が支柱に巻き付かなか



った理由は風が強かったことが関係していると分かった。また植物が支柱に触れることでつるが支柱に巻き付く接触屈性という性質がある事が分かった。今回は風の影響でつるが支柱に触れなかった事が接触屈性を妨げ、つるが支柱に巻き付かなかったと考えた。

5. 今後の課題： 今回の実験では、すべての朝顔が支柱に巻き付かなかったので正確なデータを得ることが出来なかった。そのため再度検証する時は、実験者が朝顔の茎を最初だけ意図的に巻き付けるなど、正しく実験が行えるような環境を整えることが必要であると分かった。

6. 引用文献： 支柱の役割・・・／朝顔のつるはどうして支柱に巻きつくの？／つる植物が支柱に巻き付くしくみを知りたい。／アサガオの生理学／接触屈性

支柱がつる性植物に及ぼす影響に迫る！

1. 研究の動機・目的：家のフェンスに植物がからみついているのを見て、もし支柱などなかったら植物は枯れてしまうのが気になった。つる性植物に支柱が及ぼす影響を支柱の有無・種類に注目して明らかにしようとした。
2. 仮説：
 ・支柱によってつる性植物の生長(成長)がよくなっている。
 ・支柱によってつる性植物の巻き方が変わっている。
 ・支柱によってつる性植物の育つ方向が変わっている。

3. 方法：①支柱あり



②支柱なし



③太い支柱



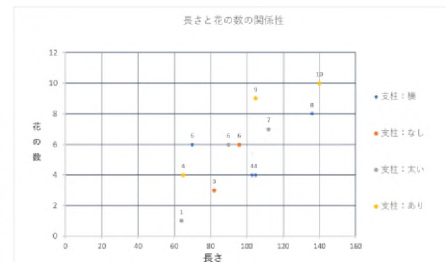
④横向きの支柱



の4つの条件に設定し朝顔を育て、つるの伸びや巻き付き方、花の育ち方を調べる。

4. 結果：①～④の朝顔はすべて支柱に巻き付かなかった。

5. 考察：全ての朝顔は支柱には巻き付かなかったが、全ての個体において花が咲き、つるもよく伸び、生長(成長)に問題はなかった。文献によると、朝顔が支柱に巻き付かなかった理由は、風が強かったことが関係していることが分かった。また、植物が支柱に触れることでつるが支柱に巻きつく接触屈性という性質があることが分かった。今回は風の影響でつるが支柱に触れなかったことが接触屈性を妨げ、つるが支柱に巻き付かなかったと考えた。



6. 今後の課題：今回の実験では、すべての朝顔が支柱に巻き付かなかったので、正確なデータは得られなかった。そのため再度検証する時は、実験者が朝顔の茎を最初だけ意図的に巻き付けるなど、正しく実験が行えるような環境を整えることが必要であると分かった。

7. 引用文献：支柱の役割・・・朝顔のつるはどうして支柱に巻きつくの？/つる植物が支柱に巻き付くしくみを知りたい。/アサガオの生理学/接触屈性

8. 謝辞：本研究を進めるにあたって、古河先生、杉本先生には有益な助言をいただいている。ここに記して謝意を表する。

【MEMO】

2 年次生徒の自然科学
ポスター

気象情報と天気の関係性

1 研究の目的と動機

「天気予報では雨は降らないって言っていたのに…」や「雨が降ると思って持ってきた傘が邪魔に…」という天気予報はあまりあてにならないという悩みがある。そこで、その土地によって異なった条件での天気の変化や傾向を調べてちよとした天気の予想ができたらいなと思ったから。また、自分たちの住んでいる地域の気候の特徴を調べられると思ったから。

2 仮説

・飛行機雲など、雲の発生条件に気圧は関係している¹⁾、また、風の発生条件にも気圧は関わっており²⁾、天気予測において一番重要なのは気圧だと思われる。だから、気圧の変化を見ることで天気を予測できるのではないか。

3 方法

温度・気圧・湿度計を使い下記の日時の気象情報のデータを取る。

- ・毎週木曜日13時25分～14時15分の50分間計測する
- ・置き場所…日陰で、風通しの良いところ、地上から約1,5mの場所
- ・10月7日～12月16日の8日間計測(10月14日、28日、12月2日はテストのため計測できなかった)
- ・収集したデータをもとに天気と気圧の関係性を調べる。

4 結果

気温と気圧の関係

日	気圧	湿度
10月21日	1026	28
10月28日	1025	25
11月11日	1020	42
11月18日	1029	45
11月25日	1028	43
12月9日	1038	30

湿度と気圧の関係

日	気圧	気温
10月21日	1026	22
10月28日	1025	25
11月11日	1020	18
11月18日	1029	20
11月25日	1028	18
12月9日	1038	23

5 今後の予定

できるだけ正確な天気の予想ができるように、データをとる回数を増やしたい。一日の気象条件の変化のデータを取り、気象条件の変化の特徴や、傾向などを調べて天気の予測の参考にしたい。また、今回は気圧の変化に着目したので、他の条件にも着目して調べたい。

6 参考文献

- 1)2) www.tachikawa.ed.jp
- 3) www.jma-net.go.jp
- 4) <https://www.yamada.jp>taikitoumi>

7 謝辞

本研究において岡田先生をはじめ多くの先生方に有益な助言をいただいたことをここに記して謝辞を表す。



天気と確率

《キーワード》

天気…晴れ曇り雨という観点から見た空模様
気候…気温や湿度や風の状態などを含む総合的な状態
気候要素…ひとつの気候を構成する要素

1. 研究の動機

私たちは、天気には様々な気候要因(雲量・気圧・風量・日射量・気温・降水量・湿度など)が関係していると思う。そこで、過去の天気の記録を分析することで、次にどのような天気になるのか、傾向を調べることができるのではないかと考えた。

2. 仮説

湿度が高かった日の翌日は、雨が降る。

3. 研究の目的

外で予定があるとき、翌日の天気を予想することで、それに合わせた準備ができるのではないかと考えた。

4. 方法

過去の気候要素・天気をインターネットや本で調べる。次に、特定の天気(例:晴れ)の前日の気候要素に着目し、気候要素と天気に関係があるのか考える。

5. 今後の課題

まず、過去の気象データを集め、記録する。次に翌日の気候を記録する。その後、前日の気候要素と翌日の気候に関係があるか、確率を求めることによって調べる。その結果から、一日の気候要素を記録することで、翌日の天候を予測することは可能なのか、考えていきたい。

6. 参考文献

- 1) 気象庁過去の気象データ
- 2) ウェザーニュース
- 3) 日本気象協会雨雲レーダー
- 4) Yahoo! 天気
- 5) goo天気

7. 謝辞

本研究を進めるにあたって竹中先生には有益な助言をいただきました。ここに記して謝意を評します。



カラメル化による糖の種類と明度の変化

キーワード

- カラメル化…糖を加熱することで茶色く苦くなる現象
- 単糖類……それ以上加水分解されない糖類
- 転化糖……ショ糖の分解によってできたブドウ糖と果糖の混合物

研究の動機と目的

砂糖がカラメル化するのを見て、糖の種類によって黒くなるのにはどのような違いがあるかについて興味をもった。

仮説

単糖類のものは明度が低くなりやすい(早く黒くなる)。転化糖が加えられているかどうかによって明度の変化に違いが生じる。

実験

家庭でよく用いられる上白糖とグラニュー糖を用いてそれぞれアルミ皿に25g入れてホットプレートで熱する。その後、砂糖の温度が5℃変わるときに砂糖をすくい、紙にとって色の明度を数値化できる色彩ヘルパーで測り表にまとめ、二つの間の違いについてを調べる。(色彩ヘルパー：256³色計測可能)

結果

上白糖の方が温度が高くなりやすく、高い温度で明度が低くなる。(表1)

温度が一定になっても黒くなり続ける。(図1)

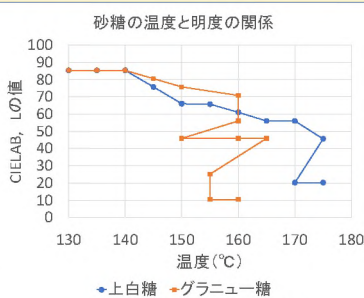


表1 実験結果の推移

考察

転化糖を含まないグラニュー糖は低い温度で明度が低くなる。転化糖は明度の低下を緩和させる働きがあるのではないかと推察する。

→熱する温度が均一にするのが難しかったため、一回しか実験を行うことができず、正しい結果が得られたかわからない。

今後の課題

実験を複数回行って正確性を高める必要がある。転化糖のみでも同様の実験を行う。

謝辞

本研究を進めるにあたって先生方には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

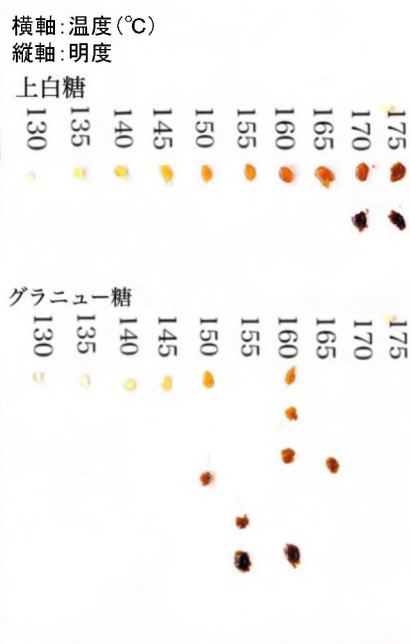


図1 実験の結果

参考文献

- 株式会社林原 食品素材事業サイト 「糖の基礎知識」 <https://www.food.hayashibara.co.jp/sugar/>
 加熱速度や加熱温度がカラメルソースの色・味に及ぼす影響 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhej1951/36/2/36_2_81/_pdf
 ウィキペディア キャラメル化 <https://ja.m.wikipedia.org/wiki/キャラメル化>
 大東製菓 砂糖のコラム <https://daitoseito.co.jp/topics>
 温度で変わる砂糖 <https://pearlace.co.jp/know-and-fun/tips/post-44.html>
 使用アプリ 色彩ヘルパー 販売元 Daisuke Nishioka

糖度計を作ろう

1. 研究の動機と目的

糖度計で測っている甘さはそのもの自体の甘さでないと知り、自分たちでそのもの自体の糖度をはかれる糖度計を作りたいと考えた。

〈糖度計の仕組み〉

水や空気の中をまっすぐ進む光の性質を利用し、液体中の溶質が多いほど光の屈折率が多くなるという原理をもとにしたものである。

2. 方法

試料（蒸留水・墨汁・食塩水・砂糖水・ワイン・硫酸1mol/L・硫酸銅1mol/L・アンモニア水1mol/L・水酸化ナトリウム1mol/L・塩酸1mol/L・イソジン・過酸化水素水1mol/L）をそれぞれ糖度計で測る。糖度計が屈折率を利用しているかどうかを調べる。

〈仮説〉

屈折率を利用していないとすると、砂糖水が一番糖度が高くなる。理由は、用意した溶液の中で私たちの経験上一番甘いと感じるのは砂糖水だったから。

溶液	数値
蒸留水	0.0
墨汁	測定不能
食塩水	6.4
砂糖水	4.1
ワイン	7.1
イソジン	43.5

溶液	数値
硫酸	9.0
硫酸銅	17.9
アンモニア水	2.1
水酸化ナトリウム	7.0
塩酸	5.4
過酸化水素水	1.5

3. 結果

上記の結果より今回の実験の試料の中ではイソジンが一番糖度が高いことが分かった。また、蒸留水は0.0という値で、蒸留水の次に過酸化水素の糖度が低かった。

4. 考察

溶けている溶質の分子量の違いが数値に影響している。反省として砂糖水と食塩水のモル濃度をそろえる必要があった。

5. 今後の課題

この実験で得られた結果よりどのような傾向があるかを調べ、正確な糖度計を作る。今回は甘いと感じない溶液や口にすることがない溶液に絞って実験したので、次回は甘いと感じる溶液を対象として同じ実験を行う。

6. 参考文献

糖度計は実は甘さを測ってはいない？ Ekuippu Magazine <https://ekuippumagazine.com>
 糖度と糖分について|株式会社メカトロニクス https://mechatronics.co.jp/sugar_content

7. 謝辞

本研究を進めるにあたって鈴木先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

乳酸菌は植物の成長を促進させるのか

1、研究の動機と目的

植物に飲むヨーグルトをかけると成長が促進されたという動画を見て、このテーマを設定した。目的は、乳酸菌に植物の成長を促進させる性質があるのかを調べることである。

2、仮説

乳酸菌の性質によって植物の成長が促進される。

3、方法

(I) 水、濃度の薄い乳酸菌入りの溶液 (A)、濃度の濃い乳酸菌入りの溶液 (B) を用意する

※それぞれの溶液の濃度は (A) は約0.003% (約1500億個/L)、(B) は約0.006% (約3000億個/L)

(II) 側面を切ったペットボトル3つを用意し、そこに同じ高さに切りそろえた豆苗をいれて、毎日、用意した液体を与える

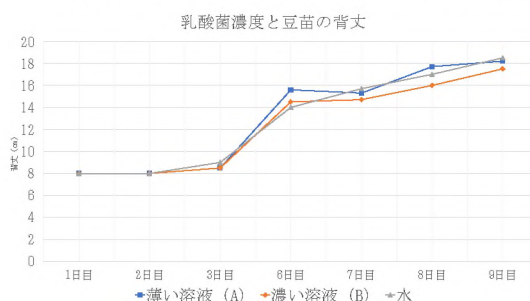
(III) 豆苗の全長を毎日測り記録する



4、結果

水のみで育てた豆苗が一番よく成長し、乳酸菌入りの溶液で育てた豆苗は (A)、(B) の順で生長した。(A)、(B) は水のみで育てた豆苗と比べると、あまり成長しなかった。

	薄い溶液 (A)	濃い溶液 (B)	水
1日目	8.0cm	8.0cm	8.0cm
2日目	8.0cm	8.0cm	8.0cm
3日目	8.5cm	8.5cm	9.0cm
6日目	15.6cm	14.5cm	14.0cm
7日目	15.3cm	14.7cm	15.7cm
8日目	17.7cm	16.0cm	17.0cm
9日目	18.2cm	17.5cm	18.5cm



※3日目以降は成長に差が見られた為、平均値をとっている

5、考察

観察の結果は、水だけを与えた豆苗が最も成長し、次に濃度の薄い溶液 (A) を与えた豆苗だった。よって、現時点で乳酸菌は植物の成長を阻害すると思われる。先行研究では、ヨーグルトによって成長が促進されるという結果だったが、今回の観察ではそのような結果が得られなかった。それは、先行研究では土壌を用いていたためだと考えた。

6、今後の課題

- ・実験回数や個体数が少ないので、もう少し実験を重ねて、正確な結果をとる
- ・追試を行う

7、参考文献

植物にヨーグルトを食べさせる？

<https://acaric.jp/articles/postdoc/1409>

農業に役立つ微生物「乳酸菌」

<https://www.kaku-ichi.co.jp/media/crop/microorganism/effect-of-lactic-acid-bacteria>

ウィキペディア 乳酸菌

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B9%B3%E9%85%B8%E8%8F%8C>

ヨーグルト農法

<https://www.kaihatsunature.com/yogurt.html>

8、謝辞

本研究を進めるにあたって、古河先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

ヨーグルトを家で作るには

キーワード

発酵の条件…ヨーグルトを作るために必要な乳酸菌を発酵させるための条件

1.研究の動機と目的

ヨーグルトにはさまざまな種類があるが、何度も同じヨーグルトを買うのは手間にもなる。そこで私たちは家で簡単にヨーグルトを増やすにはどのような条件があるのか気になり、実験を通して考えた。

2.仮説

温度や時間によって固まったり固まらなかったりするのではないかと
ある程度の時間がたたない限りは固まらないのではないかと
温度は高すぎず低すぎず(約40度)で固まるのではないかと

3.方法

炊飯器に牛乳500ccをいれ、そこに茶こしなどでこしながらヨーグルトを大さじ2杯入れる。
1時間→オフ3時間→オン20分→オフ7時間30分の順番で保温を入れていき、ヨーグルトが作れるかどうかを見る

4.結果

ほんの少ししか固まらなかった
匂いはほとんどないが、ほんのりチーズの匂いがした
味はほとんど無味であったが、場所によってはチーズの味がし、部分的に濃くなる箇所があった



左:市販のプレーンヨーグルト
右:唯一作れたヨーグルト

5.考察

固まり方が全体的に甘かった→もう少し温める時間を長くしてから冷やすと固まってくれるのではないかと

6.今後の課題

- ・成功するヨーグルトの作り方をを見つける
- ・ヨーグルトの種を変える(カスピ海ヨーグルトやギリシャヨーグルトなど)
- ・その他さまざまな条件でヨーグルトを作り、仮説が正しいかどうかを調査していく

7.参考文献

炊飯器で自家製ヨーグルト

<https://cookpad.com/recipe/296679>

「ヨーグルトの作り方」を発酵食健康アドバイザー伝授！牛乳パック&炊飯器で

<https://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1070012185/><https://macaro-ni.jp/63140>

炊飯器で手作りヨーグルト レシピ・作り方

<https://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1070012185/>

ヨーグルトの作り方 ? 菌種で温度が違う? 失敗しない作り方とは

<https://kawashima-ya.jp/contents/?p=17386>

材料は2つだけ！ヨーグルトメーカーを使わずに作れる「自家製ヨーグルト」の簡単レシピ

<https://www.gnavi.co.jp/dressing/article/22159/>

8.謝辞

本研究を進めるにあたって、古河先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

ヨーグルトの酸味調整はできるのか

キーワード

乳酸菌 ph

1. 研究の動機と目的

ヨーグルトはものによって酸味の強弱があり、人にはそれぞれ好みの酸味があると思う。私たちの班は、どうにかしてヨーグルトの酸味を調整することができないかと考え、この探求を始めた。

2. 仮説

元になるヨーグルトに乳酸菌を加えていくことで酸味の違うヨーグルトを作ることが出来るのではないかと考えた。

3. 方法

まず、元になるヨーグルトを用意する。

最初にそのヨーグルトのphをはかっておき、その後乳酸菌を加えていくことでどのような変化があるかを数値や味覚から調べてデータにまとめる。



←計測の様子



←計測用のpHメーター

4. 結果

手順に沿ってヨーグルトを作ろうと試みたが、長期保存をしすぎたり適切な温度で保存できていなかったため、ヨーグルトを作ることに失敗した。

5. 考察

結果から失敗した原因は、保存期間が長く環境が適していなかったことがわかるので次回からは、その2点に注意しながら作りたい。

6. 今後の課題

- ・ヨーグルトを完成させられるように正しい手順と環境を作る
- ・段階を踏んでいくごとにphの数値を調べたりして仮説が正しいのかどうかを判断する

個人による味覚の違いによる結果の差をなくすために被験者を一人に絞って実験していく

酸味を上げるだけでなく下げる方法も実験していく

7. 参考文献

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp> e-ヘルスネット-厚生労働省

<https://faq.tokai-grp.jp>

<https://www.megumi-yg.com> 雪印メグミルク 恵

<https://bifidus.jp> 森永ビヒダス

<https://www.kawashima-ya.jp> かわしま屋

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって古河先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

よく飛ぶ紙飛行機を作ろう

研究の動機と目的

幼少期によく作った紙飛行機だが、高校生になった今、実験や考察を通して研究することで、どれぐらいよく飛ぶ紙飛行機を作ることができるか調べたいと思ったから。

仮説

- ・空気抵抗を受けにくいと考えたので、先端をとがらせたほうがよく飛ぶ
- ・安定すると考えたので、飛行機の前面と後面の重さに偏りが無いほうがよい。
- ・大きすぎると、重さで落ちてしまい、小さすぎると空気抵抗を受けやすいと考えたので、大きすぎず小さすぎない紙のほうがよく飛ぶ。

方法 よく飛ぶの定義は、距離とする。

〈実験1〉

大きさ、折り方は統一し、紙の種類のみを変えて、どの種類の紙が一番飛びやすいのかを五人で各種二回ずつ飛ばして調べる。

種類・・・コピー用紙、画用紙、ケント紙、クラフト紙、新聞紙、厚紙、広告紙



〈実験2〉

大きさ、紙の種類（コピー用紙）は統一し、紙の折り方のみを変えて、どの折り方が一番飛びやすいのかを五人で各種二回ずつ飛ばして調べる。

折り方・・・いか、やり、へそ、のしいか、とんぴ



結果

〈実験1〉

平均	コピー用紙	ケント紙	画用紙	クラフト紙	新聞紙	厚紙	広告紙	1位	クラフト紙	7.525
時間(s)	1.468	1.295	1.305	1.278	1.466	0.915	1.344	2位	ケント紙	7.455
距離(m)	6.864	7.455	7.073	7.525	6.648	5.573	6.319	3位	画用紙	7.073

〈実験2〉

平均	いか	やり	へそ	のしいか	とんぴ	1位	やり	8.651
時間(s)	2.143	1.779	3.342	3.466	1.838	2位	へそ	4.688
距離(m)	3.221	8.651	4.688	2.510	1.750	3位	いか	3.221

考察

実験1より、紙の種類はクラフト紙>ケント紙>画用紙の順で長い距離を飛んだ。実験2では、折り方の種類は、やり>へそ>いかの順で長い距離を飛んだ。また、のしいか>へそ>いかの順で長い時間飛んだ。

やりが圧倒的に長い距離を飛んだことから、仮説で考えた通り、先端をとがらせた紙飛行機のほうが長い距離を飛ぶと考えられる。よって、クラフト紙で作った、やり飛行機が一番長い距離を飛ぶのではないかと考える。

今後の課題

- ・どの大きさの紙飛行機が飛びやすいのかを調べる。
- ・研究の正確さを上げるために、再度、同じ実験を繰り返す。
- ・投げ方や飛ばし方が一定になるような実験の方法を考える。
- ・考察では、クラフト紙で作ったやり飛行機が一番飛ぶと考えられたが、組み合わせで変化する可能性があるため、組み合わせについて調べる。

参考文献

- ・いろいろな紙飛行機の折り方 <https://ikujist.com>
- ・どんな紙飛行機が最も遠くへ飛ぶのか <https://school.gifu-net.ed.jp>
- ・重心と紙飛行機－秋田県立由利高等学校 <https://yuri-h.akita-pref.ed.jp>
- ・紙飛行機についての研究 <https://jiyukenyu.hokkaido-np.co.jp>
- ・紙飛行機の基礎についての研究Ⅱ <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp>

食虫植物の液体について

動機

ウツボカズラの虫の捉え方が興味深く、どのような構造をもち、虫を捕らえているのか、虫を溶かして栄養分になっているが、虫以外も溶かして栄養分にする事ができるのではないかと疑問に思った。

キーワード

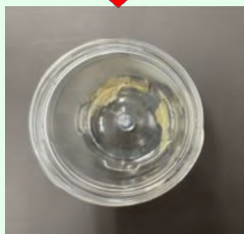
ウツボカズラ
葉先から伸びた蔓の先に捕虫袋があり、中は滑りやすく、消化液が溜まっており、甘い匂いで虫を集め、捕虫袋の中に落ちた虫を消化吸収する植物。

方法

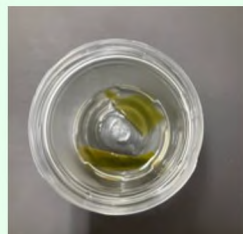
1. ウツボカズラの捕虫袋を顕微鏡で見て、滑りやすくなっている構造を調べる。
2. ウツボカズラの枯れている捕虫袋の蔓を葉先から切り、再び生えてきた捕虫袋や枯れていない捕虫袋から消化液を取り出し、かつお節、カニカマ、ワカメ、昆布を消化液に入れ、1週間後変化を調べた。
3. 虫を溶かし、ウツボカズラの消化液にpHなどの変化があるか調べる。

仮説

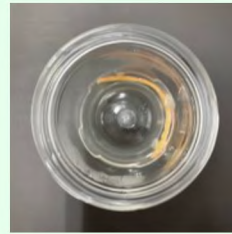
2. ウツボカズラの消化液は、様々な消化酵素を含み、たんぱく質を消化する酵素も含むことが分かっているので、高たんぱく質の食品は消化すると予想した。様々な酵素を含むので、高たんぱく質以外の食品も消化すると考えた。
3. 人間の消化は、主に胃で行われ、胃液もたんぱく質を分解する酵素を含むので、ウツボカズラの消化液も、胃液と同じようなpHであると予想し、虫を消化する前のpHは2~3、消化した後のpHは7に近づくと考えた。



かつお節



ワカメと昆布



カニカマ

pH	かつお節	わかめと昆布	カニカマ
実験前	5.6	5.3	5.7
実験後	7.1	6.8	7.0

結果

かつお節とカニカマは消化できたが、ワカメと昆布は消化できなかった。

考察

高たんぱく質の食品は消化できたが、低たんぱく質の食品は消化できなかった。

今後の課題

高たんぱく質の食品は消化することが分かった。今後は、高たんぱく質以外の食品も消化すると考え、他の低たんぱく質の食品で実験し、共通点を見つけていきたい。

参考文献

食中植物について <http://www.yamaguchi-h.vsn21.jp>
 ウツボカズラの魅力とは <https://hitohana.tokyo/note/5212>
 食中植物の生態 <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H29ssh/sc2/21741.pdf>
 食品成分データベース <https://fooddb.mext.go.jp>
 ウツボカズラの袋について <https://www.bloom-s.co.jp>

謝辞

本研究をすすめるにあたって、岡田先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

花の色とpHの関係

キーワード：pH・バラ・アジサイ・色素・アントシアニン

1. 動機

アジサイの花の色がpHによって変わることを知り、他の花でもpHを調節した水を与えることで花の色を変化させることができるのか、明らかにしようと思ったから。

2. 仮説

アジサイとバラの花は同じ性質にあると考え、アジサイと同様に、酸性の水を加えると花弁は青くなり、アルカリ性の水を加えると花弁は赤くなる。

3. 実験方法

今回の実験には「サムライ」と呼ばれる品種の赤バラを使用した
《バラの色素を取り出し、pHによる色の変化を見る》

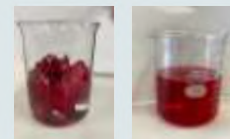
①食塩水を使いバラの色素を取り出した

花弁を10%の食塩水に1週間ひたした

②pH試験紙を使い、pH1, 3, 5の水溶液を塩酸(1mol/L)を薄めて作った

同様にpH9, 11, 13の水溶液を水酸化ナトリウム(1mol/L)を薄めて作った

③①に②を加え、色の変化を見た



食塩水を使って色素を抽出

《pHによるバラの花弁の色の変化》

①花弁数枚を先の実験で色の違いが特にはっきりしたpH1の塩酸(1mol/L)

pH13の水酸化ナトリウム(1mol/L)にそれぞれ直接浸した

4. 結果

①



1回目 9月9日



2回目 9月16日

②



水酸化ナトリウム



塩酸

①酸性水溶液を加えると赤色に変化し、アルカリ性水溶液を加えると、紫色に変化した。

さらに強アルカリ性の水溶液を加えると、茶色に変色した。

→加えるpHによって色が変わった。

他にも硫酸、水酸化カルシウムを使い①と同様の実験をすると同じ結果になった。

→水溶液の種類は色の変化には関係しない。

②水酸化ナトリウムに浸すと黄色に、塩酸に浸すと赤色になった。

→酸性では①同様の色の変化が起きたが、アルカリ性では①同様の色の変化とはならなかった。

5. 考察

花の色素抽出方法の過程で、色素が壊れるということは考えにくい。

よって色素の変化はpHによるものだと考えられる。花弁でも同じことが起きると言える。

文献より、色素に含まれるアントシアニンは、アルカリ性では構造が不安定となる。³⁾

空気中の酸素と反応し、酸化反応が起きアントシアニンが崩壊し、黄色となったと考えられる。³⁾

このことから酸性下では、赤色を示しているので酸化反応が起きたというわけではない。

6. 今後の課題

実際の生花でもpHを調節した水を加えてみて、色の変化があるのか実験する。

色素のもとになっている分子が壊れているかどうか、確認する。



7. 参考文献

- 1) アジサイの色はどうして土の酸度で変わるのか https://biome.co.jp/biome_blog_121/
- 2) 山口信哉ら(2011) 花の色と香りの抽出製造法 <https://patents.google.com/patent/IP2013087121A/ja>
- 3) エアグリーン アントシアニンの脱色原因 <http://www.airgreen.co.jp/black%20carrot/colorless.html>
- 4) 後藤俊夫ら アントシアニンの色と安定性 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/22/12/22_12_827/_pdf/-char/ja
- 5) 中川裕子ら(2006) 生理活性植物因子アントシアニンの色と構造 https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/79/3/79_113/_pdf

8. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、内海先生、実習生の建石先生には有益な助言をいただいた。ここに謝意を表す。

身近なものを使った炎色反応から 化学実験の時のような色を作り出す

•炎色反応：特定の金属イオンや金属の粉末をバーナーなどで加熱すると金属の種類に応じて炎の色が変化すること。

1. 研究の動機：化学の授業で学んだ炎色反応について興味を持ったから。

研究の目的：身近にあるもので炎色反応を起こし、教科書に載っている色に近い色を出すことで炎色反応を簡単に実験できるようにする。

2. 仮説

- 溶媒に対して溶質の量が多いほど鮮明な色になる。
- 風の強さによって色が変わる。

3. 方法

溶媒(5ml)に溶質(各1g)を溶かした溶液にコットンを浸しアルミカップに入れて、暗室でセラミック金網の上でマッチで点火する。これを録画し、色は目視で確認した。

4. 結果

溶質	塩化カルシウム (CaCl ₂)	塩化ナトリウム (NaCl)	ホウ酸 (H ₃ BO ₃)	塩化リチウム (LiCl)	塩化バリウム (BaCl ₂)	塩化カリウム (KCl)	エタノール (C ₂ H ₅ OH)
溶媒	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール	エタノール (C ₂ H ₅ OH)
色							
溶質	チョークの粉 (CaCO ₃)	チョークの粉 (CaCO ₃)	青色絵具 (C ₂ H ₅ N ₂)	重曹 (NaHCO ₃)	石鹼 (C ₁₇ H ₃₅ COONa)	青色折り紙 (C ₂ H ₅ N ₂)	硫酸銅五水和物 (CuSO ₄ · 5 H ₂ O)
溶媒	エタノール	ステアリン酸	エタノール	エタノール	エタノール	なし	エタノール
色							
反応の有無	×	×	○	○	○	○	○

この実験では、教科書のように白金線を用意しなくても、薬局にあるコットンやアルミカップを用意するだけでエタノールを用いて炎色反応を確かめられることがわかった。また、ナトリウムを含む重曹と石鹼は点火すると塩化ナトリウムと近い色になったので、実験の時に代用できることがわかった。チョークの粉は炭酸カルシウムを含むので、反応すれば簡単に炎色反応の実験ができると考えたが、反応しなかった。

5. 考察

エタノール自体が、炎色反応で薄い青色またはオレンジ色を示す。この実験では、炎色反応が示す色の濃淡が、溶質をエタノールに溶かしたときの方がエタノールの反応より濃いとき反応を示し、薄いとき反応を示さないと考えた。

環境を変えて実験をしたときにどのような変化が起こるのか実験する。

また、炎色反応を示す元素を含む身近なもので実験の回数を重ねていきたい。

青色折り紙と青色絵の具は緑色になり、硫酸銅(II)の炎色反応と同じ色を示したことから、銅を含むと考えた。

6. 参考文献

家庭でトライ!! キッチンで炎色反応

https://kdc.csj.jp/learning/item_1081.html

身近な物を燃やして炎の色を見よう

<https://www.csj.jp/chemclub/backissues/200602/200602-5.pdf>

キッチンで炎色反応～花火の原理とは?～

<https://www.youtube.com/watch?v=2xesQEANTLg>

炎色反応(ゆっくり実験解説)

<https://www.youtube.com/watch?v=W2E0vgec24Q>

実験55 色が変わる炎 | 大科学実験 | NHK for School

https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110323_00000

7. 謝辞

本研究を進めるにあたって、内海先生には有益な助言を頂いた。

ここに記して謝意を表する。

炎色反応で混色をする

研究動機

授業で炎色反応について学び、炎色反応によってみられる色は混色できるのか、また割合によってつくりたい色がつくれるのかを明らかにする。

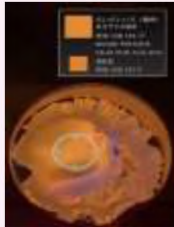

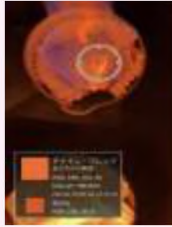


仮説

混色はでき、NaClとLiClを5:5で混合するとCaCl₂の色を表現できる。

研究方法

- ①試料を合計0.01molになるように割合を変えて、メタノール10molに溶解させた
- ②①を脱脂綿にひたし、それらを暗室で燃焼皿とアルミカップの上に乗せ燃焼させた
- ③②の色を色彩ヘルパーで分析した

結果

	A	B	C	D	E
試料 (mol)	CaCl ₂ 0.0100	NaCl 0.0050 LiCl 0.0050	NaCl 0.0010 LiCl 0.0090	NaCl 0.0030 LiCl 0.0070	NaCl 0.0035 LiCl 0.0065
割合		5:5	1:9	3:7	3.5:6.5
結果		黄みが強い 	赤みが強い 	少し赤みが強い 	CaCl ₂ とほぼ同じ色 

考察

5:5の割合で混色することで橙色になると仮説を立てたが、黄みが強かったことから同じ物質でもNaClの色みのほうが強いことが分かった。また物質の割合を変えることにより、炎の色みを変えることができた。炎は光であり加法混色になるのではないかと考えたが実験結果から考えると**減法混色**であることも分かった。

今後の課題

今回は1つの色をつくり出す実験しかできなかったため他の物質でも同様にできるのかを調べる。また、NaClの黄みが強く出た原因を探る。物質により色が違うため等しく色を判別するための方法を探る。

参考文献

色彩ヘルパー

化学だいすきクラブだより
<https://www.csj.jp/chemclub/backissues/200602/200602-5.pdf>

炎色反応を利用した混色の研究
<https://www.higo.ed.jp/center/wysiwyg/file/download/1/464>

家庭でトライ!! キッチンで炎色反応
https://kdc.csj.jp/learning/item_1081.html

燃焼科学 <https://www.mnc.toho-u.ac.jp/v-lab/combustion/comb02/matter01.html>

謝辞

本研究において、内海先生には有益な助言をいただきました。ここに記して謝意を表する。

声の特徴について

キーワード オシロスコープ 周波数

研究の動機と目的

「あ」や「い」などのように別々の音を発することができることに疑問を持った。本実験の目的は、それぞれの母音の発音ごとの特徴や違いなどを解明し、その音を再現することである。

仮説

母音にはそれぞれ決まった波形があり、その波形によって違いが出ると考え、その波形を再現することで、機械的な音声を作ることができる。

実験方法

実験①

オシロスコープを用いて波形をとった。しかし、二つの波形を同時に表示したり、記録することができず、波形を比較できなかったため、この実験は断念した。

実験②

数名の「あ」「い」「う」「え」「お」の声を録音した音声の波形を、スマートフォンのアプリ「オーディオ/スペクトルアナライザ」を用いてとり、その波形を見比べることで音の違いを見る。

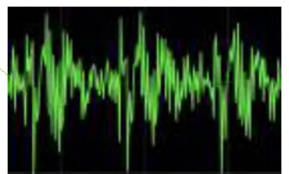
結果と考察



「あ」の波形



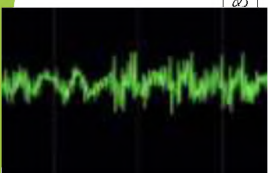
「い」の波形



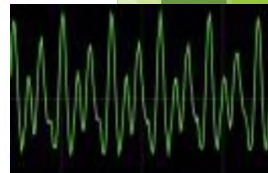
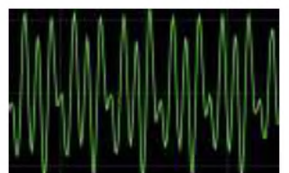
「え」の波形



「お」の波形



「う」の波形



・班員全員分の波形をとったがどの母音についても班員全員似たような波形になった。

・「あ」と「い」を比べたところ、「い」のほうが波が細かく波の山の大きさの差が小さくなった。

・同様に、ほかの母音についても、それぞれ決まった特徴を持っていた。しかし、人によって微妙な違いも見られた。その違いについては、個人の声の特徴から出た違いであると考えた。

今後の課題

今回の実験で、どの班員の声でもそれぞれの母音で決まった特徴があることが分かった。今後は、複数の音の音を組み合わせ、母音の波形に近づけて似た音にできるかを確かめる。その際、「あ」や「お」の音の波形は、ほかの母音より規則的で滑らかであるため、音で再現しやすいのではないかと考えた。そのため、「あ」や「お」の音の再現を先に行う予定である。

参考文献

<https://math0.pm.tokushima-u.ac.jp/~hiroki/suen/onsei.html>

謝辞

本研究を進めるにあたり、鈴木先生や上田先生など様々な先生方に助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

温度が味覚に与える影響について

「研究動機」

アイスが溶けるとさらに甘く感じることから温度が変わると味の感じ方も変わるのか疑問に思ったため。

「研究方法」

温度の違う三種類の水溶液A, B, C (約12℃, 約20℃, 約40℃) を複数人に飲んでもらい、どの温度で最も味を感じたか、実験後に答えてもらい、データを集計する。

「仮説」

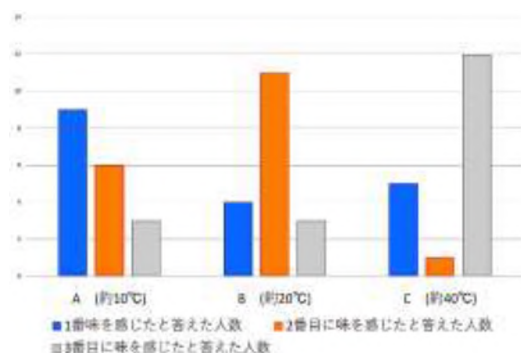
口に含むものの温度が高い方が味を感じやすい。

「現在の状況」

溶質を塩にした場合、水溶液の温度が低いほど味を感じると答えた人が多かった。

「考察」

少なくとも塩味については温度が低い方が味を感じる傾向があるということが結果から分かる。しかしこの結果は甘味に関する私たちの経験則と矛盾する。そのため、私たちは次の仮説として「味の種類によって味を感じやすい温度帯が変わる」を立て、その仮説について調べていく。



※被験者数合計: 18人

「今後の課題」

塩水を続けて飲んでもらったので口の中に塩水が残っていたかもしれない。そのため、次からは一回一回水で口を濯いでもらう。また、データの数が少ないのでこれからもデータの収集を続け、考察の確度を上げていくつもりだ。

「謝辞」

本研究を進めるにあたって富浜先生には適切な助言をいただきました。ありがとうございました。また、データの収集にご協力をいただいた皆様にも厚く感謝申し上げます。

「参考文献」

「味覚判断に及ぼす視覚と嗅覚の遮断効果」 京都光華女子大人間関係学部

光と瞳孔について

研究の動機と目的

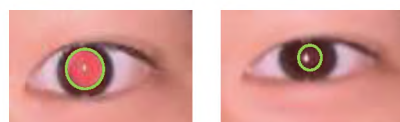
強い光が目に入った時に瞳孔が小さくなるというものがある。それは、色によって変化量が異なるのかが気になり、その疑問を解き明かそうと思ったから。

仮説

目に優しいと言われる緑色のほうが、瞳孔の変化量が少ない。逆に目が疲れやすいと言われる赤色のほうが瞳孔の直径の変化量が大きい。

手順

1. 被験者に背中を壁につけて椅子に座ってもらう。
2. 三脚に固定したカメラを目の高さに合わせる。
3. 明かりを消して10秒後にライトを照射しながら動画を撮影する。
4. 動画を確認して瞳孔の直径の最小値/最大値を出す。



変化前

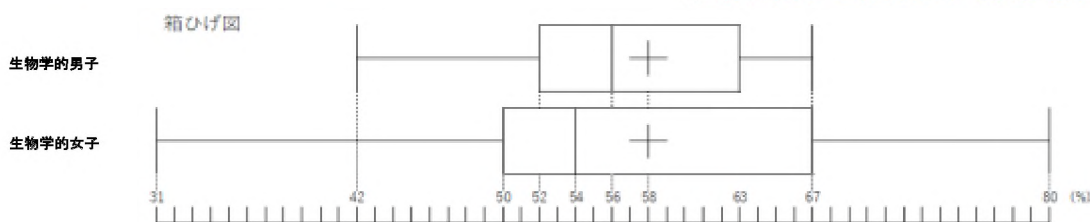
変化後

結果

* 白色光を使用

	収縮率(%)		収縮率(%)		収縮率(%)		収縮率(%)
1	55	14	55	27	46	40	50
2	56	15	64	28	65	41	58
3	63	16	61	29	42	42	55
4	67	17	55	30	53	43	50
5	55	18	58	31	43	44	73
6	63	19	50	32	54	45	67
7	58	20	60	33	50	46	54
8	56	21	75	34	31	47	43
9	63	22	64	35	52	48	67
10	42	23	55	36	54	49	67
11	50	24	55	37	80	50	77
12	52	25	70	38	78	平均値	57.7
13	50	26	82	39	50	中央値	55

※生物学的男子 生物学的女子 最大値 最小値



※結果の全ての数値は小数点以下は四捨五入している

- ・図を見ると、男女ともに平均よりも中央値のほうが小さい
- ・女子のほうが値の幅が広くばらつきがある
- ・光を受けた時の瞳孔の収縮率の平均値は生物学的男女でほとんど違いがない

考察

- ・男女に大きな差はなく、平均値がほぼ等しいので、光の色を限定して変化があれば仮説に近づく。

今後の課題

この実験では、光と瞳孔の関係と男女の違いについて調べた。次は、光の色を限定し、光の色と瞳孔には何か関係があるのかについて調べる予定である。

参考文献

<https://weathernews.jp/s/topics/201905/200125/amp.html>
<https://www.vision-megane.co.jp/column/199>
<https://www.santen.co.jp/ja/healthcare/eye/eyecare/wonders/iris.jsp>

謝辞

本研究を進めるにあたって、川勝先生、古河先生、実験に協力してくださった皆様には感謝を申し上げます。

光の波長の変化による照度変化

キーワード

照度 (lx) 輝度 (cd) 不快度指数 (GR)

動機

勉強中や部活中などの照明がまぶしく感じる場面は多々あるが、光のまぶしさと光の色は大きな関係をもつことを知った。そこで、光の色に注目し、そのまぶしさの変化の傾向を調べれば、まぶしさ対策の方法を発見できるのではないかと考えた。

方法

1. 光源と照射面との距離を90cmとり、光源にフィルムをかぶせ照度(lx)を測定する
2. 照度から輝度(cd)に変換し不快度指数(GR)をUGR法で計算する

固定条件(図1)

- ・光源から照射面までの距離が90cm
- ・使用フィルムは硬質塩化ビニル製で1枚当たり0.6mm
- ・使用色は、透明、赤、緑、青の4色

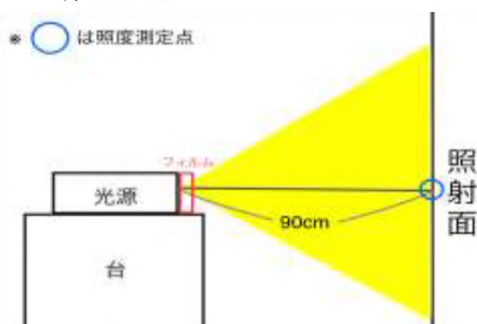


図1 実験簡易図

$$UGR = 8 \log \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_i^2 \omega}{P^2} \right)$$

L_b—背景の輝度 (cd/m²)
 L_i—その環境にある各照明の発光部分の輝度 (cd/m²)
 ω—光源の立体角 (sr)
 P—光源の位置指数 (m)

考察

- ・色の組み合わせの違いによる照度の違いはごくわずかであった
- ・照度が低いほど不快度指数は大きくなる。
- ・人間が感じることはできても気になることはない不快度指数を示すのは、フィルムがない状態のみであった。
- ・同色を複数重ねた際、1枚当たりの不快度指数の上昇が大きかったのは青色であった。

表1 実験結果

	照度	値		照度	値
0	6850	14.93628	青透明	1271	20.78864
透明	4650	16.28218	緑透明	1805	19.56999
赤	766	22.54798	赤青緑	0.7	46.86102
青	1197	20.99705	透明赤青	35.3	33.23961
緑	1590	20.01063	透明赤緑	10.6	37.41936
透明2	4080	16.73652	透明青緑	632	23.21607
赤2	482	24.15743	透明透明赤	553	23.68
青2	614	23.31646	透明透明青	816	22.32828
緑2	1026	21.53263	透明透明緑	1099	21.29382
透明3	3410	17.35977	青青赤	2.7	42.1709
赤3	210	27.04405	青青緑	290	25.92262
青3	162	27.94569	青青透明	426	24.58653
緑3	553	23.68	赤赤青	17.5	35.6775
赤緑	8.9	38.02669	赤赤緑	1.8	43.57963
赤青	41.9	32.64409	赤赤透明	351	25.25935
赤透明	575	23.54446	緑緑赤	0.7	46.86102
青緑	793	22.42762	緑緑青	329	25.48424
			緑緑透明	672	23.00285

表2 UGRの値と不快グレアの程度の関係

グレアの程度	UGR段階				
	28	25	22	19	16
ひどすぎると感じ始める					
不快である					
不快であると感じ始める					
気になる					
気になると感じ始める					
感じられる					

今後の課題

今回は、同厚同材のフィルムを用いて不快度指数と色との関係を調べたが、今後はフィルムの素材等を変え、より人間にとって眩しくない照度と波長との関係を調べていきたいと考える。また、色温度との関係についても考えていきたい。

参考文献

- ・ Panasonic P. L. A. M. <https://www2.panasonic.biz/1s/lighting/plam/knowledge/document/0105.html>
- ・ E-PARK 車検 <https://otakara-shaken.com/useful/parts/parts28.html>
- ・ 不快グレアの評価—岩崎電気 <https://www.iwasaki.co.jp/lighting/support/tech-data/knowledge/glare/02.html>
- ・ 東洋邦 LED照明の不快グレア評価方法の動向 光学42 (3) 129—1342013
- ・ 屋内照明における不快グレアの研究-全視野における Position Index の起案石倉知永子, 上山大輔, 澤田朋克, 金谷末子 - 照明学会誌, 2006

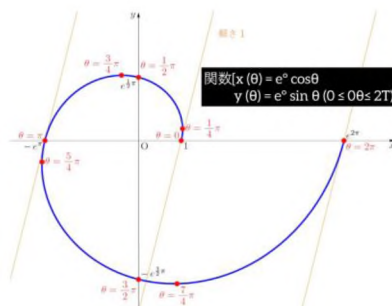
アニメ進撃の巨人の立体機動装置のワイヤーを再現する

1. 研究の動機 #進撃の巨人 #立体起動装置

アニメで使われる道具や乗り物は実際に再現することが出来るのか気になった。その中でもアニメ「進撃の巨人」で描かれている立体起動装置が再現可能か調べたいと思ったから。

2. 仮説

物体が落下するまでに強力かつ高速に巻き取ることが出来れば、再現できたとみなせるのではないかと予想した。リールの軌道は、右の関数に従って動くと思つた。



	①	②	③
3. 方法	YouTuber”物理エンジンくん”の動画を視聴し、ワイヤーの仕組みを理解する	メジャー巻き取る強さ・速さを計測する(下図)	物体と糸を、手回し発電モーターに括りつけて簡易的に立体機動装置を再現し、物体が落下する速度と巻きとる速度を調べる(下図)
4. 結果	アニメと同じような速さでシミュレーションをすると、体に大きな負担がかかり死亡するため、安全に移動するには秒速5mが最適	ステンレス製のメジャーが1番重りを持ち上げるのが早かった。しかし、重りの無い状態では布製のメジャーが1番早い時間で持ち上がる事が出来た	糸を巻きとる速度より落ちる速度の方が早かったため、目標地点に到達することが出来なかった
5. 考察	私たちの研究では体への負担は無いものとして考えることにすると考えた	ステンレス製の固いメジャーは巻きとる速さ・強さがともに高く、布製のメジャーは低かったが、両方ともあまり良い結果とは言えなかった	モーターの巻きとる強さが弱かったことが原因だと考えられる

6. 今後の課題

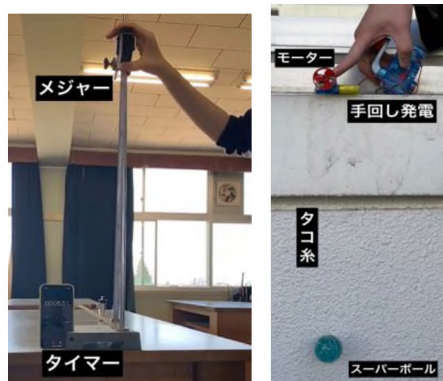
当初、メジャーのつくりを調べ、立体機動装置に活用できると考えてきた。しかし、ものを持ち上げる力が小さすぎることや、素材が頑丈でないためメジャーより強力な力をもつ釣具のリールに着目し、再現度を高めることにした。また、現時点では、立体機動装置を着用する人物に対する衝撃等は計算していないが、今後リールでの実験が成功した場合、今後は考慮していきたい。

7. 参考文献

- <https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E9%80%B2%E6%92%83%E3%81%AE%E5%B7%A8%E4%BA%BA>
- <https://examist.jp/mathematics/implicit-parametric/taisuurasen/>
- <https://youtu.be/tZFSvSlxUxA>
- <https://youtu.be/HG469Ja4Va8>
- <https://youtu.be/S5e6ZMv2NCK>

8. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、前田拓丸先生、後藤文男先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。



カールじいさんの空飛ぶ家を実現するには風船は何個いる？

キーワード

- ・カールじいさんの空飛ぶ家
- ・風船
- ・ヘリウムガス

動機

- ・「カールじいさんの空飛ぶ家」という映画を見たとき、これを現実社会で実現することができたら面白いのではないかと考えた
- ・子供のころのあこがれでもある。

実験方法

使用した道具

風船 ヘリウムガス 紐 おもり

- ①元のヘリウム缶から使った後の缶の質量を引いてヘリウムの質量を求める
- ②その風船に括り付けたひもに重りをつけ、風船が天井につき、1分間浮き続けられるかどうか調べる

※水素はヘリウムより軽いですが引火性があり危険なので、ここではヘリウムを使う

仮説

インターネットによると既に建築士が計算した結果、40 t の家を浮かすのにヘリウムガスが入った風船1470万個必要と記載していたためそれを仮定とする。

浮力

ヘリウムの密度
0.1786kg/m³
空気の密度
1.166kg/m³

風船にかかる重力

ρ : 気体の密度
 v : 体積
 g : 重力
 m : 風船の質量

$\rho v g > m g$
(浮力) (重力)

- ・空気より軽いヘリウムにより上向きの浮力がはたらく
- ・風船にかかる浮力のほうが大きいから浮く

結果

- ・ヘリウム缶3本（内容量5リットル）を使い切り、5グラムの重りを1分間浮き続けさせることができた
- ・40 t の家を飛ばすとなると2.03gのヘリウムが入った風船が800万個必要となる。

先行研究

<https://moviewalker.jp/news/article/13275>

- ・「いざ実験！何個風船をつければ「カールじいさんの空飛ぶ家」のように家を飛ばせるか？

<http://one-project.biz/2012/12/10/floating-house>

- ・300個ものヘリウムガスが入った風船を使いカールじいさんの空飛ぶ家を本当に実現してしまった人たち

考察

- ・理論値では、重力と浮力の式から風船一個当たり0.049Nの浮力をもっている
- ・空気との温度差が大きければよいのでヘリウムを温めて密度を小さくすることによってさらに少ない風船の数でよいのではないか
- ・仮説と600万個以上の差が開いたがそれは風船の体積によるものだと考える

今後の課題

今回は風船の力でものを持ち上げるという方法を試したがより簡単に飛ばす方法を見つけるために気球の原理を用いてろうそくの火でおもりのついた袋を浮かす方法やヘリウムの代わりに水素を用いて浮かす方法を試し、より効率的な浮かし方を探していく。

謝辞

本研究を進めるにあたって、上田先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

ガムテープが光る謎

キーワード

トライボルミネッセンス
(摩擦発光)
… 摩擦や破砕などによっ
て生じる、力学的エネル
ギーによって引き起
こされる発光現象。

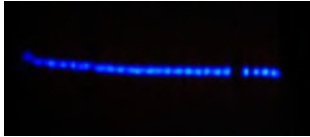


図1 ガムテープの発光¹⁾

テープ…幅が狭く、長い帯状の布・紙など。
本研究では以下のものを指す。

表1 各テープの種類

名前	内容
ガムテープ	クラフト紙などに糊材を塗布して乾燥させたテープ
布テープ	スフやウーリーといったナイロンやPETの化繊素材を編み、粘着材を塗布したテープ
クラフトテープ	クラフト紙の片面に不溶性の糊が塗られたテープ
セロハンテープ	基材(支持体)となるセロハンの片面に接着剤を塗り、帯状にしたテープ

動機・目的

私たちは粘着部分を張り合わせた粘着テープを引きはがす際、クラフトテープでは発光しないにもかかわらず、布テープのみで発光現象が起こるといふ話^{2)・3)}を知り、実際に実験した。確かに布テープで実験したところ発光現象がみられたが、なぜクラフトテープでは発生しないのかについては調べてもわからなかった。そのため私たちはテープが発光する条件について調査した。

仮説

発光現象は布テープが引きはがされる際の摩擦で発生し、発光の有無や強弱は、粘着力、構成物質、構造、湿度、温度、引っ張る速度によって変化する。

先行研究による調査

●観察手法

- 非球面鏡で覆った上で、フォトマルで撮影⁴⁾
- 高電子倍増管の前で16個の干渉フィルターを回転させて分光写真を撮影⁵⁾
- 回折格子で分光させた光をイメージインテンシファイヤーで増幅して撮影⁶⁾
- 高速度カメラを使って毎秒約180万コマで撮影⁶⁾

●観察結果

- 発生した可視光の波長は400-500nm⁷⁾(紫～青色)
- 粘着性のものを剥離する際に、絶縁破壊が起こることによって発光がみられる⁸⁾
- 絶縁体の摩擦接触面にプラズマが発生しており、紫外線が発生^{9)・10)}
- 真空中で粘着テープをはがす際、X線が発生¹¹⁾

方法・結果・考察

1. 装置の作成

定量的な観察を可能にするため、装置を組み立てて実験することにした。

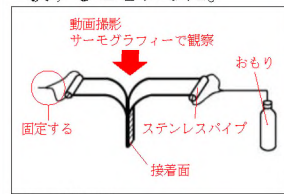


図2 実験模式図



図3 実験風景(上)組み立て後(右)実験前

2. 写真・動画の撮影

1の装置を用いて動画・写真を撮影し、光の強さを測ろうとした。

- 動画では光が小さく、編集などで光が消えてしまうこともあった。
- カメラは動画に比べると光が強かったが、テープの種類による差を判別できるほどではなかった。
- 星空観測カメラなどの微弱な光を検出できるアプリは連続撮影に対応しておらず、摩擦発光による瞬間的な光は撮影できなかった。

図4 連続撮影によって記録した摩擦発光

3. サーモグラフィーによる撮影

光の発生時に熱も発生しているのではないかと思い、1の装置でサーモグラフィーによる撮影を行った。

1度ほどの温度上昇がみられたが、テープの種類による差を判別できるほどではなかった。このことからサーモグラフィーによって発光現象の大きさを計測するのは困難であるといえる。

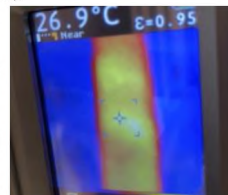


図5 サーモグラフィーによる撮影

4. 粘着力と光の強さの関係の調査

セロハンテープは布粘着テープよりも粘着力が強い¹²⁾。しかし、セロテープでは発光せず、布テープでは発光する。このことから、粘着力と発光には直接関係しないと考える。

5. その他原因の調査

はがした後のテープの粘着面の構造を双眼実体顕微鏡で観察した。また、テープの粘着部分の素材を各企業に聞いた。

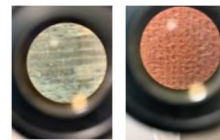


図6 粘着テープの粘着面

これらと光の強さとの関係についてはまだ調べることができていない。

今後の課題

今後は、明瞭に光の判別が可能な実験装置を作成する。また、今までに調査した、構造や構成成分と光の強さの関係も調べていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって、アークランドサカモト株式会社やイオン株式会社をはじめ、多くの企業による有用な情報を、また、姫路東高等学校の内海教諭やその他先生方より多くの有益な助言をいただいた。ここに謝意を表す。

先行研究

- ちくちく理科教室/ガムテープが光る https://sojioji.site/soko_gamutape/
- seブログ/ki-ki's blog/暗闇で見てみよう！ <https://ki-ki.blog.ss.blog.jp/2020-03-30>
- boukenログ/ガムテープからX線放出？暗闇で剥がすと青白く光るスゴワザ実験！ <https://boukenka.info/post-2758/>
- 榎本拓嗣他(1984)カソードルミネッセンス分光装置とセラミック摩擦損傷面の観察と分析(真空 27巻5号, pp382-385)
- 中村 改樹他(1985)時間分解分光計測システム(岡山理科大学紀要, A, 自然科学, 21巻, pp40-54)
- 兵藤中一他(1981)ガラスの摩擦ルミネッセンス(応用物理, 30巻1号)
- 立井佑果・中村真也 トライボルミネッセンス <http://www.chem.es.osaka-u.ac.jp/laser/images/lecture/tribo.pdf>
- 西田純一・山下敦郎(2013) トリボルミネッセンス材料の開発-物理的刺激で光る有機π共役系化合物の合成と評価-(Electrochemistry, 81巻4号, pp282-287)
- 三浦崇他(2001)誘電体間の摩擦に伴う放電発光と帯電電位差(物性研究, 76巻2号, pp168-173)
- 中山崇次(2008)摩擦空間のマイクロプラズマ(真空, 49巻10号, p618-623)
- 科学技術動向 Science&technology trends(2008, 12号)
- 粘着テープの強度比較(千代田区九段中等教育学校)

摩擦発光で豆電球を光らせた！

1研究の動機と目的

ガムテープをはがすと、微弱ながら光^{2,3)}やX線^{2,4)}を発する。この微弱な光を強くしたいと考え、どのようにすればこの光を大きくできるか調べたいと考えた。そこで、その現象に摩擦発光という名前があることを知り、この現象を用いて、もとより強い光にして、一般的な室内でも観測できるような光にできないかと考え、この現象について調べてみようと考えた。

2仮説

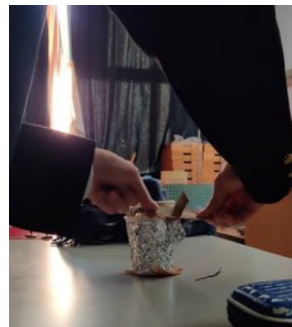
我々はこのまま光らせても、室内で観測できないと考えた。また、調べてみたところ、摩擦発光は、空气中に放電するため光るのではないかということを知った。そこで、我々は、この電気を用いて、室内で観測できる光を得ようと考えた。

キーワード 摩擦発光

摩擦発光とは、光学現象の一種であり、引き離す、剥がされる、引搔かれる、砕かれる、擦られるなどによって物質中の化学結合が破壊された際に光が放出される現象を指す。例として、ガムテープをはがすときに出る光や、アイスキャンディーをかんだ時に光る現象、石英を砕いたときに光を発する現象などがあげられる¹⁾。

3方法

まず、ガムテープを用いて実験した。豆電球の銅線と検流計(mA)を付けた回路の両端を挟んで、ガムテープをはがす実験を20回行った(実験1)。その後、電気は光と同様に微弱であると考え、コンデンサー⁵⁾を用いて電気を集めて、それを用いようと考えた。しかし、それもまた、15回近づけてガムテープをはがし、検流計をつける実験を2回行った(実験2)。



4結果

n回目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
実験1	検流計(mA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	豆電球	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
n回目		1					2															
実験2	検流計(mA)	0					0					(×は豆電球が光らなかったことを示す)										
	豆電球	×					×															

5考察

ガムテープをはがすことでは、電気が微弱すぎる、放電していない、回路の両端に電気がうまく集まらないなどの理由によってこのような結果になったのではないかと考えた。

6今後の課題

別の物質ならば電気の集まりやすさも異なると考え、氷砂糖などの他の摩擦発光を起こす物質を用いて、電気を収集する実験を行う。実験の改良も並行で行う。

7参考文献

- 1.Wikipedia 摩擦発光
- 2.Nature Japan(2011)摩擦で発光させる小型X線源(Nature,vol.8,No.8)
- 3.コトバンク 摩擦ルミネセンス(科学辞典,vol.2)
- 4.Sanderson,Katharine(2008)Sticky tape generates X-rays(Nature News)
- 5.Science Kido(2020)【簡単実験】静電気を体感！簡易コンデンサを作ろう！

8謝辞

糸谷先生と上田先生には本研究を進めるにあたって有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

東君と東子ちゃんを作ろう。

1. 研究の動機と目的

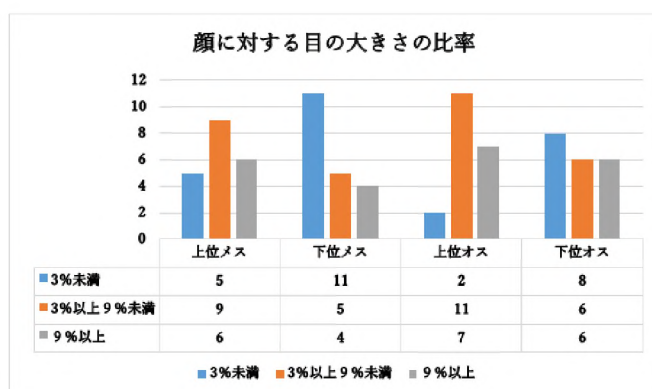
現在日本には約1000体のゆるキャラが存在し、その中でもゆるキャラグランプリで数回上位に入るゆるキャラがいる。このことから多数の人に愛される「かわいさ」があると思いきその共通点を知りたいと思ったから。

2. 仮説

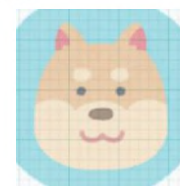
顔の大きさに対する目の大きさの割合が高いほど、かわいくなると考えた。

3. 方法

東高生831名に「あなたが可愛いと思うメス・オスのキャラクターについて」というアンケートを取り、上位20、下位20をピックアップをして、顔に対する目の大きさの割合を調べ、3つの分類に分け違いを比べる。



〈測定方法〉



キャラクターの画像にマス目をかけて

$$\frac{\text{目のマス目の個数}}{\text{顔全体のマス目の個数}} \times 100$$
 を求めた。

4. 結果

オスメスともに顔に対する目の比率は、上位は3%以上が多いのに対し下位は3%未満が多かった。特に上位オスの3%未満が少ないことが目立った。

5. 考察

メスについては、上位と下位で大きさは見られなかったが、オスでは、上位オスの顔に対する目の比率が3%以下のキャラクターが少なかったことから顔に対する目の大きさの比率が3%以上であるのが「かわいい」条件であると考えられる。これより、東君を作る条件として目の大きさを3%以上とし、他のパーツも調査する。

6. 今後の課題

顔の大きさに対する目の比率だけでなく鼻、口などパーツについても調査を行い東君のパーツに当てはめ、作成する。

7. 謝辞

この自然科学探求を行うにあたって、後藤先生には有益な助言をいただいた。この場をかりてお礼申し上げます。

音で火を消す消火器を作ろう

1. 研究の動機と目的 火事が起きた時、初期消火として利用される消火器や水、泡などを用いた方法は消火後に残留物が飛び散り、建物などへのダメージが大きい。そこに課題が存在すると考え、対処法を調べてみたところ『音波消火器』というこれまでとは違う全く新しい消火方法があることを知り、それに近いものが作れるのではないかと考えたので、このテーマを設定した。

2. 仮説 音がある一定の低さを超えると火が消える。また、火が音源から近いと消えやすくなる。

3. 方法 準備物 直径5cmの塩化ビニール管（以下塩ビ管とする）、アルミホイル、スピーカー、蝋燭
 ①塩ビ管の穴近くにスピーカーを置き、反対側に火をつけた蝋燭を置く。
 ②スピーカーから純音を1Hzから22000Hzまで徐々に変化させて最も火が揺らいだ周波数を調べる。（214Hzが最も揺らいだ）
 ③スピーカーを塩ビ管から1cm～5cm離し、蝋燭は塩ビ管から0.1cm離して214Hzの純音を流して火が消える距離と消えるまでの時間を調べる。

4. 結果 ・蝋燭の長さが3cmのとき

塩ビ管とスピーカーの距離	火の様子	消えるまでかかった時間
5 cm	消えない	×
4 cm	消えない	×
3 cm	消えない	×
2 cm	消えた	3.49秒
1 cm	消えた	1.62秒

・蝋燭の長さが6.5cmのとき

塩ビ管とスピーカーの距離	火の様子	消えるまでかかった時間
5 cm	消えない	×
4 cm	消えない	×
3 cm	消えない	×
2 cm	消えない	×
1 cm	消えない	×

↓火が消えた時の波
（塩ビ管とスピーカーの距離が1cm、2cmの時）



5. 考察 実験結果より音が低い程よく消えるわけではなく、特定の周波数の音で消える傾向があった。これによって、蝋燭の火が揺らぐときに発生する波は214Hzの純音と重なると消滅すると思われる。しかし、蝋燭以外の火が揺らぐときに発生する波の振動数は異なると考えているので消火器を作るにはそれらを調べる必要がある。

6. 今後の課題 音を利用した消火器作成実現に向けて、火の大きさや塩ビ管の直径、長さを変えて実験を行い、他には蝋燭以外の火でも214Hzの純音で消えるのかや複数音の音を流した時に火が消えるのかを調べていきたい。

7. 参考文献 日本ガイシ株式会社（2016）(<https://site.ngk.co.jp/lab/no224/>)
 CNN.co.jp（2015）(<https://www.cnn.co.jp/fringe/35062412.html>)
 mitok（2015）(<https://mitok.info/?p=18320>)
 note（2020）(<https://note.com/partonapantor/n/n87b6df50cd2d>)
 Ameba（2021）(<https://abeblo.jp/chalie0719/entry-12653304712.html>)

8. 謝辞 本研究を進めるにあたって上田先生と後藤先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

フリスビーを遠くに飛ばすには

1. 研究の動機と目的

フリスビーがどうして円盤でプラスチック製のものが多いのか、他の形状、素材でより遠くに飛ばすことが可能ではないのかと思いきこのテーマにした。

2. 仮説

- ・頑丈な(破れにくい)ものほどよく飛ぶ
- ・軽いものほどよく飛ぶ

3. 方法

1. 新聞紙・段ボール・厚紙・チラシなど身の回りにある様々な種類の紙を使い、同じ大きさのフリスビーを作成。
2. 出来上がったそれぞれのフリスビーを班員全員が2回ずつ投げ、飛距離を計測する。
3. それぞれのフリスビーの飛距離の平均を出し、飛距離の大きさとフリスビーの素材の関係性を考える。

4. 結果

ふち	面	飛距離の平均	重さ
新聞紙	段ボール	12.1m	50.0g
段ボール	段ボール	11.92m	50.7g
新聞紙	厚紙	10.85m	45.8g
厚紙	厚紙	9.84m	41.0g
新聞紙	画用紙	9.53m	34.3g
新聞紙	チラシ	9.19m	31.0g

結果より

- ①おおかた重い順に飛距離が伸びる結果となった。
- ②面が同素材の段ボールでもふちが段ボールよりも新聞紙のほうがよく飛び、ふちが同素材の新聞紙では面が段ボール>厚紙>画用紙>チラシの順で飛距離が伸びた。

5. 考察

- ①より重いもののほうが飛距離が伸びているのではないか。
- ②より頑丈なものの方が良いのではないか。
したがって空気抵抗に耐えられるように重くて頑丈なものの方が飛距離が伸びる。

6. 今後の課題

頑丈なものほどよく飛ぶとわかったので、ふちを頑丈なもので統一して面の素材を変えて重さと飛距離との関係を調べる。

7. 参考文献

第396回「フライングディスクがうまく飛ぶ理由」
 中京テレビ<https://www.ctv.co.jp>
 アピールネットマガジン<https://appeal-job.net>
 フリスビーが飛ぶ理由
https://mijikanas.com/guidance/buturi_011.htm
 飛行機が飛ぶ仕組み「揚力」を初心者目線で理系ライターが解説
<https://study-z.net>
 揚力とは - コトバンク<https://kotobank.jp>

8. 謝辞

本研究を行うにあたって上田先生・糸谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

振動発電の効率

キーワード

発電効率の定義・・・各条件において発電を同じ回数行い、単位回数あたりでのLEDが光った時間が長いほど発電効率が良いとする。

1. 動機

近年、再生可能エネルギーの活用が注目されており、その中の一つの振動発電について興味を持った。しかし、振動発電はあまり普及しておらず、その理由として発電効率の低さが原因の一つではないかと考えた。そのことから発電効率をあげることによって、普及させるきっかけになるのではないかと考えたから。

2. 仮説

発電機内の物体の質量が大きければ、大きいほど、発電の効率は良くなる。また、同じ質量の物体では圧電素子にあたる表面積が大きいほど効率は良くなる。

3. 実験方法

- (1) 自分たちで組み立てた発電装置で発電し、装置内のものによってLEDが光るかどうかを調べる。
- (2) 発電した電気をコンデンサにためる。
- (3) ためた電気でLED光らせ、光った時間を計測する。
- (4) 各条件（装置の中に入れるもの）で上記の実験を行う。
 条件 ・ ビーズ 1 個 ・ スーパーボール 1 個
 ・ ビーズ 1 個 ・ BB弾 1 個



4. 結果

※現段階ではLEDの発光時間を調べる実験ができておらず、装置内に入れるものを変えてLEDが光るかどうかだけを確認した。

	ビー玉	スーパーボール	ビーズ	BB弾
質量	6.16 g	5.00 g	2.31 g	0.11g
光るか光らないか	○	○	○	○

・すべての場合でLEDが光ったが、質量が大きいほど強く光った。

5. 考察

実験結果より、実験に用いた圧電素子では、ビー玉・スーパーボール・ビーズ・BB弾のすべての条件の場合において、LEDが光ることが分かり、質量によって流れる電流の大きさが変化することを確認できた。

6. 今後の課題

今後、発電する回数を変えて実験を行い、発電回数と発光時間の関係について調べ、まとめる。また、圧電素子の個数とLEDの発光時間の関係についての実験を行い、グラフにまとめる。

7. 参考文献

- <https://kids.gakken.co.jp> LEDを圧電素子で光らせる
- <https://www.osaka-c.ed.jp> 大阪府教育センター
- <https://re-mieruka.jp> 振動発電
- <https://www.iee.jp> 一般社団法人 電気学会
- <https://www.cepstrum.co.jp> 有限会社 ケプストラム

8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、糸谷先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

火星移住計画

研究の動機と目的

・動機は、地球は何世紀か後に滅亡するかもしれない。そうなる前に地球と似ているとされる火星に住むことが、人類の滅亡を回避する1つの策と言われているが、本当に実現可能なのか疑問に思ったため。

実験の方法

- ①水をいれた水槽と、水中に水草を入れた2つの水槽を用意する。
- ②その時点の水中の酸素[mg/L]を溶存酸素計(Dissolved Oxygen Meter D0-5519E ケニス株式会社)で計測しておく。
- ③1週間放置し、再び計測する。
- ④その時の数値と1週間前の数値の差を求めて、その酸素の割合から、水草が生成した酸素の量を求める。
- ⑤この量から、ヒト100人が1日に必要な酸素量を作れる水草の量を計算する。



今後の課題

まだ1回しか実験をできていないので、実験回数を重ね、データを確かなものにし、100人の人に必要な酸素を放出する水草の量を計算する。

謝辞

本研究をするにあたり、担任の前田先生には、貴重なご意見とご指摘をいただきました。この場にてお礼を申し上げます。

仮説

ヒト100人を火星に送ると仮定し、窒素と酸素の比率を4:1とし、ヒト一人の一日の呼吸量が20kgとすると、ヒト100人が一日に必要な酸素量は400kg(理論値)と求められた。また、水草の生成する酸素量は、1日につき0.001kgだと予想すると必要な水草は 4.0×10^5 株だという仮説を立てた。

実験の結果

実験は1度しかできていない。

	1回目	2回目	3回目
水中の酸素の量 [mg/L]	9.7[mg/L]	-	-
水草の入った水中の酸素の量[mg/L]	10.9[mg/L]	-	-

水草を1株入れた水槽の酸素濃度を測り、1週間放置し、再び測ることで、水草が生成した酸素の量を考える。このデータより、1日で水草が生成した酸素量は、 $(10.9 - 9.7) \text{ [mg/L]} / 7 \text{ [日]}$ より、 0.1714 [mg/L] である。

考察

今回の実験から、水草が酸素を放出していることがわかった。まだ1回きりの実験では、計測値が正確ではないので、これから実験を重ねていくつもりだ。この1週間水槽を置いている場所に日光があまり当たっておらず、水草による光合成が十分な働きをなさなかった。そのため、場所を変えて水草を置いておくことで、さらに光合成の働きが促進され、より高い数値が得られるのではないかと考えられる。

参考文献

- ①高校化学で覚えるべき原子量一覧
www.thecalculum.com/ja/atomic-mass/
- ②生活動線(人が通れる幅)について
Aflat.asia
- ③【溶存酸素計】のおすすめ人気ランキング-モノタロウ
Monotaro.com
- ④東亜日報：NASA「火星で二酸化炭素で酸素を作る」
Donga.com
- ⑤酸素と窒素が、それぞれ空気中で占めるパーセンテージを知りたい。
Crd.ndl.go.jp
- ⑥人間は一日にどれくらいの空気をすうの？
<https://www.daikin.co.jp>

教室の埃を合理的に集めるため、埃の組成を明らかにする

キーワード ・ 組成

1. 研究の動機と目的

教室を掃除していると、毎日掃除しているのに大きな埃が出てきたり、どれだけきれいな部屋でも埃が積もったりすることに疑問を感じ、埃の組成を調べることで有効な埃への対策がわかり日々の掃除に役立てることができると考えた。

2. 仮説

埃の正体はなんらかの物質の集合で、組成が分かり、それに対応する策を講じれば、楽に処理することができると考えられる。教室は人が多いので、埃には髪の毛が多く含まれていると考えられる。また、人の服から出る繊維（綿、ナイロン、羊毛など）も含まれていると予想した。スリッパによって外から砂が入ってきているかもしれないので、砂も含まれていると考えられる。

3. 方法

- ①教室の埃を集める
- ↓
- ②埃の分解
- ↓
- ③埃の組成を調べる
- ↓
- ④わかった性質から埃の適切な処理の仕方を見つける

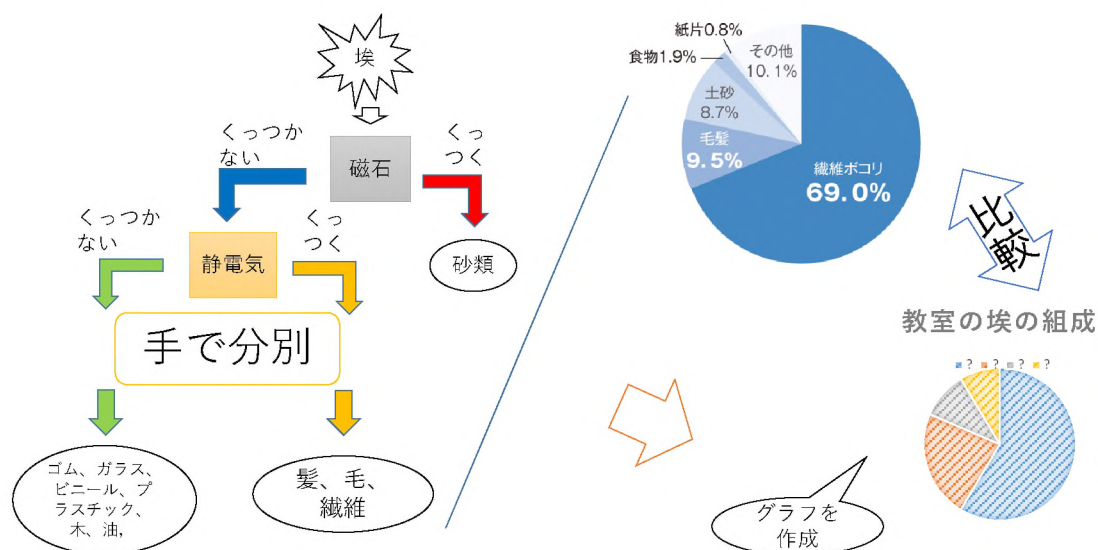
ダスキンの研究結果と比較する

ダスキン式埃の組成の調べ方

- ①埃を採取
 - ↓
 - ②ふるいをかけて粗ごみと微細塵に分ける
 - ↓
 - ③粗ごみをピンセットで分ける
 - ↓
 - ④微細塵800℃で燃やす
- ※①～④を社内または業者に依頼

4. 今後の課題

◎「3.方法」の②を行うにあたっての計画



→この結果から質量などを調べて、右上（ダスキンの成分分析）のようにグラフにまとめて、次の研究に生かす。

5. 参考文献

- https://www.excite.co.jp/news/article_amp/E1237474679771/ 田幸和歌子（2009）ホコリってなぜ、どれもこれも灰色なの？//
- https://www.istage.jst.go.jp/article/kasei/62/0/62_0_158/article_char/ja/ 越智佳世、桂禎那（2010）室内塵中の成分分析//
- <https://www.duskin.co.jp/sp/rd/laboratory/feature/dust/01/> 株式会社ダスキン開発研究所（2020）「ホコリ」とは何か//
- <https://www.ibieng.co.jp/analysis-solution/b0001/> イビデンエンジニアリング株式会社 電子部品・自動車製造工程のホコリ成分分析//
- <https://news.mynavi.jp/article/20170214-hokori/> 諫山大樹（2017）家の垢はどこから来るの？//
- <https://www9.nhk.or.jp/gatten/articles/20171018/index.html> NHKためしてガッテン（2017）なぜか出るホコリ！原因はソコだった！？//
- http://www.shigejin.co.jp/html/thread_ignite.html shigejin（2003～2018）燃焼による繊維の見分け方// <https://gamp.ameblo.jp/e-salongroup/entry-11969324849.html> 株式会社イーサロングループ（2014）髪の毛が燃えると臭いのはなぜか// <https://ja.m.wikipedia.org/wiki/二酸化ケイ素> Wikipedia 二酸化ケイ素// https://www.kao.com/jp/haicare/hair/1_3/ 花王株式会社 髪の毛の構造// <https://petokoto.com/articles/2009> 中野製薬株式会社 犬の被毛は人と違う？被毛の構造と役割を被毛研究のプロが解説// <http://www.iapse.or.jp/rikadaisuki/electricity/electricity01.html> 平松英史（2005）静電気を作って遊ぼう

6. 謝辞

本研究を進めるにあたってダスキンの安藤さん、田淵先生には有益な情報をいただいた。ここに記して謝意を表す。

よく飛ぶ飛行機をつくる



1. 研究の動機と目的：子供の頃紙飛行機を飛ばした時に、よく飛ぶ紙飛行機とそうでない紙飛行機があったのを思い出し、よく飛ぶ紙飛行機にはどのような特徴があるのか調べたいと思った

2. 仮説：普段私達が使っている上質紙とチラシなどに使われているコート紙を比べるとコート紙の方がツルツルしているので、上質紙よりも空気抵抗が少なく飛行距離は長いが滞空時間は短い。

3. 方法：

- ・世界一飛ぶ紙飛行機の折り方を用いてA4の上質紙とコート紙で紙飛行機を作る。
- ・助走（0歩、1歩、5歩）投げる際の腕の角度（0度、45度、90度）で変化させる。
- ・5人で二回ずつ投げ、滞空時間の平均値をとる。（無風状態で実験するため締め切った体育館を使用）

4. 結果： 飛んだ秒数

		助走（歩）		
		0	1	5
角度 (度)	0	2.406	2.163	2.319
	45	2.556	2.838	2.880
	90	2.114	2.421	2.929

5 考察：時間の都合上上質紙しか実験できなかったが、実験結果から歩数5歩、角度90度が一番滞空時間が長い事がわかった。だが、90度で投げると上に行くまでの時間が余分に含まれるから、正確な紙飛行機の滞空時間が図れていないと考えた。それに比べ角度45度の実験結果は、助走の歩数関係なしに安定して滞空時間が長かった。よって紙飛行機を投げる時の角度は45度が最も良いと考えた。実験回数が少なく助走からは決まった法則性が見られなかった。

6 課題：一番よく飛んだ45度でコート紙でも同じ実験を行い上質紙との結果と比較し、よく飛ぶ条件を見つける。

四つ葉のクローバーを人工的に繁殖させる

キーワード: **原基**(器官としてまだ分化していない状態の細胞群)、窒素、外的刺激

1. 研究の動機と目的

どの方法が最も原基に刺激を与えられるかを調べ、人工的に四つ葉のクローバーを発生させる

2. 仮説

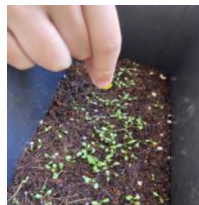
- ・与える肥料の量によって四つ葉が発生する確率が変わる
- ・原基を針で刺すことで刺激を与えれば発生する

3. 方法

①物理班

定期的に原基を針で刺す

まち針で刺す様子



4. 結果

現在測定中

約550株中観測できたものはない

	操作なし	物理班	化学班
株数	0/2048	0/550	2/400
確率	0%	0%	0.5%

3. 方法

①化学班

1週間に1度窒素を与える

植物の育成には窒素・リン酸・カリウムの成分が非常に有効である。窒素は茎と葉に影響を与える。

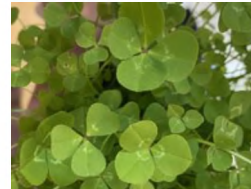


ハイポネックス

4. 結果

現在測定中

・約400株中観測できたのは**2株**だった



写真上部に四つ葉

5. 考察

- ・物理…原基を傷つけすぎた為、四つ葉が発生しなかった可能性あり
- ・化学…肥料の量や濃度を変えたら、四つ葉が発生する可能性あり

6. 今後の課題

- ・物理…重りを置くことで原基に刺激を与えてみる。
- ・化学…肥料の量や濃度を変える。

7. 参考文献

「四つ葉のクローバーは何故四つ葉?チョコちゃんの回答に「事故…?」と困惑の声相次ぐ」

https://www.excite.co.jp/news/article/Sirabee_20162104991/

8. 謝辞

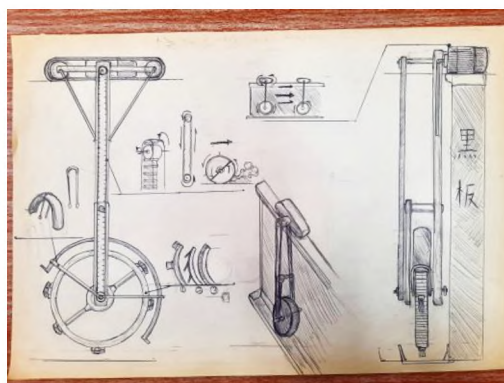
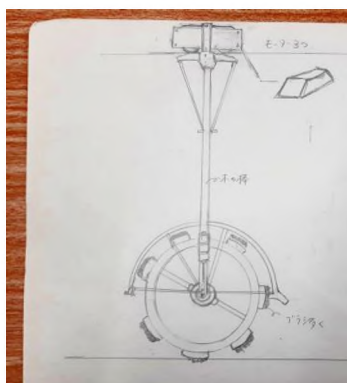
本研究を進めるにあたって、川勝先生、岡崎先生には有益な助言を頂いた。ここに記して、謝意を表す。

黒板の溝掃除を自動化する

1. 研究の動機と目的 私たちは最初、振り子を利用して黒板の溝掃除を自動化することを目的とした。しかし、振り子の動力では黒板の溝上を移動することが難しかったため、違う方法で黒板の溝掃除を行うことにした。

2. 仮説 黒板の溝上を回転するブラシが移動すれば、黒板の溝掃除を自動化できるのではないか。

3. 方法 黒板の上から機械を吊り下げ、黒板の溝上をブラシが移動できるようにする。まず、黒板の上にモーターを使った簡易的な車を動かす。そこから軽くて曲がらない棒を吊り下げ、その下端に回転できるようにモーターを使ったブラシを取り付ける。これにより、移動しながらブラシを回転させることで、黒板の溝掃除を自動化する。



4. 結果 上記の方法をもとに、上写真のような設計図を作成した。機器については、現在製作中である。

5. 今後の課題 この機器を製作するにあたり、現段階でも様々な課題が見つまっている。

- ①清掃を行う回転ブラシ部分と、その周囲に取り付ける粉受けとの干渉を減らす。
- ②モーターと回転ブラシ部分、車のタイヤとの間に生じる空回りを軽減・防止する。
- ③配線やバッテリー(電池)の位置を、機器の動作に支障が出ないように配慮する。
- ④全体的に重さを軽く、かつ一定の耐久性を確保できるように材料を検討する。

今後はこれらの課題も考慮しながら機器の製作を実施する。

6. 参考文献

富士電機 応用製品 モーターの仕組み

→<https://www.fujielectric.co.jp/products/motor/knowledge/structure/>

バイク用フロントフェンダーやリアフェンダーの種類と選び方 - グーバイク

→<https://www.goobike.com/magazine/knowledge/goods/37/>

7. 謝辞 本研究を進めるにあたり、担当の前田拓丸先生、上田康嗣先生には有益な助言をいただいた。この場にて謝意を表す。

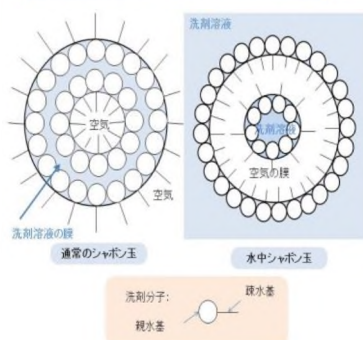
弾むシャボン玉を作る

動機・目的

私たちが幼少期のころ遊んでいたシャボン玉 弾ませるには、そもそも簡単に割れないシャボン玉は、壁や地面に当たりすぐに割れてしまうものが多かった。なので、ものに当たる衝撃に耐え、弾むシャボン玉を作ろうと思った。

仮説

シャボン玉の構造説明



実験1

一般的に知られている、シャボン玉液から出る水分蒸発を防ぎ、シャボン玉膜を長持ちさせるグリセリンや洗濯のりを、水と洗剤のシャボン玉溶液に加える。混ぜる3つの材料の比率を5段階(①～⑤)に分け、4パターン(図1～4)で調べ、3つの観点に注目して結果をまとめた。(ただし、洗剤は、界面活性剤の濃度が16%、37%の2つで比較した。)

- (1) シャボン玉の持続時間
 - (2) 一度に作ることができるシャボン玉の個数 (直径3～5cm)
 - (3) シャボン玉が落下するまでの時間
- 観点 (1) では、地面に落ち、割れてしまうことが多く、正確な時間が測れなかったため、シャボン玉の持続時間は計ることができなかった。

結果 水：洗剤：グリセリン・・・A

図1	A(界面活性剤16%)	(2)個	(3)秒
①	1 : 1 : 3	5.7	7.7
②	2 : 1 : 3	6	7
③	3 : 1 : 3	11.3	30.7
④	1 : 2 : 3	20	10.3
⑤	1 : 3 : 3	10.3	4.7

水：洗剤：洗濯のり・・・B

図3	A(界面活性剤37%)	(2)個	(3)秒
①	1 : 1 : 3	53.3	50
②	2 : 1 : 3	8.3	7
③	3 : 1 : 3	13.3	24.3
④	1 : 2 : 3	66.7	50.7
⑤	1 : 3 : 3	31.7	45.3

図2	B(界面活性剤16%)	(2)個	(3)秒
①	5 : 1 : 4	10	6.3
②	4 : 1 : 4	9	3.7
③	3 : 1 : 4	15.7	8.7
④	5 : 2 : 4	19.7	8.7
⑤	5 : 3 : 4	16	4.3

図4	B(界面活性剤37%)	(2)個	(3)秒
①	5 : 1 : 4	50	15.7
②	4 : 1 : 4	50	14.7
③	3 : 1 : 4	56.7	15
④	5 : 2 : 4	76.7	17.3
⑤	5 : 3 : 4	50	19

※洗濯のりを使った場合、干渉縞がなくなり透明になり、消えてしまう現象が起きた。図より、水、界面活性剤37%の洗剤、グリセリンを使用したものが最も強度が強いと考えた。また、その中でも、グリセリン≧洗剤>水の割合で作った溶液が個数、落下するまでの時間において、ともに安定していた図3の④を今後の実験で使用する。

考察 水の代わりに、シャボン玉の強度を高める効果が期待される材料を使用することで、さらに個数、持続時間ともに増加すると考えた。

今後の課題 砂糖には、保水性と親水性があり、シャボン玉から水分を逃がさない働きがあるとされている。これらの材料も混合させて、実験してみたい。

参考文献

- コラム シャボン玉の化学 <https://www.nikkakvo.org/system/files/column280.pdf>
 創成化学工学実験 <https://www.ichinoseki.ac.jp/che-site/sosei/hei25/hei25-07.html>
 日本分析化学専門学校 <https://www.bunseki.ac.jp/naruhodo/experiment/pop.php?id=197>
 摂陵中学校教諭シャボン玉 https://www.tv-osaka.co.jp/gscience/q_science/img/gimon_img/g_a/g_butsu_7.html
 大阪教育大学 割れにくいシャボン玉 <https://f.osaka-kvoiku.ac.jp/tennoji-i/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/38-05.pdf>

謝辞

本発表をするにあたり、上田康嗣先生には貴重なご意見とご指摘をいただきました。この場にてお礼申し上げます。

体内時計について

キーワード:体内時計

1.研究の動機と目的

人が日常生活の中で感じる時間の速さには個人差がある。どのような条件で個人差が生じるのか気になったから。

2.仮説:性別、年齢、行動の内容(得意、不得意なこと)などによって体感時間が変化する。

3.方法

班員の男女4人で得意教科の勉強を行い、体感で30分経てばそれぞれのタイミングでストップウォッチを停止し、その結果を比べ、男女差を調べる。

4.結果

	一回目	二回目	三回目	平均
男子A	27:15	28:04	34:47	30:22
男子B	23:15	23:50	33:13	26:46
女子A	33:38	38:46	37:47	37:12
女子B	22:31	31:48	×	27:10

・班員4人の間にズレはあったが、男女の規則的なズレは見られない

5.考察

班員間のズレに男女の規則性がなかったことから、体内時計の個人差に性別は関係ないということが分かった。

6.今後の課題

体内時計の個人差に性別が関係ないことを基に、男女関係なく幅広い年齢層の方に協力をしてもらい、年齢によって体内時計に個人差が生じるのかを調べる。そして、年齢においての規則的な差が見られた場合は、それが行動の内容によっても差が生じるのかを実験し、調べる。

7.参考文献:tainaidokei.jp、alinamin-kenko.jp、toshin.com、scienceportal.jst.go.jp、clinicfor.life

8.謝辞:本研究をすすめるにあたって、岡田先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

生分解性プラスチックを作る

1. 研究の動機と目的

以前から牛乳とレモンを混ぜたら固まることは知っており、その理由などを調べているうちに、生分解性プラスチックを知って、身近な材料で地球にやさしいプラスチックを作りたいと思ったから。

2. 仮説

牛乳に対してのレモンの割合が大きいほど、たくさんのプラスチックができるのではないか。

3. 3つの方法で実験をした

方法①

先行研究より、150gの牛乳を80℃に加熱して、15gのレモン汁を入れて、十分に反応させ、こしとり、のばして、乾燥機で2時間乾燥させる。

結果①



とても固く、割ると断面に光沢が見られ、緻密性が高かった。

方法②

先行研究よりも理想的な比率を求めるために牛乳10ccとレモンの比率を変えて混ぜながら15分加熱し、ろ過して乾燥させる

結果②

牛乳:レモン	できたプラスチックの量(g)
10 : 8	2.04
10 : 5	1.50
10 : 3	0.98
10 : 2	0.66



固まりはできたが、茶色く変化したり、もろかったりと、プラスチックの特徴は見られなかった。

方法③

牛乳10ccとレモン50gを加熱なしで反応させて、ろ過して残った物質を乾燥させる。

結果③



1週間後、物質がすべてろ紙に吸収されてしまい、固体のプラスチックは見られなかった。そのろ紙に水滴を落とすと、水をはじいた。

4. 考察と今後の課題

生分解性プラスチックを作るには、先行研究より牛乳とレモンの比率が10:1で、加熱しすぎず、十分に乾燥させる必要があった。

方法③ではプラスチックを取り出すことには失敗したが、しみ込んだろ紙が水をはじくという発見があったので、その原因を解明して、より水をはじく方法を見つけようと思う。

5. 参考文献

創成化学工学実験(平成27年) 1班 カゼインプラスチック
(www.che.ichinoseki.ac.jp/sosei/hei27)

6. 謝辞

本研究を進めるにあたって、上田先生、鈴木先生、田淵先生、内海先生、前田先生、竹中先生には、有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

よく飛ぶ紙飛行機の条件

キーワード:紙飛行機の長さ・重さ

1. 研究の動機と目的

小さい頃紙飛行機をよく作って飛ばして遊んでとても楽しかったが、遠くに飛ばすという事が難しく、少しの距離しか飛ばすことが出来なかったので、高校生になって物理を習った今、よく飛ぶ紙飛行機の形などについて調べることによって、小さい頃からは考えられないほどよく飛ぶ紙飛行機が作れるのではないかと思ったから。

2. 仮説

紙飛行機の先端から末端までの距離が短い方がよく飛ぶ。軽い方がよく飛ぶ。

3. 方法

(1)時間が短くて飛行距離が長い紙飛行機と飛行時間が短く飛行時間が長い紙飛行機の動画をとり、生徒約40人対象にアンケートをとる

→よく飛ぶという定義の設定

(2)様々な12種類の紙飛行機を作る

→その中から長い時間かつ遠くに飛ぶ紙飛行機を選別する

(3)(2)で選別した紙飛行機について観察する

折った紙飛行機の例

へそ紙飛行機



スーパーフィン



いか紙飛行機



4. 結果

- ・大半がよく飛ぶ紙飛行機に時間ではなく距離を重視している
- ・ギネスをとった紙飛行機が条件を満たしていた
- ・先端から末端までの距離が短いほうがよく飛んだ
- ・軽いと空気の抵抗に負けて飛ばなかった

5. 考察

- ・先端から末端の距離は短いほうがいい
- ・前方は重いほうがいい
- ・重すぎず軽すぎないものがよい



ギネスをとった紙飛行機

6. 今後の課題

- ・どうしてギネスをとった紙飛行機が条件を満たしたのかについて深く追及する
- ・ちゃんと先端から末端までの距離を測って何センチがいいのかを見つける
- ・紙飛行機の重心を測ってみる
- ・他にもっとよく飛ぶ条件はないか考える

7. 参考文献

- <https://www.e-i.co.jp/blog/44/>
- <https://ikujist.com/gathered-how-to-fold-papers-planes/>
- <https://www.honda.co.jp/kids/ziyuu-kenkyu/challenge/c-13/>
- <https://www.city.munakata.lg.jp/kosodate/w051/2020508101339.html>
- <https://www.honba.co.jp/kids/jiyuu-kenkyu/challenge/c-13/skyking/>

8. 謝辞

本研究をするにあたり、担当の上田康嗣先生には貴重なご意見とご指摘を受けた。この場においてお礼申し上げる。

金属の摩擦で水を沸騰させる

キーワード 金属摩擦 金属疲労

1. 研究の動機と目的

日々の生活でT-fal¹⁾を使って水を沸騰させることが多く、効率良く沸騰させる方法に興味を持った。そこで、先行研究から金属を用いて熱を発生させる方法を知り探究することにした。

2. 仮説

- ・金属摩擦によって発生した熱で沸騰させることができるのではないかと
- ・金属の長さによって発生する熱量が違うのではないかと(長いほうが熱量が大きい)
- ・金属の太さによって発生する熱量が違うのではないかと(太いほうが熱量が大きい)
- ・金属疲労²⁾によって発生する熱量が小さくなるのではないかと

3. 方法

2種類の直径3mmの金属線(鉄, アルミ)を長さ48cmに切り折り曲げる。³⁾
折り曲げた回数によって上昇した温度をサーモグラフィーで測り、その時の熱量を求める。

4. 結果

- ・ $Q = 300 \text{ g} \times 4.2 \text{ J/g} \cdot \text{K} \times 64.5^\circ\text{C} = 81270 \text{ J}$ (300mlの水を沸かす)

・鉄の実験

・アルミの実験

始め(°C)	10回	20回	30回	50回	始め(°C)	10回	20回	30回	50回
16.5	31.0	66.0	82.4	83.6	16.2	17.1	18.1	17.5	18.2
19.0	39.0	59.0	66.8	49.2	16.7	16.6	17.9	18.9	21.2
17.7	37.2	48.0	46.2	77.4	16.8	16.8	17.2	17.5	18.3
18.0	42.5	48.5	51.1	84.9	15.3	15.6	17.7	17.8	18.2
18.1	39.1	44.8	64.2	100以上	16.4	16.1	18.1	19.4	18.3
20.0	27.1	39.6	56.9	92.2	15.2	16.0	17.1	19.3	20.2
19.5	32.4	41.2	61.6	90.2	15.6	17.1	16.4	18.5	21.7

*TRIMMEAN関数より最小と最大を省く(赤と青の数字)

	始め	10回	20回	30回	50回	始め	10回	20回	30回	50回
平均(°C)	18.46	35.74	48.30	60.14	85.66	15.98	16.52	17.60	18.40	19.24
曲げる時間(s)		8.165	16.33	24.50	40.83		5.669	11.34	17.00	28.35
沸騰する時間(m)		156.9	181.8	195.2	201.8		8241	5494	5516	6824

計算方法

鉄の熱量が水の温度上昇にすべて使われるとすると

$$(\text{鉄10回の場合}) Q(\text{鉄の熱量}) = \{45\text{g}(\text{全体}) \times 10\text{cm}(\text{温度変化があった部分}) / 48\text{cm}(\text{全体})\} \times 0.46(\text{鉄の比熱}) \times 17.28(\text{温度の変化量}) = 70.47\text{J}$$

・沸騰する時間を求める

$$81270\text{J}(300\text{mlの水を沸かす}) \div 70.47\text{J}(10回の鉄の熱量) \times 8.165\text{s}(10回曲げる時間) \div 60 = 156.93... \approx 156.9(\text{m})$$

5. 考察

- ・同じ金属で実験回数を重ねても温度が低くなる事がなかったので、**金属疲労は関係がない。**
- ・鉄は少ない回数の方が**沸騰にかかる時間が少ない。**
- ・理論上では水を沸騰させることができたが、実際に沸騰させようとすると難しい。
- ・アルミに関しては柔らかいのですぐに金属疲労で折れてしまい、温度上昇も小さいので効率が悪い。
- ・同じ条件で**金属の長さ**を短くすると、短い時も長い時も温度上昇が変わらないので長さは**関係がない。**

6. 今後の課題

- ・太さの違う同じ種類の金属を用意して、太さの関係性を調べる。
- ・金属の摩擦で更に効率の良い金属を探していく。
- ・金属を折り曲げる速さを変えると発生する熱量が変わるのかどうかを調べる。

7. 参考文献

- 1) https://www.parashifter.com/archives/denki_kettle.html
- 2) <https://engineer-education.com/metal-fatigue-mechanism/>
- 3) <http://www.hyogo-c.ed.jp/~saiten/seito/himeji03/wire0.htm>
- 4) <http://www.sk-medical.jp/mu/tech/property.html>
- 5) https://www.kepco.co.jp/sp/energy_supply/energy/kids/science/topic07.html

8. 謝辞

本研究をするにあたって、田淵先生、上田先生には有益な助言をいただきました。ここに記して謝意を表する。

食べられるシャボン玉 ただし、多量な摂取は推奨しません。

キーワード

①**界面活性剤**・・・分子内に水になじみやすい部分と、油になじみやすい部分を持つ物質の総称。水に入れると界面張力を弱めるため、薄い膜を作ることができ、結果シャボン玉を形成することができる。

②**界面張力**・・・分子間力によって表面積を小さくしようとする力。

1. 研究の動機と目的

シャボン玉を食べてみたいという遊び心と小さい頃にシャボン液を誤って飲み込み、苦い思いをしたので、これからの子供たちが安全にシャボン玉で遊べられるようにと思った。

2. 仮説

食べられる界面活性剤である乳化剤を水に混ぜるとシャボン液ができる。

シャボン玉の成分

水	96.9%以上
界面活性剤	3%以下
増粘剤	微量

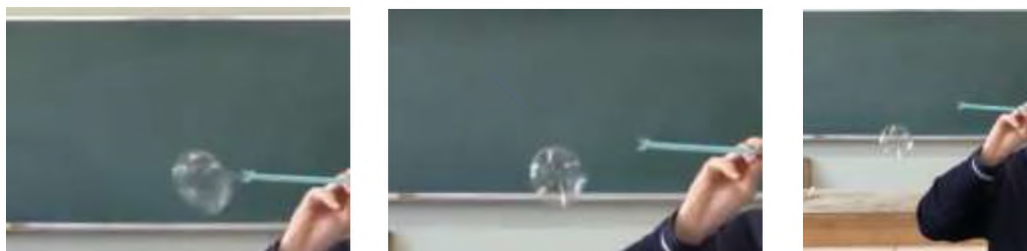
3. シャボン玉の説明

私たちは、一定時間膜を張って浮いたものをシャボン玉とする。
シャボン玉安全協会によって定められた市販のシャボン玉の内訳は右図である。

4. 実験方法

1. ビーカーに水97gにグリセリン脂肪酸エステル3gを混ぜてかき混ぜる（濃度3%）
2. 別のビーカーに1でできた溶液を20gと水20gを加える（濃度1.5%）
3. できた溶液をそれぞれストローを使ってシャボン玉を作る

5. 結果



	3%	1.5%	市販
できたか	できた	できた	連続的にできた
市販と比べた滞空時間	短い	3%と同じくらい短い	
質量	約0.10g	約0.06g	約0.03g

結果は上の表のとおりである。市販のものに比べて、滞空時間が短かった。また、市販のものは1回で多くのシャボン玉が作れるのに対して、作ったものは1回で1つのシャボン玉しかできなかった。市販のものとの違いを見つけるため、1回吹く分の溶液の質量を量ってみると、市販のもの約2倍であった。また、シャボン玉ができる頻度は市販のものとは比べ低かった。

6. 考察

3%の溶液が重く、滞空時間が短かったことより市販のものに使われている界面活性剤より、今回使用したグリセリン脂肪酸エステルのほうが界面張力を弱められないと思われる。

7. 今後の課題

濃度を変え、市販のものとの重さの違いや滞空時間の違いを調べていきたい。
また、ショ糖脂肪酸エステルや他の乳化剤、増粘剤を用いて実験する予定だ。



8. 参考文献

<http://soap.main.jp/kivun.html> シャボン玉安全協会

9. 謝辞

本研究にあたっては阪本薬品工業株式会社 食材部からグリセリン脂肪酸エステル、某企業からショ糖脂肪酸エステルをご提供して頂き、谷口先生、上田先生、鈴木先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

縮小版オセロの必勝法から8×8盤の必勝法を見出す

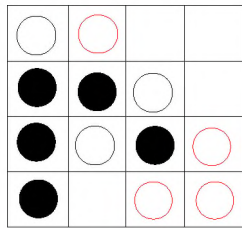
動機と目的
 単純なゲームに思えるオセロだが、石の置く位置によって形成が変わってきたりと、とても奥が深いゲームでもある。そこで私たちはどのようにすれば勝つことができるのか、その方法が知りたいと思った。そしてそこからオセロで確実に勝てる方法を見つけることを目的として探究を進めた。

仮説

- 3角を取ればよい
- 初めに駒をあまり増やさない
- 2手目で角をとる

方法
 縮小版4×4のオセロの手を紙に書き出してすべて解析し、先行研究で分かっている必勝法について調べる。

- 黒（先手）
- 白（後手）
- 次に打てる手



結果

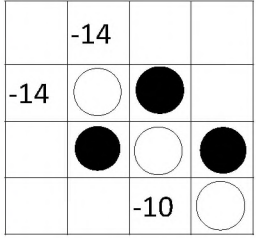
2手目に後攻が角を取る場合のみを解析すると、少なくとも後攻が10石以上差をつけて勝つ。実験結果は次のようである。

2手目に角を取った時、次に黒が置けるのは①～③の3手 (i) 3に置くとき

最善手で打ち付けた時 黒2 白14

(ii) ①、②に置くとき

考察
 結果から最善手で進んでいった対局すべてにおいて3角以上後攻がとっており、10石以上の差をつけて後手が勝っている。つまり2手目に角をとることができれば、後手必勝であるといえる。



今後の課題
 今回は4×4の縮小版で行ったが普段遊ぶ大きさの8×8盤でもこのような方法が通じるのか調べていきたい。また、有効な手の中でも確率を調べていき、どのマスに置けば一番勝率が上がるのかも解明していきたい。

参考文献

- 4×4オセロ全手解析 (net.c.dendai.ac.jp)
- 縮小盤オセロにおける完全解析 (ipsj-kyushu.jp)
- オセロを上達させる秘密技! (workport.co.jp)
- 4×4オセロ手作業で完全解析してみた (youtu.be/00dGdD)
- オセロの4隅 (kozu-osaka.jp)

謝辞
 本研究を進めるにあたって、後藤先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。



球場とホームランの関連性



研究の動機

打たないと勝てないといわれる野球ではホームランはとても重要視されるが球場ごとによってホームランのうちやすさが変化するというところに着目し、各チームの順位と球場別ホームラン数の観点からホームランと球場との関連性について詳しく調べることにした。

仮説

1. 球場の広さが狭いチームの方がホームランがやすい
2. ホームゲームが多いプロ野球ではホーム球場の広さが狭い方がペナントレースの順位が高くなる

現状の説明

球場別のホームラン数の合計と試合数、1試合あたりのホームラン数と各球場の広さを調べ2021年シーズンの順位との関係性を調べた。

球場別のホームラン数

	神宮	甲子園	東京ドーム	マツダ	バンテリ	ハマスタ	合計
ヤクルト	69	9	19	11	7	9	134
阪神	17	43	18	7	4	8	97
巨人	21	17	82	13	6	10	149
広島	13	11	27	44	6	11	112
中日	9	5	10	6	31	2	63
DeNA	10	8	25	13	9	61	126
合計	149	93	181	94	63	101	

1試合あたりの球場別ホームラン数

	神宮	甲子園	東京ドーム	マツダ	バンテリ	ハマスタ
ヤクルト	1.11	0.75	1.18	0.91	0.53	0.81
阪神	1.30	0.69	1.20	0.53	0.33	0.80
巨人	1.75	1.30	1.24	1.00	0.50	1.00
広島	1.30	1.22	1.50	0.61	0.46	1.22
中日	0.75	0.50	0.83	0.50	0.43	0.18
DeNA	0.71	0.88	1.25	1.00	0.75	1.01
合計	1.13	0.80	1.23	0.69	0.55	0.90

球場の大きさ (単位メートル)

	フェンスの高さ	外野平均	外野平均+フェンス	狭い順
ヤクルト	3.30	107.9	111.22	2
阪神	2.60	108.8	111.40	3
巨人	4.24	108.4	112.64	4
広島	3.50	111.0	114.50	5
中日	4.80	110.8	115.60	6
DeNA	5.15	105.8	110.93	1



結果

- 1試合あたりの球場別のホームラン数と広さの関係
広島、中日の大きい球場は1試合あたりのホームラン数が少ないがその他の小さい球場ではホームランがよく出るとは限らない
- 1試合あたりの球場別のホームラン数と順位の関係
横浜スタジアムの1試合あたりのホームラン数が多いが、DeNAの順位が6位であるようにホーム球場のホームランが多くても順位が高いとは限らない
- 球場別のホームラン数と球団別のホームラン数の関係
6球団中4球団が一致したのでホームランがよく出る球場をホーム球場としている球団ほどホームラン数が多い

考察

球場の形、屋外の球場だと気候などの影響を受ける可能性があると考えられる

今後の課題

2021年のデータとの比較だけでは球場とホームランとの関連性について深くはわからなかったもので、もっと多くの年数のデータを取り総合的に判断するべきであった。また、他のデータを取って比較し、そのデータとの関連性も見ていきたい。

参考文献

<https://nf3.sakura.ne.jp>

<http://kurashinotakarabako.com/1754>

謝辞

本研究をすすめるにあたって、後藤先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝辞を表す。



光の色と光合成

研究の動機と目的

光を一番吸収するのは黒色なのになぜ葉緑体は緑色？

→クロロフィルが緑色の光を反射するから。
光の色により光合成の効率が違う。
実際にどのような違いが出るのか気になったから。

仮説

先行研究より生物は、赤紫色の光で育ちやすいことが分かった。なので赤色の溶液で植物を育てることで植物が育ちやすい＝でんぷんが発生しやすい。反対に赤紫色の補色である、緑色の溶液で育てた植物が一番育ちにくいと仮説を立てた。

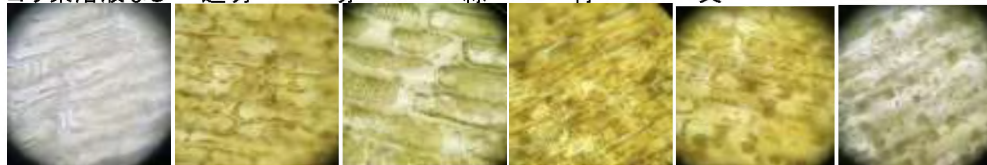
キーワード

1. 光合成
2. デンプン
3. オオカナダモ

方法

オオカナダモを色水に入れ、日光をあてることでその色の光をあてたことにする。
赤、青、緑、黄色、透明の水を用意し日光を当てるオオカナダモの葉にヨウ素液をつけて発生したデンプンの違いを見ることで光合成の違いについて調べる。

ヨウ素溶液なし 透明 赤 緑 青 黄



結果

すべての水のオオカナダモについてデンプンの色が変わった。
→すべてのオオカナダモで光合成が行われた。

考察

すべてのオオカナダモで光合成が行われた。
→光の色の違いによる光合成の変化はそれほどおきくはない。

反省点

今回の実験では光の色の違いによる光合成の度合いについて調べることができなかったため、今後の実験ではそこを調べる実験をおこなう。オオカナダモの状態、色の濃さや光の強さを一定にするなどに気を付ける。



今後の課題

今回の実験では光の色の違いによる光合成の度合いについて調べることができなかったため、今後の実験ではそこを調べる実験をおこなう。オオカナダモの状態、色の濃さや光の強さを一定にするなどに気を付ける。

参考文献

- <http://www.photosynthesis.jp/faq/faq1-10.html>
- https://global.canon/ja/technology/kids/mystery/m_04_07.html
- <http://www.photosynthesis.jp/faq/faq9-3.html>
- <http://www.photosynthesis.jp/youso.html>
- https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1718

謝辞

本発表をするにあたり、岡崎先生、早川先生には貴重なご意見とご指摘をいただきました。この場にて御礼申し上げます。

人を浮かせるための浮力とその体積

1. 研究の動機と目的

橋がなくても渡れるようになる。
船などを使わなくても渡れるため、排気ガスを減らすことができ、環境に優しくなる。

2. 仮説

1番軽い物体で水蜘蛛のようなものを作ると歩くことができるかもしれない。木は、手に入りやすく、軽く水に浮く。

3. 方法

浮力・推進力・バランスのうち今回は浮力に注目した。
①浮力と体重、箱の重さから何cmの箱を作ると良いか計算し、仮定した。
②20cm×20cm×20cmの箱と30cm×30cm×30cmの箱を作り、量る。
③5kg、10kgの重りをのせて、何cm沈んだか計った。
④良く浮いた方の箱を使って実験する。



4. 結果

箱の大きさ	箱の重さ	重りなし	5kg	10kg
20cm×20cm×20cm	374g	0.9cm	14cm	／
30cm×30cm×30cm	841g	0.9cm	6.25cm	13cm

- 20cm×20cm×20cmの箱に10kgの重りは入らなかった。
- 右の表の理論値は $F = \rho Vg$ に当てはめて計算した値。
- 右の表から理論値と実際値に少しの誤差しかなかった。

箱の大きさ	理論値	実際値
①5kg	54.7N	52.9N
②5kg	55.0N	52.9N
②10kg	114.3N	105.8N

※20cm×20cm×20cmを①、30cm×30cm×30cmを②とする。
また、値を小数第2位で四捨五入した。

5. 考察

結果から、物理の公式の $F = \rho Vg$ は人を乗せる実験の時に使っても問題がないほど誤差が小さかった。これより、45kgの人間の両足に箱をはかせて浮かせると考えると1つの箱の高さは29.875cm沈むと考えられる。安定感を出すためには箱の底の面積を大きくする必要もあるかもしれない。



6. 今後の課題

今回の実験で箱に重りを乗せて浮かせた時、とても不安定だったので人が乗るのはとてもできないと感じた。なので安定させる方法を考えていきたい。また、ただの箱だと進むことができないのでその方法も考えていきたい。

7. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、田淵先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

糸電話を伝わる音の波形の変化

1. 研究の動機と目的

糸電話の送信側と受信側で、波形にどのような違いが生じるか、詳しく調べたいと思ったから。

2. 仮説と方針

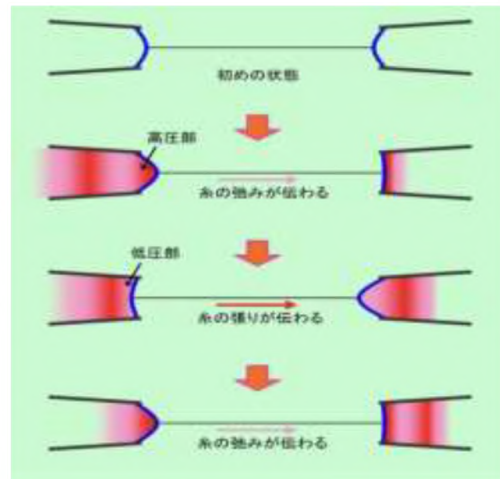
〈仮説〉

紙コップ(A)の波形と、そこから音を出して糸をつないだ紙コップ(B)の波形を比較すると、何らかの違いがある。

〈方針〉

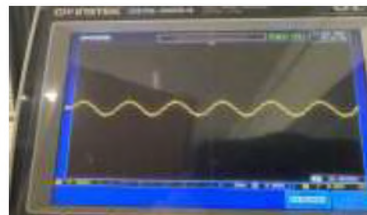
紙コップ(A)と(B)の波形をオシロスコープで計測し、比較する。

『糸電話の仕組み』



3. 実験方法

- ① 実験器具・・・紙コップ、タコ糸、エナメル線、磁石、オシロスコープ
- ② 予備実験・・・どの材質(紙コップの種類や糸の種類)がよく聞こえるかを調べる。その結果タコ糸と紙コップの組合せが一番よく聞こえた。
→よってこれらを採用した。
- ③ 送信側の紙コップの底面にエナメル線を巻きその間に磁石を装着し紙コップの底面の振動の波形をオシロスコープで計測する。
- ④ 同様に受信側の波形を計測し、それらの波形の違いを調べる。



4. 結果・今後の課題

オシロスコープで波形をうまく計測することができなかった。コイルから得られる電気信号が小さすぎるためだと考える。今後はエナメル線が動かないように実験器具を固定する、出来るだけ大きな音で実験するなどの工夫をして調節したい。

5. 参考文献

糸電話の仕組み <https://hr-inoue.net/zscience/topics/sound/sound.html>

6. 謝辞

本研究を進めるにあたって谷口先生には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

科学部の自然科学
研究論文とポスター

「逆ムペンバ現象」はあるのか、それはどんな温度条件で現れる現象なのか

兵庫県立姫路東高等学校 科学部物理系研究部（逆ムペンバ班）

多田明良 中農拓人 岩本澤治 菅原楓 志村実咲 山浦奈々 藤原萌々美

要 旨

逆ムペンバ現象は、同じ条件で温めた場合、氷が完全に溶け終わるまでにかかる時間が、氷の温度が低いほど相対的に短くなる現象である。さまざまに条件を変えた 81 回の実験から、本研究で逆ムペンバ現象の存在を確認した。逆ムペンバ現象は不規則に起こるが、恒温器内の温度によらず、 -20°C 以下の氷が融解する場合安定的にみられる。氷が溶け始めるまでの時間は、氷の温度が低いほど長く、この関係が逆転することはない。逆転（逆ムペンバ現象）が起こるのは、氷が完全に溶け終わるまでの時間においてである。 0°C 以上の液体状態の精製水では、逆ムペンバ現象はみられない。

氷と恒温器内の温度差が小さいと、氷が完全に融解するまでの時間は、庫内温度が低いほど長くなる。 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ では、氷と恒温器内の温度差が大きいほど逆ムペンバ現象は起こりやすいが、 20°C 以上になると、温度差の大きさと逆ムペンバ現象の起こりやすさに相関関係はみられなくなる。ムペンバ現象に関する先行研究で、その原因として不純物の混入があげられている。今回の実験では精製水を用いており、不純物の混入が逆ムペンバ現象の起こる原因とは考えられない。

キーワード：ムペンバ現象（効果） 逆ムペンバ現象（効果） 恒温器内の庫内温度

1 はじめに

アリストテレスは、熱水を素早く冷ますには、まず熱水を陽の光の中に置いて温めることから始めればよいことを示唆した (Jeng, 2005)。1960 年代に入って、同じ条件で冷却しても、温かい湯が冷たい水よりも相対的に早く凍る現象がみられることが再発見され、これがムペンバ効果によるものとされるようになった (Mpemba and Osborne, 1969・Brownridge, 2011)。その後、Vynnycky and Mitchell (2010) や Pankovic and Kapor (2010) は、ムペンバ現象が一定の条件下でのみ起こることを示したが、その具体的な条件は示していない。コロイド系における実験 (Kumer and Bechhoefer, 2020・Kumar, et al., 2021) や粉体ガス内での実験 (Biswas, et al., 2021) などがおこなわれ、ムペンバ現象は水分子のクラスターによって引き起こされる (Esposito et.al., 2007) とか、相遷移なしでみられる現象である (Gijon, et al., 2019)、冷却過程の原子内の動きの比率の変化によって引き起こされる (Jaehyeok and William, 2015) などが示されたが、そのメカニズムは依然として明らかにされていない。感覚的には、温度が低い液体の方がより早く凝固すると考えられるため、筆者らはこの現象に強い興味をもった。

Kumer and Bechhoefer (2020) はムペンバ現象の議論の最後の部分で、ムペンバ現象とは逆に、同じ温度条件下で温める場合、温度が低い固体の方が温度が高い固体よりも相対的に早く融解して温度が上昇する効果 (inverse Mpemba effect/逆ムペンバ効果) の存在の可能性に触れているが、逆ムペンバ現象の存在は疑わしいとしている。また、Yang and Hou (2020) は、Non-Markovian Mpemba effect として氷に関する同様の現象を紹介し、この現象が不純物の混入によって引き起こされると結論付けている。逆ムペンバ現象に関する研究は、現在最も注目されている新しいテーマである。筆者らは逆ムペンバ現象が本当にあるのかどうか、もしあるのだとすると、その出現する温度条件を明らかにしようと考

え、研究を始めた。

2 実験方法

ホールピペットを用いて、精製水を正確に 30ml 測りとり、耐冷製容器に入れた。容器の中央部にデジタル温度計(佐藤計量器製作所社製 SK-1120/熱電対 K-type/分解能 0.1℃/測定範囲-203.3~1368℃/測定精度±0.5%、および宝工業株式会社製ポケットブル複合モード温度計 DIGIMULTI-D611/分解能 0.1℃/測定範囲-43.2~120.7℃/測定精度±0.1℃)を差し込み、測定部分が精製水の中央部に位置するように固定してフィルムで密閉した(図1)。これを SCAN 社製 SFS270A (100V/120W) の冷凍庫内に入れて、木製の板で恒温器内の金属に試料が触れないように調整して静置し、0℃から-25℃まで、さまざまな温度に冷凍庫の冷却温度を設定して、氷の温度が設定温度で平衡状態になって変化しなくなるまで待った。この氷試料を、庫内温度を 10℃から 5℃刻みに 50℃まで設定した恒温器(大冷機工業株式会社製 CDB-14A/100V/269W/温度調節範囲 0.1℃単位で-10~50℃/温度調整設定精度±0.2℃/温度分布±0.5℃)の中に入れて温めながら、氷試料中に挿入されたデジタル温度計で 1 分ごとに温度を 90 分間測定した。また、さまざまな温度の液体状態の精製水についても、同様の実験をおこなった。これらの温度測定と同時に、恒温器内の庫内温度も 1 分ごとに測定した。庫内温度測定用の温度計は、氷に触れている周囲の空気の温度を測定するために、氷を静置した場所に隣接する位置に設置した。さまざまに条件を変えて 81 回実験を繰り返した。

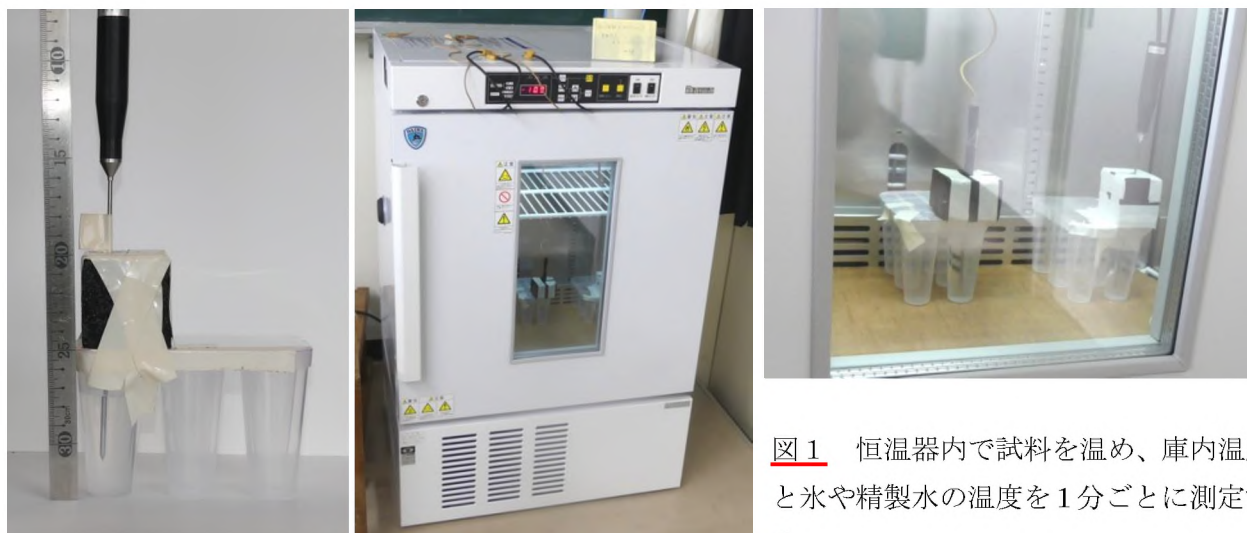
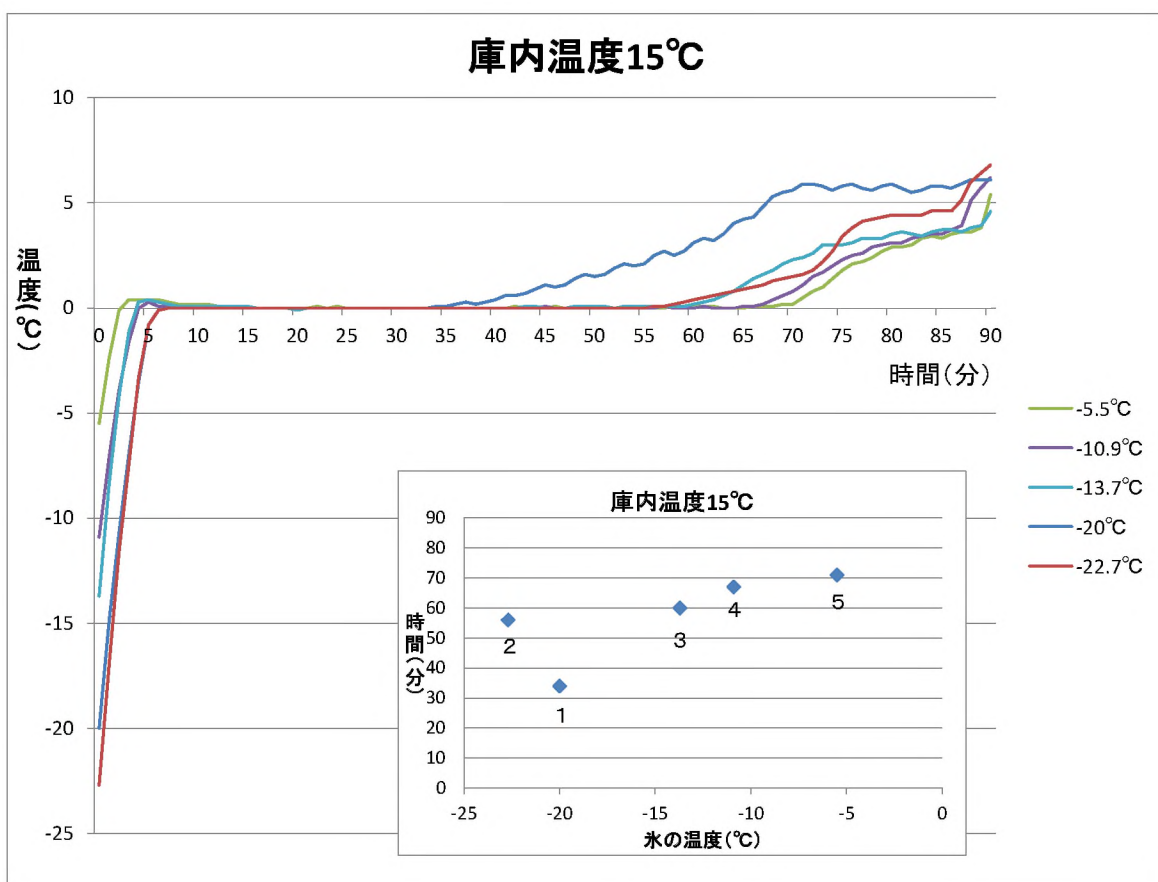
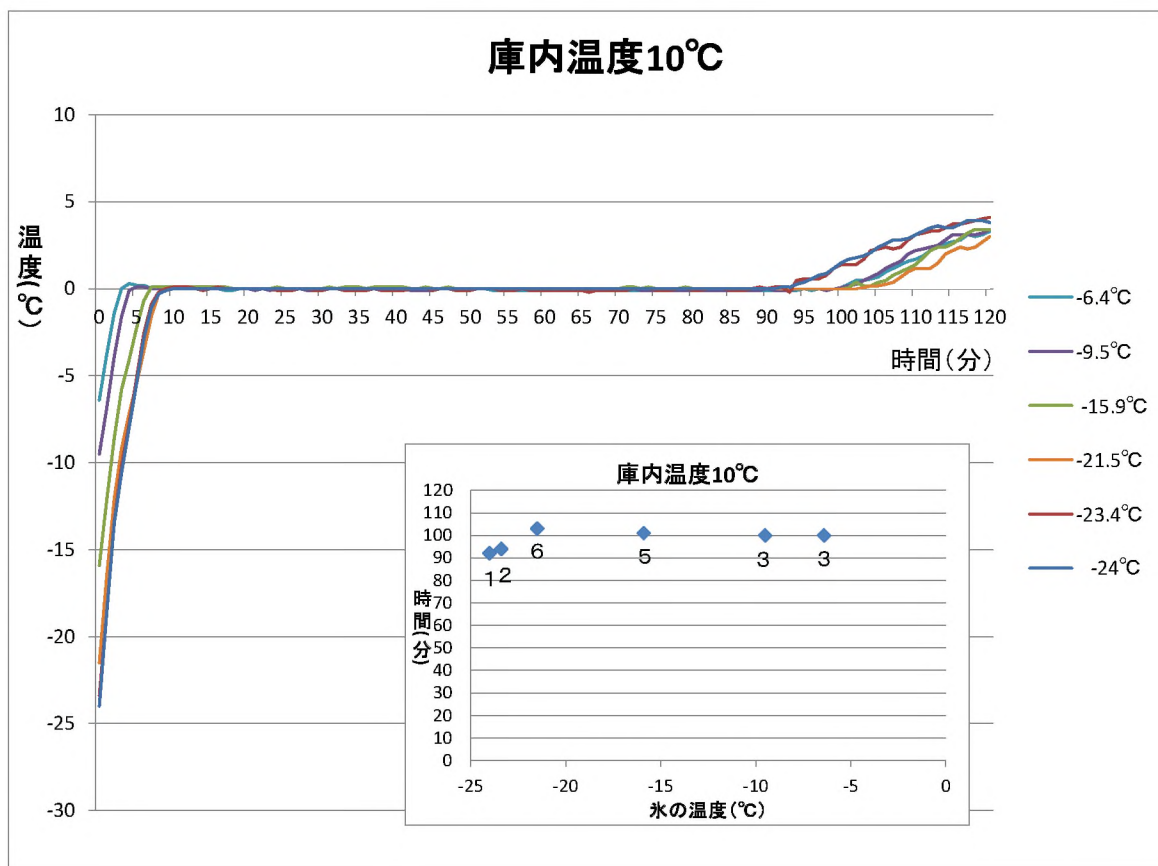
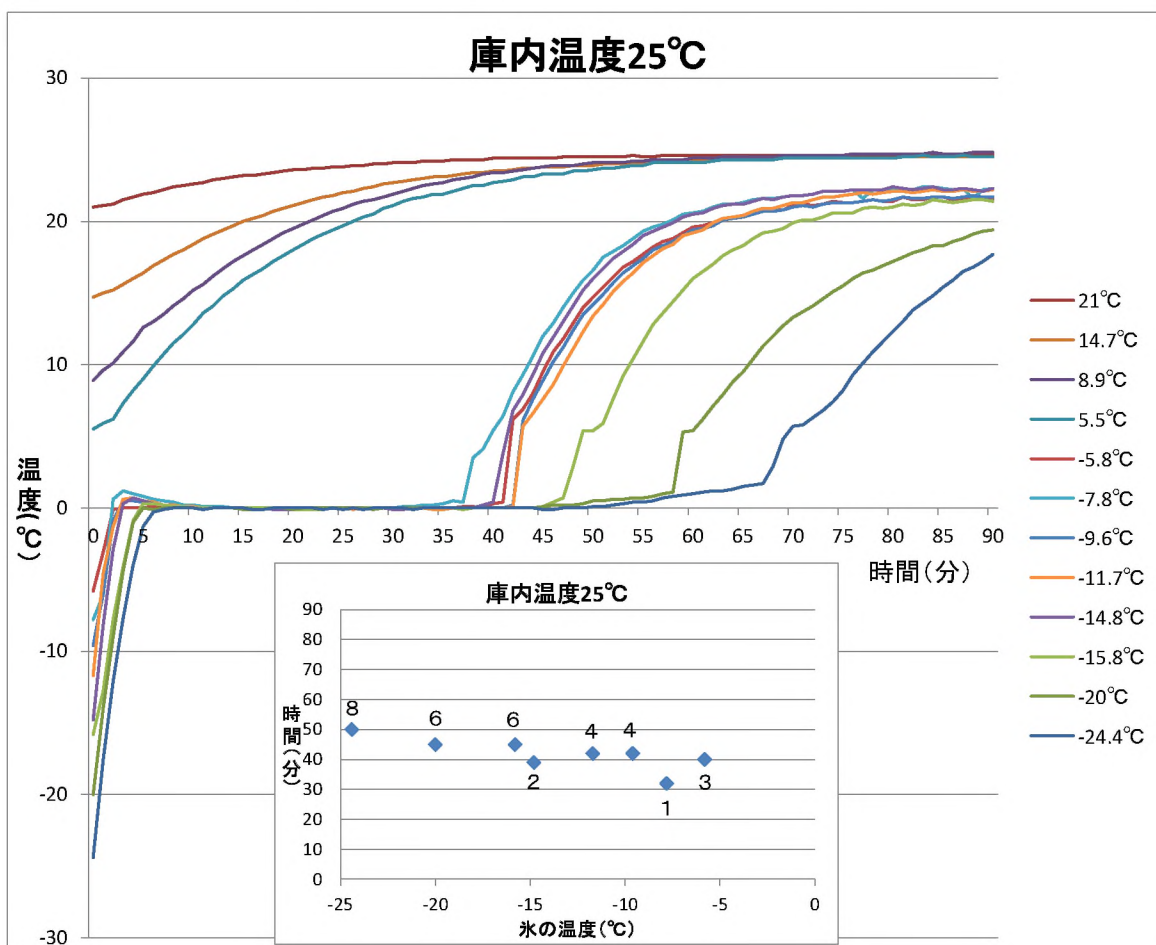
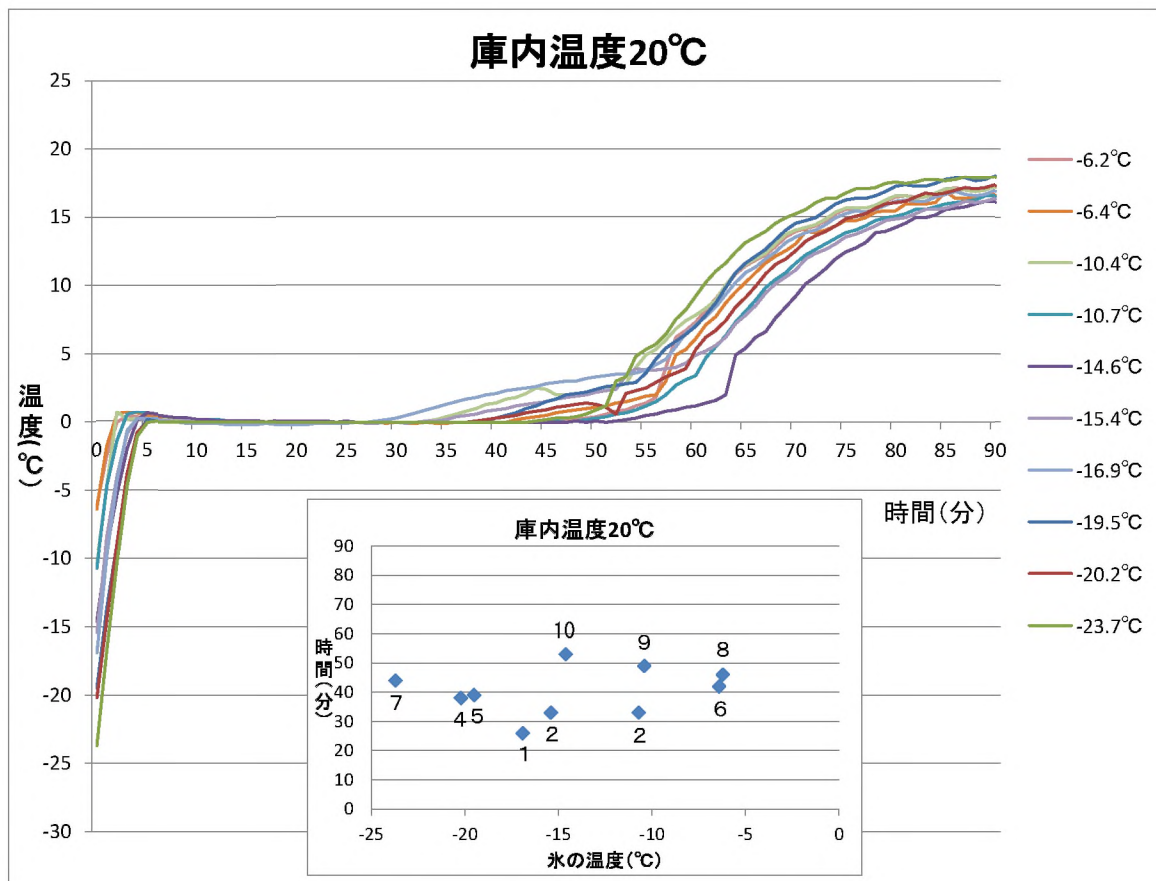


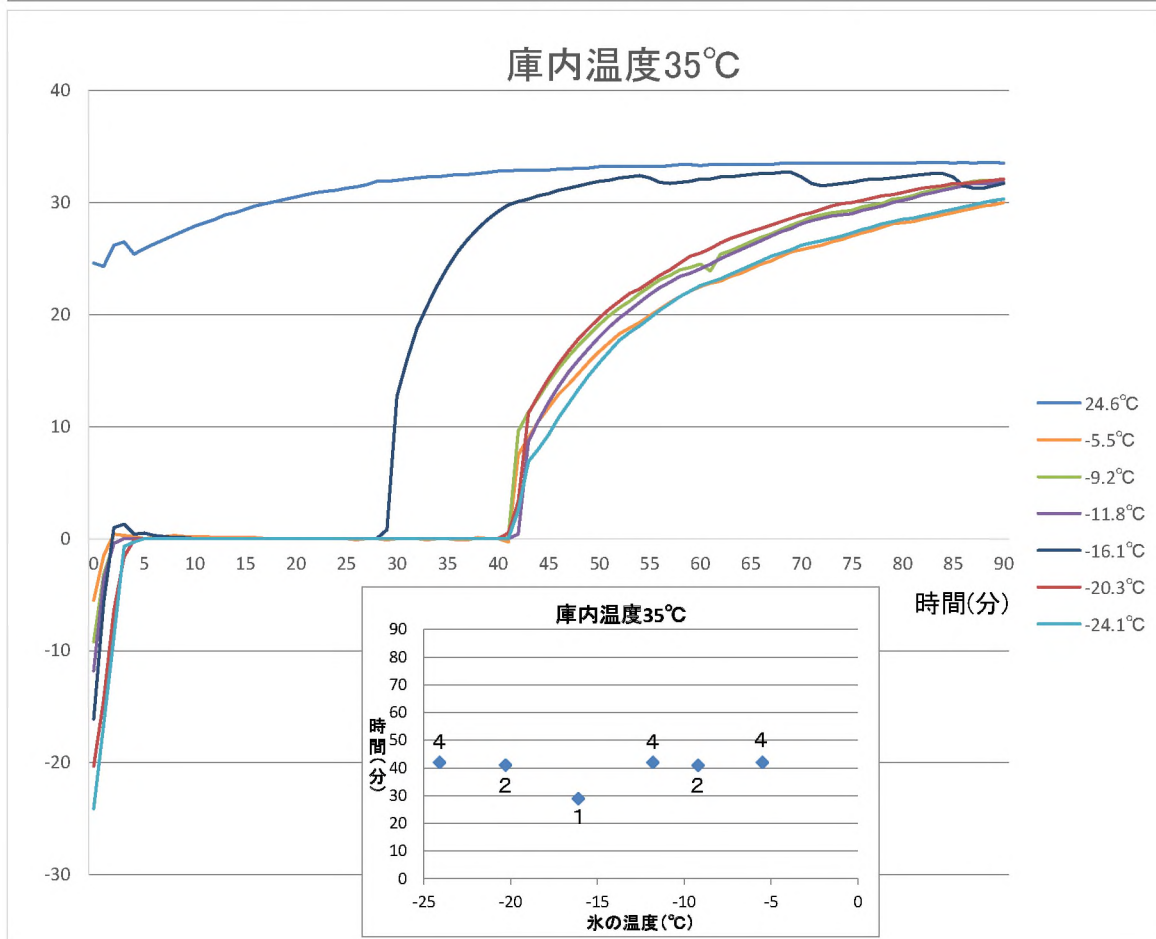
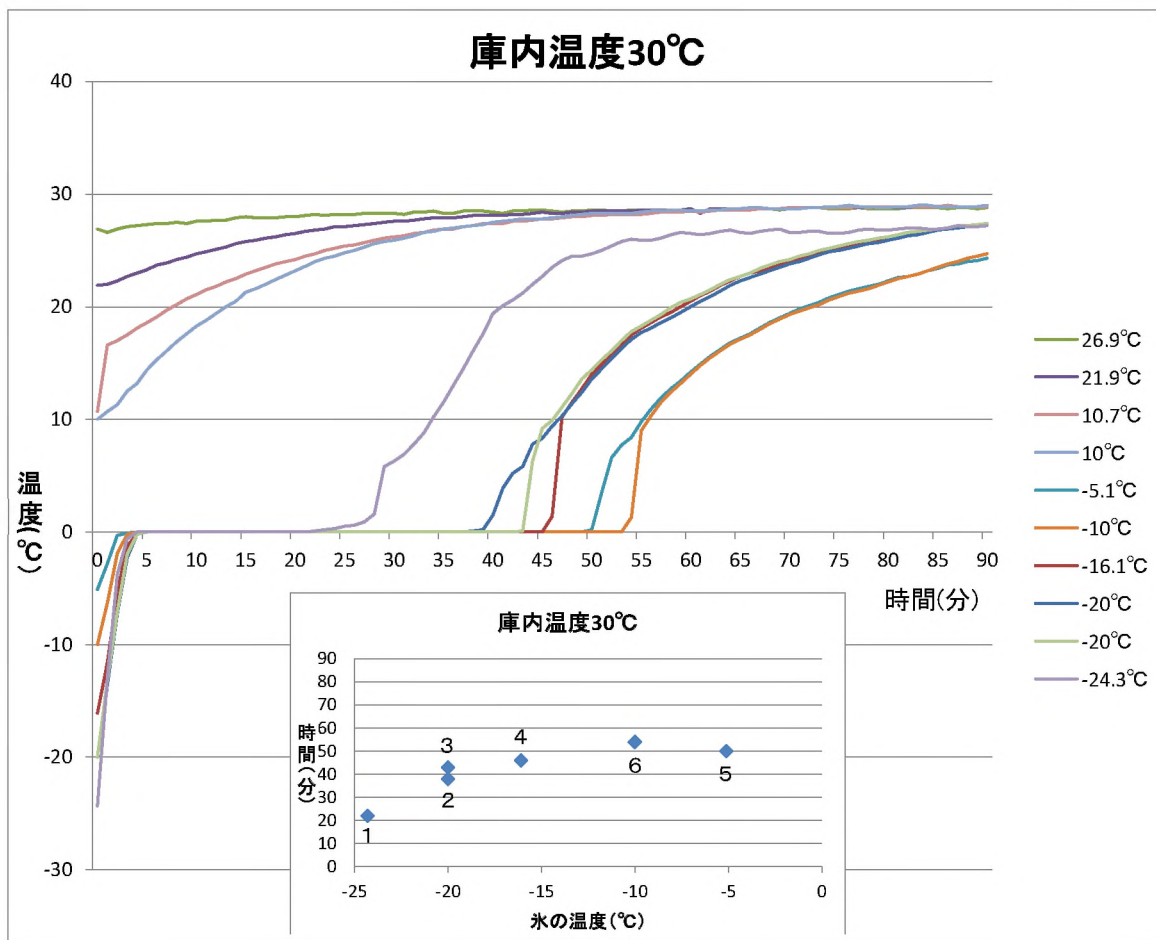
図1 恒温器内で試料を温め、庫内温度と氷や精製水の温度を 1 分ごとに測定する

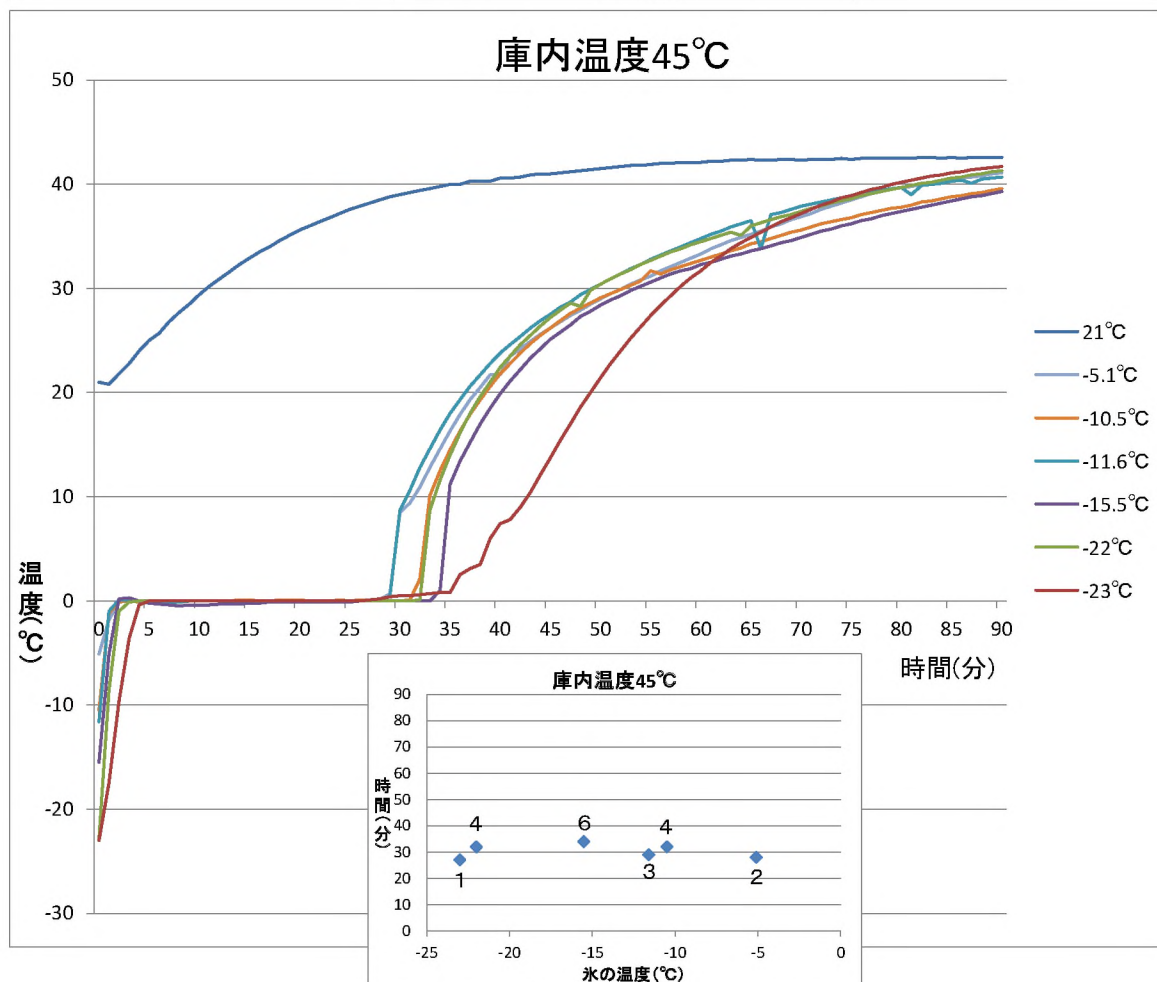
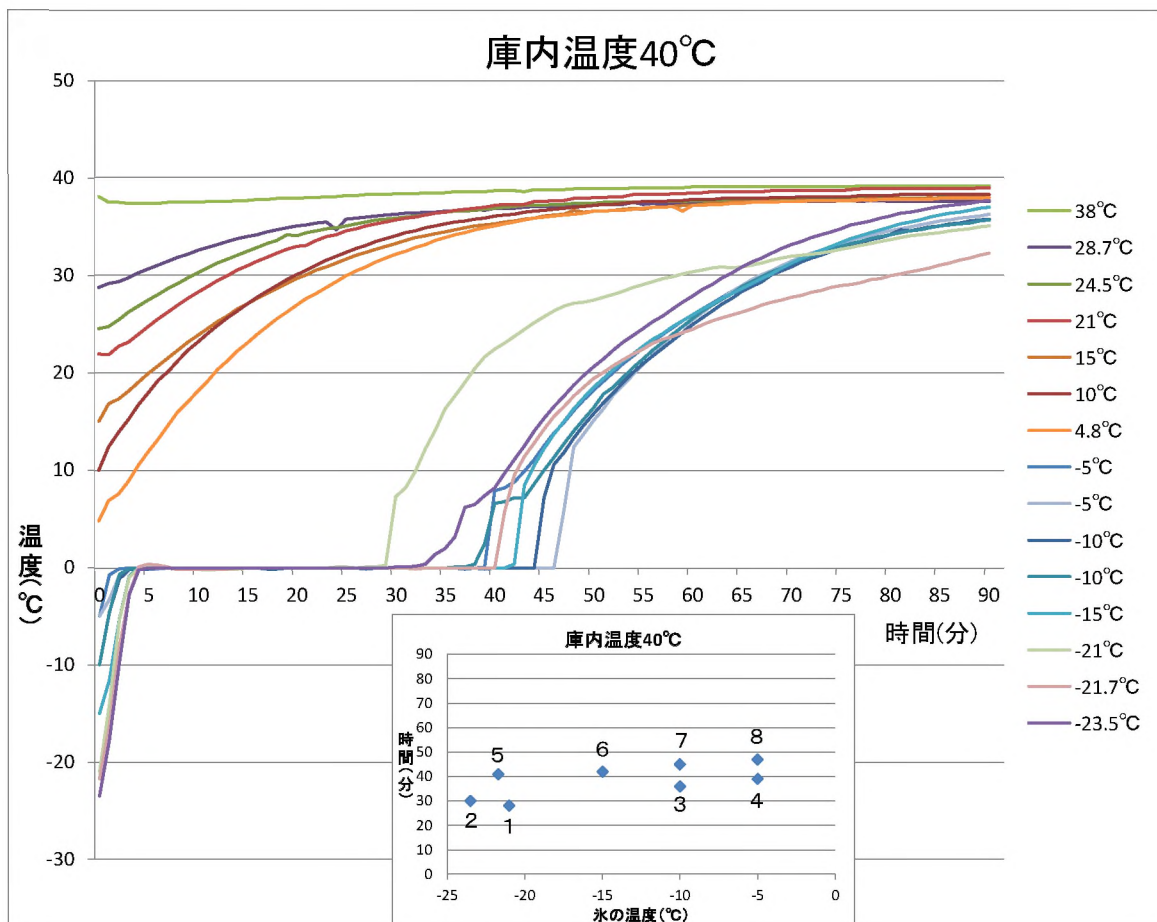
3 実験結果

図2に、恒温器の庫内温度と氷または精製水の 1 分ごとの温度を示す。実測値は紙面の都合で割愛し、資料として添付した。図2のそれぞれのグラフ内の小さいグラフは、さまざまな温度の氷を温めたとき、完全に融解するまでの時間が相対的に早いものから順に番号を打ったものである。このグラフにおいて、右側に位置する番号が左側に位置する番号よりも大きくなる場合が逆ムペンバ現象である。これらをまとめたものが図3である。また、図4に、最初の氷の温度と恒温器内の温度差の関係についてまとめた。









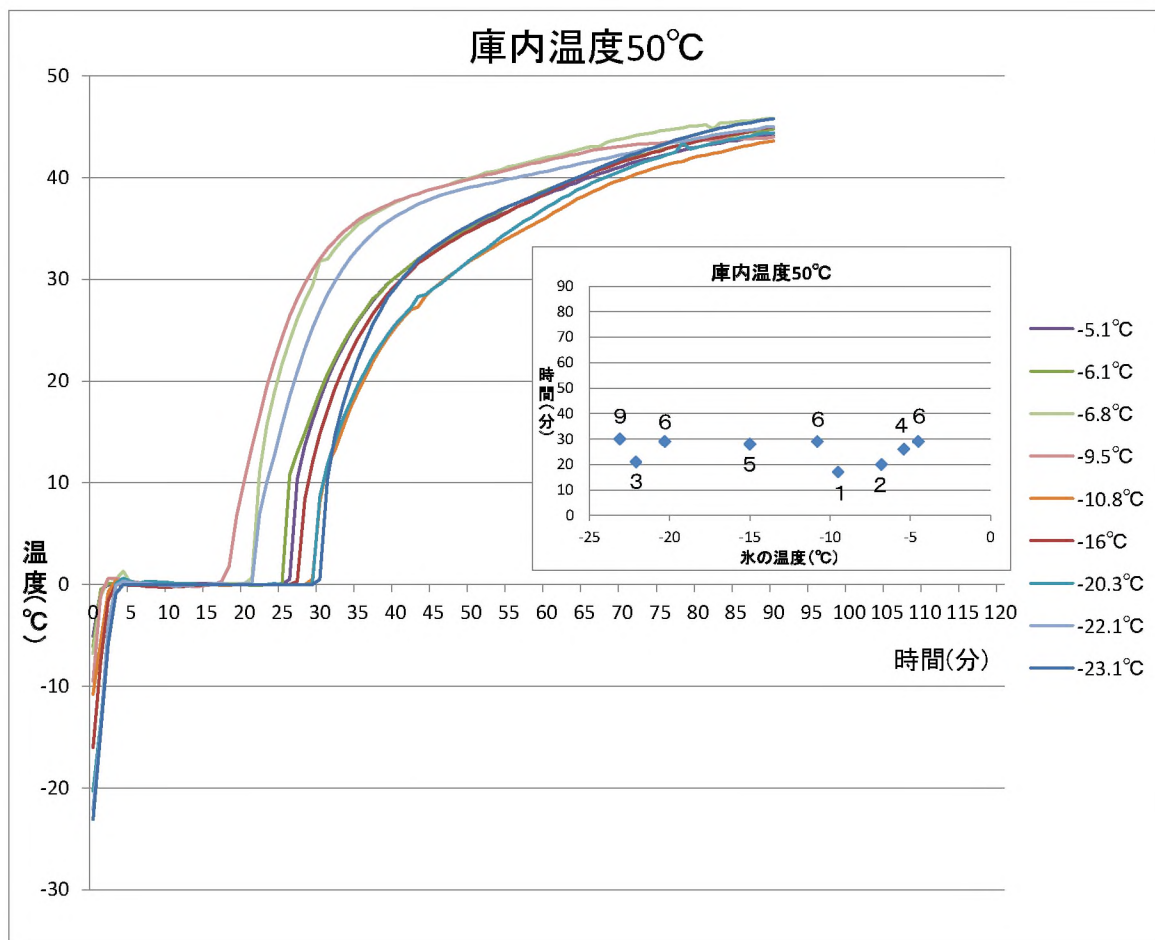


図2 さまざまな温度の水や精製水をさまざまな庫内温度の恒温器内で温めたときの温度変化と恒温器の庫内温度（グラフ内の小さいグラフは、さまざまな温度の水を温めたとき完全に融解するまでの時間が相対的に早いものから順に番号を打ったもの）

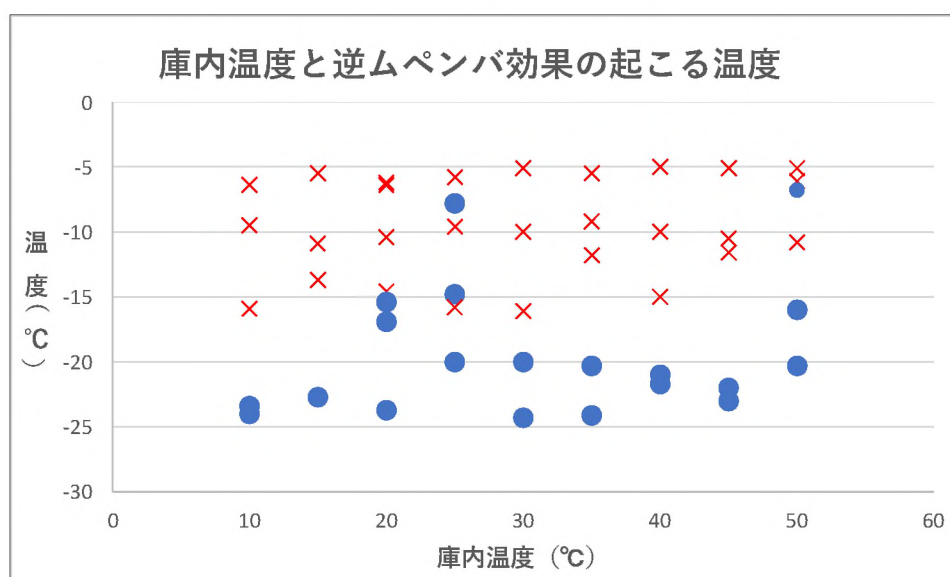


図3 恒温器の庫内温度と逆ムペンバ現象が起こる氷の温度のまとめ（●：起こる、×：起こらない）

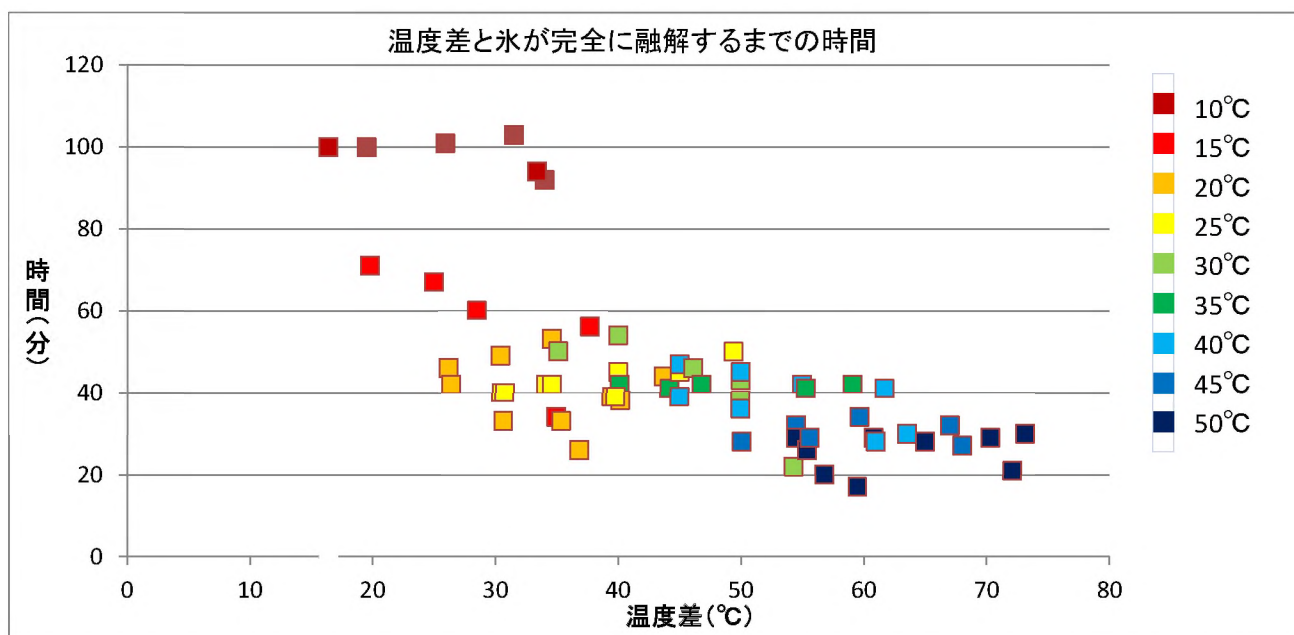


図4 さまざまな庫内温度での初めの氷と庫内の温度差と、完全に氷が融解するまでの時間

4 考察

精製水を凍らせて作った氷を一定の温度条件下で温めると、一般には温度が低い氷ほど温度上昇に時間がかかると考えられるが、筆者らは、同じ庫内温度の条件で温めたにもかかわらず、温度が低い氷の方が温度が高い氷よりも相対的に早く融解する逆ムペンバ現象の存在を確認した。

図2の、恒温器の庫内温度と氷の1分ごとの温度変化をみると、いずれの実験でも、氷が溶け始めるまでにかかる時間は、氷の温度が低いほど長く、この関係が逆転することはない。逆転（逆ムペンバ現象）が起こるのは、氷が完全に溶け終わるまでの時間においてである。0°C以上の液体状態の精製水では、逆ムペンバ現象はみられず、温度の低い精製水ほど恒温器内の温度まで温まるのに時間がかかる。

図3より、逆ムペンバ現象は不規則に起こるが、恒温器の庫内温度によらず、-20°C以下の氷が恒温器内で融解する場合、より温度が高い氷よりも相対的に早く融解する逆ムペンバ現象が安定的に起こっていることがわかる。

図2のそれぞれのグラフ内の小さいグラフで、氷の温度が低い（左側）ほど、恒温器内との温度差は大きい。庫内温度が10~15°Cの場合、温度差が大きいほど逆ムペンバ現象は起こりやすいが、庫内温度が20°C以上になると、温度差の大きさと逆ムペンバ現象の起こりやすさに相関関係はみられなくなる。図4の、最初の氷の温度と恒温器内の温度差をみると、温度差が大きいほど、恒温器内の温度の違いによるバラツキは小さくなり、早く平衡状態になろうとして氷は早く融解する。温度差が小さいほど、氷が完全に融解するまでの時間は、恒温器内の庫内温度の影響を強く受け、庫内温度が低いほど、氷が完全に融解するのに必要とされる時間は長くなる。

ムペンバ現象に関する多くの先行研究で、その原因として不純物の混入があげられている。今回の実験では精製水を用いており、不純物の混入が逆ムペンバ現象の原因とは考えられない。

5 今後の課題

今回測定した結果から、さまざまな温度の水が融解するまでに必要とされた熱量を計算して比較したい。また、今回は精製水から作った氷について調べたが、さまざまな成分を含んだ精製水から作った氷では、今回の結果と異なる可能性がある。ムペンバ現象に関する先行研究では、不純物が混入した液体では、不純物が核になって早く氷になることが示されている。逆ムペンバ現象における不純物の影響についても調べたい。

6 参考文献

- Biswas, A., Prasad, V. V. and Rajesh, R. (2021) Mpemba effect in an anisotropically driven granular gas (Cond-mat.stat-mech, 18, 1-5)
- Brownridge, J. D. (2011) A search for the Mpemba effect: When hot water freezes faster than cold water (Amer. Journ. Physics, 79, 78)
- Esposito, S., De Risi, R. and Somma, L. (2007) Mpemba effect and phase transitions in the adiabatic cooling of water before freezing (Physics. Chem.-ph, 11, 1-4)
- Gijon, A., Lasanta, A. and Hernandez, E. R. (2019) Paths towards equilibrium in molecular systems: a mesoscopic Mpemba-like effect in water (Cond-mat.mtrl-Sci, 26, 1-5)
- Jaehyeok, J. and William, A. G. (2015) Mechanisms underlying the Mpemba effect in water from molecular dynamics simulations (J. Phys. Chem. C, 119(5), 2622-2629)
- Jeng, M. (2005) The Mpemba effect: When can hot water freeze faster than cold? (Amer. J. Phys. 74, 514-522)
- Kumar, A. and Bechhoefer, J.(2020) Exponentially faster cooling in a colloidal system (Nature, Vol.584, 64-68)
- Kumar, A., Chetrite, R. and Bechhoefer, J.(2021) A nomalous heating in a colloidal system (Cond-mat.stat-mech, 26, 1-8)
- Mpemba, E. B. and Osborne, D. G. (1969) Cool? (Physics of Education. 4, 172-175)
- Pankovic, V. and Kapor, D. V. (2010) A modification of the Newton's cooling law and Mpemba effect (Phys. Gen-ph, arXiv: 1005, 1013v1)
- Vynnycky, M. and Mitchell, S. L. (2010) Evaporative cooling and the Mpemba effect (Springer-Verlag, Heat Mass Transfer, 46: 881-890)
- Yang, Z. Y. and Hou. J. X. (2020) Non-Markovian Mpemba effect in mean-field systems (Phys. Rev. E 101, 052106)

7 謝辞

本研究をおこなうにあたって、本校科学部顧問の川勝和哉主幹教諭には有益な議論をしていただいた。ここに記して謝意を表する。

Conditions for Producing an “Inverse Mpemba Effect”

Himeji Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Science Club Physics Research Team
Tada Akira Nakano Hiroto Sugawara Kaede Shimura Misaki Yamaura Nana Fujiwara Hohomi

Keyword

- Mpemba Effect: When waters of different temperatures are frozen under the same conditions, the time it takes for the water to freeze is relatively lower for higher initial temperatures.
- Inverse Mpemba Effect: When the ices of different temperature are warmed under the same conditions, the time taken for complete melting is shorter for lower initial temperatures.

Motive · Purpose

The Mpemba Effect is counterintuitive and interesting. The existence of the Inverse Mpemba Effect even more so, and its existence is not yet confirmed. This research project was aimed at confirming and investigating the effect.

Method

1. Thermometers were set in the centers of vessels containing 30ml of distilled water. (Fig.1)
2. These were then held at temperatures from 0°C to -25°C until the ice reached equilibrium.
3. The ices were then placed in a temperature-controlled incubator and the temperatures of the ices and the incubator were recorded every minute for 90 minutes.
4. The experiment was repeated for incubator temperatures between 10 and 50 °C in 5 °C increments.
5. The same experiments were conducted on purified water in a liquid state.



Fig.1: Equipment used in the experiment

Results

Fig.2 shows the recorded temperatures. The data are numbered in order of time taken to completely melt. If the number located to the right is higher than that to the left, the Inverse Mpemba Effect is observed. Fig.3 summarizes this data. Fig.4 summarizes the relationship between the initial temperature of ice and the temperature difference to the incubator.

Discussion

- We confirmed the existence of the Inverse Mpemba Effect; that lower temperature ice melts relatively faster under certain conditions.
- Lower temperature ices are slower to start melting in all experiments. The Inverse Mpemba Effect only appears in the time it takes for the ice to finish melting completely.
- Purified water above 0°C doesn't show any Inverse Mpemba effect, and it takes longer for colder samples to warm.
- According to Fig.3, the Inverse Mpemba Effect always appears when the ice below -20°C melts in an incubator regardless of incubator temperature.
- For incubator temperatures 10~15°C, there is a small correlation between incubator-ice temperature difference and the occurrence of the effect (Fig. 2). No correlation is observed for incubator temperatures above 20°C.
- Variation in melting time due to ice-incubator temperature differences is small (Fig.4). The time needed for the ice melt completely is longer for lower incubator temperatures.
- Many studies attribute the Mpemba Effect to impurities. We used distilled water, so we don't conclude that impurity incorporation is the cause of the Inverse Mpemba Effect.

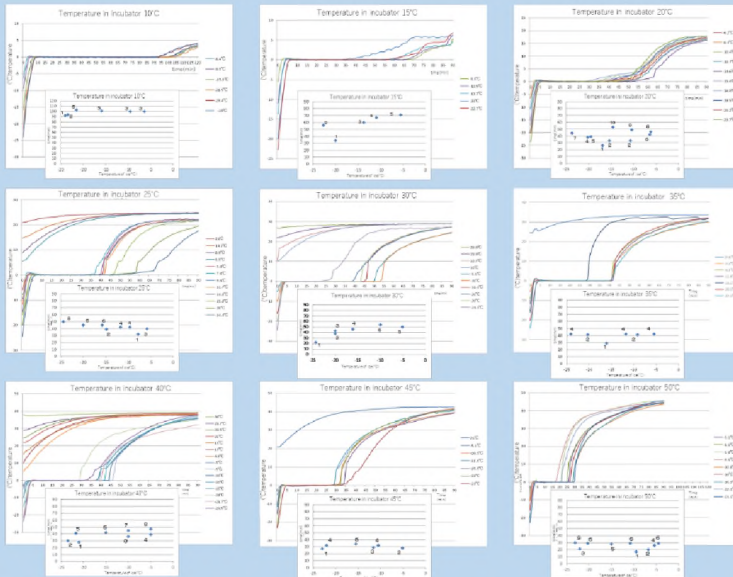


Fig.2 Temperature changes over time. The subgraphs show the order in which ices melted.

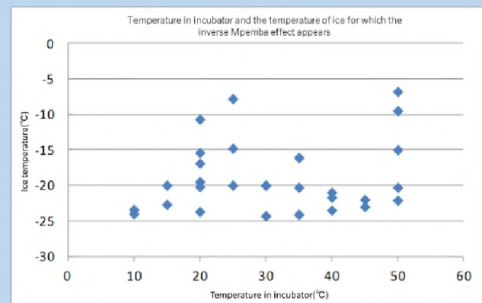


Fig.3 Incubator and ice temperatures for which the IME was observed

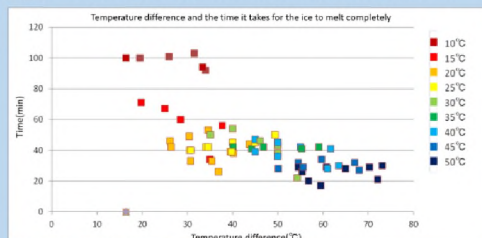


Fig.4 Melt time vs. temperature differences

Future work

We need to do further experiments to measure heat transfer. We also intend to investigate the effects of impurities on the Inverse Mpemba Effect.

Acknowledgment

Our thanks to our advisor, Mr. Kazuya Kawakatsu.

References

1. Biswas, A., Prasad, V. V. and Rajesh, R. (2021) Mpemba effect in an anisotropically driven granular gas (Cond-mat.stat-mech, 18, 1-5)
2. Brombridge, J. D. (2011) A search for the Mpemba effect: When hot water freezes faster than cold water (Amer. Journ. Physics, 79, 78)
3. Esposito, S., De Risi, R. and Somma, L. (2007) Mpemba effect and phase transitions in the adiabatic cooling of water before freezing (Phys. Chem.-ph, 11, 1-4)
4. Gjon, A., Lasanta, A. and Hernandez, E. R. (2019) Paths towards equilibrium in molecular systems: a mesoscopic Mpemba-like effect in water (Cond-mat.mtrl-Sci, 26, 1-5)
5. Jaehyeok, J. and William, A. G. (2015) Mechanisms underlying the Mpemba effect in water from molecular dynamics simulations (J. Phys. Chem. C, 119(5), 2622-2629)
6. Jeng, M. (2005) The Mpemba effect: When can hot water freeze faster than cold? (Amer. J. Phys. 74, 514-522)
7. Kumar, A. and Bechhoefer, J. (2020) Exponentially faster cooling in a colloidal system (Nature, Vol.584, 64-68)
8. Kumar, A., Chetrite, R. and Bechhoefer, J. (2021) Anomalous heating in a colloidal system (Cond-mat.stat-mech, 26, 1-8)
9. Mpemba, E. B. and Osborne, D. C. (1969) Cool? (Physics of Education, 4, 172-175)
10. Pankovic, V. and Kaper, D. V. (2010) A modification of the Newton's cooling law and Mpemba effect (Phys. Gen-ph, arXiv: 1005.1013v1)
11. Tokado, S., Hayakawa, H. and Santos, A. (2021) Mpemba effect in inertial suspensions (Cond-mat.Stat-mech, 10, 1-28)
12. Vymnycky, M. and Mitchell, S. L. (2010) Evaporative cooling and the Mpemba effect (Springer-Verlag, Heat Mass Transfer, 485-881-890)
13. Yang, Z. Y. and Hou, J. X. (2020) Non-Markovian Mpemba effect in mean-field systems (Phys. Rev. E 101, 052106)

ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) の殻表面の模様の産地による種内変異

兵庫県立姫路東高等学校 科学部生物系研究部 (シジミ班)

三井彩夏 児玉尚子 室本勇也 後藤大道 佐藤知希 高田健吾 竹内智哉 西野侑吏 横尾侑真

要 旨

日本各地のヤマトシジミを9地点からそれぞれ50個体ずつ試料として採取し、殻表面の黄色の模様部分の殻全体の面積に対する割合を調べた。黄色の模様部分の面積の割合は地域ごとに特徴的な値を示す。殻長や殻面積、成長線の本数が異なっても、殻全体の面積に対する黄色の模様部分の割合は変わらずほぼ一定の値を示す。また、年平均水温、溶存酸素量、塩分濃度との相関関係も見られない。さらに、輪紋の本数を数えることは困難である。縄文海進の頃に水底であった地域に現在生息しているヤマトシジミは、黄色の模様部分の割合の幅は0~10%、最大でも0~20%以下であり、当時陸地であった地域に生息しているヤマトシジミの0~30%よりも変動幅が狭いという特徴がある。

キーワード：ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) 種内変異 殻長 成長線 輪紋 縄文海進

1 はじめに

東京都の国立科学博物館を訪問した際、アサリの殻の常設展示があった。その解説から、アサリにも殻表面の模様に地域差があり、それを種内変異ということを知った。筆者らが日常的に食べているシジミにも地域による種内変異はあるのか興味をもった。地域による種内変異については、張ほか(2012)のアサリについての先行研究があり、殻模様は地域によって異なるとされている。

ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) は日本固有種で、汽水域に生息する二枚貝である。

2 シジミ試料の採取地域と環境特性

日本の代表的なシジミには、ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*)、マシジミ (*Corbicula leana*)、セタシジミ (*Corbicula sandai*) などの種がある。本研究では、その中で安定的に入手がしやすく、日本全国で採取されるヤマトシジミを研究対象に選んだ。全国各地のヤマトシジミを各50個体ずつ採取するとともに、試料としたヤマトシジミが生息する地域の環境についての文献調査をおこなった(表1)。シジミの生息には、水温、溶存酸素量、塩分濃度、底質粒度組成が重要であることが知られている(杉原ほか, 2015)が、文献調査では底質粒度組成を知ることはできなかった。ヤマトシジミは低塩分耐性が著しく強い(田中, 1984)。

表1 シジミ試料の産地と環境

産 地	試料 個体数	環境の特徴		
		年平均水温 (°C)	溶存酸素量 (mg/L)	塩分濃度 (%)
1) 北海道網走町 網走湖	50	13.0	9.2	0.5
2) 青森県五川原市 十三湖	50	18.3	9.0	No data
3) 茨城県 那珂川下流域	50	16.5	9.2	No data
4) 千葉県香取市 利根川下流域	50	No data	No data	No data
5) 島根県出雲市園町周辺 宍道湖	50	17.3	10.7	0.4
6) 愛知県西尾市 矢作川下流域	50	16.0	11.0	No data
7) 三重県桑名市 長良川下流域	50	22.0	8.0	1.5~2.6

8) 徳島県吉野郡吉野町飯貝 吉野川下流域	50	17.9~18.2	7.6~8.4	No data
9) 福岡県有明 筑後川下流域	50	26.0~30.0	5.1~6.2	23.5

1) 国土交通省北海道開発局網走開発建設部 (2021) 2) 青森県水産総合センター (2008)
 3) 小椋好美・坂本菜瑠弥 (2020) 4) 関東地方整備局 (1990)
 5) 国土交通省中国地方整備局出雲河川事務局 (2021)
 6) 年統計水質検索データベース矢作川 (2020) 7) 中部地方整備局 (2016)
 8) 年統計水質検索データベース吉野川 (2020) 9) 年統計水質検索データベース筑後川 (2020)

3 ヤマトシジミ試料の観察

全国から採取したヤマトシジミを観察し、殻長、殻の表面積、輪紋の本数、成長線の本数と、黄色の模様部分(図1)の面積が貝殻全体の面積に占める割合との関係を調べた。各地から入手したヤマトシジミそれぞれ50個体を煮沸して殻を外し、表裏双方の殻(それぞれ合計100枚)の測定をおこなった。測定値は紙面の都合で割愛し、資料として添付する。同一個体であっても、表裏の殻で、黄色の模様部分の割合は異なる。



図1 矢作川下流域のヤマトシジミの黄色の模様(矢印)

(1) 産地による黄色の模様部分の面積の割合

ヤマトシジミの殻表面全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合を求めた(図2)。産地によって、黄色の模様部分の面積の割合は特徴的な値を示すが、環境との相関関係は見られない。

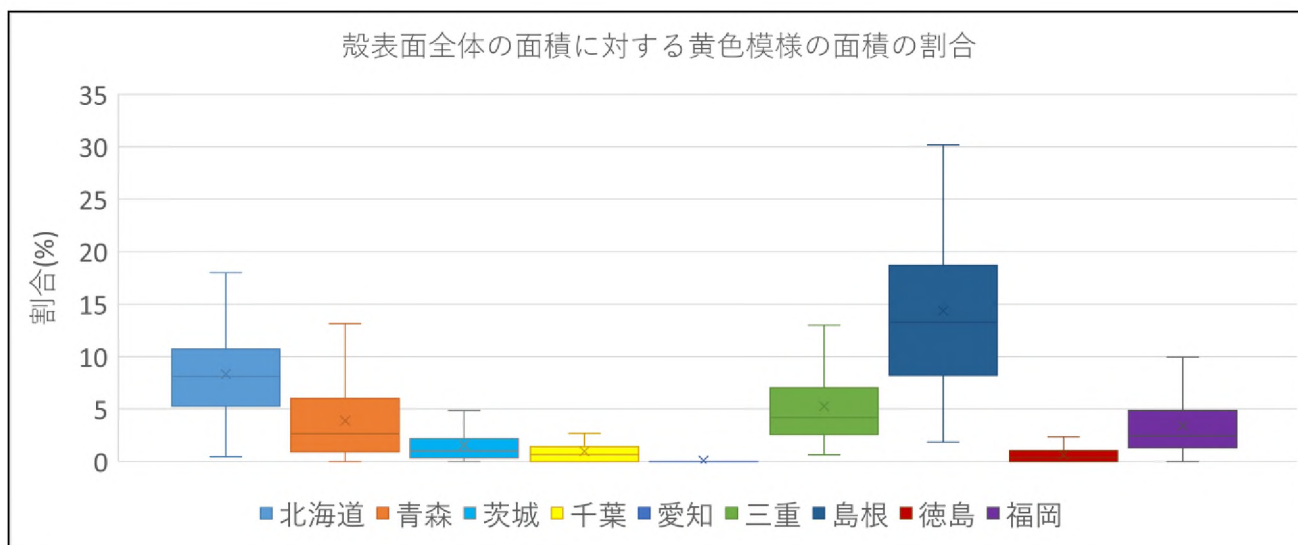


図2 地域ごとの殻表面全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

(2) 殻長と殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

島根県のホームページには、ヤマトシジミは成長するにつれて殻の最も幅の広い部分の長さ(殻長/池上, 2009)が大きくなること示されている(図3/島根県 HP, 2021)。殻長と殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合の関係を図4に示す。殻長が大きくても、殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合はほとんど変化しない。

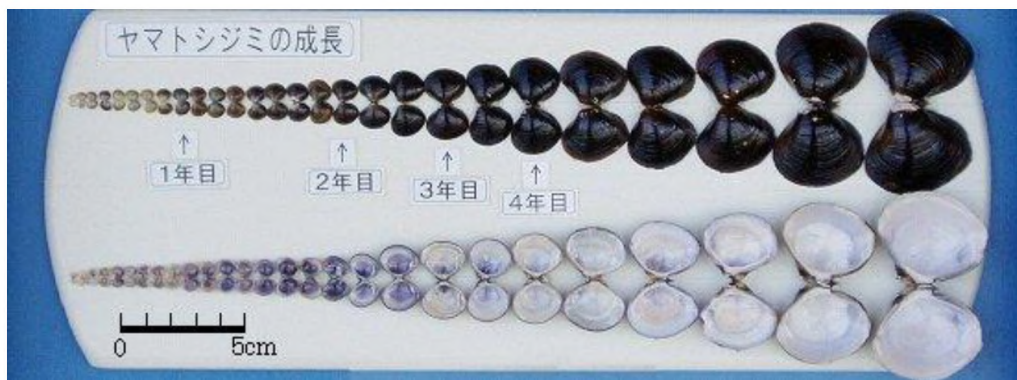
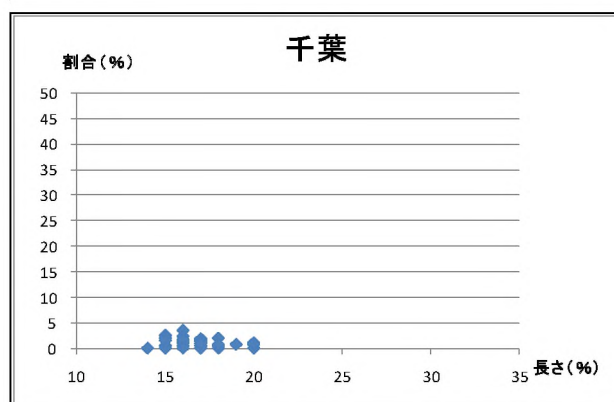
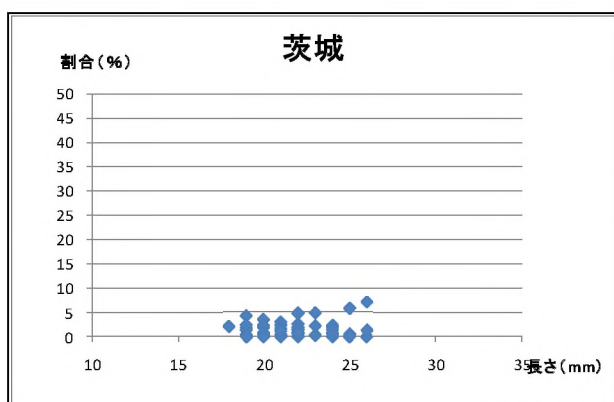
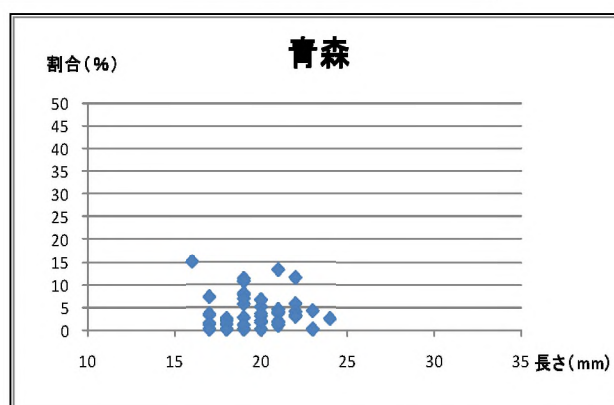
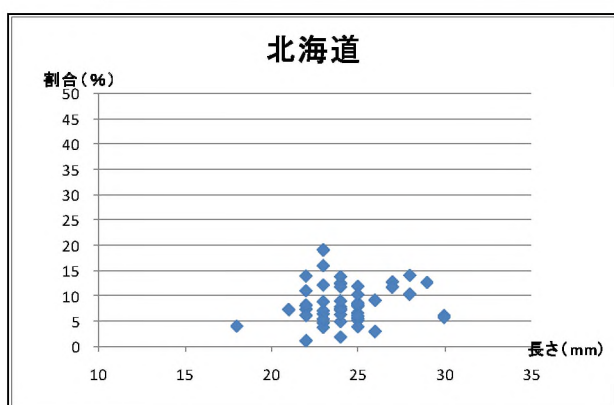
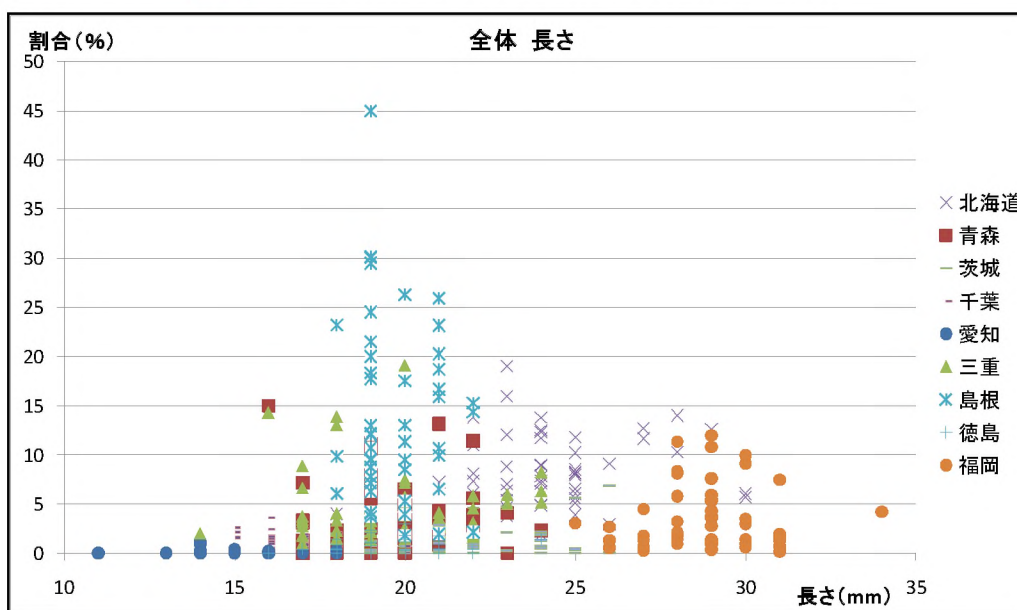


図3 ヤマトシジミの成長と殻長（島根県 HP, 2021）



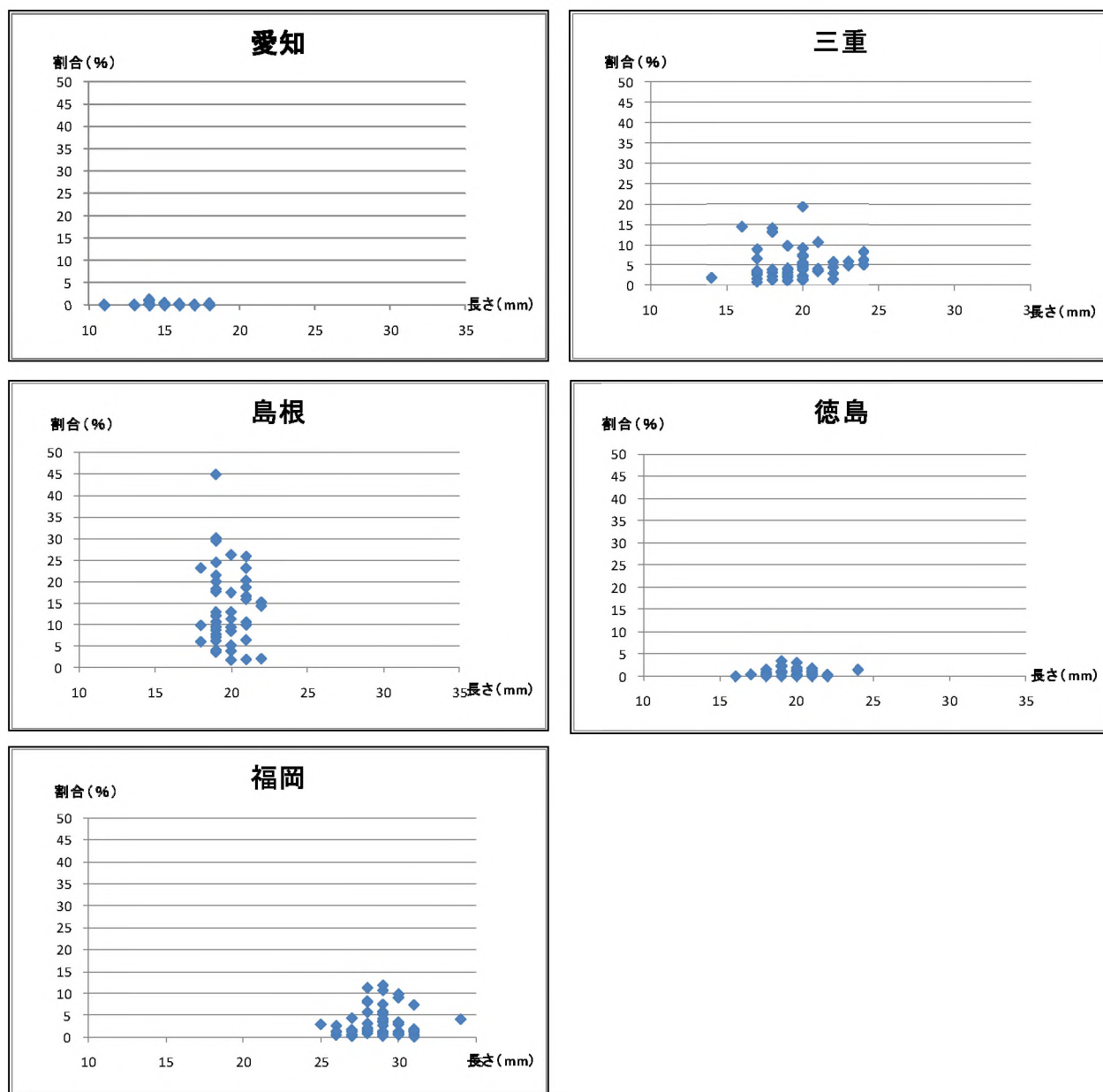
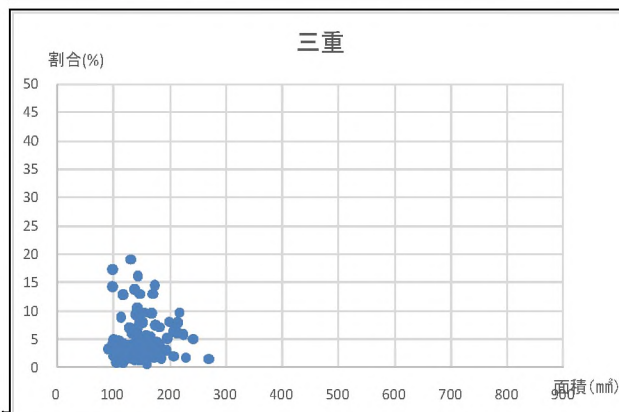
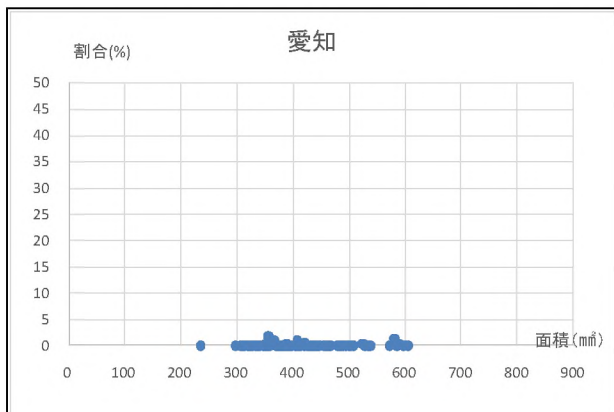
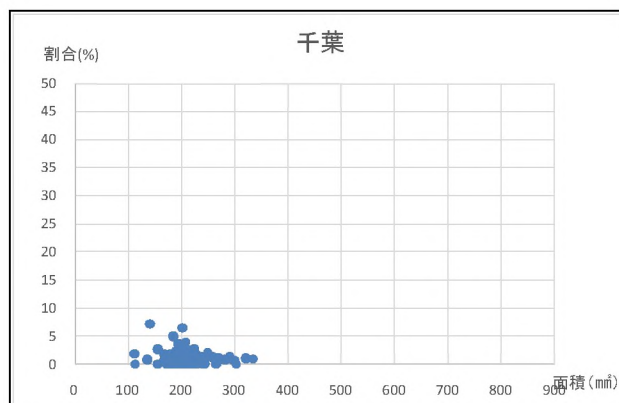
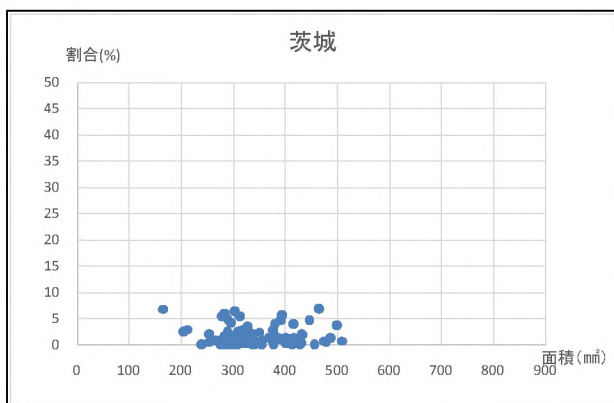
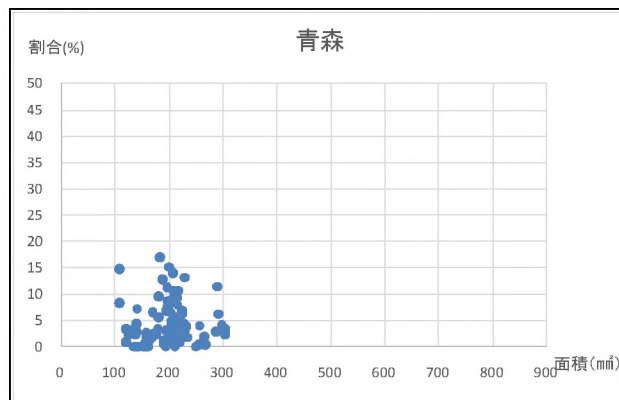
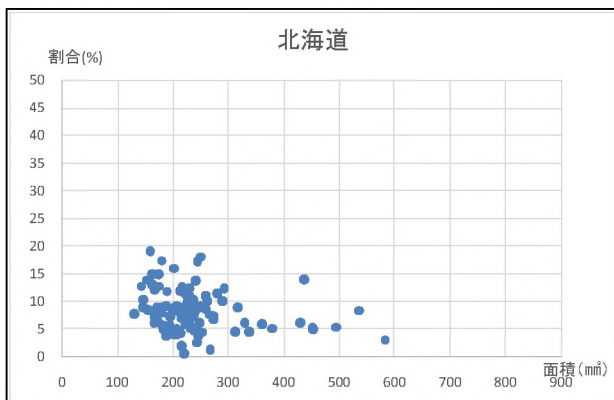
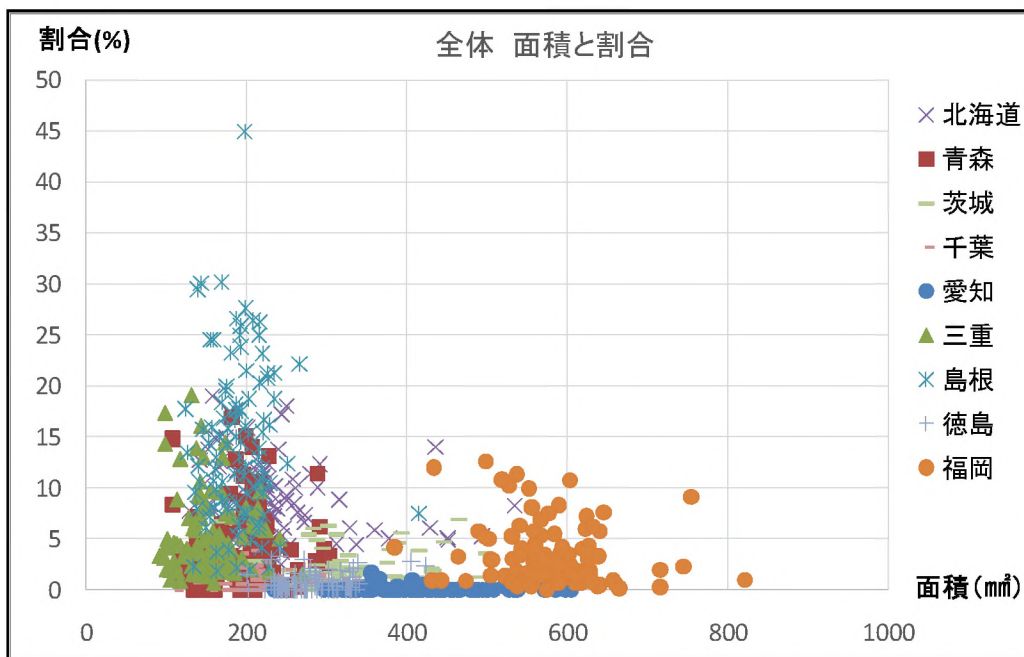


図4 殻長と黄色の模様部分の面積の割合

(3) 殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

殻長が大きくても、殻の面積が大きいとは限らない。殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合を図5に示す。地域によって特徴が異なるが、殻の面積が大きくても黄色の模様部分の面積の割合は変わらない。



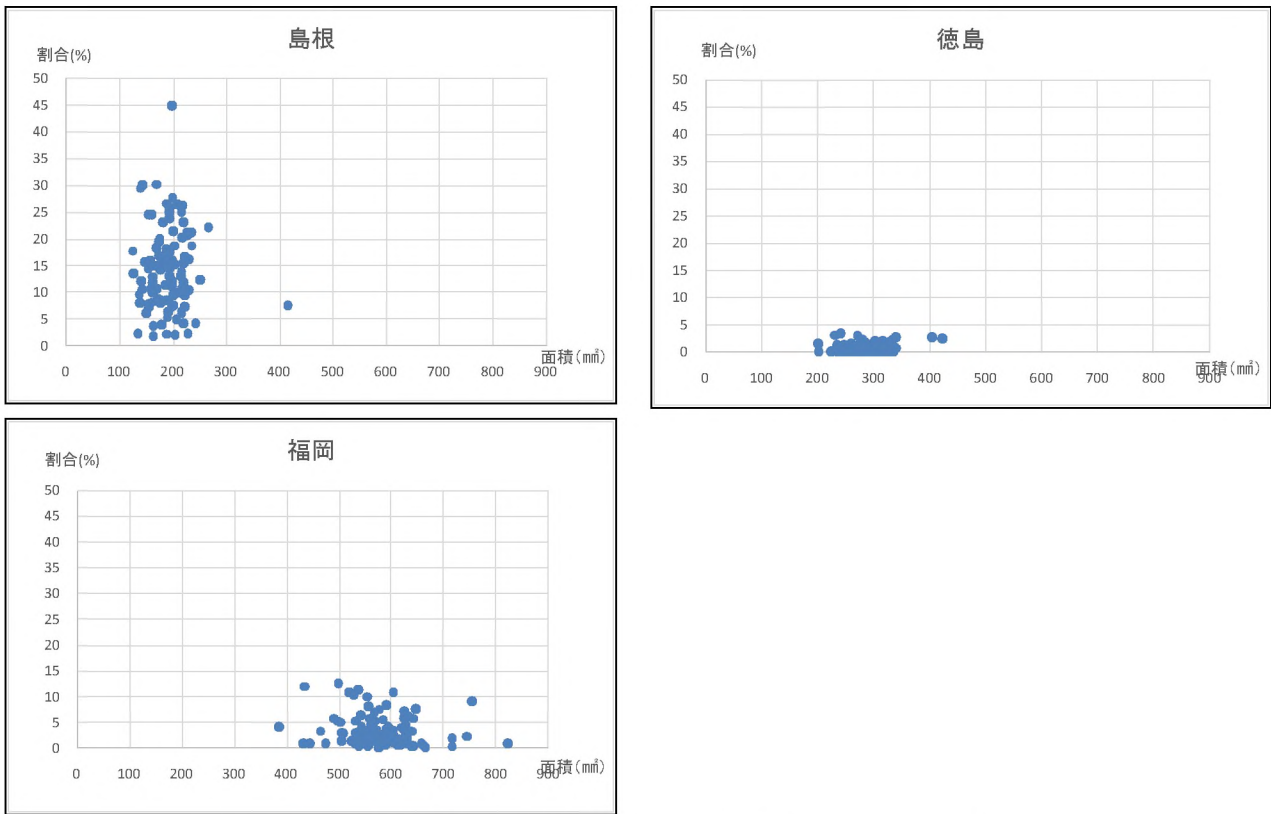


図5 殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

(4) 輪紋の本数と殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

輪紋(図6)とは、1年に1本の割合で形成されるリングであり、年齢を示すことが、ヤマトシジミ(高田ほか, 2001)やチョウセンハマグリ(半澤ほか, 2017)、ホッキガイ(茨城県水産試験場, 2017)などで調べられている。筆者らがヤマトシジミの輪紋を確認しようとしたが、肉眼ではよくわからなかった。そこで、1%塩酸を用いて脱灰して、輪紋の本数を数えようとしたが、やはり判断は困難であり、殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合と輪紋の関係の有無を判断することはできなかった(図7)。

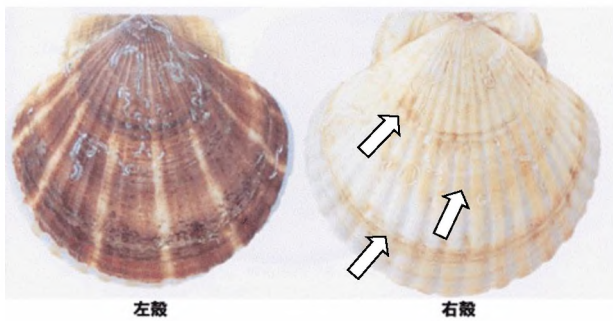


図6 輪紋(網走市役所,2021)

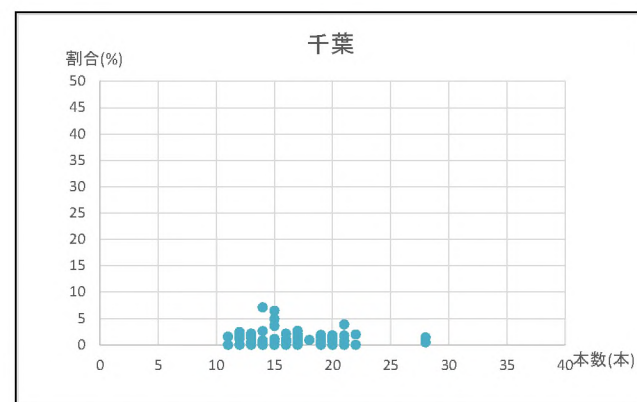
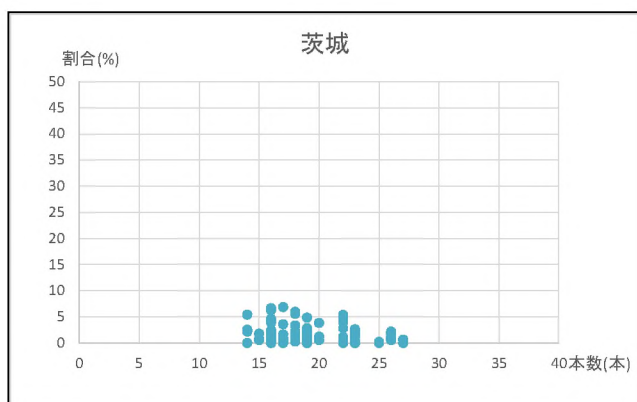
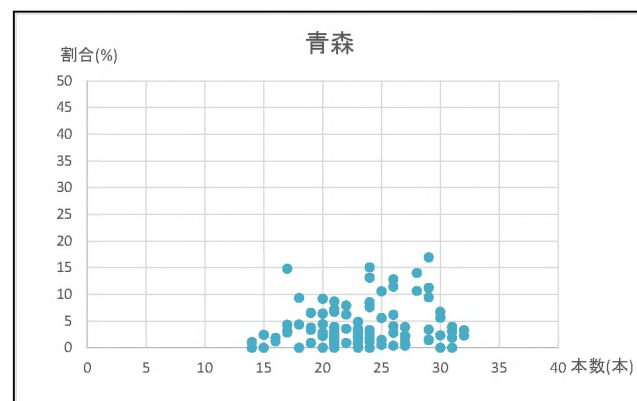
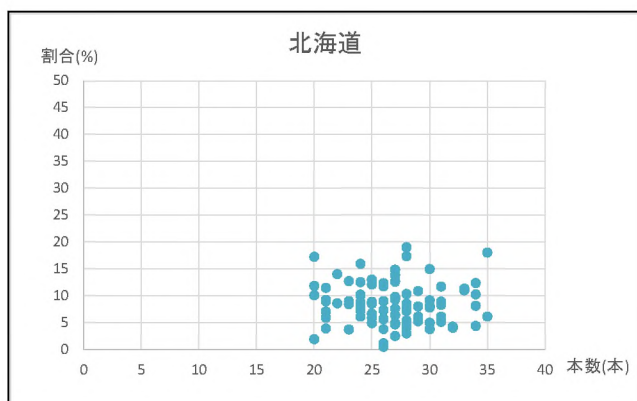
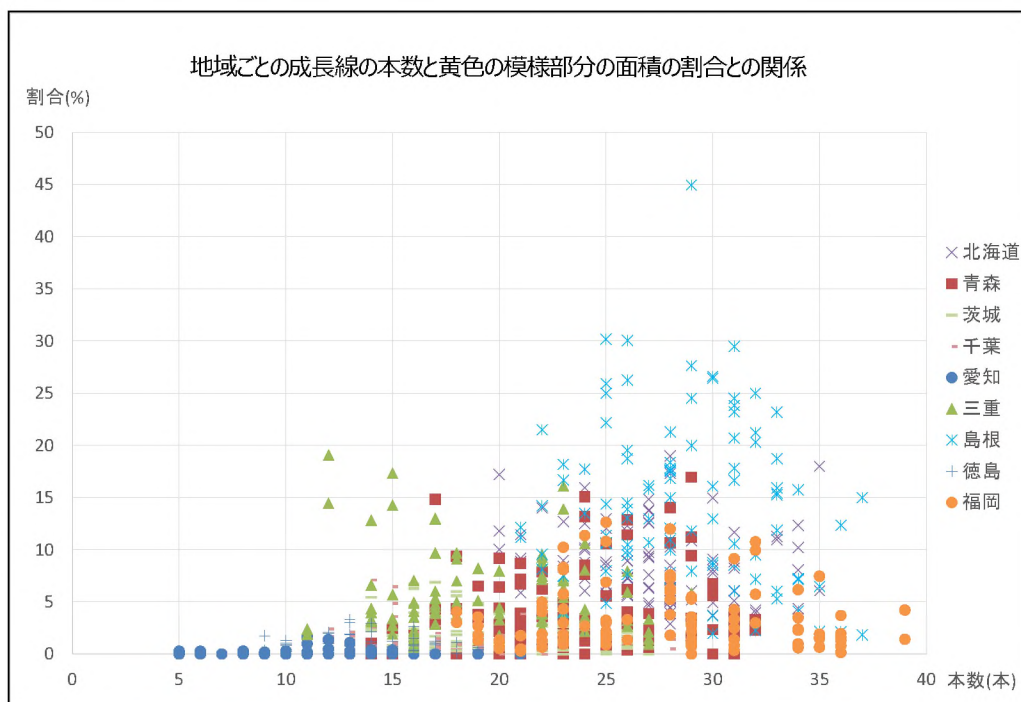


図7 ヤマトシジミの輪紋

(5) 成長線の本数と黄色の模様部分の面積の割合

ヤマトシジミの成長線は、ほぼ周期的な粗密分布を繰り返しながら形成されているが、個体差が大きく、規則性は確認できなかった。成長線の本数と殻長の間にも有為な関係は認められなかった。これは、高安ほか(1996)でも指摘されている。成長線の本数が変わっても、殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積

の割合はほぼ一定で変化しない (図8)。



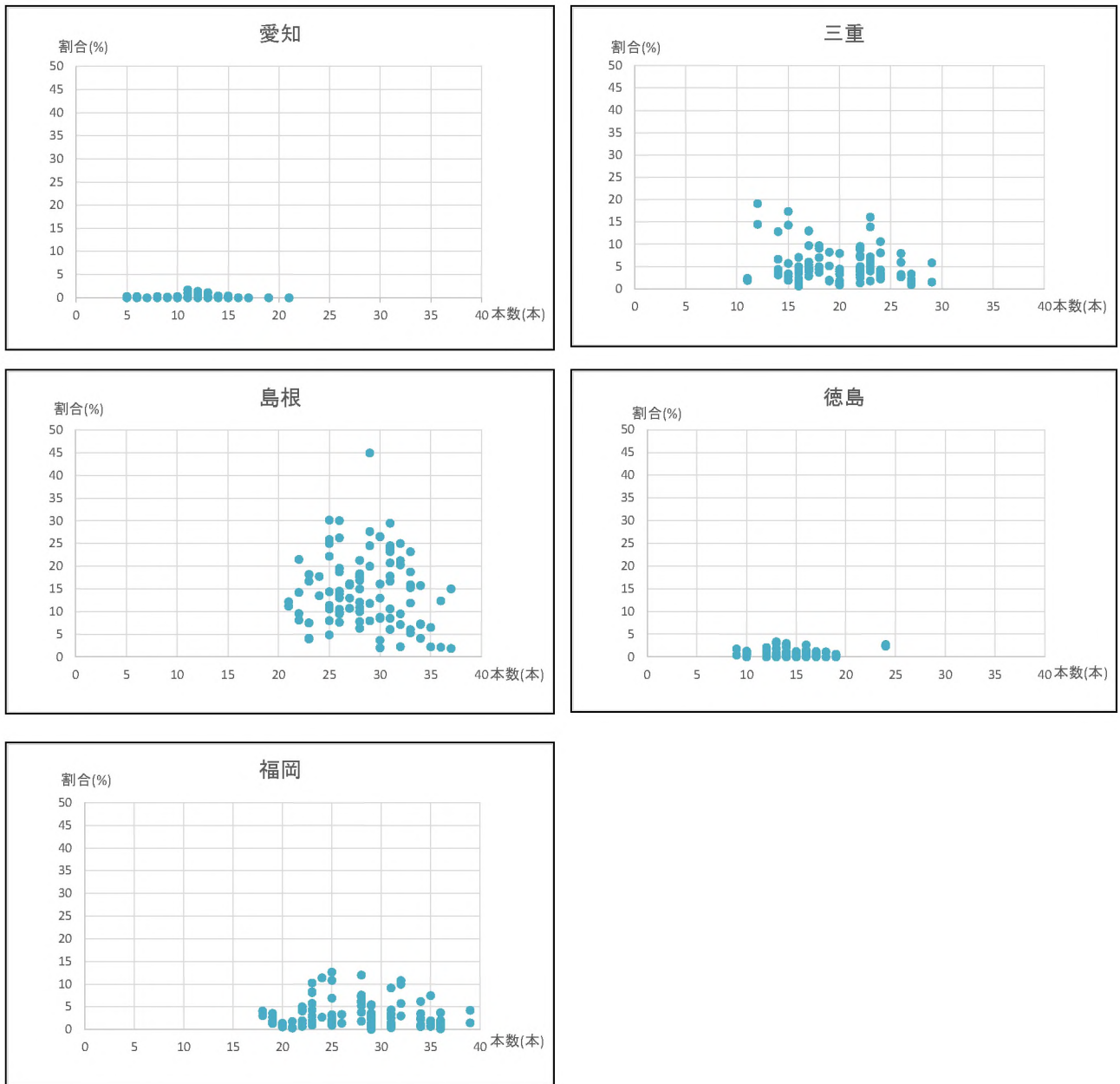
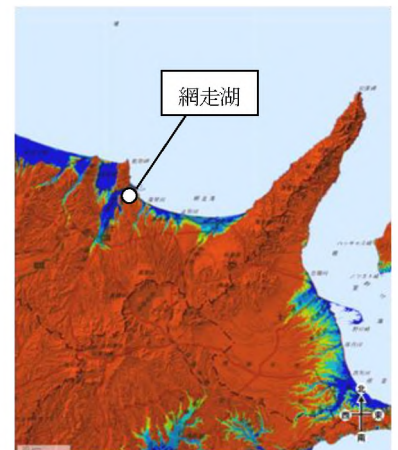


図8 成長線の本数と殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合

4 考察

貝殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合は、産地によって特徴的で異なっている。一方で、殻長や殻面積、成長線の本数が異なっても、殻全体の面積に対する黄色の模様部分の割合は変わらずほぼ一定の値を示す。また、輪紋の本数を数えることは困難で、貝殻全体の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合との相関関係を明らかにできなかった。さらに、ヤマトシジミが生息する地域の年平均気温 (°C)、溶存酸素量 (mg/L)、塩分濃度 (%) との間にも相関関係は見られない。

ヤマトシジミは縄文海進に伴って生息地を全国に広げていったことが知られている。もちろん、現在の分布は、その後の人為的な移動の影響がある可能性を否定できないが、縄文海進の時代に水底であった地域



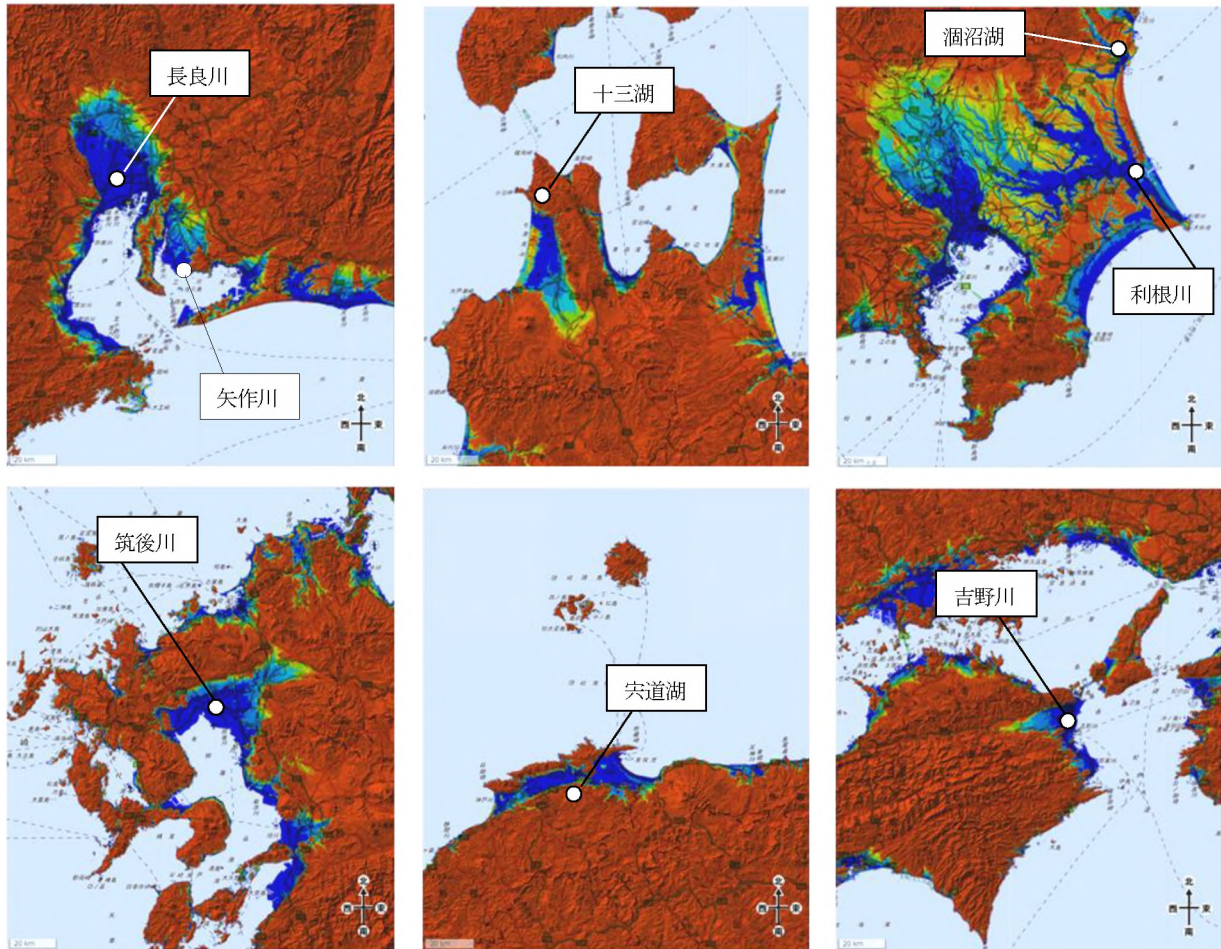


図9 縄文海進の時代の日本列島の地図と試料採取地点（国土地理院（1988）に加筆）

（太田ほか，1988）に現在生息するヤマトシジミは、黄色の模様部分の割合が0～10%程度、最大0～20%であり、当時陸地であった地域に生息している0～30%よりも変動幅が狭い傾向にある（図9・図10）。

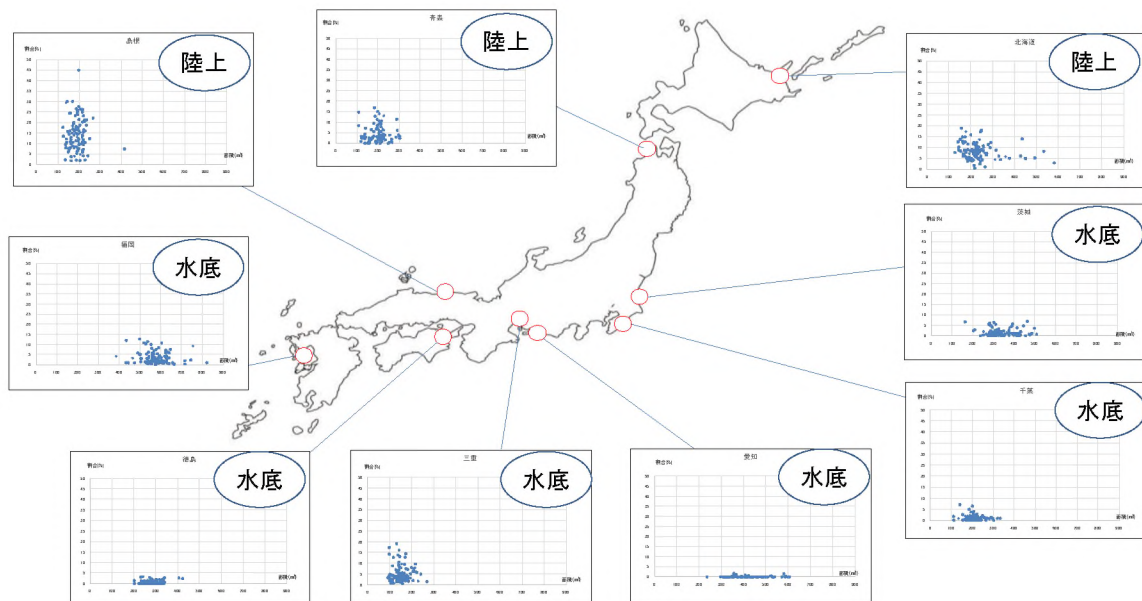


図10 地域による殻の面積に対する黄色の模様部分の面積の割合から見たヤマトシジミの種内変異（楕円内は縄文海進の時代に陸上であったか水底であったかを示す）

5 今後の課題

中西 (2019) は、5000 年ごろ、温暖化によって引き起こされた縄文海進による海面上昇によって、日本各地に大きな内湾が形成され、内湾の拡大に伴って生息域が日本各地に広がったとしている。ヤマトシジミの生息域が拡大していったことと黄色の模様部分の面積の関連を明らかにするためには、それぞれの地域のヤマトシジミの DNA を測定するなどして、より詳細に比較することが必要である。

6 引用文献

網走市役所 (2021) 網走のおさかな図鑑－ホタテ－

青森県水産総合センター (2008) 内水面研究所事業報告集 No.1 (pp130-131)

張成年・山本敏博・渡辺一俊・藤浪祐一郎・兼松正衛・長谷川夏樹・岡村寛・水田浩治・宮脇大・秦安史・櫻井泉・生嶋登・北田修一・谷本尚史・羽生和弘・小林豊・鳥羽光晴 (2012) アサリの非対称殻模様出現頻度における地域差 (日本水産学会誌, 79 (2), pp190-197)

中部地方整備局 (2016) 平成 28 年中部地方一級河川の水質 (p11)

半澤浩美・杉原奈央子・山崎幸夫・白井厚太郎 (2017) 茨城県鹿島灘産チョウセンハマグリ of 年齢形質と年齢推定法 (日本水産学会誌, pp1-7)

茨城県水産試験場 (2017) ホッキガイの年齢を調べています (水産の窓, No.2, p29)

池上直樹 (2009) 熊本県緑川水系で採取された淡水産シジミ：台湾シジミとマシジミの貝殻形態 (熊本地学会誌, 151, pp2-8)

関東地方整備局 (1990) 利根川河口堰水質調査結果 (18km)

国土地理院 (1988) 縄文海進地図 (HP)

国土交通省中国地方整備局出雲河川事務局 (2021) 中海・宍道湖の水質状況, 水質調査位置図分析結果表

国土交通省北海道開発局網走開発建設部 HP (2021) 網走湖水質速報値

中西正巳 (2019) シジミ貝雑話 (海洋化学研究, 第 32 卷, 第 1 号, pp70-76)

年統計水質検索データベース筑後川 (2020)

年統計水質検索データベース矢作川 (2020)

年統計水質検索データベース吉野川 (2020)

小椋好美・坂本菜瑠弥 (2020) 潤沼流域における水質調査結果－茨城東高校「潤沼と自然」の授業を通して, 表-2 令和 2 年度潤沼水質調査一覧表島根県ホームページ 2021 島根の豊かな川と湖

太田陽子・松島義章・梅津正倫 (1988) 日本列島の縄文海進高頂期の海岸線図について－添付地図解説 (地図, 第 26 卷, 第 1 号)

島根県 (2021) 島根県 HP

杉原幸樹・渡邊和好・平井康幸 (2015) 天塩川におけるヤマトシジミ生息環境に対する塩分遡上の影響 (土木学会論文集 (水工学), 第 71 卷, 第 4 号, pp1117-1122)

高安克己・小林巖雄・森田浩史・中村幹雄 (1996) 宍道湖産ヤマトシジミ殻体の微細成長縞の観察 (LAGUNA, 3, pp103-110)

高田芳博・園田武・中村幹雄・中尾繁 (2001) 宍道湖のヤマトシジミ個体群の成長および着底稚貝 (日本水産学会, 第 67 卷, 第 4 号, pp678-686)

田中彌太郎 (1984) ヤマトシジミの塩分耐性について (養殖研究報告, 第 6 号, pp29-32)

7 謝辞

本研究をおこなうにあたって、本校科学部主顧問の川勝和哉主幹教諭には、有意義な議論をしていただいた。また、国立科学博物館には、さまざまな資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表する。

Regional Variations in the Shell Patterns of *Corbicula Japonica*

Himeji Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Science Club Biological Research Team

Mitsui Ayaka Naito Mayu Yamamoto Natsuki Kodama Naoko Muromoto Yuya
Goto Daichi Sato Tomoki Takata Kengo Takeuchi Tomoya Nishino Yuri Yoko Yuma

Keywords *Corbicula japonica* intraspecific mutation shell ridge Holocene Glacial Retreat

Motive *C. japonica* (Japanese clam or shijimi) is a brackish water clam endemic to Japan. Previous research has shown regional variations (intraspecific mutation) in this species.

Summary

- The percentage of yellow-patterned shell is a regional characteristic. (Fig. 3)
- The proportion does not change with physical dimensions, shell area or number of growth rings. (Figs. 4,5,6)
- It is difficult to count shell ridges, so no relationship to yellow patterning has established.
- No correlation was found between the extent of yellow patterns and salinity, average water temperature or dissolved oxygen (DO). (Table 1)
- The rise in sea levels in the Jomon era (5000 B.C.) lead to the formation of large inland bays across Japan, expanding the habitat of *C. Japonica* (Nikisha, 2019). Modern populations may be mixed due to human activity, but clams from populations of areas that were submerged prior to the late Holocene Glacial Retreat show a narrower range of percentages of yellow patterning than younger populations from areas which became submerged later. (0-20% vs. 0-30%)

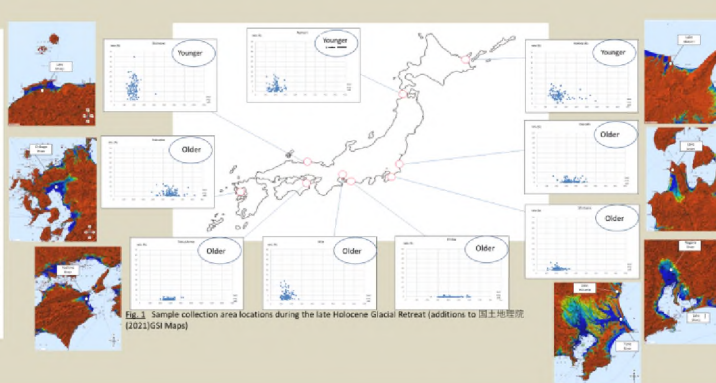


Fig. 3 Sample collection area locations during the late Holocene Glacial Retreat (additions to 国土情報院 (2021)GIS Maps)

Method

50 clams were collected from each of 9 areas around Japan, boiled and the shells were then inspected. The recorded characteristics were; shell length, shell area, number of growth lines, number of ridges and percentage of yellow pattern. Environmental data for each collection area was also recorded. (Table 1)




Fig. 2 The yellow pattern of *C. japonica* from the lower reaches of the Yahagi River

Producing area	Number of subjects	Annual average water temperature(°C)	Dissolved oxygen concentration (mg/L)	Salinity concentration (‰)
1/Lake Aburahi, Aburahi Town, Hokkaido Prefecture	50	13.0	9.2	0.5
2/Lake Utsunomiya lake, Goshogawara City, Aomori Prefecture	50	18.3	9.0	No data
3/Lower Naka River, Ibaraki Prefecture	50	18.5	9.2	No data
4/Lower Tone River, Katori City, Chiba Prefecture	50	No data	No data	No data
5/Lake Shiga, Sensoji, Inama City, Aichi Prefecture	50	17.9	10.7	0.4
6/Lower Yahagi River, Nishio City, Aichi Prefecture	50	18.0	11.0	No data
7/Downstream Nagara River, Kuwana City, Mie Prefecture	50	22.0	8.0	1.6-2.6
8/Lower Yoshino River, Yoshino Town, Tokushima Prefecture	50	17.3-18.2	1.6-8.4	No data
9/Downstream Ohbu River, Awa City, Fukuoka Prefecture	50	26.0-30.0	5.1-8.2	23.5

Result

(1) **Percentage of yellow pattern by habitat area**
The proportion of the shell which was yellow showed a characteristic value depending on the area in which they grew, but there was no correlation with environmental conditions.

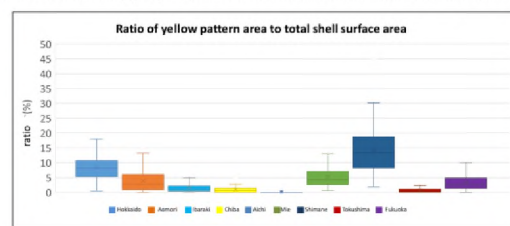


Fig. 3 Ratio of yellow pattern area to total shell surface area by region

(2) **Correlation between the percentage of yellow patterning and length of shell.**
Figure 4 shows shell length and percentage of yellow pattern. No correlation can be established.

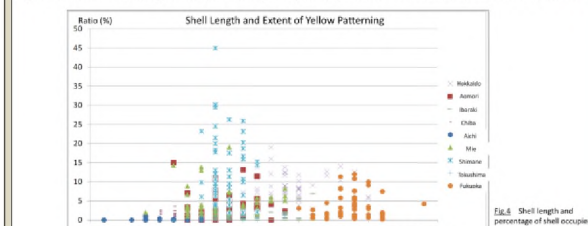


Fig. 4 Shell length and percentage of shell occupied by yellow patterning

(3) **Ratio of the area of the yellow patterning to the total shell area**
Even if the shell is long, the area of the shell is not necessarily large. Figure 5 shows the ratio of yellow patterning to total area. No general correlation is seen, but each region has a characteristic range of values.

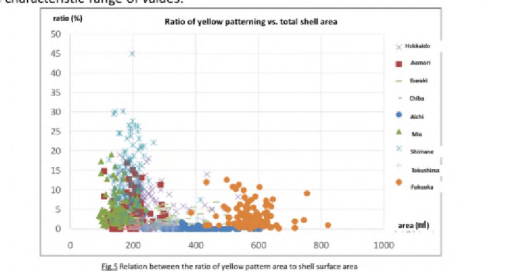


Fig. 5 Relation between the ratio of yellow pattern area to shell surface area

(4) **The number of growth lines and the yellow patterning area ratio**

- The growth lines of *C. Japonica* are almost periodic, but regularity couldn't be confirmed due to significant individual variances.
- There is no relationship between growth lines and shell length. (Takayasu et al, 1996)
- There is no correlation between yellow pattern ratio and number of growth lines.

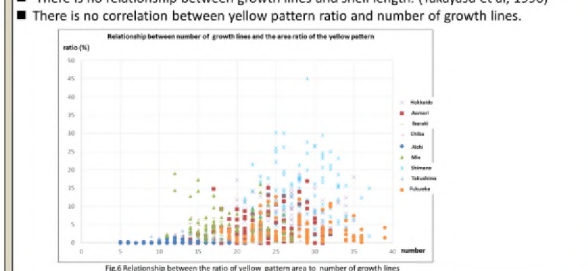


Fig. 6 Relationship between the ratio of yellow pattern area to number of growth lines

Future tasks To confirm the timeline of the expansion of the range of *C. Japonica* in the Japanese archipelago, it is necessary to examine the DNA of *C. Japonica* populations in each region.

Acknowledgments Mr. Kazuya Kawakatsu, the chief advisor of the Science Club, has provided invaluable direction and insight.

References

Abashiri City hall(2021) Fish picture book in Abashiri-Scallops- Fisheries Research Agency in Mie(2008) In land water Research Institute Business Report (No.1, 130-131)
Hani Seinen, Yamamoto Toshihiro, Watanabe Issyun, Huzimaru Yuichiro, Kanematsu Masaei, Hasegawa Natsuki, Okamura kan, Miduta Yoshinobu, Miyawaki Dai, Muneyasu Hitosi, Sakurai Izumi, Iezima Noboru, Kitada Syuichi, Tanimoto Hitoshi Hanyuu Wahiro, Kobayashi Yutaka, Hanu Kousei. (2012) Differences in frequency of appearance of asymmetric tide marks in clams due to regional differences(Bulletin of the Japanese society of scientific Fisheries,79,190-197)
Chubu Regional Development Bureau (2016) water quality Chubu Regional class ariver
Ikagami Naoki (2009) Shell morphology of freshwater clams of *C. fluminea* and *C. leana* collected in the Midorikawa River system, Kumamoto Prefecture
Kanto regional Development Bureau(1990) Tonegawa estuary weir
Geographical survey Institute(1988) Map of Jomon coastline Transgression (hp)
Izunoto River Office, Chugoku Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism(2021)
Water Quality Status of Nakaiumi and Lake Shinji, Water Quality Survey Location Analysis Results Table.
Masami Nakanishi (2019) chitchat of freshwater clam(Marine Chemistry Research, Vol.32, No.1, 70-76)
Annual statistical Water Quality search database Chikugo River (2020) Yahagi River (2020) Yoshino River (2020)
Ogura Yoshimi, Sakamoto Naruya, Results of water quality survey in the week swamp basin -Ibaraki Higashi High School(Hinuma and nature), lessons chart-2 list of Surveys of the Dro swamp Waters in 2020
Website of Abasiri development and Construction Development, Hokkaido Development Bureau, Ministry of land, Infrastructure, Transport and Tourism(2021)
Ono Yoko, Matsushima Yoshiki, Umetsu Matsuo(1988) Middle Holocene Shoreline Map of Japan-Attached map commentary(map, Vol26, No.1)
Shimane Prefecture (2021) Shimane Prefecture Historical Water Quality
Sugiyama Koki, Watanabe Kazuyoshi, Hirai Yasuyuki (2015) Influence of salt Water Intrusion For *Corbicula Japonica* Habitat In The Teshio River (JSCE Proceedings (Hydraulic engineering),Vol.7, No.4,1117-1122)
Takayasu katsuni, Kobayashi Iwao, Morita Hiroshi, Nakamura Miho(1996), Observations of micro-growth striations in the brackish-water clam, *Corbicula Japonica* from lake Shinji(LAGUNA,3,103-110)
Tanaka Yataro (1984) about salt resistance of pale blue grass (aquaculture research report, no.6, 29-32)
All were accessed in Japanese.

サボテンの刺座の配列に規則性はあるのか

兵庫県立姫路東高等学校 科学部生物系研究部（サボテン班）

前田智彦 岸上葉菜 武内優果 本脇敬人 山本悠介 吉田龍之介

要 旨

多くの植物の葉は、茎に対して決まった位置関係で配置している。サボテンの刺座は葉が変化したものであるため、同様に数理的な規則性をもって配列しているのではないかと考え、10種類のサボテンを用いて研究をおこなった。刺座は真上から見て、中央（原点）から左右に螺旋を描いて配列している。左回りの刺座の配列と右回りの配列は、共有刺座で出会いながら下方に伸びている。同一個体であれば、環境によって水分量や個体の大きさが変わっても、刺座の配列の位置関係は変わらない。真上から見た際の刺座の水平座標や、真横から見た際の刺座間の距離は個体ごとに異なり、共有刺座間のなす中心角にも規則性は見られない。系統樹における種の位置づけと刺座の配列にも規則性は見られない。サボテンは太い茎につく刺座が他の植物より多く、茎部分の形状などの個性によって刺座の位置が受ける影響は他の植物よりも大きい。それぞれのサボテン種本来の形状をもつ個体を調べることで、規則性が明らかになる可能性がある。

キーワード：刺座 共有刺座 螺旋 系統樹

1 はじめに

筆者らは、学校の研修で筑波実験植物園を訪問した際、温室内に展示されているサボテン（[図1](#)）に強い興味をもった。展示されている複数の種類のサボテンの刺座が、螺旋を描いて配列しているように見えたからである。多くの動植物で、規則的な配列が確認されている。ヒマワリの種はフィボナッチ数列に従って配列



[図1](#) 筑波実験植物園のサボテン

している（東川, 1989）。また荒谷ほか（2014）は、ダイオウマツとアカマツ、クロマツとの比較において、いずれも松毬の鱗片は根元から螺旋を描いて配列しており、左回りに5枚と右回り8枚の鱗片で同じ鱗片（共有鱗片）で交差すること、ダイオウマツとアカマツ、クロマツで鱗片が描く螺旋の方程式が異なることを示している。そこで、種による共通の特徴や種ごとの相違点が種間距離を反映しているのではないかと考え、サボテンの刺座の配列を調べて、種ごとに比較してみることにした。

2 測定方法

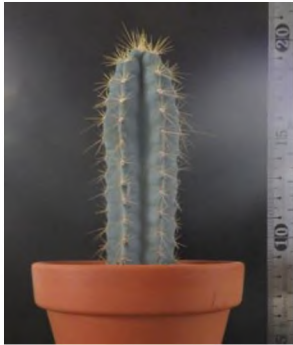
次の10種類のサボテンについて、刺座の位置を測定した。測定した試料（[図2](#)）は、武倫柱（プリンチュウ/*Pachycereus pringlei*）、金晃丸（キンコウマル/*Parodia leninghausii*）、金青閣（アズレウス/*Pilosocereus pachycladus*）、墨烏帽子（スミエボシ/*Opuntia rubescens*）、雷鳥丸（ライチョウマル/*Mammillaria jonstonii* var. *sancarlensis*）、大福丸（ダイフクマル/*Mammillaria perbella*）、紫太陽（ムラサキタイヨウ/*Echinocereus rigidissimus* var. *rubescens*）、新天地（シンテンチ/*Gymnocalycium saglionis*）、福祿竜神木（フクロクリュウジンボク/*Myrtillocactus geometrizans*）、英冠丸（エイカンマル/*Notocactus magnificus*）である（スパンタナーノン, 2018）。



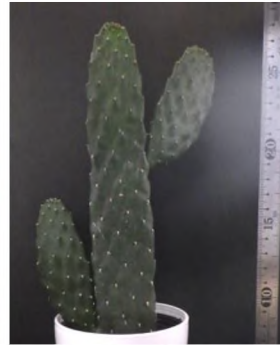
武倫柱



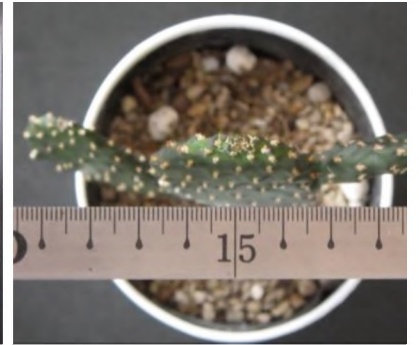
金晃丸



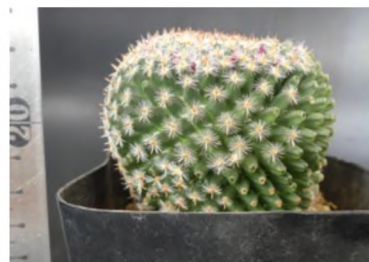
金青閣



墨烏帽子



雷鳥丸



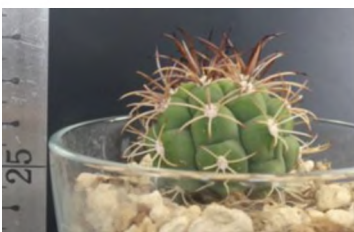
大福丸



紫太陽



福祿竜神木



新天地





英冠丸

図2 測定したサボテンの試料

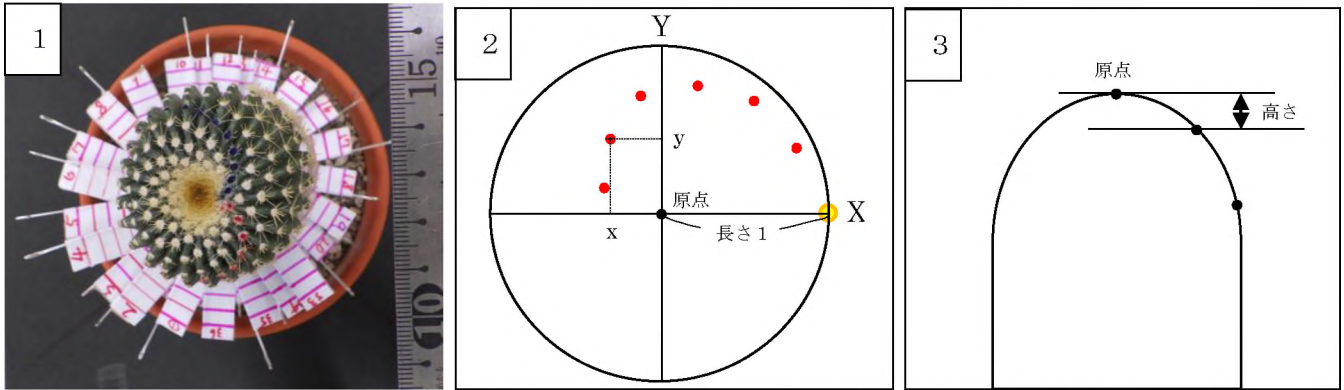


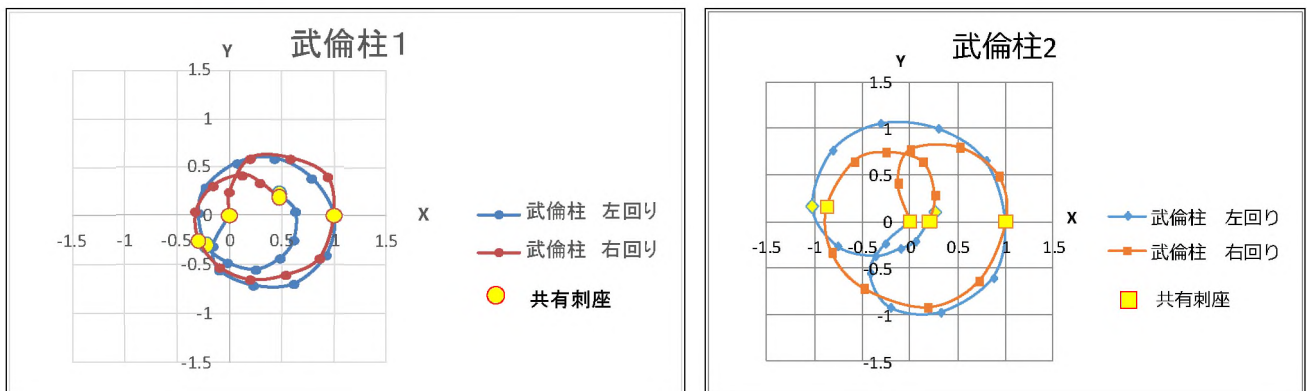
図3 刺座の位置の確認のしかた (●は1つ目の共有刺座、丸は刺座)

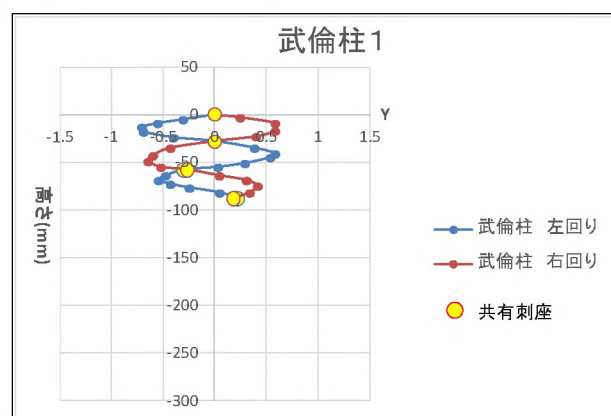
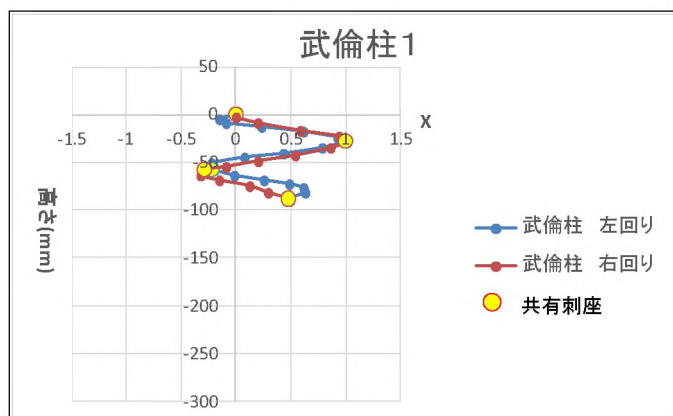
真上から見たとき、すべての種のサボテンで、中央部に位置する刺座を基準（原点）として、刺座は左回りと右回りに螺旋状に配列し、共有刺座で出会いながら下方に伸びている。刺をハサミで切り取り、左回りの刺座を青色に、右回りの刺座を赤色に色付け、刺座に垂直に針を刺して、刺座の位置が確認しやすいようにした（図3-1）。その後、原点と1つ目の共有刺座とを結ぶ線分をX軸、これに直角な線分をY軸とし、異なる種のサボテンを比較するために、原点と1つ目の共有刺座間の距離を1として、左回りと右回りに、それぞれの刺座の位置の座標を求めた（図3-2）。さらに、サボテンを真横から見て、原点と刺座まで、あるいは刺座間の高さの差を「高さ（mm）」として測定した（図3-3）。

3 結果

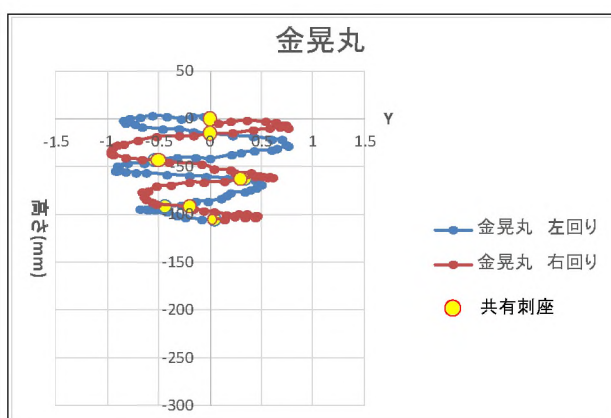
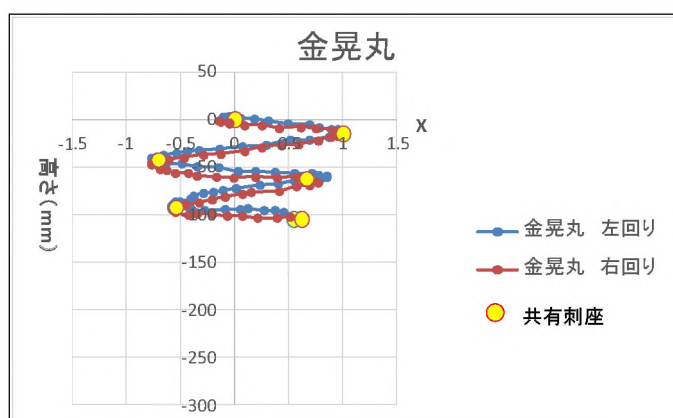
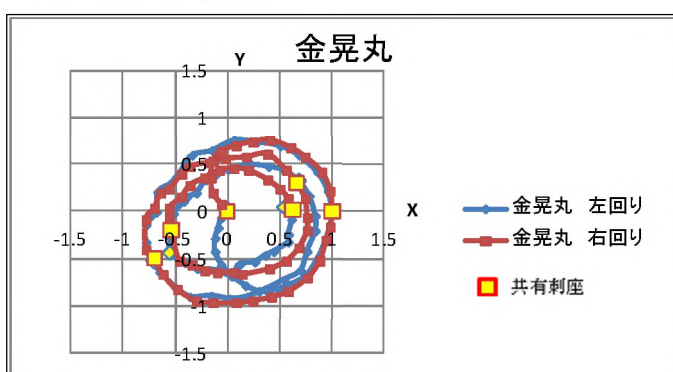
それぞれのサボテンについて、図4～図13に結果をグラフで示した。実測値はページ数の都合で割愛し、資料として別添する。x-y図は、サボテンを真上から見たときの刺座の配置を座標で示したものである（共有刺座を黄色で示した）。X-高さ、およびY-高さのグラフは、それぞれのサボテンを真横から見たときの刺座の配置を、ひとつめの共有刺座までの水平距離を1として示した。

(1) 武倫柱（図4）

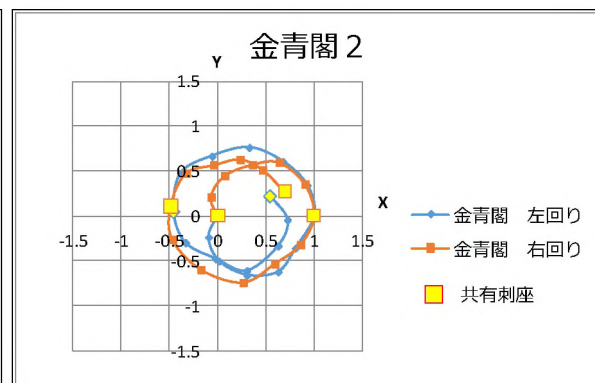
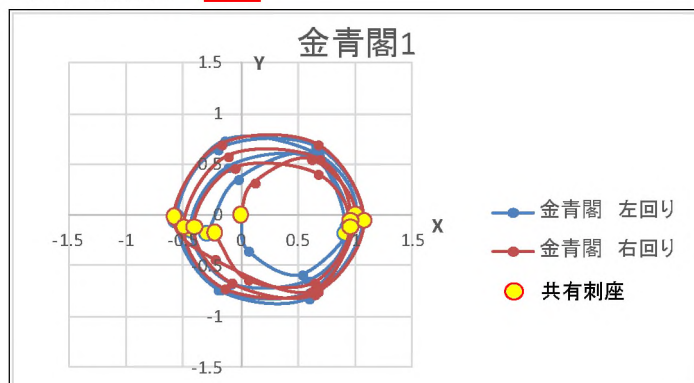


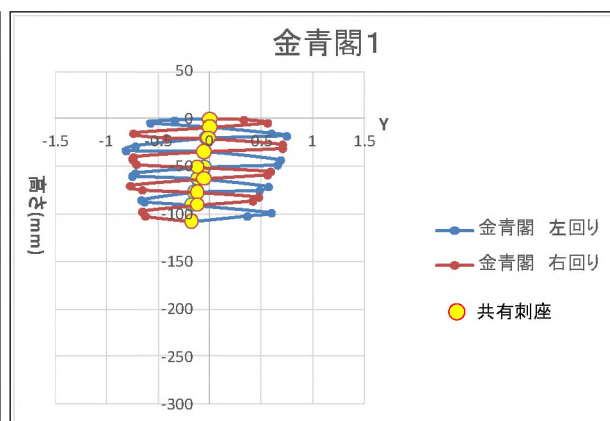
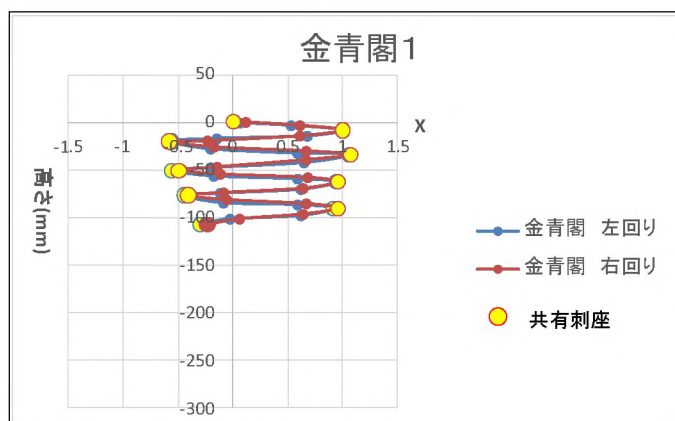


(2) 金晃丸 (図5)

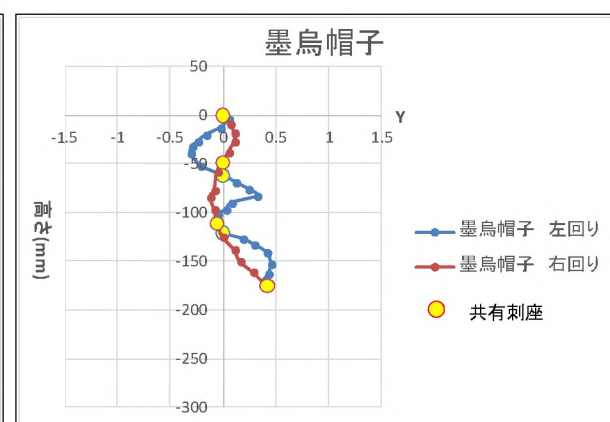
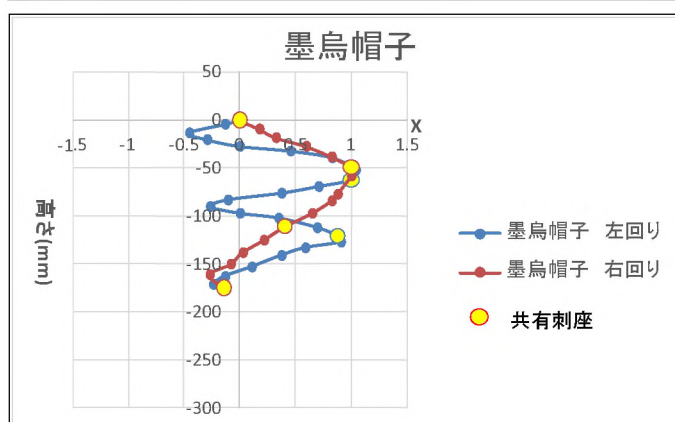
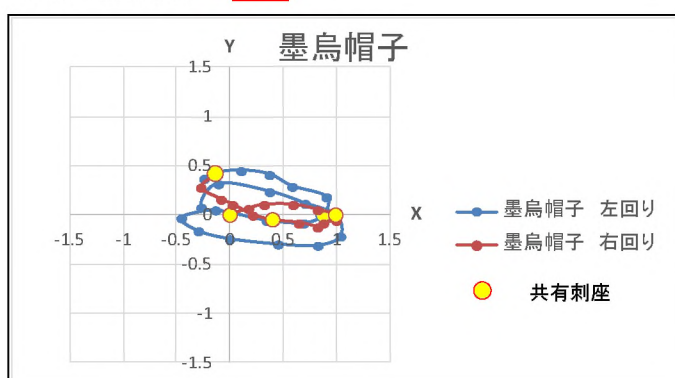


(3) 金青閣 (図6)

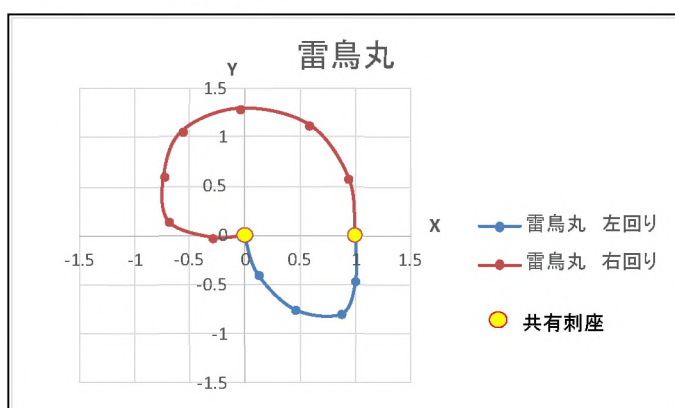


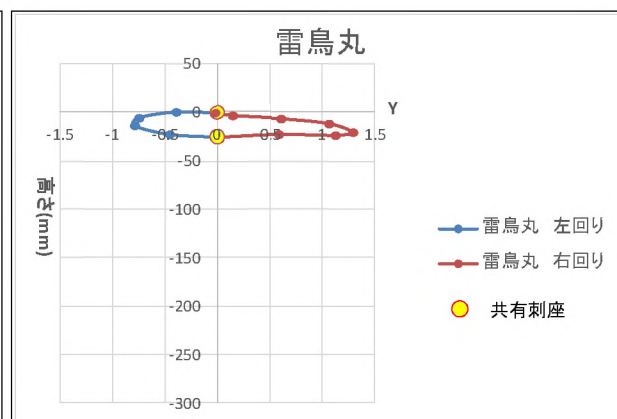
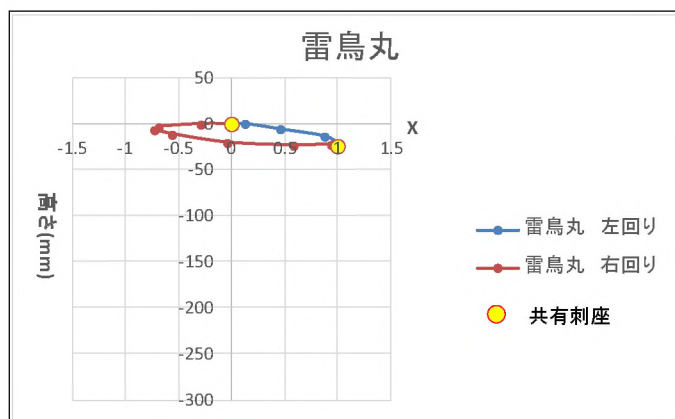


(4) 墨烏帽子 (図7)

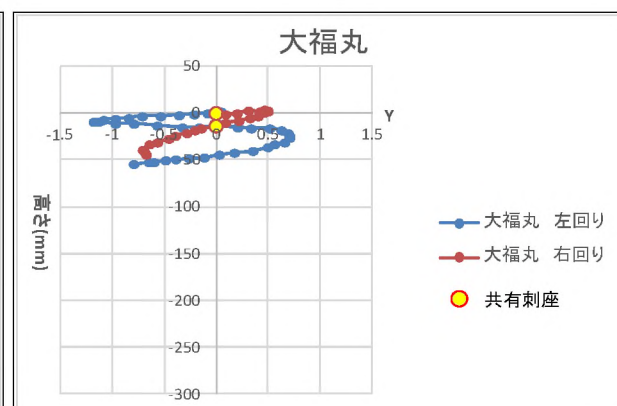
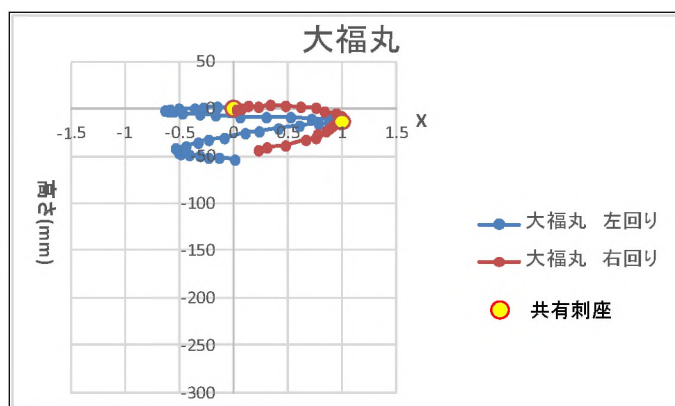
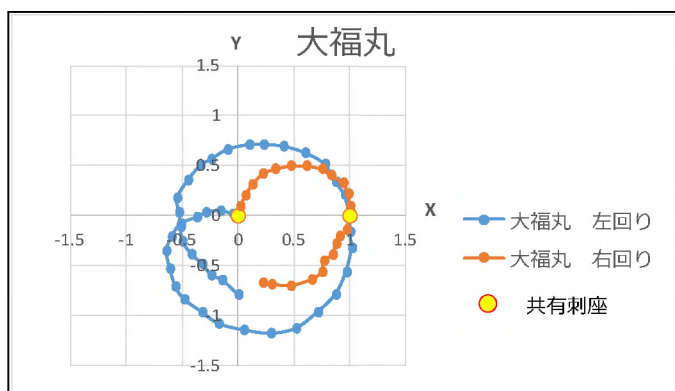


(5) 雷鳥丸 (図8)

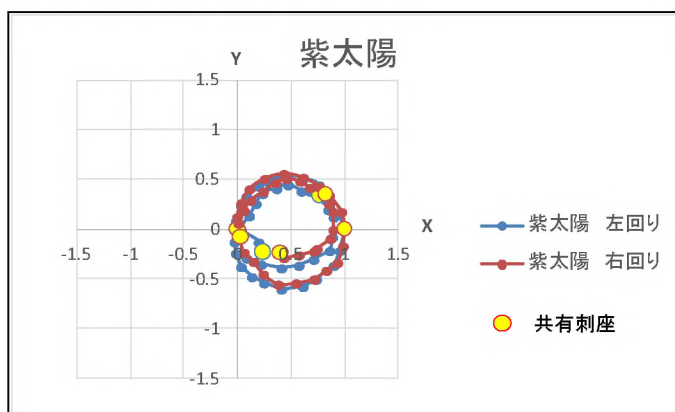


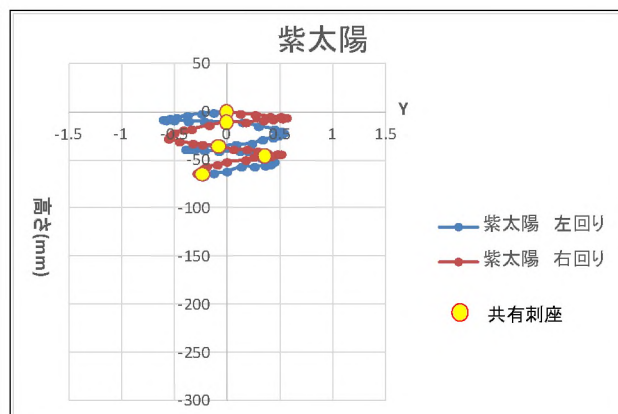
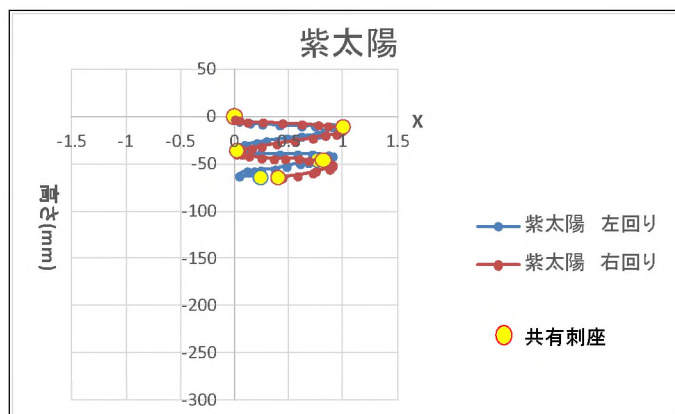


(6) 大福丸 (図9)

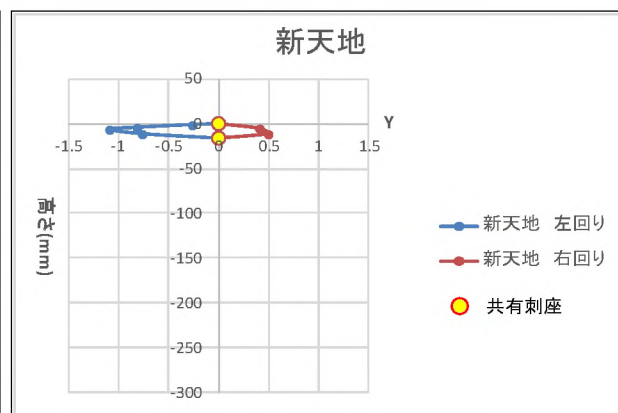
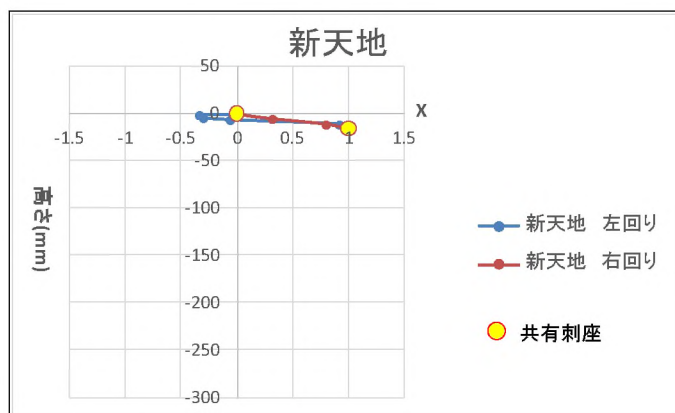
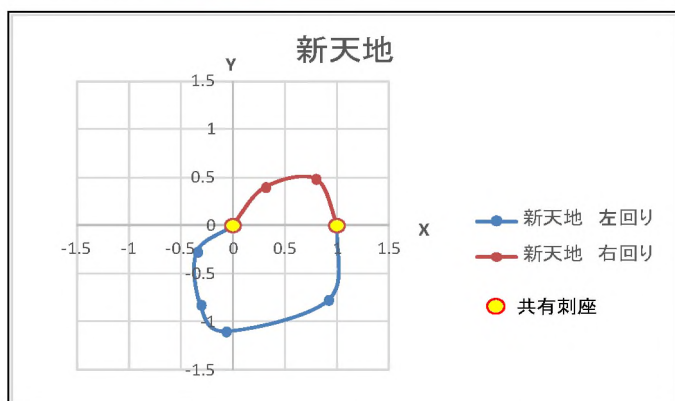


(7) 紫太陽 (図10)

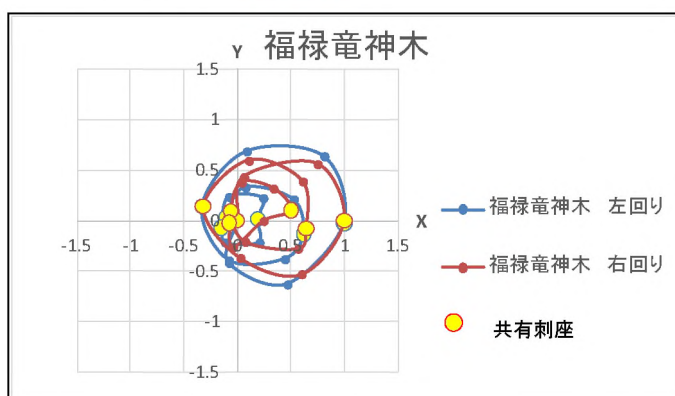


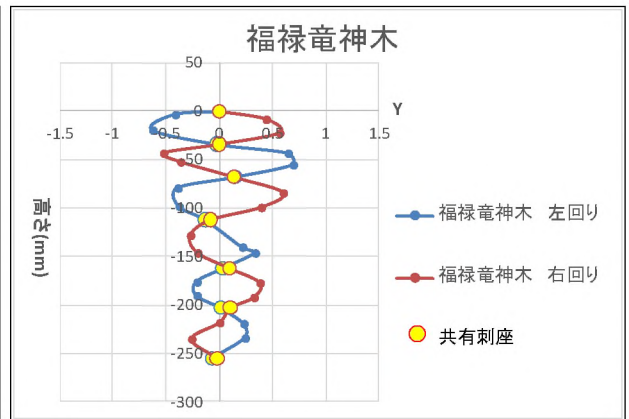
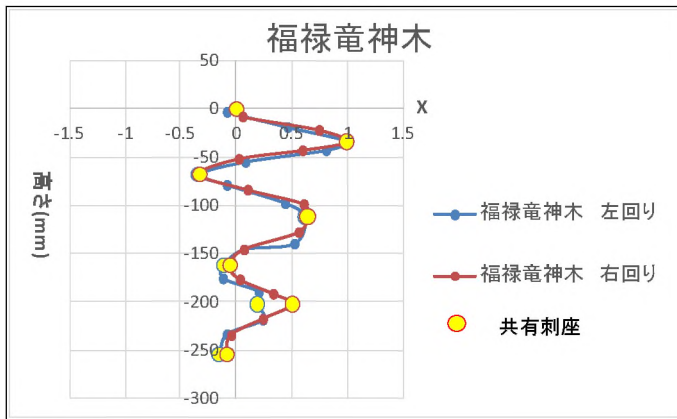


(8) 新天地 (図 11)

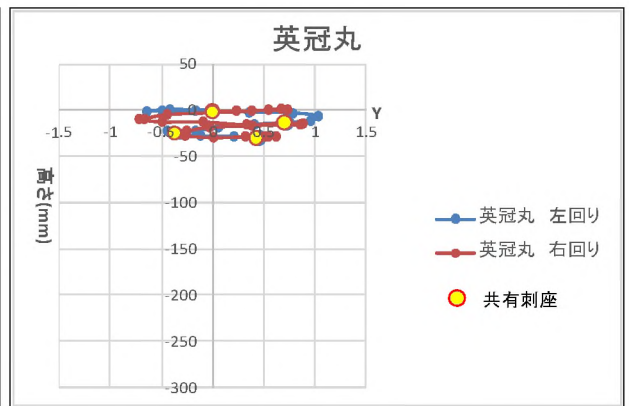
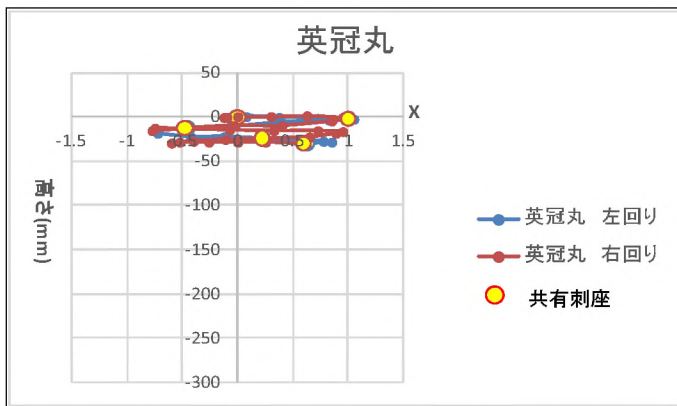
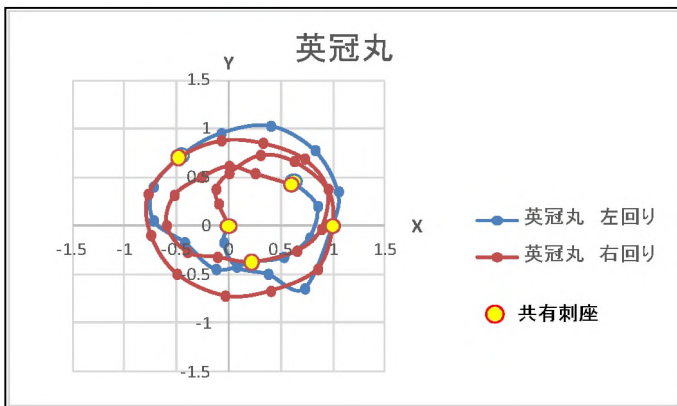


(9) 福祿竜神木 (図 12)





(10) 英冠丸 (図 13)



計測した刺座の座標をもとに、1つ目の共有刺座を基準として、左回りと右回りの螺旋で、真上から見た共有刺座間のなす中心角を表1にまとめた。雷鳥丸と新天地は共有刺座が1つしかないため、表から外してある。いずれのサボテンも、規則的な角度を示さない。なお、同一個体であれば、環境によって水分量や個体の大きさが変わっても、刺座の配列の位置関係は変わらないことを確認した。

表1 サボテンの種類ごとの共有刺座間の角度

種類	左右	1つ目	2つ目	3つ目	4つ目	5つ目	6つ目	7つ目
		~2つ目	~3つ目	~4つ目	~5つ目	~6つ目	~7つ目	~8つ目
武倫柱	左	233°	151°					
	右	138°	201°					

金晃丸	左	217°	169°	192°	146°			
	右	144°	192°	184°	198°			
金青閣	左	183°	174°	189°	167°	205°	151°	222°
	右	179°	184°	164°	196°	161°	203°	136°
墨烏帽子	左	360°	165°					
	右	8°	244°					
大福丸	左	238°						
	右	69°						
紫太陽	左	297°	88°	292°				
	右	72°	264°	54°				
福祿竜神木	左	158°	191°	174°	202°	201°		
	右	203°	164°	231°	110°	176°		
英冠丸	左	122°	179°	95°				
	右	236°	183°	266°				

4 考察

サボテンの刺は、乾燥した環境に適応するために葉が変化したものである。刺座は螺旋を描いて配列しているように見える。多くの植物の葉は、茎に対して輪生、対生、互生といった決まった位置関係（葉序）で配置しており（福原，2021）、葉の原基の配列に関する数理モデルも作成されている（Yonekura et. al., 2019）。これらのことから、サボテンの刺座も同様に、一定の規則性を持って配列しているのではないかと考え、10種類のサボテンで測定をおこなった。

図4～図13からわかるように、刺座は上方中央の原点から、左回りと右回りに螺旋を描くように配列し、共有刺座で出会いながら下方に伸びている。扁平な墨烏帽子（図7）は、もともとの螺旋が共有刺座の面に向かってつぶれた形に配列している。測定したすべての種のサボテンにおいて、刺座の座標や刺座間の高さは、種ごとに一定の規則性をもたない。

サボテン科系統樹

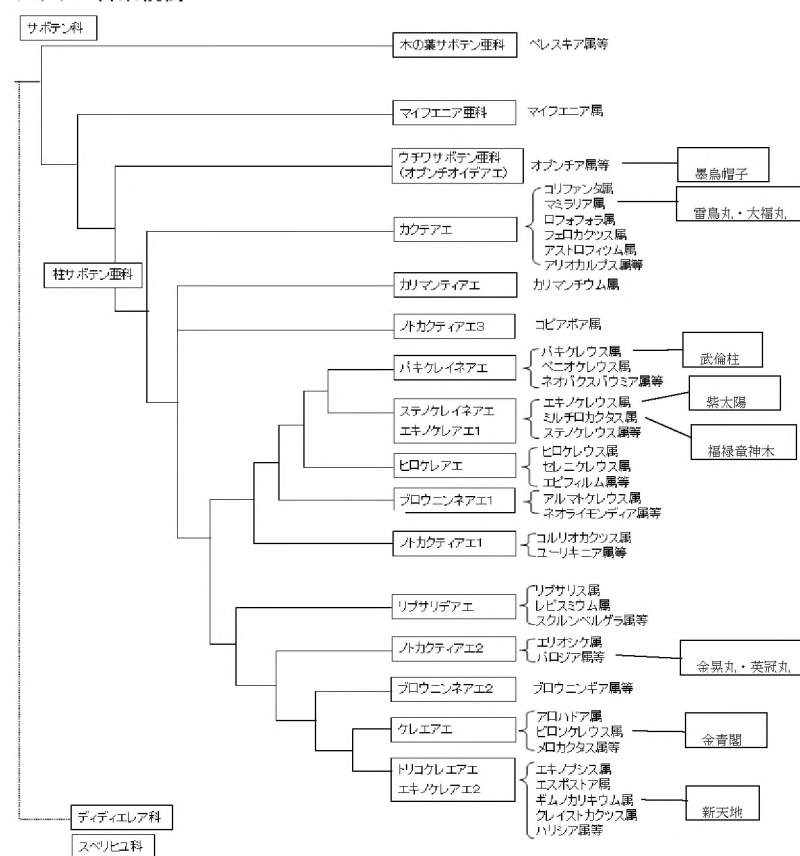


図14 系統樹 (Montserrat Vazquez-Sanchez ほか, 2019 を改変)

ただし、同一個体であれば、環境によって水分量や個体の大きさが変わっても、刺座の配列の位置関係は変わらない。武倫柱(図4)や金青閣(図6)で確認した結果から、同じ種であっても刺座の配列のようすは個体によって異なる。共有刺座間のなす中心角にも規則性は見られない(表1)。さらに、系統樹(図14)における種の位置づけによって、刺座の配列が類似するなどの規則性もみられない。

測定したサボテンでは、葉から変形した刺座は、他の植物の葉の付き方のように一定の規則性をもたない。多くの植物の葉で認められ、数理モデルで示される規則性は、葉が変形して形成されたサボテンの刺座の配列には認められない。サボテンは茎に対する刺座が他の植物よりも多く、茎部分が一部膨らんでいたり傾いていたりするなどの形状の個性によって、刺座の位置が受ける影響は他の植物よりも大きいと考えられる。今回の結果は、サボテンの形状の個性によってもたらされた結果である可能性が高いと考えられる。

5 今後の課題

現在、刺座の配列に規則性が認められないかどうかを、それぞれのサボテン種本来の形状をもつ個体で調査しているところである。規則性が認められれば、たとえば螺旋の方程式を求めて比較するなど、さらに異なる指標で調べていきたい。

6 引用文献

- 荒谷優太・石田薫・北野彩華・平岩尚樹・廣瀬友佳・赤塚千春・河内遥・中川潤哉・山本彩楓(2014) マツの種類による松毬の鱗片配列の規則性の共通点と相違点(化学と生物, 第52巻, 第8号, 555-557)
- 福原達人(2021) 植物形態学-4-5. 葉の付き方・並び方(福岡教育大学教育大学, <https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/fukuhara/index.html>)
- 東川和夫(1989) フィボナッチ数列と黄金比-ひまわりの種の配列- (東京法令, 話題源数学, 356-359)
- Montserrat Vazquez-Sanchez, Daniel Sanchez, Teresa Terrazas, Alejandro de la Rosa-Tilapa and Salvador Arias (2019) Polyphy of the iconic cactus genus *Turbinicaria* (Cactaceae) and its generic circumscription. (Botanical Journal of the Linnean Society, 190, 405-420)
- スパンタナーノン, P./飯島健太郎監修・大塚美里訳(2018) サボテン全書(グラフィック社)
- Yonekura, T., Iwamoto, A., Fujita, H. and Sugiyama, M (2019) Mathematical model studies of the comprehensive generation of major and minor phyllotactic patterns in plants with a predominant focus on orixate phyllotaxis (PLOS Computational Biology, journal. Pcbi. 1007044, 1-13)

7 謝辞

本研究をおこなうにあたって、本校科学部顧問の川勝和哉主幹教諭と国立科学博物館筑波実験植物園には有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

A Study of the Arrangement of Cactus Areoles

Himeji Higashi Senior Prefectural High School, Hyogo Science Club Biological Research Team
 Maeda Tomohiko Kishigami Kanna Takeuchi Yuka Motowaki Keito Yoshida Ryunosuke

Keywords

- Areole: A cactus-specific organ evolved from branches that produces spines, which are a form of leaf.
- Shared areole: An areole where clockwise and counterclockwise helical patterns intersect.

Research motive

- We became interested in the cactus spine growth patterns after observing helices in their arrangement.

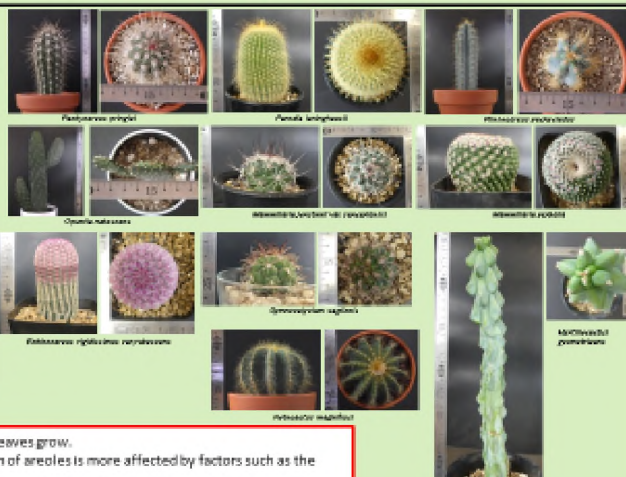
Purpose and Hypothesis

The bodies of many living things show mathematical patterns. For example, sunflower seeds grow in a pattern similar to the Fibonacci sequence (Azukawa, 1989). A study of pinecones (Araya, 2014) found patterns in the growth of the scales. First, scales are arranged in helices that spread from the base. Second, each scale is an intersection of 5 counterclockwise and 8 clockwise helices. Third, different species produce different helices. Therefore, we hypothesized that commonalities or difference among species of cacti reflect their closeness on the phylogenetic tree.

Results and Discussion

- Areole grow in clockwise and anti-clockwise helices starting at the tip and passing through shared areole.
- No common pattern of areole growth was found in intra- or interspecies comparison.
- No commonalities depending on the position of the species in the phylogenetic tree were observed.

- Unlike other plants, cacti do not show any regularity in the locations from which their leaves grow.
- Cacti have more branches (areoles) on thicker stems than other plants, and the position of areoles is more affected by factors such as the shape of the stems than other plants.
- Regularity may be revealed by investigating cacti of the same species that have similar shapes.



Measurement method

- We measured the patterns of the areoles of the species noted on Fig.12.
- ① Spines were extracted and areoles colored (red-clockwise, blue-counterclockwise). (Fig.1.1)
- ② Using the straight line between the center and the shared areole as the x-axis, and the length of that line as the unit distance, the co-ordinates of the areoles on each helix were ascribed. (Fig.1.2)
- ③ The vertical displacement of each areole was also recorded. (Fig.1.3)

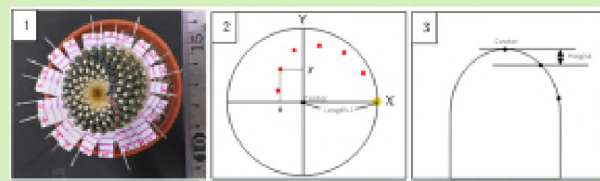
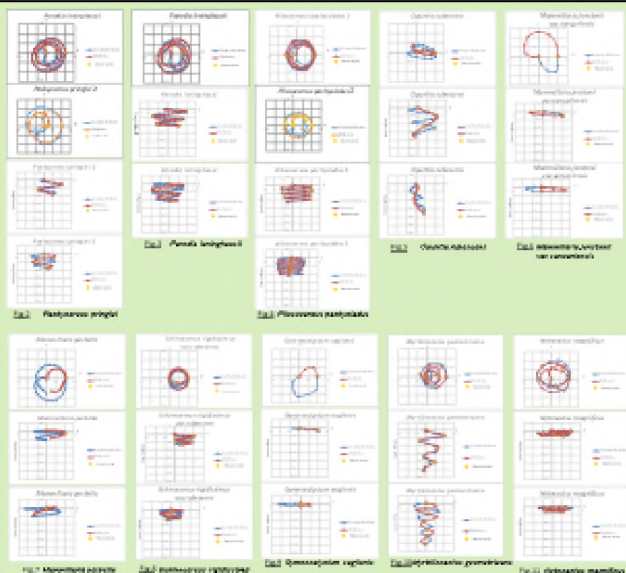


Fig.1 Schematic for the areole and vertical displacement of areole 1 to be the first shared areole



Results

The table shows the angle between clockwise and anti-clockwise shared areoles relative to the first. *Mammillaria spinescens* var. *spinescens* and *Opuntia sagittalis* are not shown as they have only one shared areole.

Species	Helix	Table 1. The angles between shared areoles							
		1st-2nd	2nd-3rd	3rd-4th	4th-5th	5th-6th	6th-7th	7th-8th	8th-9th
<i>Pylaeocactus princei</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°
<i>Parnala longispina</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°
<i>Phyllocactus rostratulus</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°
<i>Opuntia sagittalis</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°
<i>Mammillaria spinescens</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°
<i>Phyllocactus rostratulus</i>	CC	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°	100°

Future tasks

In this study, we found that, unlike other plants, cacti do not show any regularity in the locations from which their leaves grow and that areole growth can show intraspecific differences due to stem shape. We will do research with different indicators to find regularity in cactus areole arrangement in the future, and also attempt to control for stem shape.

Citations

1. Aratahi Yuter, Isida Kaoru, Kitano Ayaka, Hiraishi Naoki, Hirose Tomoka, Akatsuka Chiharu, Kawachi Haruka, Nakagawa Zyunya, Yamamoto Ayaka (2014) Common points and differences in the regularity of the pine cone scale arrangement depending on the type of pine (Chemistry and Biology, Volume 5, No. 8, 555-557)
2. Fukuhara Tatsuro (2012) Morphological botany - 4-5. How to attach and arrange leaves. University of Teacher Education in Fukuoka. <https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/fukuohara/index.html>
3. Azukawa Kazuo (1989) Fibonacci sequence and Golden ratio - Sunflower seed arrangements - (Tokyo Horei Publishing Co., Ltd., mathematics of Wadaien, 356-359)
4. Monserrat Vazquez-Sanchez, Daniel Sanchez, Teresa Terrazas, Alejandro de la Rosa-Tillapa and Salvador Arias (2019) Polyphyly of the iconic cactus genus *Turbinicarpus* (Cactaceae) and its generic circumscription. (Botanical Journal of the Linnean Society, 190, 405-420)
5. Supanantanonant, P. / Supervisor Iijima Kentaro / Translator Otsuka Misato (2018) All about Cactus. Graphi-c-sha Publishing Co., Ltd.
6. Yonekura, T., Iizamoto, A., Fujita, H. and Sugiyama, M. (2019) Mathematical model studies of the comprehensive generation of major and minor phyllotactic patterns in plants with a predominant focus on orivate phyllotaxis. PLOS Computational Biology, journal. Pbl. 1007044, 1-18

Acknowledgments

In conducting this research we received useful advice from Mr. Kazuya Kawakatsu, an adviser of the Faculty of Science of our school. We would like to express our gratitude here.

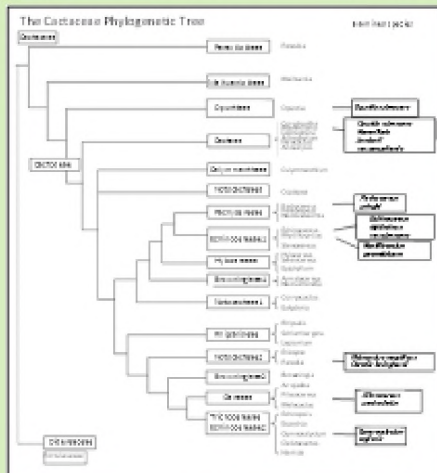


Fig.12 Cactaceae Phylogenetic Tree

石英安山岩の角閃石から熱水残液の循環を記録する波状累帯構造を発見

兵庫県立姫路東高等学校 科学部地学系研究部（マグマ班）

中農拓人 多田明良 本脇敬人 山本悠介 岩本濤治

要 旨

深成岩の鉱物には、マグマから鉱物が結晶化した後、熱水残液が循環して鉱物にさまざまな記録を残すことが知られている。筆者らは、火山岩の試料から作成した 30 枚の薄片の角閃石から、初めて波状累帯構造を発見した。兵庫県南西部の石英安山岩の斑晶を構成する角閃石には、微弱な波状累帯構造がみられる。火山岩として急速に固結した安山岩の角閃石で今回発見した波状累帯構造は、マグマが固結するごく短時間にも熱水残液が循環し、イオン置換がおこなわれたことを初めて明確に示すものである。深成岩に比べて発達程度が低いのは、深成岩がゆっくり固結する過程においてマグマが酸化条件下で発泡し、熱水残液が激しく循環するのに対して、火山岩ではマグマの発泡と熱水残液の循環が短時間で起こり、その規模も小さいことを示している。深成岩のような激しい熱水残液の循環はみられないものの、酸性～中性マグマから固結した石英安山岩は、塩基性マグマから固結した玄武岩よりも H_2O が多く含まれると考えられており、マグマ固結直後でも熱水残液の循環が起こりやすかった。

キーワード：熱水残液 イオン置換 波状累帯構造

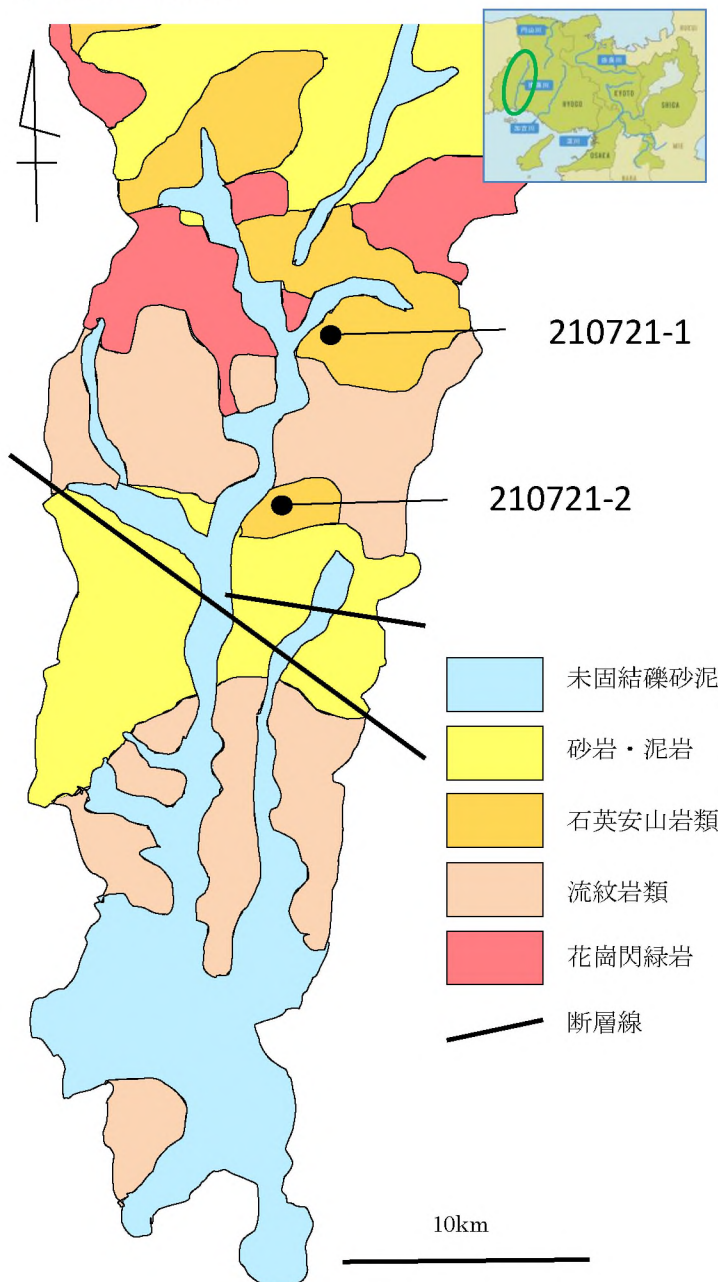
1. はじめに

マグマの結晶分化作用は中学校理科や高等学校地学の教科書に記されているが、詳細はまだ明らかにされていない。マグマから鉱物が結晶化する場合、各鉱物はそれぞれの融点で晶出するわけではないし、晶出の順序が融点の高い鉱物から低い鉱物へと一律に向かうわけでもない（都城・久城, 1977・小出, 2017）。はじめは均質であったマグマが途中で相互に不混和なマグマに分かれたり、固結の過程で周囲の物質を取り込む混染を起こしたりすることも珍しくない。さらに、本源マグマも多様性をもっているし、マグマに含まれる H_2O が発泡すると、既に結晶化した鉱物の成分を選択的に溶かしながら上昇する。最初に結晶化する際の物理条件のほかに、一度結晶化した鉱物が二次的な反応を見せるなど、マグマは非常に複雑な系であり、これを解明することは、たとえば火山噴火の予知などにも活かされると考えられている。現在確認することができる造岩鉱物には、鉱物が結晶化した際の周囲の温度や圧力などの環境条件や、結晶化した後に二次的に鉱物が経験した熱水残液の動向が記録されている。特に、有色鉱物の輝石や角閃石のイオン置換のパターンがよく知られていることから、輝石や角閃石に記録された微細構造に着目した研究が多くみられる。

科学部顧問の川勝和哉先生は、山陰帯（Ishihara, 1977・石原, 1982）の深成岩である石英閃緑岩の角閃石から初めて、結晶の成長方向に幅数 μm の微細な帯状構造が発達する波状累帯構造を発見した（Kawakatsu and Yamaguchi, 1987）。波状累帯構造は、鉱物が結晶化した後、周囲からの熱水残液の循環による熱の影響を受けて再平衡する際に、規則的にイオン置換が起こることによって形成される。その後、兵庫県立加古川東高等学校地学部（2008・2013）が山陽帯加古川市一高砂市の播磨花崗閃緑岩と神戸市の布引花崗閃緑岩の角閃石から、さらに兵庫県立姫路東高等学校科学部（2019・2021）が山陽帯姫路市の揖保川石英閃緑岩の角閃石から、同様の波状累帯構造を発見しており、熱水残液の影響が普遍的なものであることがわかってきた。変成作用を受けると、鉱物全体が異なる変成鉱物に置換されてしまうが、火成岩ではそこまで置換されず、そのため波状累帯構造の発達の程度は熱水残液の循環のようすを示す指標となる。

一方で、まだ火山岩の角閃石からは波状累帯構造が発見されていなかった。斑晶をなす角閃石にイオン置換によって熱水残液の影響を記録した波状累帯構造が見られないのは、①火山岩は地表付近できわめて速い速度でマグマが冷却固結するため、熱水残液の循環は起こらないため、②熱水残液の循環は起こっているが、波状累帯構造を形成する時間的余裕がほとんどないため、のいずれの理由によるものか明らかではなかった。火山岩から波状累帯構造を発見することができれば、マグマ分化作用における熱水残液の動向を明らかにすることができるかと期待されてきたため、筆者らは安山岩と玄武岩の角閃石に注目し、波状累帯構造の発見を目指した。その結果、兵庫県南西部の石英安山岩の角閃石から波状累帯構造を発見した。兵庫県北部の玄武岩の角閃石からは発見することができなかった。ここでは、兵庫県南部の安山岩の角閃石から発見した波状累帯構造について報告する。

2. 岩石試料の記載



筆者らは昨年度、兵庫県南西部を南北に流れる1級河川の揖保川流域の露頭調査をおこない、地質図を作成した。本年度、改めて露頭調査をおこない、昨年度の地質図を修正した(図1)。石英安山岩と周囲の岩石との関係を確認した後、石英安山岩の試料を2地点(210721-1、210721-2)から採取した。コロナ禍下の調査であったため、採取することができた試料は、この2地点から合計6個であった。本地域には、島状に点々と花崗閃緑岩がみられ、それを覆うように石英安山岩～流紋岩類が広く分布している。石英安山岩には弱い流理構造が見られるが、肉眼で観察できるような熱水脈はない。ほとんど風化変質しておらず、長さ2mm～3mm程度、最大5mmの石英や斜長石の斑晶が見られる。有色鉱物の斑晶は肉眼では確認することができない。

なお、兵庫県北部を南北に流れる円山川沿いに広く分布する玄武岩試料についても、薄片を5枚作成し、同様の観察をおこなったが、角閃石の波状累帯構造を発見することはできなかった。

図1 調査地域の地質図と試料採取地点
(兵庫県立姫路東高等学校科学部, 2021を修正、加筆した)

3. 角閃石の微細構造

石英安山岩の1試料からそれぞれ5枚の薄片を作成し(合計30枚)、それらを隅々まで詳細に観察した。石英安山岩の斑晶のモード組成は、斜長石19.7%、角閃石4.3%、不透明酸化鉱物5.1%である。角閃石の斑晶は長さ0.1mm以下程度と小さい。

偏光顕微鏡で観察した結果、角閃石に微弱な波状累帯構造があることを発見した(図2)。波状累帯構造は、幅約1 μ m程度で、結晶のc軸方向に垂直に帯状に形成されている。角閃石は淡褐色のコアと淡緑色のリムからなる場合が多いが、波状累帯構造は、褐色のコアには見られず、二次的に再平衡して形成されたとされる淡緑色リムのみから発見される。隣接する鉱物は斜長石やカリ長石であり、角閃石の波状累帯構造の有無と隣接する鉱物の種類とは関係しない。

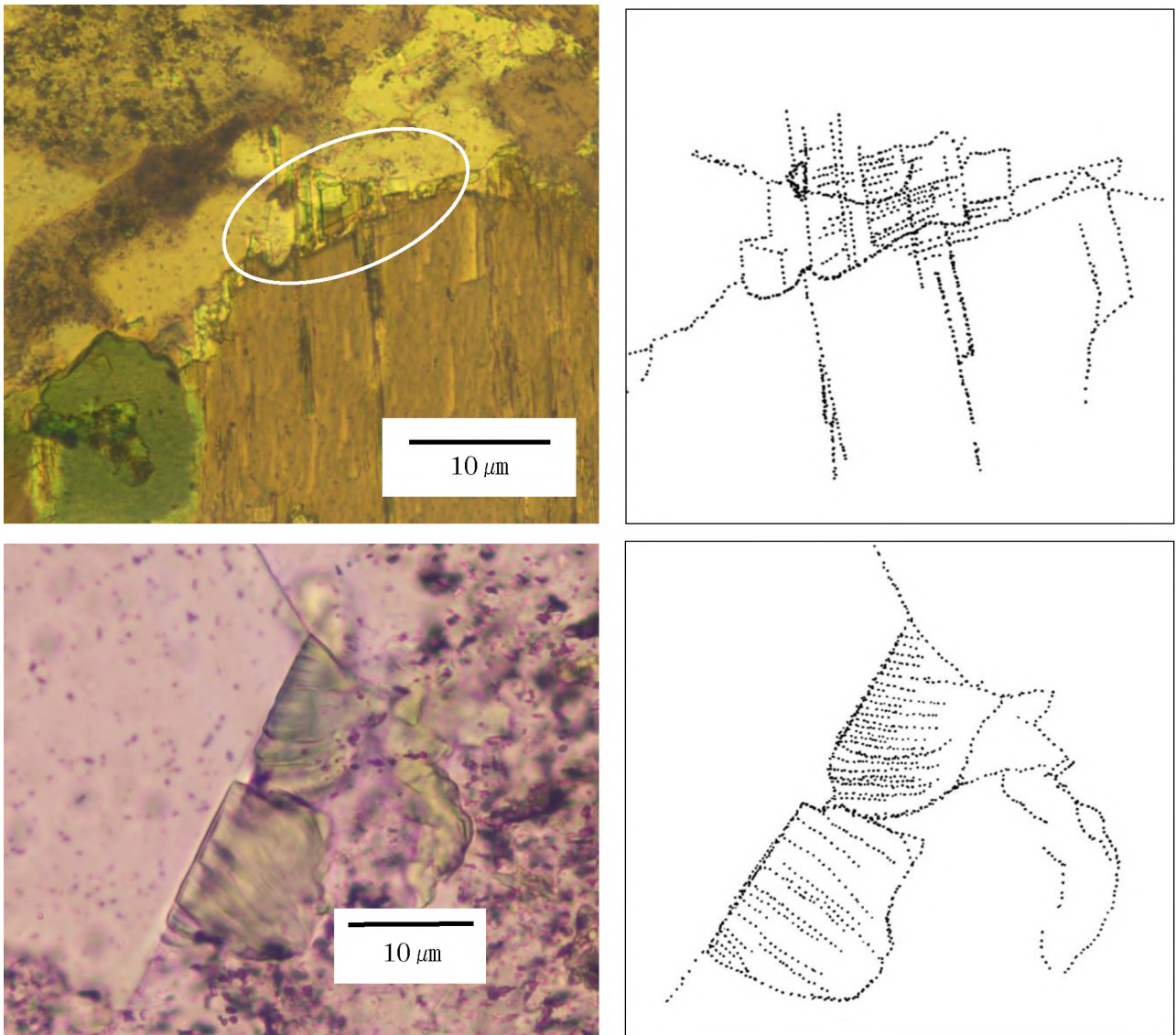


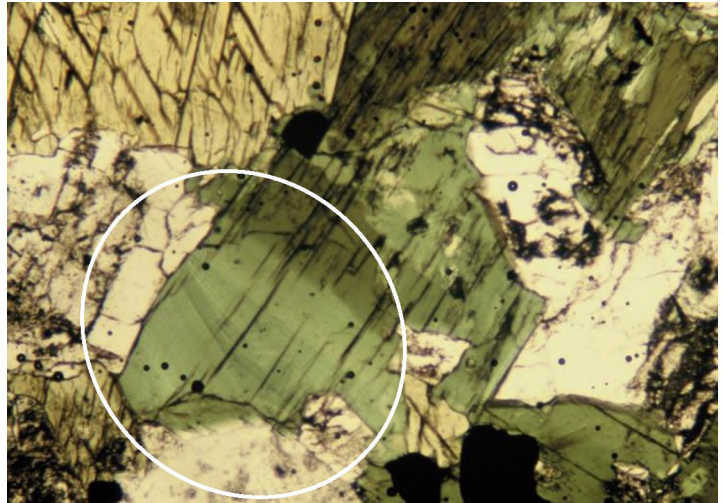
図2 石英安山岩の角閃石から発見された波状累帯構造(オープンニコル×40倍)とスケッチ

4. 考察

マグマが固結する際、主要な造岩鉱物が結晶化した後、熱水残液が循環してさまざまな記録を鉱物に残す。

熱水残液の循環は幾度となくさまざまな程度でおこなわれるため、鉱物はさまざまに姿を変える。現在われわれが見ている鉱物の姿は、さまざまな環境の影響を受けた結果の状態である。各地の深成岩の角閃石には普遍的に、熱水残液の循環によるイオン置換によって角閃石の結晶化後に形成された波状累帯構造が残されている。波状累帯構造が発達している山陰帯の島根県大東-横田花崗閃緑岩（[図3](#)）は浅所貫入型で、マグマ分化の早期から残液が発泡し、熱水残液が酸化的環境の中で激しく複数回循環したと推定されている（Kawakatsu and Yamaguchi, 1987）。一方深所貫入型の山陽帯の花崗岩類は発泡による酸化の影響が小さく、熱水残液の活動が微弱であったため、角閃石の波状累帯構造の発達の程度は低いと考えられている（兵庫県立加古川東高等学校地学部, 2008・2013・兵庫県立姫路東高等学校, 2019・2021）。

筆者らは、山陽帯兵庫県南西部の火山岩である石英安山岩の斑晶を構成する角閃石から、初めて波状累帯構造を発見した。深成岩類に比べて、発達の程度は極めて微弱である。一方で、玄武岩からは発見できなかった。熱水残液の循環は、マグマに含まれる H₂O の発泡によって起こるとされている（Kennedy, 1955）。深成岩のような激しい熱水残液の循環はみられないものの、酸性マグマから固結した石英安山岩は、塩基性マグマから固結した玄武岩よりも H₂O が多く含まれると考えられており、マグマ固結直後でも熱水残液の循環が起こりやすかったのではないかと推定されている。



[図3](#) 大東-横田花崗閃緑岩の角閃石の波状累帯構造（兵庫県立加古川東高等学校地学部, 2012/写真の横幅は2mm）

5. 今後の課題

本研究は、露頭を調査して得た岩石試料から作成した薄片の詳細な観察を通じて、発見した数 μ mの微細構造によって、壮大なマグマ分化の過程の一部を理解することができる面白さを体感するものであった。コロナ禍の状況下で困難ではあるが、今後は、安山岩の角閃石から発見した波状累帯構造を EPMA 分析し、どのようなイオン置換が行われたのかを明らかにしたい。これによって、マグマの固結過程で深成岩と火成岩でどのような熱水残液が循環したのかを比較推定することができる。また、波状累帯構造を示す角閃石と共存する鉱物を詳細に観察することによって、波状累帯構造を形成した熱水残液の温度や圧力を知ることができる。マグマがどのように分化していくのかを明らかにすることによって、火山の噴火過程におけるマグマ分化について知ることができるかもしれない。

6. 引用文献

- 兵庫県立姫路東高等学校科学部（2019）兵庫県南部姫路市-加古川市の花崗閃緑岩の角閃石から波状累帯構造を発見（日本地質学会第126年学術大会（2019山口大会）ポスター）
- 兵庫県立姫路東高等学校科学部（2021）石英や長石の砂粒の凹凸や体積比から源岩からの距離を推定する指標の提案（日刊工業新聞社「未来の科学者との対話19」第19回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞受賞作品集, Vol.19, 176-188）

- 兵庫県立加古川東高等学校地学部 (2008) 山陽帯チタン鉄鉱系列と山陰帯磁鉄鉱系列のマグマ分化を系統的に説明する—山陽帯加古川市花崗岩類の角閃石とリン灰石から波状累帯構造を発見— (日刊工業新聞社「未来の科学者との対話VI」第6回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞受賞作品集, Vol.6, 78-101)
- 兵庫県立加古川東高等学校地学部 (2012) 花崗岩類に与えたマグマ熱水残液の影響の解析研究報告 (兵庫咲いテクプログラム報告書)
- 兵庫県立加古川東高等学校地学部 (2013) 酸性マグマの分化過程におけるイオウの混染—山陽帯チタン鉄鉱系列花崗岩類と山陰帯磁鉄鉱系列花崗岩類— (日刊工業新聞社「未来の科学者との対話XI」第11回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞受賞作品集, Vol.11, 166-175)
- Ishihara, S. (1977) The Magnetite-Series and Ilmenite-Series Granitic Rocks (Min. Geol. Tokyo, 27, 293-305)
- 石原瞬三 (1982) 花崗岩系列と鉱化作用 (鉱山地質, 32, 281-283)
- Kawakatsu, K. and Yamaguchi, Y (1987) Successive Zoning of Amphiboles during Progressive Oxidation in the Daito-Yokota Granitic Complex, San-in Belt, Southwest Japan. (Geochim. Cosmochim. Acta. 51, 535-540)
- Kennedy, G.C. (1955) Some aspects of the role of water in rock melts. (Geol.Soc.Amer.Sp.Paper 62,489-504.)
- 小出良幸 (2017) マグマ固結過程における火成岩の化学的多様性の形成について (札幌学院大学人文学会紀要, 第102号, 1-29)
- 都城秋穂・久城育夫 (1977) 岩石学Ⅲ～岩石の成因 (共立出版株式会社)

7. 謝辞

本研究を行うにあたり、本校科学部顧問の川勝和哉主幹教諭には、さまざまな場面で助言をいただいた。ここに記して謝意を示す。

The Discovery of Oscillatory Zoning Showing the Circulation of Hydrothermal Fluid in Amphiboles of Dacite

Himeji Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Science Club Earth Science Research Team
Nakano Hiroto Tada Akira

keyword ■ Hydrothermal solution: high temperature solution, usually aqueous, out of which minerals crystallize.

■ Oscillatory zoning: repeated microscale variation in mineral composition caused by cyclical changes in the chemical environment during crystal growth, leading to ion exchange with hydrothermal fluid(Fig1)

[Features of Magma]

- Crystallization does not uniformly proceed from minerals with higher freezing points to those of lower freezing point.
- Homogenous magma may evolve into immiscible magmas and absorb surrounding substances during crystallization.
- Primary magma undergoes convection, selectively melting the components of minerals that have already crystallized.

[Discovery of Oscillatory Zoning]

- Oscillatory zonings have been found in an amphibole of quartz diorite, a plutonic rock⁽⁷⁾⁹⁾
- Zonings were discovered in amphiboles of granodiorite in Nunobiki, Kobe and the Kakogawa-Takasago area.⁴⁾⁻⁶⁾
- Oscillatory zonings were discovered in an amphibole of quartz diorite in Ibo, Himeji, Sanyo Belt.²⁾⁻³⁾

➡ It has been found that the effect of hydrothermal fluid is universal.

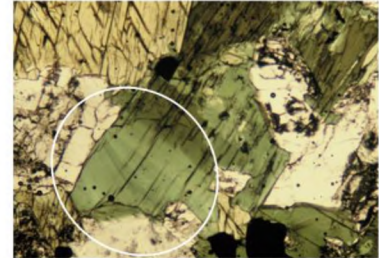


Fig.1 Oscillatory zoning of amphibole of Daito-Yokota granodiorite (open Nicol/ The width of the photo is 2 mm.)⁵⁾

Purpose

- Magma crystallization differentiation is a topic not covered in depth in many standard textbooks.
- Oscillatory zonings are often found in amphiboles of plutonic rock but not in those of volcanic rock.
- It was **not clear** which of these reasons is **why oscillatory zonings have not been discovered amphiboles found in volcanic rock**:
① Hydrothermal solution doesn't circulate as ejected magma cools quickly.
② Circulation occurs but there is too little time for zoning to appear.
- If we can discover oscillatory zonings in volcanic rock, **then hydrothermal solution trends in magmatic differentiation can be found**. The degree of development of oscillatory zoning is an indicator of hydrothermal solution circulation. This means that in addition to its significance as basic research, our findings can also be used to **predict volcanic eruptions**.

Description of Rock Samples

- An outcrop survey of the Ibo River basin was conducted and a revised geological map was compiled.(Fig.2)
- Six dacite samples were taken from two locations. (Fig.2)
- The majority of rock in this area has a composition between dacite and rhyolite with granodiorite "islands". The dacite shows weak flow structure, but no hydrothermal veins when observed with the naked eye. Phenocrysts of quartz and plagioclase about 2mm~3mm and up to 5mm long can be found. Phenocrysts of colored minerals cannot be seen with the naked eye.
- Five thin sections of **basalt** samples from sites widely distributed along the Maruyama River, were also prepared, but **no oscillatory zonings** from their amphiboles could be found.

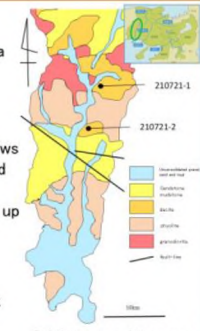
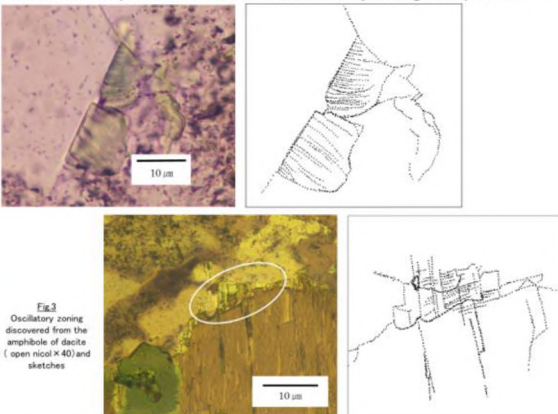


Fig.2 Geological map of the survey area and sample collection points

Discovery of Oscillatory Zoning in Amphiboles

- The modal composition of dacite phenocrysts is 19.7% plagioclases, 4.3% amphiboles, and 5.1% opaque oxides. Phenocrysts in dacite are small, less than 0.1 mm in length.
- **Weak oscillatory zonings** were discovered in the amphiboles, about **1 μm** in width and forming bands perpendicular to the c-axis of the crystal. (Fig.3)
- Amphiboles often consist of a light brown core and a light green rim. Oscillatory zoning is not found in the core and only found in the rim, having been formed by **secondary re-equilibration**.
- The adjacent minerals are plagioclase and potassium feldspar and they do not affect the presence or absence of oscillatory zoning in amphiboles.



Future issues We intend to use Electronic Probe Micro Analysis (EPMA) of the oscillatory zoning found in amphiboles of andesite to clarify what ionic substitutions occur. This will allow us hypothesize what kind of hydrothermal solutions circulate in plutonic or volcanic rock during the magma solidification process.
The temperature and pressure of the hydrothermal solution that formed the oscillatory zoning can be determined by detailed observation of minerals coexisting within the amphibole. We may be able to learn about magma differentiation in the process of volcanic eruption.

Discussion

- We have made the **first discovery of oscillatory zoning in amphiboles from phenocrysts of dacite** from the southwest of Hyogo Prefecture in the Sanyo Belt, and so found that hydrothermal solution can circulate during volcanic rock formation. This study provides an **opportunity to clarify the compositional trends of residual magma and the influence of H₂O**.
- Compared to the oscillatory zoning that develops in amphiboles in plutonic rocks, **the degree of development is extremely weak**.
- Zoning was not found in an amphibole of the Genbudo-basalt of northern Hyogo Prefecture.
- The granitoids of plutonic rock in the Sanyo Belt have a low degree of oscillatory zoning in their amphiboles, attributed to low hydrothermal activity causing low oxidation.²⁾⁻³⁾⁻⁴⁾⁻⁶⁾
- **Hydrothermal solution circulation is driven by the outgassing of water in magma.**¹⁰⁾
- Dacite solidified from acidic magma is thought to contain more water than basalt solidified from basic magma, suggesting that hydrothermal solution circulation may occur more easily in acidic magmas, even immediately after magma solidification.
- After magma cools and the rock-forming minerals crystallize, hydrothermal solution continues to circulate, altering minerals and leaving records of this activity on the minerals. The minerals we see today are the result of the effects of various environmental factors.

References

1. Arai, J., Tomita, K. and Yamaguchi, Y. (1984) High Resolution Electron Microscopic Observation of Pyroxene Lamellae in Orthopyroxene. (Earth Sci. J. Assoc. Geol. Collab. Japan, Vol.39, No.5, 334-345)
2. Himeji Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Science Club (2019) The Discovery of Oscillatory Zoning in Amphiboles of granodiorite in Himeji city, Kakogawa city, Southern Hyogo. (Poster for the 128th Academic conference of the Geological Society of Japan)
3. Himeji Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Science Club (2021) Proposal of an index for estimating the distance from the source rock from the unremelted or volume ratio of sand grains of quartz and feldspar (NKKAN KOGYO SHIMBUN/DTF/Dialog with Scientists of the Future 19) The 19th Kanagawa University National High School Science Essay Awards-winning works, Vol.19, 178-180)
4. Kakogawa Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Earth Science Club (2008) Systematic description of magmatic differentiation of the Sanyo Belt titaniferous series and San-in Belt magnetite series — The discovery of Oscillatory Zoning from amphibole and quartz in the granite of Kakogawa City, Sanyo Belt — (NKKAN KOGYO SHIMBUN/DTF/Dialog with Scientists of the Future X1) The 9th Kanagawa University National High School Science Essay Awards-winning works, Vol.6, 78-101)
5. Kakogawa Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Earth Science Club (2012) Analytical study on the effect of magmatic hydrothermal fluid on granite. (Report on the Hyogo Sankyu program)
6. Kakogawa Higashi Prefectural Senior High School, Hyogo Earth Science Club (2013) Sulfur contamination in the differentiation process of low pH magmas: Inverse series granite in the Sanyo Belt and magnetite-series granite in the San-in belt. (NKKAN KOGYO SHIMBUN/DTF/Dialog with Scientists of the Future X1) The 11th Kanagawa University National High School Science Essay Awards-winning works, Vol.11, 148-170)
7. Ishihara, S. (1971) The Magnetite-Series and Iron-titanite-Series Granitic Rocks (Mem. Geol. Tokyo, 27, 293-305)
8. Ishihara, S. (1982) Granite series and mineralization (Mem. Geology, 32, 281-293)
9. Kawakatsu, K. and Yamaguchi, Y. (1987) Successive Zoning of Amphiboles during Progressive Oxidation in the Daito-Yokota Granitic Complex, San-in Belt, Southwest Japan. (Geochim. Cosmochim. Acta, 51, 535-540)
10. Kennedy, G.C. (1955) Some aspects of the role of water in rock melts. (Geol. Soc. Amer. Sp. Paper 62, 489-504)
11. Kurita Yoshiaki (2017) Formation of chemical diversity in igneous rocks during magmatic solidification (Proceedings of the Humanities Society, Sapporo Gakuin University, 162nd, 1-29)
12. Miyashiro, A., Kusuda, I. (1977) Petrology of "E" - Cause of rock formation (KYORITSU SHUPPAN, CO., LTD.)
13. Yamaguchi, Y., Arai, J. and Tomita, K. (1978) Clinopyroxene Lamellae in Diopside of Garnet Ultrabasic from Ape Anami, Bellinzona, Switzerland (Contrib. Mineral. Petrology, 66, 263-270)
14. Yamaguchi, Y., Shikama, H. and Tomita, K. (1983) Evolution of Cummingtonite, Actinolite and Soda Amphibole in Hornblende in High-pressure Metamorphism (Nature, Vol.314, No.5923, 257-259)

Acknowledgements We would like to thank Kazuya Kawakatsu, the advisor of the science club of our school, for his advice and guidance.