

令和6年度

自然科学 生徒課題研究 論文集



兵庫県立姫路東高等学校

兵庫県立姫路東高校の課題研究【自然科学分野】について

1 理数探究基礎（1年次）1単位

1年次では、前期（4月～7月）に「ミニ探究」で、探究の基本的な流れを体験する模擬探究を行う。クラスごとにセーリングカー、風車、紙飛行機という大きな題材を与え、研究計画や仮説の立て方、検証、考察の方法をその都度ガイダンスを行いながら実施する。前期発表会（7月）では、模造紙に手書きのポスターを作成し、発表を行う。

後期（9月～3月）は夏季休業中に個人で考えてきたテーマを持ち寄り、似たテーマどうしでグループをつくり、研究を行う。テーマは自由だが、一度生徒が出してきたテーマを担当教員間で共有、検討する「課題研究検討会」を実施し、テーマのブラッシュアップを図る。短い期間だがどのグループも検証実験、結果の分析、考察を行い、後期の発表会（1月）ではポスター発表を行う。後期発表会の結果、選抜班が2月に本校が主催する Girl's Expo with Science Ethics でも発表を行う。

2 理数探究・科学倫理（2年次理系）2単位

2年次では、理系の生徒が自然科学についての探究活動を3年次の前期まで継続して実施する。個人で考えてきたテーマを持ち寄り、似たテーマどうしでグループをつくり研究を行う。研究テーマについては、研究計画立案とプレ検証を行ったうえで、テーマと計画に無理がないかなどを担当教員で検討する「課題研究検討会」を実施する。テーマが確定したら検証と結果の分析を繰り返し行う。

自然科学のテーマが確定すれば、そのテーマと表裏一体に存在する倫理的課題をテーマとして設定し、同時並行で科学倫理分野の研究も進める。（令和6年度 科学倫理 生徒課題研究 論文集参照）

後期発表会ではポスターで中間発表を行い、3年次の「理数探究」へとつなげる。後期発表会の結果、選抜班が2月に本校が主催する Girl's Expo with Science Ethics でも発表を行う。

3 理数探究（3年次）1単位

3年次では、2年次からのテーマを継続して探究活動を行い、前期発表会で最後のポスター発表を行う。発表後は論文を執筆し、探究活動の総括をする。

【参考】自然科学をテーマとした課題研究の実施

		4月	7月	12月	1月	2月	7月	8月	
1年次 生徒		ミニ探究	前期発表会	課題研究	後期発表会 優秀班選抜	GESE (※) 発表 論文提出	/		
		→							
2年次 生徒	理系	自然科学 課題研究				後期発表会 優秀班選抜	GESE (※) 発表	→	
		科学倫理 課題研究	発表会 優秀班選抜				GESE (※) 発表 論文提出		
								前期発表会 論文提出	
								3年次	

※ GESE : Girl's Expo with Science Ethics

## 目 次

### <3年次理系生徒の自然科学課題研究のまとめとポスター>

わさびの抗菌効果によってカビの発生を抑えられるか	1
強度の大きいダイラタンシー現象の条件	4
糖の種類とゼリーの固さ	7
水中シャボン玉を作る最適な条件	10
お散歩しながら発電しよう	13
葉脈の規則性	16
ゴム風船をさらに長持ちさせる方法とは	19
ウィングレットと滞空時間の関係	22
植物の色素と肥料の関係	25
植物の土壌と生育の関係	28
ブレファリスマの飼育環境	31
ブロッコリースプラウトの成長に適する水の種類	34
油をよく吸収する布とは	37
クラドニ図形の周波数による形状の変化	40
乾季のウユニ塩湖における塩の析出の原因	43
脱・パリパリ教科書	46
玉ねぎの皮からより効果の高い日焼け止めをつくるには	49
手の平の上でシャボン玉を弾ませるには	52
ボトルフリップの成功率を上げるには	55
マイクロ水力発電の効率の良い水車とその実用性	58
くるくるコイン募金箱の角度別のコインの転がり落ちるまでの時間	61
シャーペンの芯の折れる条件	64
四つ葉のクローバーを作る方法	67
チャット GPT の弱点	70
ハム腐らせたらまさかの結果に	73
スポーツドリンクを凍らせた後、味を均一に味わいたい	76
背負ったリュックを軽く感じさせるには	79
発声の有無と発揮できる力の大きさの関係について	82
錆がつく環境と犠牲防食の逆転現象が起こる条件	85
書字スリップが起こりやすい条件	88
ゲームで素数を知ろう!	91
ミルククラウンをいろいろな液体で作る	94
ボールの回転と軌道の変化の検証	97
シャボン玉の持続時間と砂糖の量の関係値について	100
心拍数とスポーツパフォーマンスの関係	103

音楽がスポーツに及ぼす影響	106
身近なもので吸音材を作ろう	109
辛い物を抑えるもの	112
生分解性プラスチックの実用性	115
ブーメランの最高到達距離を伸ばす	118
ストループテストの応用	121
安全な色鉛筆を作ろう	124
水の状態と土砂の浸食の関係性について	127
過冷却でできる結晶	130
表面張力が変化する条件	133
雨に濡れにくい傘の差し方	136

### <1年次生徒の課題研究のまとめとポスター>

構造と耐久力	140
テトラポッドは本当に意味があるのか	142
割れにくいシャボン玉の作り方	144
テスト前のベストな睡眠時間とは？	146
認識できる味の濃さ・順番を調べる	148
水の温度とその水を用いて作製した氷の融解	150
音で交通事故を未然に防ごう	152
キウイの種子の数は胎座の長さまたは個体の質量によってどのように変化するのか	154
気温以外の条件で氷を長持ちさせる方法	156
水はけのよい土の共通点	158
音階が変わるストロー笛の長さの比率とは？	160
段ボールの保温性について	162
効率的に墨を落とす方法	164
塩の濃度の違いによるダイラタント流体の強度の変化	166
ババ抜きで最初に JOKER を配られると不利なのか	168
パスタを伸びにくくする方法	170
橋の構造による耐久性の違いについて	172
サボテンをより成長させる方法について	174
あっち向いてほいで勝つ方法	176
バナナのシュガースポットの割合と糖度の関係について	178
布の種類とろ過性能の関係	180
チョコレートと一緒に食べるとガムが溶ける理由	182
東高生にできる実験の限界 炭酸 ver.	184
マリモの葉緑体の比較	186
発声が運動にどのような影響を与えるのか	188

強炭酸と微炭酸は、日がたっても炭酸ガスの含有量は強炭酸の方が多いのか	190
紙相撲の勝率を上げよう！	192
ペットボトルの成功率とペットボトルの種類の関係	194
バドミントンの必勝法	196
焼き芋の糖度について	198
巻く物による保冷材の持続性の違い	200
ラーメンの伸びと時間の関係について	202
猫草（エン麦）に適する土を調べよう	204
糸電話の糸の素材を変えてみた！	206
葉脈標本の作り方	208
連菓子をきれいに開ける方法について	210
バナナの糖度と保存方法の関係について	212
泥汚れを身近なもので落とすには	214
身近な菌の抑制作用について	216
運動後の行動と心拍数の変化	218
培地の変化に対するもやしの生育の違い	220
影踏みで無双するには	222
テープの粘着力と温度の関係について	224
簡易燃料電池の正体	226
オノマトペと運動の関係	228
布の保温性について	230
リンゴの糖度が一番強いところはどこか	232
唾液の有無による飲み物のカビの増え方の違い	234
グラウンドの色によって反射する光の量は変わるのか	236
安全な絵の具の色持ちについての研究	238
ペットボトルを水に沈めてその中身を速く満たす角度とは？	240
姫路東高校から姫路駅まで最短で行く方法	242
応援による運動機能と処理速度の変化	244
歩幅と体温の関係	246
どこまで耐えられる!? パスタ橋!!	248
膝蓋腱反射ではどのような運動が大きく影響するのか	250
塩漬けの塩分濃度と抗菌作用の関係	252
菌の種類と抗菌物質への耐性	254
どの壁の形状が一番防音に向いているか	256
保温性に優れた身近な素材	258
脚の配置とテーブルの角における耐荷重について	260
圧電素子を用いた徒歩での発電	262
自作ランタンを作ろう	264

効果的に紫外線を防ぐ方法について	266
シャウト効果を最も発揮する声とは	268

### <2年次理系生徒の自然科学課題研究のポスター>

色による集中力の変化	270
水面に物体を落とした時の水の跳ね方	271
照度や光の色の違いによる豆苗の変化	272
イロハモミジの掌状について	273
糖の種類と発酵速度の関係	274
ガムテープによる摩擦発電	275
身近なもので曇り止めを作る	276
最も消しやすい消しゴムの消しゴムケース	277
重い荷物を楽に持つ方法とは	278
粘菌の簡単な生育方法	279
炎色反応における混色	280
キャベツとレタスの枚数と断面積の関係	281
明るさと集中力の関係	282
洗剤の泡立ちの変化	283
白いパンケーキをつくるには	284
デンプンと糊の強度の関係	285
割れないシャボン玉	286
ブラックジャックで億万長者になりたい	287
クロロフィルから pH 試験紙を作る	288
温度の影響による金属樹の規則性を見つける	289
雲の形で今後の天気は予想できるか	290
音の大きさと環境の関係	291
食べて美味しい NE0 シャボン玉を作りたい!	292
音が身体に及ぼす影響	293
オジギソウの閉じる速さ	294
最強の保冷剤をつくる	295
濡れた紙に関する研究	296
カビと周波数の関係	297
ひもの素材とほどけやすさの関係	298
ボールが無回転の時、速さとブレの関係	299
身近なものを使って色鮮やかな線香花火を作る	300
クッキーの硬さと甘さの関係	301
ハニカム構造とトラス構造を組み合わせたらどうなるか	302
姫路東高校から姫路駅まで最短で行く方法	303

廃棄物から電池を作る .....	304
お皿の色と心理 .....	305
色付きシャボン玉の混ざり方 .....	306
ジェンガの必勝法とは .....	307
シャーペンの角度と力の関係 .....	308
「名探偵コナン」の麻醉銃の実現 .....	309

#### <科学部の自然科学研究論文とポスター>

磁性流体に加える外部磁力と形成されるスパイク底面の形状の関係を解明する方法の提案 — ヘレショウセルを用いる方法 — .....	310
サボテン、トウモロコシ、ヒメムカシヨモギ、アレチヌスビトハギにみられる 規則的な配列の類似性 .....	321
ニハイチュウの飼育培養に最適な pH の解明 — 飼育・培養液の最適な pH 調整に向けて — .....	331
豪州 NSW 州南東部 Bingi Bingi Point 複合深成岩体のマグマ分化末期の環境 — 露頭調査と角閃石の波状累帯構造の解析に基づいて — .....	337

※ポスター発表の際に議論した内容も含めて論文を執筆しているため、論文の内容がポスターと異なっているところがあります。

## わさびの抗菌効果によってカビの発生を抑えられるか

3年次理系生徒

### キーワード

- ・アリルイソチオシアネート…有機硫黄化合物に分類される、無色の油状液体。揮発性・抗菌作用をもつ。わさびやマスタードなどに含まれる辛味成分。

### 1. 研究の動機と目的

日本では、年間 600 万トンを超える食料が廃棄されており<sup>1)</sup>、家庭における食料廃棄量の半数以上は、腐敗やカビの発生が原因である<sup>2)</sup>。食品におけるカビの発生を防ぐことで、フードロス削減につなげることを目的に、本研究を行った。

### 2. 仮説

先行研究より、わさびには線形動物であるアニサキスの活動を弱める効果があることが分かった<sup>3)</sup>。このことから、わさびには生物の活性を低下させる作用があり、食品に発生するカビを防ぐ効果もあると考えた。

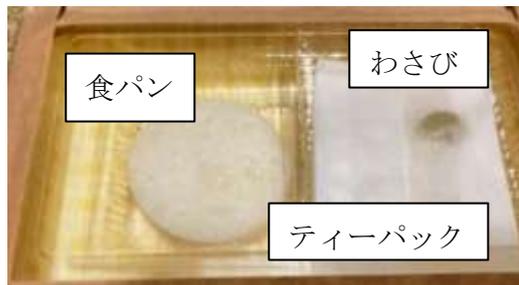
### 3. 方法

- 【実験①】 わさび 0.20g、0.40g、0.60g、0.65g、0.70g、0.75g、0.80g、1.00g と食パン 10.0g・蒸留水 50ml を、それぞれプラスチック容器に入れ、暗室で 2 週間放置し、経過観察を行った。
- 【実験②】 わさび 1.0g を入れたティーパックと食パン 10.0g・蒸留水 50ml をプラスチック容器に入れ、暗室で 2 週間放置し、経過観察を行った【図】。

### 4. 結果

【表】 実験①の結果

わさび(g)	サンプル数	1週間○	%	2週間○	%
1.00	4	4	100	2	50
0.80	14	11	79	3	38
0.75	6	5	83	中断	0
0.70	6	6	100	中断	0
0.65	6	4	67	中断	0
0.60	10	8	80	1	25
0.40	2	2	100	0	0
0.20	2	2	100	2	100



【図】 実験②の様子

- \* 【表】 に記した「中断」は、実験の操作ミスが生じたと考えられるため、このような形をとった。
- 【実験①】 ほとんどのサンプルで、1 週間カビの発生を防ぐ効果がみられたが、2 週間はその効果を維持できなかった【表】。
- 【実験②】 わさびを直接容器に入れた場合もティーパックに入れた場合も、ともに 1 週間カビの発生を防ぐ効果がみられたが、2 週間はその効果を維持できなかった。

## 5. 考察

わさび 1.00g 未満でも、1 週間カビの発生を防ぐ効果を維持できる場合があるが、安定して効果を維持するには、わさび 1.00g 以上が必要だと考えられる。また、わさびに含まれる抗菌成分・アリルイソチオシアネートが揮発性物質である<sup>4)</sup>ことから、1 週間以上の効果は期待できないと考えられる。

## 6. 今後の課題

実験期間中、湿度や気温が大きく変化した。容器をガムテープで留めていたが、湿気や空気による汚染を防ぐ密閉テープ・ラボピタ<sup>5)</sup>を重ねて使用し、より条件を揃えて実験を行いたい。

## 7. 引用文献・参考文献

- 1) 農林水産省 食品ロスの現状を知る (20 年 10 月号)  
[https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2010/spe1\\_01.html](https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2010/spe1_01.html) 2022 年 12 月 14 日
- 2) 農林水産省 食料廃棄をめぐる現状  
[https://www.maff.go.jp/j/study/syoku\\_loss/01/pdf/data2.pdf](https://www.maff.go.jp/j/study/syoku_loss/01/pdf/data2.pdf) 2022 年 12 月 14 日
- 3) 村田以和夫 アニサキス症と天然物由来の有効化学物質の検索 (東京健安研七年報 p. 54, 310, 2003)  
<https://www.tmiph.metro.tokyo.lg.jp/files/archive/issue/kenkyunenpo/nenpou54/54-1.pdf>  
2022 年 12 月 14 日
- 4) 日本食品分析センター 植物の辛味成分について  
[https://www.jfrl.or.jp/storage/file/news\\_vol3\\_no21.pdf](https://www.jfrl.or.jp/storage/file/news_vol3_no21.pdf) 2023 年 10 月 7 日
- 5) Chme-Station 密着型フィルムのニューフェイス:「ラボピタ」  
<https://www.chem-station.com/blog/2015/08/labopita.html> 2024 年 1 月 19 日
- 6) 三和食品株式会社 食の研究報告会 ワサビの優れた殺菌性  
<https://sanwafoods.co.jp/report/03.html> 2022 年 11 月 19 日
- 7) カガクなキッチン ワサビの辛み成分「アリルイソチオシアネート」の科学  
<https://kagakucook.com/allyl-isothiocyanate/> 2022 年 11 月 19 日

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、野内先生、小林先生、坂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。

# わさびの抗菌効果によってカビの発生を抑えられるか

3年次理系生徒

## 動機と目的

日本では、年間600万トンを超える食料が廃棄されており<sup>1)</sup>、家庭における食料廃棄量の半数以上は、腐敗やカビの発生が原因である<sup>2)</sup>。食品におけるカビの発生を防ぐことで、フードロスを削減できると考え、研究を行った。

## 仮説

先行研究より、わさびはアニサキスの活動を弱める効果がある。<sup>3)</sup>  
⇒わさびには生物の活性を低下させる作用があり、カビを防ぐ効果もある。

- ①わさび1.00gでも抑制効果がある。
- ②抑制効果は1週間以上持続する。

## 実験①

わさびと食パン10.0g・蒸留水50mlを容器に入れ、暗室に放置して経過観察を行った。

わさびの量は、実験ごとに異なる。

### 結果①【表】

わさび(g)	サンプル数	1週間○	%	2週間○	%
1.00	4	4	100	2	50
0.80	14	11	79	3	38
0.75	6	5	83	中断	0
0.70	6	6	100	中断	0
0.65	6	4	67	中断	0
0.60	10	8	80	1	25
0.40	2	2	100	0	0
0.20	2	2	100	2	100

## 実験②

わさび1.0gを入れたティーパック・食パン10.0g・蒸留水50mlを容器に入れ、暗室に放置して経過観察を行った。

### 結果②【写真】実験開始から1週間後



わさびを直接容器に入れた場合もティーパックに入れた場合も、ともに1週間の抑制効果がみられた。

## 考察

わさび1.00g未満でも、1週間カビの発生を防ぐ効果を維持できる場合があるが、安定して効果を維持するには、わさび1.00g以上が必要だと考えられる。また、わさびに含まれる抗菌成分・アリルイソチオシアネートが揮発性物質である<sup>4)</sup>ことから、1週間以上の効果は期待できないと考えられる。

## 今後の課題

実験期間中、湿度や気温が大きく変化した。容器をガムテープで留めていたが、湿気や空気による汚染を防ぐ密閉テープ・ラボピタ<sup>5)</sup>を重ねて使用し、より条件を揃えて実験を行いたい。

## 参考文献

- 1) 農林水産省 食品ロスの現状を知る (20年10月号) [https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2010/spe1\\_01.html](https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2010/spe1_01.html) 2022年12月14日
- 2) 農林水産省 食料廃棄をめぐる現状 [https://www.maff.go.jp/j/study/svoku\\_loss/01/pdf/data2.pdf](https://www.maff.go.jp/j/study/svoku_loss/01/pdf/data2.pdf) 2022年12月14日
- 3) 村田以和夫 アニサキス症と天然物由来の有効化学物質の検索 (東京健安研七年報 p. 54, 310, 2003) <https://www.tmiph.metro.tokyo.lg.jp/files/archive/issue/kenkyunenpo/nenpou54/54-1.pdf> 2022年12月14日
- 4) 日本食品分析センター 植物の辛味成分について [https://www.jfrr.or.jp/storage/file/news\\_vol3\\_no21.pdf](https://www.jfrr.or.jp/storage/file/news_vol3_no21.pdf) 2023年10月7日
- 5) Chme-Station 密着型フィルムのニューフェイス:「ラボピタ」 <https://www.chem-station.com/blog/2015/08/labopita.html> 2024年1月19日

## 強度の大きいダイラタンシー現象の条件

3年次理系生徒

### キーワード（用語説明）

ダイラタンシー現象・・・衝撃を与えると液体から固体へ変化する現象。

### 1. 研究の動機と目的

班員がダイラタンシー現象を利用して液体の上を走っている様子をテレビで見て、ダイラタンシー現象に興味を持った。ダイラタンシー現象が防弾チョッキに利用されていることを知り、最も強度が大きいダイラタンシー流体を作ろうと思った。また、環境を考慮し自然物を使用してダイラタンシー現象を起こそうと実験した。

### 2. 仮説

水と片栗粉の比率、片栗粉と混ぜる溶媒の pH、ダイラタンシー流体の温度の三つの要素で、最も強くなった条件同士を組み合わせると最も強度が大きくなるのではないかと。また、砂や土でもダイラタンシー現象が起こるのではないかと。

### 3. 実験

主な準備物は片栗粉、鉄球 30 g、ペットボトル、給湯ポット、電子はかり、ガラス棒、定規、川砂、水田用の土。

ペットボトルに溶質と溶媒を入れ、均一になるようにガラス棒を使って混ぜる。次に高さ約 20cm のところから鉄球を落とす。溶液の表面に鉄球が接触してから沈み切って見えなくなるまでの時間を 5 回計測し、その平均値を測定した。

#### 【実験 1】比率の変化

溶媒を水、溶質を片栗粉とし、水：片栗粉の比率を 1:1.3、1:1.4、1:1.5、1:1.6 で混ぜ、計測した。

#### 【実験 2】溶媒の pH 変化

溶媒として、0.1mol/L の塩酸、水、0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、それぞれ計測した。塩酸の pH は 2、水の pH は 7、水酸化ナトリウム水溶液の pH は 9 だった。

#### 【実験 3】溶媒の温度変化

溶媒の温度を 20℃、30℃、35℃、40℃とし、溶液を湯煎して計測した。

#### 【実験 4】川砂と水田用の土

溶質を川砂と水田用の土にした。それぞれ 2 種類をふるいにかけて、溶媒を水にして計測した。実験 2、3、4 の溶媒：溶質の比率は 1：1.5 に統一した。

### 4. 結果

【実験 1】図 1 より溶媒：溶質が 1：1.5 のときダイラタンシーの強度が最大となることがわかる。

【実験2】図2より pHが7のときダイラタンシーの強度が最大となることがわかる。

【実験3】図3より温度が40度のときダイラタンシーの強度が最大となることがわかる。

【実験4】ダイラタンシー現象は起こらなかった。

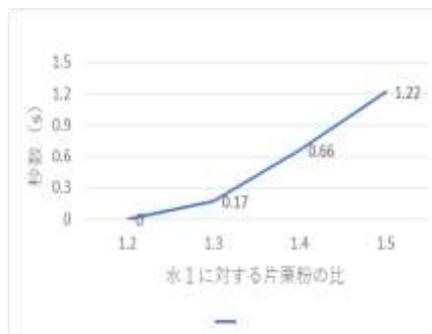


図1

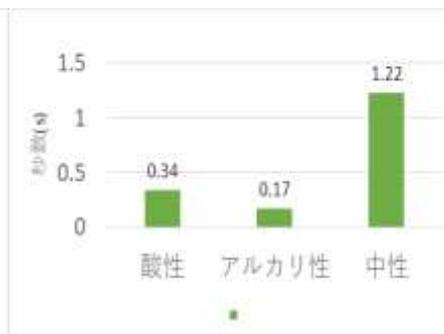


図2

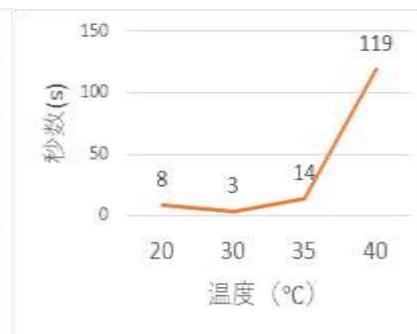


図3

## 5. 考察

実験2で今回は pH 毎に一種類の溶媒でしか実験しなかったが、pH が同じであれば同様の実験結果が得られると考える。また、砂や土で現象が発生しなかったのは粒の大きさが関係しており、砂や土は片栗粉に比べ粒子の大きさが非常に大きく不揃いのためであると考え。実験1から実験3の結果はそれぞれ1つの条件のみを変えて行ったため、仮説は正しいとは判断できない。

## 6. 今後の課題

今回の実験で得た結果から溶媒と溶質の比率、溶媒の pH、溶媒の温度を様々に組み合わせて、どの組み合わせが最もダイラタンシーの強度が大きくなるのかを調べる。今回の実験で変化させた比率、溶媒の pH、温度以外にも条件を変化させ、最も強度の大きいダイラタンシー現象の実験をする。また、砂や土でダイラタンシー現象を起こすことができなかつたので解決策を模索する。

## 7. 参考文献

- 1) 熊崎隆斗 (2017) 「ダイラタンシー流体の強度測定とその応用」  
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc3/31905.pdf> (2023/6/18)

## 8. 謝辞

この研究を行うにあたって、岩切先生、棟安先生には有益な助言を頂いた。この場をお借りして謝辞を申し上げる。

# 強度の大きいダイラタンシー現象の条件

3年次理系生徒

## 動機と目的

班員がテレビで液体の上を走っている様子を見て興味を持ち、最も強度が大きいダイラタンシーを作ろうと思ったため。

## 仮説

比率、溶媒、温度のそれぞれの条件で最も強いもの同士を組み合わせると最も強度が強くなる。砂や土でも可能である。

## 実験方法

主な準備物：片栗粉・鉄球30g・ペットボトル・給湯ポット・電子量り・定規・川砂・水田用の土  
ペットボトルに溶質と溶媒が均一になるよう混ぜ、高さ20cmから鉄球30gを落とし、鉄球が見えなくなるまでの時間を5回計測し、平均値を出す。



### ①比率の変化

溶液と溶媒を水と片栗粉で行い、水：片栗粉 = 1:1.3 1:1.4 1:1.5 1:1.6として計測する

### ②溶媒のpH変化

酸性：塩酸(2) 中性：水(7) アルカリ性：水酸化ナトリウム(9) の溶媒を用いて計測する

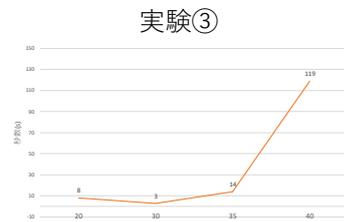
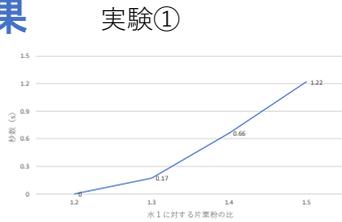
### ③溶媒の温度変化

20°C、30°C、35°C、40°Cと変化させたい温度に温めたお湯で湯煎し計測する

### ④川砂と水田用の土

溶質：溶媒 = 1:1.5に統一してそれぞれ計測する

## 結果



- ①溶液：溶媒 = 1:1.5の時最大
- ②pH = 7の時最大
- ③温度 = 40度の時最大
- ④川砂や水田用の土ではダイラタンシー現象は起こらなかった。

①～③を組み合わせると最大になった

## 考察

上記の結果から三つの条件をすべて満たすものが最も強度の大きいダイラタンシー流体となったため仮説は正しいといえる。また、今回はpHが7の時水を用いたが、結果からpH7の溶媒であれば水でなくても強度が大きくなるを考える。また、砂や土でダイラタンシー現象が発生しなかったのは粒の大きさが関係しており、砂や土は片栗粉の粒の大きさに比べて非常に大きいため結果に差が出たと考える。

## 今後の課題

今回実験で変えた比率、溶媒、温度以外にも条件を変え、最も強度が大きくなるダイラタンシーの実験する。砂でもダイラタンシー現象が起こることがあると聞き、片栗粉を水田の土に変え実験したがダイラタンシー現象は起こらなかったため、解決策をさらに探していきたい。

## 参考文献

熊崎隆斗 (2017) 「ダイラタンシー流体の強度測定とその応用」 <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc3/31905.pdf> (2023/6/18)

## 糖の種類とゼリーの固さ

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

私たちが普段食べているゼリーは果糖が含まれているフルーツゼリーが多く、糖の種類でゼリーの固さに違いがでるのか興味を持ち、はちみつ、上白糖、水あめ、オリゴ糖で検証した。

### 2. 仮説

ゼラチンは加熱すればするほど固まりやすいと思ったため、加熱時間が60分のゼリーが一番固まりやすく、上白糖のゼリーが一番固まりやすいという仮説を立てた。

### 3. 方法

私たちは初めに、はちみつ、上白糖、水あめ、オリゴ糖をそれぞれ10g、ゼラチンを2gを熱湯に加えて溶かし、水を加えて、冷蔵庫で冷やして固め、鉄球が沈んだ深さでゼリーの固さを測定する実験と、糖の量を20gに増やし同様にしてゼリーを作り、固さを測定する実験の2つを行った。結果ははちみつを加えたときが一番固まりにくく、糖の濃度によりゼリーの固さが変化することが分かった。

そこでこれらの実験結果を踏まえて新たに2つ実験方法を考え、検証を行った。まず実験1では、ゼラチンの加熱時間によるゼリーの固さの違いについて調べた。実験方法はまずビーカーにゼラチン2gと水を加えて沸騰させた後、火を弱めて10分～60分の間で10分刻みで時間を変えてさらに加熱し、冷蔵庫に入れて3～4日間冷やして固めた。次に実験2では、糖の種類によるゼリーの固さの違いについて調べた。実験方法はビーカーに水100gに対して、はちみつ、上白糖をそれぞれ40g、ゼラチン2g、水を加えて沸騰させた後、火を弱めて20分間加熱し、冷蔵庫に入れて3～4日間冷やして固めた。実験1、実験2ともにゼリーの固さの測定方法は同じで、電子てんびんの上にゼリーを置き、ペンを上から押しながら垂直に沈ませた時に加わった力の大きさを測り、電子てんびんの値が一番大きくなったところを記録とした。上からかける圧力は一定になるように毎回同じ人が同じスピードでペンを押した。

### 4. 結果

ここではペンをゼリーの中に入れたときに加わった力の大きさが大きい、すなわち電子てんびんの数値が大きいほどゼリーがより固まりやすいと定義する。また、表1は実験1の結果、表2は実験2の結果を表している。

表1 加熱時間によるゼリーの固さ

時間	平均	時間	平均
10分	165.52	40分	173.38
20分	191.885	50分	146.975
30分	185.09	60分	172.545

表2 糖の種類によるゼリーの固さ

	1回目	2回目	平均
上白糖(g)	286.14	137.24	211.69
はちみつ(g)	59.05	66.23	62.64

表1より20分加熱したゼリーが一番固くなることがわかった。

また、表2より上白糖で作ったゼリーのほうが固くなることがわかった。

## 5. 考察

実験1より、私たちが初めにたてた「加熱すればするほど固まる」という仮説とは異なり20分が1番固まることがわかった。このことから、加熱しすぎるとゼラチンの固める力が弱まって固まりにくくなったと考えた。また、実験2より、糖の種類によってゼリーの固さが異なることがわかった。

これらの結果から、ゼリーの固さを変化させるには、ゼラチンの加熱時間と糖の種類を変えることが必要だと考えられる。

## 6. 今後の課題

実験で50分間加熱したゼリーが一番固まりにくくなったことと、上白糖のゼリーの1回目と2回目の測定で固さにばらつきがあったとの原因として糖やゼラチンの濃度が均一ではなかったからだと考えられるため、しっかりかき混ぜるようにしたい。また、ゼリーの固さの測定方法で、一定のスピードになるように心がけたが、機械などを使わずに行ったため正確な値ではなかったと考えられる。今後は圧力をかける時間を決めるなど条件を同じにして計測を行いたい。

## 7. 参考文献

1) 新田ゼラチン株式会社. 「05.ゼラチンの一般的特性」

<https://www.nittagelatin.co.jp/ja/lab/gelatin/05.html>

2) 河村フジ子. 「ゼラチンゼリーを作る」 [https://www.jstage.jst.go.jp/.../23/2/23\\_156/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/.../23/2/23_156/_pdf)

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、担当の徳永里恵子先生、田渕博文先生、井上智裕先生には貴重なご意見とご指摘をいただきました。ここに謝辞を表します。

# 糖の種類とゼラチンの加熱時間によるゼリーの固さ

3年次理系生徒

## 研究の動機

私たちが普段食べているゼリーは果糖が含まれているフルーツゼリーが多く、糖の種類でゼリーの固さに違いがあるのか興味を持ち、はちみつ、上白糖、水あめ、オリゴ糖で検証した。

## 仮説

60分が1番固まりやすい。  
はちみつよりも上白糖のほうが固まりやすい。

## 方法

### 実験1

- ピーカーにゼラチン2gを加え、10分～60分の間で10分刻みで時間を変え、それぞれをガスバーナーで加熱し、冷蔵庫で3～4日間冷やす。
- ゼリーの固さを調べるためにホワイトボードマーカーペンを使い、沈んだ深さを測る。

### 実験2

- ピーカーに糖(はちみつ、上白糖)40g、ゼラチン2g、水を加え、20分ガスバーナーで加熱し、冷蔵庫で3～4日間冷やす。
- ゼリーの固さを調べるためにホワイトボードマーカーペンを使い、沈んだ深さを測る。

## 結果

実験1より、ゼリーが1番固くなるのは、20分加熱した時だった。(図1、表1)  
実験2より、はちみつよりも上白糖を加えたゼリーのほうが固くなった。(図2、表2)

図1 加熱時間によるゼリーの固さ

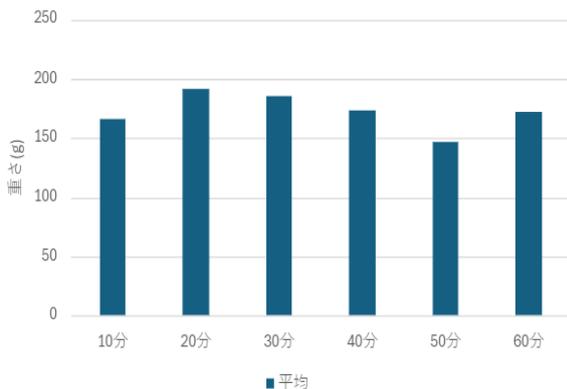


図2 糖の種類によるゼリーの固さ

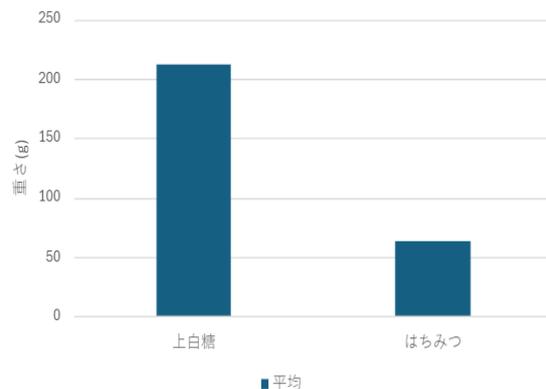


表1 加熱時間によるゼリーの固さ

時間	平均	時間	平均
10分	165.52	40分	173.38
20分	191.885	50分	146.975
30分	185.09	60分	172.545

表2 糖の種類によるゼリーの固さ

	1回目	2回目	平均
上白糖(g)	286.14	137.24	211.69
はちみつ(g)	59.05	66.23	62.64

## 考察

実験1より、仮説とは異なり20分が一番固まった。  
実験2より、糖の種類によってゼリーの固さが異なったことから、ゼリーの固さを変化させるには糖の種類を変えることが必要だと考えられる。

## 今後の課題

- 実験回数を増やし、データを集める。
- 寒天でも同様に実験を行い、違いを調べる。
- 糖やゼラチンをしっかりかき混ぜる。

## 先行研究

新田ゼラチン株式会社. 「05.ゼラチンの一般的特性」 <https://www.nitta-gelatin.co.jp/ja/labo/gelatin/05.html>

河村フジ子. 「ゼラチンゼリーを作る」 [https://www.jstage.jst.go.jp/.../23/2/23\\_156/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/.../23/2/23_156/pdf)

## 水中シャボン玉を作る最適な条件

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

水中シャボン玉が視覚的に魅力的である点に興味を持ち、プレ実験での成功率が低かったことからその成功率を高めたいと考え、実験を行うことにした。

### 2. 仮説

水中シャボン玉を作る最も適切な条件は、水面からの高さ、シャボン液の濃度、ストローの飲み口の直径の3つの組み合わせが大事であると考えた。したがって、先行研究をもとに、高さ1cm、濃度10滴、飲み口の直径6mmの時に最も成功率が高くなるという仮説を立てた。

### 3. 方法

シャボン液にストローを入れ、ストローの反対側を指でふさぎ、そのまま持ち上げる。その後、その指を離すと、ストローから液が落ち、シャボン液の中に入ることで、水中シャボン玉ができる。実験1では、シャボン液を落とす高さを0.5cm、1.0cm、1.5cm。濃度を5滴、10滴、15滴。ストローの飲み口の直径を4mm、6mm、8mmとそれぞれ変化させて10回ずつ実験した。実験2では、実験1から得た結果をもとに濃度は15滴で固定し、シャボン液を落とす高さを0.5cm、1.0cm。ストローの飲み口の直径を4mmと6mmと変化させて、さらに実験していった。ただし、今回の実験では3秒以内に割れたものは水中シャボン玉ができたとはカウントしていない。

### 4. 結果

表1 実験1) 濃度5滴 単位 (%)

高さ/直径	4mm	6mm	8mm
0.5cm	30	80	10
1.0cm	60	30	20
1.5cm	0	0	0

表2 実験1) 濃度10滴 単位 (%)

高さ/直径	4mm	6mm	8mm
0.5cm	40	60	0
1.0cm	30	70	0
1.5cm	10	20	0

表3 実験1) 濃度15滴 単位 (%)

高さ/直径	4mm	6mm	8mm
0.5cm	80	60	50
1.0cm	60	0	30
1.5cm	40	30	0

表4 実験2) 濃度15滴 単位 (%)

高さ/直径	4mm	6mm
0.5cm	87	63
1.0cm	53	63

## 5. 考察

実験2の結果から、ストローの直径が4mmで、高さが0.5cmの時、87%とかなりできやすいという結果になった。しかし、高さが1.0cmの時、ストローの飲み口の直径が6mmの時のほうができやすいという結果になった。このことから、ストローの直径によって適切な高さ、濃度などがありその組み合わせが取れているときにできやすくなるを考える。その理由として、高さが高すぎると、水面に落ちたときの衝撃がシャボン玉の膜の強度より強くなってしまいうために割れてしまうからだ。さらに直径6mm、高さ0.5mmのときの失敗でシャボン液が水面にはじかれて溜まってしまったことがあった。これは、水面に近ければ近いほど水中に入る時の勢いが足りなくなり、シャボン液が水面上ではじかれてしまうからだと考えられる。現時点では、前回の実験1の結果もふまえた全体的な成功率から比較すると、高さが0.5mmの直径4mmのストローを使用したときが一番適していると考えられる。

## 6. 今後の課題

今回の実験から、水中シャボン玉を作るのに適する条件を知ることができた。しかし、水中シャボン玉がどのように割れるのかはまだ、分かっていない。そこで、水中に落とすシャボン液に色を付け、割れる瞬間の様子について撮影し、調べていきたい。水中シャボン玉の割れ方について詳しく調べていけば、さらに最適な水中シャボン玉ができる条件について知ることができるのではないかと思う。

## 7. 参考文献

- 1) 神戸水道局 (2022) [水中シャボン玉の作り方]

KOBE WATER LABO : 水の中でプカプカ浮かぶシャボン玉を作ってみよう! (kobe-wb.jp)

2023年6月16日

## 8. 謝辞

この実験を行うにあたり、岩切先生、棟安先生、上田先生には大変有益な助言を頂きました。この場を借りて、感謝申し上げます。

# 水中シャボン玉を作る最適な条件

3年次理系生徒

## 研究の動機と目的

水中シャボン玉が視覚的に魅力的である点に興味を持ち、プレ実験での成功率が低かったことからその成功率を高めたいと考え、実験を行うことにした。

## 仮説

高さ、濃度、ストローの飲み口の直径の3つのバランスが大事であると考え、高さ1cm、濃度10滴、飲み口の直径6mmの時、最も成功率が高くなると仮説を立てた。

## 実験方法

実験1では、シャボン玉液を落とす高さ、ストローの飲み口の直径、濃度を

変化した。実験2では、実験1から得た結果をもとに濃度を固定し、条件を絞り、さらに詳しく調べるために試行回数を増やし、実験を行った。

## 結果

実験1では、濃度が15滴で直径6mm、高さ1.0cmと直径4mm、高さ0.5cm、実験2では直径4mm、高さ0.5cmのときが一番成功率が高かった。

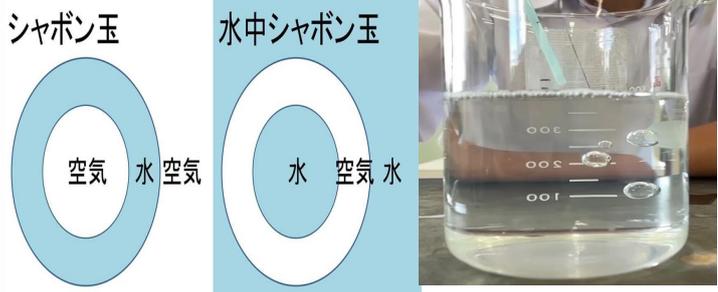


図1

写真1

表1 各条件における水中シャボン玉のできる確率

直径 \ 高さ	4 mm	6 mm	8 mm
0.5cm	80%	60%	50%
1.0cm	60%	30%	20%

表2 各条件における水中シャボン玉のできる確率

直径 \ 高さ	4 mm	6 mm
0.5cm	87%	63%
1.0cm	58%	63%

## 考察

表2から、高さが高いと、水面に落ちたときの衝撃がシャボン玉の膜の強度より強くなってしまったために割れてしまったと考えた。さらに水面に近ければ近いほど水中に入る勢いが足りず水面上ではじかれてしまう。現時点では、前回の研究結果もふまえた全体的な成功率から比較すると、高さが0.5mmの直径4mmのストローを使用したときが一番適していると考えられる。

## 今後の課題

水中に入ってから、水中シャボン玉が割れる仕組みについては、まだ不透明な部分が多いので、落とすシャボン液に色を付け、割れる瞬間の様子について詳しく調べていきたい。

## 参考文献

1) 神戸水道局 (2022) 「水中シャボン玉の作り方」

[KOBE WATER LABO : 水の中でブカブカ浮かぶシャボン玉を作ってみよう! \(kobe-wb.jp\)](https://www.kobe-wb.jp/H23jyunnyuusyuu.pdf)

[H23jyunnyuusyuu.pdf \(hekinan.lg.jp\)](https://www.hekinan.lg.jp) 2023年6月16日

## お散歩しながら発電しよう

3年次理系生徒

キーワード：振動発電、圧電素子、電磁誘導

### 1. 研究の動機と目的

近年、地球温暖化の解決策のひとつとして風力や太陽光などの再生可能エネルギーが注目されている。しかし、コスト面や騒音の問題から利用に適した環境でなければ発電することは難しい現状となっている。そこで、歩く動作から電気を作り出せば発電量を増やすことができるのではないかと考えた。

### 2. 仮説

歩くという動作から電気を作るにあたり、私たちは歩くときの手の振りによる振動と、足踏みによる振動の2つを利用する方法を考えた。先行研究から、振動発電の装置には圧電素子を用いるものと電磁誘導を利用するものの二種類があると分かった。そのため、実験1では腕の振りを利用して、圧電素子と電磁誘導のどちらがより強い電圧が発生するか比較し、実験2では、電圧が強かった方を用いて足踏みの実験を行った。電磁誘導と圧電素子では圧電素子の方が、また腕の振りより足踏みの方がより大きな電圧を発生させると仮説を立てた。

### 3. 実験方法

(実験1) 圧電素子…中央の部分に圧力を加えると電圧が発生する受動素子のこと。  
スピーカーやライトに入っている。

装置を二つ作り、歩くときの手の振りによる振動から発生する電圧の最大値をとった。

電磁誘導を用いた実験では、この写真のように、筒状の容器にコイルを300回巻き、その中にネオジウム磁石10個を入れ、それを手に持った状態で歩いた。その際、手の振りで容器の中の磁石が動くことによって、電磁誘導を起こし、発生した電圧を調べた。一歩歩く、つまり腕を一回振ることで一回電圧が発生するので、10歩歩いて10回電圧を発生させ、その最大値を記録した。そしてこれを一回の実験として、合計で10回行った。



図1 実験1の装置

圧電素子を用いた実験では、筒状の容器の底に圧電素子を接着し、中に重りとして磁石を入れる。この容器を手に持って歩くと、手の振りで磁石が動き、底の圧電素子にぶつかることで圧電素子に圧力が加わり、電圧が発生する。同様に10歩分の結果の中から最大値を記録し、この実験を10回行った。結果、圧電素子の方が大きい電圧を発生させたので、足踏みによる実験は圧電素子を使って行うことにした。



図2 実験2の装置

(実験2)

発泡スチロールを足の形に切り取り、簡単なスリッパを作る。次に体重がかかりやすい母指球とかかとの部分に圧電素子を取り付け、テスターに繋いで電圧を測る。10歩歩いたときの電圧の最大値を求め、それを1回とし計5回行い、その平均

値を出した。

#### 4. 結果

実験1では、圧電素子の実験では平均1.148V、電磁誘導の実験では0.1323V、実験2では平均4.98Vとなった。

表1 実験1～2の電圧と電流

実験1	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値
圧電素子(V)	1.312	0.798	1.255	1.223	1.355	1.256	0.923	1.251	0.726	1.381	1.148
電磁誘導	0.165	0.136	0.134	0.138	0.128	0.122	0.126	0.13	0.128	0.116	0.1323

実験2	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	実験1(圧電)A	実験1(電磁)A	実験2(圧電)A
圧電素子(V)	5.6	5.2	5	4.8	4.3	4.98	0.01	0.1	0.02

#### 5. 考察

実験1の結果から、300巻きの電磁誘導よりも圧電素子のほうが10倍近くの電圧を生み出していることがわかる。また持ち運びの観点からもコイルの重さがない分、圧電素子の方が効率良く発電できると考えられる。単三電池1個の電圧は約1.5Vなので、圧電素子を用いるとこれとほとんど同じ電圧を発生させることができる。

実験2では、圧電素子を4個使った場合だったので数値は大きくなったが、1個分の圧電素子の数値は、同じく圧電素子を1個使った実験1とほとんど変わらない結果となったため、手と足の振動で作ることのできる電力は大体同じだと考えた。

#### 6. 今後の課題

今回作った装置は、実験の最中に圧電素子や自作の装置の配線がちぎれてしまうことが多く、装置の耐久性を高めることが第一の課題だと考えた。またこれ以外の課題として、一步ごとに得られる電力に大きなむらがあるので、できるだけ一定にできるようにすること、発電した電気を蓄電するコンデンサや蓄電池を作ることなどが残った。

#### 7. 参考文献

- 1) 秋田県立秋田中央高等学校 小笠原 充宏/伊藤 海/及川 怜央「音や物体の振動と発電量に関する研究」 [https://www.iee.jp/pes/wp-content/uploads/sites/3/2020/01/R1\\_5.pdf/](https://www.iee.jp/pes/wp-content/uploads/sites/3/2020/01/R1_5.pdf/) 2022年6月23日
- 2) 株式会社ネオ・コーポレーション「振動力発電の仕組みと特徴について」 [https://www.aircon-demacon.com/columns/vibrationpower\\_generation/](https://www.aircon-demacon.com/columns/vibrationpower_generation/) 2022年6月23日

#### 8. 謝辞

本研究をするにあたって上田先生には貴重なご意見を頂いた。謝意を表する。

# お散歩しながら電気を作ろう！

3年次理系生徒 4-5組  
1組 青木 和希 5組 2番 永野 千世



## 動機

今日、風力や太陽光などを使った再生可能エネルギーが注目されているがまだまだ普及が少なく環境に適した地域でなければ発電することは非常に難しい現状となっている。そこで、もし普段の私たちの行動から電気を作ることができたらこれから効率よく簡単に電気を生み出すことができるのではと考えたから。

## 仮説

人が歩いた際の手の振りや足踏みから起こる振動から作る電気に注目すると、電磁誘導より圧電素子の方が、また腕の振りより足踏みの方が電気をより多く作れるのではないかと推測する。

## 実験①

振動発電に適した発電方法を見つけるため、二つの装置を使って班員一人が歩くときに手の振りによって発生する誘導電圧の最大値をとる

準備物:ネオジウム磁石(磁力の強い磁石)、コイル300巻き(実験でできた最大の巻き数)、お菓子の容器 ※圧電素子(圧力加えることで電圧を発生させる装置 スピーカーなどに入っている)

テスター容器にコイルを巻き、磁石を入れ、誘導電流を作る。  
テスター容器につなぎ、10歩分の腕の振りの電圧の最大値をとる。  
これを一回として計10回行う。

## 実験②

発砲スチロールを足の形に切り取り、スリッパを作る。体重がかかりやすい母指球とかかたに圧電素子を貼り付け、足踏みした時の電圧を測る。

圧電素子にテスターを繋ぎ、10歩分の電圧の最大値をとる。これを1回として計5回行う。



図1 実験①の装置



図2 実験②の装置

## 結果

手のV	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値
圧電素子	1.312	0.798	1.255	1.223	1.355	1.256	0.923	1.251	0.726	1.381	1.148
電磁誘導	0.165	0.136	0.134	0.138	0.128	0.122	0.126	0.13	0.128	0.116	0.1323
足のV	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	手(圧電)A	手(電磁)A	足(圧電)A		
圧電素子	5.6	5.2	5	4.8	4.3	4.98	0.01	0.1	0.02		

表1 実験①・②で発生した電力と電流

## 考察

実験①で発生する電圧は、電磁誘導が約0.13V、圧電素子が約1.15Vとなり、300巻きの電磁誘導よりも圧電素子のほうが多くの電圧を生み出していることが分かった。

## 今後の課題

実験の最中に圧電素子や装置がよく壊れたので装置の耐久性を上げていくこと、歩くことで得られる電力に大きなむらがあるのでそれをできるだけ一定にできるようにする、発電した電気を蓄電するコンデンサや蓄電池を作るなどが今後の課題だと考えた。

## 参考文献

- 音や物体の振動と発電量に関する研究

[https://www.iee.jp/pes/wp-content/uploads/sites/3/2020/01/R1\\_5.pdf](https://www.iee.jp/pes/wp-content/uploads/sites/3/2020/01/R1_5.pdf)

- 振動力発電の仕組みと特徴について

[https://www.aircon-demacon.com/columns/vibrationpower\\_generation/](https://www.aircon-demacon.com/columns/vibrationpower_generation/)

## 葉脈の規則性

3年次理系生徒

4-6班

4組22番 福浦愛琉 4組24番 藤定結菜 5組10番 片桐凜

### キーワード

主脈：真ん中にある一番太い葉脈

側脈：主脈から伸びている2番目に太い葉脈

細脈：一番小さく張り巡らされている葉脈

葉脈標本（スケルトンリーフ）：葉から葉肉を取り除き、葉脈のみにしたもの

### 1. 研究の動機と目的

葉脈は長さ・直径・分岐角度などの研究から、その多様性と規則性がすでに見出されている。私たちは葉の細脈に着目し、縦横の比率を算出することから、新たな規則性を見出そうと考えた。また今回の研究ではナンテン(メギ科)とヒイラギ(モクセイ科)を使用し、観察を行った。

### 2. 仮説

葉には縦向きの主脈が一本であるのに対し、横向きの側脈が複数あることから縦の細脈の割合を大きくすることでバランスを取るため、ナンテンとヒイラギどちらも縦の細脈の割合が大きくなると考えた。

### 3. 実験方法

#### ・葉脈標本の作成方法

葉脈の観察をしやすくするために葉脈標本を作製した。(計30枚作製)

重曹水溶液に葉を入れ30分間煮た後、水につけながら歯ブラシやピンセットを使い葉肉だけを取り除く。その後、葉脈のみになったものを水で薄めたハイターに入れ脱色する。

#### ・計測方法

1枚の葉脈標本から3か所主脈が見える範囲を無作為に選んで顕微鏡で観察し、主脈と側脈のなす角が45度より大きいと縦、小さいと横と定義し、計90か所の比率を調べた。

#### 4. 結果

表1 観察倍率：100倍

ナンテン	細脈の数	細脈の割合
縦	1957	0.529
横	1736	0.470
全体	3693	1

表2 観察倍率：40倍

ヒイラギ	細脈の数	細脈の割合
縦	3630	0.479
横	3944	0.520
全体	7574	1

\*割合は小数第4位で切り捨て

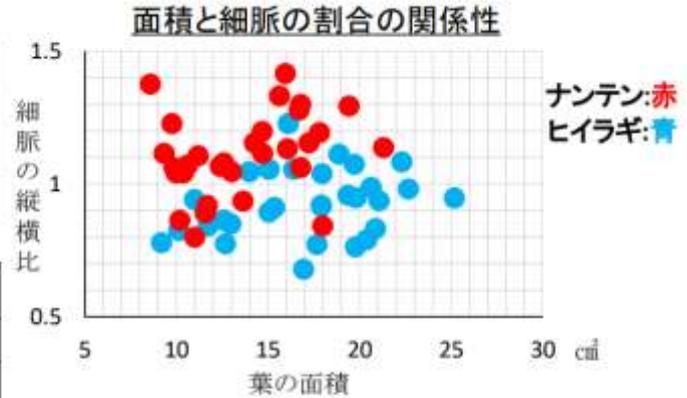


図1 葉の縦横比と面積の散布図  
 \*比 = (縦の割合) ÷ (横の割合)  
 \*面積 = (葉の縦の長さ) × (葉の横の長さ)

面積と細脈の割合における関係性を調べたが(図1)、相関がなく関係性は見られなかった。

#### 5. 考察

どちらも縦と横の割合と面積の関係が見られなかったのは、既存の葉脈がない広い空間に新たに葉脈が作られ、その際に縦と横のランダム性があるためだと考えた。

#### 6. 今後の課題

- ・統計的にデータ分析をすること。
- ・傾向を把握するために、メギ科、モクセイ科などの近い種で比較をすること。
- ・正確に比較する為に生育条件を揃えること。

#### 7. 参考文献

- 1)九州大学, (2023. 7. 21), 「葉脈の多様性と規則性を「かたち」の数理解析により発見」, ([kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/953](http://kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/953)), (2023. 11)
- 2)科教協静岡, (2017. 9. 1), 「台所のもので葉脈標本をつくろう」, ([kakyokyosizuoka.jimdofree.com](http://kakyokyosizuoka.jimdofree.com)), (2023. 6)
- 3)日本生物生理学会, (2009. 8. 31), 「みんなのひろば」植物 Q&A「葉脈の枝分かれに規則性はあるのか?」, ([jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=2063](http://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2063)), (2024. 6)

#### 8. 謝辞

今回の自然科学をするにあたって坂本先生と小林先生と野内先生には細部に渡るご指導を頂いた。ここに感謝の意を表す。

# 葉脈の規則性

3年次理系生徒

1組22番 福浦夢琉 4組24番 藤定結菜 5組10番 片桐凜

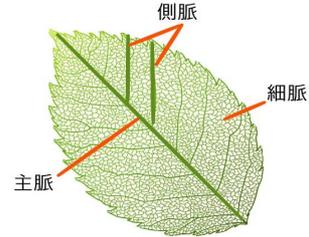
## 1. 研究の動機と目的

葉脈は長さ・直径・分岐角度などの研究から、その多様性と規則性が見出されている<sup>1)</sup>。私たちは葉の細脈に着目し、縦横の比率を算出することから、新たな規則性を見出そうと考えた。今回はナンテン(メギ科)とヒイラギ(モクセイ科)の葉脈の観察を行った。

## 2. 仮説

・縦の細脈の割合が大きくなる

→主脈が縦向きで一本であるのに対し、側脈は横向きで複数あることから、バランスを考えると縦の細脈の割合が大きくなる。



## 3. 実験方法

①葉脈標本の作製<sup>2)</sup>

1. 葉を、重曹を溶かした水溶液の中に入れ30分間煮る。
2. 葉を取り出し、水につけながら歯ブラシやピンセットを使って葉肉を取り除く。
3. 葉脈だけになったものを水で薄めたパイプライターにつけ脱色する。

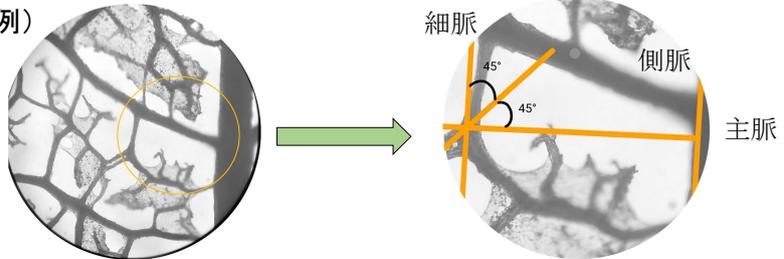
②計測

1枚の葉脈標本から3か所主脈が見える範囲を無作為に選んで光学顕微鏡で観察し(各30枚)、細脈を縦と横とに分けてその比率を調べる。

\*縦と横の定義

- ・主脈を基準とし、細脈とのなす角45度で分ける
- なす角 > 45度…縦
- なす角 < 45度…横
- なす角 = 45度…縦と横

例)



## 4. 結果

観察倍率：100倍

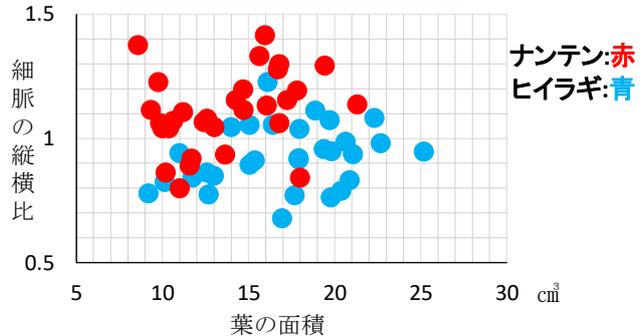
ナンテン	細脈の数	細脈の割合
縦	1957	0.529
横	1736	0.470
全体	3693	1

観察倍率：40倍

ヒイラギ	細脈の数	細脈の割合
縦	3630	0.479
横	3944	0.520
全体	7574	1

\*割合は小数第4位で切り捨て

面積と細脈の割合の関係性



葉の縦横比と面積の散布図

\*比 = (縦の割合) ÷ (横の割合)

\*面積 = (葉の縦の長さ) × (葉の横の長さ)

## 5. 考察

・縦と横の割合にほとんど差がなかったのは、葉脈は空間のあるところに広がっているだけなので規則性がないためだと考えられる<sup>3)</sup>。

## 6. 今後の課題

- ・統計的にデータ分析をする。
- ・傾向や原因を発見するためメギ科・モクセイ科の葉で比較をする。

## 7. 参考文献

- 1) 九州大学, (2023. 7. 21), 「葉脈の多様性と規則性を「かたち」の数理解析により発見」, (kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/953/), (2023. 11)
- 2) 科教協静岡, (2017. 9. 1), 「台所のもので葉脈標本を作ろう」, (kakyokyosizuoka.jimdofree.com), (2023. 6)
- 3) 日本生物生理学会, (2009. 8. 31), 「みんなのひろば」植物Q&A「葉脈の枝分かれに規則性はあるのか?」, (https://jspp.org/hiroba/q\_and\_a/detail.html?id=2063), (2024. 6)

## ゴム風船をさらに長持ちさせる方法とは

3年次理系生徒  
 1組 26番 村上寛明 4組 13番 柳原綾音 5組 8番 角江翔太  
 6組 13番 河野緑久 6組 15番 下村明日香

### 1. 研究の動機と目的

小さいころから私たちは、ゴム風船を遊び道具やお祝いの飾りつけなどの用途で使ってきたが、そのほとんどは数日から一週間で縮んでしまう。そこで、風船の見た目を損なわずに身近なものを使って長持ちさせるにはどうすればいいか調べたいと思い、この実験を行った。

### 2. 仮説

次の3つの仮説を立てた。

- ・テープを使う実験ではテープの繊維が実験で使用した三種類のテープの中で最も小さそうなセロハンテープを貼ったものが縮みにくい
- ・光を当てる実験では光によって劣化するのを防ぐことができる暗いところに置いたときに最も縮みにくい
- ・置き方を変える実験では夏に近い時期に実験を行ったため気温が高く、暖かい空気は上に溜まりやすいという空気の性質から、結び目を下にしたときに最も縮みにくい

### 3. 方法

実験を3つ用意し、条件を変えた風船をそれぞれ紙袋の中に入れ、紙袋の口をふさぎ光が風船に当たらないようにして一週間放置したあと、風船の結び目を通る最も長い円周の長さを測定した。最初の風船の円周の長さをすべて60cmにそろえ、条件別に3個ずつ用意し、それぞれの平均を測って一番値が大きかったものを一番よい条件とした。

実験①：セロハンテープ・ガムテープ・マスキングテープの三種類のテープを用意し、それぞれ5cm幅に揃えて風船の中心に一周分貼り付けた後に一週間放置した。この時、何も貼っていないものも用意して同時に比較した。

実験②：物理教室の蛍光灯の光を当てた後一週間放置した風船と光を当てない風船の二種類を用意し、一週間放置した。

実験③：結び目を横向き・上向き・下向きにした三種類の置き方の風船を用意し、一週間放置した。

### 4. 結果

実験①	測定値 1[cm]	測定値 2[cm]	測定値 3[cm]	平均[cm]
セロハンテープ	56.5	58.8	56.5	57.3
マスキングテープ	56.5	58.0	57.0	57.2
ガムテープ	56.5	56.4	57.0	56.7
何もなし	57.0	56.8	56.9	56.9

実験②	測定値 1[cm]	測定値 2[cm]	測定値 3[cm]	平均[cm]
明るい	51.0	17.0	19.0	29.0
暗い	56.0	56.0	58.5	56.8

実験③	測定値 1 [cm]	測定値 2[cm]	測定値 3[cm]	平均[cm]
結び目が上	58.5	57.5	58.5	58.2
結び目が下	57.5	57.0	57.5	57.3
結び目が横	57.5	57.0	57.5	57.3

3つの実験によって得られた値は上の表のようになり、それぞれの実験において次のような結果が得られた。

- ・実験①より、セロハンテープを貼ったものが最も縮みにくい
- ・実験②より、暗い所に置いたものの方が縮みにくい
- ・実験③より、結び目を上にして置いたものが最も縮みにくい

## 5. 考察

実験①で何らかのテープを貼った時の方が何も貼らなかったときより空気の減少量が少なかったのは、テープによって風船にある小さな穴が塞がれたからだと考え。また原料について、セロハンテープはセロハン、ガムテープはスフモスという布素材、マスキングテープは和紙素材のため、繊維の密度としては、セロハンが最も高いので、セロハンテープが一番多くの風船の穴を塞ぎ、大きさを保ったのだと考える。

実験②では光によって天然ゴムが劣化してしまい、より空気が抜けやすくなったから暗いところに置いた方が縮みにくかったと考える。

実験③では夏に近い時期に実験を行ったため気温が高く、暖かい空気は上に溜まりやすいという空気の性質から、結び目が空気の抜けを防ぎ、結び目を目を上にしたものの方が結び目からの空気の抜けが少なくなったと考える。

## 6. 今後の課題

今回設定した以外の条件を変えてより多くの種類の実験を行っていきたい。また、すべての条件において一番良い条件をすべて組み合わせた場合の実験を行うことが出来なかったため、実験の機会が設けることができるなら、その実験も行っていきたい。

## 7. 参考文献

青木 国夫 (2014年)「風船はなぜだんだんと小さくなっていくの」 2023年5月12日

[https://kids.gakken.co.jp/box/nazenani/pdf/11\\_buturi/X1120157.pdf](https://kids.gakken.co.jp/box/nazenani/pdf/11_buturi/X1120157.pdf)

宝興産株式会社 (2011年)風船の保存方法とは？より「保存するときは気を付けて!ゴム風船の保存方法」 2023年5月5日

[\\_https://www.balloonworld.jp/column/preserve-balloon/](https://www.balloonworld.jp/column/preserve-balloon/)

## 8. 謝辞

この研究をするにあたって徳永里恵子先生、井上智裕先生に有益な助言をいただいた。この場を借りて謝辞を申し上げる。

# ゴム風船をさらに長持ちさせる方法とは

3 年次理系生徒

## 1. (研究の目的と動機)

ゴム風船を、身近なものを使ってできるだけ長持ちできる方法がないか考えた。  
そのため、実践して大きさを計測し平均をとり、風船が一番縮みにくなる条件とは何か調べた。

## 2. (研究方法)

次の条件で変えた風船をそれぞれ紙袋に入れ、テープで光が入らないようにして  
1週間放置し、結び目を通る最も長い円周の長さを、それぞれ3つずつ測定した。  
(値が一番大きい場合を最も適した条件とする)

- ①5cm幅のテープを1周巻きつける。セロハンテープ・ガムテープ・マスキングテープで比較(写真1)。
- ②ライトを1時間当てる(明るい)時と当てない(暗い)時を作る。
- ③結び目を基準にして、風船の置き方を変化させる。(横、結び目が上・下)



(写真1)テープをつけたゴム風船

## 3. (仮説)

- ①繊維の間隔が一番狭そうなセロハンテープを貼った場合
  - ②光による天然ゴムの劣化が進みにくい暗いところに置いた場合
  - ③風船の結び目を下にした場合
- 上記①～③の状況設定がより縮みにくくなると考えた。

## 4. (結果)

①	測定値1[cm]	測定値2[cm]	測定値3 [cm]	平均[cm]
セロハンテープ	56.6	58.8	56.5	57.3
マスキングテープ	56.5	58.0	57.0	57.2
ガムテープ	56.5	56.4	57.0	56.7
何もなし	57.0	56.8	56.9	56.9

②	測定値1[cm]	測定値2[cm]	測定値3 [cm]	平均[cm]
明るい	51.0	17.0	19.0	29
暗い	56.0	56.0	58.5	56.8

②	明るい	暗い
測定値[cm]	53.0	54.0

③	測定値1[cm]	測定値2[cm]	測定値3 [cm]	平均[cm]
結び目が上	58.5	57.5	58.5	58.2
結び目が下	57.5	57.0	57.5	57.3
結び目が横	57.5	57.0	57.5	57.3

## 5. (考察)

- ・①では何らかのテープを貼ったときの方が何も貼らなかった時より空気の減少量が少なかったのは、テープによって風船にある小さい穴が防がれたからだと考えられる。また原料について、セロハンテープはセロハン、ガムテープはスフモス(布)、マスキングテープは和紙素材のため繊維の密度としてはセロハンが最も高い。よって、一番多くの穴をふさぎ、大きさを保ったと考えられる。
- ・②では光によって天然ゴムが劣化してしまい、より空気が抜けやすくなったからだと考えられる。
- ・③では結び目を下にした方が、結び目からの空気の抜けが少なくなったからだと考えられる。

## 6. (今後の課題)

今回の実験は期間が短かったため、多くの種類の実験を行うことは難しかった。すべての条件で一番良かったものを組み合わせるまでいかなかったため、また機会を設けることができたなら、その実験を行ってみたい。

## (参考文献)

- 青木 国夫 (2014年)「風船はなぜだんだんと小さくなっていくの」 2023年5月12日  
[https://kids.gakken.co.jp/box/nazenani/pdf/11\\_buturi/X1120157.pdf](https://kids.gakken.co.jp/box/nazenani/pdf/11_buturi/X1120157.pdf)  
 宝興産株式会社 (2011年)風船の保存方法とは?より「保存するときは気を付けて!ゴム風船の保存方法」 2023年5月5日  
<https://www.balloonworld.jp/column/preserve-balloon/>

## ウィングレットと滞空時間の関係

3年次理系生徒

4-8班

5組9番 柏原英明 3組27番 柳井奏明 4組27番 光川咲里 6組17番 曾我俊輔

### キーワード

ウィングレット…飛行機の先端に取り付けられた板。翼への抵抗を減らすことができる。

### 1. 研究の動機と目的

私たちの班員が1年次の探究活動の際に、紙飛行機の滞空時間を延ばすためにウィングレットを用いた。紙飛行機にウィングレットを用いた結果、ウィングレットは紙飛行機の滞空時間を延ばすことに成功した。そこで、竹とんぼにウィングレットを取り付けても滞空時間を延ばすことは可能なのかを調べるため、本研究を行った。本研究では竹とんぼの滞空時間を延ばすことを目的としており、質量変化による滞空時間の変化ではなく、羽の先端にウィングレットを取り付けることによって滞空時間にどのような変化が生まれるのかを調べた。

### 2. 仮説

私たちは、紙飛行機にウィングレットを取り付けた際は滞空時間が伸びたことから、どの飛行物体にもこの結果が成り立つと思い、「竹とんぼにウィングレットを取り付けることで、滞空時間が向上する。」という仮説を立てた。

### 3. 実験

プラスチック製の竹とんぼに半紙で作成したウィングレットを取り付けたものと、竹製の竹とんぼに厚紙で作成したウィングレットをとり付けたものの2種類を用いた。

- ①竹とんぼ発射装置（図1）を机の上に置き、450gの重りを付けた。
- ②竹とんぼを発射し、発射装置から完全に竹とんぼが離れた時間から、地面につくまでの時間を測定した。（半紙の時のみ教室使用）
- ③ウィングレットの大きさと向きを変えて、それぞれ計15回ずつ計測した。
- ④ウィングレットを寝かせて半紙の重さだけを考慮、また何も取り付けていない竹とんぼを飛ばして測定し比較した。



図1 竹とんぼ発射装置

#### 4. 結果

半紙製のウィングレットを取り付けたプラスチック製の竹とんぼ、厚紙製のウィングレットを取り付けた竹製の竹とんぼのどちらも元の機体の滞空時間を超えることができなかった。プラスチック製の竹とんぼではウィングレットの高さが 2mm の時がウィングレットを付けた中では、最も滞空時間が長くなった。竹製の竹とんぼではウィングレットの高さが小さくなるにつれて、滞空時間が長くなった。

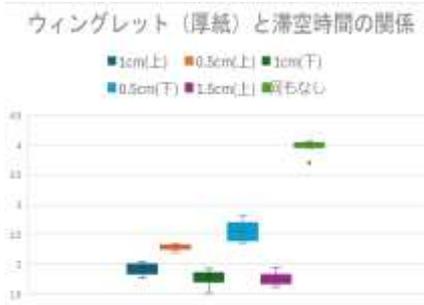


図2 プラスチック製の竹とんぼの滞空時間

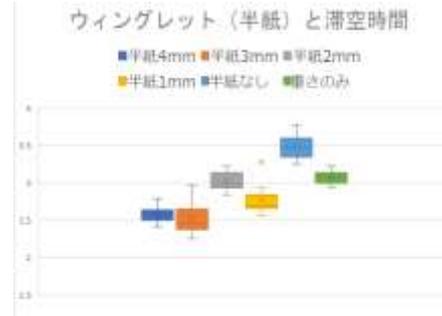


図3 竹製の竹とんぼの滞空時間

#### 5. 考察

ウィングレットを取り付けた機体の滞空時間が元の竹とんぼの滞空時間を上回らなかったことから、竹とんぼにはウィングレットは有効ではないと考えられる。これは、竹とんぼは飛行機などとは違い、回転翼であるため、飛行中に進行方向を妨げる向きに空気抵抗がはたらいてしまい、ウィングレットの効果が表れなかったためだと考えた。また、翼への重量増加は竹とんぼに安定性をもたらす<sup>2)</sup>が、飛行中にその重さが推進力より大きくなり、急激に失速したと考えられる。

#### 6. 参考文献

1) ANA 航空機の運航における取り組み ウィングレット

<https://www.ana.co.jp/group/csr/environment/operating/> 2023年11月20日

2) 恒屋 礼二郎他(1992). 「竹とんぼの飛行に関する研究」. 『長崎総合科学大学紀要』, 33, 29-51.

#### 7. 謝辞

また、この研究にあたって、坂本貴文先生と小林奨先生、野内先生には有益な助言をいただき、また京都教育大学村上忠幸名誉教授には去年の探究発表の際に助言をいただいたほか竹とんぼを貸与いただきましたので、ここに感謝の意を表す。

# 竹とんぼの滞空時間とウイングレットの関係

3 年次理系生徒  
4 年 3 組  
1 組 1 番 相原英明 2 組 2 番 柳井春明 3 組 3 番 光山咲里 4 組 4 番 曾我俊樹

## 1. 研究の動機と目的

1年次の探究活動の際に、紙飛行機の滞空時間を延ばすためにウイングレットを用いた。その結果、ウイングレットは紙飛行機の滞空時間を延ばすことに成功した。そこで、竹とんぼにウイングレットを取り付けても滞空時間を延ばすことは可能なのかどうかを知りたいと思った。本研究では竹とんぼの滞空時間を延ばすことを目的とし、羽の先端にウイングレットを取り付けることで滞空時間にどのような変化が生まれるのかを調べた。

## 2. 用語説明

ウイングレット…航空機の翼の先端に取り付けられた板。  
翼への抵抗の原因を減らすことができる。<sup>1)</sup>



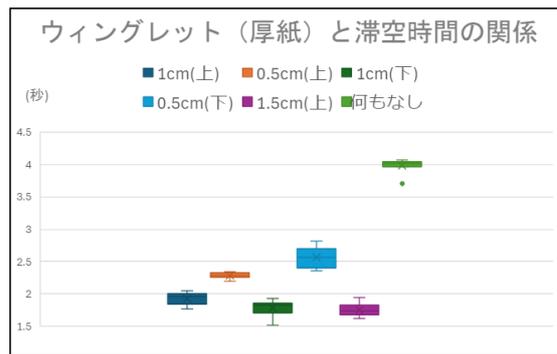
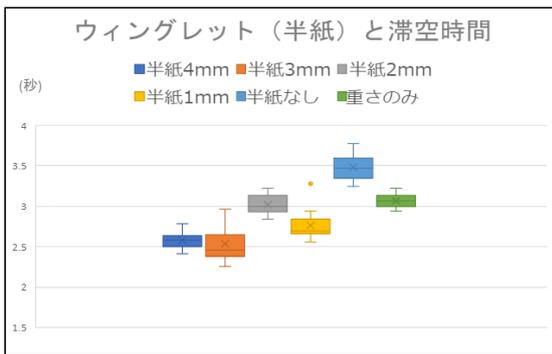
## 3. 仮説

「ウイングレットを取り付けることで、滞空時間が向上する。」

## 4. 実験方法

- ①竹とんぼ発射装置を机の上に置き、450gの重りをつけた。
- ②竹とんぼを発射し、発射装置から完全に竹とんぼが離れた時間から、地面につくまでの時間を測定した。ただし、地面につく前に教室の椅子や壁に当たった場合は計測しなかった。(半紙の時のみ教室使用)
- ③ウイングレットの大きさと向きをかえて、それぞれ計15回ずつ測定した。
  - (1)プラスチック製竹とんぼ・半紙のウイングレット
  - (2)竹製竹とんぼ・厚紙のウイングレット
- ④ウイングレットを寝かせて半紙の重さだけを考慮、また何も取り付けていない状態の竹とんぼを飛ばして測定し比較した。

## 5. 結果



## 6. 考察

ウイングレットを取り付けた機体の滞空時間が元の竹とんぼの滞空時間を上回らなかったことから、竹とんぼにはウイングレットは有効ではないと考えられる。また、翼への重量増加は竹とんぼに安定性をもたらす<sup>2)</sup>が、飛行中にその重さが推進力より大きくなり、急激に失速したと考えられる。

## 7. 参考文献

- 1)ANA 航空機の運航における取組 ウイングレット <https://www.ana.co.jp/group/csr/environment/operating/>  
2023年11月20日
- 2)恒屋 礼二郎他 (1992). 「竹とんぼの飛行に関する研究」. 『長崎総合科学大学紀要』, 33, 29-51

## 植物の色素と肥料の関係

3年次理系生徒 4-9組  
1組 23番 三木康平 1組 15番 田中裕一朗 6組 3番 石田敏希

### キーワード

クロロフィル…植物の葉緑体に含まれる緑葉色素。光合成色素の一つである。  
 薄層クロマトグラフィー…抽出液や展開液を用い、吸着力の違いなどを利用して成分を分離する実験方法。  
 キサントフィル…カロテロイド由来の黄色の色素。

### 1. 研究の動機と目的

植物の中に含まれているクロロフィルは血液の解毒作用やがん予防などに効果があることを知り、もしクロロフィルの量を変えることができれば、様々な分野に生かせるのではないかと思ったから。

### 2. 仮説

クロロフィルの構成元素に窒素が含まれているので、窒素の量を変えれば合成されるクロロフィルの量を変えることができる。また、発育途中の肥料に含まれる窒素の量が多いほどクロロフィルの色素が濃くなる。

### 3. 方法

#### 〔実験①〕

一度植物を育てた土を用意し、与える肥料の量を 0.5g、1.0g、1.5g と変えた土でラディッシュを育て、その葉で薄層クロマトグラフィーによって色素を分離した。肥料は、窒素 8%、リン酸 8%、カリウム 8%の化成肥料（セントラル化成株式会社）を用いた。クロマトグラフィーで用いた抽出液はジエチルエーテル、展開液は石油エーテルとアセトンが 7：3 のものを使用した。

#### 〔実験②〕

与える肥料の量を 0.2g、0.4g、0.6g、0.8g、1.0g と変化させて水耕栽培でラディッシュを育て、その葉でクロマトグラフィーを行った。肥料は窒素 6.5%、リン酸 6%、カリウム 19%（微粉ハイポネックス）を用いた。クロマトグラフィーを行う際、試料を塗布する回数を 20 回に統一した。

### 4. 結果

表1 実験①の結果

肥料の量(g)	なし	0.5	1.0	1.5
クロロフィル	○	○	○	○
クロロフィル	○	○	○	○
クロロフィル	○	○	○	○
クロロフィル	○	○	○	○
キサントフィル	○	○	○	○

表2 実験②の結果

肥料の量	なし	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
クロロフィルa	○	○	○	○	○	○
クロロフィルb	○	○	○	○	○	○
クロロフィルc	○	○	○	○	○	○
クロロフィルd	○	○	○	○	○	○
クロロフィルe	○	○	○	○	○	○

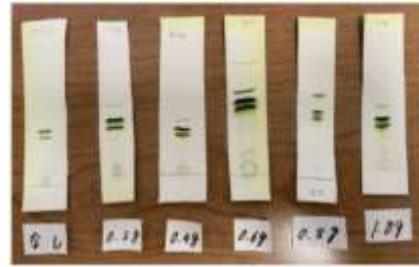


図1 実験②の結果

## 5. 考察

肥料の量を変化させることによるラディッシュの葉に含まれる色素の違いがみられなかったことから、合成される色素の種類と土に含まれる肥料の量は関係なかった。また、クロマトグラフィーによって分離した色素の面積の大きさの違いはあったが、同じ肥料の量で育てたラディッシュの葉のデータの間でも色の部分の面積の大きさに違いが見られたり、加えた肥料が多かったものの色が薄かったりしたため、加える肥料の量と、合成されるクロロフィルの量には関係がないと考える。

## 6. 今後の課題

実験①では、クロマトグラフィーに用いるラディッシュの葉の枚数や重さなどを調べていなかったことや、試料の塗布回数を数えていなかったことから、あまり正確なデータが得られなかったと考えた。そのため、実験②では、試料の塗布回数を統一し、肥料を加える量をより細かく変化させ、肥料を加える前の影響を受けにくい水耕栽培で実験を行ったが、どちらも加える肥料の量が多いほど合成されるクロロフィルの量が多いという仮説を立証することはできなかった。しかし、この2つの実験から、窒素の量とクロロフィルの量との間には関係がないということを知ることができたため、今後実験を行う際には、加える肥料の量以外でクロロフィルの合成にかかわっていると思われる点に着目して実験を行ったり、実験方法を変えたりする必要があると考える。

## 7. 参考文献

- 1) 薄層クロマトグラフィー: 原理、溶媒、Rf 値、発色試薬など (ultrabem.com)  
<https://ultrabem.com/experiments/chromatography/tlc> 2023年9月22日
- 2) [監修済] クロロフィルを摂取することで体にどんなメリットがあるのでしょうか。 | サプリコンシェル (suppleconcier.com) <https://suppleconcier.com/chlorophyll-2308.html> 2023年11月17日
- 3) Synthesis of Chlorophyll A by Robert B. Woodward (1960) (synarchive.com)  
<https://synarchive.com/syn/24> 2023年11月24日

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、坂本先生、野内先生、小林先生には有益な助言をいただきました。ここに謝意を表します。

# 植物の色素と肥料の関係

3年次理系生徒

## 〈キーワード〉

クロロフィル…植物の葉緑体に含まれる緑葉色素。光合成色素の一つである。  
 薄層クロマトグラフィー…抽出液や展開液を用い、吸着力の違いなどを利用して成分を分離する実験方法。<sup>1)</sup>  
 キサントフィル…カロテノイド由来の黄色の色素。

## 〈研究の動機と目的〉

植物の中には様々な色素が含まれており、その中でも特にクロロフィルは血液の解毒作用やがん予防などに効果があることを知ったので、もし植物のクロロフィルの量を変えることができれば、様々な分野に生かせるのではないかと思ったから。<sup>2)</sup>

## 〈先行研究〉

クロロフィルはポルフィリン環と呼ばれる炭素と窒素からなる環状構造に、フィトール鎖と呼ばれる長い炭化水素の鎖がついた形が基本の構造をしている。<sup>3)</sup>

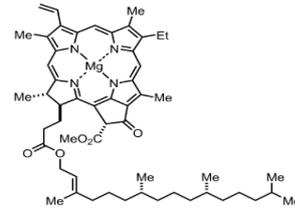


図1 クロロフィルの構成<sup>3)</sup>

## 〈仮説〉

- ・図1のように、クロロフィルの構成元素に窒素が含まれているので、窒素の量を変えれば合成されるクロロフィルの量を変えることができる。
- ・発育途中の肥料に含まれる窒素の量が多いほどクロロフィルの色素が濃くなる。

## 〈結果〉

### 実験1

- ①一度植物を育てた土を用意し、その土で与える肥料の量を0.5g、1.0g、1.5gと変えたラディッシュを育てる。
- ②育ったラディッシュの葉でクロマトグラフィーを行い、葉に含まれている色素を観察する。



【ラディッシュを用いた理由】  
 成長のスピードが速かったため。

【使用した肥料の成分】  
 窒素8%、リン酸8%、カリ8%の化成肥料。

●同じ肥料の量で育てたラディッシュの葉の間にも色素の濃さに大きな違いが見られたため、着目する点を『色素の違い』に変えて引き続き実験を行った。

肥料の量(g)	なし	0.5	1.0	1.5
カロテン	○	○	○	○
クロロフィルa	○	○	○	○
クロロフィルb	○	○	○	○
クロロフィルc	○	○	○	○
キサントフィル	○	○	○	○

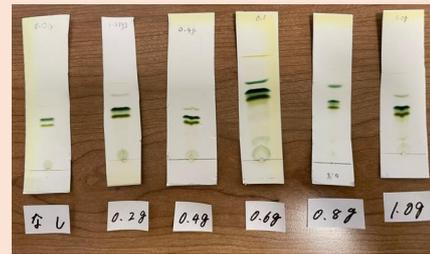
どのラディッシュにも含まれている色素は同じだった。抽出した色素のシミの大きさに差が出た。

### 実験2

- ①与える肥料の量を0.2g、0.4g、0.8g、1.0gと変え、水耕栽培でラディッシュを育てる。
- ②育ったラディッシュの葉でクロマトグラフィーを行い、葉に含まれている色素を観察する。



【使用した肥料の成分】  
 窒素6%、リン酸6%、カリ19%の肥料。



肥料の量(g)	なし	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
カロテン	○	○	○	○	○	○
クロロフィルa	○	○	○	○	○	○
クロロフィルb	○	○	○	○	○	○
クロロフィルc	○	○	○	○	○	○
キサントフィル	○	○	○	○	○	○

どのラディッシュにも含まれている色素は同じだった。抽出した色素のシミの大きさに差が出た。

## 〈考察〉

色素の種類に違いは見られなかったことから、合成される色素と肥料の量の間には関係はない。クロマトグラフィーの色素のシミに大きさの違いはあったが、同じ肥料の量で育てたラディッシュの葉の間でも違いがあったことから、これは毛細管で塗布した抽出液の量の違いや大きさの違いだと考える。

## 〈今後の課題〉

今回の実験では、クロロフィルを構成している窒素に着目して実験したが、同じ量の肥料を与えたラディッシュの葉の中で色素のシミの大きさが異なったりしたので、植物の葉の色素と肥料に含まれている窒素の量の関係は分からなかった。今後は、正確な結果を得るために、実験方法を見直して実験を進めたい。

## 〈参考文献〉

- 1) 薄層クロマトグラフィー: 原理、溶媒、Rf値、発色試薬など(ultrabem.com) <https://ultrabem.com/experiments/chromatography/tlc> 2023年9月22日
- 2) [監修済] クロロフィルを摂取することで体にどんなメリットがあるのでしょうか。 | サプリコンシェル (suppleconcier.com) <https://suppleconcier.com/chlorophyll-2308.html> 2023年11月17日
- 3) Synthesis of Chlorophyll A by Robert B. Woodward (1960) (synarchive.com) <https://synarchive.com/syn/24> 2023年11月24日

## 植物の土壌と生育の関係

3 年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

自宅で植物を育てていた時に、育てる土によって成長速度が違うように感じた。そのためより大きな植物を生育するために、植物の生育と土壌の関係を明らかにしたいと考えた。

### 2. 仮説

先行研究より土壌が適正 pH6.5 に近いほどよく育つため、土壌の pH が 4 種類の土の中で最も適性 pH に近い花と野菜用の土が育ちやすいと考えた。pH はそれぞれ、花と野菜用が 6.5、観葉植物用が 6.0、サボテン用が 6.3 であり、その中でも最も適正 pH に近い花と野菜用の土が育ちやすいと仮説を立てた。

### 3. 方法

〈土壌による生育の違いを調べる実験〉(図1)

- ①4 種類の土壌(花と野菜用・観葉植物用・サボテン用・運動場の土)を用意し、プランターに入れる。
- ②1 つのプランターの中に 5 粒のラディッシュの種を植える。
- ③40ml の水を毎日与える。
- ④植えてから 1 週間後に 3 本間引き、さらに 1 週間後に 1 本間引く。
- ⑤最初に植えてから 5 週間後に残した 1 本を収穫し、その根から葉までの長さをはかり記録する。

〈4 種類の土壌の pH をはかる実験〉(図2)

ペットボトルの中に土 20g と水 50ml を入れ、30 分間攪拌する。  
3 日後に上澄み液を濾過し、pH 試験紙を用いて pH を測定する。



図1. ラディッシュを植えたプランターの様子



図2. pH 測定時の様子

### 4. 結果

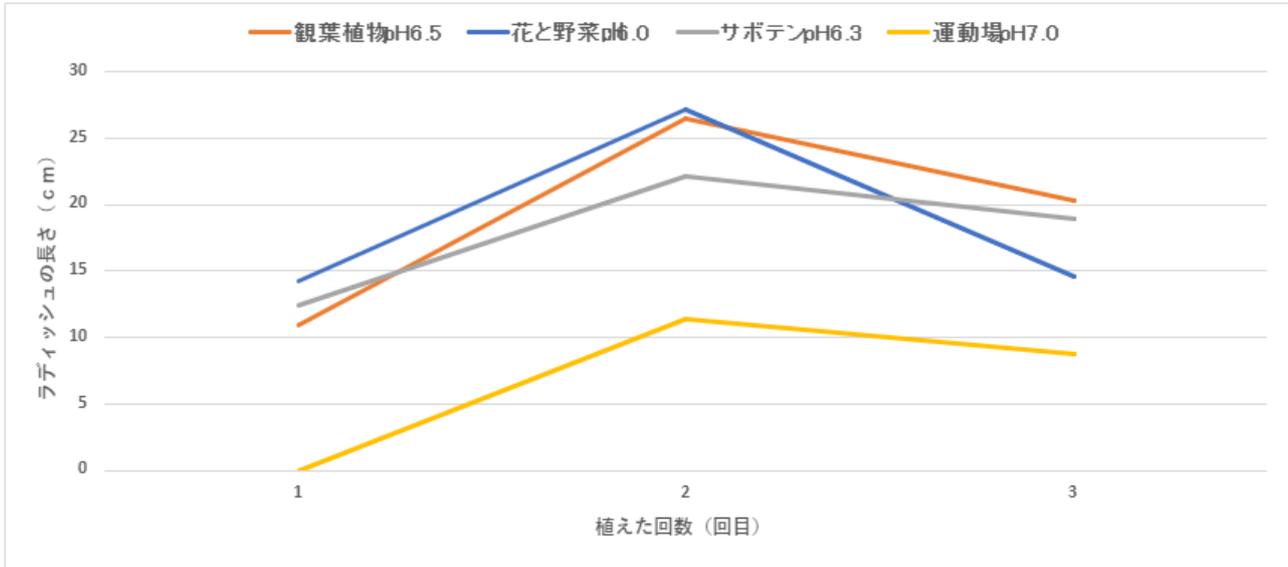
3 回の合計の長さの平均は花と野菜用の土壌が 19.2cm、観葉植物用の土壌が 20.7cm、サボテン用の土壌が 17.8cm、運動場の土が 6.7cm だった。

平均から見ると、仮説とは異なり観葉植物用の土壌が最も育っているように見えるが、花と野菜用の土

壤とサボテン用の土壌との間に大きな差はないように思われる。

そして運動場の土が突出して成長していないことが分かる。

4種類の土壌のpHはそれぞれ、花と野菜用の土壌が6.0、観葉植物用の土壌が6.5、サボテン用の土壌が6.3、運動場の土が7.0だった。



## 5. 考察

観葉植物用の土壌を使用した時、ラディッシュの長さの平均が最も長くなった。この結果として観葉植物用の土壌のpHが6.5と適正pHに最も近かったことが考えられる。しかし、運動場の土以外の3つの土壌ではその長さにほとんど変化が見られなかったため、pHの差が0.5程度ならば、植物の生育に大きな影響はないと考察した。

## 6. 今後の課題

今回はpHだけに焦点を当てて検証を行ったので、次回は光の量や土の量にも焦点を当てて検証していきたい。また、今回育てて実験にも使い終わったラディッシュは食べずに捨ててしまった。育ちきらなかったとはいえ、食べられるものを捨てるということは良くないと思うので次回は、ラディッシュを捨てずに食べるなど、有効活用していこうと考えた。

## 7. 参考文献

- 1) Green Snap STORE (2023) 【ラディッシュの育て方・基本情報】2023年11月25日  
[https://greensnap.co.jp/columns/grow\\_radish](https://greensnap.co.jp/columns/grow_radish)
- 2) やまむファーム (2023) 土壌の酸性度 (pH) と測定・調整方法について2023年12月13日  
<https://ymmfarm.com/cultivation/basis/soil-ph>

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、内海先生、野内先生、岩井紀子先生にはたくさんの有益な助言をいただいたので、ここに感謝を表す。

# 植物の生育と土壌の関係

3年次理系生徒

## ●研究の動機と目的

より大きな植物を生育するために、植物の生育と土壌の関係を明らかにしたいと考えた。

## ●仮説

先行研究<sup>2)</sup>より土壌が適正pH(6.5)に近いほどよく育つため、pHが4種類の土の中で最も適性pHに近い花と野菜用の土が育ちやすいと考えた。

## ●実験方法

1. 4種類の土壌(花と野菜用・観葉植物用・サボテン用・運動場の土)を用意し、プランターにいれる
2. 1つのプランターの中に5粒の種子を植える(図1)
3. 40mlの水を毎日与える
4. 植えてから1週間後に3本間引き、さらに1週間後に1本間引く
5. 最初に植えてから5週間後に残した1本を収穫し、根から葉までの長さをはかる



図1. 種を植えた直後の様子

## ●追加実験

6. 4種類の土壌それぞれ20と水50mlをペットボトルに分けて入れ、30分間横に振る
7. ペットボトルを3日放置し土を沈殿させ、上澄み液をスポイトで取りpH試験紙でpHをはかる

## ●結果

各土壌で生育した4本のラディッシュについて、根から葉までの長さの平均を求めた。実験は4回繰り返した。

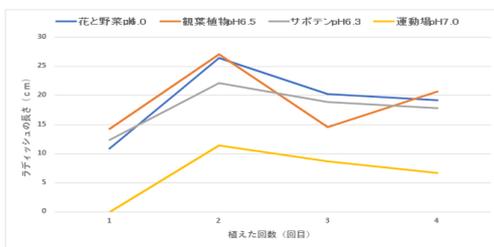


図2. ラディッシュのながさの計測結果(平均)

測定したpH	測定したpH
花と野菜	6.0
観葉植物	6.5
サボテン	6.3
運動場	7.0



図3. 実験終了時の様子  
左から運動場の土壌、観葉植物の土壌、サボテン用の土壌、花と野菜用の土壌

## ●考察

- ・観葉植物用の土壌を使用した時、ラディッシュの長さの平均が最も長くなった。しかし、運動場の土以外の土壌ではほとんど変化が見られなかった。よってpHの差が0.5程度ならば大きな影響はないと考える
- ・また3回目に観葉植物用の土壌で生育したラディッシュの成長が低い理由は、観葉植物やサボテン用の土壌より花と野菜の方が栄養を多く含んでおり冬の寒さや日射量の少なさに耐えることができたことと実験の際に日光がカーテンに遮られたためだと考察した

## ●今後の課題

- ・今回はpHだけに焦点を当てて検証を行ったので、次回は光の量や土の量にも焦点を当てて検証する

## ●参考研究

- 1) Green Snap STORE(2023)【ラディッシュの育て方・基本情報】2023年11月25日  
[https://greensnap.co.jp/columns/grow\\_radish](https://greensnap.co.jp/columns/grow_radish)
- 2) やまむファーム(2023)土壌の酸性度(pH)と測定・調整方法について2023年12月13日  
<https://ymmfarm.com/cultivation/basis/soil-ph>

## ブレファリスマの飼育環境

3 年次理系生徒  
5-1組  
4組4番 棚本晴香、6組1番 秋岡碧衣、1組10番 佐々木翔珠、4組29番 山本知保

### キーワード

ブレファリスマ：絨毛虫類異毛目ブレファリスマ科の原生動物で、下水道などに生息し、大きさは50～1000 μmで、絨毛を動かして回転運動をする。

チョコレート液：微生物の培養液。水 500 mlに、塩化ナトリウム 5 ml, 塩化カルシウム 0.3 ml, 塩化カリウム 0.2 mlを加えて調製した。

### 1. 研究と動機

ブレファリスマの密度と巨大化の関係性について実験している際、ブレファリスマが短期間で死滅することがあったため、私たちは飼育条件について考える事にした。

### 2. 仮説

チョコレート液を毎月変え、しっかり餌を与え、暗室内で一定の気温で飼育すれば死滅することはないと仮説を立てた。

### 3. 方法・結果

ブレファリスマをチョコレート液で保管し、保存場所を変えながら実験を行い、その期間を3つに分けて、それぞれⅠ、Ⅱ、Ⅲと表記する。以下の①は生存期間、②は保存場所、③考えられる死滅原因を記している。



図. 飼育中のブレファリスマ

#### Ⅰ期 (2023年4月21日～9月1日)

- ①133日
- ②暗室(室温)
- ③8月以降の室温が高かった

#### Ⅱ期 (2023年11月8日～12月8日)

- ①29日
- ②ロッカー(室温)
- ③室温が低かった、カビの菌糸に絡まったのではないかと

#### Ⅲ期 (2024年4月25日～5月14日)

- ①19日
- ②インキュベーター(25℃)で暗所
- ③室温から25℃への急激な変化、他の微生物が観察できた。

表. 活動の記録

年	日付	活動記録
2023年	4月21日	ブレファリスマを入手
	5月12日	観察
	5月26日	実験1、チョコレート液入れ替え
	6月9日	最初より減少
	6月16日	実験準備
	6月30日	実験2、チョコレート液入れ替え
	8月4日	チョコレート液入れ替え
	9月1日	死滅確認
	11月8日	ブレファリスマを入手
	11月10日	実験3計画
	11月17日	予備実験
	12月8日	死滅確認
2024年	4月25日	ブレファリスマを入手
	5月7日	藁の培養液づくり
	5月14日	死滅確認

#### 4. 考察

ブレファリスマがⅠの期間で死滅した原因は、実験を行った時期は気温の変化が激しかったと考えられ、Ⅱの期間では、米のカビに絡まった、そして、Ⅲの期間では、他の生物の影響を受けたと考えられる。

#### 5. 今後の課題

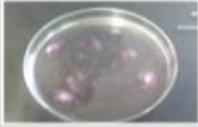
25℃でブレファリスマを保存したところ、死滅してしまったことから、適温が18℃～25℃より、すべての温度をインキュベーターに入れて実験していきたい。また、Ⅱの期間の実験結果より、培養液の種類をチョコレート液ではなく、レタスの培養液、藁の培養液を使っていきたい。

#### 6. 参考文献

- 1) 東京都下水道 (2023) 第2章フレームのスタイル (hyogo-c.ed.jp)
- 2) 日本生物物理会 (2023) 日本生物物理学会ビデオライブラリー (biophys.jp)
- 3) 京都市青少年科学センター (2023) 京都市青少年科学センター | Kyoto Municipal Science Center For Youth (city.kyoto.jp)
- 4) 生物学実験 (2024年4月16日) 生物学実験/ゾウリムシの飼育法 - 慶應義塾大学日吉キャンパス 特色GP 文系学生への実験を重視した自然科学教育 (keio.ac.jp)
- 5) ゾウリムシラボ (2024年5月7日) ゾウリムシを煮沸なしのワラで培養してみた (eax.jp)

#### 7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、野内先生、坂本先生、真野先生には有益な助言を頂いた。ここに謝意を表す。



# ブレファリスマを飼育しよう！

3年次理系生徒



## 1. 研究の動機と目的

ブレファリスマの密度と巨大化の関係性について実験している際、ブレファリスマが短期間で死滅することがあったため、私たちは飼育条件について考える事にした。

## 2. 仮説

チョコレート液を毎月変え、しっかり餌を与え、暗室内で一定の気温で飼育すれば死滅することはない。

## 3. 実験方法と結果

表2. 活動の記録

日付	活動記録
4月21日	ブレファリスマを入手
5月12日	観察
5月26日	実験1、チョコレート液入れ替え
6月9日	最初より減少
6月16日	実験準備
6月30日	実験2、チョコレート液入れ替え
8月4日	チョコレート液入れ替え
9月1日	死滅確認
11月8日	ブレファリスマを入手
11月10日	実験3計画
11月17日	予備実験
12月8日	死滅確認
4月25日	ブレファリスマを入手
5月7日	藁の培養液づくり
5月14日	死滅確認

※どの時期もチョコレート液（100倍希釈）で飼育

I と II は極端な暑さ、寒さで死滅、III は急激な温度変化により死滅

I : 生存期間 : 133日

保存方法 : 暗室で室温で保存

死滅原因 : 8月以降、室温が高かった

II : 生存期間 : 29日

保存方法 : ロッカーで室温で保存

死滅原因 : 室温が低かった

カビの菌糸にからまった (観察)

III : 生存期間 : 9日

保存方法 : 恒温器で25°Cで暗所で飼育

死滅原因 : 室温から25°Cへの急激な変化

他の微生物の影響 (観察)

表2. 実験をした月の平均気温と最高、最低気温

月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)
2023年5月	18.5	23.8	13.7
6月	22.5	26.6	18.8
7月	27.4	31.7	24.0
8月	28.9	33.5	25.5
9月	26.7	31.2	23.1
11月	12.5	18.0	7.7
12月	7.5	12.9	3.0
2024年5月	18.1	22.9	13.0

気象庁HPより

## 5. 考察

1. 実験を行った時期は気温の変化が激しかったため、死滅したと考えられる。
2. 死滅した際、ブレファリスマの姿が見られなかったのは米のカビに絡まっていたからと考えられる
3. 他の微生物による何らかの影響を受けた可能性がある。

## 6. 今後の課題

1. 25°Cブレファリスマを保存したところ、死滅してしまったことから、適温が18°C~25°Cより、すべての温度をインキュベーターに入れて実験していきたい。
2. 培養液をの種類を、チョコレート液ではなく、**レタスの培養液**、**藁の培養液**を使っていきたい。

## 7. 引用文献

- 1) 東京都下水道局 (2023) <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/b3/corner/biozukan/gensei/blepharisma/index.html>
- 2) 日本生物物理学会(2023) <https://www.biophys.jp/video/detail.php?id=748>
- 3) 京都市青少年科学センター (2023) <https://www.edu.city.kyoto.jp/science/>
- 4) 生物学実験/ゾウリムシの飼育法 - 慶應義塾大学日吉キャンパス 特色G P 文系学生への実験を重視した自然科学教育 (keio.ac.jp) (2024年4月16日)
- 5) ゾウリムシを煮沸なしのワラで培養してみた (eax.jp) (2024年5月7日)

## 8. 謝辞

本研究をすすめるにあたり、野内先生、坂本先生、真野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。

## ブロッコリースプラウトの成長に適する水の種類

3 年次理系生徒

キーワード：・ブロッコリースプラウト…ブロッコリーの新芽

- ・硬水…硬度が 120mg/L から 180mg/L の水は硬水、180mg/L 以上は超硬水に分類される
- ・浸透圧…濃度が高い方から濃度が低い方へ低分子物質が移動する力

### 1. 研究の動機と目的

私たちは植物の成長に水に含まれるどの成分が関係しているかを調べたいと思い、この実験を行った。ブロッコリースプラウトを使った理由は、土を使うことなく室内で栽培できるため気候や気温などに影響されることがなく、また成長の速度が速く一週間程度で収穫が可能で実験を複数回行うことができ、データを多く集めることができると考えたからである。

### 2. 仮説

硬水は植物の成長に必要なカルシウムイオンやマグネシウムイオンを水道水よりも多く含むため、硬水のみを使用して育てたものがブロッコリースプラウトの茎をよく伸ばすのではないかと予想した。

### 3. 方法

まず、7つのペトリ皿を用意し、水道水のみ、硬水のみ、水道水：硬水=1:1、1:2、2:1、1:3、3:1 となるようにそれぞれに 30ml ずつ入れた。硬水はコントレックス(ネスレ)というもので 100 ml 中にカルシウムイオンが 46.8mg、マグネシウムイオンが 7.45mg 入っているものを使用した。次に、ペトリ皿の中にキッチンペーパーを敷き、その上に種子を 25 粒ずつ並べた。ここで使用したキッチンペーパーはペトリ皿の大きさにカットしたもので、水分を十分に吸収できるようにするために 4 枚重ねて敷いた。準備したペトリ皿を段ボール箱の中に入れ、暗室に置き、発芽してから卓上ライトで光を当てた。ここでペトリ皿を段ボール箱の中に入れたのは、7つのペトリ皿の環境を出来るだけ同じものにするためである。水はそれぞれ最初に入れてあった割合と同じものを 3 日目と 6 日目に 10ml ずつ与えた。そして、1 週間後に茎の長さを測定した。実験は 2024 年の 4 月 23 日、4 月 30 日、5 月 7 日、5 月 14 日に種子をまいて計 4 回行った。

### 4. 結果

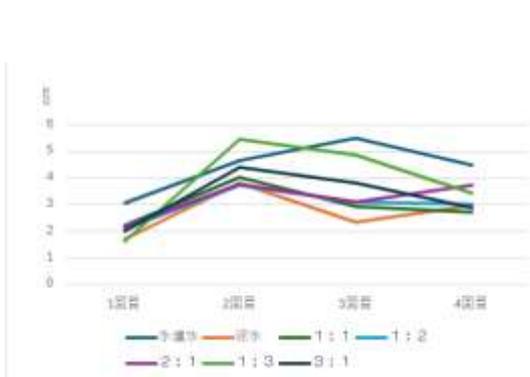


図 茎の長さの比較

表 全体平均と発芽率

	全体平均(cm)	発芽率(%)
水道水	4.365	84
硬水	2.715	75
1 : 1	2.967	70
1 : 2	2.985	72
2 : 1	3.197	66
1 : 3	3.850	75
3 : 1	3.270	62

## 5. 考察

茎の長さの平均値が最も大きく発芽率も一番高いため水道水のみを使った場合が最も成長したと分かる。その理由として次の2つが挙げられる。

1つ目は硬度の影響である。今回使用した硬水は硬度が1468mg/Lなのに対して水道水は硬度が高くて70mg/L程度なので水道水のみと硬水のみではかなり成分が異なる。ここで私たちは浸透圧による影響を受けているのではないかと考えた。浸透圧とは、2つの濃度の違う水が隣り合わせの時に、濃度を一定に保とうとして水分が移動する力のことである。半透膜には、水や小さな物質は通すが、大きな物質は通さないという性質があり、細胞膜は半透性がある。硬水にはマグネシウムイオンやカルシウムイオンが含まれているため、植物の細胞の中が濃度が低い低張液側、硬水が濃度が高い高張液側になり、植物の細胞の中の水が外の硬水がある方へ流れ出てしまう。それによって、浸透圧による影響が少なかった水道水のものよりも、硬水を使って育ったブロッコリースプラウトの成長がみられなかったと考えられる。

2つ目は種子の段階でマグネシウムイオンやカルシウムイオンを与える必要がなかったということだ。マグネシウムイオンは植物の光合成に必要な葉緑素の構成成分で、葉緑素とは植物が太陽の光をエネルギーとして利用するためのキーとなる物質で、マグネシウムが不足すると、葉の色が薄くなったり、黄色くなったりする。また、カルシウムイオンは細胞壁の形成や病気への抵抗力、新しい葉の形成にはたらくため種子の段階で与える必要はなかったと考えられる。

## 6. 今後の課題

今回の実験では浸透圧の影響で水分が抜けてしまうため、硬水の割合が大きい水を使用したブロッコリースプラウトの方が成長しにくいという結果から、再度実験を行ったが、実験では1:3の割合の硬水が2番目に成長していた。このようなことが起こった原因を実験の条件などを見直すなどして調べる。

## 7. 参考文献

1) ウォーターサーバー比較ランキング(2017)

「ウォーターサーバーの水は植物に挙げて大丈夫？」2023年7月

2) 電力・ガス比較サイト エネチェンジ(2021年)

「ブロッコリースプラウトの育て方栽培方法などをご紹介」

[|https://enechange.jp/articles/saving\\_sprout](https://enechange.jp/articles/saving_sprout) 2023年6月

3) オリーブ農家の日常(2023年)「カルシウムは植物の成長にどのように関係する栄養素か」

[https://note.com/crapto\\_life/n/n77755a6c97f2](https://note.com/crapto_life/n/n77755a6c97f2) 2023年6月

4) オリーブ農家の日常(2023年)「肥料のマグネシウムの効果と植物への影響の重要性」

[https://note.com/crapto\\_life/n/n60d086a1908b](https://note.com/crapto_life/n/n60d086a1908b) 2023年7月

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、有益な助言をくださった川勝先生、小林先生、坂本先生、野内先生にはここで謝意を表す。

# ブロッコリースプラウトの成長に適する水の種類

3年次理系生徒

### 研究の動機と目的

ブロッコリースプラウトの茎の成長には水のどの成分が関係しているのか調べたかったから。

### 仮説

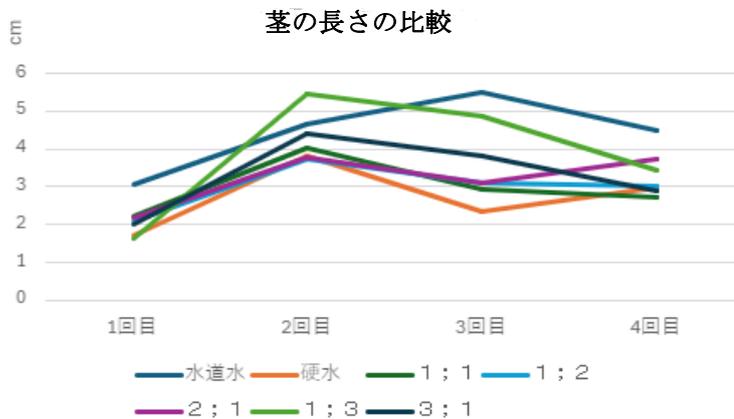
Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>を多く含む水ほどよく伸びる<sup>3) 4)</sup>。

### 方法<sup>1)2)</sup>

- ①3つのペトリ皿に水道水のみ、硬水のみ、水道水:硬水=1:1, 1:2, 2:1, 1:3, 3:1をそれぞれ30mlずつ入れる。
- ②①にキッチンペーパーを敷き、その上に種子を25粒並べる。
- ③箱の中に入れ、発芽したら光を当てる。
- ④1週間後、茎の長さを計測する。



←使用した硬水  
(コントレックス)  
Mg<sup>2+</sup> (7.45mg/100ml)  
Ca<sup>2+</sup> (46.8mg/100ml)



1回目は4月30日  
2回目は5月7日  
3回目は5月14日  
4回目は5月21日に計測を行った

	全体平均(cm)	発芽率(%)
水道水	4.365	84
硬水	2.715	75
1:1	2.967	70
1:2	2.985	72
2:1	3.197	66
1:3	3.850	75
3:1	3.270	62

### 考察

本実験では水道水のみ全体平均が最も伸びたが、硬水のみ全体平均が一番小さくなった。ただし、水道水:硬水が1:3の時が2番目によく伸びたので、硬水の割合が小さいほうが良いとはこの結果からは断言できない。ただし上記のグラフより、水道水のみと硬水のみとの間にほとんどの値が入っているため水道水と硬水の割合には何らかの関係があると予想できる。

#### 1. 硬度の影響

今回使用した硬水は硬度が1468mg/Lなのに対して水道水は硬度が高くても70mg/L程度なので水道水のみと硬水のみではかなり成分が異なる水になる。ミネラルが少ないほうが吸収しやすいので、植物の生育に影響が出たと考えられる<sup>1)</sup>。

#### 2. 種子の段階でMg<sup>2+</sup>やCa<sup>2+</sup>を与える必要はなかった

Mg<sup>2+</sup>は植物の光合成に必要な葉緑素の構成成分で、Ca<sup>2+</sup>は細胞壁の形成や病気への抵抗力、新しい葉の形成にはたらくため種の段階で与える必要はなかったのではないかと考えられる。

### 今後の課題

今回の実験では浸透圧の影響で水分が抜けてしまうため、硬水の割合が大きい水を使用したブロッコリースプラウトの方が成長しにくいという考察を立て、実験を行ったが、実験では1:3の割合の硬水が2番目に成長していた。このようなことが起こった原因を実験を行った条件などを見直すなどして調べる。

### 参考文献

- 1)ウォーターサーバー比較@ランキン(2017年)  
「ウォーターサーバーの水は植物にあげても大丈夫？」 2023年7月  
<https://www.flair-water.jp/column/others/waterserver-plant/>
- 2)電力・ガス比較サイトエネチェンジ(2021年)  
「ブロッコリースプラウトの育て方栽培方法などをご紹介」[https://enechange.jp/articles/saving\\_sprout](https://enechange.jp/articles/saving_sprout) 2023年6月
- 3)オリブ農家の日常(2023年)「カルシウムは植物の成長にどのように関係する栄養素か」  
[https://note.com/crapto\\_life/n/n77755a6c97f2](https://note.com/crapto_life/n/n77755a6c97f2) 2023年6月
- 4)オリブ農家の日常(2023年)「肥料のマグネシウムの効果と植物への影響の重要性」  
[https://note.com/crapto\\_life/n/n60d086a1908b](https://note.com/crapto_life/n/n60d086a1908b) 2023年7月

### 謝辞

本研究を進めるにあたって、川勝先生、坂本先生、小林先生、野内先生には有益な助言を頂いた。ここに謝意を表する。

## 油をよく吸収する布とは

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

料理後や、食べ残しから発生する食用油の捨て方の一つに多くの布を消費していることに着目し、それらの布を焼却する際に発生する二酸化炭素の排出量を削減するため、布の使用量をできるだけ少なく、つまりより効率よく油を吸収する布について素材とその繊維に注目して調べた。

### 2. 仮説

汗などの水分を吸収する肌着やタオルによく使用される綿が最も吸収すると考えた。

### 3. 方法

レーヨン（布1）・ポリエステル（布2）・ナイロン（布3）・綿（布4）

#### 実験1

- ①布1～4を1gずつにそれぞれ切り取る
- ②茶こしにセットする
- ③②で用意したものをビーカーに置き、油を注ぐ
- ④油が垂れなくなるまで放置し、はかりで計量する
- ⑤3回①～④を行い、平均を出す
- ⑥布1gあた当たりの吸収量を求める

#### 実験2

- ①布1～4を5×5cm<sup>2</sup>ずつにそれぞれ切り取る
- ②実験1の②～⑤と同様の手順を行う
- ③布の厚さを測り、比で1立方あたりの吸収量を求める

### 4. 結果

実験1	1回目[g]	2回目[g]	3回目[g]	平均[g]
レーヨン（図1）	5.83	5.49	19.22	5.66
ポリエステル（図2）	3.62	3.49	4.36	3.82
ナイロン（図3）	5.43	3.36	1.83	3.54
綿（図4）	4.03	2.90	2.68	3.2

実験 2	厚み [cm]	5 cm × 5 cm の油の吸 収量 [g]	1 立方 cm あたりの油 の吸収量 [g]
レーヨン	0.15	4.09	1.08
ポリエステル	0.075	2.65	0.48
ナイロン	0.075	0.81	0.432
綿	0.025	5.67	9.072

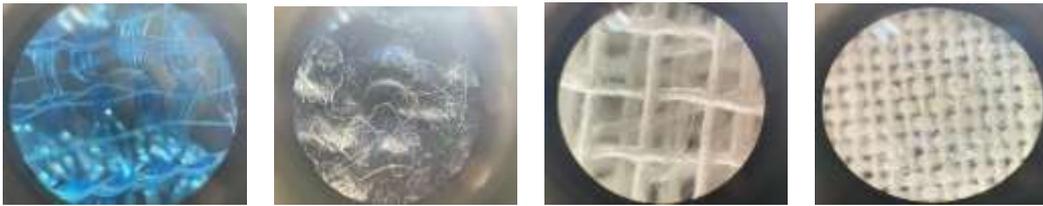
顕微鏡で見た布の表面

図 1

図 2

図 3

図 4



### 5. 考察

- ・吸収率が比較的高い布（綿）→綿の中心にたくさん数珠状の丸がたくさん並んでおり、この丸の中心が空洞になっていることが原因だと考える。
- ・吸収率が少し高い布（レーヨン）→天然繊維であり吸水性に富むが、綿ほど油を吸水しないと考える
- ・吸収率が少ない布（ポリエステル、ナイロン）→繊維の側面が滑らかであるため、油をはじいたと考える

### 6. 今後の課題

今回および前回の実験は、すべてそれぞれの素材 100%の布で実験を行ったが、比率を変えていくとどのような違いが出るか、調べていきたい。布の繊維・素材では、発見できなかった油を吸う法則性や詳しい性質にたどり着くために布の織り方に焦点をあてる。

### 7. 参考文献

株式会社 TERAMOTO (2021). 「吸水性・吸油性・吸湿性の意味と素材、製品とは」.  
<https://www.teramoto.co.jp/columns/14445/> 2024年6月20日

### 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、徳永先生、井上先生、田淵先生には有益な助言を頂いた。ここに記して、謝辞を表す。

# 油をよく吸収する布とは

3年次理系生徒

## 研究の目的と動機

使い終わった油を捨てるためにより効率よく油を吸収させるためにはどうすればよいか知りたかったから。

\*効率が良い:より少ない布で、油の吸収量が多い

## 仮説

肌着やタオルによく使用される綿が最も吸収すると考えた。

## 方法

### 用意するもの

- ・布1～布4
- ・油(今回はサラダ油を使用)
- ・電子ばかり
- ・茶こし
- ・ピーカー
- ・ノギス

### 実験1

- ①布1～4を1gずつにそれぞれ切り取る
- ②茶こしにセットする
- ③②で用意したものをピーカーに置き油を注ぐ
- ④油が垂れなくなるまで放置し、はかりで計量する
- ⑤3回①～④を行い、平均を出す
- ⑥布1gあたりの吸収量を求める

### 実験2

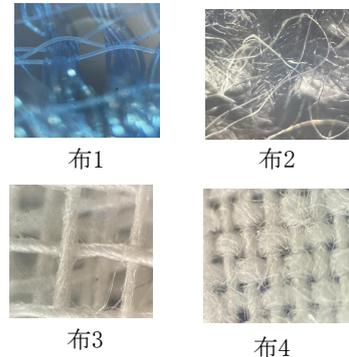
- ①布1～4を5×5cm<sup>2</sup>ずつにそれぞれ切り取る
- ②実験1の②～⑤と同様の手順を行う
- ③布の厚さを測り、比で1立方あたりの吸収量を求める

## 結果

表1:実験結果

	【実験1】 1gあたりの油の 平均吸収量(g)	【実験2】 厚み(cm)	5cm×5cmの 油の吸収量(g)	1立方cmあたりの油 の吸収量(g)
レーヨン(布1)	5.66	0.15	4.05	1.08(2)
ポリエステル(布2)	3.82	0.075	2.69	0.480(3)
ナイロン(布3)	3.54	0.075	0.81	0.432(4)
綿(布4)	3.2	0.025	5.67	9.072(1)

布1～4の拡大写真



## 考察

- ・吸収率が比較的高い布(布4)  
→布4は、綿の中心にたくさんの数珠状の丸がたくさん並んでおり、この丸が中心が空洞になっていることが原因と考える。
- ・吸収率が少し高い布(布1)  
→布1は、天然繊維であり吸水性に富むが、綿ほど油を吸収しないと考える。
- ・吸収量が少ない布(布2,3)  
→繊維の側面が滑らかであるため、油をはじいたと考える。

## 今後の課題

今回および前回の実験は、すべてそれぞれの素材100%の布で実験を行ったが、比率を変えていくとどのような違いが出るか、調べていきたい。

## 参考文献

株式会社TERAMOTO (2021). 「吸水性・吸油性・吸湿性の意味と素材、製品とは」.  
<https://www.teramoto.co.jp/columns/14445/> 2024年6月20日

岡畑興産(2021). 「ナイロンの特徴は?メリットやデメリット、ポリエステルとの違いも!」.  
<https://okahata.co.jp/kutsunavi/material/nylon-features#:~:text=> 2024年6月20日

## クラドニ図形の周波数による形状の変化

3 年次理系生徒

### 1. 研究の目的と動機

物体の固有振動の節を可視化する方法である「クラドニ図形」について調べた。クラドニ図形とは、図1のように周波数を当てることで強く振動する腹の部分と振動の節となり振動しない部分が生じ、振動によって弾かれた塩が節の部分に集まって作られる図形である。私たちは周波数の変化によってできる図形にどのような違いがあるのか興味を持ち、研究を行った。

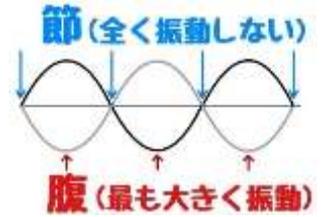


図1

### 2. 仮説

周波数を2倍、1/2倍にすると節が重なることから、できる図形は似て、周波数を大きくすると節の数が増えるということから、周波数が大きくなれば形状は細くなり、周波数が小さくなれば形状は大きくなるという仮説を立てた。

### 3. 方法

準備物: ボウル、ビニール、スタンド、スピーカー、塩、パソコン、消毒液



図2

①ビニールをボウルにしわができないように張った。気温の変化によってボウルの中の空気が膨張や収縮してビニールの張り具合が変わらないようにビニールの端に空気調節の小さな穴をあけた。また、ビニールに静電気が発生し、塩が動きにくくなることを防ぐために、実験前にアルコール消毒液で湿らしたティッシュペーパーでビニールを拭いた。

②図2のようにビニールから5cm離れた位置にスピーカーをビニールに平行になるように固定した。パソコンでオシレーターというサイトを使ってスピーカーから音を出してビニールに当てた。

③音を当てながらビニール全体に塩をまんべんなくかけた。塩の一粒の大きさが大きいと塩が動きにくかったため、塩は一粒の大きさが小さいアジシオを使った。

④塩の動きがなくなるまで音を当て、できた図形と周波数を記録した。



#### 4. 結果

図4の655Hzを基準として、周波数を図4の約1/2倍の328Hzにすると、図4の図形を拡大したような図形ができた。周波数を図4の2倍の1310Hzにすると、図4の図形を縮小したような図形が出来た。周波数を大きくしていくと、図6の2005Hzまでは塩が動き図形が出来たが、それ以上周波数を大きくすると塩が動かなかった。

#### 5. 考察

周波数を大きくすると音の速さは一定なので波長は短くなる。そのため、節と節の間隔は小さくなるから図形は細くなったと考えられる。また周波数を小さくしたときは波長は長くなる。そのため、節と節の間隔は大きくなるから、図形は大きくなったと考えられる。そして、周波数を2005Hzより大きくすると波長が小さくなりすぎて節と節の間隔が狭くなりすぎ、ほとんど動かなかったと考えられる。周波数を2倍、1/2倍にすると波の節が元の周波数の節と多くかぶり、また増える節の位置も元の節と節の間隔のちょうど真ん中になるため形が似たのではないかと考えられる。

#### 6. 今後の課題

今回は周波数を2倍、1/2倍する際に、今までの研究を通して基準を655Hzにして調べたが、私たちの実験で図形がきれいにみえた655Hzだけでなく、異なる周波数でも同じような結果が得られるのか調べたい。また、クラドニ図形ができる最大の周波数を調べ、今回は2005Hzという結果になったが、この数値は正しいのか、そしてなぜその値になるのかを調べ考えを深めたい。

#### 7. 参考文献

- 1) 金沢大学 理工学域(2018). 振動が描く不思議な模様～クラドニ図形をしてみよう～ | おもしろ科学実験室 (工学のふしぎな世界) | 国立大学55工学系学部HP (mirai-kougaku.jp)/2023年6月12日
- 2) でんじろう先生[公式](2017). 直伝! 声の振動盤をつくろう!! 自由研究におすすめ! / 声のぶるぶる実験4 / 米村でんじろう [公式] Science Experiments / voice pattern / (youtube.com)/2023年12月7日

#### 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、岩切先生、棟安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。

# クラドニ図形の周波数による形状の変化

3年次理系生徒

## 研究の目的と動機

「物体の固有振動の節を可視化する方法」である「クラドニ図形」というものがあることを知り、興味を持ったため研究を行った。

## 仮説

- ・周波数を倍数にすると、図形が似る。
- ・周波数が大きくなれば、形状は細くなる。
- ・周波数が小さくなれば、形状は大きくなる。

## 方法<sup>2)</sup>

- ①ボウルにビニールを張る
- ②ビニールから5cm離れた位置からスピーカーを使い周波数を変えて音を当てる
- ③音を当てながら塩をまんべんなくかける
- ④塩の動きがなくなるまで音を当て、図形を記録する



## 結果



図1 328Hz



図2 655Hz



図3 1310Hz

1/2倍

2倍

周波数を大きくすると模様が細くなった。  
周波数を小さくすると模様が大きくなった。  
周波数を2倍, 1/2倍すると形が似た。  
2005Hzより大きくすると塩は動かなくなった。



図4 2005Hz

## 考察

結果から、周波数を大きくすると節の数が増えるため模様は細くなり、周波数を小さくすると節の数は減るため模様は大きくなったと考えられる。また、周波数を2倍にすると周期は1/2倍になるので、節の数は増えるが、節ができる位置は元と変わらないため、形が縮小したような形になると考えられる。周波数を1/2倍にした時も同様に考えられる。周波数を大きくしすぎると、節の数が多くなり節の間隔が短すぎるため塩は動かなくなったと考えられる。

## 今後の課題

今回は周波数を2倍, 1/2倍する際に、今までの研究を通してクラドニ図形がきれいにみられやすい655Hzを基準にしたが、異なる周波数でも同じような結果が得られるのか調べたい。また、クラドニ図形ができる最大の周波数を調べたが、この数値は正しいのかを調べたい。

## 参考文献

- 1) 金沢大学 理工学域 (2018) 振動が描く不思議な模様～クラドニ図形をしてみよう～ | おもしろ科学実験室 (工学のふしぎな世 1) 5工学系学部HP ([mirai-kougaku.jp](http://mirai-kougaku.jp/))/2023年6月12日
- 2) でんじろう先生【公式】(2017) 直伝! 声の振動盤をつくろう!! 自由研究におすすめ! / 声のぶるぶる実験4 / 米村でんじろう【公式】 Science Experiments / voice pattern / - YouTube / 2023年12月7日

## 乾季のウユニ塩湖における塩の析出の原因

3年次理系生徒

### キーワード

ウユニ塩湖…南米ボリビアにある巨大な塩湖。またはウユニ塩原ともいう。

毛細管現象…細い管の中を液体が表面張力によって上っていく現象のこと。

### 1. 研究の目的と動機

筆者らは理科の授業でウユニ塩湖について学び、その美しさに興味を持ち、調べることにした。

その過程でウユニ塩湖がある地域は雨季と乾季があり、ウユニ塩湖は雨季には水が張って鏡のようになるが、乾季には乾燥しているため、干上がり、一面真っ白の大地となることを知った。ウユニ塩原を一面を白く染め上げる光景に筆者らは目を奪われ、その塩の析出の原因について調べようと思いついた。

乾季の塩の析出の原因として、地下に存在する豊富な飽和食塩水の毛細管現象による上昇、それに伴う塩の析出と、表面に張った塩水の蒸発による析出の二つが挙げられる。この二つの要因について実験を行い、比較することでどのようにして一面の塩の大地が生み出されているのかを調べた。

### 2. 仮説

塩の析出において、毛細管現象による地下の塩水の上昇と表面に張った塩水の蒸発、どちらも条件が合わさっているとされている。

ウユニ塩湖は1年中見所がある、とまで言われている。それほどに、絶景は気候によって損なわれることがない。乾季において、風などの影響を受けてなお、塩の析出は続いていることから筆者らは、毛細管現象による影響が大きいと考えた。そのため、析出実験によって得られる、土に対する塩の析出面積は毛細管現象によって塩を析出させた際の方が大きくなると考えられる。

### 3. 方法

実験1としてまず、毛細管現象によって塩を析出させる方法で実験を行った。

4%食塩水と土を溶き、泥を乾燥して固める。これによってまず、塩原の土地の土を再現する。次に深さペットボトルキャップの高さ分の飽和食塩水を入れた容器を用意し、飽和食塩水の中にペットボトルキャップを鎮める。その上にプラスチック段ボールを載せ、更にその上に乾燥させた土塊を載せる。これによって土の下に薄く食塩水が触れ、毛細管現象によって吸い上げられることによって土の表面に塩が析出する。これを、容器に入れた飽和食塩水が乾燥しきるまで放置する。

実験2として、表面に鏡のように張られた食塩水の乾燥によって塩を析出させる方法を調べた。

実験1で用いたものと同じ土塊を容器の下に敷き詰め、その上に薄く張るように4%食塩水を入れる。これを表面に水が見られなくなるまで放置した。

どちらの実験も実験終了後に写真を撮影し、その写真を1mm方眼紙に写し取り、土の表面に対して塩の析出した面積の割合（以下、塩の析出率とする）を測定した。

#### 4. 結果

実験1においては、毛細管現象によって食塩水が上昇し、土の表面まで届く様子が確認された。塩は土の表面に薄く、全体的に広く析出した。また、設置時に傾き、一部が他の場所よりも多く食塩水に触れていたものはその場所だけ極端な塩の析出が見られた。

実験2においても、土の表面に塩が析出した。析出した塩の粒は大きく、実験1のものよりも塩の結晶本来の立方体に近い形のものが多かった。

塩の析出率に関しては、右に示す表1のとおりである。

表1 各実験結果における塩の析出率

	試料1	試料2	試料3
実験1	20.4%	3.9%	32.8%
実験2	18.8%	5.6%	—%

#### 5. 考察

実験2において、大粒の結晶での塩の析出が特徴的だった。しかし、実際のウユニ塩湖では大粒の結晶は地下水脈の中などに存在しており、地表は大粒の結晶はあまり見られない。そのため析出の様子では実験1のものの方が近いと言える。塩の析出率は表1の通りである。同日、同条件下で行った実験でも、結果にはかなりの差異が見られた。また、実験1については上記結果で示したように、食塩水に多く触れれば極端に結果が変わる事例があるため、触れた水分量による影響が示唆される。仮説と同じくして、塩の析出率に関しては、実験1のものの方が多いため、塩湖の塩の析出において、毛細管現象による地下の塩水の上昇と塩の析出の影響が大きいと考えられる。このことより、地下水脈からの絶え間ない塩水の供給により、ウユニ塩湖は乾季の間、標高3700mの盆地でありながら、塩の大地を形成し続けているのだと考えられる。

#### 6. 今後の課題

同日に同条件で実験を行った際にも数値にかなりの差が出た。また、実験の試行回数も少ないため、平均値をとるに至っていない。特に、実験1では容器の傾き具合などによって差が出ることもあり、設置の際の注意や、実験方法の見直しを検討する必要がある。また、実験の特性上、気象条件に結果が大きく左右される。今回は同日に行うことでその差異を亡くしたが、実験を繰り返すなら、また違った方法をとる必要がある。そのため、同じ条件を作り出す、または温度、湿度、天気を正確に測ったうえで、繰り返し実験を行い、より数値を正確にしていくことが求められる。更に、ウユニ塩湖に近い状況設定での実験だったため、析出に用いた食塩水が実験1と実験2で異なる。塩湖における塩の析出率では毛細管現象による影響が大きくても、単純な比較はできない。ウユニ塩湖において、ではなく、塩の析出において、の視点で語るには、食塩水の濃度をそろえるなど、ほかにも様々な濃度の食塩水で実験を行うなどの比較が必要である。

#### 7. 参考文献

- 1) 厚生労働省検疫所. (2023). 「FORTH国・地域別情報 | 南米地域 | ペルー・ボリビア・エクアドル」. [https://www.forth.go.jp/destinations/country/peru\\_bolivia\\_ecuador.html](https://www.forth.go.jp/destinations/country/peru_bolivia_ecuador.html). 2023年. 10月1日
- 2) 愛知県西尾市立平坂中学校 科学部 1年・2年・3年 (2019). 「塩湖の模様ができるしくみの研究II」. 自然科学観察コンクール
- 3) 国土交通省 気象庁. (2020). 「世界の地点別平年値」. <https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/nrmlist/StationList.php?ccode=30900>. 2024年6月25日

# 乾季のウユニ塩湖における塩の析出の原因

3年次理系生徒

キーワード ウユニ塩湖 毛細管現象

### 動機と目的

理科の授業でウユニ塩湖について学び、その美しさに興味を持ち調べることにした。ウユニ塩湖がある地域は雨季と乾季があることがあり、ウユニ塩湖は雨季には水が張って鏡のようになるが、乾季には乾燥しているため、干上がり、一面真っ白の大地となる。その塩の析出の原因について調べるため、以前調べた毛細管現象による析出に加え、今回は表面に張った塩水の蒸発による析出を調べ、比較することで要因を探るため、実験を行った。



### 仮説

塩の析出において、毛細管現象による地下の塩水の上昇と表面に張った塩水の蒸発、どちらの条件が合わさっているとされている。乾季において、風などの影響を受けてなお、塩の析出は続いていることから、毛細管現象による影響が大きいと考えている。

### 実験方法

#### 実験1

- ①4%食塩水と土を溶き、泥を乾燥させて固める。
- ②容器の下に飽和食塩水を入れ、ペットボトルキャップを鎮める。その上にプラスチックダンボールを置き、薄く食塩水に触れさせる。
- ③容器の下に張った食塩水が乾燥しきったところで終了。写真を撮影する。
- ④撮影した写真を1mm方眼紙に写し、表面における土の面積に対する塩の面積のパーセンテージ(以下、塩の析出率)を求める。

#### 実験2

- ①4%食塩水と土を溶き、泥を乾燥させて固める。
- ②4%食塩水を土の上に張り、乾燥させる。
- ③表面に水が見られなくなったところで終了。写真を撮影する。
- ④撮影した写真を1mm方眼紙に写し、塩の析出率を求める。

### 結果

#### 実験1

毛細管現象によって食塩水が上昇し、土の表面まで届く様子が確認された。  
塩は土の表面に薄く、全体的に広く析出した。(図1,2,3)  
設置時に傾き、一部が他の場所よりも多く食塩水に触れていたものはその場所だけ極端な塩の析出が見られた。(図4→5)



図1 実験1-1塩の析出 図2 実験1-2塩の析出 図3 実験1-3塩の析出



図4 水没事例



図5 水没事例 析出の様子

### 結果

#### 実験2

土の表面に塩が析出した。(図6,7)  
析出した塩は大きく、実験1のものよりも塩の結晶本来の立方体に近い形のものが多かった。



図6 実験2-1塩の析出



図7 実験2-2塩の析出

	1	2	3
実験1	20.4%	3.9%	32.8%
実験2	18.8%	5.6%	—%

表1 各実験結果における塩野析出率

### 考察

- ・実験2において、大粒の結晶での塩の析出が特徴的だった。しかし、実際のウユニ塩湖では大粒の結晶は地下水脈の中などに存在しており、地表は大粒の結晶はあまり見られない。析出の様子では実験1のものの方が近い。
- ・塩の析出率は表1の通りで、同じ条件で行った同じ実験でも、結果にかなりの差が見られた。
- ・塩の析出量の平均は、実験1のものの方が多いため、塩湖の塩の析出において、毛細管現象による地下の塩水の上昇と塩の析出の影響が大きいと考えられる。
- ・地下水脈からの絶え間ない塩水の供給により、ウユニ塩湖は乾季の間、標高3700mの盆地でありながら、塩の大地を形成し続けているのだと考えられる。

### 今後の課題

同日に同条件で実験を行った際にも数値にかなりの差が出た。また、実験の試行回数も少ないため、平均をとるに至っていない。また、実験の特性上、気象条件に結果が大きく左右される。そのため、同じ条件を作り出したうえで繰り返し実験を行い、より数値を正確にすることが求められる。  
更に、ウユニ塩湖に近い状況設定での実験だったため、析出に用いた(③の工程で使った)食塩水が実験1と実験2で異なる。塩湖における塩の析出率では毛細管現象による影響が大きいため、単純な比較はできない。実験1の工程③を4%食塩水で行うなどのあらゆる比較が必要である。

### 参考文献

- 1)厚生労働省検疫所.(2023).「FORTH国・地域別情報 | 南米地域 | ペルー・ボリビア・エクアドル」.  
[https://www.forth.go.jp/destinations/country/peru\\_bolivia\\_ecuad\\_or.html](https://www.forth.go.jp/destinations/country/peru_bolivia_ecuad_or.html).2023年.10月1日
- 2)愛知県西尾市立平坂中学校 科学部 1年・2年・3年(2019).「塩湖の模様ができるしくみの研究Ⅱ」.自然科学観察コンクール
- 3)国土交通省 気象庁.(2020).「世界の地点別平年値」.<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/nrmlist/StationList.php?ccode=30900>.2024年6月25日

### 謝辞

本研究を行うにあたり、本校教諭の藤原逸人先生、森本一成先生、安藤武弘先生には実験や考察において有意義な議論をしていただいた。ここに記して謝意を表す。

## 脱・パリパリ教科書

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

雨の日に学校のカバンの中の教科書が濡れていたり湿っていたりしていることがある。この状態では、本の使い勝手が悪くなってしまっているので、これを防ぐことができる耐浸水性の高い素材、そして濡れてもパリパリにならない紙の種類が何かを考えることにした。

### 2. 仮説

先行研究より、撥水できる素材は①表面が細かい凹凸で表面を覆っているもの ②表面が疎水性の物質でできているもの。また、普通の紙の場合、水に濡れると紙に含まれたデンプンの結合が切れてしまい、乾燥しても全ての結合が元に戻らないため紙がパリパリになることがわかった。よって、①もしくは②を満たす素材で本を守り、本の素材に和紙を使えばよいのではないかと仮説を立てた。

### 3. 方法



図1 実験①で水を流す様子

#### ～素材の実験～

実験①：木の板を傾けて固定し、板にそれぞれ素材を貼る。  
そこへ水を流して板の上を通り落ちてきた水を測る。  
弾いた水が多いほど撥水力は大きいと考える。

#### ～紙の実験～

実験②：教科書の状態を想定し、二種類の紙（半紙、コピー紙）の表面に油などを塗ったものと何も塗っていないものを用意し、水に濡れる様子を調べる。

実験③：二種類の紙（半紙、コピー紙）を水に浸して乾燥後の様子を観察する。  
その後、ヨウ素溶液を用いて、デンプンが検出されるかを調べる。

実験④：牛乳パックで簡単な和紙を作り、水を濡らした後の変化を顕微鏡を用いて調べる。

### 4. 結果

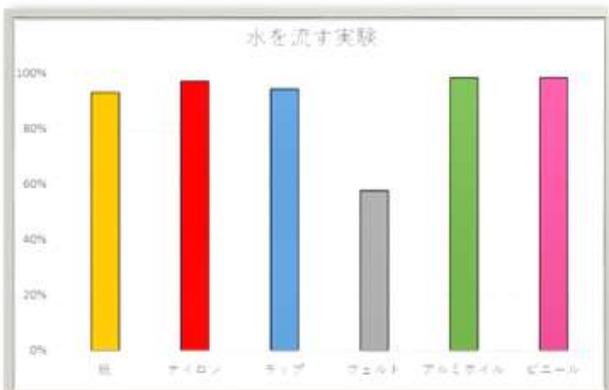


図2 実験①(水を流す実験)

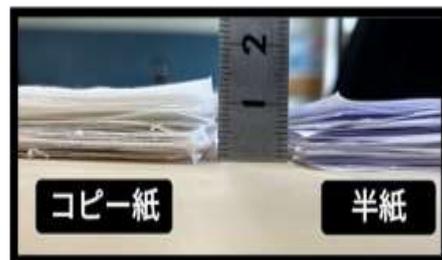


図3 実験③(コピー紙と半紙の高さの違い)

表2 実験②(塗布実験)

種類	普通	ノリ	ワックス	油
コピー紙	×	×	×	×
半紙	●	×	×	×
●印:しなしな ×印:パリパリ				



図3 実験④(2種類の紙の繊維の違い)

実験①:加工のしやすさ、入手のしやすさの観点から教科書を保護するにはラップとアルミホイルの2種類に着目するとよいと考えた。また、参考文献よりラップは表面はとても細かい凹凸を持っていることがわかり、アルミホイルは表面に特殊加工がされており、疎水性を持つことが分かった。

実験③:半紙はデンプンが溶けないため、厚さがコピー紙に比べ小さいことがわかり、また肉眼でははっきり見える程、乾燥後のコピー紙のみ青紫色に変色した。⇒デンプンが溶けた。

実験④:牛乳パックで作った簡単な和紙は濡らす前と濡らした後で繊維の様子が変わっていないことから、やはり和紙のデンプンは溶けずに繊維がほつれないことがわかった。

### 5. 考察

・図1より加工のしやすさ、入手のしやすさの点から教科書を保護するにはアルミホイルとラップの2種類に着目すればよいと考えた。また、参考文献よりラップは表面に細かい凹凸を持っていることがわかった。また、アルミホイルは表面に特殊加工がされており、疎水性を持つことがわかり仮説を満たすと考えた。

・表2より半紙は全ての項目でしなしなになり、コピー紙は全ての項目でパリパリになると予想していたが、実際予想に反した結果になった。これは紙に塗った物質が水に溶けてしまい、それが固まったことで半紙もパリパリになったと考えた。

以上の4つの実験より、最初に考えた仮説は撥水性の素材や紙の性質によって成り立つと考えた。よって現実的ではないが和紙で作られた本にアルミホイルかラップのブックカバーを付ければ、もし雨で濡れたり湿ったりしても本はパリパリにはならないと考える。

### 6. 今後の課題

実際に和紙で作られた本にラップやアルミホイルのブックカバーを付けて、本当に本がパリパリにならないのかを検証したい。

### 7. 参考文献

1) フロロテクノロジー (2019年) 「撥水性とは? 防水との違いや水を弾く仕組み・原理、性能やメリットなどを詳しく解説」 <https://www.fluorotech.co.jp/column/waterrepellent.html> 2023年6月23日  
 2) ダ・ヴィンチWeb (2018年) 「撥水(はっすい)スプレーはなぜ水をはじくのか? 便利グッズのすごい技術」 <https://ddnavi.com/review/463465/a/> 2023年6月30日

### 8. 謝辞

この探究を行うにあたり岩切先生、棟安先生には有益な助言を頂きました。お礼申し上げます。

# 脱・パリパリ教科書

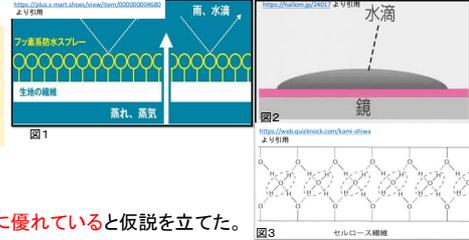
3年次理系生徒

## 1 研究の動機

雨の日にかばんの中の教科書が濡れていることがあり、それを防げるような方法やものが何であるか考えたから。

## 2 仮説

先行研究より  
撥水できる素材・・・①表面がとても細かい凹凸で表面を覆っているもの(図1)。  
②表面が疎水性の物質でできているもの(図2)。  
水と紙の関係性・・・普通の紙の場合、水に濡れると紙に含まれたデンプンの結合がほぐれてしまい、乾燥しても全ての結合が元に戻らない(図3)。  
ただし、和紙の場合、紙にデンプンが含まれていない。



①もしくは②を満たす素材で本を守り、本の素材に和紙を使えば撥水性や耐浸水性に優れていると仮説を立てた。

## 3 研究方法

～素材の実験～

実験①:木の板を傾けて固定し、板にそれぞれ素材を貼る。そこへ水を流して板の上を通り落ちてきた水を測る(写真1)。  
⇒弾いた水が多いほど撥水力は大きいとして考える。

～紙の実験～

実験②:教科書を想定し、二種類の紙(半紙、コピー紙)の表面に油などを塗ったものと何も塗っていないものを用意し、水に濡れる様子を調べる。

実験③:二種類の紙(半紙、コピー紙)を水に浸して乾燥後の様子を観察する。

⇒その後、ヨウ素溶液を用いて、デンプンが検出されるかを調べる。

実験④:牛乳パックで簡単な和紙を作り、水を濡らした後の変化を顕微鏡を用いて調べる(写真2)。



## 4 結果

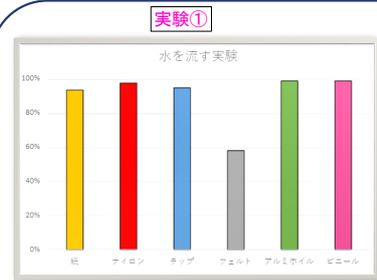


図4 フェルト以外の素材は95%以上水を弾いた

表1: コピー紙と半紙の比較

種類	普通	ノリ	ワックス	油
コピー紙	×	×	×	×
半紙	●	×	×	×

●印: しなしな    ×印: パリパリ

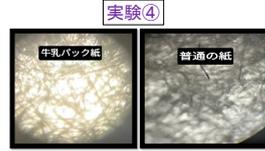


写真4



写真3

## 5 考察

実験①: (図4)と加工のしやすさ、入手のしやすさから教科書を保護するにはラップとアルミホイルの2種類に着目するのよと考えた。また、参考文献よりラップは表面はとても細かい凹凸を持っていることがわかった。また、アルミホイルは表面に特殊加工がされており、疎水性を持つことが分かった。

実験②: 半紙は全ての項目でしなしなになり、コピー紙は全ての項目でパリパリになると予想していたが、実際は(表1)のような予想に反した結果になった。これは紙に塗った物質が水に溶けてしまい、それが固まったことで半紙もパリパリになったと考えた。

実験③: (写真3)より、やはり半紙はデンプンが溶けないため、厚さがコピー紙に比べ小さいことがわかり、また(写真4)より、画像ではわかりにくいが見え始める程、乾燥後のコピー紙のみ青紫色に変色した。⇒デンプンが溶けた。

実験④: 牛乳パックで作った簡単な和紙は濡らす前と濡らした後で繊維の様子が変わっていないことから、やはり、和紙のデンプンは溶けずに繊維がほつれないことがわかった。

以上の4つの実験より、私たちが最初に考えた仮説は撥水性の素材や紙の性質の面より成り立つと結論づけた。

よって 現実的ではないが和紙で作られた本にアルミホイルかラップのブックカバーを付ければもし雨で濡れたり湿ったりしても本はパリパリにはならない!

## 6 今後の課題

今後は、ラップとアルミホイルのどちらが適しているか、さらに、形状についても考えていき、実際に和紙で作られた本にラップやアルミホイルで作られたブックカバーを付けて本当に本がパリパリにならないのかを検証したい。

## 7 参考文献

1) フロロテクノロジー (2019年) 「撥水性とは? 防水との違いや水を弾く仕組み・原理、性能やメリットなどを詳しく解説」 <https://www.fluorotech.co.jp/column/waterrepellent.html> 2023年6月23日  
 2) ダ・ヴィンチWeb (2018年) 「撥水(はっすい) スプレーはなぜ水をはじくのか? 便利グッズのすごい技術」 <https://ddnavi.com/review/463465/a/> 2023年6月30日  
 3) ビッグロップ (2017年) 「サララップはなぜくっつくのか」 <https://enjoy.sso.biglobe.ne.jp/archives/wrap/> 2023年6月30日  
 4) 藤原製菓 (2019年) 「コラム『超撥水材料』材料の子カラ」 <https://www.nims.go.jp/chikara/column/water-repellent.html> 2023年9月8日  
 5) QuizKnock (2019年) 「濡れた紙がシワシワになるのはなぜ?」 <https://web.quizknock.com/kami-shiwa> 2024年5月7日

## 玉ねぎの皮からより効果の高い日焼け止めをつくるには

3年次理系生徒

### キーワード（用語説明）

ケルセチンとは玉ねぎの皮に含まれる紫外線を防ぐ物質で、玉ねぎ以外にブロッコリー、レタス、緑茶にも含まれている。

UV ビーズとはフォトクロミックとよばれる発色原理をつかったビーズのことで通常時は白色だが、紫外線を当てることでこのように紫色や赤色、黄色などに変色する。紫外線が強いほど、また、紫外線を吸収した量が多くなるほど色の変化は大きくなり色が濃くなる。

### 1. 研究の動機と目的

玉ねぎの皮から日焼け止めを作るサイト<sup>1)</sup>を見て、本当に玉ねぎから日焼け止めを作れるのかまた、どのようにしたらより効果の高い日焼け止めを作れるのか気になった。

### 2. 仮説

①先行研究<sup>2)</sup>より玉ねぎのケルセチン含有量を増やすには、玉ねぎの中心部に近づくほどケルセチンの含有量が低下すると書いてあったため、日光があたりやすい皮に多くのケルセチンが含まれていると考えた。玉ねぎの皮に日光を当て、紫外線を浴びることでケルセチン含有量が増え、紫外線防御効果が高まるのではないかと。

②玉ねぎの皮の細胞を破壊することによって、ケルセチンを抽出しやすくなり、紫外線防御効果が高くなるのではないかと。

### 3. 方法

実験1 玉ねぎ2個分の皮をビーカーの水 100mlに入れてから5分間湯がき、玉ねぎの成分を抽出する。次に、直射日光の当たらない部屋で、先ほどの方法で抽出した液にUV ビーズ5個を入れて浸したものにUV ライトを10秒間当てる。

このUV ビーズの色の变化からそれぞれの玉ねぎの皮から抽出した液がどれだけ紫外線を防いだのかを考える。玉ねぎの皮は茶色い部分のみを使用すること、天日干しは、実験を行う前日から1日中行うものとするという条件のもとで実験を行った。

表1 実験を行った条件

	ビーカーに入れたもの	天日干しの有無	粉末状にする	熱する時間
A	水 100 mlと玉ねぎの皮	なし	しない	5分
B	水 100 ml	なし	しない	5分
C	水 100 mlと玉ねぎの皮	あり	しない	5分
D	水 100 mlと玉ねぎの皮	なし	する	5分
E	水 100 mlと玉ねぎの皮	なし	しない	10分

実験2 実験1作った1番効果の高い日焼け止め（条件C,D,Eを組み合わせたもの）は市販のものと同程度くらい差があるのか比較した。天日干し、10分間熱し、粉末状にしたものと市販の日焼け止め5mg（SPF50++）を水で1.5倍、2倍薄めて実験した。

#### 4. 結果

UV ライトを当てる前のビーズは、白色になった。10 分間熱した条件 B は 1 番色が濃く、条件 C, D, E では、ほかの条件に比べて色が薄くなった。

##### 実験 1



元のビーズ

A

B

C

D

E

##### 実験 2



実験で作った日焼け止め

1.5 倍薄めた時

2 倍薄めた時

#### 5. 考察

実験 1 条件 A, B より、水には紫外線防御効果がなく、玉ねぎの皮には紫外線防御効果があることが分かった。条件 A, C より、仮説どおり実験を行う直前に紫外線を浴びることで、紫外線防御効果が高まったと考えられる。条件 AD から粉末状にしたものは効果が高まったことから玉ねぎの収穫時期、栽培環境も紫外線防御効果に関係するのではないかと考えた。条件 A, E から熱する時間が長い方が効果は高くなった。

実験 2 水で約 1.5 倍薄めた時と同じくらいになった。日焼け止めをつくる前に天日干しをして、10 分以上玉ねぎの皮を入れた水を熱するとより効果の高い日焼け止めができた。しかし市販のものよりも効果がかかなり小さかった。

#### 6. 今後の課題

市販の日焼け止めに比べると玉ねぎの皮から作った日焼け止めは効果がまだ小さく、持続力などを調べきれていないので、より効果の高い日焼け止めを作るためにどのような工夫ができるか考えたい。

#### 7. 参考文献

- 1) 滋賀高校. (2017 年) 紫外線防御効果を用いた日焼け止めの作成 <http://www.hikonehg-h.shiga-ec.ed.jp/blog/wp-content/uploads/2020/08/707a49d21b9bca5abafbe23d5920c9aa-2.pdf> 2023 年 6 月 30 日
- 2) 本かりんの会. (2021 年) 敏感肌の日焼け防止。タマネギには驚異の紫外線防止効果が！ <https://honkarin.com/archives/642> 2023 年 6 月 30 日

#### 8. 謝辞

本研究に当たって、岩切先生、棟安先生には貴重なご意見ご指摘をいただきました。ここで謝辞を申し上げます。

# 玉ねぎの皮からより効果の高い日焼け止めをつくるには

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的

玉ねぎの皮から日焼け止めをつくるサイト<sup>1)</sup><sup>2)</sup>を見て、どうしたらより紫外線吸収効果の高い日焼け止めを作ることができるのか気になった。

## 2. 仮説

玉ねぎの皮が紫外線を浴びると紫外線防御効果が高くなるのではないかと。玉ねぎの皮の細胞を破壊することで、ケルセチンが抽出されやすくなって紫外線防御効果が高くなるのではないかと。

## 3. 実験方法

- ①玉ねぎ2玉分の皮をビーカーの水100mlに入れて5分湯がき、玉ねぎの成分を抽出する。
- ②直射日光の当たらない部屋で、抽出液にUVビーズ5個を入れて浸したものにUVライトを10秒間当てる。(なお次の条件AからEで実験する)

表1 実験を行った条件

	ビーカーに入れたもの	天日干しの有無	皮を粉末状にする	熱する時間
A	水100mlと玉ねぎ2玉分の皮	なし	しない	5分
B	水100ml	なし	しない	5分
C	水100mlと玉ねぎ2玉分の皮	あり	しない	5分
D	水100mlと玉ねぎ2玉分の皮	なし	あり	5分
E	水100mlと玉ねぎ2玉分の皮	なし	しない	10分

- \*玉ねぎの皮は、茶色い部分のみ使い、粉末状にする。
- \*天日干しは、実験する前日から1日中行うものとする。

## 4. 結果



UVライトを当てる前



条件A



条件B



条件C



条件D



条件E

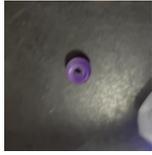
私たちが作った1番効果の高い日焼け止めは市販のものとどれくらい差があるのか比較した。天日干しし、10分間熱し、粉末状にしたものと市販の日焼け止め(SPF50++)を水で薄めて比較する。  
\*日焼け止め5mlを基準にする。



作った日焼け止め



1.5倍



2倍

## 5. 考察

- ・条件A, Bより、水には紫外線防御効果がなく、玉ねぎの皮には紫外線防御効果がみられる。
- ・条件A, Cより、紫外線を浴びることで、紫外線防御効果が高まったと考えられる。  
→玉ねぎの収穫時期、栽培環境も関係するのではないかと。
- ・条件A, Dから粉末状にしたもの紫外線防御効果は高まった。
- ・条件A, Eから熱する時間が長い方が紫外線防御効果は高まった。

**日焼け止めをつくる前に天日干しをして、10分以上玉ねぎの皮を入れた水を熱するとより効果の高い日焼け止めができる。しかし市販のものよりも効果がかなり小さい。**

## 6. 今後の課題

結果を受けて、市販の日焼け止めと比べると玉ねぎの皮から作った日焼け止めは効果がまだ小さく、持続力などを調べきれていないので、より効果の高い日焼け止めを作るためにどのような工夫ができるか考えていきたい。

## 7. 参考文献

- 1) 滋賀高校. (2017年) 紫外線防御効果を用いた日焼け止めの作成 <http://www.hikonehg-h.shiga-ec.ed.jp/blog/wp-content/uploads/2020/08/707a49d21b9bca5abafbe23d5920c9aa-2.pdf> 2023年6月30日
- 2) 本かりんの会. (2021年) 敏感肌の日焼け防止。タマネギには驚異の紫外線防止効果が! <https://honkarin.com/archives/642> 2023年6月30日

## 手の平の上でシャボン玉を弾ませるには

3年次理系生徒

**キーワード：**ロータス効果…ハスの葉が水を弾いている現象 ハスの葉は凹凸のある微細構造と表面の化学的特性があり、葉の表面についた水は表面張力によって水滴となり、転がり落ちる。

### 1. 研究の動機と目的

私たちは幼少期のころシャボン玉に触れると割れてしまうということを残念に思っていた。そのことから、手の平の上で弾ませることができるくらい強いシャボン玉を作ろうと考えた。

### 2. 仮説

シャボン玉の強度を上げるためには粘着性と凝固性が必要であるという先行研究から化粧水の成分であるグリセリンとコンタクト洗浄液の成分であるホウ酸をシャボン液に加えると手の平の上でシャボン玉を弾ませることができるのではないかと考えた。

### 3. 方法

- ①水と洗剤と洗濯のりを混ぜて一般的なシャボン液 (A)を作る。(水:洗剤:洗濯のり=20:5:1)
- ②それぞれにグリセリン, ホウ砂を一定の量(A)に入れる。
- ③クリアファイルに直径7.5cmで書いた円に合わせてシャボン玉を作る。
- ④シャボン玉が出来てから、割れるまでの持続時間をストップウォッチで計測する。
- ⑤それぞれのシャボン液で5回ずつ実験を行い平均を求める。

### 4. 結果

表1

グリセリン	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均(時間.分)
3g	1.23	1.22	1.00	1.47	1.05	1.19
5g	1.16	1.32	2.36	1.19	1.50	1.50
7g	1.16	1.05	0.50	1.53	1.32	1.13
10g	1.16	0.52	0.55	1.04	1.06	0.86
15g	0.58	0.45	1.07	1.22	0.43	0.75

表2

ホウ砂	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均(時間.分)
0.1g	1.14	0.42	0.53	0.57	0.34	0.51
0.2g	2.10	1.33	1.36	0.19	0.21	1.12
0.3g	×	×	×	×	×	×

- (i) グリセリン 5g を加えたとき最も持続時間が長くなった。
- (ii) ホウ酸は 0.2g 加えたとき最も持続時間が長くなった。
- (iii) 素手ではシャボン玉は割れてしまったが軍手をつけるとシャボン玉を弾ませることが出来た。

## 5. 考察

グリセリンは三価のアルコールであり粘度が高いことから、シャボン玉の粘度を高めて膜が割れるのを防いだと考えた。

軍手には細かい毛がついており、それらがクッションとなって力を分散することで、シャボン玉が弾んだ時の衝撃を抑えることが出来て割れずにキャッチすることができたと考えた。

## 6. 今後の課題

素手の状態でもシャボン玉を弾ませることができるようにするために新たな物質に注目したり、温度との関係性を調べる。

## 7. 参考文献

- 1) 川勝康弘(2022 1/25). 『465日割れなかったシャボン玉の物語』 <https://www.sciencenews.org/article/bubble-everlasting-pop-water-glycerol-microparticles/> 2023年7月14日
- 2) Yamagata University(2010). 『やってみよう!理科実験』(手ではずむシャボン玉で遊ぼう). 『やってみよう!理科実験』 (<https://youtu.be/cUp0aQdJju0?si=G6j8sMlviJTWDoHUnivaersity/実>) 2023年9月24日

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、森本先生には大変有益な助言を頂きました。心より感謝申し上げます。

## 手の平の上でシャボン玉を弾ませるには

3 年次理系生徒

### 動機

私たちは幼少期の頃、シャボン玉を触ると割れてしまい残念に思っていた。そのことから、手の平の上で弾むことが出来るくらい強いシャボン玉を作ろうと考えた。

### 仮説

「465日割れなかったシャボン玉の物語」という文献から、シャボン玉の強度を上げるためには粘着性と凝固性が必要であることが分かり、化粧水とコンタクト洗浄液を入れ実験を行った結果持続時間が長くなった。この結果より化粧水の成分であるグリセリンとコンタクト洗浄液の成分であるホウ砂の量を調節することで手の平でシャボン玉を弾ませることができると考えた。

### 方法

- ①水と洗剤と洗濯のりを混ぜて一般的なシャボン液 (A) を作る。(20:5:1)
- ②それぞれにグリセリン, ホウ砂を一定の量 (A) に入れる。
- ③直径7.5cmで書いた円にシャボン玉を作る。
- ④シャボン玉が出来てから、割れるまでの持続時間をストップウォッチで計測する
- ⑤各シャボン液で5回ずつ行い、持続時間の平均を求め、持続時間が最も長いシャボン液を調べる。



### 結果

	1	2	3	4	5	平均
グリセリン3g	1.233	1.22	1.00	1.47	1.05	1.194
グリセリン5g	1.16	1.32	2.36	1.19	1.5	1.50
グリセリン7g	1.16	1.05	0.50	1.53	1.32	1.13
グリセリン10g	1.16	0.52	0.55	1.04	1.06	0.866
グリセリン15g	0.58	0.45	1.07	0.43	1.22	0.75
ホウ砂1g	×	×	×	×	×	×
ホウ砂5g	×	×	×	×	×	×
ホウ砂0.1g	1.14	0.42	0.53	0.57	0.34	0.6
ホウ砂0.2g	2.1	1.33	1.36	0.19	0.21	1.638
ホウ砂0.3g	×	×	×	×	×	×

グリセリンを5.0g加えたとき、最も持続時間が長くなった。  
 ホウ砂は0.2g加えたとき、最も持続時間が長くなった。  
 また、ホウ砂を0.3g以上加えたときはスライムになり、シャボン玉ができなかった。  
 その後、グリセリンを5g加えたシャボン液でシャボン玉を作り手の平の上で弾ませてみると、素手ではシャボン玉が割れてしまったが、軍手をつけると、弾ませることができた。

### 考察

グリセリンを加えると割れにくくなった



粘着性があるため、シャボン玉の粘度が高まり、膜が割れるのを防いだと考えられる。

軍手をつけるとシャボン玉を弾ませることができた。



軍手の表面には細かな毛が浮き立っているため、シャボン玉がこの細かな毛に当たるとロータス効果ではじかれて割れないため。  
 ロータス効果とはハスの葉が微細な凹凸により、撥水性を持つことで、今回の実験で軍手にも同様の効果が得られた。

### 今後の課題

前回までの実験を踏まえて、シャボン玉を軍手の平の上で弾ませることができた。さらに素手で弾ませるためにもグリセリンやホウ砂以外にも有効な物質を使用したり、温度との関係なども調べてみたい。

### 参考文献

- 1) 川勝康弘(2022 1/25). 『465日割れなかったシャボン玉の物語』 . <https://www.sciencenews.org/article/bubble-everlasting-pop-water-glycerol-microparticles/2023年7月14日>
- 2) Yamagata University(2010). 『やってみよう!理科実験』(手ではずむシャボン玉で遊ぼう). 『やってみよう!理科実験』 ( <https://youtu.be/cUp0aQdJju0?si=G6j8sMlvjTWwDoHUnivaersity/実> (2023年9月24日

## ボトルフリップの成功率を上げるには

3年次理系生徒

### キーワード

ボトルフリップ：一定量の水が入ったペットボトルを空中で回転させ、底を下にして直立させる遊び

### 1. 研究の動機と目的

普段ボトルフリップで遊んでいるときに成功率を上げる方法を調べたいと思ったから。

### 2. 仮説

仮説1：水量が内容量の3分の1かつ、底が平らなペットボトルの成功率が高い。

仮説2：内容物の濃度や粘度を上げたとき、液体から固体にしたとき成功率が高い。

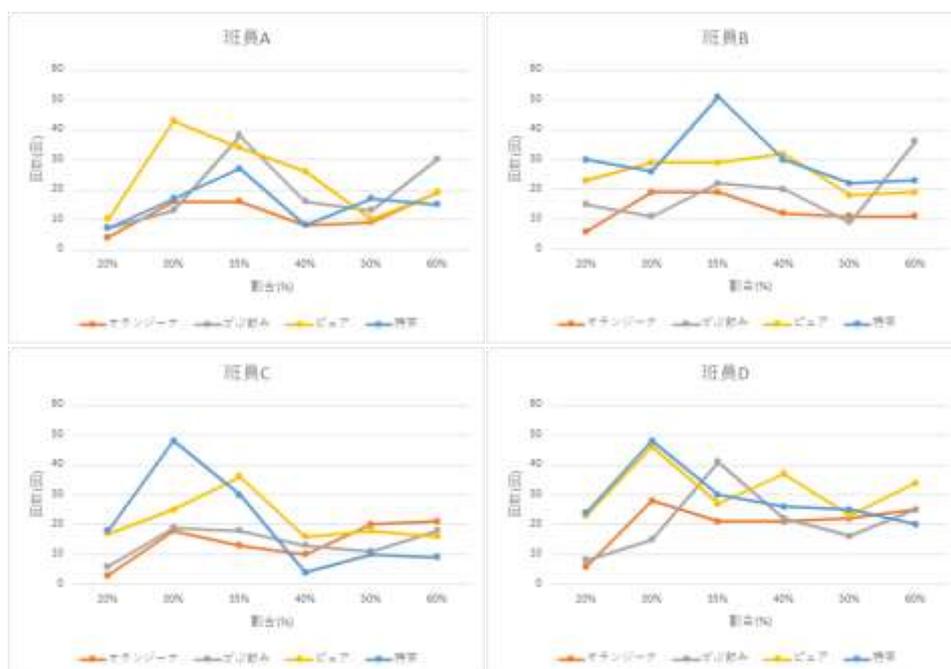
### 3. 方法

実験1：形状の異なるペットボトルを4本用意する。ボトルの容量の20%から60%で10%間隔で水量を変え、班員4人がそれぞれ100回ずつ投げて空中で1回転させ、地面に立った回数を調べる。30%と40%の場合に良い結果が得られたことから35%でも検証を行う。

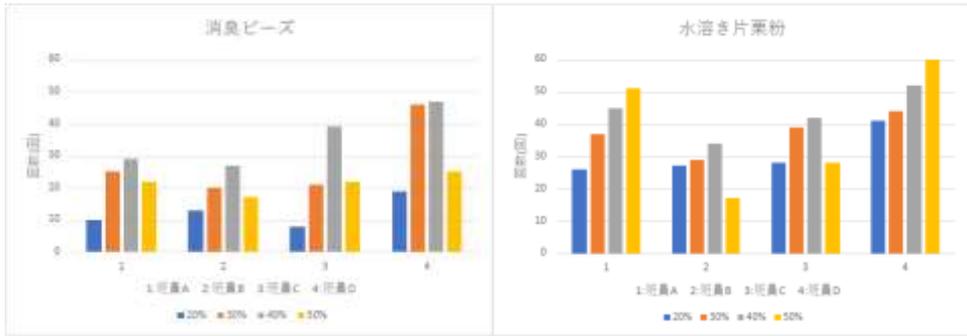
実験2：ペットボトルの形状は統一し、ボトルの容量の20%から50%で10%間隔で内容物（消臭ビーズ、水溶き片栗粉）の量を変え、実験1と同様に調べる。\* 水溶き片栗粉→(水:片栗粉=2:1)

### 4. 結果

<実験1>



<実験2>



5. 考察

実験1では水量が内容量の30%と35%の成功回数が多くなったことから水量が内容量の3分の1のときに成功率が高くなると考えた。20%では重さが足りず、着地の際に跳ねて倒れてしまうことが多かったことと、40%以上は重さが増えるにつれてボトルを回転させるのが難しくなったことから、着地しやすいかつ回転させやすい重さが内容量の3分の1であったと考えられる。また、ボトルの種類別で見るとピュアと特茶の成功回数が多くなった。がぶ飲みとオレンジーナは底面の凹凸が大きく、着地時に地面と触れる面積が小さいため安定しづらく、それに比べてピュアの森と特茶は凹凸が小さいため、地面と触れる面積が大きく安定しやすくなり成功回数が多くなったと考えられる。

実験2では消臭ビーズを使用すると40%のとき、水溶き片栗粉を使用すると40%と50%のときに成功回数が多くなった。また、グラフを比較すると水溶き片栗粉の成功回数が多くなった。消臭ビーズの成功率が低くなったのは、着地時に消臭ビーズが中で跳ねてしまい、全体に広がったため安定しにくかったからで、水溶き片栗粉の成功率が高くなったのは、液体の粘度が高いため着地時に広がることなく安定しやすかったからだと考えられる。さらに、水では内容量の30%~40%の時に成功率が高くなったが、水溶き片栗粉では40%~50%の時に成功率が高くなった理由として水溶き片栗粉の方が密度が小さく、同じ重さの時に水より体積が大きくなり、安定感が増したからだと考えられる。

6. 今後の課題

実験の間隔が少し空いてしまうことがあったため、なるべく短期間で実験を行うことができるようにしたい。また、今後はペットボトルの投げ方についても詳しく調べていきたい。

7. 参考文献

- 1) 碧南市. (2017). 「まなびサポート 科学コンクール」 <https://www.city.hekinan.lg.jp/material/files/group/47/54696205.pdf> 2023年9月22日
- 2) 「Water Bottle Flip Edition (水ペットボトルの宙返り)の科学」<http://proto-ex.com/data/810.html> 2023年9月22日
- 3) 「宮城仙台第三高等学校 ペットボトルフリップ成功率の条件の検討」 [https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame\\_id=504](https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame_id=504) 2023年9月22日

8. 謝辞

徳永先生・田渕先生・井上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。

# ボトルフリップの成功率を上げるには

## 3年次理系生徒

### キーワード説明

ボトルフリップ・・・一定量の水が入ったペットボトルを空中に投げて回転させ、底を下にして直立させる遊び

### 1. 研究の動機と目的

普段ボトルフリップで遊んでいるときに上手くできる方法はないかと考え、内容物の量と粘度を変えたときの成功率を調べたいと思ったから。

### 2. 仮説

仮説1：水量が内容量の3分の1かつ、底が平らなペットボトルが成功しやすい。

仮説2：内容物の濃度や粘度を上げたとき、液体から固体にしたとき着地がしやすくなる。

### 3. 方法

実験1：形状の異なるペットボトルを4本用意し、それぞれボトルの容量の20%から60%で10%間隔で水量を変えて、班員4人がそれぞれ100回ずつ投げて空中で1回転させ、地面に立った回数を調べる。

実験2：ペットボトルの形状は統一し、ボトルの容量の20%から50%で10%間隔で内容物（消臭ビーズ、水溶き片栗粉）の量を変えて、実験1と同様に調べる。

\* 水溶き片栗粉→(水:片栗粉=2:1)

### 4. 結果

<実験1>

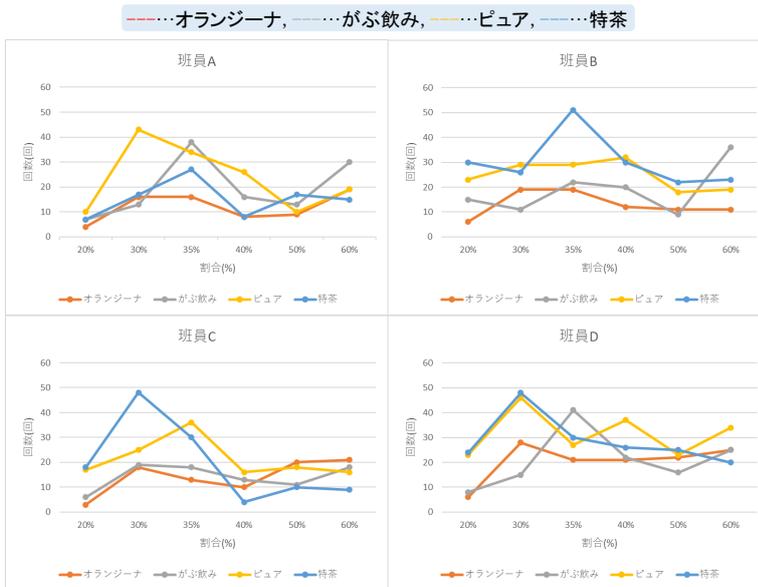


図1：水量の割合と成功回数の推移

<実験2>

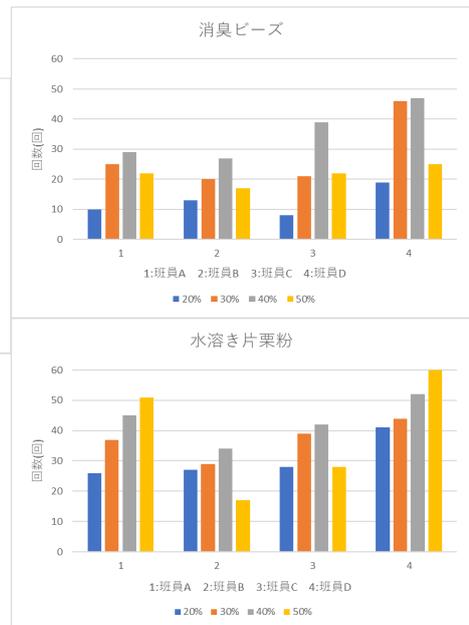


図2：内容物の量の割合と成功回数の推移  
(上:消臭ビーズ 下:水溶き片栗粉)

### 5. 考察

- ・内容物の水量が30%~35%のときに成功率が高い  
→内容量の3分の1のときに最も着地しやすく、回転しやすい
- ・内容物が消臭ビーズのときの成功率が低い  
→着地時にビーズが全体に広がってしまい、安定しにくかったから
- ・内容物が水溶き片栗粉のときの成功率が高い  
→着地時、粘度が高いため液体が底に留まり、安定したから

### 7. 参考文献

- 1) 碧南市. (2017). 「まなびサポート 科学コンクール」 <https://www.city.hekinan.lg.jp/material/files/group/47/54696205.pdf>
- 2) 「Water Bottle Flip Edition (水ペットボトルの宙返り) の科学」<http://proto-ex.com/data/810.html> 2023年9月22日
- 3) 「宮城仙台第三高等学校 ペットボトルフリップ成功率の条件の検討」  
[https://sensas.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/01fad715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame\\_id=504](https://sensas.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/01fad715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame_id=504)  
2023年9月22日

### 6. 今後の課題

今回はペットボトルの形状や内容量、内容物に着目して実験を行ったので、今後はペットボトルの投げ方についても詳しく調べていきたい。

## マイクロ水力発電の効率の良い水車とその実用性

3年次理系生徒

### キーワード；マイクロ水力発電

マイクロ水力発電とは、ダムなどによる大水力発電や、中水力、小水力、ミニ水力発電などよりさらに小さい発電規模の水力発電のことだ。

### 1. 動機と目的

私たちはもともと発電やエネルギーといった分野に興味があり、水力発電に注目した。

さらに調べてみると、「マイクロ水力発電」という工場やプールなどの循環水処理施設などで行うことができる発電方法を知った。私たちは家庭などの、より身近なところでこのマイクロ水力発電を行うことができればエネルギー問題にも貢献できると考え、特に羽の形状に注目し引き続き研究を行い、マイクロ水力発電の実用性について考察した。

### 2. 仮説

マイクロ水力発電の発電効率が良くなる水車の条件は

- 1、「羽の面積の大きさは大きい」（水を受ける面積が大きくなるため）
- 2、「羽は水車の外側につける」（水車を回す力が外側にかかり、回りやすくなるため）
- 3、「羽に段差をつける」（段差があることで羽が器のような働きをし、水車が回りやすくなるため）

### 3. 実験方法

先行研究と同様の方法で研究を行った。5mmの厚さの発砲スチロール板を半径4cmの水車の形にし、羽を出し入れするためのスリットは4箇所作製した。発電量は電圧、電流ともにテスターで計測して電力を算出し、瞬間の発電量の最大値とした。

実験1；仮説1を調べるため、1×4cm、2×4cm、3×4cmの羽を作製し、それを水車に1cm差し込んで実験を行った。

実験2；仮説2を調べるため、外側は実験1の結果を用いて水車に2cmの溝を作製し2×4cmの羽を水車の内側にさした。そして、その羽の設置場所を変化させて発電量を調べた。

実験3；仮説3を調べるため、4cmの羽に1×4cmの段差を接着した羽を作製し、それを水車の1cmの溝に差し込み、段差の部分は水車の外側に飛び出るようにして発電量を調べた。

### 4. 結果

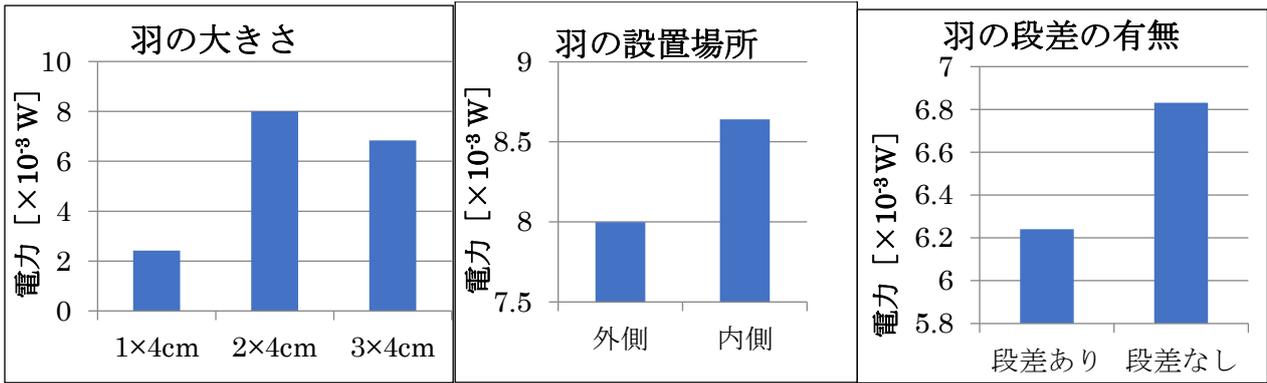


図1 各実験の結果 (左から実験1、2、3)

実験1の羽の大きさを変える実験では3つの大きさの羽のうち真ん中の2×4cmの羽のものの発電量が一番多くなった。

実験2の羽の設置場所を変える実験では、水車の内側に羽をつけたほうが発電量が多くなった。

実験3の羽の段差の有無を変える実験では、羽に段差がないほうが発電量は多くなった。

## 6. 考察

1、面積は3つの大きさのうち真ん中のものが一番発電量が多くなった。これは羽が小さいと水を受け止められず、大きいと空気などの抵抗が大きくなるから。

2、外側につけるよりも内側につけたほうが良い理由は、空気抵抗が大きくなってしまうから。

3、段差がない方がよい理由は水車のバランスが悪くなってしまったから。

また、今回の結果から実用性について考えた結果、姫路市の全世帯がマイクロ水力発電を設置すると、一般的な水力発電1.5個分に相当すると考えられる。もう少し発電効率が良くなるように改良して実用化すれば、かなりの電気量を節約できる再生可能エネルギーになると考えられる。

## 7. 今後の課題

1つ目の課題は、マイクロ水力発電を使うにあたりさらに効率の良い発電方法や、羽の配置を考えることだ。2つ目の課題は、マイクロ水力発電を実用化したときに環境に及ぼす影響を考え、その対処法を考慮することである。

## 8. 参考文献

- 1) 秋澤涼, 芦田正樹, 上田裕樹, 宮崎隆彦 (2009) マイクロ水力発電機用タービン翼の試験と管内流れの観察 (翼流れ・衝撃波, 一般講演) (日本機械学会関東支部総会講演会講演論文集, 15 巻)
- 2) 酒井孝寿 (2012) マイクロ水力発電の事務所ビル等への適用 (電気設備学会誌, 32 巻 4 号, pp. 266-270)
- 3) 清水徹朗 (2012) 小水力発電の現状と普及の課題 (農林金融, 65 巻第 10 号, pp2-20)
- 4) 中部電力 水車の種類-水力発電の仕組み

## 9. 謝辞

この研究において助言をくださった先生方にはここで謝辞を申し上げます。

# マイクロ水力発電の効率のよい水車と実用性

3年次理系生徒

## 動機と目的

水力発電は二酸化炭素の排出量が少なく、エネルギー変換効率も高いが自然破壊などの問題もある。私たちは水力発電のデメリットをカバーできる家庭で行える水力発電、マイクロ水力発電が可能なることを実験で証明した。更に今年度は水車の羽に焦点をあて、去年よりさらに発電量が多くなる水車の条件を見つけるため実験を行った。



## キーワード

マイクロ水力発電 発電量

## 今までの結果

### マイクロ水力発電が効率よく発電する条件

- ①水車の大きさが小さい
- ②羽の枚数が多い
- ③おもりは羽の半数
- ④水車と羽根の大きさ 2 : 1
- ⑤羽に段差なし
- ⑥羽は水車内に収める

## 実験方法

去年度と同じ方法で研究を行った。発砲スチロール板を半径4cmの水車の形にし、羽を出し入れするためのスリットは4箇所作製した。

### 〈実験1〉

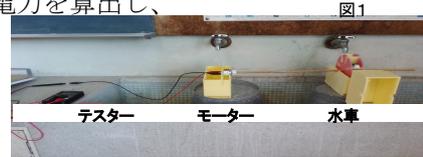
1×4cm, 2×4cm, 3×4cmの羽を作製し、水車に1cm、羽を差し込んで実験を行った。電圧、電流ともにテスターで計測 $P[W]=V[V] \times I[A]$ の式を用いて電力を算出し、瞬間の発電量の最大値をその水車の発電量とした。

### 〈実験2〉

水車に2cmの溝を作製し2×4cmの羽を水車の内側にしたものを作成した。羽の設置場所を変化させて発電量を調べた。

### 〈実験3〉

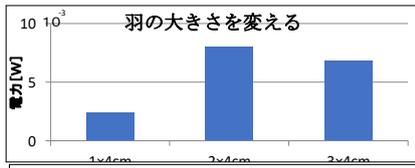
3×4cmの羽に1×4cmの段差を接着した羽を作製した。水車の1cmの溝に羽を差し込み、段差の部分は水車の外側に飛び出るようにした。



## 結果

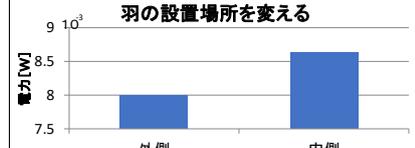
### 〈実験1〉

羽の大きさは2×4cmのものが発電量が多くなる



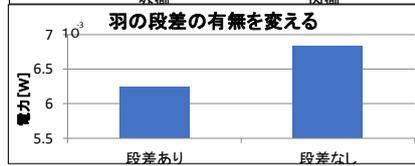
### 〈実験2〉

羽の設置場所は水車の内側にしたほうが発電量が大きくなる



### 〈実験3〉

羽に段差がないほうが発電量は大きくなる

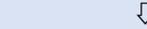


## 実用性

一般的な水車 → 約436万kWh発電 (一基当たり)  
 私たちが作った水車 → 28kWh発電 (一基当たり)

$$436 \text{万kWh} \div 28 \text{kWh} = 155714.3$$

約155714世帯にマイクロ水力発電1基を設置する



一般的な水車一基の発電量！

つまり！

姫路市の全体の23万世帯がマイクロ水力発電を設置する

⇒ 一般的な水力発電1.5個分に相当！

しかし

- ・家庭から何かしらの水がずっと出ていると
- 仮定した場合なので実際の発電値は
- かなり小さくなる
- ⇒ 現在実用化するのは難しい

## 考察

マイクロ水力発電の効率の良い条件を見つけることができ、実用性について考えた結果もう少し改良すれば実用的になることが分かった。改良して実用化すれば、かなりの電気を節約できる再生可能エネルギーになると思う。

## 今後の課題

- ・マイクロ水力発電でさらに効率の良い発電方法や配置を考える
- ・マイクロ水力発電を実用化したときに環境に及ぼす影響を考える！

## 参考文献

- 梶本千紗姫, 植原悠, 大塚和希, 藤田詩桜, 村上寛明 (2022) 超マイクロ水力発電は可能なのか
- 秋澤涼, 芦田正樹, 上田裕樹, 宮崎隆彦 (2009) マイクロ水力発電機用タービン翼の試験と管内流れの観察 (翼流れ・衝撃波, 一般講演) (日本機械学会関東支部総会講演会講演論文集, 15巻)
- 酒井孝寿 (2012) マイクロ水力発電の事務所ビル等への適用 (電気設備学会誌, 32巻4号, pp. 266-270)
- 清水徹朗 (2012) 小水力発電の現状と普及の課題 (農林金融, 65巻第10号, pp2-20)
- 中部電力 水車の種類-水力発電の仕組み [https://www.chuden.co.jp/energy/renew/ren\\_shikumi/wat\\_shikumi/suisha/](https://www.chuden.co.jp/energy/renew/ren_shikumi/wat_shikumi/suisha/) 2023年10月27日

## くるくるコイン募金箱の角度別のコインの転がり落ちるまでの時間

3年次理系生徒

### キーワード

ジャイロ効果…回転する物体が自身の姿勢を保ちながら回り続けようとする現象。

#### 1. 動機

くるくるコイン募金箱における硬貨の転がる時間に関する研究を読んで、くるくるコイン募金箱に興味を持ったが、斜面の角度が変化した場合に関する研究を見つけることができなかつたので私たち自身で硬貨が転がる斜面の角度を変えたときの動きの変化を計測する実験を行った。

#### 2. 仮説

硬貨の転がる斜面の傾斜角度が大きいほど、硬貨の質量も大きいほど転がる時間が短くなるという仮説を立てた。

#### 3. 実験①

円の型紙を作り、角度を30度、60度、90度、120度ずつに切り取ったものを円錐型にして斜面の角度をつけた。いろいろな硬貨をそれぞれ10回ずつ転がし、硬貨を投入してから硬貨が落ちる音が鳴るまでの時間を計測した。

#### 4. 実験①の結果

1円と5円以外の全ての硬貨において円から切り取った角度が120度、90度、30度、60度の順に経過時間が短かつた。また、60度の場合のみ、落下するまでの経過時間が短い順番と質量が小さい順番が一致した。60度で回した時が最も円を描く回数が多いことも分かつた。(表1)

(表1) コインの種類と平均通過時間

	1円	5円	50円	10円	100円	500円
30度	3.8	3.6	6.8	6.6	7.0	9.2
60度	4.1	7.2	10.1	10.1	10.4	10.6
90度	4.4	5.7	6.6	6.6	6.3	6.0
120度	2.7	2.2	3.0	3.0	2.4	

#### 5. 実験①の考察

60度では平均経過時間が最も長く、30度と60度の順番が入れ替わり仮説通りにはならなかつた。回転数が多いほうが落ちるまでに移動する距離も長くなるため、回転数が多かつた60度ほうが時間が長くなると考えた。また、10円玉と1円玉の軌道を比較すると、10円玉の方が一回り大きかつたことから質量が大きい方が遠心力が大きくなり大きな円の軌道を描くと考えた。

#### 6. 実験②

効果と斜面の摩擦を小さくするために斜面と発射口に紙をラミネートで覆つたものを使用し、実験①と同様の実験を行った。角度は30度、60度、90度に設定し、それぞれの角度で10円玉、100円玉、500

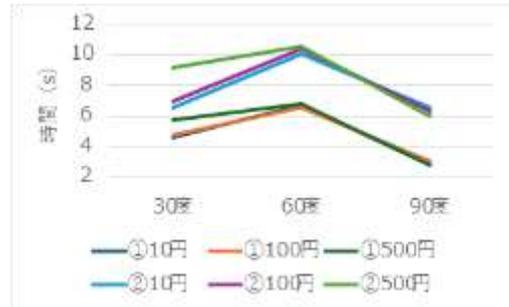
円玉を20回ずつ転がして落ちるまでの時間を計測した。実験回数を多くする事により正確な実験結果が求められるよう考慮した。

### 7. 実験②の結果

前回と同様に、60度で経過時間が最も長くなった。また、どの硬貨でも60度、30度、90度の順に経過時間が長くなった。(表2)(図1)

(表2) 硬貨の種類と平均通過時間

角度/ 円	① 10円	① 100円	① 500円	② 10円	② 100円	② 500円
30度	4.58	4.80	5.73	6.6	7.0	9.2
60度	6.72	6.53	6.82	10.1	10.4	10.6
90度	2.82	3.05	2.77	6.6	6.3	6.0



(図1) 角度と時間の関係

### 8. 実験②の考察

今回の実験で使用したラミネート加工したものの方が大幅に硬貨の経過時間が短かったのはラミネートフィルムの素材における摩擦係数が紙の摩擦係数より小さいからではないか、また、前回の実験で使用した紙の方が回転する時間が長いのは、ラミネートに比べて柔らかい紙は、硬貨が通過するときへこみやすく時間がかかるからではないかと考えた。そしてどの硬貨でも60度が最も経過時間が長かったのは、角度が小さいと斜面が緩やかになるため硬貨の速さが小さくなり、描く円の半径がすぐに小さくなっていくこと、角度が大きいきれいな円を描くが、傾斜が急なので斜面下向きに働く力が大きくなることから、今回の条件では60度の時が一番きれいな円を安定して描けており、最も経過時間が長くなる理由であると考えた。

### 9. 今後の課題

発射台の接続が緩くズレることがあったためずれない工夫をすること、および発射台から穴までの距離を統一する必要があると考えた。また発射台の角度も硬貨の動きに影響すると考えられるので、発射台の角度を変えて実験を行う必要もある。

### 10. 参考文献

- 1) Okomoto. (2024) 「バイクのジャイロ効果とは？影響と例を初心者に分かりやすく解説, バイクのジャイロ効果とは？影響と例を初心者向けにわかりやすく解説」. <https://oko-motorcycle.com/what-is-the-gyro-effect-lets-utilize-the-gyro-effect-for-bike-riding/20> 2023. 6. 5
- 2) B-damaFriends (2018) ビー玉コースター/じょうこの作り方. 「【ダンボール工作】ビー玉コースター/じょうご (漏斗) の作り方」. <https://www.youtube.com/watch?v=4i55B5dm2eE> 2024. 5. 24

### 11. 謝辞

本研究を行うにあたって、内海先生、坂本先生、山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。

# くるくるコイン募金箱の角度別の コインの転がり落ちるまでの時間

3年次理系生徒

## キーワード

ジャイロ効果：回転する物体が自身の姿勢を保ちながら回り続けようとする現象。

### 1. 研究の動機と目的

コインの転がる時間に関する研究を読み、コインが転がる斜面の角度を変えたときの経過時間の変化に疑問を持ち、実験を行った。

### 2. 仮説

角度が大きく、コインの質量が大きいほど転がる時間が短くなる。

### 3. 方法

くるくるコイン募金箱を用いて円から角度を30度、60度、90度、120度ずつに切りとり(図1)、それを円錐形にして、斜面の角度をつけた。発射台(図2)から日本硬貨全種をそれぞれ10回ずつ転がし、落ちるまでの時間を計測した。<sup>2)</sup>

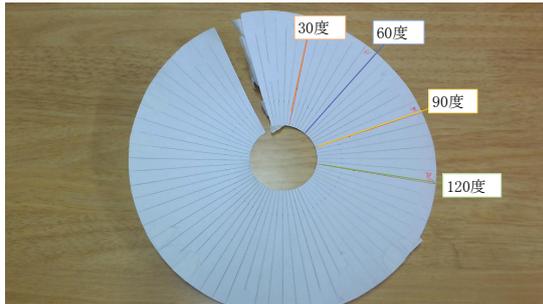


図1 円の角度



図2 発射口

### 4. 前回の結果

1円と5円以外の全ての硬貨が、120度、90度、30度、60度の順に経過時間が短いため**角度が大きい方が経過時間が短いとは言えない**。また、60度におけるコインの落ちるまでの時間の短い順番とコインの質量の小さい順番は一致した。(図3、表1)

### 5. 前回の考察

60度では最も硬貨が回る回数が多かった為、平均経過時間が最も長かったと考える。次に10円玉と1円玉の軌道を比較すると1円玉の方が一回り小さかった為、質量が小さいほうが動きの変化が少ないと考える。

### 5. 今回の実験

募金箱の材質を変えた場合経過時間に変化が生じるのかを調べるために追加実験を行った。

### 6. 方法

円にラミネート加工を施した。角度を30度、60度、90度に設定し、それぞれの角度で10円、100円、500円を20回ずつ転がし、落ちるまでの時間を計測した。

### 7. 結果

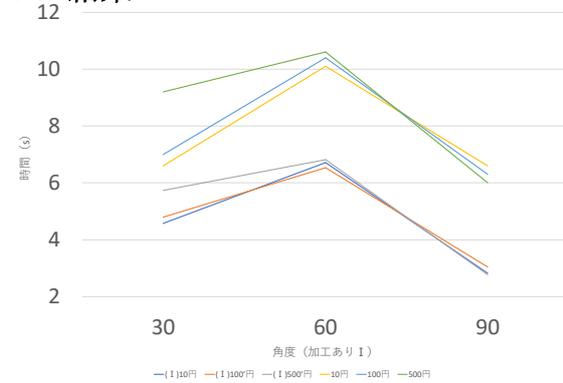


図3 角度と時間の関係

表1 ラミネート加工の有無による時間の変化

角度/硬貨	加工あり			加工なし		
	10円	100円	500円	10円	100円	500円
30度	4.58	4.8	5.73	6.6	7	9.2
60度	6.72	6.53	6.82	10.1	10.4	10.6
90度	2.82	3.05	2.77	6.6	6.3	6

### 8. 考察

ラミネート加工した方が経過時間が大幅に短くなったのは、ラミネートフィルムの素材における摩擦係数が紙の摩擦係数より小さいからではないか。どのコインでも60度が一番時間が長かったのは角度が小さいと斜面が緩やかになり、コインの速さが小さく描く円の半径がすぐに小さくなっていくこと、角度が大きいきれいな円を描くが、傾斜が急なので斜面下向きに働く力が大きくなるからではないか。

### 9. 今後の課題

角度をより細かくすることと発射台から穴までの高さを統一させる必要がある。また、発射台の角度も結果に影響があることが分かったので、発射台の角度を変化させて実験を行う必要がある。

### 10. 参考文献

- 1) Okomoto バイクのジャイロ効果とは？影響と例を初心者に分かりやすく解説, [バイクのジャイロ効果とは？影響と例を初心者向けにわかりやすく解説 | okomoto \(oko-motorcycle.com\)](http://okomoto.oko-motorcycle.com)
- 2) ビー玉コースター/じょうこの作り方. [【ダンボール工作】ビー玉コースター/じょうご\(漏斗\)の作り方 \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

## シャーペンの芯の折れる条件

3年次理系生徒

### 1. 研究の目的と動機

シャーペンを使っている最中にシャーペンの芯が折れてしまい、集中が途切れてしまったという経験がある人も多いと思う。そこで、シャーペンの芯を折ってしまう回数を減らし、集中が途切れてしまうのを防ぐことで、勉強の質を上げようと、シャーペンの芯が折れる条件について研究した。それに加えて、シャーペンの芯を折る回数を減らすことによって資源を大切にすることができると考え、この研究を行った。

### 2. 仮説

シャーペンと紙の接する角度は小さくなるほど、ペン先と手の距離は長くなるほど、文字を書く速さは大きくなるほど折れやすくなる。また軸が硬いシャーペンの方が柔らかいシャーペンを使った時より持つ長さによる折れやすさの変化は小さくなる。



図1 測定の様子

### 3. 方法

4種類の実験を行った。①芯と紙の接する角度を30°から75°まで変え、芯が折れた時の加わった力を測定した。②シャーペンの先端から1.2cm, 5.2cm, 9.2cmの距離で持ち、芯が折れた時の力を測定した。シャーペンの芯の先端にあるパイプと呼ばれる部分からそれぞれの長さでシャーペンを持ち、シャーペンの芯と紙の接する角度を60°に保ったまま、図1のように折れた時の力をはかりを用いて測定した。③力を一定に加え、芯と紙の接する角度を60°に固定し、芯が折れた時の速さを測定した。図2のビースピと呼ばれる速さを測定する装置を2つ並べ、その上に紙を置き芯が折れるときの速さを測定した。④1～3の実験で使用したシャーペンよりも軸が硬いシャーペンを用いて②の実験と同様に持ち手の位置を変えて加わった力を測定した。



図2 ビースピ

### 4. 結果

表1 角度と持つ位置を変えて折れた時の力の大きさ(実験①②)

	1.2cm	5.2cm	9.2cm
30°	425g	566g	792g
45°	483g	658g	816g
60°	615g	803g	1027g
65°	794g	1040g	2000g以上
70°	1030g	2000g以上	2000g以上
75°	2000g以上	2000g以上	2000g以上

表2 芯が折れた時の速さ(実験③)

1回目	63.3cm/s
2回目	63.6cm/s
3回目	62.8cm/s

表3 硬いシャーペンと柔らかいシャーペンを用いて折れた時の力の大きさ(実験④)

	柔らかいシャーペン	硬いシャーペン
1.2cm	615g	892g
5.2cm	803g	1033g
9.2cm	1027g	1283g

### 5. 考察

①仮説と同じで角度が小さいほど折れやすいという結果から、芯と紙の接する角度を大きくすると折れにくくなると考えられる。これは、角度が大きいほどシャーペンの先端にあるパイプから芯に加わる力が小さくなるためだと考えられる。②表1のように芯の先端から短く持つほど折れやすくなるという結果となった。このことから、シャーペンのしなり具合が芯の折れる条件と関係があると考えられる。③班員の線を書く速さの平均が50cm/sであるのに対し、芯が折れたときの速さが平均で63.2cm/s以上だという結果(表②)から、通常速さで書くと問題なく書けると考えられる。④硬いシャーペンの方が柔らかいシャーペンよりも折れた時の加わる力の差が小さかったことから、硬いシャーペンの方が力を加えた時にしなりにくいいため分散する力が小さく、傾きが小さくなったと考えられる(図3)。

このことから、シャーペンの芯と紙の接する角度をできるだけ90°に近づけ、シャーペンの芯の先端から遠い位置を持ち、平均の50cm/s以下の速さで硬いシャーペンを使うことによって芯は折れにくくなると言える。

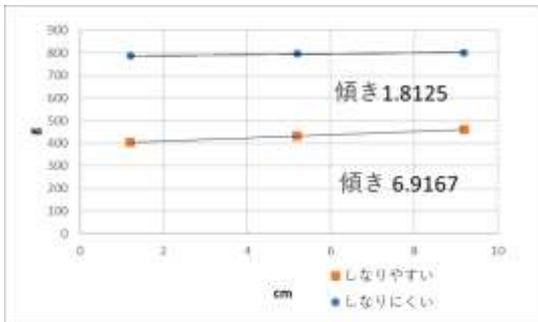


図3 シャーペンのしなり具合と折れた時の力の関係

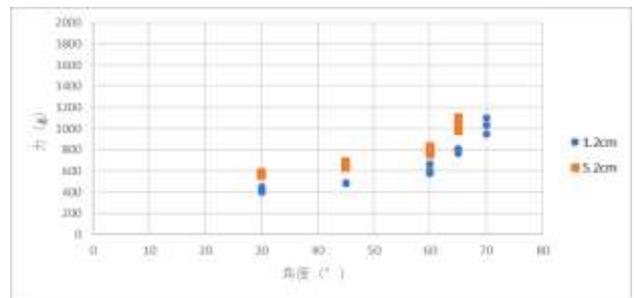


図4 角度と折れた力の関係

### 6. 今後の課題

今回の研究では、シャーペンの芯の折れる条件について調べたが、このことがシャーペンの芯と同様に日常的に折れる様子を目にするチョークについても同じことが言えるのかこれから解明していきたい。また、色や湿度を変え、それらがシャーペンの芯やチョークの折れる条件に関係するののかについても研究していきたいと考えている。また、結果のシャーペンの芯が折れる力と角度のグラフ(図4)がなぜこのような形になったのか、力を加える方向はどうなっているのかという点についても詳しく考えたい。

### 7. 参考文献

- 1)加速キッチン (2019) 「一番折れにくいシャーペンの芯はどれか」 <https://accel-kitchen.com>  
2024年1月12日
- 2)PILOT (2024) 「シャープペンシルの芯にまつわる豆知識」 <https://www.pilot.co.jp>  
2024年1月19日

# シャーペンの芯の折れる条件

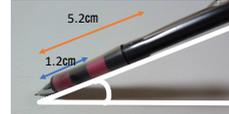
3 年次理系生徒

## 研究の動機と目的

日頃から私たちが使っているシャーペンの芯は使っている最中に折れてしまうことが何度もあり、その条件を研究し資源を大切にしたいと思い、この研究を行った。

## 仮説

- ①シャーペンと紙の接する角度は小さくなるほど、ペン先と手の距離は長くなるほど、文字を書く速さは大きくなるほど折れやすくなる。
- ②硬い(しなりにくい)シャーペンを使ったほうが柔らかい(しなりやすい)シャーペンを使ったときより持つ長さによる折れやすさの変化は小さくなる。



【図1】角度と先端からの長さ

## 方法

- ①図1のようにシャーペンの芯と紙の接する角度を変え、芯が折れたときのシャーペンに加わった力を、図2のようにはかりを用いて測定する。
- ②シャーペンの芯の先端(パイプ)から1.2cm(4分の1の長さ)、5.2cm(全体の半分の長さ)、9.2cm(4分の3の長さ)の位置で持ち(図1)、芯が折れたときのシャーペンに加わった力を①と同様に測定する。
- ③力を一定に加え、シャーペンの芯が折れるまで速さを上げていき、折れた時の速さをピースピー(図3)を用いて測定する。
- ④硬いシャーペンと柔らかいシャーペンで①と同様に測定する。



【図2】測定の様子



【図3】ピースピー

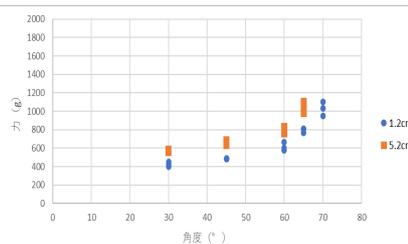
## 結果

折れた時の力	1.2cmの時	5.2cmの時
30°	425g	566g
45°	483g	658g
60°	615g	803g
65°	794g	1040g
70°	1030g	2000g以上
75°	2000g以上	

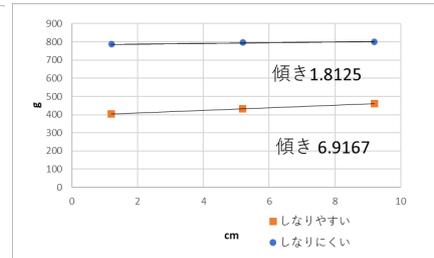
【表1】シャーペンの芯と紙の角度と折れた時の力(平均値)の関係

1回目	2回目	3回目
63.3cm/s	63.6cm/s	62.8cm/s

【表2】シャーペンの芯が折れた時の速さ(60°)



【図4】シャーペンの芯と紙の角度と折れた時の力の関係



【図5】シャーペンのしなり具合と折れた時の力の関係

## 考察

①仮説と同じで角度が小さいほど折れやすいという結果となった。これは、角度が大きいほどシャーペンの先端にあるパイプから芯に加わる力が小さくなるためだと考えられる。②芯の先端から短く持つほど折れやすくなるという結果となった。③班員の線を書く速さの平均が50cm/sであるのに対し、芯が折れたときの速さが平均で63.2cm/s以上だという結果となった。④硬いシャーペンの方が柔らかいシャーペンより加わる力の差が小さかったことから、硬いシャーペンの方が力を加えた時にしなりにくいため分散する力が小さく、傾きが小さくなったと考えられる。このことから、シャーペンの芯と紙の接する角度を大きくし、シャーペンの芯の先端と遠い位置を持ち、平均の50cm/s以下の速さで硬いシャーペンを使うことによって折れにくくなると言える。

## 今後の展望

今回の研究では、シャーペンの芯の折れる条件について調べたが、このことがシャーペンの芯と同様に日常的に折れる様子を目にするチョークについても同じことが言えるのか、またチョークの色や周りの湿度、書くスピードが折れる条件に関係するのについても研究していきたいと考えている。なぜ結果のシャーペンの芯が折れる力と角度のグラフがこのような形になったのか、書くときに力を加える方向はどうなっているのかという点についても詳しく考えたい。

## 参考文献

- ・光安美朝 (2019) 「シャーペンに加わる力と折れやすさ」 [physicsB2019-report-6.pdf](https://physicsB2019-report-6.pdf) ([accel-kitchen.com](http://accel-kitchen.com)) 2023年1月12日
- ・PILOT (2024) 「シャーペンの芯にまつわる知識」 [シャーペンシルの芯にまつわる豆知識](https://www.pilot.com/jp/lead-pencils/) | [かく、を学ぶ](https://www.pilot.com/jp/lead-pencils/) | [かく、がスキ](https://www.pilot.com/jp/lead-pencils/) | PILOT 2023年1月19日
- ・ZEBRA (2015) 「シャーペンの芯折れによる集中力への影響」 [シャーペンの芯折れによる集中力への影響](https://zebra.co.jp/lead-pencil/) | [ゼブラ株式会社](https://zebra.co.jp/) ([zebra.co.jp](https://zebra.co.jp)) 2023年1月19日

## 謝辞

本研究をするにあたって柗田先生、志摩先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

## 四つ葉のクローバーを作る方法

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機

私達は四つ葉のクローバーの花言葉である「幸せ」を世界に届けたいと思い、四つ葉のクローバーを作る効率の良い方法を探ることにした。

### 2. 仮説

先行研究によりクローバーが四つ葉になる原因は外的要因があること、クローバーの葉が分化する前の成長点である原基を傷つけることにより、生えてくる葉に変異が起こることが分かった。そこで、原基を直接傷つける方法により四つ葉が最も効率よく作成できるという仮説を立てた。

### 3. 実験方法

シロツメクサを三個のプランターで育て、それぞれ踏みつける(画像1参照)、原基をカッターで直接傷つける(画像2参照)、何もしないという3つの方法を行い、どの方法なら四つ葉のクローバー出来る確率が高くなるのか確かめた。(画像3参照)



(画像1)



(画像2)



(画像3)



(画像4)

<観察>シロトピア公園の複数の場所で15分間四つ葉のクローバーを探し、四葉のクローバーが多い場所の特徴を調べた。(画像4参照)

### 4. 結果

しかし四つ葉のクローバーは今回の実験では見つけることが出来なかった。観察では、四つ葉のクローバーは歩道の近くに生えやすいという傾向が少し見られた。

## 5. 考察

うまくいかなかった原因として、

- ・ 四つ葉のクローバーを見つけやすい季節というものがあり、葉がある程度成長した春先から初夏であること
- ・ 原基はとても小さく判別が難しいこと
- ・ 観察の頻度が少なかったこと
- ・ 踏みつける頻度が少なくクローバーにとって大した外傷にならなかった  
観察では、歩道の近くは踏まれる回数が多いため、四つ葉ができる可能性が高い

## 6. 今後の課題

- ・ クローバーはすぐに成長をするので、原基を見つけ、ピンポイントで傷つけられなかったので観察する頻度を増やす必要がある
- ・ 四つ葉のクローバーが生えている場所では比較的、人がよく通るため、それを再現するために踏みつける頻度を増やす必要がある

## 7. 参考文献

1) 日本植物生理学会. (2020). 「クローバーみんなのひろば」

[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=4679](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=4679) 2023年11月20日

2) 日本植物生理学会. (2006). 「四つ葉のクローバーと突然変異について」

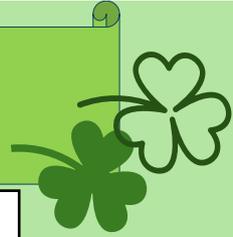
[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=624](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=624) 2023年11月20日

## 8. 謝辞

本研究を行うにあたって森本先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。



# 四つ葉のクローバーを作る方法



3年次理系生徒

## 1. 研究の動機

私達は四つ葉のクローバーの花言葉である「幸せ」を世界に届けたいと思い、四つ葉のクローバーを作る効率の良い方法を探ることにした。

## 2. 仮説

先行研究よりクローバーが四つ葉になる原因は外的要因があること、クローバーの葉が分化する前の成長点である原基を傷つけることにより、生えてくる葉に変異が起こること分かった。そこで、原基を直接傷つける方法により四つ葉が最も効率よく作成できるという仮説を立てた。

## 3. 実験方法

<実験> シロツメクサを三個のプランターで育て、それぞれ踏みつける(画像1参照)、原基をカッターで直接傷つける(画像2参照)、何もしないという3つの方法を行い、どの方法なら四つ葉のクローバーができる確率が高くなるのか確かめた。(画像3参照)

<観察> シロトピアの複数の場所で15分間四つ葉を探し、四葉のクローバーが多い場所の特徴を調べた。(画像4参照)



(画像1)



(画像3)



(画像4)



(画像2)

## 4. 結果

しかし四つ葉のクローバーは今回の実験では見つけることが出来なかった。観察では、四つ葉のクローバーは歩道の近くに生えやすいという傾向が少し見られた。

## 5. 考察

うまくいかなかった原因として、

- ・四つ葉のクローバーを見つけやすい季節というものが、葉がある程度成長した春先から初夏であること
  - ・原基はとても小さく判別が難しいこと
  - ・観察の頻度が少なかったこと
  - ・踏みつける頻度が少なくクローバーにとって大した外傷にならなかった
- 観察では、歩道の近くは踏まれる回数が多いため、四つ葉ができる可能性が高い

**と考える。**

## 6. 今後の課題

- ・クローバーはすぐに成長をするので、原基を見つけ、ピンポイントで傷つけられなかったので観察する頻度を増やす必要がある
- ・四つ葉のクローバーが生えている場所では比較的、人がよく通るため、それを再現するために踏みつける頻度を増やす必要がある

## 7. 参考文献

日本植物生理学会.(2020).「クローバーみんなのひろば」  
[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=4679](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=4679) 2023年11月20日

日本植物生理学会.(2006).「四つ葉のクローバーと突然変異について」  
[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=624](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=624) 2023年11月20日



## チャット GPT の弱点

3 年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

チャット GPT<sup>1)</sup>の便利さが社会的に話題となる一方で、不明確な情報を提供する機会が多く、使用において非常に懸念されていた。そこで、私たちはチャット GPT の問題解決能力を検証した。これまでの検証では、地理と情報分野において、チャット GPT が有する知識を調べた。地理に関しては西洋圏の知識が多く、情報についての知識はある程度擁していると判明した。そこで、他分野の知識についても詳しく調べたいと思い、今回の検証を行った。

### 2. 仮説

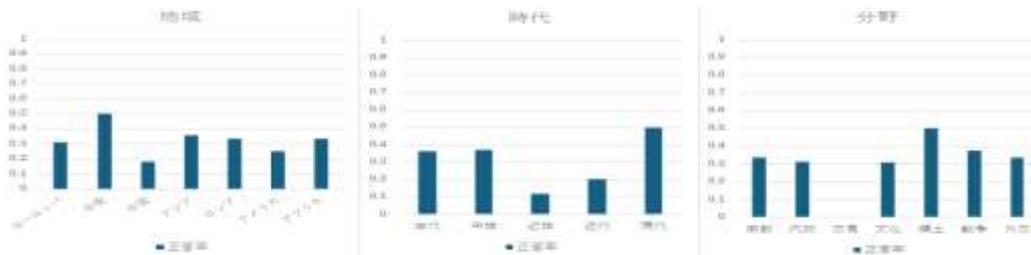
チャット GPT は日本の事象に関する知識が疎いと分かったので、世界史に関する問題の正答率は高く、日本の政治経済分野の問題には正しく答えられないと考える。また、計算能力は加算・減算の正答率が高いが、乗算・除算の正答率は低いと考える。

### 3. 方法

チャット GPT に共通テストの過去問<sup>2)</sup>や問題集の問題を質問し、解答の正答率を確認する。

### 4. 結果

- 世界史分野の問題を解答させた結果、地域別の正答率は、中国が最小、中東が最大となり、その他は横並びとなった。分野別では、交易が最小、領土が最大。時代別では、15 世紀から 17 世紀が最小、20, 21 世紀が最大となった。



- 倫理政経分野の問題を解答させた結果、正答率は分野別で、倫理に関しては、源流思想、青年期現代社会の分野は正答率が比較的高くなったが、日本思想、西洋近現代思想は少し低くなった。また、経済分野は平均より高くなったが、政治分野は特に正答率が低くなった。
- 計算問題は四則演算と微積分の問題を解答させた。結果、四則演算に関しては、加算・減算・除算の正答率は高かったが、乗算では 2 桁×2 桁の問題の正答率も低くなった。微積分の問題は、計算過程は完璧だったが、最後の因数分解や対数の計算が不十分であり、判断が難しくな

った。

## 5. 考察

- 世界史分野の問題において、中国の正答率が低くなった理由は、文化に関する問題が多かったから。また、近世の正答率が低くなった理由は、内政に関する問題が多く出題されたからだと考え。そして、分野別に正答率に差がある理由は、公的機関や報道機関から発表されている文章やデータの量に違いがあるからだと考え。この結果から、やはり国特有の情報には弱い傾向にあると考え。
- 政治分野の正答率が特に低かった理由として、日本特有の政治制度を問う問題が多かったのでアメリカで開発されたチャット GPT にとっては難しかったと考え。
- 計算問題の回答に関しては、チャット GPT 自体の基本構造や演算方法<sup>3)</sup>に原因があると考え。

## 6. 今後の課題

世界史、倫理政経分野の問題は、共通テストの過去問から出題したため、選択肢が用意されていた。論述する形式の問題に対してチャット GPT がどう回答するか検証していきたい。また、計算問題に関しては、乗算の計算過程を指定することによって正答率を改善できる方法<sup>4)</sup>があった。そのため、微積分の不完全な回答を同様に改善できる方法がないか調べたいと思う。

## 7. 参考文献

1) ChatGPT <https://chat.openai.com/>

2) 独立行政法人 大学入試センター「大学入学共通テスト」

<https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/> 2024年6月25日

3) 国立情報学研究所「ChatGPT はなぜ計算が苦手なのか」

<https://edx.nii.ac.jp/lecture/20230707-03> 2024年6月4日

4) YouTube ラムダ技術部 (2023) 「【悲報】ChatGPT、計算が苦手。でも教育すれば賢くなる！」

<https://www.youtube.com/watch?v=SODY2z97oEs> 2024年5月12日

## 8. 謝辞

本研究では岩井紀子先生、小林俊輔先生に有益な助言を多数いただいた。ここに感謝の意を表す。

# チャットGPTの弱点

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的・前回までの研究結果

チャットGPTの便利さが社会的に話題となる一方で、不明確な情報を提供することが多く、その使用において非常に懸念されていた。そこで、私たちはチャットGPT<sup>1)</sup>の問題解決能力を検証した。これまでの研究では地理と情報について調べ、地理については西洋圏の知識が多く、情報についての知識はある程度擁しているという結果に至った。

## 2. 仮説

ChatGPTは日本の事象に関しての知識が疎かったので、世界史の問題に対する正答率は高く、日本の政治経済分野の問題には正しく答えられないと考える。  
また、計算能力は、加算・減算の正答率は高いが、乗算・除算の正答率は低い<sup>1)</sup>と考える。

## 3. 方法

チャットGPTに共通テスト<sup>2)</sup>や教科書の問題、過去問などを解かせて正答率を確認する。

## 4. 結果・考察

	結果	考察
世界史	地域による正答率の偏りは見られなかったが、16世紀付近の正答率が低かった。	中世についてのネットニュース記事がほかの時代に比べて少ないからではないかと考えられる。
倫理・政治経済	全体的には受験生平均よりやや低い程度であったが、特に政治分野での正答率が低かった。	日本固有の政治制度についての問題が多いためだと考えられる。
数学	四則演算は、乗算のみ正答率が著しく低く、微積分は回答の形式に不十分な箇所があるが、正答率が高い。	ChatGPTにおける基本構造・演算方法が乗算能力の低さに影響したと考えられる。 <sup>3)</sup>

## 5. 今後の課題

間違った選択肢を解答したり解説することがあったため、これからは選択肢のない問題についてチャットGPTがどのような能力を持っているのかを調べたい。

## 6. 参考文献

1) ChatGPT  
<https://chat.openai.com/>  
 2) 大学入学共通テスト | 独立行政法人 大学入試センター  
<https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/> 2024年6月25日  
 3) 国立情報学研究所 (2023) 「ChatGPTはなぜ計算が苦手なのか」  
<https://edx.nii.ac.jp/lecture/20230707-03> 2024年6月4日

## ハム腐らせたらまさかの結果に

3年次理系生徒

### キーワード

ネト：食品中のたん白質、アミノ酸類から粘性物質が生成される腐敗状態のこと。臭いがあり粘性が高い。<sup>1)</sup>

### 1. 研究の動機と目的

私達は「塩にはハムやかまぼこに粘り気や弾力をもたせる効果がある<sup>2)</sup>」という記事を見つけて実際に実験してみたが、「粘り」の意味を誤解し、腐敗による粘りが発生すると考えていた。そのため、腐敗しやすい条件を見つけ、ハムに粘り気をもたせることを目的に、実験を行った。

### 2. 仮説

- ・ハムに塩をかけておくとより粘り気が出る。

### 3. 方法

#### ・実験1

1枚のハムを4等分し、塩をはさんで2枚重ねにし、ラップでくるんだ。これを8セット用意し、1週間ごとに1セットずつ取り出し様子を観察した。対照実験として、塩を挟んでいない物も用意し、同様に観察した(図1)。これを物理実験室の直射日光が当たらないところに常温で保管した。実験期間は、9月8日～11月10日である。粘り気については、ハムの外側の表面とラップの間の粘り気だけを観察した。



図1 実験で使用したハム

#### ・実験2

実験1と同様のものを用意した。プラスチック製の容器にティッシュを入れて、水をティッシュがひたるくらいまで加え、その上にハムを置いた(図2)。これを3セットを用意し、実験1と同様に物理実験室で直射日光が当たらない場所に保管した。実験期間は5月7日～6月4日である。そして4週間の間に1セットずつ取り出して粘度の有無を調べた。計測する時は、箸を使って粘り気を確認し、粘り気がある場合は、糸が伸びたかを10回計測し、その長さの平均をとった。



図2 実験で使用したハム

### 4. 結果

実験1では、1週目から8週目まで粘り気を確認することが出来なかった。5週目にはカビを確認した。ハムとハムの間に塩をかけた場合も塩をかけなかった場合も、目で見ても確認できるほど大きな違い

は出なかった。時間が経つにつれ、ハムの色はピンクから茶色にだんだん濃くなっていった。また、ハムの匂いはアンモニアのような匂いがしていた。5週目の時には、カビを確認した。

実験2では、2週間後の塩を挟まないときに粘り気を確認した。その時の糸の伸びは平均4.6cmで、最大6.2cm、最小3.3cmであった。

## 5. 考察

実験1では、本来食品が腐敗しやすい条件として酸素が十分にある、栄養源がある、温度が20～30℃、湿度が65%以上、食品の水分活性値が0.65以上、食品に含まれている水分が10%以上であることがあげられる。<sup>3)</sup>この条件の中に、酸素が十分にあるという項目があるが、今回実験1で使用したハムはラップに包まれていたため、酸素に触れることはなく<sup>4)</sup>、また、水分も乾燥して少なくなっているためではないかと考えた。また、実験時に観察されたのはフザリウム系のカビであると考えられる<sup>3)5)</sup>。

実験2の結果から、ネットの発生のためには、水分が必要で、塩はネットの発生を妨げることが分かる。また、2週間後に見られたネットが4週間後には見られなくなった理由としては、腐敗が進みすぎてしまったことが原因であると考えられる。

## 6. 今後の課題

ネットの発生している期間をより正確に調べたい。今回は臨時休校で様子を確認できなかった期間にネットが見られなくなってしまった。そのために観察する日の間隔を細かく、2～3日ぐらいの間隔で実験結果を確認して正確な結果を得られるようにしたい。

## 7. 参考文献

1) 株式会社ウエノフードテクノ, 「食べ物の腐敗と食中毒」

<https://www.ueno-food.co.jp/foodsafety/microbe/index.html> 2023年5月26日

2) 公益財団法人塩事業センター, (2023), 「塩の用途」

<https://www.shiojigyo.com/siohyakka/usetto/index.html> 2023年4月21日

3) FREUND KNOWLEDGE OCEAN, (2022), 「食品にカビが生えた！カビの種類と特徴、対策について」

<https://www.freund.co.jp/knowledge/article/detail/20220202162251.html> 2023年10月25日

4) 旭化成ホームプロダクツ, (2023), 「ここまで違う！サランラップ®」

<https://www.asahi-kasei.co.jp/saran/products/saranwrap/difference.html#diftable> 2023年10月25日

5) 東京都保健医療局, 「フザリウム系カビ毒」(2023)

<https://www.hokeniryo.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/kabi/kabi2-2.html> 2023年10月25日

## 8. 謝辞

この研究をするにあたって、内海先生、坂本先生、糸谷先生、山本先生には有益な助言を頂きました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

# ハム腐らせたらまさかの結果に

3年次理系生徒

キーワード: 腐敗・粘度

## 1. 研究の動機と目的

私達は「塩にはハムやかまぼこに粘り気や弾力をもたせる効果がある<sup>1)</sup>」という記事を見つけて実際に実験してみたが、「粘り」の意味を誤解しており粘ることはなかった。条件を変えることで、ハムに粘り気をもたせることができるのではないかと考え、実験を行った。

### ・実験1 (2023年度)

#### 2. 仮説

- ・ハムを常温で保管しておくことで粘り気が出る。
- ・ハムに塩をかけておくことで粘り気が出る。

#### 3. 粘りの定義

食品中のたんぱく質、アミノ酸類から粘性物質が生成される「ネト」という腐敗状態が発生すること。<sup>2)</sup>

#### 4. 方法

1. 1枚のハムを4等分し、2枚重ねたものをラップで包んだ。
2. 対照実験をするために、2枚のハムの間に塩を入れたものと、何も入れていないものを用意した。(図1)
3. 1週間毎に取り出し、表面とハムの間の状態を観察した。



図1 実験に使用したハム

#### 5. 結果

ハムに粘り気を確認することはできなかった。

#### 6. この実験からの今後の課題

食品が腐るための条件に、水分が含まれていること、酸素と触れ合っていることなどが挙げられるため、サランラップでハムを包んでしまうことは、腐敗を防いでしまうため、ハムの保存方法を改善しないとイケないと考えた。



### ・実験2 (2024年)

#### 7. 方法

1. プラスチック製の容器にハムとティッシュを入れ、ハムの表面が空気に触れる程度まで水を加えた。
2. 1を2つ作り、片方にはNaCl(食塩)を入れ、水のみのもので2種類を用意した。
3. 2週間毎に1種類ずつ取り出し、粘度の有無を確認した。

#### 8. 結果

	5/7(1週間後)	5/14(2週間後)	6/4(4週間後)
NaCl有	粘り気なし	粘り気なし	粘り気なし
NaCl無	粘り気なし	粘り気あり	粘り気なし



図2: 実験の様子

#### 9. 考察: 塩を加えたのにも関わらず、粘らなかつた原因は4つ考えられる。

- ・腐敗はしたが、「ネト」が発生しなかつた。
- ・腐敗して、「ネト」が発生するのに時間がかかった。
- ・「ネト」が1週間以内に発生した。

#### 10. 今後の課題: ネトの発生原因が追求できていないので、原因を詳しく調べる。そのために、確認する日の間隔をもっと細かくする。

#### 11. 参考文献

- 1) 公益財団法人塩事業センター, 「塩の用途」, <https://www.shio.jigyo.com/siohyakka/usetto/index.html>
- 2) 株式会社ウエノフードテクノ, 「食べ物の腐敗と食中毒」, <https://www.ueno-food.co.jp/foodsafety/microbe/index.html>
- 東京都保健医療局, 「フザリウム系カビ毒」(2023), <https://www.hokeniryo.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/kabi/kabi2-2.html>
- FREUND KNOWLEDGE OCEAN, (2022), 「食品にカビが生えた!カビの種類と特徴、対策について」, <https://www.freund.co.jp/knowledge/article/detail/20220202162251.html>
- 旭化成ホームプロダクツ, (2023), 「ここまで違う!サランラップ®」, <https://www.asahi-kasei.co.jp/saran/products/saranwrap/difference.html#diftable>

## スポーツドリンクを凍らせた後、味を均一に味わいたい

3年次理系生徒

### キーワード

凝固点降下とは溶液の凝固点が純粋な凝固点よりも低くなる現象<sup>(1)</sup>。

#### 1. 研究の動機と目的

部活中に凍らせたスポーツドリンクを飲んだ時、飲み始めは味が濃く飲み終わりにかけて薄くなるという経験をした。私たちはそのことについて最初から最後まで味を均一にして味わいたいと思いこの研究を行った。今回の研究では、凍らせ方を変えて濃度の差を小さくすることを目的とする。

#### 2. 仮説

先行研究<sup>(2)</sup>より、スポーツドリンクを凍らせたとき、ボトルの中央と下部の濃度が高くなる、凝固点降下により濃度の高い部分が先に融ける、ということが分かっている。そのため濃度が分散するように凍らせれば、味を均一にして飲めるのではないかという仮説を立てた。

#### 3. 方法

アクエリアス 500mL を様々な方法で凍らせ、ペットボトル全体をお湯につけることで中身を融かし、50mL ずつ抽出し、糖度を測定した。これを3回繰り返し、その平均値をその時の糖度として用いた。

#### 4. 結果

各条件で実験を行ったときの初めと最後の50mLの糖度と、その変化の近似直線の傾きは以下の表1の通りになった。これらのうち①と特徴的な結果となった⑧、⑨、⑩、⑪のグラフは図1のとおりである

表1. 凍らせる条件と実験結果

条件	初めの糖度	最後の糖度	糖度変化の傾き
①そのまま凍らせる	18.33	2.73	0.0267
②1時間に1回振る	8.3	3.6	0.0124
③割りばしを口径一杯刺す	9.43	2.43	0.0141
④直径12mmのタピオカストローを刺す(ラップで包む)	14.53	3.28	0.0311
⑤直径12mmのタピオカストローを刺す(レジンで中を埋める)	13.17	3.3	0.0208
⑥プラスチックの箸を1本刺す	12.9	3.7	0.0187
⑦プラスチックの箸を2本刺す	8.43	4.37	0.0093
⑧直径6mmのアクリル棒を2本刺す(2.5mm間隔)	5.7	4	0.0048
⑨直径6mmのアクリル棒を3本刺す(2.5mm間隔)	13.17	2.57	0.0182
⑩直径6mmのアクリル棒を2本刺す(10mm間隔)	7.67	3.17	0.0071
⑪直径6mmのアクリル棒を3本刺す(12mm間隔)	6.37	4.7	0.0016
⑫上下2層に分ける(上薄い、下濃い)	13.3	3.9	0.0176
⑬斜めに2層に分ける(両方完全に凍らせる)	10.07	3.27	0.0130
⑭斜めに2層に分ける(半分完全に凍らせ、半分はシャーベット状)	17.73	2.33	0.0295

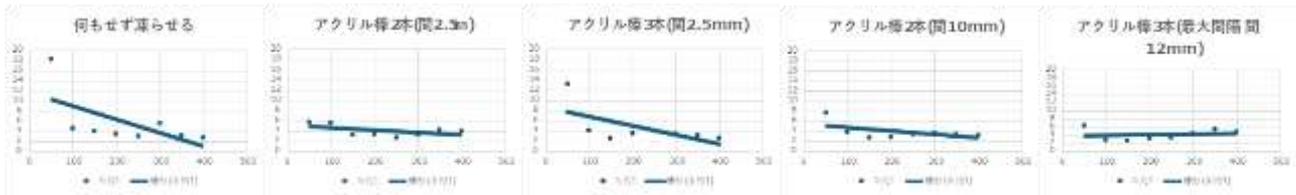


図 1. 条件①、⑧、⑨、⑩、⑪の糖度変化の様子

濃度の変化の差は、3本の棒を最大間隔で刺して凍らせたものが最小となった。また、2本刺したときは間隔が 2.5 mm で狭いもの、3本のときは最大間隔のものとの差が小さくなった。木製である割り箸を刺したときの実験では、木が融けたドリンクを吸っていた。タピオカストローをラップに包んだものは、ドリンクが凍る際にストローがつぶれていた。

### 5. 考察

アクリル棒を刺して凍らせたときに傾きが小さくなった理由は、棒を刺すことにより濃度の高い部分が一か所に集まらず、全体として濃度の偏りが減ったからだと考える。さらに、プラスチックの箸を刺したときと比べるとアクリル棒を刺したときの方が傾きが小さくなったのは、濃度が偏りやすいボトルの下部の濃度をより分散させることができたからだと考える。また、3本のアクリル棒を 2.5 mm 間隔で刺したときの濃度の差が大きかった理由は、間隔が狭かったため 1本の棒のようになって、濃度の分散が起こりにくくなったからだと考える。途中で糖度が上がる理由については、糖度の高い内側から融けると同時に濃度の薄い外側からも融けていて、その 2つの融け方の違いが異なるからだと考える。

### 6. 今後の課題

今回の研究で、本数が多いほど、また間隔が広いほど濃度の偏りが減るわけではないとわかったので、本数と間隔の関係について調べていきたい。また、凍らせ方だけではなく、融かし方を変えた実験も行っていきたい。具体的には、今回のようにお湯につけて融かすのではなく、自然な状態で融かすなどである。さらに、棒を刺して凍らせる方法や、1時間に1回振る方法は手間がかかるので、より実用的な凍らせ方を見つきたい。

### 7. 参考文献

(1) 受験化学コーチなかむら, 『冷却曲線はこう見ろ! 凝固点降下で必ず出る図の見方! 科学受験テクニック塾』 (参照 2023-1-11)

<https://xn--qck0d2a9as2853cudbqy01c6cfz4a0e7e.xyz/theory/cooling-curve>

(2) 愛知県碧南市立中央中学校 長田知泰 瀧口優太 鈴木皓介 (参照 2023-1-11)

<https://www.city.hekinan.lg.jp/material/files/group/47/H24sportsdorink.pdf>

### 8. 謝辞

今回の研究において、内海先生、坂本先生、糸谷先生、山本先生には多くの助言をいただいた。ここに感謝の意を表す。

# スポーツドリンクを凍らせた後、味を均一に味わいたい

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機

・部活中に凍らせたスポーツドリンクを飲んだとき、飲み始めは味が濃く、飲み終わりにかけて味が薄くなる、という経験をした。そこで、初めから終わりまで均一な味で飲みたいと思い、このテーマで実験を行った。

## 2. 先行研究でわかっていること・仮説

- ・凝固点降下  
濃度が高いほど早く溶ける→初めに濃度が高い部分が解け、味が濃く感じる。
- ・凍らせたとき、ボトルの中央と下部の濃度が高くなる。

凍らせたスポーツドリンクは中心に濃度が偏るので、濃度が分散するように凍らせば、味を均一にして飲めるという仮説を立てた。

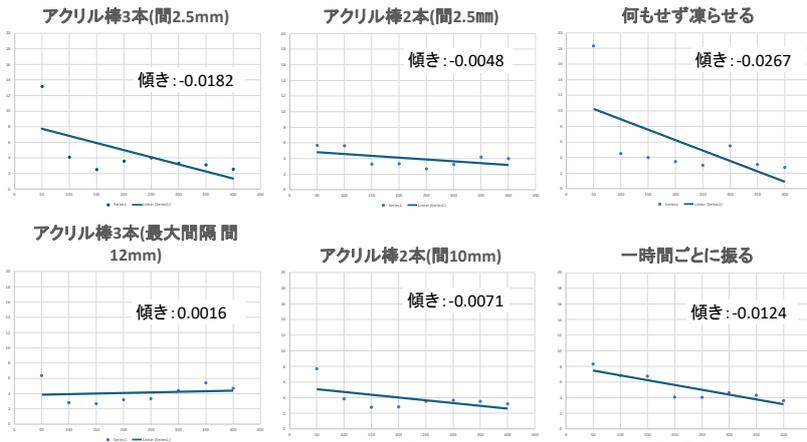
## 3. 実験方法

様々な方法で凍らせたスポーツドリンク(アクエリアス)をお湯につけて50mlずつ溶かし、糖度計を用いて毎回糖度を測る。3回の平均値を結果として用いた。

## 4. 結果

- ・これまでに行った実験  
そのまま振る、1時間に1回振る、半分凍らせる、割り箸、タピオカストロー、斜め層、2層(上濃い、下薄い)、レジン(タピオカストロー)、2本のアクリル棒、3本のアクリル棒、プラスチックの箸(1本)、プラスチックの箸(2本)

ここでは、何も操作をせずに凍らせたものと、とくによかったものの結果のみ載せる。＜黒糖を使った実験＞



- ・濃度の変化の差は、3本の棒を最大間隔で刺したものが最小となった。
- ・2本刺した時は間が2.5mmのもの、3本刺した時は最大間隔のものとの差が小さくなった。  
⇒本数が多い、間隔が広いほど良いというわけではない

## 5. 考察

アクリル棒を刺したときに傾きが小さくなった

・・・棒をさすことにより、濃度の高い部分が一か所に集まらず、全体として濃度の偏りが減ったから。

3本のアクリル棒を2.5mm間隔で刺した時の濃度の差が大きかった

・・・間隔が狭かったため、1本の棒のようになって、濃度の分散が起こりにくくなったから。

なぜ途中で糖度が上がるのか

・・・濃度の高い内側から融けるのと同時に濃度の薄い外側からも融けていて、その2つの融け方が異なることによって途中で糖度が上がっている。

## 6. 今後の課題

- ・棒を刺す本数をさらに増やしたり、本数と間隔の関係について調べる。
- ・凍らせ方ではなく、融かし方を変えた実験も行う。
- ・実用的な凍らせ方を見つける。

## 7. 参考文献

- 1) 受験化学コーチなむら『冷却曲線はこう見ろ！凝固点降下で必ず出る図の見方！科学実験テクニック塾』(参照2023-1-11) <https://xn--qck0d2a9as2853cudbqv0lc6cfz4a0e7e.xyz/theory/cooling-curve>
- 2) 愛知県碧南市立中央中学校 長田知泰 瀧口優太 鈴木皓介 ... 碧南市 (参照2023-1-11) <https://www.city.hekinan.lg.jp/material/files/group/47/H24sportsdorink.pdf>

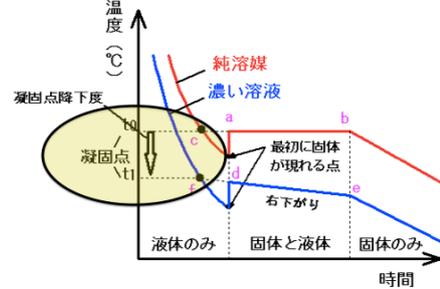


図1: 実験に用いたスポーツドリンク



図2: 糖度計

目的・・・濃度の偏りを視覚的に表すこと  
わかったこと・・・

ボトルの中心で濃くなっている部分の糖度よりも、始めに融け出して上に溜まっている液体の糖度の方が高い

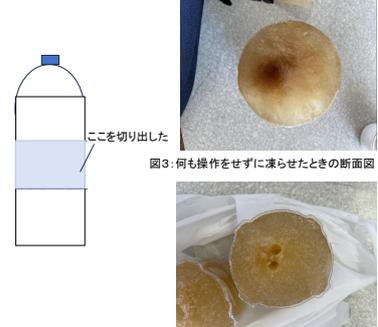


図3: 何も操作をせずに凍らせたときの断面図

図4: 2本の棒を刺して凍らせたときの断面図

## 背負ったリュックを軽く感じさせるには

3 年次理系生徒

### キーワード説明

力のモーメントのつり合い；棒にかかる時計回りの力と反時計回りの力が同じ大きさを打ち消しあうとき、回転させる能力が 0 となり、棒が回転しないこと。

### 1. 研究の動機と目的

現在中高生の持つ通学カバンの重さは教科書や筆記用具、ファイル、体操服や水筒などを入れると平均重量が約 10kg と言われていることが分かった。私たちの通学かばんは重く、肩こりなどの健康被害を引き起こしている。そこで、私たちの班はどうすれば鞆を軽く感じられるかを調べた。

### 2. 仮説

参考文献から二つの仮説を立てた。一つは荷物の重心がかばんの上部にあるほうが、力のモーメントのつり合いから軽く感じるという仮説で、これを仮説 A とする。もう一つの仮説は、荷物が背中に近いほうが荷物の揺れを減ることによってより軽く感じるのではないかという仮説で、これを仮説 B とする。

### 3. 方法

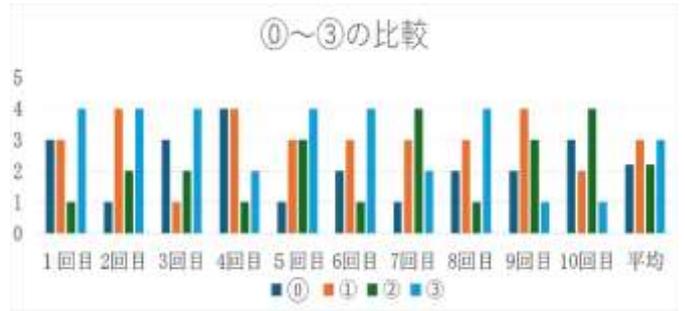
仮説 A についての実験として発泡スチロールのブロックを使って荷物の重心の高さを変えて感じ方の違いについて調べた。ブロックを入れずに一番下に荷物を入れた場合、荷物の下に 1 つ入れた場合、2 つ入れた場合、3 つ入れた場合についての重さの感じ方の違いを実験した。ただし、この実験では 1 人に対して 32 回実験を行った。また、重さに差が出ないように荷物の下に 3 つブロックを入れた時以外も、荷物の上に残りのブロックを入れて実験した。次に仮説 B についての実験として 7 センチ幅の段ボールの箱を使って、荷物を背中に近い側に入れる場合と荷物を背中から遠い側に入れる場合について重さの感じ方の違いを実験した。この実験では 23 人に対して実験を行った。なお、これらの二つの実験ではそれぞれランダムにかばんを背負ってもらった。

### 4. 結果

このグラフは先程提示した、荷物の重心の上下に関する仮説 A についての実験を示したもので、荷物の下に入れるブロックの数が 0 個から 3 個の時をそれぞれ①(丸 0) から③(丸 3) とおき、各回数において重いと感じたものから順に 4 ~ 1 点を与えた。そしてその点数を縦軸に、その回数を横軸にとった。そして、それらの段階の得点の平均をとった。その結果、各段階の平均は①が 2, 2 点、②が 3 点、③が 2, 2 点、④が 3 点となり、数値から見ると荷物の下にブロックを入れずの時と 2 つ入れた時が同様に軽いことになった。しかし、その荷物の重心の位置には関係性が見られないため、この数値は感覚から生じた誤差で、鞆の中の荷物の重心は重さの感じ方に影響を与えないだろうと考察した。

表：仮説 B についての実験

身長\変化	○	△	×
～165	12	0	0
166～170	2	1	1
171～175	1	1	0
176～	5	5	0
合計	20	2	1



グラフ：実験 A についてのグラフ

表の縦は被験者の身長分布を表しており、横の変化は○が背中に近い方に荷物があるほうが、背中から遠い方に荷物があるよりも軽く感じると回答した人、△は重さの感じ方に違いがないと回答した人、×が背中から遠い方に荷物があるほうが背中に近い方に荷物があるよりも軽く感じると回答した人の分布を表している。表の結果より背中に近い方に荷物があるほうが、背中に遠い方に荷物があるよりも軽く感じると答えた人が多いことが分かった。

## 5. 考察

これらの実験による結果より、荷物が上下のどちらにあっても重さの感じ方は変わらず、また、荷物が背中に近い方にあるほうが背中に遠いよりも軽く感じることから、重さの感じ方の違いにはこの原理が強く関係していると考察した。

## 6. 今後の課題

今回は1つの鞆のみで実験を行ったために荷物の入れ替えに時間を要し、十分な回数を行うことが出来なかった。そのため今後の課題は、同様の鞆を複数用意して、実験の回数を増やし、実験の正確性を高めたい。

## 7. 参考文献

- 1) <https://www.bestcarton.com/>
- 2) <https://www.jstage.jst.go.jp/>

## 8. 謝辞

この研究を進めるにあたって有益な助言をくださった井上先生、徳永先生に感謝申し上げます。

# 背負ったリュックを軽く感じさせるには

3年次理系生徒

## 1. 動機と目的

私たちの通学かばんは重く、肩こりなどの健康被害を引き起こしている。そこで、毎日の通学の負担を少しでも減らし、授業に集中できるようにしたいと考えこのテーマで実験を行った。

## 3. 実験方法

班員が実際に使っている市販のかばんを用いて実験を行った。  
かばんの中身を教科書等の重いものと、発泡スチロールのブロックを使いかばんの中に重量の差を作り、かばんの重心を変化させる。それぞれの重心の異なったかばんを被験者に順番に背負ってもらい、重さの感じ方を比較し、結果を集計した。

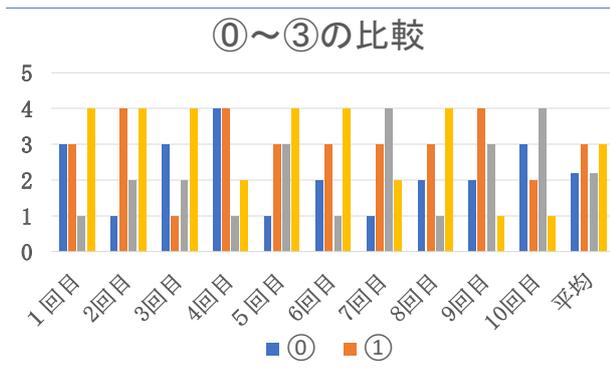
## 2. 仮説

1. 荷物の重心が上部にある時のほうが軽く感じる。(より肩に近く力のモーメントにより必要な力が少ないと考えたから)
2. 荷物の重心が背中に近いほうが軽く感じる。(体に近いほうが体とカバンの重心どうしが近づくから)

表1 かばんの重心が背中に近いとき軽く感じるか

身長\変化	○	△	×
~165	12	0	0
166~170	2	1	1
171~175	1	1	0
176~	5	0	0
合計	20	2	1

## 4. 結果



## グラフの説明

縦軸は一回の検証における各段階に与えた点数 (※重い物から4~1点を与えた。)

### ①~③が示すもの

①は荷物の下にブロックを入れない場合、  
②~③は荷物の下に1~3個ブロックを入れた場合を示す。

(※いずれの場合にしても重量が変わらないようにかばんに入れるブロックの数は変えない)

## 5. 考察

重さの感じ方には重心が関係していると考え、人の重心を通る体の軸と、背負っているものの重心が近いほど軽く感じるのではないかと考えた。

## 6. 今後の課題

一つのかばんで実験を行ったため、中身の入れ替えによりかばんを持つ間に時間が空いてしまったので、同様のかばんでなおかつ状態の差異が小さいものを複数用意したい。男女や身長の違いによる結果の違いから個人個人にあった荷物の配置やかばんの持ち方、かばんのひもの長さなどを探したい。

## 7. 参考文献

<https://www.bestcarton.com>  
<https://www.bestcarton.com/>  
<https://www.jstage.jst.go.jp/>

## 発声の有無と発揮できる力の大きさの関係について

3 年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

私達は力強い球を投げるときや物を遠くへ飛ばしたいときなど、瞬発的に声を出すことがある。動作の瞬間に発声することで、普段より大きな力を出すことができると言われている<sup>1,2)</sup>が、大きな声を出すと本当に大きな力を発揮できるのか、声の有無と力の関係について知りたいと考えたから。

### 2. 仮説

球技は声を出したほうが力を発揮できて、球技以外の種目は声を出さないほうが力を発揮できる。

### 3. 実験方法

まず、握力測定において、どの発声が最も大きな力を発揮できるかを調べた。決められた声を出しながら握力を測定し、4名の結果の平均を出した。

その後、ハンドボール投げ（上投げ・下投げ）、握力測定、立ち幅跳びの4種目について発声の有無を変えて記録を計測し、声を出さなかった時の記録と声を出した時の記録の増減を比較した。このときに発声する音については、先の握力測定で最も大きな力を発揮できた「あ」の音で実験を行った。

### 4. 結果

発声する音を変えて握力測定を行った結果が、以下の（図1）である。

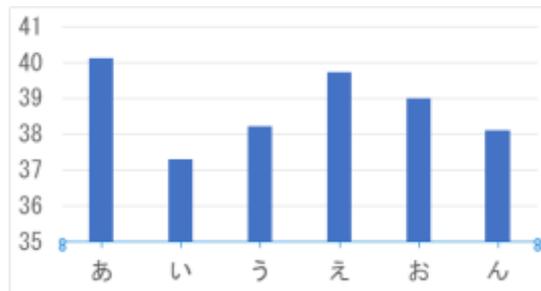


図1. 発声の違いによる握力測定の結果

以上の結果から、「あ」の発声で、最も大きな力を発揮できた。

次に、声のある時とないときの各班員の記録（平均）は下のとおりである。なお、図2～5において、左側が男子、右側が女子の記録の平均である。

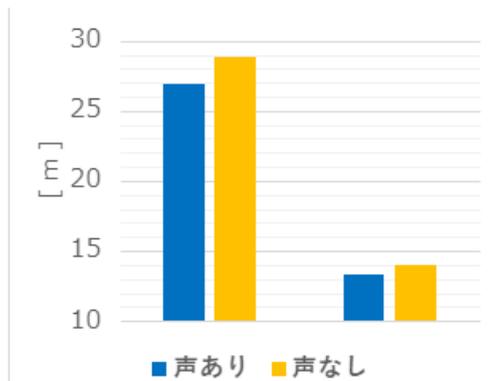


図2. ハンドボール上投げの結果

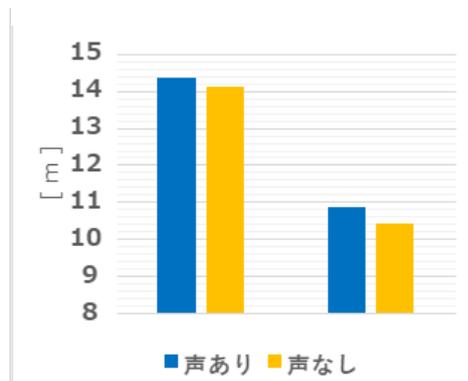


図3. ハンドボール下投げ

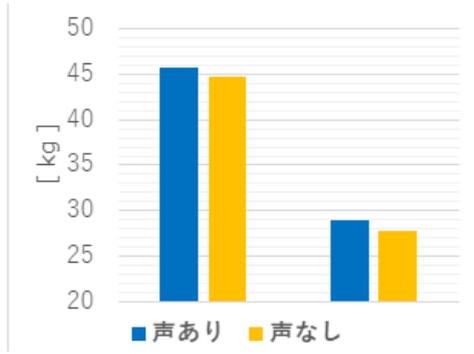


図4. 握力測定

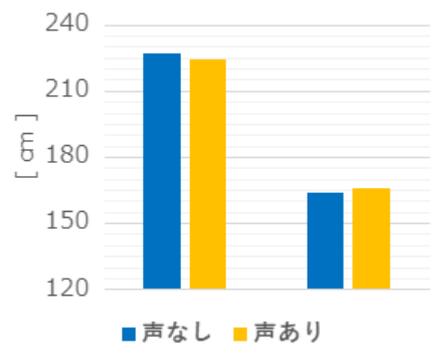


図5. 立ち幅跳び

表1. 声を出さないときと比較した声を出した時の記録の変化

	ハンドボール上投げ	ハンドボール下投げ	握力	立ち幅跳び
男	+6.80%	-1.28%	-2.38%	-1.19%
女	+5.26%	-3.10%	-3.99%	+1.80%

グラフより、声を出しても出さなくても握力、ハンドボール、立ち幅跳びすべて結果に大きな変化はみられなかった。

### 5. 考察

「あ」を発声したときに最も力を発揮できた理由は、あ、い、う、え、お、んの中で一番無意識的に出せる音だからだと考えた。

表1より発揮できる力の大きさと発声は関係性があるとは言えず、その原因としては、意識して声を出したことで力が分散してしまったことと、記録を取ったスポーツ自体が不慣れな動きを要するものだったために、発声の有無に関わらず記録が安定しなかったことが挙げられる。

### 6. 今後の課題

母数を増やしてより正確な値を出す。

また発声と発揮できる力の大きさに関係がみられなかった原因を明確にする。

### 7. 参考文献

- 1) 福祉部 高齢者支援課 高齢者支援係(2023). 「声を出すと力が増す(市報のだ3月15日号掲載)」. <https://www.city.noda.chiba.jp/kurashi/fukushi/hoken/1017562/1022093.html>
- 2) MC2 河合郁実(2016). 「Rikupedia -陸上競技の理論と実際-」. <https://rikujo.taiiku.tsukuba.ac.jp/column/2016/78.html>

# 発声の有無と発揮できる力の大きさの関係について

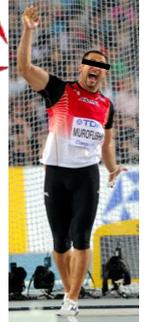
3年次理系生徒

## ①研究の動機

動作の瞬間に発声することで、普段より大きな力を出ることができると言われているが、大きな声を出すと本当に大きな力を発揮できるのか、声の有無と力の関係について知りたいと考えたから。

## ②仮説

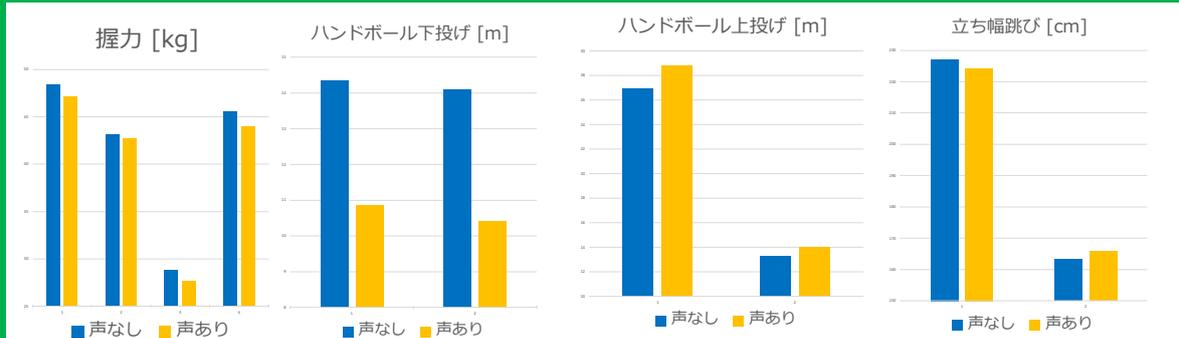
- ・球技は声を出したほうが力を発揮できる
- ・球技以外の種目種目は声を出さないほうが力を発揮できる  
(※参考文献①より)



## ③実験方法

以下の種目について① 声を出さずに、発声の有無変えて記録を計測し、比較した。  
(1.握力 2.ハンドボール(上投げ,下投げ) 3.立ち幅跳び)

## ④結果



↑図1：各種目の成績

	握力	ハンドボール下投げ	ハンドボール上投げ	立ち幅跳び
男	-2.38%	-1.28%	+6.80%	-1.19%
女	-3.99%	-3.10%	+5.26%	+1.80%

↑表1：成績の変化率

・声を出しても出さなくても握力、ハンドボール、立ち幅跳びすべて結果に大きな変化はみられなかった

## ⑤考察

発揮できる力の大きさと発声は関係性があるとは言えない  
 発声するタイミングを変えると関係がみられたのではないか  
 発声することを意識しすぎていた  
 私達はプロの選手ではないため、ハンドボールの投げ方などの詳しい知識がなかったために、発声の有無にかかわらず記録が安定しなかった

## ⑥今後の課題

- ・母数を増やしてより正確な値を出す
- ・発声と発揮できる力の大きさに関係がみられなかった原因を明確にする

## ⑦参考文献

・野田市 / <https://www.city.noda.chiba.jp/kurashi/fukushi/hoken/1017562/1022093.html>

## 錆がつく環境と犠牲防食の逆転現象が起こる条件

3年次理系生徒

犠牲防食反応の逆転現象…本来鋼鉄を保護する役割の犠牲陽極となる筈の亜鉛メッキが逆に被保護陰極である鉄の腐食を進行させてしまう現象<sup>1)</sup>。

### 1. 研究の動機と目的

私たちは、錆びる速度や金属の見た目の違いは湿度の差によってうまれるのではないかと思い、実験を行った。さらに錆について調べると、犠牲防食の逆転現象が起こることを知った。そこで、実際に逆転現象が起こるのかを確かめるために実験を行った。

### 2. 仮説

実験1 金属は湿度が高いほど酸化がすすみ錆びやすい<sup>2)</sup>。

実験2 犠牲防食の逆転現象は水温 80℃付近の水中で起こる。

### 3. 方法

実験1 2.0cm×2.0cmのスチール片の塗装をはがし、塩酸9.5%(サンポール)を塗り<sup>3)</sup>、重さを量る。先程のスチール片をプラスチックの容器に入れ、番号①～⑧をつけ、環境が異なる場所に置き、5時間変化を観察する。その後、金属片の重さを量る。

実験2 ビーカーに水を50ml入れそこに試薬(ヘキサシアニド鉄Ⅲカリウム)を入れる。続いて亜鉛メッキがされた鉄片(トタン)に傷をつけてビーカーに入れる。そして、バーナーを使い水温を80℃まで上げ、試薬が変化するのを待つ。

### 4. 結果

実験1 浴室に置いた金属片の大部分が茶色に変色し(写真1)、質量が増加した(表1)。



(写真1) 反応前と後の金属片の変化

場所(湿度)	ふた	番号	変化量[g]	差[g]
浴室(90%)	有	①	1.74→1.81	0.07
	無	③	1.74→1.77	0.03
	有	⑥	1.66→1.70	0.04
	無	④	1.71→1.75	0.04
冷蔵庫(60%)	有	⑤	1.73→1.77	0.04
	無	⑧	1.73→1.74	0.01
部屋(50%)	有	②	1.75→1.78	0.03
	無	⑦	1.77→1.79	0.02

表1 スチール片の質量変化

実験2 完全にメッキをはがした場合、水溶液の色が青色に変化することを確認した。しかし、傷をつけ

たトタンでは犠牲防食の逆転現象は起こらなかった(写真2)。



(写真2) 実験2後の溶液の様子

## 5. 考察

実験1 浴室に置いた金属片の質量が最も増加していることから、湿度が高い環境で錆がつきやすい。どの場所においてもふたをつけていた方で質量が増えていることから、密閉している方がより錆がつきやすくなる(表1)。また、この錆は実験後(一定の時間が経過した後)確認したところ色が黒色(写真1)であったことから酸化鉄であると考えられる。

実験2 実験時間が短かったため現象が起こらなかった可能性がある。

また、私たちの実験が成功していないため現象が起こることを証明できず、そもそもこの現象が起こらないということも考えられる。

## 6. 今後の課題

犠牲防食反応の逆転現象を調べた実験2では、現象の確認ができなかった。先行研究に述べられていた、グリーンハウスでの高温多湿の状況を詳しく調べ実際に逆転反応が起きている様子を観察する必要があると考えられる。

## 7. 参考文献

- 1)大和鋼管工業株式会社.「」犠牲防食反応の逆転現象って何?!そのメカニズムと対策について詳しく解説「」. <https://www.daiwast.co.jp/blog/reversal-phenomenon-of-sacrificial-corrosion-protection-reaction> 2024年1月9日
- 2)オリムベクスタ株式会社.「湿度と腐食速度の関係/温度と湿度の関係について」  
<https://www.orimvexta.co.jp/support/specialcontents/no7/id1/> 2023年12月20日
- 3)DIY 道楽のテツ(2022).「一日で錆(さび)を作る方法!(速攻でサビを発生させたい方へ)」  
<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/49ce180d2d9899368221a25b3eeedd896ab5057f/>  
2023年12月19日

## 8. 謝辞

この論文を製作するにあたって、梶田先生、志摩先生、鈴木先生には有力な助言を頂きました。ここに記して、謝辞とします。

# 錆がつく環境と犠牲防食の逆転現象が起こる条件

3年次理系生徒

## キーワード

・犠牲防食反応の逆転現象…本来鋼鉄を保護する役割の犠牲陽極となる筈の亜鉛メッキが逆に被保護陰極である鉄の腐食を進行させてしまう現象。

### 1. 研究の動機と目的

私たちは、錆びる速度や金属の見た目の違いは湿度の差によって生まれるのではないかと思い、実験を行った。さらに錆について調べると、犠牲防食の逆転現象が起こるということを知った。そこで、実際に逆転現象が起こるのかを確かめるために実験を行った。

### 2. 仮説

- ①金属は湿度が高いほど酸化がすすみ錆びやすい。
- ②犠牲防食の逆転現象は水温80℃付近の水中で起こる。

### 3. 実験①

- ① 2.0cm×2.0cmのスチール片の塗装をはがし、塩酸9.5%(サンポール)を塗り、重さをはかる。
- ②①をプラスチックの容器に入れ、番号①～⑧をつけ、環境が異なる場所に置き、5時間変化を観察する。
- ③観察後の金属片の重さをはかる。

### 4. 実験①の結果

・浴室に置いた金属片の大部分が茶色に変色した。(図2)

場所(湿度)	ふた	番号	変化量[g]	差[g]
浴室(90%)	有	①	1.74→1.81	0.07
	無	③	1.74→1.77	0.03
	有	⑥	1.66→1.70	0.04
	無	④	1.71→1.75	0.04
冷蔵庫(60%)	有	⑤	1.73→1.77	0.04
	無	⑧	1.73→1.74	0.01
部屋(50%)	有	②	1.75→1.78	0.03
	無	⑦	1.77→1.79	0.02

表1 スチール片の質量変化

### 5. 実験①の考察

浴室に置いた金属片の質量が最も増加していることから、湿度が高い環境で錆がつきやすい。どの場所においてもふたをつけていた方が質量が増えていることから、密閉している方がより錆がつきやすくなる。通常塩酸と金属の化学反応では金属に泡(水素)が付着するが、実験後の金属片に泡が付着していなかったことと塩化鉄は黄色であることから、塩化鉄ではなく酸化鉄だと考えられる。

### 6. 実験②

- ①ビーカーに水を50ml入れそこに試薬(ヘキサシアニド鉄Ⅲカリウム)を入れる。
- ②亜鉛メッキ(トタン)をビーカーに入れる。
- ③バーナーを使い水温を80℃にする。
- ④試薬が変化するのを待つ。

### 7. 実験②の結果



図1 実験②後の溶液の様子

### 8. 実験②の考察

実験時間が短かったため現象が起こらなかった可能性がある。また、私たちの実験が成功していないため現象が起こることを証明できず、そもそもこの現象が起こらないということも考えられる。

### 9. 今後の課題

犠牲防食反応の逆転現象の実験②では、現象の確認ができなかった。先行研究に述べられていた、グリーンハウスでの高温多湿の状況を詳しく調べ実際に逆転反応が起きている様子を観察する必要があると考えられる。



図2 反応前後の金属片の変化後

### 10. 参考文献

- 1)DIY道楽のテツ(2022)。「一日で錆(さび)を作る方法!(速攻でサビを発生させたい方へ)」  
<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/49ce180d2d9899368221a25b3eedd896ab5057f/> 2023年12月19日
- 2)オウムベクス株式会社「湿度と腐食速度の関係/温度と湿度の関係について」  
<https://www.orimvexta.co.jp/support/specialcontents/no7/id1/> 2023年12月20日
- 3)大和鋼管工業株式会社。「犠牲防食反応の逆転現象って何?そのメカニズムと対策について詳しく解説」。  
<https://www.daiwast.co.jp/blog/reversal-phenomenon-of-sacrificial-corrosion-protection-reaction> 2024年1月9日

## 書字スリップが起こりやすい条件

3年次理系生徒

### キーワード

書字スリップ・・・同じ文字をできるだけ早く書き続けると、意図した文字とは異なる文字が出現するエラーのこと。

### 1. 研究の動機と目的

私たちは書字スリップに興味を持ち、どのような文字でどのように変化をするかを明らかにする目的で研究を行った。

### 2. 仮説

- ①書字スリップは似たパーツを持つ文字で起こりやすい
- ②似たパーツで書字スリップが起こりやすいのであれば、書字スリップに相互性はある
- ③「お」は「む」に変化したのであれば、「む」は「お」に最も変化しやすい

### 3. 研究方法

1分間こちらが指定した文字を自分が書ける最大の速さで書き続けてもらい、どの文字に何個変化したのか記録して検証を行った。直前に書き続けた文字が書字スリップに影響するのを避けるために次の文字を書き始める前に1分間休憩を取った。検証は2023年度の2年の生徒105人を対象とした。今回の実験では書き続けようとしている文字と認識できなければ書字スリップが起きていると定義した。

### 4. 検証と結果

#### 仮説①に対する検証

仮説①を検証するために、「あ」「み」「は」の3文字で検証を行った。具体的には「あ」「み」は「お」、「は」は「ほ」になると予測した。その結果「あ」では「お」に15個、「め」に4個、「を」に1個、「み」は「お」に42個、「る」に15個、「あ」に6個、「よ」に3個、「ろ」「ゐ」「む」「な」「弓」に各2個、「の」「め」「引」「か」「ち」に各1個に変化し、「は」は「1 あ」に8個、「な」に7個、「け」に5個、「に」「あ」に各2個、「1 お」「し」「お」「ほ」に各1個変化した。「あ」の一画目と二画目、「み」の一画目が「お」の一画目と二画目の途中までのパーツが似ているため、書字スリップが起こりやすかったと考えられる。

#### 仮説②に対する検証

仮説①に対する検証より、仮説②をたてた。書字スリップの相互性とは、「あ」が「お」に変化しやすいのであれば「お」は「あ」に変化しやすいといったように検証を行う文字を逆にしてもお互いが変化しやすい文字どうしであることをいう。そこで、仮説①に対する検証でよく変化していた「お」「な」でさらに検証を行った。検証の結果、仮説とは異なる結果となった。また「な」は「お」に変化した回数が最多だが、「お」から「な」には変化が見られなかった。「お」は「あ」「み」へ変化した、最も変化しやすいわけではなかった。また、「お」→「な」のように一方からは書字スリップしたが、逆方向の書字スリップをしないものもあった。したがって書字スリップの相互性があるとは言い切れないと考えた。



# 書字スリップが起こりやすい条件

3 年次理系生徒

## 書字スリップとは

同じ文字をできるだけ早く繰り返し書き続けると、意図した文字とは異なる文字が出現するエラー。今回の実験では書き続けようとしている字と認識できなければ書字スリップが起きていると定義する。

## 研究の動機と目的

書字スリップについてどのような文字が起こりやすいか興味を持った。

## 検証

1分間こちらが指定した文字を自分が書ける最大の速さで書き続け、どの文字に何個変化したのか記録した。次の文字を書き始める前に1分間休憩をとった。検証は旧2年3、5、7A組の生徒105人を対象とした。

### 仮説①・検証①

似たパーツを持つ文字同士で書字スリップが起こりやすいと仮説をたて、「あ」「み」は「お」、「は」は「ほ」になると予測し、検証した。

### 結果①

予測とは異なったが、「あ」「み」は「お」、「は」は「あ」「な」への変化が最も多かった。

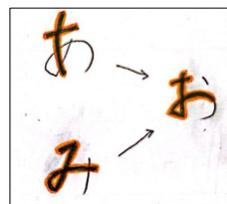


図1. ひらがなの似た部分

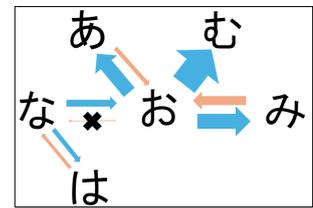


図2. 書字スリップの変化先

### 仮説②・検証②

似たパーツを持つ文字で書字スリップが起こるのなら、「お」は「あ」や「み」に変化しやすいなどの書字スリップの相互性があると仮説をたて、さらに「お」「な」で検証を行った。

### 結果②

表1. 「お」の書字スリップ

変化	回数
む	48
み	37
あ	24
あ'	15
す	4
お+よ	4
し、ん、の、す'	各2
てへん、み、お+む	
は、め、ち、か、の	各1

表2. 「な」の書字スリップ

変化	回数
お	16
た	9
は	4
メな	3
み、ま、き、む、右	各2
な一、お(点なし)、 在、め、さ、た(四画 目なし)、'	各1

「お」は「む」に変化した回数最も多かった。また「な」は「お」に変化した回数最多だが、「お」から「な」には変化しなかった。

### 仮説③・検証③

様々な文字に変化した「お」は「む」に最も変化したため、「む」で追加実験を行った。

### 結果③

表3. 「む」の書字スリップ

変化	回数
お	60
元(犬)	14
よ	10
す	9
み、ひ、ん'	各6
む	5
よ、'	各2
あ、は、あ'	
じ、y、す	各1
判別不可	326

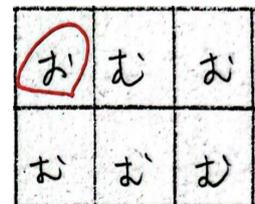


図3. 「む」の書字スリップ

他の文字に比べて判別不可な文字が多かったが、判別できる文字の中では「お」が最も多かった。

## 考察

- ・書字スリップは画数や似たパーツをもつ文字に変化しやすい  
→書き順も関係している可能性がある
- ・文字によって差はあるが、相互性がみられるものが多い

## 今後の課題

- ・統計を取った方法が目視によるものだった→客観性や再現性のある方法を探す。
- ・パーツが似ているだけではなく書き順も関係しているかも調べる。

## 参考文献

- 1) 仁平義明 (2013) 急速反復書字によるスリップの発生メカニズム: ADHD傾向のアナログ研究 白鷗大学教育学部論集2013.7(1),127-141
- 2) 福井義一・小川嗣夫・行廣隆次: 2文字からなる熟語や語彙における書字スリップの検討—急速反復書字法を用いて—2007

## ゲームで素数を知ろう！

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

私たちは、数学を学ぶだけでなく様々な形で活用したいと思い、トランプを用いた対人カードゲーム素数大富豪について研究を行っている。昨年度の研究では対戦を有利に進めるため各カードの使用頻度を調べ、Qの使用頻度が最も低いということを確認した。本年度は実践を通してより勝率の高い戦法を明らかにすることを目的に実験を行った。

### 2. 仮説

素数大富豪において勝率の高い作戦は存在する。また、各枚数出しにおける最大の素数を温存する、1ターン目に全てのカードを使用するなどの作戦が有効である。

### 3. 方法

素数大富豪の定義

トランプ(ジョーカーを除く計52枚)を用いた1対1の対人カードゲームであり、初めに各11枚ずつの手札が配られる。相手と同じ枚数でより大きい数を出して手札を消費するという点では『大富豪』に似ているが、出すことのできる数が素数のみという違いがある。複数枚で素数をつくることができ、10や絵札は2桁の数として扱う(J3⇒113となる)。例外として57で場を流すことができるグロタンカットが存在する。勝利条件は最初に手札枚数を0枚にすることである。

有効なカードを手札に温存する(戦法①) 手札を1ターン目にすべて出す(戦法②) 作戦なし の3つに分けて実験を行った。

戦法①：各枚数出しにおける最大の素数を温存して戦う。例えば、1枚出しならKの13、2枚出しならQとKを組み合わせた1213。

戦法②：手札を1ターン目にすべて使用する。可能ならグロタンカットする。計算ツールを使用し、確率を求める。

戦法①と作戦なしで30回対戦しそれぞれの勝率を調べる

### 4. 結果

勝敗は以下ようになった。

図1においてグロタンカット3回、4回は確率が小さすぎるため考慮していない。

勝敗 戦法	勝ち	負け
使えた	13	2
使えなかった	8	7

図 1

確率 グロタ ンカット (倍数)	確率[%] (無作為)	確率[%] (2,3,5)	確率[%] (2,3,5,7 11,13)
なし (11枚出し)	2.201	8.401	11.563
1回 (9枚出し)	1.505	5.6175	7.805
2回 (7枚出し)	0.1605	0.6	0.834
合計	3.8665	14.6185	20.202

図 2

### 5. 考察

戦法①は使える場面が限られていたが結果から有効な手段といえる。しかし、実験回数が少なく、明確な根拠がないためを明らかにしたいと考えた。戦法②は2, 3, ... 13の倍数を考慮することで約20%の確率で即勝利となるため、決して弱い作戦とは言えない。また強い手札(10や絵札)のときは作戦①で、そうでないときは作戦②に切り替えるという動きも有効であると考えられる。

### 6. 今後の課題

実験を継続させ試行回数を増やす、また複数の戦法で実践することでより勝率の高い戦法を明らかにしたい。展望としては大会への参加も検討している。

### 7. 参考文献

- 1) <https://primedaifugo.fandom.com/ja/wiki/素数大富豪素数の一覧/> 1~4枚出し 閲覧日 2023年6月13日
- 2) <https://ja.wikipedia.org/wiki/素数大富豪> 閲覧日 2023年6月10日
- 3) n枚2n桁素数枚数別tier表 - mickey's blog (hatenablog.com) 閲覧日 2024年2月24日  
素数大富豪シミュレーション (fc2.com) 閲覧日 2024年5月27日

### 8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、岩井紀子先生、諫山先生、小林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。

# ゲームで素数を知ろう！

3年次理系生徒

## 動機・目的

私たちは、数学を学ぶだけでなく様々な形で活用したいと思い、素数大富豪について研究を行っている。昨年度の研究では各カードの使用頻度を調べ、Qの使用頻度が最も低いということを確認した。本年度は実践を通してより勝率の高い戦法を明らかにすることを目的に実験を行った。

## 素数大富豪のルール

- ・ 相手と同じ枚数で、より大きい素数を出して手札を消費する
- ・ 複数枚のカードを同時に出すこともでき、10や絵札は2桁の数として扱う。(J3⇒113となる)
- ・ 勝利条件は最初に手札枚数を0にすること
- ・ 1対1の対人で行う
- ・ 初期手札は11枚
- ・ 5と7の組み合わせ(57)で場を流すことができる(グロタンカット)

## 仮説

素数大富豪において勝率の高い作戦は存在する。また、各枚数出しにおける最大の素数を温存する、1ターン目に全てのカードを使用するなどの作戦が有効である。

## 実験方法

有効なカードを手札に温存する(戦法①) 手札を1ターン目にすべて出す(戦法②) 作戦なし の3つに分けて実験を行った。

戦法①—各枚数出しにおける最大の素数を温存して戦う。(使用可能であっても使用は個人の判断に依存する)

戦法②—手札を1ターン目にすべて使用する。可能ならグロタンカットする。計算ツールを使用し、確率を求める。

戦法①と作戦なしで30回対戦しそれぞれの勝率を調べる。

## 結果

戦法 \ 勝敗	勝ち	負け
使えた	13	2
使えなかった	8	7

確率 (倍数) グロタン カット	確率[%] (無作為)	確率[%] (2,3,5)	確率[%] (2,3,5,7 11,13,)
なし (11枚出し)	2.201	8.401	11.563
1回 (9枚出し)	1.505	5.6175	7.805
2回 (7枚出し)	0.1605	0.6	0.834
合計	3.8665	14.6185	20.202

※グロタンカット3回、4回は確率が小さすぎるため考えなくてよいものとする

## 考察

戦法①は使える場面が限られていたが結果から有効な手段といえる。しかし、実験回数が少なく、明確な根拠がないためを明らかにしたいと考えた。

戦法②は2,3,...,13の倍数を考慮することで約20%の確率で即勝利となるため、決して弱い作戦とは言えない。また強い手札(10や絵札)のときは作戦①で、そうでないときは作戦②に切り替えるという動きも有効であると考えられる

## 参考文献

1. <https://primedaifugo.fandom.com/ja/wiki/素数大富豪素数の一覧/1~4枚出し> 閲覧日2023年6月13日
2. <https://ja.wikipedia.org/wiki/素数大富豪> 閲覧日2023年6月10日
3. n枚2桁素数枚数別tier表 - mickey's blog (hatenablog.com) 閲覧日2024年2月24日
4. 素数大富豪シミュレーション (fc2.com) 閲覧日2024年5月27日

## ミルククラウンをいろいろな液体で作る

3年次理系生徒

キーワード：ミルククラウン…牛乳などの液体の水面にその液体を一滴落とした時にできる美しい王冠の形のこ

### 1. 動機と目的

テレビ番組でミルククラウンの実験を行っているのを見て、興味をもったため。  
牛乳ではなく水に様々な溶質を溶かしたものを使って、ミルククラウンを作る。

### 2. 仮説

先行研究<sup>1)</sup>では小麦粉を水に加え粘度を変えクラウンを作っていたが、私たちははちみつやガムシロップ、水あめを水に混ぜて粘度を高くすることで水でもクラウンを作ることができると考えた。なお、クラウンとは、角の数が8~13個のものとする。

下の(図1)では、左のものはクラウンとするが、中央(リング状になったもの)、右(飛び散ったもの)はクラウンとしない。



図1. 水滴の跳ね返りの形

### 3. 方法

水に溶質を溶かした液体をスポイトに入れ、真下に同じ液体を入れたシャーレを置き、高さ80センチの位置から液体を落とし、液体の跳ね返った形からクラウンができたかをスマートフォンのスロー機能で動画撮影し、角ができているか判断した。

シャーレの中の液体の深さは、2mmにした。

この実験の液体に加える溶質の種類や量を変えながら、各10回ずつ実験した。

下の(図1)では、左のものはクラウンとするが、中央(リング状になったもの)、右(飛び散ったもの)はクラウンとしない。

### 4. 結果

表1 水(30mL)とはちみつの角の数の平均

はちみつ(g)		15	18	21	24	27	30	33	36
角の数(個)		12.3	11.7	9.4	10.8	11.3	9.6	12.7	8.25

表2 水(30mL)と水あめの角の数の平均

水あめ(g)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
角の数(個)	11	12.7	12.13	11	11.38	9.5	11.8	10.9	9.3

表3 水(30mL)とガムシロップの角の数の平均

ガムシロップ(g)	20	23	26	29	32	35
角の数(個)	13.75	14.8	17.3	16.4	16.4	14.6

表1より、はちみつは角の数の平均が約4.5個でばらつきが激しかった。

表2より、水あめはばらつきがあるものの水あめの量を増やすにつれて角の数は減少傾向にあった。

表3より、ガムシロップは角の数が多くなりすぎた。

### 5. 考察

はちみつを36g入れたときに角の数が急激に減ったのは、粘度が高くなりすぎたからであり、粘度が高くなりすぎると跳ね返りの高さが小さくなり、クラウンができにくくなったためであると考えられる。水あめでも角の数の減少傾向があったことも同様の理由であると考えられる。ガムシロップでクラウンができなかった理由は粘度が足りなかったことが関係していると考えられる。はちみつ、水あめであれば、粘度を調整することでクラウンを作れるが、ガムシロップでは粘度が足りないのでクラウンを作ることが出来ない、というのが私たちの結論である。

### 6. 今後の課題

粘度と角の数の関係をさらに詳しく調べたい。また、実験の精度を上げるために10回ではなくもう少し増やしたい。

### 7. 参考文献

- 1) 岡山県立倉敷天城高等学校 (2014)「ミルククラウンと粘性の関係について」  
[https://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH\\_2014/afp/H24/0502.pdf](https://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2014/afp/H24/0502.pdf)

### 8. 謝辞

本研究を進めるのにあたって内海先生、山本先生、坂本先生には有益な情報を頂きました。ここに記して謝辞とします。

# ミルククラウンをいろいろな液体で作る

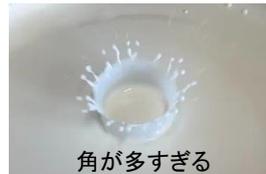
3年次理系生徒

## 1. 動機と目的

テレビ番組でミルククラウンの実験を行っているのを見て興味を持ったため。  
牛乳ではなく水に様々な溶質を混ぜたものを使って、ミルククラウンを作る。

## 2. 仮説

はちみつやガムシロップ、水あめを水に混ぜて粘度を高くすることで水でもクラウンを作ることができる。なお、クラウンとは、角の数が8~13個のものとする



## 3. 方法

高さ80センチの位置から液体を落とし、液体の跳ね返った形からクラウンが出来たかを判断した。  
液体に加える溶質の種類や量を変えながら、各10回ずつ実験した。

## 4. 結果

水(30ml)とはちみつの角の数の平均									
はちみつ(g)		15	18	21	24	27	30	33	36
角の数(個)		12.3	11.7	9.4	10.8	11.3	9.6	12.7	8.25

はちみつは平均の最大と最小の差が約4.5個でばらつきが激しかった。

水(30ml)と水あめの角の数の平均									
水あめ(g)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
角の数(個)	11	12.7	12.13	11	11.38	9.5	11.8	10.9	9.3

水あめはばらつきはあるものの水あめの量を増やすにつれて角の数は減少傾向にあった。

水(30ml)とガムシロップの角の数の平均							
ガムシロップ(g)		20	23	26	29	32	35
角の数(個)		13.75	14.8	17.3	16.4	16.4	14.6

ガムシロップは角の数が多くなりすぎた。

## 5. 考察

はちみつを36g入れたとき、角の数が急激に減ったのは粘度が高くなったからだと考える。水あめでも角の数の減少傾向があったことも同様の理由であると考えられる。粘度が高くなると跳ね返りが小さくなり、クラウンができにくくなったためである。

ガムシロップでクラウンができなかった理由は粘度が足りなかったことが関係していると考えられる。

はちみつ、水あめであれば、粘度を調整することでクラウンを作れるが、ガムシロップでは粘度が足りないのでクラウンを作ることが出来ない、というのが私たちの結論である。

## 6. 今後の課題

粘度と角の数を詳しく調べたい。また実験の精度を上げるため10回ではなくもう少し回数を増やしたい。

## 8. 参考文献

1) 岡山県立倉敷天城高等学校 (2014). 「ミルククラウンと粘性の関係について」  
[岡山県立microsoft Word - 5組2班 ミルククラウンと粘性の関係について.docx](http://www.okayama-c.ed.jp/~microsoft/Word-5組2班/ミルククラウンと粘性の関係について.docx)  
[okayama-c.ed.jp](http://www.okayama-c.ed.jp)

## 9. 謝辞

本研究を進めるに当たって、内海先生、山本先生、坂本先生には有益な助言を頂いた。ここに記して謝辞を表す。

## ボールの回転と軌道の変化の検証

3年次理系生徒

### キーワード

- 1) ボールの回転の向きを認識を一致させるために実験では上回転と下回転を図1のように定義した。
- 2) マグナス効果：ボールの回転によってボールの上下に気圧の差が生じ、その差をなくすために気流が発生する。その気流がボールの進行方向に対して垂直に力をボールに与えるため、ボールの回転と軌道が変化する現象（図2）。

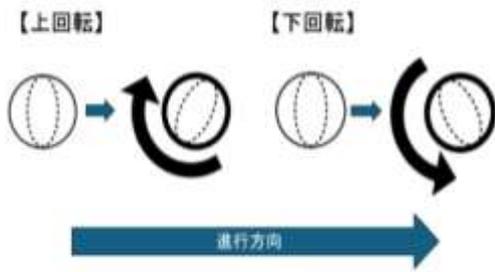


図1 回転の定義

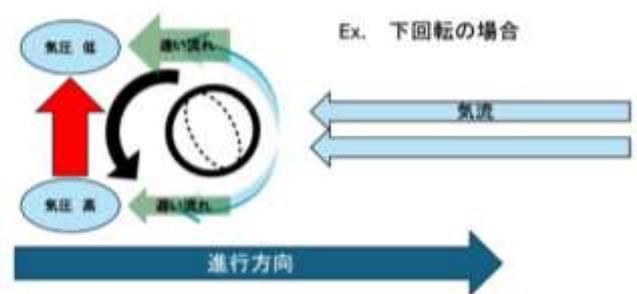


図2 マグナス効果

### 1. 研究の動機と目的

球技において回転はボールの軌道に大きな影響を与えると思い、その影響の受け方が気になり、ボールの回転と軌道の関係性について調べることにした。得た結果を部活動に活かし上達の効率化を図ろうと思いこのテーマの研究を進めていくことにした。

### 2. 仮説

【実験1】 ボールの回転が上回転のほうが、最高点から地面に落ちる時間が短くなる。

【実験2】 回転数が多く、水平方向への速度が大きければ鉛直方向の加速度の変化量が大きくなる。

### 3. 実験方法

回転がボールの軌道に与える変化を鉛直方向の変化に絞って実験を行った。

【実験1】 回転の向きと加速度の関係について調べた。卓球のボールに上回転と下回転をかけて打ち、スマートフォンで撮影し、動画から最高点の高さ、最高点からボールが落ちるまでの時間を計測した。

(加速度) =  $2 \times (\text{最高点の高さ}) / (\text{時間})^2$  の式を使い加速度を求めた。

【実験2】 回転数と加速度の変化の関係を調べるため、バレーボールを上回転と下回転に分けて投げた。その投げたボールの最高点の高さ、最高点まで、また最高点からの時間、ボールの回転数をスマートフォンで計測した。

実験1と同様に、加速度を求め、そこから重力加速度を引き加速度の変化量を求めた。

#### 4. 結果

【実験1】上回転のときは約  $4.8\text{m/s}^2$  大きく、下回転のときは、 $1.9\text{m/s}^2$  小さくなった (図3)。

【実験2】水平速度と加速度変化について、上回転では近似直線を求めた結果、小さい値だが傾きが正になった (図4)。同様に、下回転では傾きが負になった (図5)。

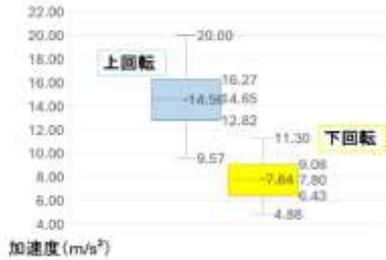


図3 各回転の加速度

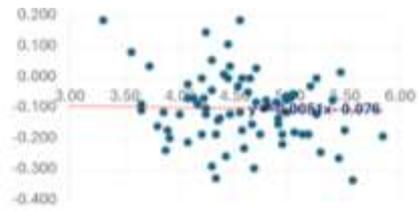


図4 水平方向の速さと加速度変化  
(上回転)

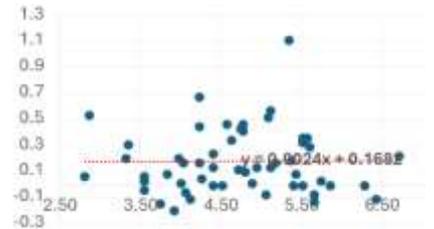


図5 水平方向の速さと加速度変化  
(下回転)

#### 5. 考察

【実験1】上回転をかけたことで下向きの力がかかり最高点から地面に落ちる時間が自由落下よりも短くなった。このことより、水平方向の速さがあり、ボールが回転している場合マグナス効果を得られると考察した。逆に下回転では上向きの力がかかり最高点から地面に落ちる時間が長くなった。したがって、上回転と同様にマグナス効果を得られると考えられる。

【実験2】上回転では近似直線の傾きが正になったので水平方向の速さが大きくなれば鉛直方向の正の加速度変化が大きくなると考えた。同様に下回転は傾きが負になったため鉛直方向の負の加速度変化も大きくなると考えた。このことは水平方向の速度が大きくなり、マグナス効果によって、加速度の変化も大きくなったと考えられる。

#### 6. 今後の課題

回転数を目視で測ったため、正確な回転数が測れなかった。また、水平方向の速度が一定でなかったため回転数と加速度変化の関係を正確に調べることができなかった。今回の実験は短い期間だったので、長期間にわたる実験を行うことでより正確な実験結果が得られると思う。

#### 7. 参考文献

- 1) れっど (2002) 「変化球はなぜ曲がる？」 <http://baseballers.fc2web.com/pitching/re-nazemagaru.html> 2023年5月27日

#### 8. 謝辞

本研究において森本先生、内海先生には大変有益な助言を頂いたので、ここに記して謝意を表す。

# ボールの回転と軌道の変化の検証

3年次理系生徒

## 動機と目的

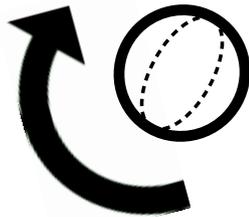
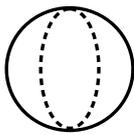
ボールの回転と軌道の関係について調べ、ボールを思い通りの軌道で操ることができれば部活動に生かせると思いこのテーマを設定した。

## 仮説

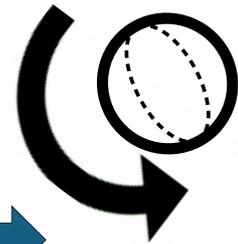
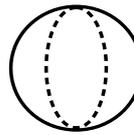
回転数が多く、水平方向への速度が大きければ鉛直方向の加速度の変化量が大きくなる。

## キーワード

【上回転】



【下回転】



進行方向

図1

## 実験方法

1. バレーボールに上回転と下回転をかけて打つ。
2. スマートフォンで撮影し最高点の高さ、最高点からボールが落ちるまでの時間、最高点からの回転数を測る。
3.  $(\text{加速度}) = 2 \times (\text{最高点の高さ}) / (\text{時間})^2$  の式を使い加速度を求める。
4. 求めた加速度から重力加速度を引き加速度の変化量を求める。
5. 加速度の変化と回転数の関係性を調べる。

## 結果

実験より得られた結果から散布図を作成した。

水平方向の速さと加速度変化の関係(上回転)

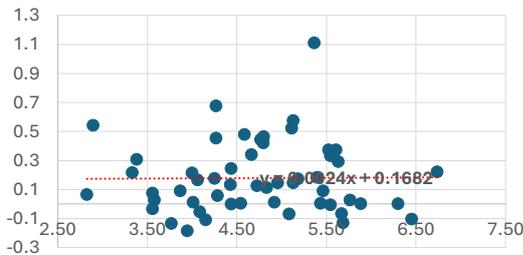


図2

水平方向の速さと加速度変化の関係(下回転)

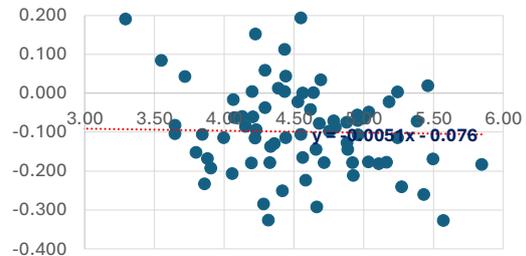


図3

## 考察

水平速度と加速度変化について、図2より近似直線を求めた結果、とても小さい値だが、傾きが正だったため、全体的に水平方向の速さが大きくなれば鉛直方向の正の加速度の変化が大きくなるとわかる。同様に、図3もみると近似直線の傾きが負であったので、鉛直方向の負の加速度変化も大きくなるのが分かる。このことは水平方向の速度が上がることで巻き込む空気量が増加したため加速度の変化が大きくなったと考えられる。

また回転数と加速度変化の箱ひげ図を作ったが規則性などを見つけることはできなかった。

## 今後の課題

回転数を目視で測ったため、正確な回転数が測れなかった。また、同じ回転数のデータを多く集められなかったため、正確な加速度変化が分からなかった。水平方向の速度が一定でなかったため回転数と加速度変化の関係を正確に調べることができなかった。

## 参考文献

れっど (2002) 変化球はなぜ曲がる？

<http://baseballers.fc2web.com/pitching/re-nazemagaru.html>

## シャボン玉の持続時間と砂糖の量の関係値について

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

私たちはシャボン玉を長く持続させる方法について興味をもった。先行研究では砂糖を入れると長く持続することが分かっていた<sup>1) 2) 3)</sup>。そこから、砂糖の量を増やすことにより持続時間も長くなると考え、砂糖の量の変化とシャボン玉の持続時間を調べた。

### 2. 仮説

シャボン玉液に砂糖を入れることで膜が厚くなるため、シャボン玉が割れにくくなりシャボン玉の持続時間は砂糖の量に比例すると考える。それに加えて、砂糖が溶ける量には限度があり、砂糖が溶けなくなる時に持続時間も限界が来ると考える。

### 3. 方法

水 50 g と洗剤 1.5 g を混合したものを溶媒とし、溶質である砂糖を 0g から 100 g まで増やしていきシャボン玉溶液をつくった。シャボン玉の大きさを一定にするために、下敷きに円を描き大きさを統一させた (図 1)。測定は、各砂糖の質量で 6 回ずつシャボン玉の持続時間を計りその平均をとった。



図 1 シャボン玉のサイズ

### 4. 結果

持続時間は砂糖 50 g までは砂糖の量の間隔に対して増えた (表 1)。砂糖 50g でシャボン玉の持続時間は最大だった。その後、持続時間は減少していった。

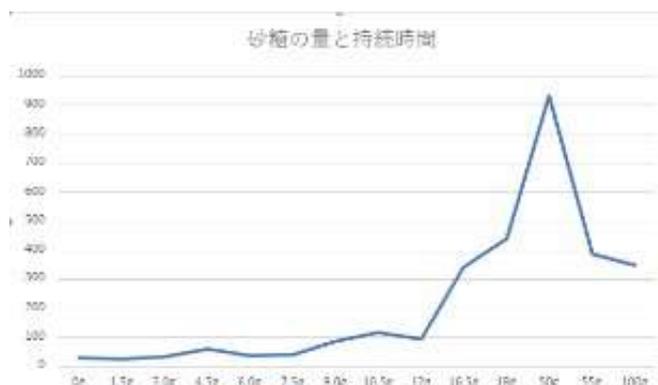


表1 砂糖の量と持続時間の関係

## 5. 考察

この結果から、私たちのたてた仮説と少し異なりシャボン玉の持続時間と砂糖の量は二次関数的な変化をした。その理由として ①砂糖を入れると砂糖の保水性により、シャボン玉の表面の水分が蒸発しにくくなった。 ②シャボン玉液の粘度が高くなって膜が強くなり、シャボン玉が割れにくくなった。①と②の二つの要素より、50gまでは二次関数的な変化となったと考えられる。50gを超えるとシャボン玉の持続時間が短くなっていったのはシャボン玉溶液に含まれる砂糖の量が多く密度が上昇したため膜が重さに耐えられなくなったことが原因でと考える。

## 6. 今後の課題

今回砂糖を溶かすにあたって、ガスバーナーを利用したことにより溶解度が変わっていた。また砂糖の量を増やしていくと、割れるときにシャボン玉とは異なる膜のようなものができたため、今後、この膜の生成条件について調べていきたい。

## 7. 参考文献

- 1) Hands (2020) 「シャボン玉液の作り方！割れにくい巨大シャボン玉を作るにはどうする?!」  
<https://hands-media.jp/830> 2023年6月13日
- 2) まろやか情報局(2024) 「シャボン玉液に砂糖を入れて作るとなぜ割れにくいのか?」  
<https://mellow-info.com/soap-bubble> 2023年6月13日
- 3) 学研 (2023) 「【材料は4つだけ!】簡単にできる割れないシャボン玉の作り方」  
<https://kosodatemap.gakken.jp/life/together/53816/> 2023年6月12日

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、梶田先生と志摩先生には有益な助言を頂きありがとうございました。

# シャボン玉の持続時間と砂糖の量の関係値について

3年次理系生徒

## 研究の動機と目的

私たちはシャボン玉を長く持続させる方法について興味をもった。先行研究では砂糖を入れると長く持続することが分かった。そこで、砂糖の量の変化とシャボン玉の持続時間の関係を調べた。

## 仮説

シャボン玉の持続時間は砂糖の量に比例し、膜が厚くなってシャボン玉が割れにくくなる。



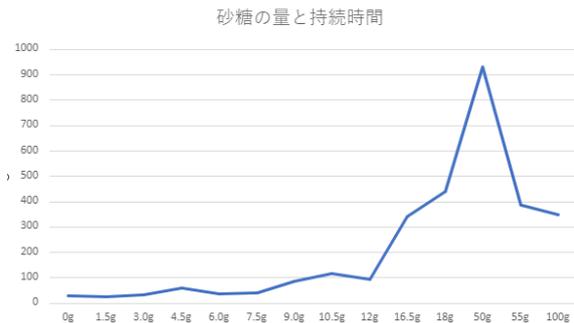
図1)円を描いた下敷き

## 研究方法

水50gと洗剤1.5gを混合したものを溶媒とし、溶質である砂糖を0gから100gまで増やしていきシャボン玉をつくった。シャボン玉の大きさを一定にするために、下敷きに円を描き大きさを統一させた(図1)。測定は、各砂糖の質量で6回ずつシャボン玉の持続時間を計りその平均をとった。

## 結果

持続時間は50gまでは砂糖の量に比例して増えた(表1)。しかし一定量の大きさで増えることはなく、その間隔はばらばらであった。50gでシャボン玉の持続時間は最大だった。



## 考察

この結果から、私たちのたてた仮説の通り、砂糖を入れると砂糖の保水性により、シャボン玉の表面の水分が蒸発しにくくなり、シャボン玉が割れにくくなる。また、砂糖を入れることで、シャボン玉液の粘度が高くなって膜が強くなり、シャボン玉が割れにくくなる。50g以上でシャボン玉の持続時間が短くなっていったのはシャボン玉自体が重くなりすぎたためであると考えた。

## 今後の課題

砂糖の量を増やしていくと、割れるときにシャボン玉とは異なる膜のようなものができたため、今後、この膜の生成条件について調べていきたい。

## 参考文献

1. Hands(2020)「シャボン玉液の作り方！割れにくい巨大シャボン玉を作るにはどうする?!」  
<https://hands-media.jp/830>
2. まろやか情報局(2024)「シャボン玉液に砂糖を入れて作るとなぜ割れにくいのか？」  
<https://mellow-info.com/soap-bubble>
3. 学研(2023)「【材料は4つだけ！】簡単にできる割れないシャボン玉の作り方」  
<https://kosodatemap.gakken.jp/life/together/53816/>

## 心拍数とスポーツパフォーマンスの関係

3年次理系生徒

### キーワード

「スポーツパフォーマンス」の向上は勝敗だけにとどまらず、目標スコアを出すこと、体がもつ能力を最大限に引き出すことも含め、より高いレベルを目指すことと定義する。

### 1. 研究の動機と目的

準備運動がスポーツパフォーマンスの向上に影響を与えているのではないかと考えた。またスポーツパフォーマンスを向上させる方法を調査することで、部活など普段運動する際に生かせるのではないかと考え、検証を行った。

### 2. 仮説①

先行研究より心拍数が120回/分の時に一番集中できることが分かった。集中するとほかのことを考えずに一つのことに没頭できるため、スポーツパフォーマンスが高まると考え、心拍数が120回/分前後の時、スポーツパフォーマンスが高くなり、心拍数が高くなりすぎた場合はスポーツパフォーマンスが下がるのではないかという仮説を立てた。

### 3. 方法①

①2分間フリースローの練習をする。

②少し休憩し心拍を平常時にもどし、平常時の心拍数を測定する。

③フリースローを10回打ってそのうち何回入ったかを計測する。

これを各被験者の基準値とする。

④体育館の中を1周走り心拍数120回/分まで上げる。

⑤再び心拍数を測定し、フリースローを10回打つ。

心拍をあげる前と後とのフリースローが入った本数を比較し、その増減でスポーツパフォーマンスの出来を判断した。なお、この実験では被験者によって基準値である平常時の心拍数が異なるため、各被験者における基準値からの増減のみを比較した。

### 4. 結果①

心拍数が100から130回/分の時にフリースローの入った本数が増加している傾向にあった。また心拍数が150回/分を超えた被験者はフリースローの入った本数が減少している傾向があった。

### 5. 考察①

心拍数が100から130回/分のときスポーツパフォーマンスが向上する、また心拍数が150回/分を超えるとスポーツパフォーマンスが低下してしまうと考えられる。

実験1で心拍数が120回/分になった時にスポーツパフォーマンスが向上することが分かったのでまず心拍数が120になる準備運動を調べた。縄跳び、腿上げ、バービーの三つの運動に注目し検証を行っ

たところそれぞれ縄跳びを1分間、腿上げ20秒、バービー20回を行った時に心拍数が120に近い数字が出た。その後それらの運動を行う前と後でのスポーツパフォーマンスの向上を調べた。

## 6. 仮説②

縄跳びを行うと腕、脚などの筋肉が刺激され3つのなかで1番スポーツパフォーマンスが向上すると考えた。バービーを行っても全身の筋肉が刺激されるがバービーをすると縄跳びをする時より疲労感を感じるので縄跳びの方がスポーツパフォーマンスが上がると思った。

## 7. 方法②

- ①平常時の心拍数の状態でハンドボール投げを行い、飛距離を計測する。
- ②三つの準備運動を行った後再びハンドボール投げを行い距離を計測する。
- ③距離の伸びでスポーツパフォーマンスのできを判断した。

## 8. 結果②

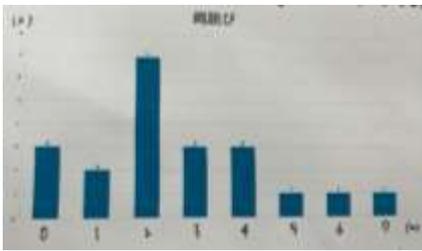


図1 縄跳びをした時の飛距離の伸び

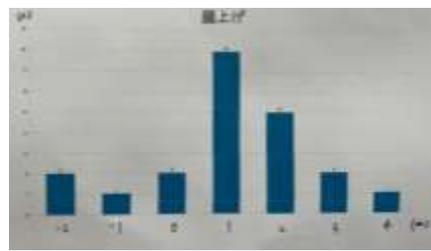


図2 腿上げをした時の飛距離の伸び

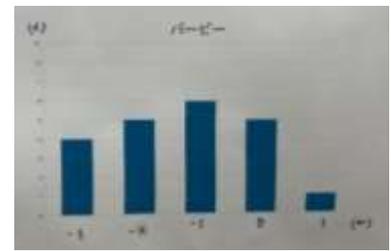


図3 バービーをした時の飛距離の伸び

縄跳びを行った時は記録が落ちた人がいないことがわかる。腿上げでは記録が減った人はいるものの全体的に見ると伸びている人が多いことがわかる。バービーでは全体的にも記録が減った人が多いことがわかる。

## 9. 考察

実験結果より縄跳びを準備運動として行った時にスポーツパフォーマンスが向上すると考えられる。縄跳びを行うと、ハンドボール投げで使う腕など全身の筋肉が刺激され、疲労感がバービーに比べ、少ないので記録が伸びたと考えられる。

## 10. 今後の課題

実験1で心拍数が120回/分の時にスポーツパフォーマンスが向上すると考察したが、具体的に何をすればいいのか調べ切れていなかったので実験2を行った。そして、ハンドボール投げに変更して実験を行ったが、ハンドボール投げだけに着目し、その他のスポーツと縄跳びの関係を調べ切れなかったため、ほかのスポーツでスポーツパフォーマンスが上がるのか調べたい。

## 11. 参考文献

- 1) 織田琢也 (2024) 「代表的な準備運動10種類」 <https://smartlog.jp/179870> 2024年 3月6日

## 12. 謝辞

この実験をするにあたって志摩先生、梶田先生には有益な助言を頂いた。ここに謝辞を表す。

# 心拍数とスポーツパフォーマンスの関係

3年次理系生徒

## 用語説明

スポーツパフォーマンスの向上…勝敗だけでなく、目標スコアを出すこと、体が持つ能力を最大限に引き出すことなども含め、より高いレベルを目指すこと。

## 動機と目的

運動する前に準備運動するのは怪我をしないためでもあるが、スポーツパフォーマンスの向上にも関係しているのではないかと思ったから。またスポーツパフォーマンスを向上させる方法を調査することで日々の運動にも活かせるのではないかと思ったから。

## 実験 1

### 〈仮説〉

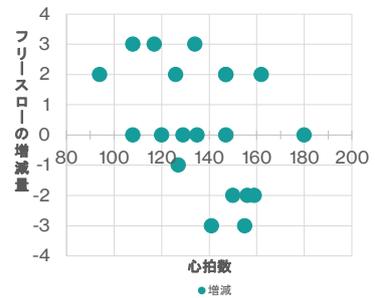
- 先行研究より心拍数が120回/分の時に一番集中できることが分かった。
1. 集中すると他のことを考えずに一つのことに没頭するため、120回/分前後でスポーツパフォーマンスが高くなる。
  2. 心拍数が高くなりすぎた場合はスポーツパフォーマンスが低くなる。



### 〈方法〉

- ① 2分間フリースローの練習をする
- ② 平常時の心拍を測り、フリースローを10本打ち何本入ったかを計測する。
- ③ 体育館を一周走り心拍を上げる。
- ④ 再び心拍を測り、フリースローを10本打ち何本入ったかを計測する。
- ⑤ フリースローが入った本数の増減でスポーツパフォーマンスのできを判断する。

〈結果〉表1 心拍数とフリースローの増減量



### 〈考察〉

実験結果より心拍数が110回/分~130回/分の時に入ったフリースローの本数が、増加したと考えられる。よってこの時にスポーツパフォーマンスが高まると考えられる。

◇実験 1 の後心拍数が120回/分になる準備運動を確かめた。運動を縄跳び、腿上げ、バービーに絞りその心拍数になるまでの時間を測ったところ下記の準備運動が心拍数に120回/分になることが分かった。

## 実験 2

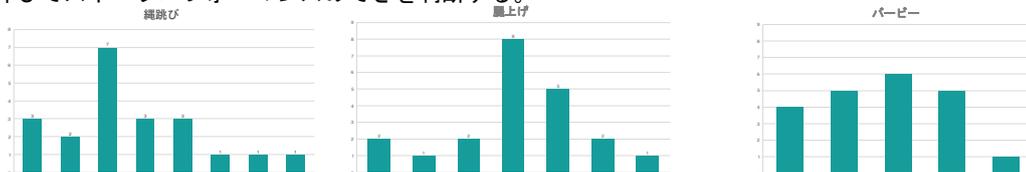
### 〈仮説〉

準備運動に縄跳びをするとスポーツパフォーマンスが向上する。

- ・縄跳び1分間
- ・腿上げ20秒
- ・バービー20回

### 〈方法〉

- ① 平常時の心拍数の状態でハンドボール投げを行い飛距離を計測する。
- ② で調べた準備運動をした後、再びハンドボールを行い距離を計測する。
- ③ 距離の伸びでスポーツパフォーマンスのできを判断する。



### 〈考察〉

実験結果より縄跳びを準備運動として行ったときにスポーツパフォーマンスが向上すると考えられる。縄跳びをすることで心拍数増加され、体全体の刺激にもなり、運動前の状態として万全に近い形となったからだと考える。

## 今後の課題

実験 1 で心拍数が120の時にスポーツパフォーマンスが上がると考察したが、具体的に何をすればいいのかわかなくておらず実験 2 を行ったが、ハンドボールに変更して実験を行ったものの、その他のスポーツと縄跳びの関係を調べられなかったため、ほかのスポーツでスポーツパフォーマンスが上がるのか調べたいです。

## 参考文献

織田琢也 (2024) 「 代表的な準備運動 10 種類。」 <https://smartlog.jp/179870>

## 音楽がスポーツに及ぼす影響

3年次理系生徒

### 1. 動機

私達はランニングやトレーニング中に音楽を聞くことがあるがこれが運動のパフォーマンスに影響があるのか気になったため当実験を行うことにした。

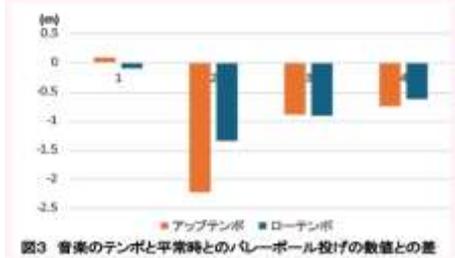
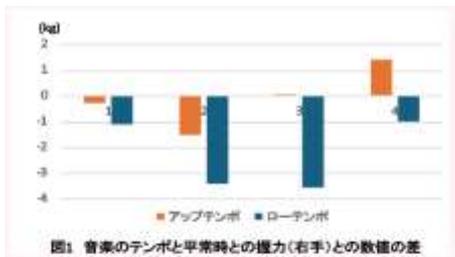
### 2. 仮説

「アップテンポの曲を聴くと気分が高揚することにより、身体が興奮状態になることでパフォーマンスが向上し、反対にローテンポの曲を聴くと同様の理由からパフォーマンスが低下する」という仮説を立てた。身体が興奮状態になるというのは体温が向上し、心拍数が上がることをいい、いわゆるテンションが上がる状態のことを指す。

### 3. 実験方法

何も聞かないとき、アップテンポの曲を聴くとき、ローテンポの曲を聴くときという3つの状況下で、握力測定とバレーボール投げという2通りの実験を体育館で行った。バレーボールの投げ方についてはサッカーのスローインのような投げ方で体育館の端から約1歩分の勢いをつけて投げた。それぞれ3つの状況下で測定を行い、前回の結果と追実験の結果とを合わせた平均値を算出した。実験で用いた

曲は、実験者の知っている、テンションの上がるアップテンポの曲と悲しくなるようなローテンポの曲をそれぞれ選んだ。さらに追実験として、音楽を聴いていないときとそれぞれの音楽を聞いたときの心拍数を二十秒間計測し、BPMを算出した。



### 4. 結果

下の表1は実験に使用した曲の名前とそれぞれのBPM、またその右の表は、被験者がそれぞれの曲を聴いたときの安静時の心拍数を表している。そして、図1, 2, 3においてそれぞれのグラフの縦軸は、それぞれの実験の何も聴かなかった時の数値を基準としてアップテンポの曲を聴いたとき、ローテンポの曲を聴いたときの各数値との差を示している。横軸は実験した人を表す。仮説と比べ、記録が伸びているところもあるが、記録が下がっているものの方が多くある傾向が見て取れる。また、アップテンポの仮説と逆にローテンポの曲のときは記録が落ちるという仮説を立てたが、ほとんどにおいて記録が下がっ

ている。また、聴いている音楽と心拍数の変化については、それぞれにあまり変化は見られなかった。

楽曲	試行回数	1	2	3	4
アップテンポ	133	52.5	70.5	73	80
ローテンポ	133	54	65	68	73
静かな音楽	74	57.75	64	70	70
その他	52	51	62	67	77
		52.5	65	68	72

表1 異なる楽曲のPMと心拍数

## 5. 考察

結果から、瞬間的な力を用いるスポーツに関しては、曲を聴くことによるパフォーマンスの変化は見られないと結論付けた。原因として、試行回数が少なく、正確性に欠けるデータとなったことなどが挙げられる。そして、今回の実験では人間に備わっている同調という性質はあまり確認することはできなかった。アップテンポ、ローテンポともに何も聞いていないときより記録が下がったという結果が見られたのは、連続した実験による疲労が大きな要因となっていると考えた。他にも、体が十分に動くようにならないうちに実験を始めてしまったなどの理由から、実験条件をもっと厳密に揃える必要があると感じた。

## 6. 今後の課題

今回の実験では、同調が起きるような条件下になかったのではないかと考えており、どのような条件で同調を引き起こすことができるか調べる必要があると思う。他にも、体が十分に動くようにならないうちに実験を始めてしまったという点から、条件をもっと厳密に揃える必要があると感じた。

## 7. 参考文献

- 1) masa kazama (2022) 同期現象について～人の心拍が同期する?!～2023年6月2日  
[https://note.com/masa\\_kazama/n/n8cfe87701107](https://note.com/masa_kazama/n/n8cfe87701107)
- 2) 相澤 (京野アートクリニック高輪) (2018) 音楽の癒し効果について 2023年6月10日  
<https://ivf-kyono.com/column/post-729>
- 3) オムロンヘルスケア (2017) 1日1回リラックスタイムを持とう 2023年6月10日  
<https://www.healthcare.omron.co.jp>

## 8. 謝辞

本探究を行うにあたって岩井の内海先生、岩井紀子先生、小林先生には有益な助言をいただいた。ここに謝辞を表す。

# 音楽がスポーツに及ぼす影響

3年次理系生徒

## 動機

普段ランニング中や筋トレ中に音楽を聴くことがしばしばあるが、それがパフォーマンスに影響があるのか興味を持ったから。

## 仮説

アップテンポの曲を聴くと、気分の高揚により身体が興奮状態になることで、パフォーマンスが向上する。

逆にローテンポの曲を聴くと気分が冷めることによりパフォーマンスが低下する。

## 実験方法

- ①何も聞かない
- ②アップテンポの曲を聴く
- ③ローテンポの曲を聴く

この3つの状況下で、握力および両手でバレーボールを投げた距離の測定を体育館で行った。実験者にはそれぞれの状況下での心拍数を測ってから、3~5回の測定を行って平均値を出し、何も聞かなかったときの記録との差をグラフにした。

※実験で用いる曲は、実験を行う人自身が知っているテンションの上がるアップテンポの曲、悲しい気持ちになるローテンポの曲を選んでもらう。

※音楽は学校のタブレットを用いて流す。

## 結果

ローテンポの曲を聴くと記録が下がる傾向がみられた。曲を聴くことによる記録の変化はそれぞれ見られたが、アップテンポ、ローテンポの曲による記録の伸びや低下は人や種目によってさまざまであった。

曲名	BPM
チアーズ	133
カンナムスタイル	133
明日への手紙	74
あの夏へ	92

図4 使用した曲のBPMと心拍数

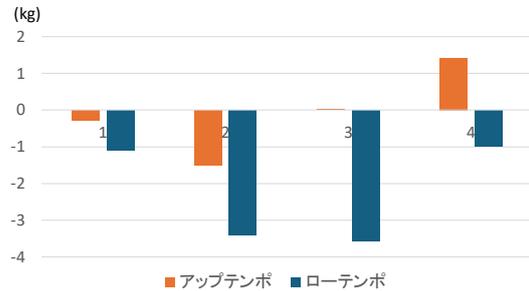


図1 音楽のテンポと平常時との握力(右手)との数値の差

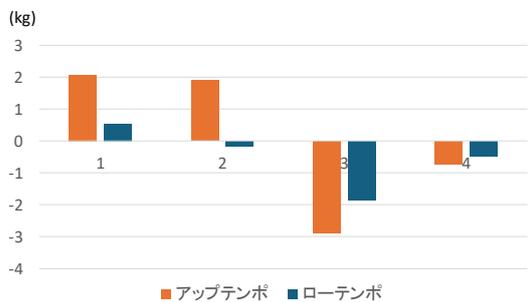


図2 音楽のテンポと平常時との握力(左手)との数値の差

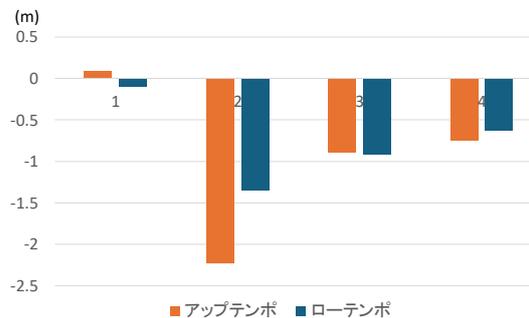


図3 音楽のテンポと平常時とのバレーボール投げの数値との差

	1	2	3	4
アップテンポ	52.5	70.5	70	80
ローテンポ	54	62	68	73
平常時	57.75	64	70	76
アップテンポ	51	62	67	77
ローテンポ	52.5	65	66	72

## 考察・今後の課題

追実験の結果から仮定を裏付ける相関は見られなかった。また、アップテンポ・ローテンポともに、曲を聴いたことによる記録の向上もあまり見られなかった。このことから、瞬間的な力を要するスポーツに関しては、曲を聴くことによるパフォーマンスの変化は見られないことが分かった。また、データ数が少なかったことと、持続的な運動(長距離走など)についての影響も調べることが今後の課題に挙げられる。

## 参考文献

- 1) masa kazama (2022) 同期現象について～人の心拍が同期する?!～2023年6月2日  
[https://note.com/masa\\_kazama/n/n8cfe87701107](https://note.com/masa_kazama/n/n8cfe87701107)
- 2) 相澤(京野アートクリニック高輪)(2018) 音楽の癒し効果について2023年6月10日  
<https://ivf-kyono.com/column/post-729>
- 3) オムロンヘルスケア(2017) 1日1回リラックスタイムを持つ2023年6月10日  
<https://www.healthcare.omron.co.jp>

## 身近なもので吸音材を作ろう

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

このテーマにした動機は、吸音材がないときに音が外に漏れて迷惑になったため、身近なもので吸音材を作れないかと考えたからである。

### 2. 仮説

私たちが立てた仮説は「市販の吸音材に素材が似ているスポンジが最も音を吸収する」である。構造的には綿も吸音材に似ているが選ばなかった理由は、繊維が多く集まったような構造をしており逆に音を通してしまうのではないかと思ったからだ。

### 3. 方法

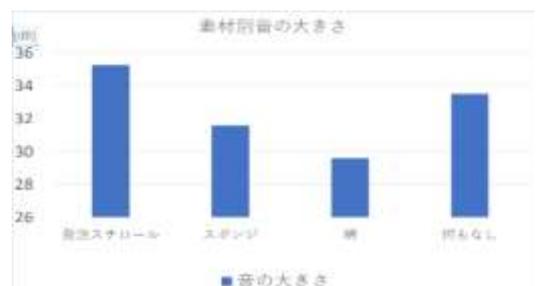
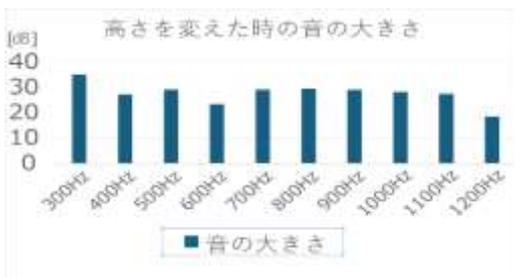
#### 《実験1》

まず、段ボール内側の6面すべての面に厚さ4cmの素材を付ける。調べた素材は、スポンジ、発泡スチロール、綿の3種類だ。その段ボールにつけた素材の内側にスマホを入れ、音源アプリを使って音を出す。この時、段ボールの隙間からも音が漏れないようにすべての隙間をガムテープで密閉する。音源から毎回一定の距離をあけて音を計る。そして他の材質でも同じように5回ずつこの計測アプリで計測する。この計測アプリは音の大きさの平均が出るので、30秒間計測した時の音の大きさの平均をそのまま記録した。段ボールの箱と計測するスマホはどちらも机の上に置く。これは、床にスマホと段ボールを置くと、床が振動を伝えてしまい正しく計測できなくなるのを防ぐためである。素材は、段ボールに貼り付けず、素材を入れ替える際に段ボールの表面がはがれてしまうことはなかったため、条件は変わらず、実験を行えた。

#### 《実験2》

音の高さと音の吸収される量は関係があるのかについて実験した。実験方法は実験1と同じような方法で行い、計測する素材をスポンジだけにした。また音の高さを300Hzから1200Hzまで100Hzずつ高くし、それぞれ3回計測した。

### 4. 結果



左のグラフは、それぞれの素材で5回計測した時の音の大きさの平均を表している。発泡スチロールをつけた時は 35.1 dB で少し大きくなってしまった。一番音が小さくなったのは綿をつけた時で、12%音を軽減した。仮説の着眼点はよかったが、綿が一番音を吸収するという結果に至った。このことから、綿やスポンジのような、吸音材の特徴である空気層を設けた特徴のものが音を吸収しやすいということが分かった。また、右のグラフは高さを変えて3回計測した時の音の大きさの平均を表している。このグラフの通り目立った規則性は見られなかった。

## 5. 考察

結果から、綿やスポンジは吸音材の特徴である空気層を設けた構造であるため音をよく吸収したと考えられ、逆に発泡スチロールは原料であるビーズの中に空気を入れた構造であるため、表面が固く音が反射してしまうため音が大きくなったと考えられる。この実験では綿が一番音を吸収したが、市販の吸音材にスポンジが使われているのは加工や保存がしやすいためだと考えられる。また、右のグラフのグラフに目立った規則性は見られなかったので、実験2の結果から考えられることは、音の高さと音の吸収される量は関係性がないということだ。

## 6. 今後の課題

今後の課題は素材の種類が3つと少なかったので吸音材の構造に似た素材を探して最も音を吸収する素材を見つけたい。また綿の圧縮率や、スポンジの種類によって吸音材の効果は違うのかを明らかにし、規模を大きくしたときの吸音の効果の違いを調べたい。

## 7. 参考文献

- 1) 発泡スチロールの特長 | 発泡スチロールについて | 株式会社 石山 (ishiyamapack.co.jp)
- 2) 防音に大切な吸音素材を知ろう！吸音材の概要やメカニズムもチェック (bouon-kosho.co.jp)
- 3) 吸音材料と構造 | 防音室に役立つ知識8 | D.S.P コーポレーション株式会社 (dspc.co.jp)

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、安藤先生には有益な助言をいただきました。この場を借りて謝辞を申し上げます。

# 身近なもので吸音材を作ろう

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的

吸音材がないときに音が外に漏れて迷惑になったため身近なもので吸音材を作れないかと考えた。

## 2. 先行研究

吸音材の素材には穴が無数に開いた右図のような多孔質のものを使うのが一般的。穴に入り込んだ音が内部で拡散し、熱エネルギーに変わることによって反射音が減衰する構造になっている。

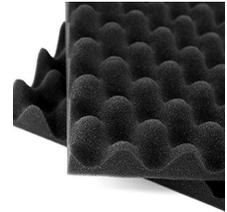


図1 吸音材

## 3. 仮説

スポンジ、発泡スチロール、綿の中で最も吸音材に素材が似ているスポンジが最も音を吸収すると予想した。

## 4. 実験方法

### ＜実験1＞

- ①段ボール内側の6面すべての面に厚さ4cmの素材を付ける(写真5)
- ②①の中にスマホを入れ、音を出す(写真5)
- ③段ボールを隙間がないように密閉し、音源から毎回一定の距離を開けて音を計る
- ④他の材質でも同じように5回計測する

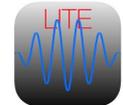
### ＜実験2＞

- ①実験1と同様にして素材はスポンジだけにする
- ②音の高さを300Hzから1200Hzまで100Hzずつ高くした(3回計測)



図2 実験1の様子

音源アプリ  
ATG Lite



計測アプリ  
Sonic Tools

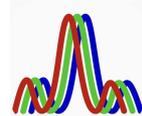


図3 使用したアプリ

## 5. 結果

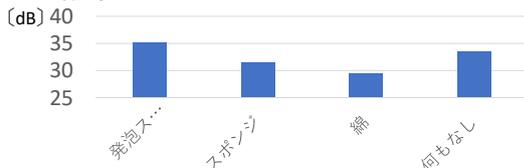


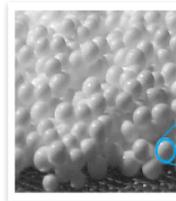
図4 材料を貼り付けた時の音の大きさ



図5 高さを変えた時の音の大きさ

## 6. 考察

綿やスポンジは吸音材の特徴である空気層を設けた構造であるため音をよく吸収し、発泡スチロールは原料であるビーズの中に空気を入れた構造のため表面が固く音が反射してしまうため音が大きくなったと考えられる。この実験では綿が一番音を吸収したが市販の吸音材にスポンジが使われているのは加工しやすいためと考えられる。＜実験2＞では結果に規則性がみられなかったため音の高さと音の吸収される量は関係ないと考えられる。



〈顕微鏡拡大写真〉

発泡スチロールは、それぞれが独立した小さな空気の部屋(独立気泡)で仕切られています。

図6 発泡スチロールの構造

## 7. 今後の課題

綿の圧縮率、スポンジの種類によって吸音材の効果は違うのかを調べる。  
市販の吸音材と比較すると吸収される音の大きさはどれだけ違うのかを調べる。

## 8. 参考文献

- 1) [発泡スチロールの特長 | 発泡スチロールについて | 株式会社 石山 \(ishiyamapack.co.jp\)](http://ishiyamapack.co.jp)
- 2) [防音に大切な吸音素材を知ろう！吸音材の概要やメカニズムもチェック \(bouon-kosho.co.jp\)](http://bouon-kosho.co.jp)
- 3) [吸音材料と構造 | 防音室に役立つ知識8 | D.S.Pコーポレーション株式会社 \(dspc.co.jp\)](http://dspc.co.jp)

## 辛い物を抑えるもの

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

辛い物が苦手な班員が多く、これから先辛い物を食べるときに利用できると思ったため。

### 2. 仮説

辛い物を食べると体温が上がること、辛さを抑えるには乳製品がよいという先行研究から、冷たい乳製品が最も抑えられると仮説を立てた。

### 3. 方法

実験方法はまず、平常時の体温を測り、唐辛子を食わずに冷たい物を食べた30秒後の顔の表面温度をサーモグラフィの表面体温計で計測した。次に、体温が元の状態に戻るまで3分待ち、再度平常時の体温を測った。そして唐辛子を食べた30秒後の顔の表面温度を計測し、そのあとに冷たい物を食べてから30秒後にもう一度顔の表面温度を計測した。被験者は5人で1人3回行い、変化量の平均をとった。

今回食べたもの

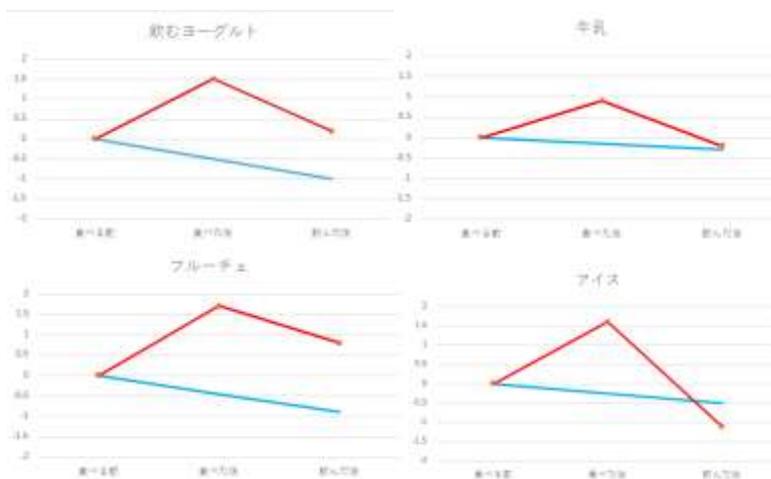
飲むヨーグルト	100g
牛乳	100g
フルーチェ	100g
アイスクリーム(バニラ)	50g



### 4. 結果

実験の様子

	元の体温	乳製品を食べる前	乳製品を食べた後
飲むヨーグルト	31.9	0	-1.0
牛乳	32.7	0	-0.3
フルーチェ	32.1	0	-0.9
アイスクリーム	31.8	0	-0.5



表とグラフから、体温が最も下がったのはアイスクリームである。また、舌の刺激が最も抑えられたのを被験者に聞いたところアイスクリームであるという声が最も多かった。

## 5. 考察

考察は、グラフから体温が最も下がったのはアイスクリームであると考えられる。また、被験者の舌の刺激が最も抑えられるのもアイスクリームであると考えられる。よって、今回の実験では、辛さを抑えるにはアイスクリームが最適であると結論付けた。

## 6. 今後の課題

冷たい物を飲食することで舌が麻痺したという可能性もあり、それについて追及することができず、わからないままになってしまったので、そこを追求するまでやってみたい。また、調べた種類も4種類と少ない気がするのももう少し種類を増やして実験もしていきたい。また、計測するときサーモグラフィの表面温度計の写真をパソコンに落とし込めず、スマホで録画した動画を見ながら変化前後の温度を調べたので、パソコンに落とし込める方法を調べてみたり、スマホを固定して後から見返しやすくなりたい。

## 7. 参考文献

- 1) TBS テレビ (2019) 唐辛子 vs ショウガ】実は冷え性に“逆効果”なのは|この差って何ですか? | TBS テレビ 2023年5月19日
- 2) ウェザーニュース (2022) 水は逆効果!? 唐辛子の辛さを和らげる裏ワザとは? - ウェザーニュース (weathernews.jp) 2024年4月24日
- 3) 日本経済新聞 (2022) 「辛い」の科学 痛みがおいしさに変わるメカニズム - 日本経済新聞 (nikkei.com) 2023年5月12日

## 8. 謝辞

本研究に当たって岩井先生、小林先生、諫山先生には貴重なアドバイスをいただいたので、深く御礼を申し上げます。

# 辛い物を抑えるもの

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機

辛い物が苦手な班員が多いため、辛さを抑える方法に興味を持った。

## 2. 先行研究

- ・辛い物を食べると体温が上がる。<sup>1)</sup>
- ・辛い物には乳製品が良い。<sup>2)</sup>



**3. 仮説** 辛さを抑えるには冷たい乳製品が良い。

## 4. 実験方法

唐辛子を食べる前後と、冷たい乳製品を飲食する前後での顔の表面温度を調べた。(図2)

今回食べたもの	
飲むヨーグルト	100g
牛乳	100g
フルーチェ	100g
アイスクリーム(バニラ)	50g

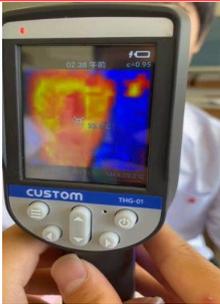


図2 実験の様子

## 6. 考察

辛い物を抑えるには、バニラ味のアイスクリームが最適だと考えられる。

## 7. 今後の課題

今回は乳製品のみで行ったが、今後は違うものでも検証してみたい。

## 辛さを感じる理由

辛み成分「カプサイシン」が辛みセンサーであるTRPV1にくっつき、痛みとして脳に認識される<sup>3)</sup>。(図1)

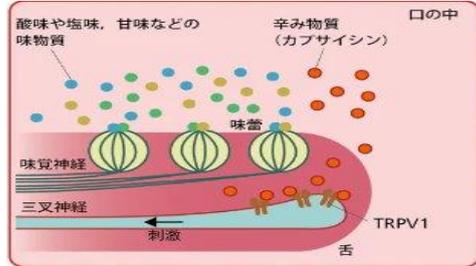


図1 辛さを感じる仕組み(1)より引用

## 5. 結果

乳製品を飲食する前(表1)、唐辛子を食べる前(表2)の体温を0とし、そこからの体温の変化量を計測していった。

表1 乳製品のみ飲食した時の体温の変化量(単位は℃)

	元の体温	乳製品を食べる前	乳製品を食べた後
飲むヨーグルト	31.9	0	-1.0
牛乳	32.7	0	-0.3
フルーチェ	32.1	0	-0.9
アイスクリーム	31.8	0	-0.5

表2 唐辛子を食べた時の体温の変化量(単位は℃)

	元の体温	唐辛子を食べる前	唐辛子を食べた後	乳製品を食べた後
飲むヨーグルト	32.1	0	+1.5	-1.3
牛乳	32.7	0	+0.9	-1.1
フルーチェ	31.8	0	+1.7	-0.9
アイスクリーム	32.4	0	+1.6	-2.7

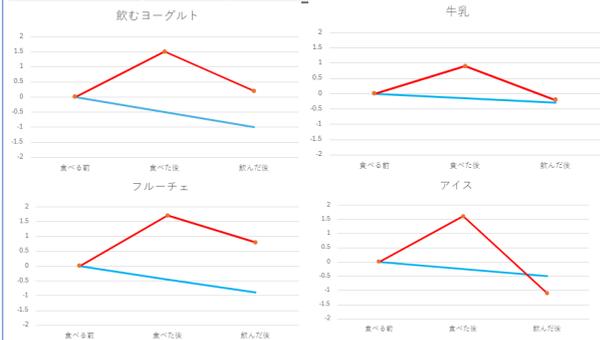


表1から、体温が最も下がったのはアイスクリームだった。また、被験者のうち舌の刺激が最も小さくなったのもアイスクリームだという声が多かった。

## 8. 参考文献

- 1) TBSテレビ(2019)【唐辛子vsショウガ】実は冷え性に“逆効果”なのは|この差って何ですか? | TBSテレビ 2023年5月19日
- 2) ウェザーニュース(2022)水は逆効果!? 唐辛子の辛さを和らげる裏ワザとは? - ウェザーニュース (weathernews.jp) 2024年4月24日
- 3) 日本経済新聞(2022)「辛い」の科学 痛みがおいしさ変わるメカニズム - 日本経済新聞 (nikkei.com) 2023年5月12日

## 生分解性プラスチックの実用性

3年次理系生徒

**キーワード** 生分解性プラスチック... 微生物によって水と二酸化炭素に分解されるプラスチック  
カゼイン... 牛乳に含まれているタンパク質

### 1. 研究の動機

近年、プラスチックごみが海に放棄され、海洋生物の健康や地球環境に害を及ぼしている。そんな中、牛乳の中に含まれているカゼインというタンパク質と酸性の酢などを使って、環境に優しいプラスチックが作れるということを知り、もっと調べたいと思ったことから、実験1として、生成したプラスチックの耐久性と、実験2として、分解されやすいプラスチックをそれぞれ牛乳の種類別に調べた。また、実験3としては他のタンパク質によってより強いプラスチックになるのかを調べ、実用性の面から幼児向けの食器を製作した。

### 2. 仮説

プラスチックの耐久性を調べる実験1に対する仮説1として、プラスチックの元となるタンパク質の量は、200mlあたり低脂肪牛乳が7.8gと1番多く、調整牛乳と無調整牛乳は6.8gと同じため、低脂肪牛乳の耐久性が1番高いと考えた。実験2に対する仮説2としては、先行研究から、分解のされやすさは大きく変わらないと考えた。仮説3では、タンパク質の量が増えるとプラスチックとして構造上強くなると考えた。

### 3. 方法

電子レンジを使い、牛乳を80℃になるまで約3~5分温める。その後、冷めない内に素早く酢を混ぜ、コーヒーフィルターでこして固形物と液体物を分離させ、固形物の水分を取り、整形して乾燥させると生分解性プラスチックが生成できる。

実験1は、プラスチックを形成するときにストローに入れて円筒状に成形し、乾燥させた。そのプラスチックの両端をスタンドのクリップで支え、中心におもりを入れる容器の付いた糸を結んだ。そして、容器に重りを入れていきプラスチックが折れた時のおもりの重さを計測した。

実験2は、形成するときに円形に成形し、グラウンドの土に入れて経過観測した。1週間間隔で土から取り出し、重さを計測した。

実験3は、酢を入れる段階でタンパク質を多く含む食品(プロテイン、卵の黄身、きな粉)を混ぜて生分解性プラスチックを生成し、実験1と同じ要領で耐久性を調べた。

実用性の面からは幼児向けのお皿を製作し、浸水性を調べるためにお皿に水を入れて水が漏れないか、また耐熱性を調べるために電子レンジで500wで1分加熱を行い変化がでるかの実験を行った。

#### 4. 結果

実験1の結果は、調整牛乳、無調整牛乳、低脂肪牛乳の順で、平均値が 207.3g, 221.7g, 254.3g だった。耐久性が1番強いのは低脂肪牛乳だと分かる。

実験2の結果は、無調整牛乳、調整牛乳、低脂肪牛乳の順で減少量が多かった。

	製作時	1回目	2回目
調整牛乳[g]	26	21	19
無調整牛乳[g]	28	21	19
低脂肪牛乳[g]	18	14	14

実験3の結果は、きなこ、プロテインで作ったプラスチックはぼろぼろになってしまい実験を行えなかった。卵の黄身はコーヒーフィルターでこすことができなかった。

また幼児向けに作成したお皿は、電子レンジで500wで1分加熱すると異臭を発生して少し変形したため、耐熱性はなかった。

また、水をお皿に入れたところ水は漏れなかったため、浸水性に問題ない。

#### 5. 考察

実験1、2の結果から、耐久性が1番良いと考えられるのは低脂肪牛乳、分解のされやすさはほぼ同じだと考えられる。実験1からは、低脂肪牛乳は無調整牛乳に比べ水分やミネラルを一部取り除いているため、定量牛乳当たりのタンパク質の量が増え、構造上強くなったと考察した。実験2については、変化があまり見られなかったため、長期的に実験を行えば結果に差が現れる可能性があるかと推測した。また、作成時から1回目にかけては平均5g減っているのに対して、1回目から2回目にかけては平均2g以下しか減っていないのは、作成時に完全に乾燥せず、水分が残っていたためだと考えられる。実験3の考察としては、きなこやプロテイン、卵の黄身に含まれるタンパク質がカゼインではないため、プラスチックにならなかったのだと考えた。

今回製作したお皿は、電子レンジでの使用は不可だが、お皿としての機能は十分に果たせると考えた。

#### 6. 今後の課題

今回作った生分解性プラスチックは、牛乳の臭いが強く残っていたため、今後は臭いが消える工夫をしたい。

#### 7. 参考文献

- 1) 東京理科大学、愛媛大学 “全国の河川における深刻なマイクロプラスチック汚染の実態を解明” 201810310005.pdf (tus.ac.jp)
- 2) カゼインプラスチックの形状について 213036.pdf (shizuoka-c.ed.jp)
- 3) 生分解性プラスチックの生成効率についての研究<8252817C82568140946E8FEA2E696E6464> (osaka-kyoiku.ac.jp)

# 生分解性プラスチックの実用性

3年次理系生徒

## ●キーワード●

- ・ 生分解性プラスチック・・・微生物によって水と二酸化炭素に分解されるプラスチック
- ・ カゼイン・・・牛乳に含まれているタンパク質

**動機** 近年プラスチックによる環境問題が話題になっている。そんな中牛乳(カゼイン)と酢を使った環境にやさしいプラスチックが作れるということを知った。そこで牛乳の種類による耐久性と、分解されやすいプラスチックについて調べる実験を行った。

**仮説** 仮説1・・・プラスチックのもととなるタンパク質の量は、低脂肪牛乳が一番多く、無調整牛乳、低脂肪牛乳でほぼ同じなので、低脂肪牛乳の耐久性が一番強い。

仮説2・・・分解のされやすさはどれもあまり変わらない。

## 生成方法

- ① 牛乳を80度に温める
- ② ①にレモン酢を入れてよく混ぜる
- ③ コーヒーフィルターでこして整形し、よく乾かす

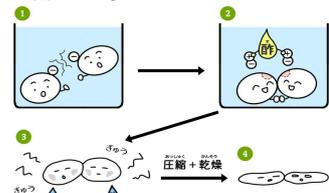


図1) 生分解性プラスチックができる原理

## 《実験1》

### 実験方法

- ・ 生成方法③時に、ストローに入れて円筒状に整形し、乾燥させた。
- ・ 作成したプラスチックの両端をスタンドのクリップで支え、中心におもりを入れる容器の付いた糸で結んだ。
- ・ 容器におもりを入れていき、プラスチックが折れた時のおもりの重さを計測した。



写真1

### 結果

	一回目	二回目	三回目	平均値
調整牛乳	176	241	205	207.3
無調整牛乳	255	222	188	221.7
低脂肪牛乳	231	256	276	254.3

図2) プラスチックが折れたときのおもりの重さ

### 結果[g]

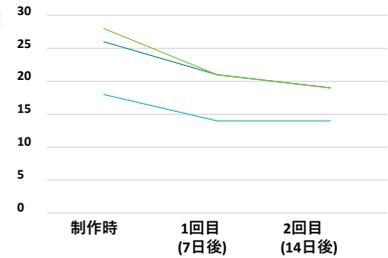


図3) プラスチックの重さ

## 《実験2》

### 実験方法

- ・ 生成方法③時に、円形に整形し、乾燥させた。
- ・ 土に入れ、経過観察をした。
- ・ プラスチックの重さは、プラスチックを土から取り出して計測した。



写真2

## 考察

実験1, 2の結果から、耐久性が一番良いと考えられるのは低脂肪牛乳、分解のされやすさはほぼ同じだと考えられる。実験1から、低脂肪牛乳は無調整牛乳に比べ水分やミネラルを一部取り除いているため、定量牛乳当たりのタンパク質の量が増え、構造上強くなったことが分かった。実験2については、変化があまり見られなかったため、長期的に実験を行えば結果に差が現れる可能性があるかと推測した。

次に、多量のタンパク質を持つ他の食品を混ぜ、強度がどれだけ変化するかという実験を行った。低脂肪牛乳から作ったプラスチックは、出来が不安定だったため、この後の実験では無調整牛乳を使用する。

## 《実験3》

### 実験方法

- ・ 生成方法②時にタンパク質が多い食品(きなこ、プロテイン、卵の黄身)を入れ、よく混ぜた。
- ・ 生成したプラスチックを実験1と同じ要領で耐久性を調べた。

### 結果

- ・ きなこ、プロテイン・・・ぼろぼろになってしまい実験が行えなかった。
- ・ 卵の黄身・・・コーヒーフィルターでこすことができなかった。



写真3



写真4

実用化の面から生分解性プラスチックの体内への無害性を生かし、幼児向けの食器を製作、そして耐熱性や浸水性を調べた。

### 結果

- ・ 耐熱性・・・電子レンジで500w1分で異臭を発生して少し変形した。
- ・ 浸水性・・・水をお皿に入れたところ水は漏れなかった。



写真5



写真6



写真7

## 今後の課題

今回作った生分解性プラスチックは、牛乳の臭いが強く残っていたため、今後は臭いが消える工夫をしたい。

## 参考文献

- 1) 東京理科大学、愛媛大学 “全国の河川における深刻なマイクロプラスチック汚染の実態を解明” [201810310005.pdf \(tus.ac.jp\)](https://www.tus.ac.jp/201810310005.pdf)
- 2) カゼインプラスチックの形状について [213036.pdf \(shizuoka-c.ed.jp\)](https://www.shizuoka-c.ed.jp/213036.pdf)
- 3) 生分解性プラスチックの生成効率についての研究 <8252817C82568140946E8FEA2E696E6464> [\(osaka-kyoiku.ac.jp\)](https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/)

## ブーメランの最高到達距離を伸ばす

3年次理系生徒

### キーワード

揚力：物体が空気や水の中で動いた時に、速度差が生まれ、それらから物体には働く力のうち、進行方向に垂直な力。

### 1. 研究の動機と目的

中学生の頃、社会の授業でオーストラリアの先住民であるアボリジニーについて調べ、その人たちが狩りでブーメランを使っていると知り、どうすれば遠くまでブーメランが飛ぶのか、という疑問を抱いた。そして高校生になり、その疑問を解決したいと思い、実験しようと考えた。実験①では、ブーメランの羽の縦横比と最高到達距離の関係、実験②では、ブーメランの羽の重さと最高到達距離の関係を調べた。

### 2. 仮説

(実験①)市販のブーメランの縦横比が 15:4 に近いので 15:4 に近づくにつれ最高到達距離が伸びる。

(実験②)ブーメランの重量がある程度の値までは、重くなればなるほど最高到達距離が伸びるが、その値を超えると、飛ばなくなる。

### 3. 方法

(実験①)

(1)厚紙のブーメラン(面積  $15 \times 4 = 60 \text{ cm}^2$  で一定)を使用し、縦と横の長さを変えていった。

(2)縦の長さを 1 cm から 60 cm まで変えていった。ただし、縦の長さが 1cm~10cm の時はほぼ飛ばなかったため除外した。また縦の長さが 21cm 以上の時はブーメランの羽が飛び出してしまったため除外した。そして縦の長さが 10~20 cm の時を考えるが 10~14cm の時もあまり飛ばなかったため除外した。ゆえに縦の長さが 15~20cm の時を考える。

(3)同じ人が、立った状態で肩から肘を地面と水平にして、肘から手までを地面と垂直にする。その後肘を固定し、手を前方に  $90^\circ$  傾ける。そして投げる人から最も遠い距離を最高到達距離とし、10 cm 刻みで人の目で測定する。また、ブーメランを飛ばす力が人力で一定でないため試行回数を増やし、1つの種類のブーメランにつき 100 回投げた。

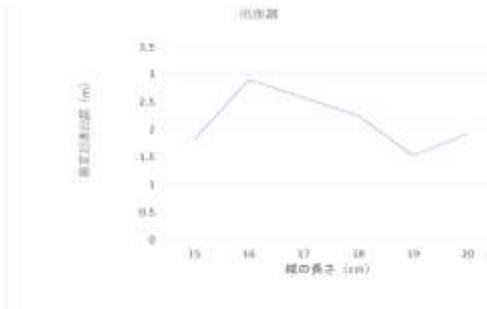
(実験②)

(1)縦横比 16:3.75 のブーメラン(実験①で最高値)の 3 枚の羽それぞれに 1 枚重さ 4.57 g の厚紙をそれぞれ 1~6 枚重ねたものを 1 つずつ作る。

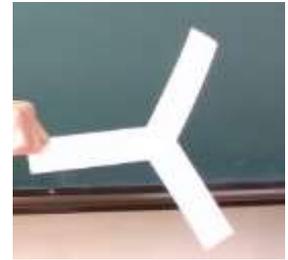
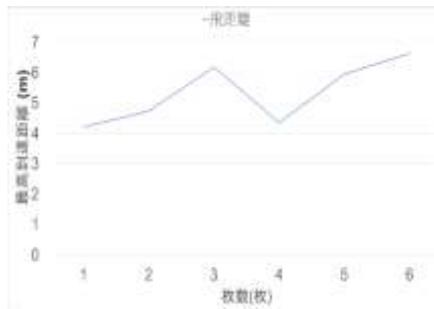
(2)回数を 20 回に変え、以下、実験①と同じ方法で実験を行う。

#### 4. 結果

(実験①)



(実験②)



\*5, 6枚の時はブーメランの軌道を描かなかった

縦:横=16:3.75 のときかつ、1枚の羽にそれぞれ3枚ずつ厚紙を重ねたときが最も飛んだ。

#### 5. 考察

(実験①)

縦の長さが 14 cm 以下の時は縦の長さが短かったため、揚力があまり働かず最後まで戻ってこなかったと考えた。また、縦の長さが 18 cm 以上の時は、逆に揚力が強く働き、すぐにブーメランが戻ってきたため、最高到達距離は短くなったと考えられる。

(実験②)

4枚の時に最高到達距離が減少したのは、ブーメランの羽が折れてしまったためだと考えられる。5, 6枚の時は、1~3枚の時から考えられるように、枚数が多くなるほど大きい円を描くことから、5, 6枚のブーメランは曲がる前に重力の影響により落ちてしまったと考えられる。また、厚紙を重ねたことでブーメランがたわみにくくなり、ブーメランの内側と外側で空気の流れの速度差が生じにくくなり、曲がりにくくなったと考えられる。

#### 6. 今後の課題

人が投げたため、疲れなどで値が変動してしまった可能性があるため、発射装置などを作りたい。

#### 7. 参考文献

- 1) 驚くほど飛ぶペーパーブーメランを作ろう | 自作・DIY 【BE-PAL】 キャンプ、アウトドア、自然派生活の情報源ビーパル (bepal.net)
- 2) ブーメランは“ジャイロの右手の法則”で戻る！ | 八木研究室ブログ (ameblo.jp)
- 3) ブーメランはどうして戻ってくるの？ | コカネット (kodomonokagaku.com)

#### 8. 謝辞

今回の実験でお世話になった安藤先生、高見先生、黒田先生には有益な助言をいただきました。ここに謝辞を申し上げます。

# ブーメランの最高到達距離を伸ばす

3年次理系生徒

## キーワード

揚力：物体が空気や水の中で動いたときに、流れる空気や水から物体にはたらく力のうち、進行方向に垂直な力

## 研究の動機と目的

もともと飛行機などのプロペラに興味を持っており、ブーメランはそれらのプロペラと同じ力が働いていることを知り、実験したいと考えた。

### <実験①>

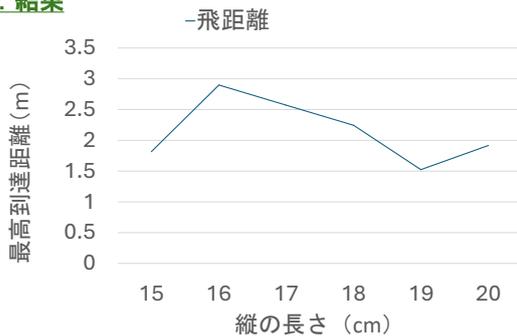
#### 1. 仮説

市販のブーメランの縦横比が15:4に近かったので、15:4に近づくにつれ最高到達距離が長くなる。

#### 2. 方法

- 1) 厚紙のブーメラン(面積 $15 \times 4 = 60\text{cm}^2$ で一定)を使用し、縦と横の長さを変えていった。
- 2) 縦の長さを1cmから60cmまで1cmずつ変えていき、13cm~20cm実験を行った。
- 3) 同じ人が、立った状態で肩から肘を地面と水平にして、肘から手までを地面と垂直にする。その後肘を固定し、手を前方に $90^\circ$ 傾ける。そして投げの人から最も遠い距離を最高到達点とし、10cm刻みで人の目で測定する。また、ブーメランを飛ばす力が人力で一定ではないため試行回数を増やし、1つの種類のブーメランにつき100回投げた。

#### 3. 結果



縦の長さ (cm)	13	14	15	16	17	18	19	20
飛距離 (m)	3	2.24	1.82	2.9	2.57	2.25	1.53	1.92

\*縦の長さが13、15、17cmの時はブーメランの軌道を描かなかったのでグラフからは除外

図1) 縦の長ささと最高到達距離の関係の表

#### 4. 考察①

縦の長さが14cm以下の時は縦の長さが短かったため、揚力があまり働かず、最後まで戻ってこなかったと考えた。また、縦の長さが18cm以上の時は、逆に揚力が強く働き、すぐにブーメランが戻ってきたため、結果として最高到達距離は短くなったと考えた。そして縦の長さが16cmの時は遠くまで飛びつつも自分のもとへ戻ってくる揚力が働いたため、最高到達距離が長くなったと考えられる。

#### <結論>

最もよく飛んだブーメランは、比が**縦：横=16：3.75**かつ厚紙が**3枚の時**である。

#### 今後の課題

- ・人が投げたため、疲れなどで値が変動してしまった可能性があるため、発射装置などを作りたい。

#### 引用文献

- ・ 驚くほど飛ぶペーパーブーメランを作ろう！自作・DIY【BE-PAU】キャンプ、アウトドア、自然派生活の情報源ビーパル (bepal.net)
- ・ ブーメランは“ジャイロの右手の法則”で戻る！ | 八木研究室ブログ (ameblo.jp)
- ・ ブーメランはどうして戻ってくるの？ | コカネット (kodomonokagaku.com)
- ・ 19-99.pdf (fukushima-u.ac.jp)

### <実験②>

#### 1. 仮説

ブーメランの重量が重くなればなるほど最高到達距離が長くなる。

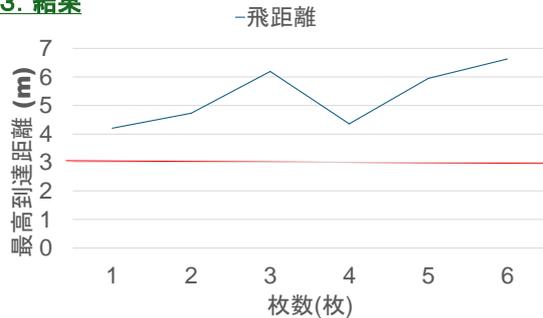
#### 2. 方法

- 1) 縦横比16：3.75のブーメラン(実験①で最高値)の3枚の羽それぞれに一枚重さ4.57gの厚紙をそれぞれ1~6枚重ねたもの一つずつ作る。
- 2) 回数を20回に変え、以下、実験①と同じ方法で実験を行う。



図2) 実験の様子

#### 3. 結果



枚数(枚)	1	2	3	4	5	6
飛距離(m)	4.205	4.73	6.185	4.35	5.95	6.625

\*5枚、6枚の時はブーメランの軌道を描かなかった

図3) 枚数と最高到達距離の関係の表

#### 4. 考察②

4枚の時に最高到達距離が減少したのは、ブーメランの羽が折れてしまったためだと考えられる。5、6枚の時は、1~3枚の時から考えられるように、枚数が多くなるほど大きい円を描くことから、5、6枚のブーメランは曲がる前に落ちてしまったと考えられる。

## ストループテストの応用

3年次理系生徒

### キーワード

- ・ストループ効果…同時に目にする2つの情報が干渉しあい、理解するまでに時間がかかる現象のこと。図1はストループ効果の一例で、文字の意味と文字の色が矛盾している。異なる2つの情報に脳が混乱するため、通常の文に比べると文を読み上げるのに時間がかかる。このことが脳の活性化につながると考えられている。
- ・集中力…本研究では、運んだ豆の個数や定規を掴んだ位置に集中力が反映されると考え実験を行った。



図1. ストループ効果の例。青と黒い色で書かれている。

### 1. 研究の動機と目的

ストループテストは認知症予防などの場面で使われることや、集中力が向上することが知られているが、集中力の向上する程度や最も効果のあるストループテストの個数についての研究が行われていなかったため、これらを明らかにするための実験を行った。

### 2. 仮説

ストループテストの文字数が多いほど、集中力が高まり、作業効率や作業成績が向上するのではないかと仮説を立てた。

### 3. 方法

実験1は、ストループテストの文字数が20字、40字、60字のもの3種類を各4パターン用意した。検証者に裏返してストループテストを渡し、合図とともに検証者は文字のインクの色を読み上げた。テストを読み終えると、40秒間の豆運びを行った。被験者は14人。

実験2も実験1と同様の手順で行い、検証者はストループテストを読み終えた後、定規つかみを行った。定規つかみはスタンドに定規を挟み定規を落とし、被験者に片手でキャッチしてもらった。定規の先から定規をつかんだ時の人差し指の長さまでを測定し集中力を図ることにした。被験者は7人。

実験環境については、参考文献より周りの音などの刺激が、集中力をはかる際に影響をあたえるということが示されていたため、豆運びをする際は声を出さずに実験を行い、教室も実験の関係者以外はいない教室で行った。実験1、実験2ともにストループテストなし、20字、40字、60字を各4回ずつ行った。

### 4. 結果

このことから、本研究に豆運びの上達は個数の変化に影響していないと言える。図3は、被験者の各文字数のストループテストの平均をグラフにしたもので、ストループテストを行わなかったときよりも行ったときの方が、豆運びの記録が伸びていることがわかる。しかし、ストループテストの文字数と豆運びの個数において、ストループテストの文字数を増やしても記録が向上せず、相関関係は見られなかった。

図はストループテストの文字数と定規つかみの距離の関係を示したもので、ストループテストを行っても定規つかみが上達するわけではなく、文字数を増やしても記録の向上はなく、相関関係がみられな

かった。

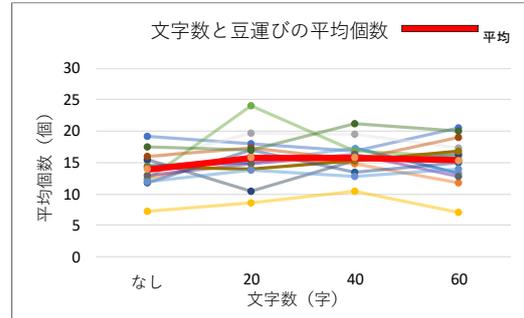
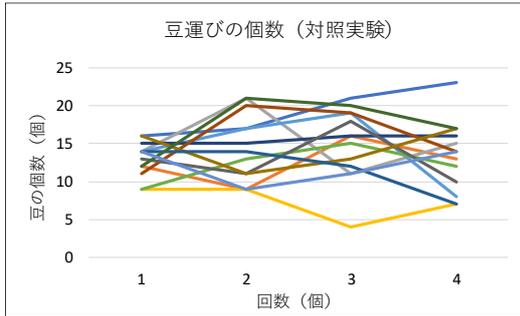


図2. ストループテストを行わなかったときの豆運びの速度

図3. ストループテストの文字数と豆運びの個数の関係

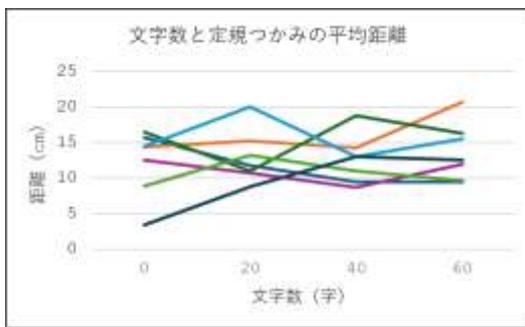


図4. ストループテストの文字数と定規つかみの距離の関係

## 5. 考察

実験 1, 2 においてストループテストの文字数による集中力の上昇はみられなかった。文字数と集中力に相関関係がみられなかった原因として、ストループテスト自体が被験者の負担となり集中力が低下したことや、実験を行う際、ストループテストよりも、直前の実験結果のほうが被験者の心理状況に大きく影響したことが可能性としてあげられると考えられる。

## 6. 今後の課題

今回は、実験結果に個人差や環境の差が大きく影響したと考えられるため、今後はそれらの影響が小さい方法を考えて実験を行っていきたい。さらに、検証者の人数が十分ではなかったため、今後はより多くのデータを集め、別の視点における傾向も調べていきたい。

## 7. 参考文献

- 1) 奈良雅之ら (2010) . ストループ・逆ストループ課題における色の干渉効果に関する実験的研究. 目白大学 心理学研究 第6号 1-12
- 2) 重森雅嘉 (1995) . 刺激認識過程におけるストループ効果. 学習院大学人文科学論文集 193-210
- 3) Sprocket (2022) ストループ効果とは？仕組みや日常の事例、対処法を解説 <https://www.sprocket.bz/blog/20220825-+stroop-effect.html> 2023年11月23日

## 8. 謝辞

本研究にあたり内海先生、野内先生、岩井先生、坂本先生、山本先生には研究方法や考察を行うにあたって有意義な助言をいただいたことをここに記して謝意を表す。

# 赤 青 黄

## ストループテストの応用

3年次理系生徒

図1 ストループ効果の一例

### キーワード

- ストループ効果…同時に目にする2つの情報が干渉しあい、理解するまでに時間がかかる現象のこと。
- 集中力…本研究では、運んだ豆の個数や定規を掴んだ位置に集中力が反映されると考え実験を行った。

### 動機と目的

ストループ効果は認知症予防などの場面で使われており、集中力を高める効果があることが知られている<sup>1)</sup>。しかし、集中力の高まる程度や、最も効果のあるストループテストの個数などについての研究が行われていなかったため、これらを明らかにするための実験を行った。

### 仮説

ストループテストの文字数が多いほど、集中力が高まり、作業効率や作業成績が向上する。

### 実験1

1. 文字数の異なるストループテスト(20字、40字、60字)の3種類を用意した。
2. 検証者はストループテストの文字のインクの色を読み上げたのち、豆運びを行った。
3. ストループテストなし、20字、40字、60字の4種類を各4回ずつ行った。

### 実験2

1. 実験1の手順1を同様に行った。
2. 検証者はストループテストの文字のインクの色を読み上げたのち、定規つかみを行った。
3. ストループテストなし、20字、40字、60字の4種類を各4回ずつ行った。

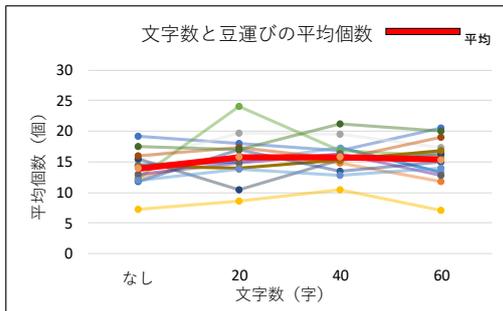


図2.ストループテストの文字数と豆運びの個数の関係

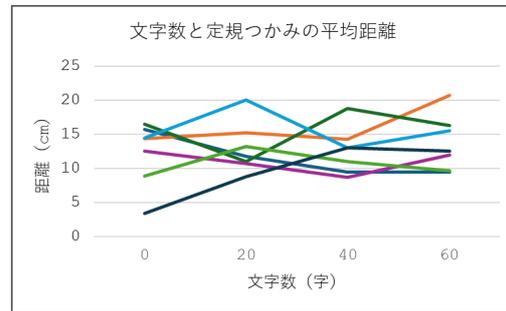


図3.ストループテストの文字数と定規つかみの距離の関係

### 結果 1

- ストループテストの文字数と豆運びの平均個数には相関関係がみられなかった。

### 結果 2

- ストループテストの文字数と定規つかみの距離にも相関関係はみられなかった。

### 考察

- 実験1、2を行った限りでは、ストループテストによる集中力の上昇は見られなかった。
- 文字数と集中力に相関関係がみられなかった原因として、ストループテスト自体が被験者の負担となり集中力が下がったことや、次の実験を行うときに、前の実験結果が被験者の心理状況に影響したことが考えられる。

### 今後の課題

実験結果に個人差や環境の差が大きく影響したと考えられるため、今後はそれらの影響が小さい方法を考えて実験したい。今後はストループ効果の他の味深い効果や現象などについて研究していきたい。

### 参考文献

- 1) 奈良雅之ら(2010).ストループ・逆ストループ課題における色の干渉効果に関する実験的研究. 目白大学 心理学研究 第6号 1-12
- 2) 重森雅嘉(1995). 刺激認識過程におけるストループ効果. 学習院大学人文科学論文集193-210
- 3) Sprocket(2022)ストループ効果とは？仕組みや日常の事例、対処法を解説<https://www.sprocket.bz/blog/20220825-+stroop-effect.html> 2023年11月23日

## 安全な色鉛筆を作ろう

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的

私たちは、去年の先輩たちの研究テーマである安全な絵の具を作るという発表を聞いて、子供が安全に使えるものに興味を持ち調べてみたところ、口に入れても安全なクレヨンが製品化されているのに対し、色鉛筆は子供が安心して使える製品がないという事実を知った。そこで私たちが子供が口に入れたり食べたりしても安全な色鉛筆を開発し、子供や親に安心して使える色鉛筆を提供したいと考えた。

## 2. 仮説

前回の実験において私たちは、デンプンノリ、食用着色料、蜜蝋、コーンスターチの各比を1 : 4 : 6 : 7が最も書きやすい食べられる色鉛筆であると結論づけた。今回の実験は食用着色料の色を変えたり、きれいな形に成型したりするが、前回の実験で求めた各比が最もうまくいくのではないかと考えた。

## 3. 方法

実験は材料の比を①～⑥に分けて行い、書きやすさと成形のしやすさという二つの観点から評価した。材料をそれぞれ計測し、混ぜ合わせてガスバーナーを使って加熱した。すべてきれいに混ぜ合わさり液状になった後、発泡スチロールの型やストローに流し入れ、数日間放置して乾燥させた。出来上がった色鉛筆で文字を何回か書いてみて、書きやすさなどを評価した。デンプンノリ、食用着色料、蜜蝋、コーンスターチを実験①では1 : 4 : 6 : 7、実験②では1 : 8 : 6 : 7、実験③では1 : 6 : 6 : 7、実験④では1 : 6 : 6 : 10、実験⑤では1 : 6 : 10 : 7で行った。実験⑥では、食用着色料の色を青や緑に変更して色が出るかを試した。

## 4. 結果

試料	デンプンノリ	食用着色料	蜜蝋	コーンスターチ	書きやすさ	成型しやすさ
①	1	4	6	7	○	×
②	1	8	6	7	○	×
③	1	6	6	7	○	○
④	1	6	6	10	×	×
⑤	1	6	10	7	×	○

実験①の色鉛筆は各比率の中で1番書きやすかったが、粘度が高く型に入れるのが難しく、綺麗に成型

することができなかった。

実験②では、実験①の食用着色料の比率を2倍に増やしたことで、色鉛筆の色は濃くなった。しかし、粉っぽさが増してうまくまとまらなくなったため、成型することができなかった。

実験③では、実験①の食用着色料の比率を1.5倍に増やしたことで、色鉛筆の色は濃くなった。しかし、液状になったため、うまく成型することができなかった。

実験④では、粉っぽくなったため、うまく成型することができなかった。色も実験①～③に比べて出にくくなった。

実験⑤では、実験③よりも液状になって、成型しやすくなったが、色が実験①～③のものに比べて出にくくなった。

実験⑥では、使っていた食紅の色を青と緑に変更して色鉛筆を作ったが、色が出て鉛筆として使うことができた。

## 5. 考察

コーンスターチと食用着色料の比率を増やしたとき、溶けて液状になったときに粉っぽくなったことで、うまく成型することができなくなった。原因として、水分量が減少してうまく型に流し込めなかったことが考えられる。また、蜜蝋の比率を増やしたことで、書きやすさが減少した。原因としては、色鉛筆の表面が蜜蝋によって固まることによって、色素の部分が出にくくなって色が出にくくなったことが考えられる。

## 6. 今後の課題

今回使用したデンプンノリ、食用着色料、蜜蝋、コーンスターチの他に代替となる材料がないかを調べたい。また、赤・青・緑の三色のみを試したため、ほかの色でも作ることも試したい。

## 7. 参考文献

1)株式会社トンボ (2019) 色鉛筆の芯の成分

<https://www.tombow.com/mamechishiki/p15/>

2023年5月19日

2)三菱鉛筆株式会社(2019) 色鉛筆ができるまで | 特集

[https://www.mpuni.co.jp/special/tour/c\\_pencil.html](https://www.mpuni.co.jp/special/tour/c_pencil.html)

2023年5月19日

## 8. 謝辞

本研究の遂行にあたり、岩井紀子先生、諫山先生、小林俊輔先生に有益な助言を頂いた。ここに謝辞を表す。

# 安全な色鉛筆を作ろう

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的

子供が口に入れたり、誤飲したりしても体に害がないような色鉛筆を作る。

## 2. 仮説

前回の実験で、私たちは、デンプンリ、食用着色料、蜜蝋、コーンスターチの各比を1:4:6:7で混ぜたら書くことができ、食べられる色鉛筆を作ることができたことが分かった。この比率を使い、色鉛筆を成形し色を変えることができる。

## 3. 方法

- ①上記の材料を比率を変えて混ぜ合わせて、湯煎によって加熱した。
- ②湯煎後、温かいうちにストローや発泡スチロールの型に入れて形を成形する。
- ③食用着色料の色の種類を変更しても色が出るのかを確かめる。

## 4. 結果

デンプンリ、食用着色料、蜜蝋、コーンスターチのそれぞれの比率を変えて、型に当てはめてみて、書きやすさと成型のしやすさを確認していく。

試料	デンプンリ	食用着色料	蜜蝋	コーンスターチ	書きやすさ	成形しやすさ
①	1	4	6	7	○	×
②	1	8	6	7	○	×
③	1	6	6	7	○	○
④	1	6	6	10	×	×
⑤	1	6	10	7	×	○

- ①: 上記の比率の中で書きやすさは一番だったが、粘度が高かったので型に入れることが難しくきれいに成形することができなかった。
- ②: ①の食用着色料の比率を2倍に増やしたことで色は濃くなったが、粉っぽくなりうまく成形することができなかった。
- ③: ①の食用着色料の比率を1.5倍に増やしたことで色が濃くなっただけでなく、液状になったことでうまく成形することもできた。
- ④: ③のコーンスターチの比率を7から10にしたことにより、②のように粉っぽくなり、成形しにくくなった。色も①～③に比べて出にくくなった。
- ⑤: ③の蜜蝋の比率を7から10にしたため、③よりも液状になったが、色が①～③に比べて出にくくなった。
- ⑥: 色については、赤・青・緑の3色を使って作ってみたところ、赤・青・緑の3色ともうまく書くことができた。

## 5. 考察

- ・コーンスターチと食用着色料の比率を増やしたところ、溶けて液状の時に粉っぽくなり、うまく成形することができなくなった。  
→液状の時の水分量が少なすぎることでうまくストローの型に流し込めなかった。
- ・蜜蝋の比率を増やすことで書きやすさが低下した。  
→色鉛筆の表面が蜜蝋で固められたことにより、色が出にくくなった。

## 6. 今後の課題

- ・ほかの代替の材料がないのかについて調べていきたい。
- ・赤・青・緑の三色を試したがほかの色でもできるのかを調べていきたい。

## 7. 参考文献

- 1)株式会社トンボ鉛筆(2019) 色鉛筆の芯の成分 <https://www.tombow.com/mamechishiki/p15/> 2023年5月19日
- 2)三菱鉛筆株式会社 (2019) 色えんぴつができるまで | 特集 [https://www.mpuni.co.jp/special/tour/c\\_pencil.html](https://www.mpuni.co.jp/special/tour/c_pencil.html) 2023年5月19日

## 水の状態と土砂の浸食の関係性について

3年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

川の水温と塩分濃度、岩や石の条件が変わると、川の浸食に変化が出るのかと疑問に思った。そして、川の状態と浸食の関係性を明らかにすることで水害への対策がしやすくなり、被害が減らせるのではないかと考えた。

### 2. 仮説

- ・水温が高いほどよく削れる
- ・塩分濃度が高いほどよく削れる
- ・岩や石が多いほうがよく削れる(岩や石はビー玉で代用)

### 3. 方法

- ①運動場の土砂を大きさが均一になるようにふるいを使ってタッパーに入れ、川の模型を作る。
- ②毎回同じ場所にタッパーを置き、水を流す角度が実験ごとに変わらないようにする。
- ③水温、食塩水の濃度、ビー玉の個数のそれぞれの条件のみを変えて、150 mlの水を模型に流す。

〈水温〉

5℃～78℃まで 16 データ

〈食塩水の濃度〉

2.5%～15%まで 2.5%毎

〈ビー玉の個数〉

1個 3個 6個 9個

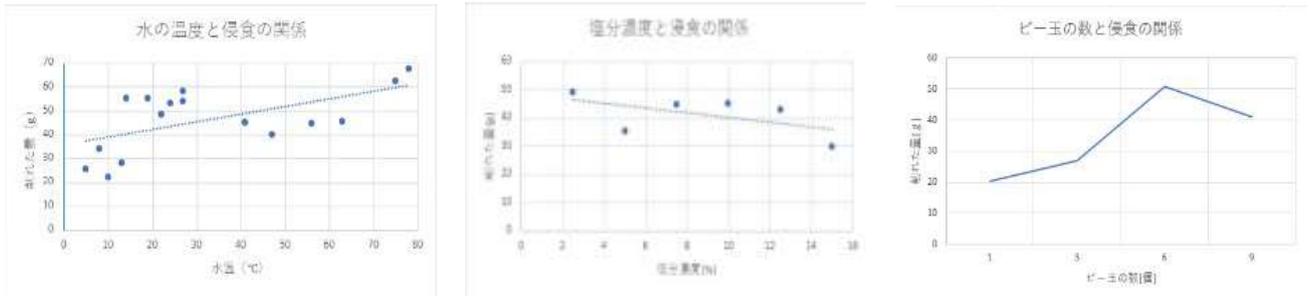
- ④タンクのついた水を流す道具を使いタンクの高さを固定することで水の流れる速さを一定にする。
- ⑤流した水をコップで集め、上澄み液を捨て重さを量り、そこからコップの重さを引くことで浸食された土砂の量を測定する。

※上澄み液は濾過をして量を測定すると1g未満だったため考えないことにした。

高温の水は、温泉などの熱い水が流れている川があり、それを再現するため使用した。

食塩水は、川には海の1/300の塩化ナトリウムが含まれているので、それを再現するため使用した。

#### 4. 結果



(図1) 水の温度を変えたとき (図2) 塩分濃度を変えたとき (図3) ビー玉の個数を変えたとき

#### 5. 考察

(図1)から、温度が高くなるにつれて削られる砂の量は増えていると考えられる。また、最も低い温度である5°Cの時と最も高い温度である78°Cの時を比較するとその差は42.1gと顕著になった。しかし、20~30°Cの時のほうが40~60°C付近の時よりも削り取られた土砂の量が多くなった。

(図2)から、塩分濃度を大きくしても削り取られる土砂の量に大きな関係がないことが分かるが、水を流す時間が短かったため差が出にくくなってしまったのかもしれない。

(図3)から、流すビー玉の個数を6個にした時が一番よく削れることが分かるが、9個の時は6個の時に比べて削り取られた土砂の量が減少しているため、多ければ多いほど削り取られる量が増えるわけではないと考えられる。これはビー玉同士がぶつかり合い、土砂を削り取りにくくしたためだと考えた。

#### 6. 今後の課題

温度が高くなると削り取られる土砂の量が増えるのかについての先行研究がないため、その理由を明らかにしていき、具体的な水害対策を考えたい。

#### 7. 参考文献

海がしょっぱいのはなぜ？塩はどこからきたの？ | ヨシヤラボ 2023/12/15

<https://yoshiyalab.com/2020-4-why-is-the-sea-salty#:~:text=>

#### 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、安藤先生、黒田先生、高見先生に有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

# 水の状態と土砂の浸食の関係性について

3年次理系生徒

## 1. 研究の動機と目的

川の水温と塩分濃度、岩や石が流れているときの土砂の浸食性について知りたいと思ったため。川の特徴を知ることによって水害を減らすことができるかもしれないから。

## 2. 仮説

川の水の温度が高いほど土砂がよく削れる。  
川の水の塩分濃度が大きいほど土砂がよく削れる。  
岩や石が多く含まれるときほどよく削れる。(岩や石→ビー玉で代用)

## 3. 方法

1. 土砂で川の模型を作る。タッパーに運動場の砂を入れて川の形を再現する。土砂の粒の大きさが同じになるようにふるいを使う。
2. 水を流す角度が同じになるように固定する。【図1】
3. そこに150mlの水を流す。【図2】ここで、水温、食塩水の濃度、ビー玉の個数の条件を変えて実験する。  
水を流すときの勢いを一定にするために、【図1】の道具を使いタンクの高さを固定する。
4. 流した水をコップで集め、得られた土砂の量を測定する。

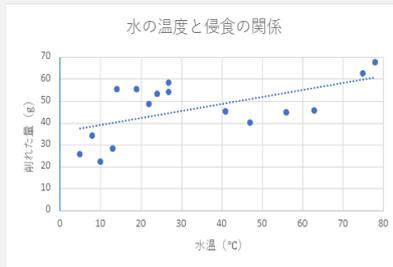


【図1】実験の装置の写真

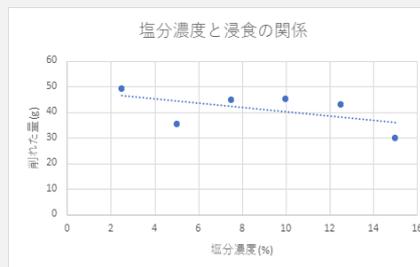


【図2】水を流す様子

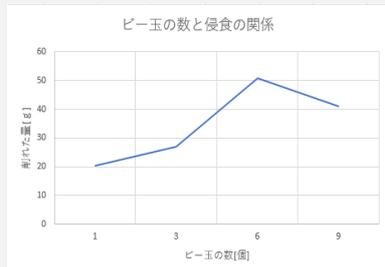
## 4. 検証結果



【図3】温度だけを変えたときのグラフ



【図4】食塩水の濃度だけを変えたときのグラフ



【図5】流すビー玉の個数だけを変えたときのグラフ

## 5. 実験の考察

【図3】のグラフから温度が高くなるにつれ、削られる砂の量は増えていると考えられる。最も低い温度の時と最も高い温度の時を比べるとその差は顕著である。20～30℃の時のほうが40～60℃付近の時よりも削り取られた土砂の量は多いことが分かる。

【図4】のグラフから食塩水の濃度を大きくしても削り取られる土砂の量には大きな関係がないことが分かる。しかし、水を流す時間が短いため塩分濃度による影響が出にくかったのかもしれない。

【図5】のグラフから流すビー玉の個数を6個にしたとき最もよく削れることが分かるが、数を増やせば増やすほど多く削れるわけではないことが分かる。これは、ビー玉同士がぶつかり合うので土砂を削りにくくなったからだと考えられる。

## 6. 今後の課題

なぜ温度が高くなると削り取られる土砂の量が増えるのかについての先行研究がないため、その理由を考えて明らかにしていきたい。

## 7. 参考文献

- 1) 海がしょっぱいのはなぜ？塩はどこからきたの？ | ヨシヤラボ 2023/12/15  
<https://yoshiyalab.com/2020-4-why-is-the-sea-salty#:~:text=>

## 過冷却でできる結晶

3年次理系生徒

**過冷却**：液体が凝固点を過ぎて冷却されても固体にならず、液体のままの現象のこと。

**共晶**：ある種の混合液体が純粋物質のように一定の融点、凝固点で凝固して同じ組織の混合固体となること。

### 1. 研究の動機と目的

三ツ矢フリージングという、ペットボトルを開栓すると凍り始めるサイダーの現象が気になり調べてみると過冷却だとわかり、そこで過冷却後の水が結晶化を起こす動画をみて結晶化に興味を持った。初めに結晶の形について調べようと思ったが、結晶を見ることが難しかったため、過冷却後にできる結晶が溶質の量でどのように変化するのかを調べた。

### 2. 仮説

予備実験の際に、蒸留水は結晶化しにくく、砂糖や食塩を加えると結晶化が起りやすくなるという結果が出た。その結果から、溶液の濃度が高くなるほど結晶化の速さが速くなるのではないかという仮説を立てた。

### 3. 方法

まず、熱を伝えやすい金属のトレーに氷を入れる。そこに食塩を入れて凝固点降下を起こし少し水を加えて約 $-10^{\circ}\text{C}$ の氷水を準備する。氷水を準備したトレーよりも小さいトレーに調べたい溶液を薄く張り、 $-20^{\circ}\text{C}$ まで測ることができる水銀の温度計をさす。この時の溶液は、蒸留水70mLは固定し、溶質の量だけを変化させる。調べる溶質には、砂糖を0g、3g、6g、9gで実験を行った。次に、初めに用意した、 $-10^{\circ}\text{C}$ にしたトレーに、調べたい溶液を張った小さいトレーをできるだけ傾きがなくなるように乗せ、隙間がなくなるくらい周りにさらに氷を敷き詰めて冷やす。しばらくそのまま置いておき、 $-5^{\circ}\text{C}$ になったところで、氷のかげらを落とし、結晶化の様子を観察する。

### 4. 結果

蒸留水のみの方は結晶が透明であったが、砂糖水からは白い結晶ができることがわかった。さらに、3gの方は全体が白くなってしまい、結晶化の様子が見えにくかったが、6g、9gの方は結晶化の様子が見えやすかった。濃度が高いほど、結晶化の様子ははっきり見えた。また、過冷却によってできた氷は押すとへこむくらい柔らかくなっていた。私たちが立てた仮説どおり、砂糖の濃度が高いほうが結晶化する速度が速くなった。



図1 砂糖 3g



図2 砂糖 6g



図3 砂糖 9g

## 5. 考察

実験結果より過冷却を起こしやすくする方法として次の3つがあげられる。

- ① 粒の大きさが大きい砂糖を溶質にすること。
- ② 濃度を上げて粒子の数を増やすこと。
- ③ 振動を与えないように冷やすこと。

過冷却による結晶化のようすについては、砂糖の濃度が高くなるほど結晶化の速さは速くなったように感じた。また、できた結晶の白い部分は共晶になっていると考えられる。そして共晶によって、液相が二つの固相に分かれているので、その結果実験でできた結晶は白くなっているのではないかと考えた。

## 6. 今後の課題

粒の大きさが大きい砂糖を溶質にすると結晶化が起こりやすいという考察について、粒の大きさの違う溶液で考察が正しいか確かめたい。砂糖は分子結晶、塩化ナトリウムはイオン結晶になっているため、水に溶けると粒子の大きさは $10^{-6}\text{m}$ になる。それに比べてコロイド粒子は $10^{-9}\text{m}\sim 10\text{m}^{-6}\text{m}$ なので、イオンや分子の約1000倍の大きさである。コロイド粒子である牛乳を使って、この考察が正しいか確かめたい。

## 7. 参考文献

- 1) NGKサイエンスサイト(<https://site.ngk.co.jp/lab/no81/>)2023年9月20日
- 2) 雪の結晶の研究と最近の話題から  
(<http://www.metsoc-hokkaido.jp/saihyo/pdf/saihyo37-081.pdf>)2023年9月20日

## 8. 謝辞

本研究を進めるにあたって、梶田と志摩先生には有益な助言をいただきました。ありがとうございました。

# 過冷却でできる結晶



3年次理系生徒

## 過冷却・・・変化すべき温度以下になってもその状態が変化しないこと

### 1.研究の動機と目的

過冷却後の水が結晶化を起こす動画を見て結晶化に興味を持ち、過冷却後にできる結晶が溶質の量でどのように変化するかを調べた。予備実験で、水、砂糖水、食塩水で、実験を行うと、砂糖水が一番結晶化を起こしやすかったので、砂糖水について調べることにした。

### 2.仮説

溶液の濃度が高くなるほど結晶化の速さが速くなった。

### 3.方法

- ①トレーに氷と塩を適量入れる。
  - ②調べる溶液をもう1つのトレーに薄く張る(トレーは①で用意したものよりも小さいもので水は70ml)
  - ③①の上に②を斜めにならないように置き、まわりに氷を敷き詰める
  - ④ $-5^{\circ}\text{C}$ になったところで溶液に衝撃を与える。
  - ⑤できた結晶の形を観察する。
- ※溶質には砂糖を使用し、0g、3g、6g、9gで実験を行った。

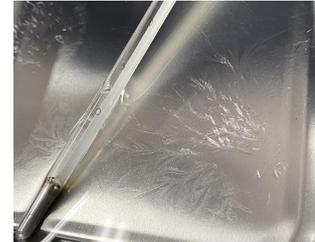


図1 砂糖0g

### 4.結果

- ・水だけの結晶は透明で、砂糖を加えた氷は白くなった。
- ・砂糖の濃度が高いほうが結晶化する速度が速くなった。
- ・過冷却によってできた氷は押すとへこむくらい柔らかかった。



図2 砂糖3g



図3 砂糖6g



図4 砂糖9g

### 5.考察

#### 結晶化を起こしやすくするには？

- ・粒の大きさが大きい砂糖を溶質にする。
- ・濃度を上げて粒子の数を増やす。
- ・振動を与えないように冷やす。

#### 過冷却でできた氷について

- ・砂糖の濃度が高くなるほど結晶化の速さは速くなる。
- ・結晶の白い部分は共晶になっていると考えた。

### 6.今後の課題

粒の大きい溶質である牛乳で実験を行い、考察が正しいかを確認したい。

### 7.参考文献

- 1)NGKサイエンスサイト (<https://site.ngk.co.jp/lab/no81/>)2023年9月20日
- 2)雪の結晶の研究と最近の話題から (<http://www.metsoc-hokkaido.jp/saihyo/pdf/saihyo37-081.pdf>)2023年9月20日

## 表面張力が変化する条件

3年次理系生徒

### キーワード

表面張力・・・静電気力による引き合いが分子間力であり、表面張力の源である。分子間力が働くほど表面張力は強くなる。

### 1. 研究の動機と目的

表面張力は日常生活の中で目にすることの多い身近な現象である。しかしその現象が起こる仕組みや理由などについて知らないことが多く、それについて興味を持った。今回は表面張力がどのような条件で変化するのかについて、溶液の濃度、溶液の温度の項目に絞って実験を行った。

### 2. 仮説

先行研究では身近な液体の中で最も表面張力が大きいのは水であるが、洗剤を混ぜると界面活性剤の働きによって表面張力は小さくなると分かった。さらに、水の温度は高ければ高いほど表面張力が小さくなることも分かった。そのため水に違う溶液を混ぜたり、その溶液の量を増やすと表面張力は小さくなるのではないかと、どんな溶液でも温度が高いほど表面張力は小さくなるのではないかと仮説を立てた。

### 3. 方法

溶液の濃度による実験では、シャーレ、ビュレット、6種類の溶液（レモン汁・醤油・墨汁・牛乳・アクリル・MATCH）を用いておこなった。シャーレには一種類の溶液を入れて置きそこにビュレットで水を滴下した。シャーレに入れておく溶液の量を3・5・8・10・12mlとし実験を行った。そしてシャーレの中の溶液があふれ出るまで水を滴下し、入った水の量を表面張力と定義した。（図1）温度についての実験ではシャーレと一円玉、2種類の溶液（水・レモン汁）を用意した。熱した溶液を決めた量をシャーレに入れ、そこに溶液があふれるまで一円玉を入れた。あふれるまでに入った一円玉の枚数を表面張力の大きさと定義した。（図2）

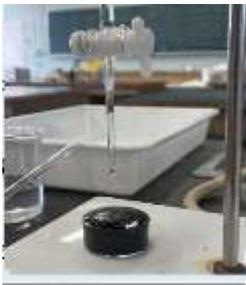


図1 濃度変化による実験



図2 温度変化による実験

### 4. 結果

溶液の濃度変化による実験は、仮説通り、入れておく溶液の量が増えるほど、入る水の量は減少した。つまり、入れておく溶液の量が増えるほど、表面張力の大きさは小さくなった。また、溶液の濃度で比較

すると、入れる溶液の量が同じでも、種類によって濃度が異なった。このことから、混ぜる溶液の量だけでなく、溶液の種類も表面張力の大小に関係している。溶液の温度変化による実験は、水は先行研究通り、入る一円玉の枚数は減少した。レモン汁においては、入る一円玉の枚数はほぼ変化がなかった。

表1：濃度による表面張力の変化

	レモン汁	牛乳	醤油	墨汁	アケリアス	MATCH
3ml	13.3%	12.5%	14.1%	11.4%	14.0%	13.6%
5ml	33.8%	22.5%	24.4%	20.8%	25.9%	25.1%
8ml	38.3%	40.6%	43.7%	39.6%	51.0%	47.1%
10ml	60.6%	59.2%	71.9%	49.3%	62.9%	67.6%
12ml	96.8%	79.5%	95.2%	68.2%	94.5%	95.2%

## 5. 考察

溶液の濃度変化の実験において、水溶液の濃度が一番小さくなった溶液は墨汁だった。つまり墨汁を混ぜた時、一番表面張力が大きくなった。墨汁は水に溶けない微小な粒子を含んでいる。そのため、表面張力の源である水分子の分子間力を、炭の微小な粒子間の分子間力が、水の分子間力に加えて働いたのかもしれない。

## 6. 今後の課題

今回の研究を通して残った課題は、濃度変化による実験において、レモン汁が他5種類の溶液の濃度変化と少し違ったことであり、他の溶液の濃度変化との違いの原因を調べることはできなかった。そのため、今後、今回のように違いが生まれた理由が、私たちの実験方法によるものなのか、レモン汁の特性なのか、特性なのであればそれは何によるものなのか、調べていきたい。また、より多くの溶液の種類を用いて、表面張力が大きくなる溶液・小さくなる溶液、それぞれに共通する要素を探し、何が表面張力の大小に関わっているのか、もっと詳しく調べたい。温度変化による実験においては、実験方法をすぐに決められず、実験にかかる時間が減り、溶液の種類・温度を変えて、十分に実験することができなかったため、今後はより多くの条件で実験したい。また、シャーレが小さく、一円玉を入れた振動が大きく伝わり、正確に実験できなかったことも、課題である。

## 7. 参考文献

「日常の悩みを解決するブログ」, [https://nayami0425.com/hyomen-ty...](https://nayami0425.com/hyomen-ty.../) / 2023年6月23日  
 Judy Howell (2021) 「温度による変化は液体の粘度と表面張力にどのように影響しますか」.  
<https://ja.mosg-portal.com/changing-temperature-affect-viscosity-surface-tension-liquid-16797-2496/> / 2024

# 表面張力が変化する条件

3年次理系生徒

## 表面張力とは

静電気力による引き合いが分子間力であり、表面張力の源である。この力が強く働くほど表面張力は強くなる。



図1 表面張力が働いた液面

## 1. 研究の動機と目的

表面張力は日常生活の中で目にすることも多い身近な現象である。しかしその現象が起こる仕組みや理由など知らないことが多く、詳しく知るため、調べることにした。

## 2. 仮説

先行研究①：身近な液体の中で最も表面張力が大きいのは水であるが、洗剤を混ぜると界面活性剤の働きで表面張力は小さくなる

→仮説①：水に違う溶液を混ぜたり、その溶液の量を増やすと表面張力が小さくなる

先行研究②：水の温度が高いほど表面張力は小さくなる

→仮説②：溶液の温度が高いほど表面張力は小さくなる

## 3. 実験

①シャーレとビュレット、6種類の溶液(レモン汁・醤油・墨汁・牛乳・アクリアス・MATCH)を用いた。シャーレには1種類の溶液を入れておき、そこにビュレットで水を滴下した。入れておく溶液の量を5段階とし濃度を変えながら実験を行った。そしてシャーレの水が溢れるまで滴下し続け、入った水の量を表面張力の大きさと定義した。

②シャーレと一円玉、3種類の溶液(水・レモン汁・)を用いた。熱した溶液を決めた量シャーレに入れ、そこに溶液が溢れるまで一円玉を入れる。溢れるまでに入った一円玉の枚数を表面張力の大きさと定義した。

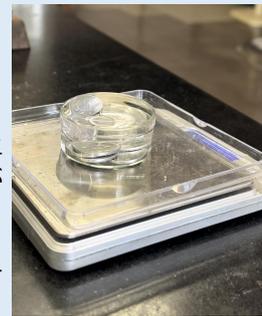


図2 実験の様子

## 4. 結果

①実験結果は図1のようになった。多少の誤差はあったが、私たちの仮説通り、同じ溶液で比較すると、溶液の量が多いほど濃度が低くなるという結果が得られた。また、同じ3mlでも溶液の種類によって濃度に差が出ていることから、表面張力の大小は混ぜる溶液の種類によっても変化することが分かった。

②実験結果は表1のようになった。水は先行研究通り枚数が減ったが、レモン汁では枚数にほぼ変化がなかった。

	レモン汁	牛乳	醤油	墨汁	アクリアス	MATCH
3ml	13.3%	12.5%	14.1%	11.4%	14.0%	13.6%
5ml	33.8%	22.5%	24.4%	20.8%	25.9%	25.1%
8ml	38.3%	40.6%	43.7%	39.6%	51.0%	47.1%
10ml	60.6%	59.2%	71.9%	49.3%	62.9%	67.6%
12ml	96.8%	79.5%	95.2%	68.2%	94.5%	95.2%

表1 溶液の量と濃度の関係

水	23.5°C	41.0°C	60.0°C
	9枚	7枚	5枚
レモン汁	35.0°C	48.0°C	58.0°C
	4枚	3枚	4枚

表2 入る一円玉の枚数と溶液の温度の関係

## 5. 考察

図3より、溶液の量が増えるほど濃度が低くなっていることから、水にほかの溶液が混ざると入る水の量が減り、表面張力が小さくなると考えられる。すべての溶液の量において濃度が一番低くなった溶液は墨汁であった。墨汁は水に溶けない微小な炭の粒子からできていることから、分子間力が働き表面張力も大きくなったと考えられる。

## 6. 今後の課題

水は4度で性質が変わるということが分かっているが、今回はそこまで調べきれなかったため、今後調べる機会があればそこにも注目しながら実験を行っていきたい。

温度による変化を調べる実験では、溶液の温度が変わってしまうため、実験方法が難しく、方法を考えることに時間を取られりして、溶液の種類が少なくなってしまった。また、シャーレが小さく、一円玉を入れる際の振動が液面に大きく伝わり、正確に計測できなかった可能性が考えられる。

## 7. 参考文献

- 1) 表面張力とは-濡れ性評価の開発・販売、レンタル、受託。(contact-angle.jp)
- 2) 緑の葉のクローズアップ写真、表面張力、露、緑の葉、クローズアップ写真、水滴、滴、緑の草、草の表面、表面張力、歪み、曲線、HDデスクトップの壁紙 | Wallpaperbetter

## 雨に濡れにくい傘の差し方

3 年次理系生徒

### 1. 研究の動機と目的

登下校の際や外を歩く際に雨が降っていると、傘をさしていても足や背中などが濡れることが頻繁にある。そこで、傘の持ち方を工夫し、少しでも雨に濡れにくくしたいと考え、今回の実験を行った。

### 2. 仮説

傘の柄を雨に対し平行に差すことによって、傘が雨を防ぐことができる面積が最大になり、最も濡れにくくなるという仮説を立てた。通常の傘の使用時には、雨水は傘を斜めに打ち付けることがあり、それが足や背中に濡れる原因となる。よって、持ち手を平行に差すことで、最も濡れにくくなる考えた。また 2 つめの仮説として、人が等速直線運動をする場合は、地面に垂直な雨でも人に対しては斜めになることと 1 つ目の実験結果から、傘の柄を前に傾けるほうが濡れにくいと考えた。

### 3. 方法

高さ 23cm、幅 6.5cm の人型の模型に横 12.2cm、縦 16.7cm に切った半紙を体に巻き付ける。成人した人の平均的な傘の親骨が 60~65cm であることから、人形の高さに合わせて計算し、傘の模型の直径を 10cm にした。実際の傘でにきるだけ材質などを近づけるため、模型の傘は傘地の部分を実際の傘のビニール地、柄を針金で作成した。

1 つ目の実験では、スタンドに地面から 50cm の位置にじょうろを固定し、このじょうろから、水 10 : 墨汁 1 の比で薄めた墨汁を 80 ml 落とした。人が向いている向きを前として、傘の軸を 0 度、前 15 度、前後 30 度に傾け、各角度 5 回ずつ、合計 25 回記録をとった。



2 つ目の実験では、地面から 50cm のまま、側面に穴を開けたペットボトルを固定して墨汁を降らせた。人型の模型を乗せた台車を秒速 14.7cm で走るプラレールにつなげ、降らせた墨汁の下を等速直線運動させた。1 つ目の実験の角度に前後 45 度も加えて各角度 5 回ずつ合計 35 回の記録をとった。(写真 1)

### 4. 結果

1 つ目の実験では、0 度のときに最も濡れにくかった。濡れた面積の割合は、半紙の面積を 100 とすると、それぞれ後ろ 30 度のとき 25.0%、後ろ 15 度のとき 21.9%、0 度のとき 18.8%、前 15 度のとき 22.5%、前 30 度のとき 36.8% だった。

2 つ目の実験では、後ろ 30 度のときに最も濡れにくく、次いで後ろ 15 度、前 15 度、後ろ 45 度、0 度、前 45 度、前 30 度の順で濡れにくかった。

## 5. 考察

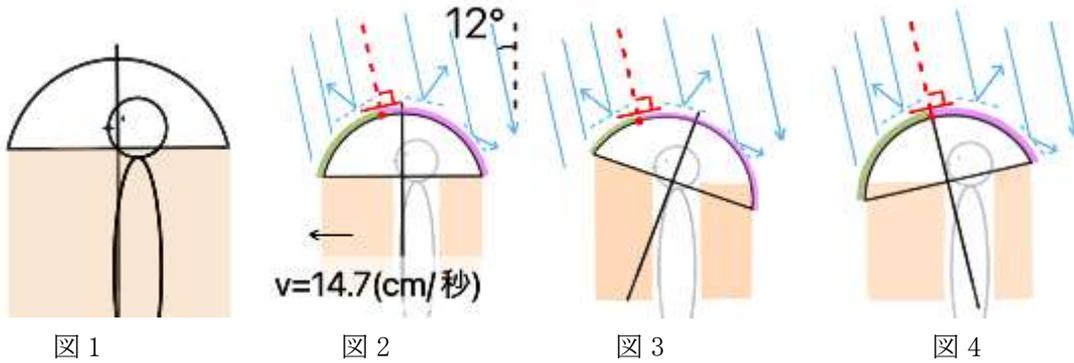


図 1

図 2

図 3

図 4

1つ目の実験で0度のときに最も濡れにくかったのは、雨が傘の軸に対して平行に降っていることから雨に濡れない範囲が最も広がるからだと考えた。(図1)

2つ目の実験では、台車が14.7cm/sで動くことから12°の角度で雨が降ってくることがわかった。(図2)

後ろに傾けた方が濡れにくい理由として、傘の軸が人の前側にあるため後ろに傾けると体の前後とも濡れにくくなることと、雨の跳ね返りによって人の前側に流れる部分と後ろ側に流れる部分の雨の量が変わることとの関係があるからだと考えられる。(図3)

前側に傾けると、前側は濡れにくくなるが、後ろ側の雨に濡れない範囲が狭まり水滴も滴るため濡れやすくなったと考えられる。

## 6. 今後の課題

- ・ 模型をより人の形に近づけたり、実際に人を使ってシミュレーションしたりして実験の精度を上げる。
- ・ 実際には風が吹いている可能性があるため、扇風機などを用いて実験する。
- ・ 人が移動する速度を変えてみる。

## 7. 参考文献

- 1) 傘のサイズガイド - 榎田商店公式ショップ (makita-1866.jp)
- 2) 傘の持ち方でこんなに変わる？ 雨に濡れにくくなる賢い持ち方とは？ - ウェザーニュース (weathernews.jp)
- 3) 雨に濡れない傘の差し方、泥はねしない歩き方は？傘の選び方と今日から試せる対策を紹介 (amenavi.jp)

## 8. 謝辞

今回このような実験をするにあたって安藤先生と黒田先生には貴重な助言を頂いた。この場を借りて謝辞を申し上げます。

# 雨に濡れにくい傘の差し方

3 年次理系生徒

## 1. 動機・目的

傘をさしても雨に濡れることが頻繁にあるため、傘の持ち方を工夫しようと考えた。

## 2. 先行研究

- ・クロス持ちでローポジションの持ち方が濡れにくい
- ・風のある日は風が吹く方向に傘を傾けるとよい



図1 雨に濡れにくい傘の差し方

### 3-1. 仮説① [静止]

傘の柄を雨に対し平行に差すのが最も濡れにくい。

### 3-2. 仮説② [等速直線運動下]

傘の柄を前に傾けるほうが濡れにくい。

### 4-1. 実験方法①

- 人型の模型に半紙を巻き付け、傘(半径10cm)を設置する。
- 高さ50cmに固定したじょうろから水で薄めた80mlの墨汁を落とす。
- これを各角度(雨が降る角度に対して人が向いている向きを前に、傘の軸を0度、前後15度、前後30度傾ける)で5回ずつ繰り返し返した。(図3)

各角度5回ずつ計25回計測をした。



図2 実験用具

図4 実験の様子

図3 前側15度

### 4-2. 実験方法②

- 実験①と同様
- 図のように装置を固定してペットボトルから墨汁を降らせる
- プラレール(14.7m/秒)に台車に乗せた人型の模型をつなげ、等速直線運動をさせる。

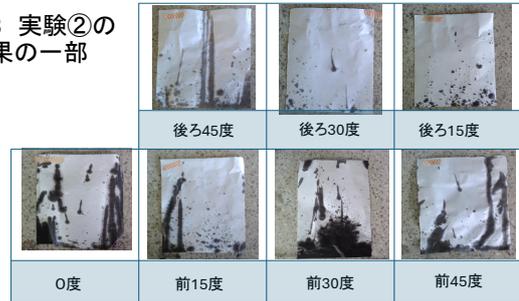


図7 実験②の様子

実験①に前後45度の傾きを加え、各角度を5回ずつ計35回計測をした。

### 5-2. 結果②

図8 実験②の結果の一部



### 5-1. 結果①



図5 実験結果の一部

### 6-1. 考察①

・0度するとき、雨に濡れない範囲が最も広くなるため濡れにくくなる(図6)

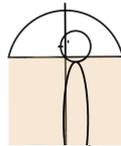


図6 0度

### 6-2. 考察②

- ・傘の軸が人の前側にあるため、後ろに傾けると体の前後とも濡れにくくなる。
- ・雨の跳ね返りによって人の前側と後ろ側に流れる雨の量が変わる。
- ⇒後ろに傾けるほうが濡れない。(図10)
- ・前に傾けると前側は濡れにくかったが、後ろ側の範囲が狭まり水滴も滴るため濡れやすくなる。(図11)

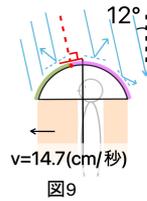


図9

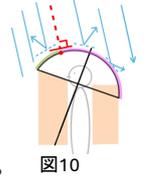


図10



図11

## 7. 今後の課題

- ・模型をより人の形に近づけたり、実際に人を使ってシミュレーションするなどしてより実験の精度を上げる

## 8. 参考文献

- 傘のサイズガイド - 榎田商店公式ショップ (makita-1866.jp)  
 傘の持ち方でこんなに変わる？ 雨に濡れにくくなる賢い持ち方とは？ - ウェザーニュース (weathernews.jp)  
 雨に濡れない傘の差し方、泥はねしない歩き方は？ 傘の選び方と今日から試せる対策を紹介 (amenavi.jp)

