

令和5年度

スーパーサイエンスハイスクール

# 京都府立桃山高等学校

## 自然科学科「GS探究Ⅱ」

# 成果集

抜粋版



# 目 次

抜粋版のため、ページ数は対応していません。

1. 概要	・・・	1
SSH研究開発実施報告書	・・・	2
2. 要旨	・・・	5
3. スライド	・・・	25
4. 研究論文	・・・	65
5. 英語ポスター	・・・	135

# 1. 概要

# SSH研究開発実施報告書

## (c) GS探究Ⅱ

### ○実施内容

#### 自然科学科2年生「GS探究Ⅱ」(2単位)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
内容	・課題設定 ・課題研究		経過 報告会	課題研究				中間 発表 (MSG)	課題 研究	GS 探究Ⅱ 発表会	・英語ポスター 作成 ・研究論文作成	

#### 普通科2年生「GS探究Ⅱ」(2単位)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
内容	・グループ分け ・課題設定		課題研究			経過 報告会	課題研究			全班 発表会	GS 探究Ⅱ 発表会	研究 論文 作成

今年度はコロナ禍による計画の遅れや変更はなく、計画に沿って進めることができた。

自然科学科は、GS探究Ⅰで検討した研究課題を参考に、4月に課題設定とグループ分けを行った。6月には校内でポスター発表形式での経過報告会を実施した。11月に京都工芸繊維大学で行われたみやびサイエンスガーデンでは、京都サイエンスネットワーク校の高校生と共にポスター発表形式での中間発表を行った。今年度はコロナ禍の影響により、対面でのポスター発表と並行してONLINE CONFによるオンラインでのポスター発表及び質疑応答を行った。1月には自然科学科SSH課題研究発表を実施した。その後、研究論文と英語ポスター作成を行った。

普通科は、4月から5月前半にかけて「1stステージ」として全班共通の課題「ペーパードロップ」に取り組み、探究活動の基礎を学んだ。5月後半より探究テーマ別のグループに分かれて課題設定を行った。9月には校内で経過報告会を行った。1月に全グループによる全班発表会を講座毎に行い、各講座の審査結果上位の班による代表班発表会を2月に行った。その後、研究論文作成を行った。

### ○成果

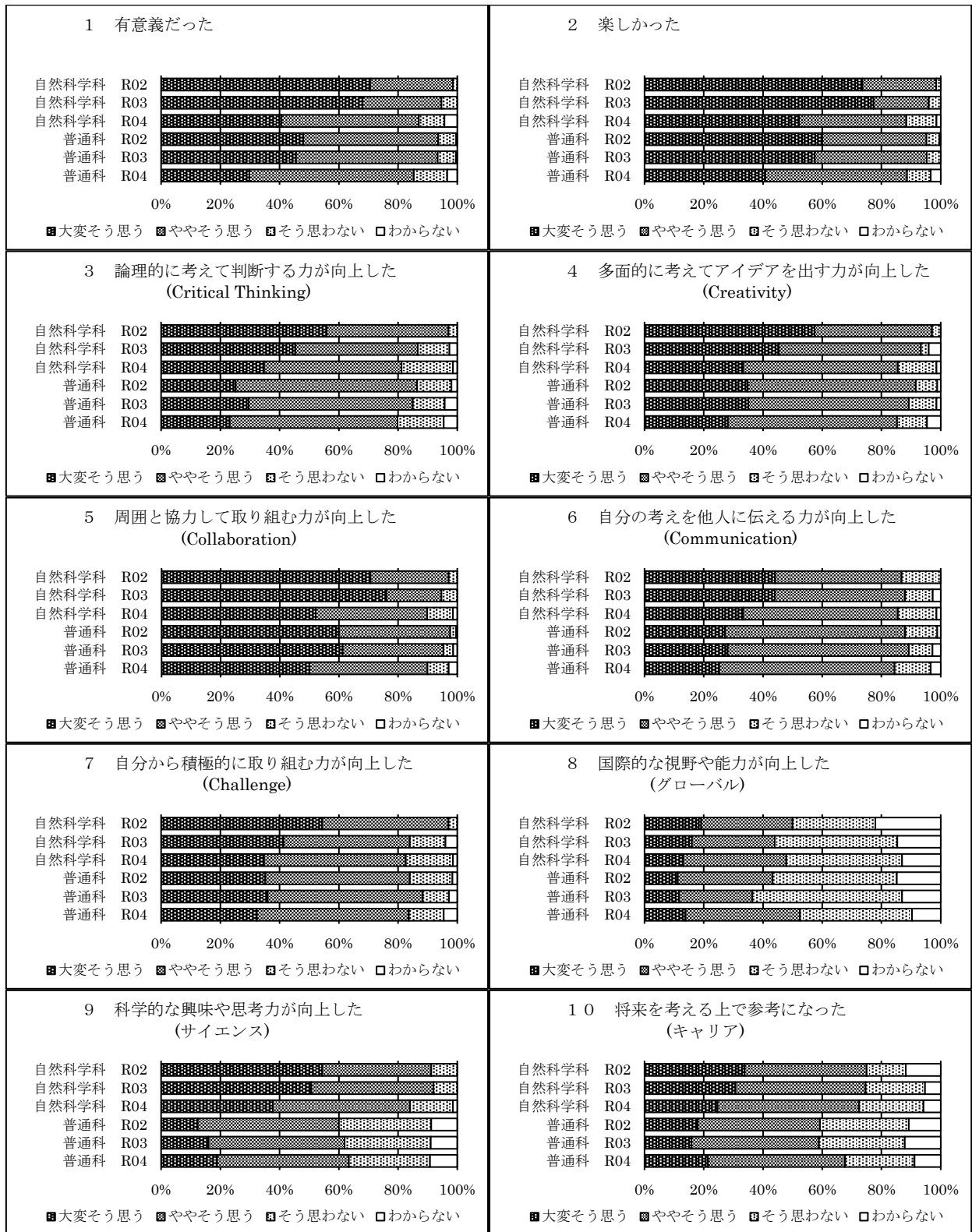
今年度はコロナ禍による計画の遅れや変更はなく計画に沿って進めることができ、課題や仮説の設定から発表までをスムーズに取り組むことができた。自然科学科・普通科共に実施した課題研究発表会では、それぞれの学科の特色がよく現れるとともに、GS探究Ⅰでの実践的な取組の効果の一端として、発表に対する慣れのようなものが感じられた。このことは、参加していただいた他校の教員や運営指導委員からの意見としても多くいただいた。

コロナ禍の中でも予定していた内容を概ね実施し、教育効果を得ることができた。これらの成果は表③-4に示す授業アンケートの結果からも伺える。設問1「有意義だった」、設問2「楽しかった」では、自然科学科・普通科のいずれも肯定的回答の割合が85%を超えている。普通科の肯定的回答の割合が、自然科学科と遜色ないレベルになっており、桃山高校の課題研究が全校規模で充実していることを表している。特に、普通科において設問8「国際的な視野や能力が向上した」設問9「科学的な興味や思考力が向上した」設問10「将来を考える上で参考になった」の肯定的回答の割合がこの3年間で増加傾向にあり、自然科学科とは異なり幅広い視点から生徒により影響を与えることができていると思われる。

また、昨年度は自然科学科でルーブリック評価を生徒に提示してフィードバックを行うようになったが、今年度は普通科でも、パフォーマンス課題のルーブリック評価を生徒に提示してフィードバックを行うようにすることができたことが成果である。

○課題

自然科学科、普通科共に5Cの観点における肯定的回答の割合が減少傾向にある。原因としては、課題研究を担当する教員が変化する中で、指導のノウハウの継承が追いついていない状況があると考えられる。今後は、研修の機会を増やし、若手が自信を持って指導できる体制を整える必要がある。



図③-4 「GS探究Ⅱ」授業アンケート結果

R02：自然科学科 n=68、普通科 n=250

R03：自然科学科 n=75、普通科 n=213

R04：自然科学科 n=69、普通科 n=238

## 2. 要旨

# マスコットキャラクターを作ろう

久世 陽太 小島 啓愛 三牧 和誠 伊勢 司

## 1. 研究の背景と目的

私たちが通う桃山高校にはマスコットキャラクターがないことに気づき、課題研究を通してマスコットキャラクターを作成しようと考えた。先行研究では、可愛いと思われるキャラについてアンケートが行われ、「手足が短い」「頭が大きい」ということが発見されていた。また人気なキャラの共通点として、「動物がモチーフ」「黒目」などがあげられていた。そこで、私たちは人気だと思われた理由を比率やセオリーを見つけることで深掘しようと考えた。

## 2. 方法・仮説

方法1:キャラクターの顔の縦、横、目、口、目と目の間隔を求め、その比を出し、それぞれの相関係数を求める。

キャラクターたくさん集めて、それらを顔全体におけるパーツの大きさに共通点があると考え、

①顔の縦と顔の横 ②顔の縦と目の縦 ③顔の縦と鼻の縦 ④顔の横と口の横

以上の4つの点で無次元化して比率を数値化した。それらの分散と標準偏差を出し、相関係数を出した。

方法2 ゆるキャラに限定しさらにキャラクターを増やす。方法1で求めた①～④を無次元化した値を四つのグラフで表し、一つのグラフの密集した点の中から一点選び、ほかのグラフではどこに位置するのかを調べる。

## 3. 結果

方法1の結果 ②と③ 正の相関がみられた。それ以外では相関をみることができなかった。

方法2の結果、②で色を付けたデータはほかのグラフでも密集している場所にあった。しかし③④のグラフではバラバラな位置に分布した。特に③においてそれが顕著にみられた。

## 4. 考察

結果1では②と③で正の相関がみられたことから、目の縦と鼻の縦はある一定の比率であることがわかる。しかし、口や鼻がないキャラクターの数値を0にしたこと、それぞれキャラクターのジャンルが違ったことから正確な数値は出てないと考えられた。結果2では③④のグラフの横軸に大きくバラツキがみられたことから、人気なキャラは口についての共通点を持たず、そこで個性を出していると考えた。また、②④のグラフでは密集していたことから、縦横比に対する目の間隔の許容範囲がおおよそ決まっているのではないかと考えた。

## 5. まとめ

ジャンルが違くと相関がみられなかったため、キャラクターの特徴の詳細を調べるためにはジャンルごとに分別してデータをとる必要があることが予想された。また、結果2からある一定の数値は出なかったが、許容範囲は決まっていることが予想された。

## 6. 参考文献

中田武太朗,ゆるキャラのかわいさの特徴に関する研究, 大学院研究年報理工学研究科編, 2018  
辻幸恵,ゆるキャラに対する好悪の実態調査, 繊維製品消費科学 2014

## 7. キーワード

無次元化 分散 標準偏差

# ボウリングでストライクを取る条件

佐々木 颯来、上河 竜也、島田 瑛央、松井 賢太、松田 敬次

## 1. 研究の背景と目的

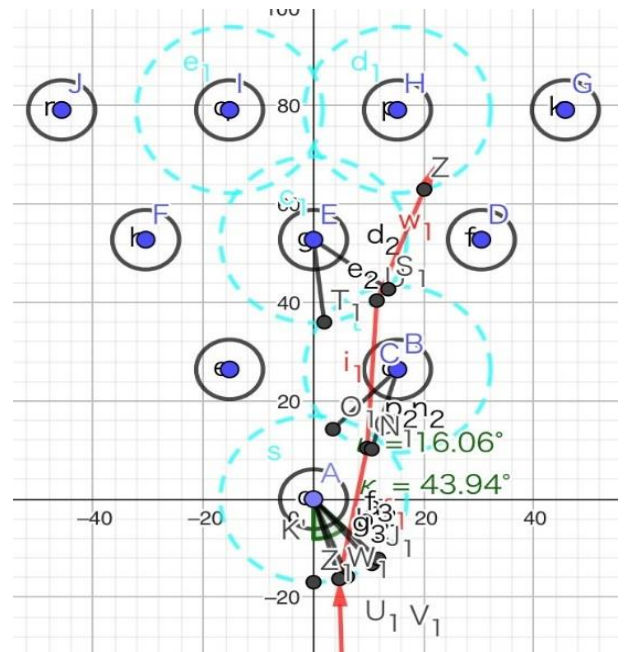
私たちは身近なスポーツであるボウリングは、どのような原理でピンが倒れていくのか気になったため、ストライクを取るために必要な条件を求めたいと考えた。

## 2. 方法・仮説

球・ピンの軌道の数式化や図形を作成し、視覚的に動きがわかるようにする。  
ピンが別のピンをドミノ式に倒していくと仮定し、全ピンが倒れるような状態を考え、逆算しながら球のピンに対しての入射角や衝突する位置を求める。

## 3. 結果

初めに設定した条件を関数ソフトに入力すると以下の図のようになった。  
球を投げる時の角度を  $1.5^\circ$  とするとき  
y軸と球の軌道のなす角が  
 $16.1^\circ \leq \alpha \leq 16.9^\circ$  までの約  $1^\circ$  で  
9ピンが倒れた。(10ピンは倒れなかった)  
※残った7ピン目は暴れ(ピンが横に倒れて飛んでいく)で倒すことを想定している。



## 4. 考察

結果より、初めに立てた仮説では1ピンだけ残ってしまふことがわかった。  
つまりその仮説が間違っている、もしくは摩擦や力のモーメントについての条件が  
まだ不十分であると考えられる。

## 5. まとめ

今回の研究では、考察で挙げたような複雑に変化する内容まで考えることができなかった。しかし、これはピンが縦向きのままピンが移動して得られた結果であるため、横向きに倒れてから移動した場合もっとストライクの難易度は下がると考えられる。

## 6. 引用・参考文献

[【https://bowlers-eye.com/?p=102】](https://bowlers-eye.com/?p=102)【改訂版 物理 数研出版】

[【https://www.bowling.handmade73.net/skill/1\\_syosinsya/word\\_2\\_lane.php】](https://www.bowling.handmade73.net/skill/1_syosinsya/word_2_lane.php)

## 7. キーワード

ボウリング 運動量 力積 暴れ ストライク



# フィボナッチ数列のあまりの周期性における考察

齋藤宗矩 木村元汰 三宅康太 山内雄磨 本江俊作

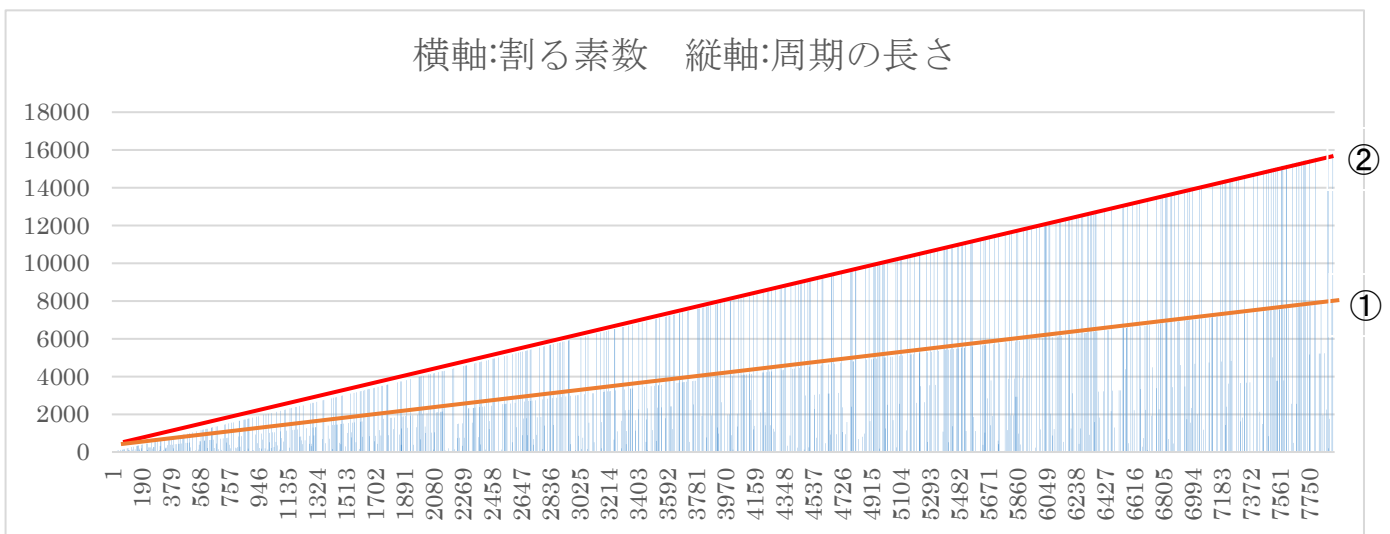
## 1. 研究の背景と目的

フィボナッチ数列  $F_1 = 1, F_2 = 1, F_{n+2} = F_{n+1} + F_n (n \geq 1)$  は自然数で割ったときのあまりが周期することが一般的に知られているが、我々はその周期の長さを具体的に求める方法が確立されていないことに着目し、このテーマを研究することに至った。

## 2. 方法

プログラムソフトを利用し、余りの周期の長さを調べ、表計算ソフトを使用して表やグラフにまとめる。ここで使用したソフトは、Python と Excel である。

## 3. 結果



## 4. 考察

上図の上の部分①をつなげてできる直線の傾きは 2、真ん中の部分②をつなげてできる直線は 2 本でき、両方も傾きは 1 であったが切片は 1 と -1 であった。

## 5. まとめ

数列を割る素数を  $p$  と置くと周期の長さは

$$p \equiv 2, 3 \pmod{5} \text{ のとき } \quad 2(p+1) \text{ の約数}$$

$$p \equiv 1, 4 \pmod{5} \text{ のとき } \quad p-1 \text{ の約数}$$

となることが分かっている。考察で得られた結果はこれによると考えられる。

## 6. 引用・参考文献

<https://manabitimes.jp/math/1434> (マスオ 高校数学の美しい物語)

高等学校数学における発展的学習の考察とその背景～フィボナッチ数列の剰余の周期について～(北山、松山、塩見)

## 7. キーワード

フィボナッチ数列 周期 素数

## 1. 研究の背景と目的

夏の民生部門での半分以上を占めるエアコンの消費電力を削減することで、SDGs7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」の達成に近づくと考えた。

## 2. 仮説・方法

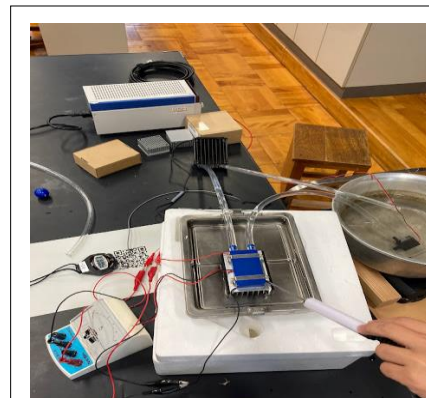
(仮説) ペルチェ素子(\*)を使うことで室外機における消費電力を0にすることができるのではないかと考えた。

(方法) 室外機を模した簡易的な装置を使い、以下の実験を行い、仮説を検証する。

実験1 ペルチェ素子の発電能力を利用せずに別の電源でファンを回し、ホース内の水の温度を下げる。

実験2 ペルチェ素子 2 個のみでファンを回し、ホース内の水の温度を下げる。

実験3 ペルチェ素子 4 個のみでファンを回し、ホース内の水の温度を下げる。



## 3. 結果

実験2,3では補助電源なしにペルチェ素子の起電力のみで冷却に成功した。温度変化の割合は大きい順に実験3(13.5°C/4min) , 実験2(11.5°C/4min) , 実験1(10.7°C/4min)であった。実験2、実験3では時間がたつにつれ電圧が小さくなり実験2では実験開始から4分後に、実験3では実験開始から6分後にファンが正常に回らなくなった。ペルチェ素子冷却用に使用していた水の温度は変化しなかった。

## 4. 考察

(1)実験3より実験2の方が冷却できなかったのは、ペルチェ素子2個だと電圧が不足していたためファンが十分に回っていなかったからだと考えられる。

(2)実験1より実験3の方がよく冷却できたのは、ペルチェ素子が温度差による発電を行うことによってもホース内の水の温度を下げていたと考えられる。

(3)電圧が低下したのは、ホース内の水の温度が低下したことによりペルチェ素子両面での温度差が減少したからだと考えられる。

(4)ペルチェ素子冷却用に使用した水の温度は、室内の気温と熱平衡の状態にあったと考えられる。

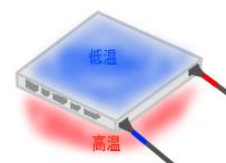
以上のことより、ペルチェ素子によってエアコン室外機を冷却することは可能であり、そのことによりエアコン全体の消費電力の削減に有効な工夫であることがたしかめられた。なお十分な冷却能力を維持するにはペルチェ素子による起電力がファンの定格電圧となるように設計するとよい。

## 5. まとめ

本研究では様々な工夫により電力効率を高めてきたエアコンをより効率よく動作させるため、室外機のファンを回転させるための電力をペルチェ素子を用いて冷媒の熱エネルギーにより生み出す工夫に挑んだ。その結果、実験に用いた簡易的な装置では室外機に当たる消費電力を0にすることができた。実際の室外機では熱が供給され続けるので、本実験で起きたような時間による電圧の低下は起こらず継続的な運用が可能になると考えられる。今後実物大の装置での試験運用に挑戦が期待される。

## 6. 引用・参考文献

エアコン技術発展の系統化調査 - 国立国会図書館デジタルコレクション,  
<https://dl.ndl.go.jp/pid/11546710/1/1> (2023.1.17 閲覧)



## 7. キーワード

ペルチェ素子 エアコン 消費電力

(\*)ペルチェ素子…薄型の電子部品、両面で温度差が生じると発電をする。

## 1. 研究の背景と目的

幼少期から野球やサッカーなどを観戦し、活動していたのでボールが大好きであり、ボールの動きをもっと知りたくなったから研究したいと思った。様々なボールを用いて60cmの高さから物理実験室の床に自由落下させ、跳ね返った高さから反発係数を調べた。それによって反発係数が1を超えることはなかった。ジャンピングスーパーボールアストロブラスター(JSA)を使うと落とした高さより高く跳ね返ることが分かった。土台となるボール以外のすべての大きさをそろえた自家製の JSA を作成し、連結させたボールの個数と跳ね返るボールの高さの間に法則を調べる。この法則を見つけることによって任意の反発係数を作ることができると考えた。

## 2. 方法・仮説

スーパーボール(小)の中心にドライバーで 4.5 mmの穴を開ける。スーパーボール(大)を竹串の端に固定し、その上にスーパーボール(小)を 1 個通し、20 cmの高さから落とす。一番上のスーパーボール(小)の跳ね返った高さを計測する。

この方法でスーパーボール(小)が 2 個から 7 個までの場合で計測を繰り返す。

スーパーボールの個数と跳ね返った高さには法則性があると仮説を立てた。

## 3. 結果

スーパーボール(小)の個数	1個	2個	3個	4個	5個	6個	7個
一番上が跳ね返った高さ [cm]	90	91	78	75	71	60	39

v1	v3	v5	v7	v9	v11	v13
36.78	22.63498	17.8526	13.6092	9.844045	6.503226	3.538922

## 4. 考察

スーパーボール(小)の個数が増えるにつれて、跳ね返った高さが減少するという事は、ボール同士の反発の時に他にエネルギーとして使われているのではないだろうか。

## 5. まとめ

研究結果より反発係数には法則性が存在することがわかった。

法則性として基本的に同じ質量の物質を連ねて落とすと段々跳ね返る高さが低くなることがわかった。

## 6. 参考文献

「すつとびボール」を用いた運動量保存則の授業実践とその教材有用性 瀧本家康

## 7. キーワード

スーパーボール 反発係数

# 6班 Let' s play tennis with Magnus ～回転がボールに及ぼす影響～

阿部真大 石井利樹 今村水音 大浦光翔 芹川遥斗 細川裕太

## 1. 研究の背景と目的

私たちはなぜボールが曲がるのかについて興味を持った。そして、マグヌス効果について知り、回転がボールに及ぼす影響について調べた。そのデータをもとに、ボールの軌道をシミュレーションする。

～マグヌス効果～

回転しながら進む物体にその進行方向に対して垂直の力(揚力)が働く現象のこと

## 2. 方法・仮説

### 実験

マグヌス効果がどう働いているかを数値化するために、台の上でテニスボールをモーターで回した。(以後、装置と呼ぶ)

装置を電子天秤の上において送風機の風を当て質量変化を計測した。条件としてボールの回転数、送風機の風速(球速)を変えた。



### シミュレーション

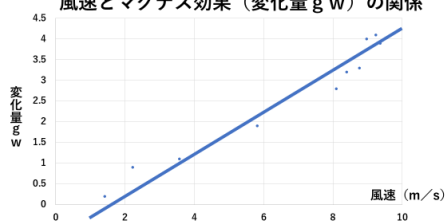
実験結果を利用して、ボールの軌道を算出した。

### 仮説

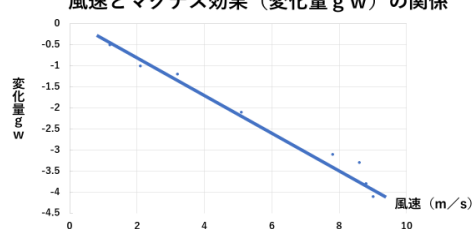
- 風速や回転数をあげることで、マグヌス効果の影響が大きくなる。
- 実験の結果をもとにシミュレーションできるのではないかと。

## 3. 実験結果

スピン回転 回転数1281回/分  
風速とマグナス効果(変化量  $g_w$ ) の関係



スライス回転 回転数1281回/分  
風速とマグナス効果(変化量  $g_w$ ) の関係



回転数一定のとき、風速(球速)に比例してスピン回転のときは下向きに力が加わり、スライス回転のときは上向きに力が加わる。

## 4. 考察・まとめ

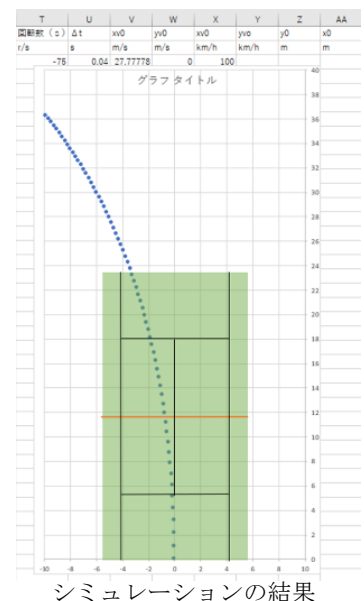
風速や回転数をあげることで、マグヌス効果の影響が大きくなった。実験のデータから揚力係数を求め、運動方程式からボールの軌道をシミュレーションできた。

## 5. 引用・参考文献

- 野球ボールの軌跡と速度 吉田海人
- 一様気流中で高速回転するゴルフボールの空気力測定と飛翔実験

## 6. キーワード

マグヌス効果、テニス、回転、テニスの王子様



シミュレーションの結果

1. 研究の背景と目的

私たちは音の深みとは何か、若者に認められる音楽とは何かを数値で表し、時代による音楽・楽器の違いからクラシックと現代音楽で求められるゆらぎの数値が違うのではないかと考え、1/f ゆらぎと結びつけて研究した。

2. 方法・仮説

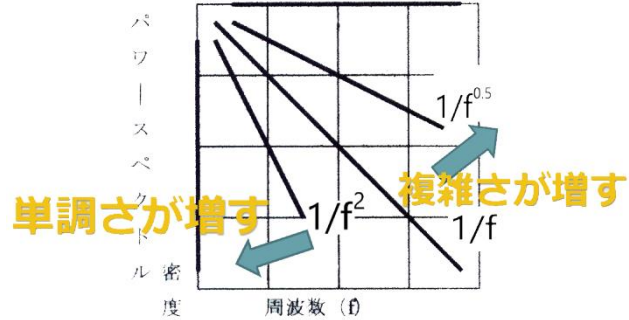
ゆらぎアナライザーというソフトを使って周波数の時間変化をサンプリングし、フーリエ変換を行ってスペクトル分布を表示し、さらにスペクトル分布から直線近似を行って傾きを求め、ゆらぎの程度を数値的に評価し、傾きが-1の時、ゆらいでいるとされている。縦軸を強さ(p)、横軸を周波数(f)とすると、 $p = 1/f^\alpha$  ( $\alpha$ は定数)に近づく。直線に近似させるために 両辺の対数をとる。

$\log p = \log 1/f^\alpha$

$\log p = -\alpha \cdot \log f$

$\alpha > 1$ のとき単調さが増し、 $\alpha < 1$ のとき複雑さが増す。

私たちは現代音楽では電子音やアンプを用いた音などが増えてきたため複雑な音楽、つまり $\alpha$ が1より小さい数値になると仮説を立てた。



3. 結果

- クラシック音楽は 100 曲の音程の  $\alpha$  の平均値が 1.00 よりも大きい数値となった。(平均 1.115)
- 現代音楽はほとんどの音程の  $\alpha$  の値が 1.00 を下回る数値となった。(平均 0.720)
- K-pop 音楽も現代音楽と同様に  $\alpha$  の値が 1.00 を下回る数値となった。(平均 0.755)

4. 考察

クラシック音楽は  $\alpha$  の値が 1.00 を上回り、現代音楽と K-pop 音楽は共に 1.00 よりも小さい値になった。仮説の通り、現代音楽は複雑な音楽であると考えられる。また現代人には、単調な音楽よりも複雑な音楽の方が人気が高いと考えられる。今回は限られた曲だけで調べた結果であるため、今後、現代音楽を年代別に分けるなどより細かく調べることでより信頼できる結果になるだろう。

5. まとめ

今後楽曲数を増やしていく必要がある中で、今回調べる楽曲が少ないのは、CD の音源からしか調べることができなかった。スマホや Youtube の音源を使用できれば容易に大量の楽曲の分析が可能である。ただし、その数値を CD と比較したときに、信頼できる数値であるかの検証が必要になってくる。その比較からさらに本来調べたかった音の深みにまで迫れるかもしれない。

6. 引用・参考文献

- Art Studio まほろば (<https://mahoroba.logical-arts.jp>)
- ゆらぎの発想 NHK 出版

7. キーワード

1/f ゆらぎ、ゆらぎアナライザー、フーリエ変換

## 1. 研究の背景と目的

私たちはスーパーボールがなぜ掴みにくいのかという疑問を持ち、研究した。

## 2. 方法・仮説

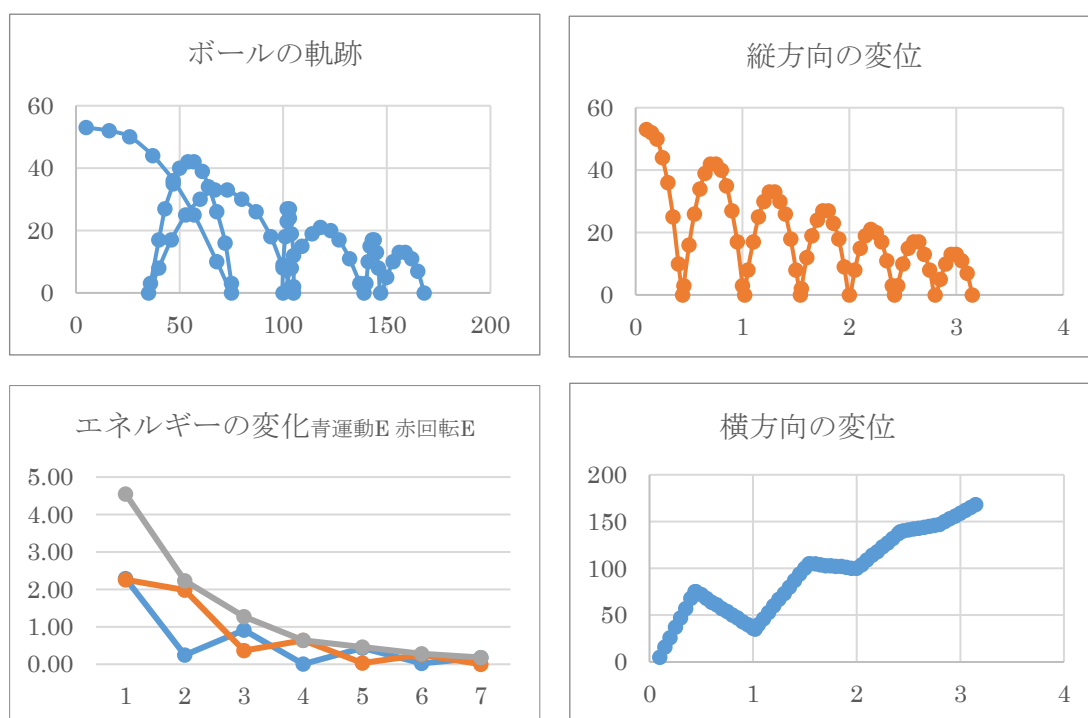
<仮説>不規則な運動をするから？教科書通りにきれいにはいかないから？

<方法>スーパーボールの跳ね方について横位置(X)、縦位置(Y)、時間(s)での変化を調べる。

(1) 円周上の斜面から転がす。(2)手で投げる。(3)回転を加えて投げる。

## 3. 結果

逆スピンを加えて投げた場合



## 4. 考察

逆スピンの回転を加えることによって跳ね返り方や間隔が変わるが、運動エネルギーと回転エネルギーの合計を調べると単調に減少していることがわかる。

## 5. まとめ

スーパーボールの掴みにくさは回転による速度変化であると考えられる。エネルギーの和によって説明できる。

## 6. 参考文献

文部科学省検定済教科書高等学校理科用改訂版物理(数研出版)

## 7. キーワード

スーパーボール 反発係数 運動エネルギー 衝突

中村有吾 田中龍介 川崎陽太 大橋健心

## 1. 研究の背景と目的

以前、旅客機に爆発物が仕掛けられたとデマの情報を流された事件があったが、その時旅客機から脱出する際に使用されたスライドにより乗客が負傷する事態が起きた。私達は摩擦を上手く活用することで、既存の緊急脱出用スライドをより安全なものにできるのではないかと考えた。

## 2. 方法・仮説

### 仮説

ヒトや物(以後対象と表記)が姿勢、服装、天気、風向や風力を変えない条件の下で斜面を滑ったならば、対象が何度滑ったとしても動、静止摩擦係数は一定で、変わらない。

上記の仮説を確かめる為の方法として

実験1では 4.00m 角度 28° のコンクリート製のスライドを滑り、ストップウォッチを用いて滑り終わるまでの時間を計ることで、加速度と動摩擦係数について調べた。

実験2ではジュラルミン、ステンレス、合板(木)それぞれの斜面を作り、その上で体操服のズボン、デニム、雑巾、ズボン(ポリエステル 100%)を滑らせ、ストップウォッチを用いて滑り終わるまでの時間を計ることで、加速度と動摩擦係数について調べた。

4.00m	角度 28°		
回数	時間	加速度	$\mu'$
1	1.62	3.05	0.179
2	1.30	4.73	-0.149
3	1.55	3.33	0.147
4	1.38	4.20	0.0463
5	1.68	2.83	0.205
6	1.60	3.13	0.170
7	1.57	3.25	0.156
平均	1.53	3.50	0.171

## 3. 結果

実験1における結果は右上図の通り。ただし、2回目と4回目は外れ値として扱っている。

実験2における結果の一部は右図の通り。加速度は等加速度直線運動の公式から、静止摩擦係数は  $\mu = \tan \theta$  から、動摩擦係数は運動方程式より  $\mu' = \tan \theta - a/(g \times \cos \theta)$  を用いてそれぞれ求めた。

	ジュラルミン		
	時間	加速度	$\mu'$
体操服のズボン	1.01	2.94	0.23
ズボン	1.11	2.43	0.29
デニム ポケット有	1.73	1.00	0.46
デニム ポケット無	1.69	1.05	0.45
雑巾	1.84	0.89	0.47

## 4. 考察

実験から人為的誤差はあるものの、静止摩擦、動摩擦は一定の条件のもとでは大きく変化しない

ことが分かった。実験2よりデニムのようなざらざらした素材のものは体操服のズボンなどよりも滑りにくいことが分かった。動摩擦係数が小さすぎれば、速度が出てケガにつながる恐れがあり、逆に大きすぎれば迅速な避難ができなくなってしまうため、適切な値を求める必要がある。

## 5. まとめ

動摩擦係数及び静止摩擦係数の概値を求められたため、摩擦係数を利用して個々のスライドに合った大きさや角度など適切なスライドを模索していく。

## 6. 引用・参考文献

数研出版「物理基礎 改訂版」

## 7. キーワード

物理、摩擦、スライド、安全

## 分子の大きさと凝固点効果の関係を調べる

上出 權 新井 晴 岡 景嗣 水谷 典正

## 1. 研究の背景と目的

化学の授業で凝固点降下について学んだ際、凝固点降下度に溶質の種類は無関係だということを学んだ。しかし、イオンごとにイオン半径、周囲の水分子を引き付ける強さ、またそれにともなうイオンの移動のしやすさは大きく異なる。水の状態は、水分子の熱運動、水分子同士、水分子と溶質間の相互作用の差によって決まると想像できる。そのため、溶質の種類が凝固点降下度に対して影響しないことに疑問を持った。そこで、溶質の種類と凝固点降下度の関係について研究しようと考えた。

本研究では、様々な塩の水溶液を凍らせることで、凝固点降下度に対する溶質の種類の違いの影響を調査した。

## 2. 方法

実験が気温に影響されないようにするため、発泡スチロールを使用して実験装置を製作した(図 1)。装置中央の試験官に塩の水溶液を 3 ml、その周囲に十分量の破碎した氷と塩を入れた。また、10 秒ごとに試験官内部の温度を測定した。さらに、定期的に溶液を攪拌することで、溶液の冷え具合の均一性を保った。実験の際、試験官外部の温度は常に $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に保たれていた。塩は 1.00 mol/kg MCl (M=Li, Na, K)または 1.00 mol/kg KX (X=Cl, Br, I)を使用した。

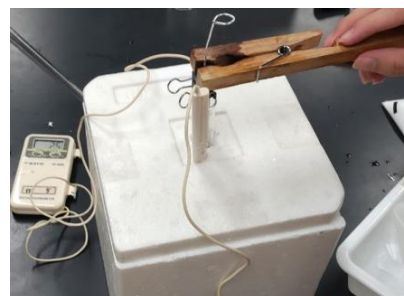


図 1 実験装置

## 3. 結果

図 2 に、1.00 mol/kg MCl 水溶液の凝固点降下度( $\Delta T$ )に対する  $M^+$  のイオン半径の関係を示す。若干ではあるが、 $M^+$  のイオン半径が小さいほど、凝固点降下度が小さいという関係が見られた。しかし、凝固点降下度に対する  $M^+$  のイオン半径の影響は、明確には表れなかった。また、1.00 mol/kg KX の凝固点降下度に対する  $X^-$  のイオン半径の影響も明確には見られなかった。

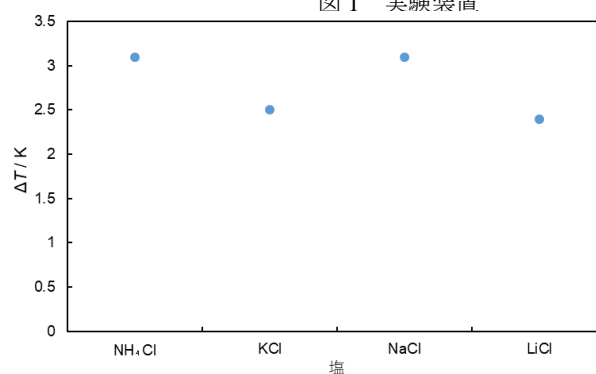


図 2 凝固点降下度とイオン半径の関係

## 4. 考察

図 2 から、凝固点降下度に対して、溶質の大きさや移動のしやすさといった、物理的なパラメーターよりも、溶媒の固体状態と液体状態の平衡関係のほうが支配的であると考えられる。

図 2 では、1.00 mol/kg MCl 水溶液の凝固点降下度を比較したが、どの溶液もどれだけ冷却してもシャーベット状になり、完全には凍らなかつた。このような完全には凍らなかつたという点から、正確な凝固点降下度を測定できていない可能性も考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、凝固点降下に溶質の種類は影響しない、ということに疑問を持ち、様々な塩の水溶液の凝固点降下度を測定した。その結果、希薄溶液における凝固点降下は、固体の周囲に存在する溶媒中の粒子の大きさや、溶液中での移動のしやすさには大きく影響されることが示唆された。

## 6. 引用・参考文献

数研出版 改訂版 化学 (辰巳 敬) (2017)

## 7. キーワード

凝固点降下 分子の大きさ



# シャボン液の濃度と膜の厚さの関係

西館 優衣 野村 萌々子 松本 紗英

## 1. 研究の背景と目的

小さい頃よく遊んでいたシャボン玉はどのような条件下で割れにくくなるのかに興味を持ち、本実験を行った。

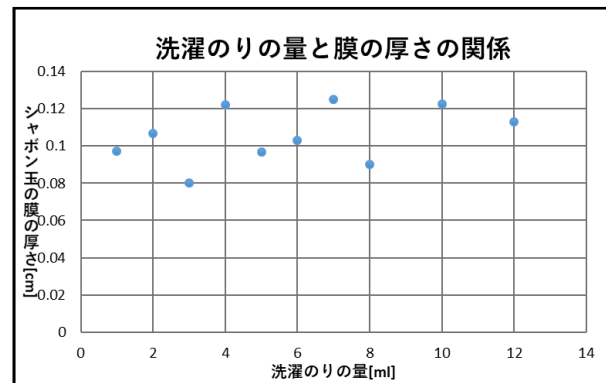
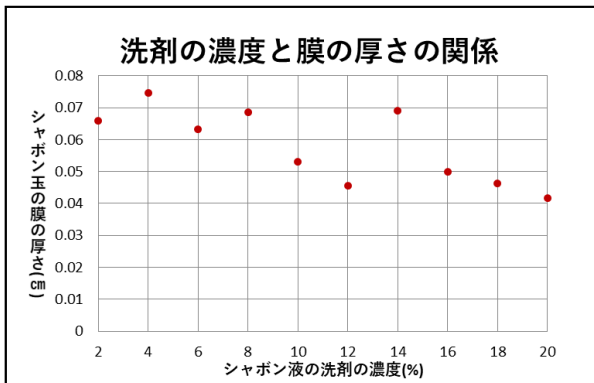
## 2. 方法・仮説

本実験では、シャボン玉の膜の厚さが大きくなれば、割れにくいシャボン玉であると仮定して実験した。シャボン液中の洗剤と増粘剤(洗濯糊)の濃度を大きくすれば、膜の厚さが大きくなるという仮説を立て、実験を行った。具体的には、各濃度で 50 回ずつシャボン玉を膨らませ、以下の式を用いて膜の厚さを算出した。

$$(\text{膜の厚さ}) = (\text{1 つのシャボン玉を作るのに必要な液の体積}) / (\text{1 つのシャボン玉の体積})$$

シャボン液は、水:増粘剤:洗剤=10:5:1 のものを基準とした。(増粘剤として洗濯糊を使用した。)

## 3. 結果



洗濯糊の濃度を 35ml、44ml のとき、シャボン玉がすぐ割れてしまい、データをとることが出来なかった。

## 4. 考察

結果からシャボン液中の洗剤の濃度と膜の厚さに相関は見られなかった。すなわち、液の状態によらず、膜の厚みは一定であり、シャボン玉の耐久性を決めるのは別の要素であると考えられる。例えば、液の粘性や水分の蒸発速度などが考えられる。

## 5. まとめ

今回の実験では、膜の厚さを大きくし、割れにくいシャボン玉を作ることが目的として実験を行った。その結果、仮説に反し、膜の厚みは液の状態によらずほぼ一定で、シャボン玉の耐久性は、別の要素によることが予想された。

## 6. 引用・参考文献

[https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.town.toyosato.shiga.jp/0000002064.html&ved=2ahUKewiYkaqx8838AhWtsIYBHa7-BbQQFnoECAEQAw&usg=AOvVaw1K-UvsnYtl9\\_LO3xykbf7C](https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.town.toyosato.shiga.jp/0000002064.html&ved=2ahUKewiYkaqx8838AhWtsIYBHa7-BbQQFnoECAEQAw&usg=AOvVaw1K-UvsnYtl9_LO3xykbf7C)

先行研究「安全なシャボン玉」

## 7. キーワード

シャボン玉 濃度 膜の厚さ

金子聖 鳥海成 朝日涼太 佐藤滉大 田邊悠陽

## 1. 研究の背景と目的

私たちは食糧危機に陥った時にいかにして栄養を得るかを考えた。我々は世間の人たちがあまり良い印象を持たない昆虫にあえて着目した。コオロギはタンパク質を豊富に含み、比較的飼育しやすいことがわかっているため、コオロギの飼育を研究対象にした。

コオロギの構成成分の特徴を調べ、誰もが食べることのできる昆虫食を開発しようとしたが、学校の都合上、昆虫を食べることは認められず、昆虫食の開発は中止した。そのため、本研究では効率の良い繁殖方法を見つけることを目的として研究を進めた。また、簡易的な方法で体内の成分や構造などを観察・考察した。



## 2. 方法・仮説

- ・株式会社 BugMo によるとコオロギは可食部に対するたんぱく質の割合が約 7 割と、豚や鶏などの家畜よりも多い。
- ・YouTube やインターネットなどを用いてコオロギの飼育方法を検索。
- ・その他は 6. 引用参考文献に記載。

## 3. 結果

- ①33.0cm×45.7cm×16.0cm のケージ内では、産卵期には成虫の数は 7,8 匹まで減ることが分かった。
- ②一か月間でサイズは平均して、2.44cm から 3.50cm に、約 1.0cm 大きくなった。
- ③世代が変わるごとにサイズは大きくなった。(おそらく、大きい個体同士で交配したため。)
- ④体内は白っぽいジェル状のものが多くあり、脂肪分やタンパク質だと思われた。卵を産まなかった雌のおなかを開くと卵が入っていた。

## 4. 考察

- ・結果①より、コオロギは共喰いなど互いに淘汰しあう性質をもっていると考えられる。
- ・結果③よりサイズの大きい個体同士で交配させると子は遺伝して大きくなったと考えられる。
- ・結果④より帝王切開のような人工的な産卵が可能かもしれない。
- ・交配できずに鳴き続けている雄がいたことからコオロギも人間同様見た目などの好き嫌いがあるかもしれない。

## 5. まとめ

観察を続けて、より効率的な繁殖を目的として、人工的に産卵をさせることやよりよい条件下での産卵の実現をしていきたい。

## 6. 引用・参考文献

- ・コオロギの神経系の観察(日本生物教育連合実習用)
- ・【副業】コオロギを繁殖して小遣い稼ぎ！(https://macopet.pecori.jp/archives/801)
- ・株式会社 BugMo ホームページ(<https://bugmo.jp/>)

## 7. キーワード

フタホシコオロギ、昆虫食

## 「はえちゅ〜る」を作る

田渕和希 大西瑛輔 表紡久 横田悠正 栢森備靖

## 1. 研究の背景と目的

食虫植物は、不毛な土地に自生し、虫を摂取することと光合成をすることで栄養の不足を補っており、観葉植物としても親しまれている。だが、葉を閉じる行動は多大なるエネルギーを消費し、さらには、捕虫しすぎることによって栄養過多に陥り枯れてしまう。

観葉植物として飼育されている食虫植物が誤って捕食行動をして枯れてしまうのを防ぐために、食虫植物が捕虫行動をしても、エネルギーの消費のし過ぎで枯れることのない十分な栄養を持った餌を作ることを目的とした。



## 2. 方法・仮説

方法

- ①1週間(葉を開かなければ更に1週間後)に一度自作の餌を与える。
- ②その毎に、葉の大きさを計測し、先週のデータと比較する。
- ③データから餌の栄養分を調節していく

予想

野生で消化しているものが昆虫であることから最も昆虫が消化しやすく、逆に植物性ものは消化しづらい。栄養塩(生物が普通の生活をするために必要な塩類)の一つである窒素は植物の成長を促すので、タンパク質が豊富な餌が良い。

## 3. 結果

得られたデータをグラフにすると右図のようなグラフができた。(ウジ虫も与えたが閉じなかった)

## 4. 考察

得られたデータを比較すると餌は潰した方が吸収しやすく、ゼリーで包んでも消化の妨げにしかならないことが分かった。またエビは脂質が鶏肉よりも少ないこと以外に顕著な栄養価の違いがないこと、鶏肉に砂糖を加えたものやコオロギを与えたときに成長したことから脂質と炭水化物、タンパク質はあった方がいいとわかった。

## 5. まとめ

はえちゅ〜るに必要なものはタンパク質(成長に必須)、炭水化物、脂質でありまた、餌の形状はしっとりしたフレーク状のものがいいと分かった。

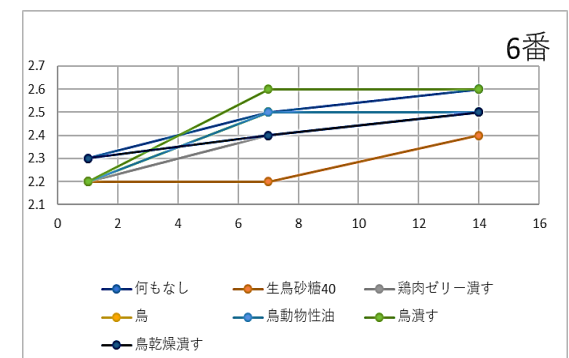
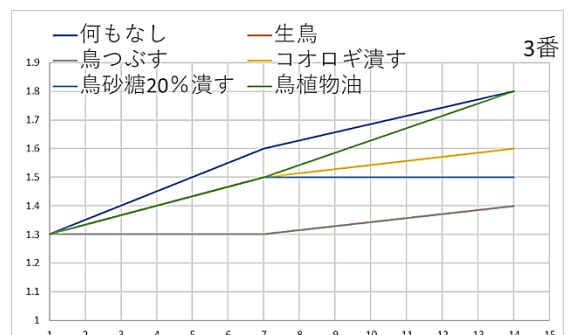
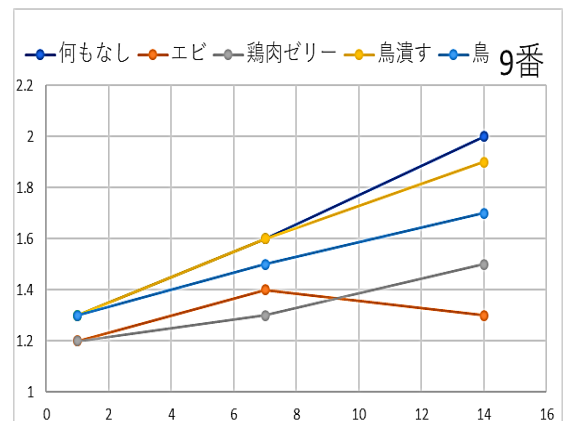
## 6. 引用・参考文献

ハエトリソウは美食家だった！？

<https://www.city.chiba.jp/kyoiku/gakkokyoiku/kyoikushido/documents/13haetorisou.pdf>

## 7. キーワード

はえちゅ〜る ハエトリソウ 食虫植物



## メダカの色変化

碓井愛衣良 山村沙也香 大石瑠菜 加納妃夏 中村美沙

## 1. 《目的》

エサによる色変化はメダカの何に作用しているのか調べる

## 2. 《仮説》

メダカの体色変化は色素胞の色が変わることによって起こっている

## 3. 《方法》

エサの種類を赤(カロチノイドを多く含む)、緑(スピルリナ錠剤)、一般的なエサの3種類に分け、約2週間おきにメダカのうろこを取り、色素胞の様子を撮影する。撮影した写真をRGBのアプリを使い観察する。

## 4. 《結果》

赤色のエサを与えたメダカ

<見た目>

赤みが増した

<RGB>

上から

色素胞

9/27	12/6	9/27	12/6
126	140	103	105
80	90	95	107
15	80	98	102

目視…青の値が大きく上がった  
色素胞…大きな変化は見られなかった

緑色のエサを与えたメダカ

<見た目>

目視でわかる変化は少なかった

<RGB>

上から

色素胞

9/27	12/6	9/27	12/6
112	98	103	136
114	105	95	118
122	115	98	70

目視…変化量が少なくばらつきがある  
色素胞…大きな変化は見られなかった

## 5. 《考察》

見た目ではわからない青色の変化がRGBでは見られた。

「色のサンプル」より青みが増すと赤が鮮やかになることがわかるので、目視での赤色の変化はRGBに出ているといえる。一方、色素胞では大きな変化は見られなかった。そのため、目視での変化とRGBでの色は因果関係があるものの色素胞とRGBの因果関係はみられないといえる。

## 6. 《課題と今後の展望》

今回の実験に用いた一般的なエサ、緑用の餌に赤色色揚げ用の色素カロチノイドが少量含まれていたことにより初めより全体的に赤みが強くなってしまった。

メダカの色揚げには色素がどのように影響しているのかを別の方法を用いて検証したい。

## 7. 《キーワード》

色素胞、RGB、メダカ

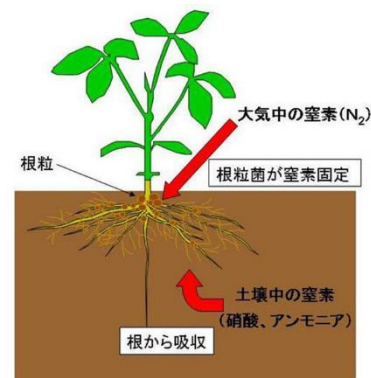
## 8. 《参考文献》

メダカの色を考える特集『THE 色素胞』(ocnk.net)

木村俊貴 大西碧空 日下部伶華 太地結愛

## 1. 研究の背景と目的

窒素固定という、大気中の窒素を生態系に取り入れる極めて重要な過程を行う根粒菌は、マメ科植物の根に共生し、植物の成長において重大な役割を果たしている。しかし、教育過程において根粒菌は十分に上げられず、そういった説明不足を補うために、根粒菌の有無における成長の差異を視覚的に理解してもらえ簡易な実験を確立することが本研究の目的である。



## 2. 方法・結果

### 実験1 根粒菌の単離

方法: 恒常的に根粒菌を確保するため、根粒菌の単離を試みた。

- (ア) 野生のマメ科植物から根粒を採取し、そこから根粒菌を取り出した。
- (イ) 根粒菌を寒天培地に塗布した。
- (ウ) 30℃の恒温槽に静置し、コロニー形成を試みた。

結果: 実験は成功し、コロニーが形成された。

### 実験2 コロニー中の根粒菌存在の確認

方法: 実験1で形成したコロニーが根粒菌によるものなのか確認した。

- ① バーミキュライト(無菌用土)にミヤコグサを植えた。
- ② 実験1で得られたコロニーを滅菌水に懸濁し、そこに添加した。

結果: 根にこぶ状の組織が形成された。また、懸濁液を添加したミヤコグサとそうでないミヤコグサの間に、生育差がみられた。

### 実験3 ミヤコグサに生成したこぶ状の組織の確認

方法: 実験2で形成されたこぶ状の組織中の根粒菌の存在確認を試みた。

- ① こぶ状の組織を滅菌水中で懸濁した。
- ② 懸濁液をスライドガラス上でサフラニンにより染色し、顕微鏡観察した。

結果: 多数の菌が観察され、形状およびサイズから根粒菌と判断した。

## 3. 考察まとめ・今後の展望

結果より、コロニーとして根粒菌の単離に成功したといえる。これにより、従来必要だった野生のマメ科植物の根粒採取が不要となり、恒常的に根粒菌に関する実験を行うことができるようになった。今後は、コロニーを用いて、視覚的な理解が容易である透明な寒天培地中のミヤコグサへ、根粒形成を試みたい。

# 納豆菌は本当に強いのか

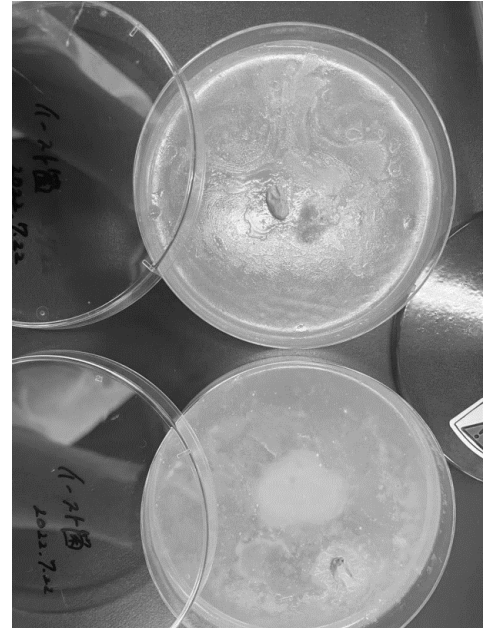
今村千優 川嶋菜摘 中條まどか 山田あやめ

## 1. 研究の背景と目的

納豆菌は他の菌に比べて繁殖力が強いというのを聞いて実際に試してみたいと思った。また、納豆菌の繁殖力を日常生活にも応用できるのではないかと考えた。

## 2. 方法・仮説

- 実験① 市販のスポーツドリンクの粉を利用して、作成した培地で、納豆菌、乳酸菌、麹菌、イースト菌を培養する。そのあと新しい培地に菌を2種類ずつ置き、繁殖力を比べる。
- 実験② スポーツドリンクの培地を使用し、納豆菌以外の菌を培養したあと、その上に納豆菌を置く。
- 実験③ コンソメを利用した培地を用いて、納豆菌、乳酸菌、麹菌、イースト菌を培養する。そのあと新しい培地に菌を2種類ずつ置き、繁殖力を比べる。
- 実験④ コンソメを利用した培地を用いて、納豆菌以外の菌を培養したあと、その上に納豆菌を置く。
- 実験⑤ 市販の化粧水、納豆化粧水、水をお餅の上に垂らして保湿力を比べる。



## 3. 結果

- 実験① 麹菌と納豆菌では、繁殖力にあまり差が出ず、イースト菌と乳酸菌では納豆菌が繁殖していた。
- 実験② 納豆菌は乳酸菌より繁殖した。麹菌と納豆菌の比較、イースト菌と納豆菌の比較では、2つの間の繁殖力の違いが分からなかった。
- 実験③ 納豆菌は乳酸菌より繁殖した。イースト菌と納豆菌の比較では繁殖力にあまり差がなかった。麹菌と納豆菌では、繁殖区域が交わることが無かったので結果を得られなかった。
- 実験④ 乳酸菌を培養した培地は他のカビに侵食されてしまい、観察をすることができなかった。納豆菌はイースト菌より繁殖した。麹菌と納豆菌の比較では繁殖力にあまり差がなかった。
- 実験⑤ 納豆化粧水が最も保湿力が高かった。

## 4. 考察

納豆菌は乳酸菌よりも繁殖力が高いと思われた。ただ、酸素下で培養したことが影響した可能性もある。実験①と実験④から、納豆菌はイースト菌よりも繁殖力が高いと思われた。麹菌と納豆菌は競合が無く、繁殖力に差がないように思われた。

## 5. まとめ

納豆菌が本当に強いのかを調べるために身近な菌と比べてみた結果、相手によっては強いことがあった。しかし、菌ごとに繁殖の最適な条件が異なるため、公正な実験が出来なかった。

## 6. 引用・参考文献

YouTube MiraikanChannel『科学コミュニケーターがやってみた「納豆菌 vs カビ」』

## 7. キーワード

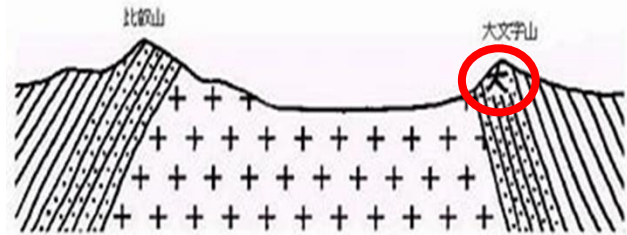
納豆菌 繁殖力 培養

## 放射線で大文字山を探る

中島一騎 上田祥幹 津路晃好 上田眞綾 坂口葉梨

## 1. 研究の背景と目的

私たちのチームには放射線に興味がある人と、地質に興味がある人がいたので、放射線を用いて地質を推定できるのではないかと考え、この研究を始めた。



比叡山と大文字山の間の横断断面図  
(+の印は花こう岩、打点部分はホルンフェルス、その他は丹波層群の地層)

## 2. 方法・仮説

放射線測定によって地質の分析ができるという仮説のもと、大文字山の花崗岩とホルンフェルスの境界付近で、指向性がある InspectorUSB,  $\gamma$  SCOUT と指向性がない Mr.GAMMA を使って一定の距離で測定する。計三回のフィールドワークをおこなっているが、第三回のフィールドワークでは大文字山から比叡平に計測地点を変えている。そして、それらの計測結果から推測した地質と既存の地質図を比較した。また、地学実験室内で岩石から出る放射線量をそれぞれの岩石で60回計測している。

## 3. 結果

第一回、第二回ともに花崗岩とホルンフェルスの地質境界を推定することができた。第三回では花崗岩とホルンフェルスの放射線量には明確な違いがあることが分かった。

また、岩石ごとの放射線量を計測した結果、地学実験室内では野外で計測したものよりも、花崗岩とホルンフェルスの放射線量の差が小さかった。(野外の差 19.4cpm 地学実験室の差 8.95cpm)

※cpm=count per minutes 一分間に計測した放射線の数

## 4. 考察

指向性がない計測器では岩石や露頭を図ることが出来ないが、指向性がある計測器では岩石や露頭を直接測ることが出来るため、地質の分析には指向性がないものより、指向性があるものの方がよいと考えられる。

また、野外の計測結果で得られた花崗岩とホルンフェルスの放射線量の差よりも、地学実験室で得られた差が小さかったことから、岩石に被覆している土壌が放射線量に大きな差をもたらしていると考えられる。

## 5. まとめ

この研究の成果として以下のものが得られた。

- ・土壌は放射線量に大きく影響する。
- ・計測器は指向性のあるものを用いるほうが良い。
- ・大文字山において花崗岩とホルンフェルスの地質境界を明瞭に得ることは難しい。

機会があれば、これらの結果を活用して大文字山の地質境界のより正確な推定と花崗岩の貫入角を調査していきたい。

## 6. 引用・参考文献

京都市青少年科学センター | Kyoto Municipal Science Center For Youth (city.kyoto.jp)

地質・地盤情報に関する調査, 自治体アンケート結果 (gsj.jp)

[https://www.nirs.qst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm\\_detail.php?norm=ore&en\\_normname=%B2%D6%D6%BE%B4%E4](https://www.nirs.qst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm_detail.php?norm=ore&en_normname=%B2%D6%D6%BE%B4%E4)

## 7. キーワード

地質、放射線、指向性、花崗岩、ホルンフェルス

平塚貫太 齊藤大翔 岩崎温 田原颯人

## 1. 研究の背景と目的

「観天望気」という、空の様子を見て天気予報をする方法があることに興味を持ち、自分たちにもできるのか、どのくらい有用性があるのか調べたいと思った。雲には大きく分けて10種類あり、これを十種雲形という。私たちは、その種類ごとに発生した時にどのように天気に変化していくのかを詳しく調べること、そしてこの観天望気をさらに発展させることを目的とした。また、「ストームグラス」という、樟脳・硝酸アンモニウム・塩化カリウム・エタノール・水を混合した密閉容器の中の結晶の変化で予報を行う器具も作成し、観測を行った。

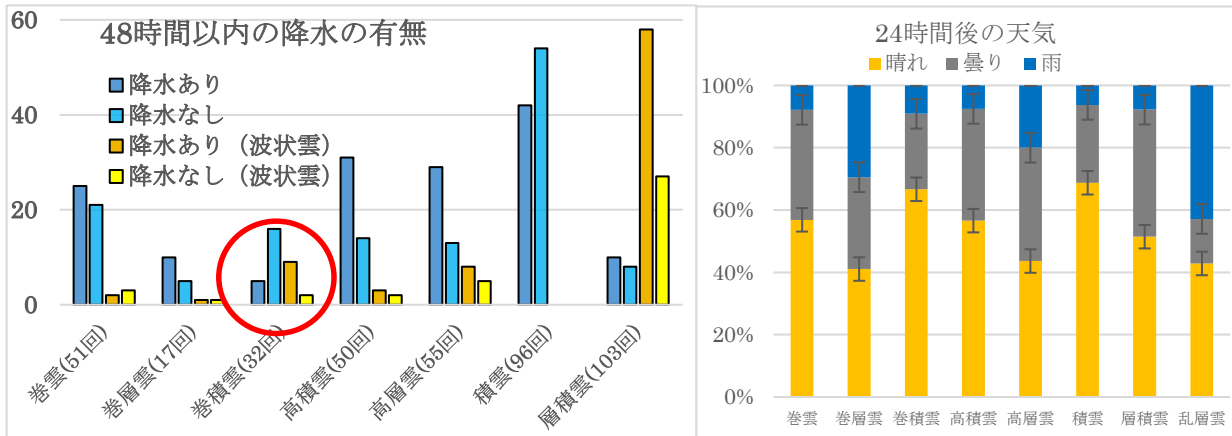
## 2. 方法・仮説

登校日の8:15、12:30、16:30の計3回、理科棟3階の渡り廊下で四方位の雲の様子を撮影。(期間は2022年5/11~11/30)その後、撮影した雲を分類し、撮影時刻とその前後の学校周辺の天気を京都市のアメダスで調査。

仮説1 一般的に言われている観天望気はある程度正しい。(例)ひつじ雲(高積雲)は悪天の前兆

仮説2 十種雲形よりも詳しく分類すれば観天望気の精度を上げることが出来る。

## 3. 結果



左のグラフから、高積雲・高層雲では降水ありが降水なしを大きく上回っており、観測後に雨が降りやすい雲だといえる。一方で積雲だけは降水なしの方が多く、雨が比較的降りにくい雲だといえる。

また、波状雲という十種雲形の中でもさらに詳しい分類を行った。すると巻積雲は、波状雲以外の雲では降水なしが多いのに対して、波状雲は降水ありの方が多ことが分かった。波状雲は低気圧が接近している兆候だといわれており、天気図からもそれがかなり正しいと考えられる。

右のグラフから、雲の種類による晴れの割合の違いが20%程度にとどまっているため、巻層雲・層積雲・乱層雲は曇りや雨が多く、巻積雲や積雲は晴れが多いなど、雲によって大まかな傾向はあるものの、この分類だけでははっきりとは天気が予報できないことが分かる。

## 4. 考察

悪天の前兆とされている、ひつじ雲(高積雲)・ハロ(巻層雲に伴ってみられる暈)はその傾向がみられる。同じく悪天の前兆とされているうろこ雲(巻積雲)は波状雲ではその傾向がみられる。これらのことから、観天望気はある程度正しく、さらに詳しい分類を行えばその精度を高められるといえる。一方でストームグラスについては、観察中である。

## 5. まとめ

十種雲形だけでも雲の分類が難しく、波状雲以外は詳しく分類することが出来なかった。やってみて初めて観天望気の難しさ・奥深さに気づいた。

## 6. 引用・参考文献

GS 部気象班「暴れ巻雲」「雲の天気予報」

## 7. キーワード

観天望気、十種雲形、ストームグラス



## 3. スライド

# LET'S PLAY TENNIS WITH MAGNUS ～回転がボールに及ぼす影響～

6班

阿部真大 石井利樹 今村水音  
大浦光翔 芹川遥斗 細川裕太



## はじめに

### 動機

なぜボールが曲がるのかについて興味を持った。  
マグナス効果について知り、そこで回転がボールに及ぼす影響について調べた。

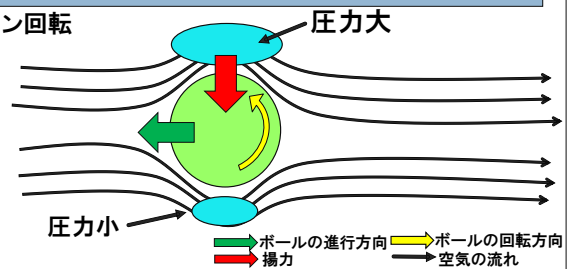
### 目的

マグナス効果とボールの軌道について調べる。

## マグナス効果とは

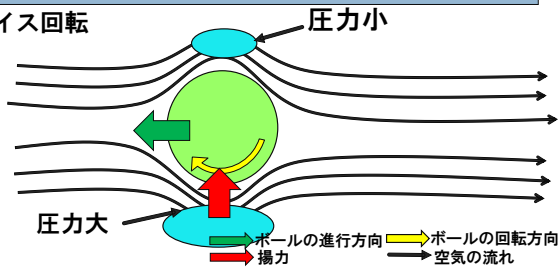
- 回転している物体に、回転軸と直角方向に流れが当たると、物体は回転軸に直角の方向に力を受ける。

## マグナス効果とは スピン回転



## マグナス効果とは

### スライス回転



## 仮説

- 球速や回転数をあげることで、マグナス効果の影響が大きくなる。
- 実験の結果をもとにシミュレーションできるのではないか。

## 実験 (1)

### 実験方法

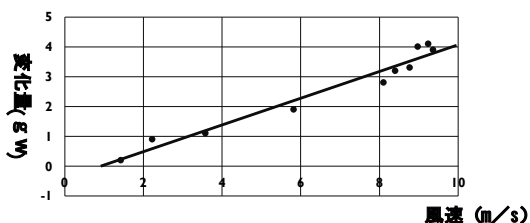
- ボールにモーターを取り付ける。
- 回転させながら送風機で風を送る。
- その間ボールの質量を測り続ける。



## 実験の様子

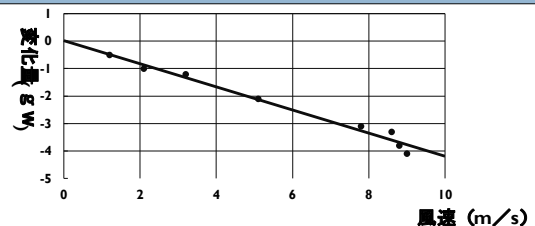


## 風速とマグナス効果の関係 (スピン回転 回転数1411回/分)



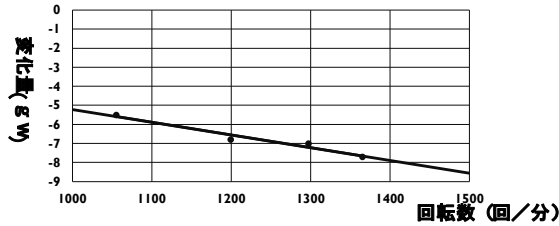
風速が上がれば上がるほど変化量も大きくなった。

## 風速とマグナス効果の関係 (スライス回転 回転数1281回/分)



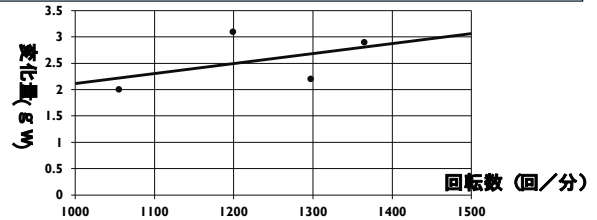
風速が上がれば上がるほど変化量も大きくなった。

回転数とマグヌス効果の関係  
(スライス回転 風速8.3m/s)



回転数が上がれば上がるほど変化量も大きくなった。

回転数とマグヌス効果の関係  
(スピン回転 風速8.3m/s)



回転数が上がれば上がるほど変化量も大きくなった。

まとめ

結果

マグヌス効果は風速と回転数に比例した

考察

風速や回転数を一定にして計測したい

実験(2) シミュレーション

実験(1)の値をもとにシミュレーションを行った。

目的

回転数、初速、打つ位置、打ち出す角度を変えることで、ボールがどのような軌道をとるのかを計算するため。

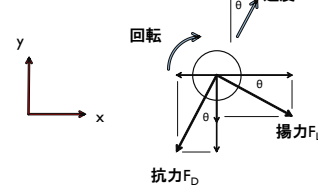
テニスボールの運動方程式

条件

- テニスボールに揚力 $F_L$ と抗力 $F_D$ が働いているとして、運動方程式を立てた。
  - 抗力 進行方向と逆向きに働く力
  - 揚力 進行方向に垂直な方向に働く力
- XY平面上の運動に限定し、Z方向(高さ方向)は無視した。
- ボールはZ軸回りに回転しており、回転数は一定とした。

テニスボールの運動方程式

ボールに働く力



運動方程式

x方向  $ma_x = F_L \cos \theta - F_D \sin \theta$   
y方向  $ma_y = -F_L \sin \theta - F_D \cos \theta$

ここで  
m: 質量 (kg)  
 $a_x$ : x方向の加速度 ( $m/s^2$ )  
 $a_y$ : y方向の加速度 ( $m/s^2$ )  
 $F_L$ : 揚力 (N)  
 $F_D$ : 抗力 (N)

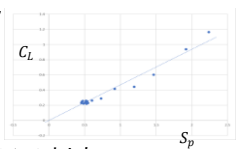
テニスボールの運動方程式  
揚力について

揚力 $F_L$

揚力は以下の式で与えられる。  
揚力  $F_L = \frac{1}{2} C_L \rho S v^2$

ここで  
 $C_L$ : 揚力係数  
 $\rho$ : 空気の密度 ( $kg/m^3$ )  
 $S$ : ボールの断面積 ( $m^2$ )  
 $v$ : ボールの速さ ( $m/s$ )

揚力係数 $C_L$



実験から $C_L = 0.5 \cdot S_p$ とした。  
スピパラメータ $S_p$ は以下の式で与えられる。

$$S_p = \frac{\pi d N}{v}$$

ここで  
 $d$ : ボールの直径 (m)  
 $N$ : ボールの回転数 (rps)

テニスボールの運動方程式  
抗力について

抗力 $F_D$

抗力は以下の式で与えられる。  
抗力  $F_D = \frac{1}{2} C_D \rho S v^2$

ここで  
 $C_D$ : 揚力係数  
 $C_D$ : 抗力係数  
 $\rho$ : 空気の密度 ( $kg/m^3$ )  
 $S$ : ボールの断面積 ( $m^2$ )  
 $v$ : ボールの速さ ( $m/s$ )

抗力係数 $C_D$

文献から $C_D = 0.9$ とした。

EXCELで運動方程式を解く方法

現在の速度 $v(t)$ と力 $F(t)$ から  
 $\Delta t$ 秒後の速度 $v(t + \Delta t)$ を計算する。

$$v(t + \Delta t) = v(t) + \frac{F(t)}{m} \Delta t$$

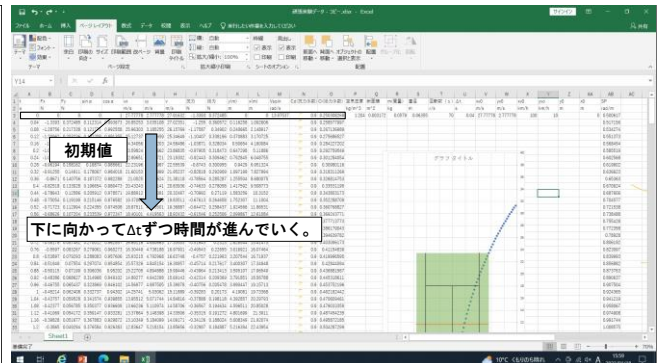
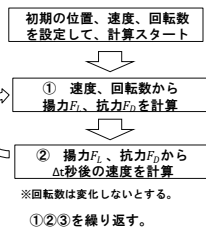
$\Delta t$ 秒後の速度

現在の速度

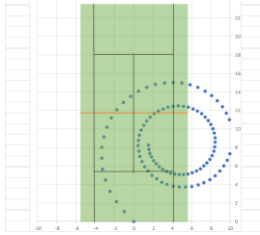
$\Delta t$ 秒間の速度増加

③ 蓄積値を計算する

計算の流れ

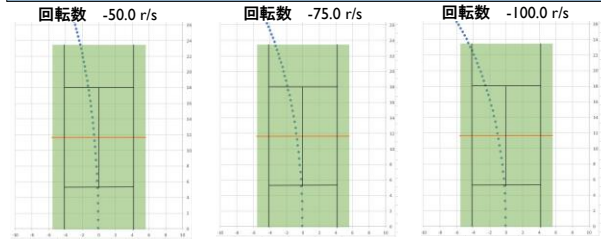


## シミュレーション結果



テニスボールがとぐろを巻いた。

## 結果① 回転数と軌道の関係（順回転, 初速=27.8M/S）



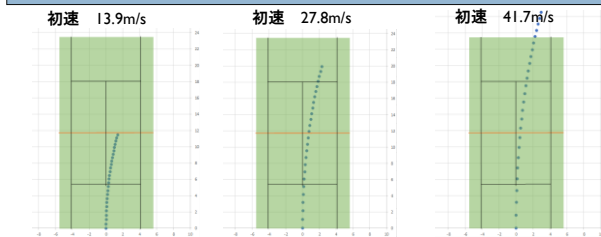
回転数が大きいくほど、マグヌス効果が強い。

## 結果② 回転数と軌道の関係（逆回転, 初速=27.8M/S）



回転数が大きいくほど、マグヌス効果が強い。

## 結果③ 初速と軌道の関係（逆回転, 回転数=75.0R/S）



初速が速いくほど、マグヌス効果が強い。

## まとめ

## 結果

テニスボールの軌道を予測するシミュレータを作成した。

## 考察

実際のテニスボールの軌道を再現するには、

- ①三次元でのシミュレーション
- ②回転軸の傾きの考慮
- ③回転数の変化の考慮

が必要と考えられる。

## 今後の展望

シミュレーションを活用して、最強の変化球を開発したい。

## 引用参考文献

- クロス R., リンジー C. 常盤泰輔(訳) (2011). テクニカル・テニス—ラケット、ストローク、ボール、コート、スピンドバウンドの科学 丸善ブライネット
- 望月修 (2018). おもしろい! スポーツの物理 講談社
- Nakajima, T., Hiratsuka, M., Ito, S., and Konno, A., (2017). Aerodynamic characteristics and PIV analyses concerning. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. **249** 012021.
- 鳴尾 丈司・溝田 武人・下園 仁志 (2004). 一樣気流中で高速回転するゴルフボールの空気力測定と飛翔実験 日本機械学会論文集(B編) **70** 2371-2377.
- 吉田海人 (2019). 野球ボールの軌跡と速度 明治大学総合数理学部現象数理学科卒業研究レポート (2023年1月22日取得 <http://nalab.mind.meiji.ac.jp/2017/2018-yoshida.pdf>)

# 若者が惹きつけられる音楽

上野 聖汰 垣内 遙斗  
秋山 晃征 加藤 蒼生  
入山 耕己

## 疑問

- 音の深みとは何か？
- 世間に認められる音楽とは
- 時代による人気音楽の変化 (クラシックと現代音楽)

## 研究動機

- 音楽が好き
- 魅力的な音楽とは何かを数値的に出して知りたかった。
- 音について多面的に調べてみたかった。

## 1/fゆらぎとは？

自然界に存在するものには、必ず「ゆらぎ」があります。一定に見えても厳密には一定でない



波の音



例) 人の心拍の間隔、ろうそくの炎の揺れ方、電車の揺れ、小川のせせらぐ音 等々

人に快適感やヒーリング効果を与えられている

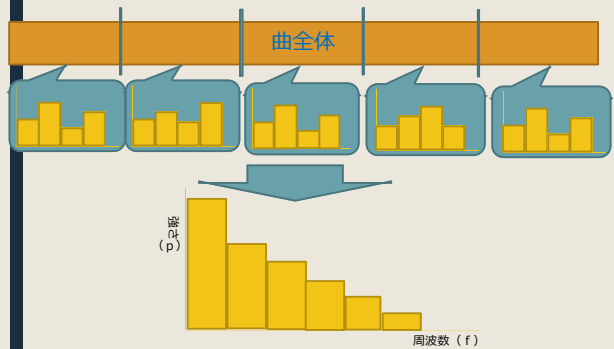
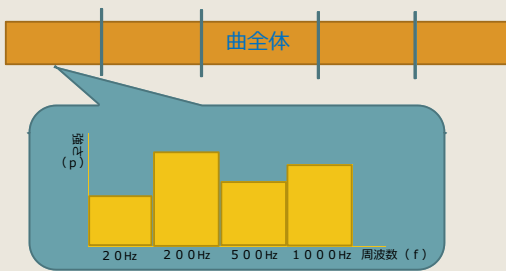
## 先行研究

- クラシック音楽には1/fゆらぎがみられる
- 身の周りのものはすべて目には見えないが、ゆらいでいる。

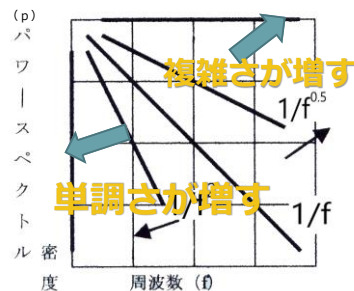
## 研究方法

ゆらぎアナライザーというソフトを用いて研究対象の曲をゆらぎの観点から数値化、データ化し、それぞれの特徴や違いを見出す。

### ゆらぎアナライザーの仕組み

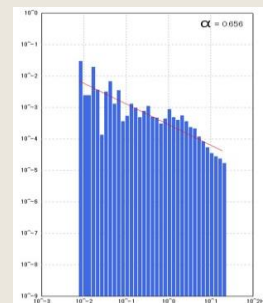


縦軸を強さ (p)  
横軸を周波数 (f) とすると、  
 $P=1/f^\alpha$  ( $\alpha$ は定数) に近づく  
両辺の対数をとると、  
 $\log p = \log 1/f^\alpha$   
 $\log p = \log 1/f - \alpha$   
 $\log p = -\alpha \log f$  ( $\alpha$ は定数) となる  
 $\alpha = 1$  のとき 1/fゆらぎ  
 $\alpha > 1$  のとき 単調さが増す  
 $\alpha < 1$  のとき 複雑さが増す



### ゆらぎアナライザーの画像例

(例)  
夜にかける (YOASOBI)



## 仮説

クラシック音楽 → 1/f

現代音楽 →

$\alpha$ が1より小さい数値になる

## 結果

(今回は、音程 $\alpha$ に着目)

曲名	音程
クラシック音楽 平均値 (100曲)	1. 1 1 5
流行りの曲 平均値 (14曲)	0. 7 2 0
インフェルノ	0. 5 9 0
夜に駆ける	0. 6 5 6
私は最強	0. 7 2 0
高嶺の花子さん	0. 8 7 7
感電	0. 5 4 2

## 考察

クラシック音楽は $\alpha$ の値が1.00を上回り、現代音楽は1.00よりも小さい値になった。

→ 現代人には、単調な音楽よりも複雑な音楽の方が人気が高いと考えられる。

(1.0を上回ると単調さが増す、1.0を下回ると複雑さが増す。)

演奏するものの変化

ヴァイオリン

エレキギター (電子楽器)



## K-pop

曲名	音程
Boy With Luv(BTS)	0. 7 6 1
What is Love ? (TWICE)	0. 4 4 0
BTSの平均 (11曲)	0. 7 8 7
TWICEの平均 (15曲)	0. 7 3 1

## 今後の展望

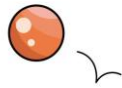
- J-pop や K-pop 以外にも、洋楽やほかのジャンルについても調べたい  
→ 国ごとの特徴や異なる点について調べる
- 年代ごとのヒット曲のデータを取り、現在との比較を行いたい
- ジャンル別に分け共通する部分があるのかを調べる。

## 引用参考文献

- ゆらぎの発想  
1/f ゆらぎの謎にせまる  
(武者利光 著)
- ゆらぎアナライザー  
(Art Studio まほろば)

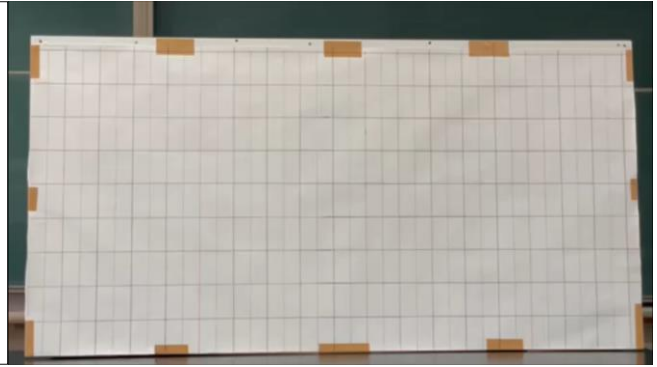
ご清聴ありがとうございました、  
ございました、





# スーパーボールの可能性

下水木 涼真 榎本 隆誠 港 陽平 山川 大洋



## 実験方法

自作の目盛り付きの板を用いて測定する。  
スマートフォンで撮影し、  
0.01秒単位でx-y座標を記録する。



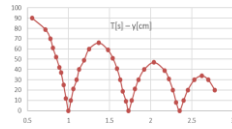
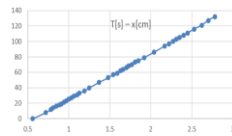
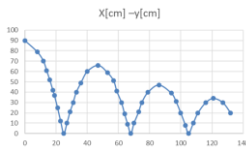
## 実験1

右図のような円周状の斜面から転がし  
水平投射する。



## 結果

横方向 等速運動  
縦方向 等加速度運動

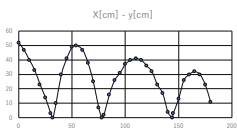


## 実験2

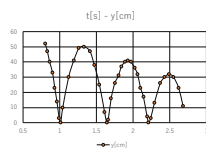
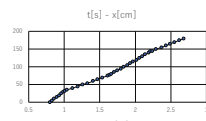
同じスーパーボールを手で放って  
その運動をしらべてみる



## 実験2の結果

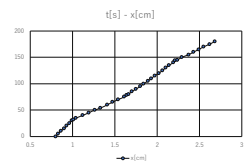


横方向 衝突で速度変化  
縦方向 放物(等加速度)運動  
縦方向はほぼ教科書どおりの  
運動をしている



## 横方向の速度に注目すると...

- 横方向の速度
- はじめ 1.52 m/s
- 1回目の衝突 0.73 m/s
- 2回目の衝突 1.15 m/s
- 3回目の衝突 0.76 m/s



衝突で速度が変化する  
のはなぜか???

## 実験2の考察

「斜面から転がした時」と「手で放った時」の違いは?



「一回目の衝突のまえから回転しているかどうか」ではないか

・・・手で放った時はボールを押し出していた

### •実験1では...

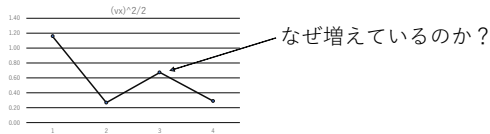
斜面で転がることで床とボールの表面の回転速度が合っていた(相対速度が0)  
⇒ ⇒ 衝突の際、回転の影響を受けない

### •実験2では...

手で放ったため、はじめ無回転だったことにより、  
床とボールの表面の速度が合っていない  
⇒ ⇒ 衝突の際、回転の影響を受ける

# 8班

• 運動エネルギーを見ると



運動エネルギーと回転エネルギーが衝突によって転換しているのではないか？

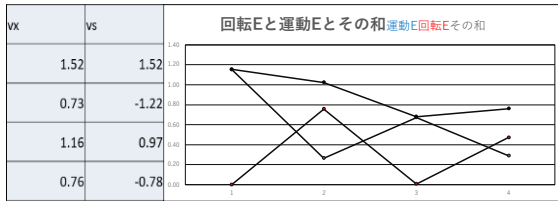
参考文献より、

質量  $m$  中心の速度  $v$  表面の速度  $v_r$  の球の場合  
 回転エネルギーは  $mv_r^2/5$  なので、

横方向のエネルギー  $E_x$ は、  

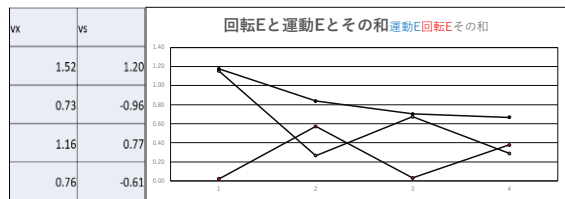
$$E_x = mv^2/2 + mv_r^2/5$$
  
 運動エネルギー 回転エネルギー

床との反発係数を0.8、全く回転していなかったとすると



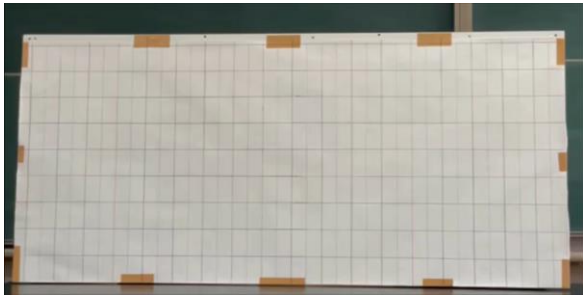
横方向のエネルギー  
 (運動エネルギーと回転エネルギーの和)  
 が最後に増加して不自然

反発係数を0.8、少し回転していたとすると、

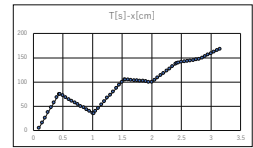
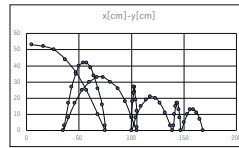


となり、衝突でエネルギーを失いながら、  
 運動エネルギーと回転エネルギーが転換していることがわかる。

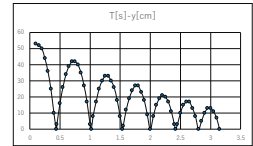
## 実験3



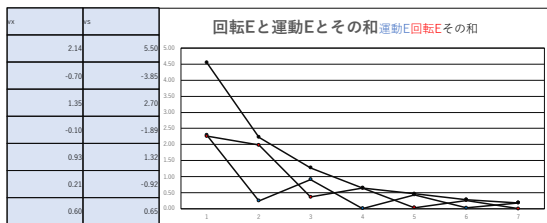
## 結果



横方向 衝突で速度変化  
 縦方向 放物(等加速度)運動



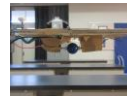
反発係数が0.7、はじめ5.5m/s(表面)で回転していたとすると、



となり、衝突でエネルギーを失いながら、運動エネルギーと回転エネルギーが転換していることがわかる。

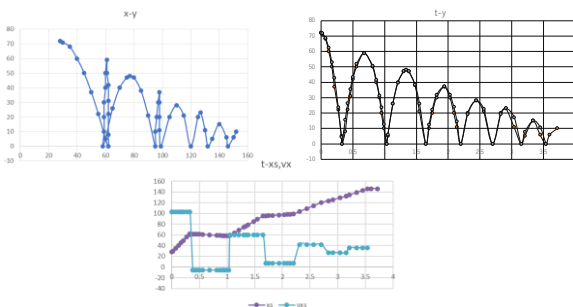
## 実験4

• モーターを用いてスーパーボールに逆スピンと順方向へのスピンをかけてそれぞれ実験する。

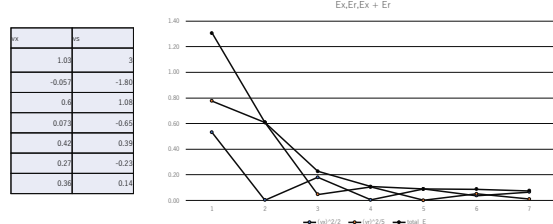


• モーターを毎分2000回転で回すと、  
 直径3cmのスーパーボールの表面速度は、  
 $0.03m \times 3.14 \times 2000/60 = 3.14 \text{ m/s}$  約3m/s

## 実験4 a (逆スピン) の結果



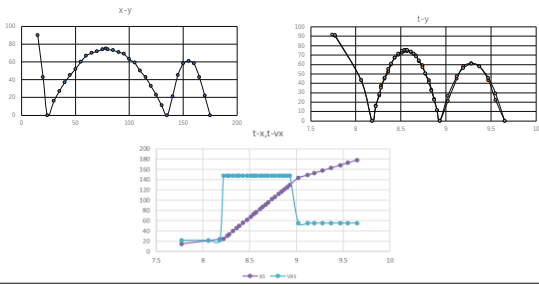
• 反発係数-0.6、  
 はじめ、+3.0 m/s(表面)で回転していたとすると、





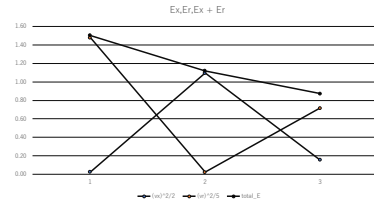
# 8班

## 実験 4 b (順方向のスピンの) の結果



• 反発係数  $-0.72$   
 はじめ、 $-2.5 \text{ m/s}$ (表面)で回転していたとすると、

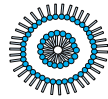
$v_x$	$v_y$
0.22	-2.5
1.48	1.825
0.56	-1.33



## まとめ

スーパーボールの掴みにくさは、横方向の速度変化によるものであり、その変化は、回転のエネルギーも含めた力学的エネルギーの保存と、簡単な衝突の考察で説明できる。





## シャボン玉の膜の厚さと液の濃度の関係

11班 西館 優衣 野村 萌々子 松本 紗英

## 動機

小さいころによく遊んでいたシャボン玉はどのようにすれば割れにくくなるのかに興味を持った



## 仮説

シャボン玉が割れる原因

1. 重力によってシャボン玉の上部が薄くなって割れる
2. ホコリやチリなどがシャボン玉の膜にぶつかって割れる
3. 水分が蒸発して割れる

## 仮説①

- シャボン玉の膜の厚さが厚くなれば、シャボン玉は割れにくくなる



## 仮説②

- シャボン液中の界面活性剤や増粘剤の濃度とシャボン玉の膜の厚さには正の相関がある

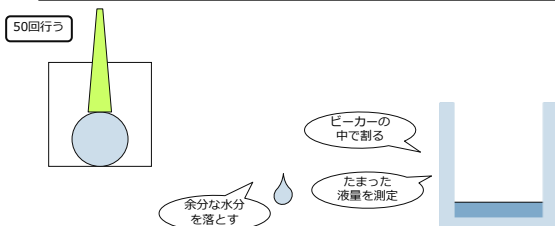
## 実験① - 方法



準備したもの

- 注射器
  - シリコンチューブ
  - シャボン玉を膨らませる吹き口
  - シャボン液 10種類
- 水 100ml  
洗濯糊 50ml  
洗剤 2%刻みで2~20%となる量

## 実験方法① - 方法



## 膜の厚さの算出方法

(1つのシャボン玉を作るのに必要なシャボン液の体積)  
÷ (1つのシャボン玉の表面積)

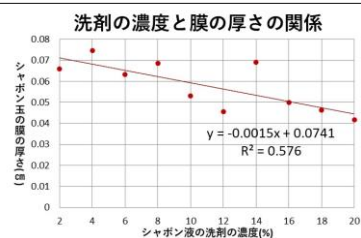
※(シャボン玉の体積) =  $4\pi r^3/3$  を利用して  $r$  の値を算出する

## 膜の厚さの算出方法



シャボン玉の大きさを実際に測定した

## 実験① - 結果



### 実験① - 考察

シャボン液中の洗剤の濃度と膜の厚さには正の相関はみられなかった



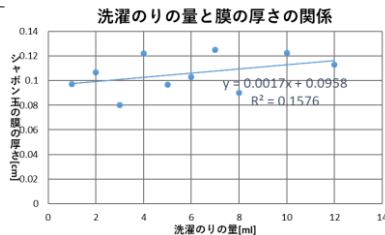
### 実験② - 方法



準備したもの

- 注射器
- シリコンチューブ
- シャボン玉を膨らませる吹き口
- シャボン液 10種類
- 水 100ml
- 洗濯糊 6～50ml
- 洗剤 10ml

### 実験② - 結果



### 考察

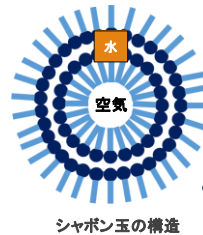
シャボン液中の洗濯のりの濃度と膜の厚さに正の相関は見られなかった



### 全体の考察

- シャボン液の状態とシャボン玉の膜の厚さには正の相関は見られなかった
- 膜の厚さは一定とならず、変動していた

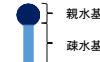
### 全体の考察



- シャボン玉を構成する石けん分子には最適な数がある



洗剤の量を増やしても膜の厚さは変化しない



### まとめ

シャボン玉の膜の厚さをシャボン液の液性によって変化させることは困難

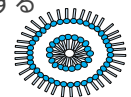


仮説は否定された



### 今後の展望

- シャボン液の濃度とシャボン玉が割れるまでの相関性を調べる
- 石けん分子の長さを考慮して実験を行う
- 膜の厚さだけでなく、ほかの要素にも着目する



### 参考文献

<https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://www.town.toyosato.shiga.jp/000002064.html&ved=2ahUKEwiYkanx8838AhWtsiY8Ha7-BhQQFn0FCAEQAw&usq=AOvYaw1K-UvsnVH9-1O3xvkb77C> (シャボン玉の作り方)  
 先行研究「安全なシャボン玉」



ご清聴ありがとうございました

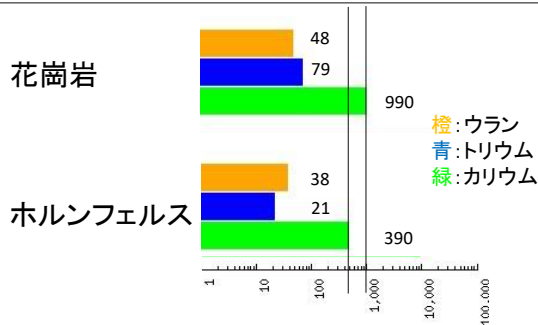
# 放射線測定で 大文字山を探る

17班

中島一騎 上田祥幹 津路晃好  
上田眞綾 坂口葉梨

## 先行研究

- 花崗岩では放射線量が高く、ホルンフェルスでは放射線量が低いという点に着目して研究を始めた



## 仮説

# 放射線測定によって 地質の分析ができる

## 研究内容

1. 3種の測定器を用いて各所の放射線量を計測。
2. 計測結果から地質を推測。
3. 推測した地質と、既存の地質図と比較。(地質図Naviなどを参照)

使用機器①  
Mr.GAMMA  
●γ線のみ計測  
●指向性なし



使用機器②  
Inspector USB  
●放射線が計測器に入った回数を計測 (放射線量ではない)  
●指向性あり



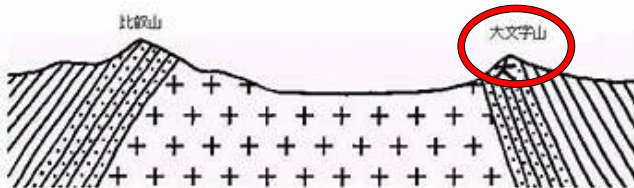
使用機器③  
γ SCOUT  
●α線、β線、γ線を計測  
●指向性あり



# 第1回 大文字山フィールドワーク

## 大文字山 地質概説

### 計測場所

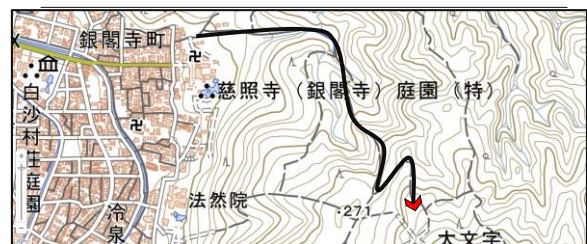


比較山と大文字山の間の模式断面図

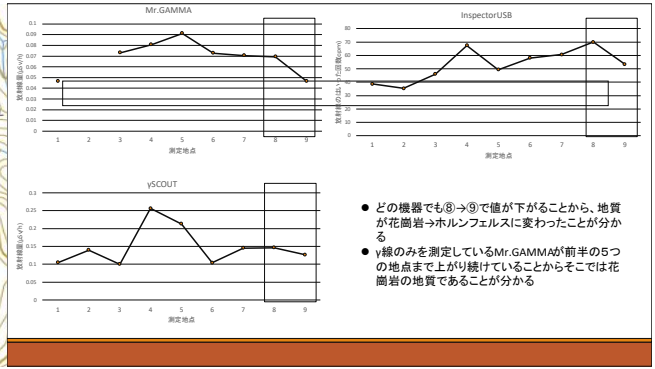
(+の印は花こう岩、打点部分はホルンフェルス、その他は丹波層群の地層)

提供 京都府青少年科学センター | Kyoto Municipal Science Center For Youth (city.kyoto.jp)

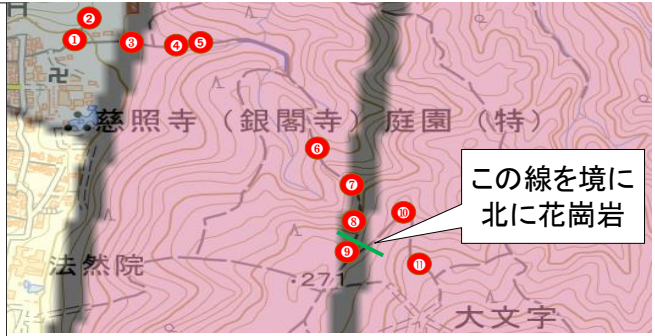
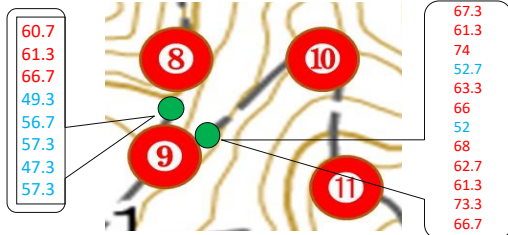
## 第1回フィールドワーク経路



17班



大文字山での測定結果(InspectorUSB)



地質図Navi 5万分の1地質図幅 京都東北部



地質図Navi 5万分の1地質図幅 京都東北部

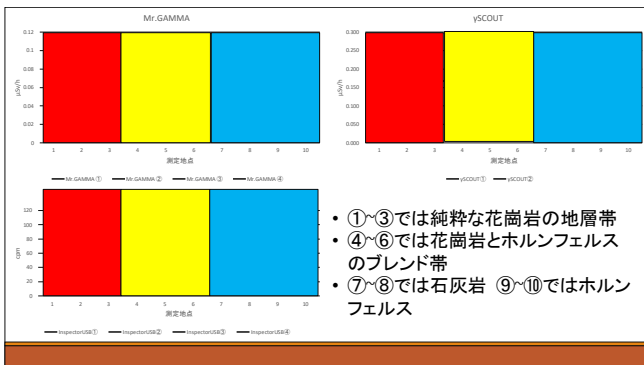
## 第2回 大文字山フィールドワーク

目的: 境界のより厳密な特定・推測



## 第3回 大文字山フィールドワーク

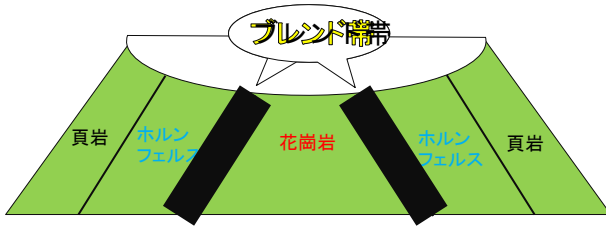
目的: 境界線が正確か山の反対から検証



### ブレンド帯



## 大文字山の概形



## 場所ごとによる放射線量の違い

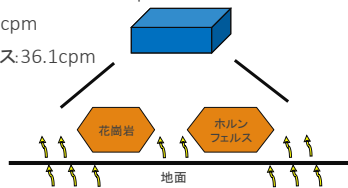
目的: 岩石の放射線量は場所ごとに  
変化するのかを検証

## 岩石の測り方について

- 大文字山で計測をした後、花崗岩とホルンフェルスを千人塚で採取し、持ち帰ってInspectorUSBでそれぞれを計測した。

花崗岩: 45.7cpm

ホルンフェルス: 36.1cpm



## 学校での計測結果と大文字山での比較

岩石	平均
花崗岩(大文字山)	62.90cpm
花崗岩	34.40cpm
花崗岩(岡山)	44.58cpm
花崗岩(産地不詳)	43.42cpm
ホルンフェルス(大文字山)	41.00cpm
ホルンフェルス	34.95cpm

## 計測器について

- 指向性があるため、岩石や露頭を直接測ることが出来る
  - どの測定器よりも値の変化が大きい
- ↓
- シンチレーション型(指向性なし)よりも、ガイガー計数管型(指向性あり)の方が良い

## 結論

- 地質図より正確に境界位置を求められた
- 花崗岩帯とホルンフェルス帯を明確に区別できた
- ブレンド帯の位置と幅を特定した
- 測定に適した測定器はガイガー計数管型である

## 今後の展望

1. 計測範囲の拡大
2. 地質図との比較
3. 貫入角の推定
4. 花崗岩とホルンフェルスのブレンド帯の調査

## 参考文献

[地質図Navi - 産総研 \(gsj.jp\)](#)

[地質・地殻情報に関する調査・自治体アンケート結果 \(gsj.jp\)](#)

[https://www.nirs.gst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm\\_detail.php?norm=ore&en\\_normname=%B7%D6%D6%BE%B4%E4](https://www.nirs.gst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm_detail.php?norm=ore&en_normname=%B7%D6%D6%BE%B4%E4)

久山喜久雄.1991年8月16日,フィールドワークガイド 大文字山,(株)ナカニシヤ出版

京都市青少年科学センター | Kyoto Municipal Science Center For Youth (city.kyoto.jp)

ご清聴ありがとうございました

# 古来の天気予報

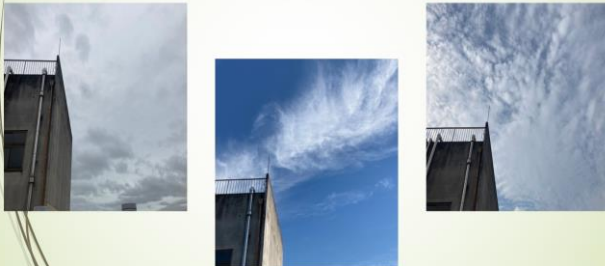
18班  
平塚貴太 齊藤大翔 岩崎温 田原颯人

## 目次

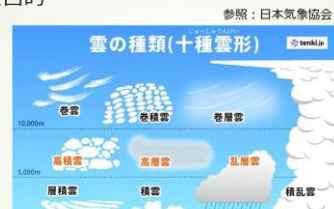
- ①研究の動機と目的
- ②先行研究
- ③仮説
- ④検証方法
- ⑤結果と考察
- ⑥まとめと今後の課題

## 動機と目的

**観天望気**  
⇒雲の様子などの自然現象から天気を予報すること。



## 動機と目的



研究の目的：  
雲ごとに天気の変化を調べ、観天望気を発展させる。

## 先行研究～観天望気の場合～

星がきらめいていると雨が降る。  
夕焼けは晴れ  
ツバメが低く飛ぶと雨  
お茶がおいしいと晴れ etc...

## 先行研究

線状巻雲



線状巻雲が出ていると、その後は  
**晴れ**か曇り。

暴れ巻雲



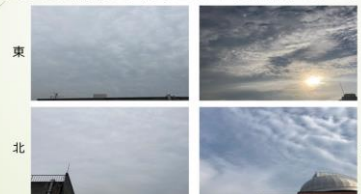
暴れ巻雲が出ていると、その後  
**雨**が降る。

## 仮説

- ①一般的な観天望気はある程度正しい。
- ②他の十種雲形でも細かく分類すると、天気予報に用いることが出来る。

## 検証方法

- ①学校がある日の8:15、12:30、16:30に理科棟3階渡り廊下から東西南北の写真を撮り、雲を分類分けする。(期間は、5月11日～11月30日)
- ②撮影時刻とその前後の学校周辺の天気を京都市のアメダスで調べる。

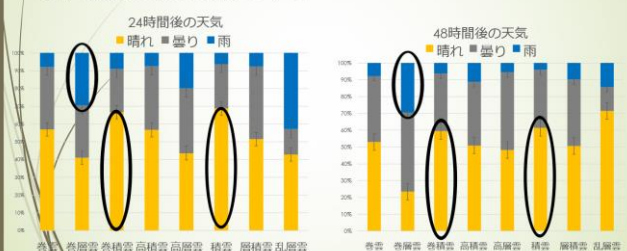


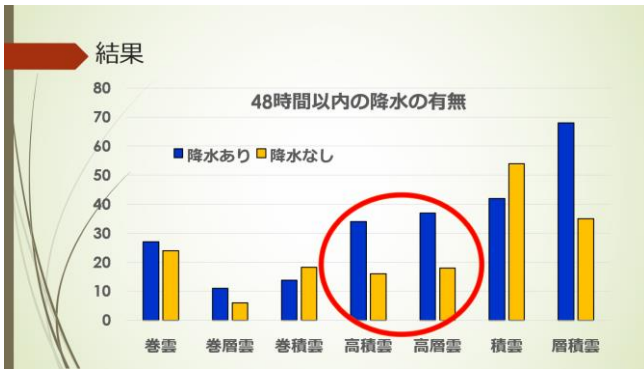
## 結果

- ①十種雲形での分類について
- ②さらに細かな分類について

## 結果

### ①十種雲形による分類について





結果

①十種雲形での分類について

②さらに細かな分類について

結果

②十種雲形よりもさらに細かい分類について

国際基準で分類することを試みた。

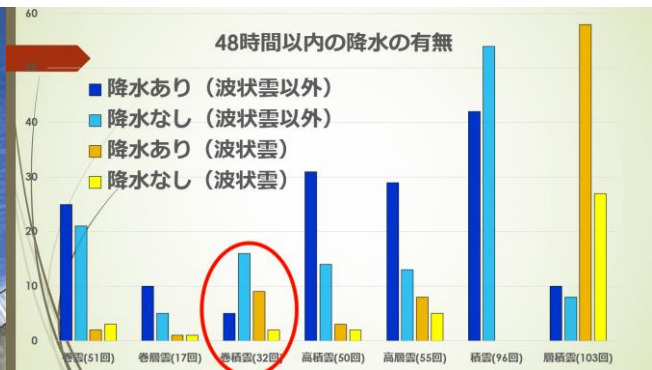
⇒十種雲形で分類することさえ難しい。

⇒細かく分類し定着しやすい形で定義することはさらに困難。

結果

②十種雲形よりもさらに細かい分類について

**波状雲**は見た目が分かりやすく、  
天気変化の目印になるのでは？



考察

天気悪化の前兆とされている  
**高積雲** (ひつじ雲) **巻層雲** (おぼろ雲)  
**巻積雲** (うろこ雲) にはその傾向がみられる。

⇒観天望気はある程度正しい。

考察

**巻積雲**では、波状雲とそうではない雲で傾向に違いがある。  
(波状雲は雨が降りやすい)

⇒詳しい分類で精度は高められる。

まとめ

一般的な観天望気は正しい傾向にあることを確かめられた。  
例) 高積雲、巻層雲は悪化の前兆

自分たちでさらに分類すれば発展できる  
巻積雲(うろこ雲)では、  
波状雲以外...降水はあまりない  
**波状雲**... 48時間以内に雨が降りやすい



今後の展望



参考文献

G S 部気象班  
「暴れ巻雲」「雲の天気予報」



## 4. 研究論文

京都府立桃山高等学校 3年 ○福田拓実 田中琢磨 橋本佳希

## 要旨

大量の電力を消費するエアコンの消費電力を削減することがSDGs目標7の達成に繋がると考え、本研究を始めた。そして、エアコンの中でも室外機に注目し、ペルチェ素子を用いた発電装置を追加することで消費電力を削減することを目標とした。その結果として、室外機を模した装置では、ペルチェ素子のみでファンを回すことに成功した。また発電装置には、冷媒の冷却効果もあると考えられることも分かった。

## 1. はじめに

私たちが毎年のように使用するエアコンは大量の電力を消費している。そのため、エアコンの消費電力を削減することがSDGs目標7の達成に近づくと考えた。しかし、構成部品の改良は既に長い時間をかけて行われているため、エアコンの消費電力を大幅に削減することは難しい。したがって、新たな装置を取り付けることが効果的だ。そこで、本校にあったペルチェ素子のゼーバック効果を活用することで発電し、室外機の運用にかかる消費電力を0にすることが、本研究の目標である。

## 2. 方法

80℃のお湯を圧縮直後の冷媒として見立て、室外機を模した簡易的な装置(写真1、図1)を用いて実験1を行い、追加で2つの実験を行った。そして、ペルチェ素子を用いた発電機の性能について調べた。また、その判断材料として、それぞれの実験におけるお湯の温度変化に注目した。

使用した主な実験器具は以下の通りである。また、計測には温度計、電流計、電圧計を用いた。

- ・ペルチェ素子
- ・アルミヒートシンク
- ・ラジエーター
- ・ファン(5V対応)
- ・電源装置

ただし、ペルチェ素子は、水槽用の熱電クーラーのパーツから得たものである。

それぞれの実験は次のような条件で行った。

- 実験1. ペルチェ素子2個を直列で繋ぎ、発電する。
- 実験2. ペルチェ素子4個を直列で繋ぎ、発電する。
- 実験3. ペルチェ素子の代わりに電源装置を使用する

それぞれの実験の共通部分は、以下のように行った。

- 1, 実験装置を組み立て、たらいに圧縮直後の冷媒と同じ温度である80℃のお湯を張り、ポンプで循環させる。
- 2, 実験1、2においてファンにかかる電圧、電流を計測し、ペルチェ素子の発電性能を調べる。
- 3, たらい、ペルチェ素子と接触している金属部分の温度を測る。

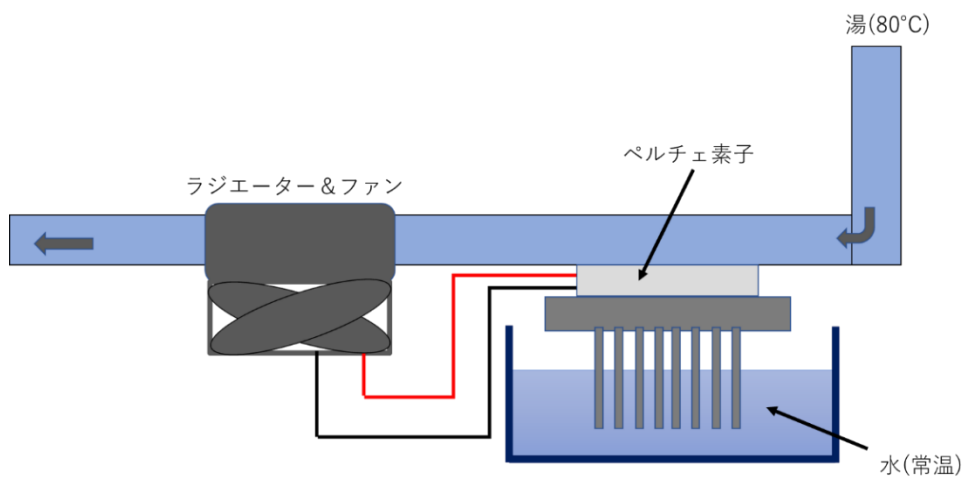


図1

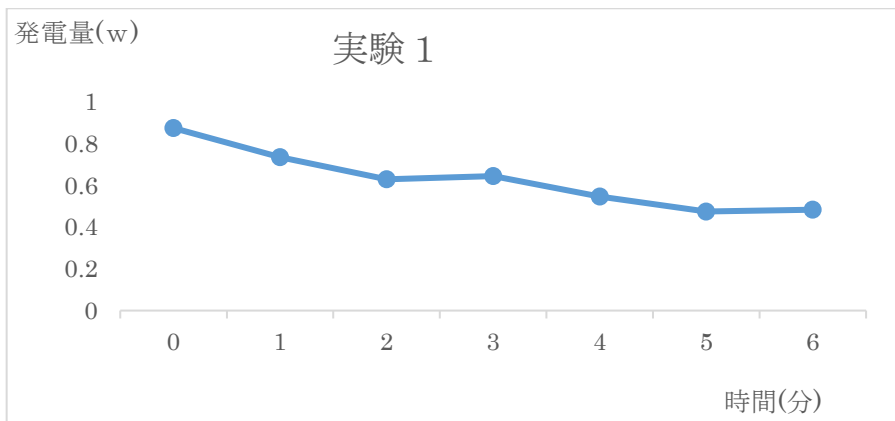


写真1

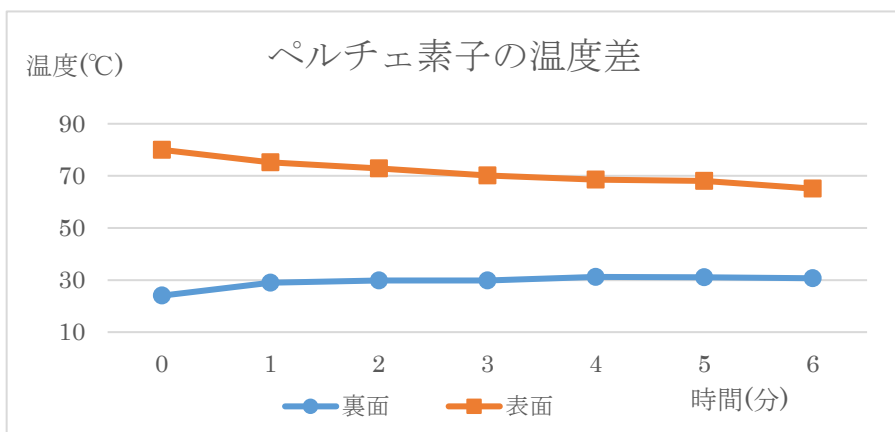
実験装置に関する説明は以下の通りである。

装置は写真1、左手のたらいにお湯を入れ、ポンプで循環させることで圧縮直後の冷媒の流れを再現している。そして、パイプの途中部分にラジエーターとファンがセットになった装置を取り付け、そのファンとラジエーターがそれぞれ室外機のファン、フィンを模す。実験1, 2で取り付ける追加装置は図1のようにペルチェ素子の表側にお湯の通るパイプ、裏側にアルミヒートシンクと接触させ、それは水に浸かっている。この時、ペルチェ素子はパイプからの熱と、物体との温度差によってゼーベック効果を引き起こし、発電する。

## 2. 結果



グラフ1

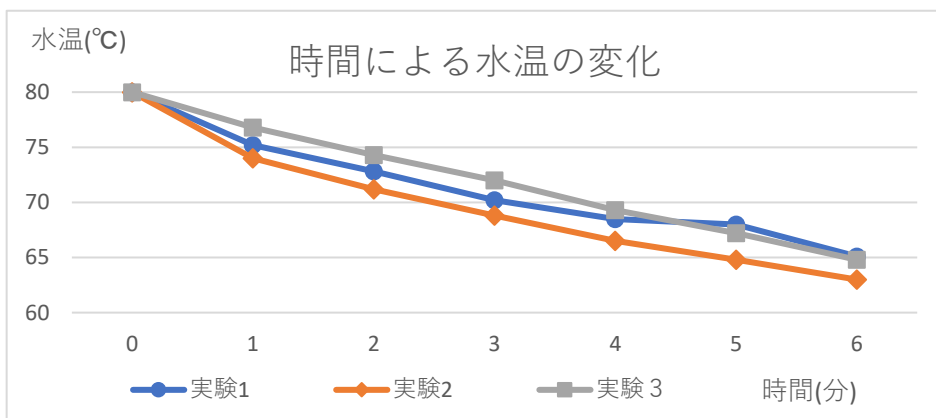


グラフ2

※ペルチェ素子の表面はお湯の温度を、裏面は水の温度を示す

実験1で補助電源を使用せずにファンを回すことに成功した。

グラフ1、2のからペルチェ素子の温度差が低下したことにより発電量が時間経過とともに低下していることが分かる。また、1分以降では、裏側の温度があまり変化しなかった。



グラフ3

※実験1では4分以降、実験2では6分以降ファンの回転が不安定になった。

#### 4. 考察

- ・実験1と実験2を比較して、ペルチェ素子の数を倍にしても冷却能力が大幅に変化していなかったのは、直列につないだことによって増加した抵抗が原因となって発電量が大幅に高まらなかったためであると考えられる。
- ・温度を最も下げることができるはずの実験3よりも実験2のほうの温度が低くなったのは、ペルチェ素子が発電するために熱エネルギーを使用したからであると考えられる。つまり、ペルチェ素子そのものにも冷却効果があったと言える。
- ・実験1と実験2の温度が4分から5分の間で逆転していることに関しては、ファンが十分に回らなかったことが原因であると考えられる。また、ファンが回らなくなったのはお湯の温度が低下したことによって温度差が小さくなったことが原因と考えられる。しかし、実際は冷媒(実験ではお湯)の温度が下がることがないため、温度差が不十分となることは起こらないはずである。

#### 5. まとめ

当初の目的であった室外機の運用にかかる電力をペルチェ素子で賄うことは、模型上では成功した。つまり、室外機の運用にかかる電力を0とすることが可能であると言える。

また、ペルチェ素子が発電する際にも熱エネルギーを消費することが分かったので、ペルチェ素子そのものの冷却効果が期待される。

#### 6. 課題点と展望

今回実験で使用したのはあくまでも模型によるものであったため、実物で行った場合にはいくつかの問題点が発生すると考えられる。

第一に、ゼーバック効果を起こすために必要な低温部分の確保だ。本研究の実験では水で温度差を発生させたが、実験1の1分までは温度が上がっていたことを考えると、実物ではより水の温度が高まってしまう可能性がある。

第二に、ペルチェ素子そのものにかかるコストだ。本研究で使用したペルチェ素子は1枚で6000円ほどかかり、ペルチェ素子を複数使用することはコストパフォーマンスがとても悪い点である。

今後は、一つ目の課題を解決しつつ、実物で実験を行っていきたい。

#### 7. 謝辞

本研究の遂行にあたり、本校元教員高橋先生には、終始適切なお助言を賜りました。感謝申し上げます。

#### 8. 引用文献・参考文献

エアコン技術発展の系統調査 [info:ndljp/pid/11546710](http://info.ndljp/pid/11546710)

## 要旨

しゃぼん液中の物質の濃度を変えることでしゃぼん玉の膜の厚さが変化すると考えた。1つ目の実験ではしゃぼん液中の洗剤の濃度を2%~20%まで変化させ、洗剤の濃度としゃぼん玉の膜の厚さの関係について調べた。誤差補正したしゃぼん玉の体積から表面積を算出し、膜の厚さを求めたところ、この関係には正の相関がないといえた。2つ目の実験では洗濯糊の濃度と膜の厚さの関係について調べた。洗濯糊の濃度を変えた10種類のしゃぼん液を用意し、1つ目の実験と同様の方法で行ったところ、この関係にも正の相関が見られなかった。よって、しゃぼん玉の膜の厚さは洗剤と洗濯糊の濃度では変化しないと判明した。

## 1. 序論

小さい頃、よく遊んでいたシャボン玉がどのような条件下で割れにくくなるのかに興味を持ち、研究を行った。シャボン玉が割れる理由は主に以下の3つである。

- ①重力によって上部が薄くなる
- ②水分が蒸発する
- ③ほこりやチリがぶつかる

以上より、私たちは、シャボン玉の膜の厚さが厚くなれば、割れにくいシャボン玉をつくることができるという仮説を立て研究を行った。また、膜の厚さと割れにくさの関係を調べるには、膜の厚さを自由に变化させる必要があるため、初めに膜の厚さとシャボン液の濃度の関係についての実験を行った。その際、シャボン液中の界面活性剤の濃度を大きくして、シャボン玉を構成する石けん分子の数を増やしたり、増粘剤の濃度を大きくして、シャボン玉の保水性を向上させたりすることで、膜の厚さが大きくなるのではないかと考え、シャボン玉の膜の厚さとシャボン液の濃度には正の相関があるという仮説を立て、実験を行った。

## 2. 研究手法

以下のようなシャボン液を基準の液とした。

界面活性剤として食器用洗剤を、増粘剤として洗濯のりを使用した。

水 100 ml

洗剤 10 ml

洗濯のり 25 ml

①シャボン液中の界面活性剤の濃度と膜の厚さの関係について基準の液から洗剤を2%刻みで2~20%まで変化させた10種類のシャボン液を用意した。次に注射器に空気を20ml入れ、それぞれの液で図1のようにして50回ずつシャボン玉を膨らませ、ビーカーに集めて使った液量を測定した。この時、余分な水滴を落としてから割ることで誤差が出にくいようにした。また、シャボン玉の体積と注射器に入れた空気の量には誤差があると思われるため、シャボン玉の縦横の長さの測定を行い、その結果をシャボン玉の体積とした。実験によって求めた数値を以下の式に代入し、膜の厚さを求めた。

(膜の厚さ) = (1つのシャボン玉を作るのに必要なシャボン液の体積) / (1つのシャボン玉の表面積)

②シャボン液中の増粘剤と膜の厚さの関係について

基準の液から洗濯のりの量を変化させた10種類のシャボン液を準備し、実験①と同様の方法で膜の厚さを算出した。



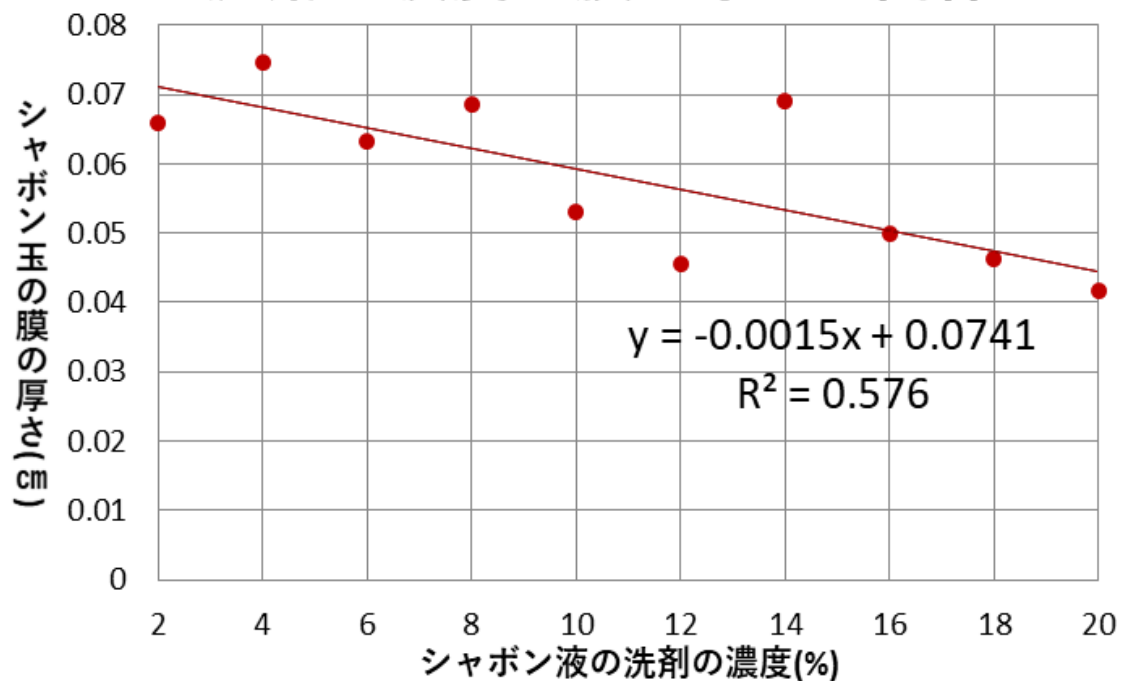
図1 実験の様子

### 3. 結果・考察

#### 結果

#### 実験①

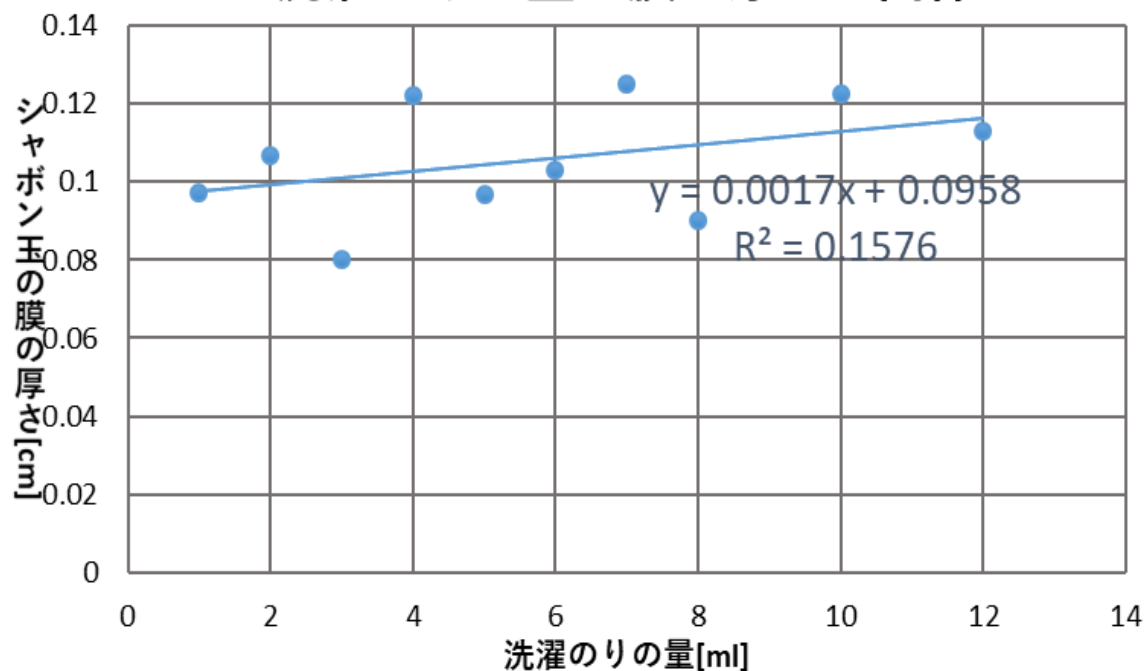
## 洗剤の濃度と膜の厚さの関係



シャボン液中の洗剤の濃度とシャボン玉の膜の厚さの関係は、図①の通りで近似線の傾きは $-0.0015$ 、 $R^2$ は $0.576$ である。

#### 実験②

## 洗濯のりの量と膜の厚さの関係





シャボン液中の洗濯のりの量とシャボン玉の膜の厚さの関係は、図②の通りで、近似線の傾きは 0.0017、 $R^2$ は 0.1576 である。

### 考察

#### 実験①

結果より、近似線の傾きが 0 に近い値となったため、シャボン液中の界面活性剤とシャボン玉の膜の厚さには相関がないということができた。また、ばらつきを示す  $R^2$  値は小さい値となり、シャボン液中の界面活性剤の濃度によって膜の厚さは一定ではなく、ばらつきがあることがわかる。

#### 実験②

結果より、実験①と同様に近似線の傾きが 0 に近い値となったため、シャボン液中の増粘剤と膜の厚さには相関がないということができた。 $R^2$  値は非常に小さい値となり、シャボン液中の増粘剤と膜の厚さの関係にはばらつきがあることがわかる。

#### 全体の考察

実験①、②より、シャボン玉の膜の厚さとシャボン液の濃度と膜の厚さには、相関がないという結果得ることができ、仮説は否定された。その理由として、シャボン玉の構造が関係していると考えた。シャボン玉は図 2 のように石けん分子によって構成されている。そこで、シャボン玉中に石けん分子の最適数は決まっており、界面活性剤の量を増やして、せっけん分子の数を増やしても、あまりの分子が出来て 1 つのシャボン玉を構成するせっけん分子の数は変わらず、洗濯のりの量を増やしても保水力は向上するが、膜の厚さは大きくならなかったと考えられた。しかし、膜の厚さとシャボン液の濃度に正の相関は見られなかったが、膜の厚さは濃度によって変化し、一定にはならなかった。この結果から、何らかの条件により、膜の厚さを若干変動させることは可能であると考えられる。また、本実験は、実験を夏から秋にかけて行ったため、気温や湿度の条件の変化が大きく、また三人で実験を行ったため、人によってシャボン玉を作るときの力加減に差があったなどの理由によって誤差が大きかったと予測される。今回の実験では、割れにくいシャボン玉を作るとを最終的な目標とし、膜の厚さとシャボン液の濃度の関係に着目して実験を行ったが、膜の厚さとシャボン液の関係に相関を見出すことができなかった。そのため、膜の厚さを変動させることができず、膜の厚さとシャボン玉の割れにくさの関係についての実験をすることはできなかった。

## 4. 結論・展望

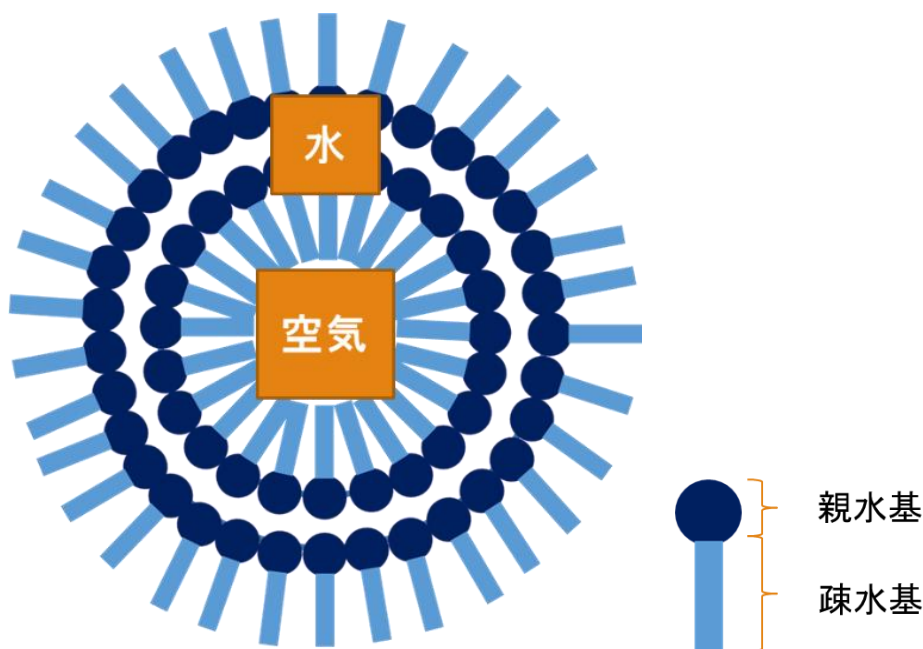


図 2 シャボン玉の構造

## 結論

シャボン玉の膜の厚さとシャボン液中の増粘剤や界面活性剤の濃度には正の相関がみられると仮定して実験を行ったが、どちらの項目についても相関は見られなかった。しかし、膜の厚さは、条件をかえると変動し、一定にはならなかった。

## 展望

本実験は、測定時の誤差が大きかったと思われるため、気候条件や実験を行う人を統一して再度実験を行いたい。結果より何らかの条件により膜の厚さを若干変動させることが可能であると考察されたため、実験によってその条件を突き止めたい。

発表したときにシャボン玉は完全な球形ではなく、楕円形なので、シャボン玉の体積の算出方法が正確ではないのではないかという指摘を受けた。今回の実験は、濃度による膜の厚さを比較することを目的としていたため、実験の結果に影響はないと考えた。今後、より正確にシャボン玉の体積を求める方法を考えたい。また、膜の厚さをより素早く判断するために、膜の厚さによって干渉色が変化することを利用した、膜の厚さの判断方法も取り入れたい。(図3)干渉色とは、シャボン玉などの薄膜から反射した光が互いに強め合ったり、弱めあったりすることで、波長が変化し、光が示す色のことである。



図3 干渉色のスペクトル

また、実験より、シャボン玉を構成する石鹼分子の最適な数がある程度決まっていることが分かった。この結果を生かし、石鹼分子が過不足なく含まれるような界面活性剤の量を調べ、エコなシャボン玉をつくることのできるシャボン液を開発したい。

結果から、膜の厚さを大きく変化させることはできなかった。しかし、しかし割れにくいシャボン玉を作るにあたって膜の厚さを変化させることは大変重要であると考え。膜の厚さを変える方法として、界面活性剤増粘剤、水の混ぜ方を変えて膜の厚さを測定する実験を行いたい。具体的には、今まで通り混ぜた場合、泡だて器などを使って混ぜた場合、電動のミキサーを使った場合に分けて実験を行う。電動のミキサーなどを使って増粘剤と界面活性剤をしっかり混ぜれば、シャボン玉を構成する石鹼分子の数は変わらなくても、シャボン玉に含まれる増粘剤の量が増加し、膜の厚さが大きく、割れにくいシャボン玉を作れるのではと考える。

## 5. 引用文献・参考文献

AI、機能学習用語辞典 [評価関数] 決定係数 (Coefficient of Determination) R2 とは？

シャボン玉を観察しよう|キッズアイランド|Nikon 企業情報|

家庭支援だより ほっこり号外|豊町役場へようこそ|

月刊うちゅう いまこそ知りたいシャボン玉の魅力

# 古来の天気予報

京都府立桃山高等学校 3年 ○齊藤大翔 平塚貫太 岩崎温 田原颯人

## 要旨

私たちは観天望気を行いその精度を確認すると共に、新たな方法を発見することでそれを発展させることを目指して研究を行った。その結果、巻積雲と積雲には長期にわたって晴れ、巻層雲には長期にわたり雨が降るという大まかな傾向が見られた。次に波状雲という変種に着目して同様に傾向を調べたところ、巻積雲の波状雲に関しては雨の傾向が見られた。また、もう一つの天気予報としてストームグラスというものについても研究しているが、こちらは現在も観察中である。

## 1. 序論

観天望気とは雲の形や生物の様子などの自然現象から天気を予報する方法のことである。私たちはこの方法に興味をもち、その方法の精度を調べたいと思い研究を始めた。本研究は雲ごとに天気の変化をまとめて精度を確かめるとともに、自分たちで新たな方法を見つけて観天望気を発展させることを目的とする。なお本研究は十種雲形(図1)に基づいた分類を行った。

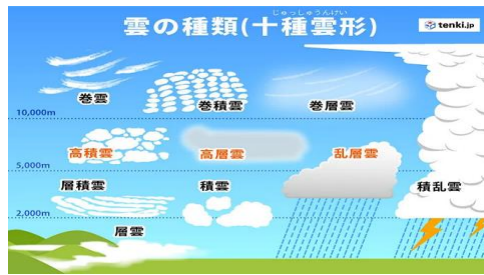


図1 十種雲形 (日本気象協会)

I. 先行研究 巻雲の形に着目して天気の傾向を確認する。ここでは直線上の巻雲を線状巻雲、波打っているような巻雲を暴れ巻雲と区別した。すると前者では晴れ、後者では雨の傾向がみられることが分かった。このように天気と雲の形には関係があるということが分かる。



## II. 仮説

観天望気はある程度正しく、巻雲以外の十種雲形でも細かく分類することが出来れば新しく天気予報に用いることが出来るという仮説を立てた。

## III. 波状雲とは

ここで私たちが着目した波状雲について説明する。波状雲とは雲全体が波打っているように見えることが特徴である、十種雲形の状態の一つである。例えば下の図4のような雲を巻積雲の波状雲と呼ぶことにする。



図4 実際に観測した波状雲

これは細かな粒状の雲が高い空に広がっているという巻積雲の特徴と雲が波打っているように見えるという波状雲の特徴を併せ持つからである。以下、波状雲はこの定義に従っているものとする。

## 2. 研究手法

### I. 観天望気

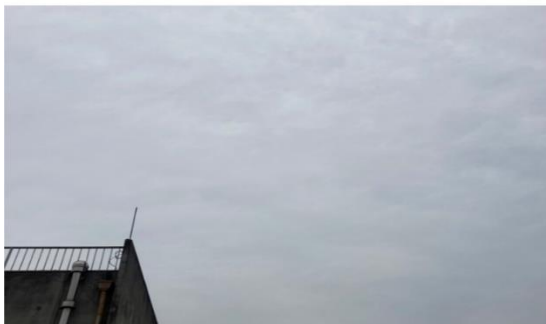
- ① 学校がある日の8時15分、12時30分、16時30分に理科棟三階渡り廊下から東西南北の写真を撮り、雲を分類する
- ② その時刻の天気を京都市のアメダスで調べ、雲との対応を調べる

東



西

北



南

### II. ストームグラス

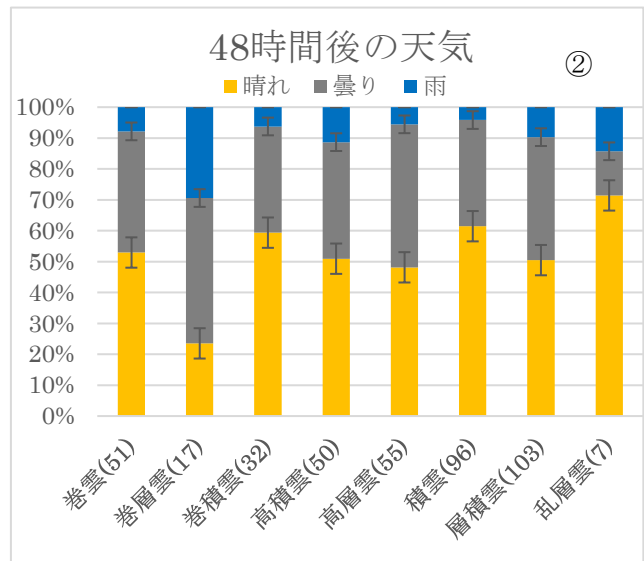
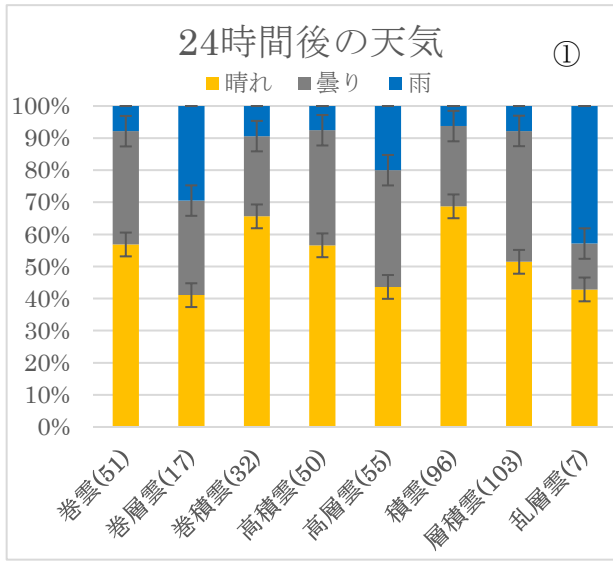
※樟脳 13g、硝酸アンモニウム 2.5g、塩化カリウム 4g、エタノール 40ml、蒸留水 30ml

- ① 観天望気で天気を観察した時間と同じ時間に結晶の形や高さを観察する
- ② 観天望気と比較して、結晶のでき方の規則性を調べる



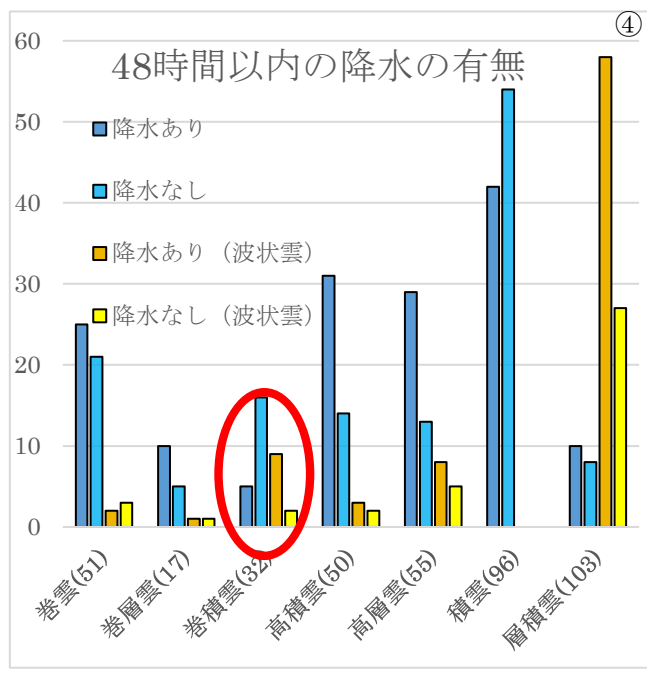
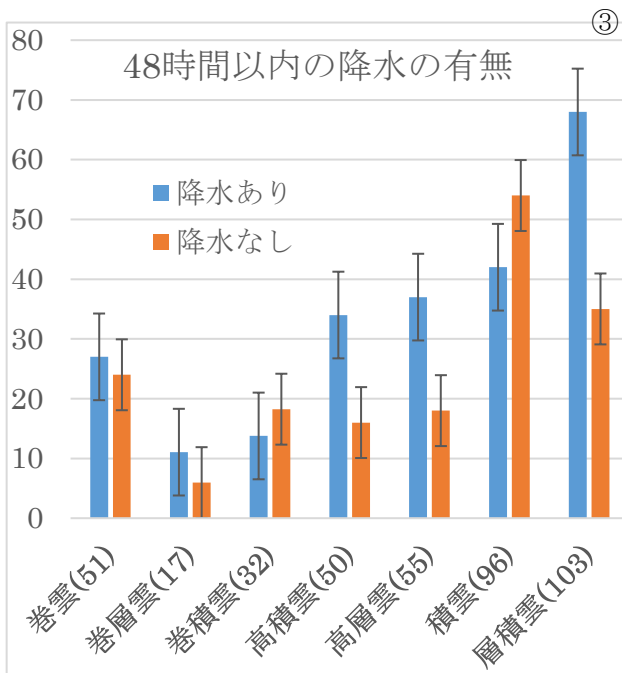
### 3. 結果・考察

#### 結果



雲の種類ごとに 24 時間後の天気の割合(①)と 48 時間後の天気の割合(②)を表したもの

グラフ①、グラフ②より、巻積雲、積雲が出た日は長期にわたって晴れることが多く、巻層雲は雨の傾向が見られる



③48 時間以内の降水の有無について雲の種類ごとにまとめたもの

④48 時間以内に降水があった回数を波状雲が観測されていない降水があったときとなかったとき、波状雲が観測されて降水があった時となかった時に分けたもの

グラフ③を見ると、高積雲、高層雲では降水ありの回数が降水なしを大きく上回っているため、観測後に雨が降りやすい雲ということができ、巻積雲、積雲は逆に雨が降りにくい雲だといえる。

## 考察

今回の結果から悪天の前兆と言われている高積雲、高層雲、巻層雲などにはその傾向があるが、明確にその後の天気の違いがあるわけではないと分かった。このことから、観天望気はある程度正しいが、雲の形だけを見て予報を行うことは非常に困難だといえる。

また、十種雲形では同じ雲に分類される雲も、その形の違いに着目してさらに細かく分類することで観天望気の精度を上げられる可能性があるといえる。今回着目した巻積雲の波状雲は、波状雲でない巻積雲と比べて雨が降りやすい傾向にあることが分かったが、観天望気の一つに「うろこ雲が出ると雨」というものがあり、これは巻積雲の波状雲のことだと考えられる。巻積雲の波状雲は、通常の粒の集合である巻積雲に比べて波の形をしている分、より魚のうろこに近い形をしていると考えられるため、今回私たちが調べた巻積雲の分類化は古くから自然に行われていたものだと考えることができる。

そして今回、十種雲形のさらなる分類化という点については波状雲以外に行わなかったが、これは誰が分類してもほとんど同じ結果になるような分類の仕方を他に見つけられなかったからである。これは、形が常に定まっておらず、移り変わりの境界がはっきりしないものである雲を、目視で分類することの難しさを表しており、観天望気による予報は人間ではなくこれからはAIによって行われるのかもしれない。

## 4. 結論・展望

### 結論

雲の形を十種雲形だけで分類した観天望気だけでは予報は難しいが、細かく分類を行っていけばその精度を向上させることができる。ただし、人間の目でさらに細かく分類していくことは難しい。

### 展望

- ・今回の研究期間は約1年と短かったためもっと長期間で観察を続け、より精度を高めたい。
- ・自分たちで新しい観天望気の方法を考え、同様の方法で検証してみたい。
- ・地域別に言い伝えられている観天望気についても調査したい。
- ・ストームグラスについては現在も観察中であり、結晶の成分調査も進んでいる。

## 5. 引用文献・参考文献

GS 部気象班 「暴れ巻雲」、「雲の天気予報」

## 5. 英語ポスター

### Periodicity of remainder of the Fibonacci number

Kyoto pref. high school

member: Yamauchi Yuma Kimura Genta Miyake Kota Saito Munenori Hongo Syunsaku

#### Abstract

We have been investigating the periodicity of the remainder of the Fibonacci number divided by prime number. When Fibonacci number was divided by prime numbers, and was plotted on a graph, there was an interesting property we could discover, which we would like to share.

#### 1. Introduction

$F_n$  given by following recurrence formula is called the n-th Fibonacci number, and  $\{F_n\}$  is called the Fibonacci sequence.

$$F_1 = 1, F_2 = 1, F_{n+2} = F_{n+1} + F_n \quad (n \geq 1)$$

We define the remainder of  $\{F_n\}$  divided by natural number p as  $\{\bar{F}_n\}$ . It is known that  $\{\bar{F}_n\}$  has a period, but we don't have the formula to derive the length of the period. We especially focused on the length of the period when p is a prime number.

#### 2. Previous study

When p is a prime number except for 2 and 5, the length of the period of  $\{\bar{F}_n\}$  is

$$\begin{aligned} &\text{divisor of } p-1 \quad (p \equiv 1, 4 \pmod{5}) \\ &\text{divisor of } 2(p+1) \quad (p \equiv 2, 3 \pmod{5}) \end{aligned}$$

#### 3. Purpose

The purpose of this study is to find the formula to derive the length of the period of  $\{\bar{F}_n\}$ .

#### 4. The method of experiment

We searched the length of the period of  $\{\bar{F}_n\}$  by using Python, and then organized the data using Excel. Following program is the program which we used.

N=1000

```
def prime(N):
    primes=[]
    for i in range(2,N+1):
        primes.append(i)
        for p in range(2,i):
            if i % p ==0:
                primes.remove(i)
                break
    return primes
```

```
plist=prime(N)
for law in plist:
    a=1
    b=1
    n=2
```

```
while True:
```

```
    c=a+b
```

```
    if c>=law:
```

```
        c=c-law
```

```
    if c==1 and b==0:
```

```
        break
```

```
    a=b
```

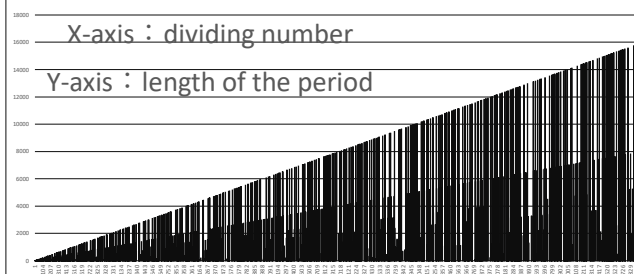
```
    b=c
```

```
    n+=1
```

```
    print(n)
```

#### 5. Result

We can draw a line on the upper part of the graph. Its slide is 2 and its intercept is 2. We can draw 2 lines on the middle part of the graph. Their slides are 1 but one of their intercept is 1 and the other one is -1.



#### 6. Consideration

We think that we can draw lines whose slide is  $2/n$  ( $n=1,2,3,\dots$ ) from the top to bottom.

#### 7. After goal

We want to clear how long the slide with certain number join is. In addition, we want to identify how long the period divided by prime number is.

#### Reference list

<https://manabitimes.jp/math/643>

(高校数学の美しい物語)

<https://gembanocqa.com/python-primers/>

(AIと品質管理)



## 「Pursue safer slide」

Kyoto Prefectural Momoyama High School

Group 9 Names Yugo Nakamura Ryusuke Tanaka Yota Kawasaki Kenshin Ohashi

### Abstract

Recently, a rumor was spread that something explosive was installed in a plane. And a case happened that passengers were injured when they were evacuated from plane by using a slide. From it, we thought it was related to the knowledge we have learned in science, predominantly physics class and researched in theme of friction.

### 1. At first

We think when we were children, in slides that most people had slid, there were some difference in slipperiness.

At that time, We didn't know what caused it, but we thought that we could use the science knowledge we had learned so far to see things from a scientific point of view.

And, through this research, we thought that we could use the result in some other form, so I worked on it.

### 2. Preceded research

Let  $\mu'$  be the coefficient of dynamic friction,  $\theta$  be the angle of the slope,  $a$  be the acceleration, and  $g$  be the gravitational acceleration.

$$\mu' = \tan\theta - (a/g\cos\theta)$$

### 3. Purpose

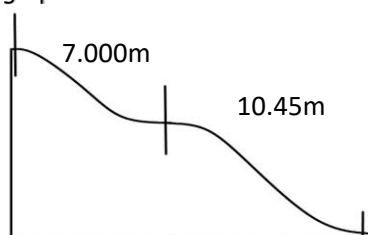
Explore safer forms of evacuation slides used in Airplanes and multi-story buildings

### 4. Methods

The picture below shows that the slide used in the experiment.



The graph below shows the sketch of the slide.



### 5. Hypotheses

If the measurer is the same, the dynamic friction coefficient doesn't change.

### 6. Results

The graph below organizes the results of the experiment.

But, in order to improve the accuracy, the measurement is started at 4 meters after starting to slide.

Significant digits are defined as 3 digits. (Only  $\mu'$  2 digits)

4.0m	Vinyl and concrete			
Times	Time	Acceleration	Speed	$\mu'$
1	1.62	3.05	4.77	0.18
2	1.30	4.73	N/A	-0.15
3	1.55	3.33	5.03	0.15
4	1.38	4.20	N/A	0.046
5	1.68	2.83	4.56	0.20
6	1.60	3.13	4.85	0.17
7	1.57	3.25	4.85	0.15
Average	1.53	3.50	4.81	0.17

### 7. Consideration

Though the experiments were conducted by three people, the method was unified. So it seemed that frictional heat caused such variations.

We thought that having researched by ourselves has also to do with it.

### 8. Future prospects

Explore methods for more accurate measurement using actual measurement results.

### 9. Quoted documents

Suken Publishing Physics fundamentals

## 「Exploring the Daimonji Mountains through radiation measurements.」

Group 17 Member Ueda Yoshiki Tsuji Akiyoshi Nakajima Ikki Ueda Maya Sakaguchi Shiori

### Abstract

We learned that we can find geology from differences in radiation dose through previous studies in Mt.Keikan, so we decided to search for a boundary between the hornfels and the granite from differences in radiation dose. Previous studies showed that radiation dose of granite was comparatively high and that of hornfels was comparatively low.

By using above, we measure the amount of radiation every a meter in Mt.Daimonji and we found a boundary between the hornfels and granite at certain there points. We will make those boundaries visible by making a scale model.

### 1. Prologue

We started this study because there were people who were interested in radiation and in geology, so we thought that we could find geology with radiation.

### 2. Preceding study

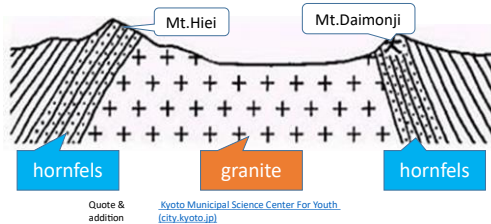
Radiation levels emitted by granite are high.

And, The radiation levels emitted by Hornfels are low.

### 3. Hypothesis

Based on our previous studies, we thought we could use the difference in radiation levels between granite and hornfels to analyze the geology.

### Mt.Daimonji geology overview



Quote & addition  
Kyoto Municipal Science Center For Youth  
(city.kyoto.jp)

### 4. Research method

1. Measure the radiation dose in various places using three types of measuring instruments.
2. Predict the geology from the measurement results.
3. Compare inferred geology with existing geological maps.

### Equipment used



#### Mr. GAMMA

- It calculates only gamma-ray.
- It hasn't directivity



#### Gamma SCOUT

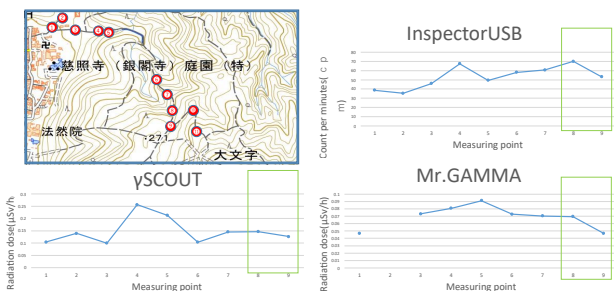
- It calculates alpha ray, beta ray and gamma ray.
- It has directivity



#### Inspector USB

- It count the number of ray that enter this machine.
- It has directivity.

### 5. The First & Second Fieldwork

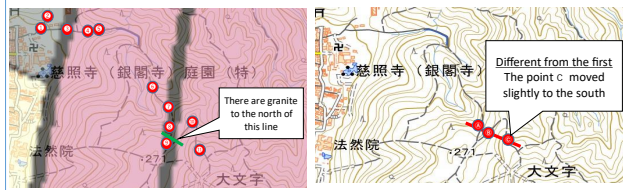


All figures in the graph are from the first fieldwork (Measurements from the second fieldwork are omitted.)

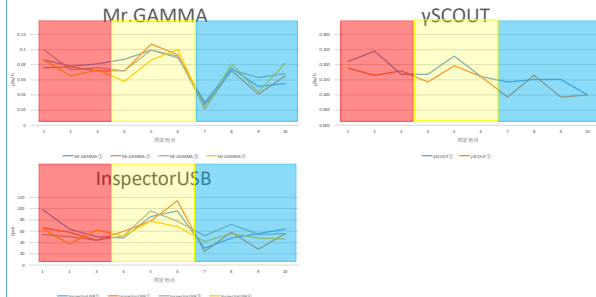
### About the First & Second

The graph in the bottom left-hand corner shows that the values of all devices are decreasing within the range enclosed by the green line. As a result, the geological boundary could be estimated as shown in the diagram below.

The green line in the diagram below is estimated to be granite to the north and hornfels to the south.



### 6. The Third Fieldwork



### About the Third

Granite is located in the red range.

Hornfels is estimated to be in the blue range

About the yellow range, we found the Hornfels rock outcrop at that area. But, Instrument readings exceeded those of the granite.

We have named this stratigraphic "blend" zone.

### 7. Conclusion

- We were able to determine the boundary position more accurately than a geological map.
- We could clearly distinguish between the granite belt and the hornfels belt.
- We specified the position and width of the "blend" zone.
- The measuring instrument suitable for measurement is the Geiger counter type

### 8. Future prospects

- Expansion of measurement range
- Comparison with geological map
- Estimation of Penetration Angle
- Investigation of granite-hornfels "blend" zone

#### citation reference

京都府立総合科学センター | 京都府立青少年科学センター | Kyoto Municipal Science Center For Youth (city.kyoto.jp)

令和5年度スーパーサイエンスハイスクール  
京都府立桃山高等学校  
自然科学科「GS探究Ⅱ」  
成果集

令和6年2月発行

〒612-0063 京都市伏見区桃山毛利長門東町8  
TEL : 075-601-8387 / FAX : 075-601-8388  
URL : <http://www.kyoto-be.ne.jp/momoyama-hs>