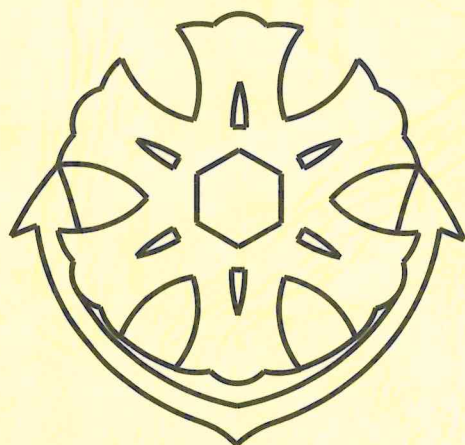


令和4年度 スーパーサイエンスハイスクール事業

課題研究集録



新潟県立新潟南高等学校

巻 頭 言

次なるステップに向けて

校 長 勝山 宏子

当校の文部科学省スーパーサイエンススクール（SSH）事業研究開発校の指定は第4期の5年目となり、通算20年目、最終年度を迎えました。本誌「課題研究集録」は、生徒たちの今年度の取組の集大成です。最終年度を迎えるに当たり、過去の実施報告書や課題研究集録に改めて目を通しましたが、もちろん、この4期を通して、事業としての取組は変化し、進化してきています。そして、生徒たちの課題研究も年を追うごとに充実し、深化を遂げていると感じました。これまでの課題研究収録は当校にとって掛け替えのない足跡であり、財産と言っても過言ではないと思います。

当校では全員が1学年の「江風探究ユニット」（総合的な探究の時間）で課題研究の基礎的なスキルを学ぶために、また地域課題についてリアルに学ぶために、新潟市から自治体としての今日的なテーマを与えていただき、その課題解決に向けたリサーチクエストを設定して課題研究を行っています。そこからスタートして理数コースの生徒は学校設定科目1学年「江風SSI」、2学年「江風SSII」、3学年「江風SSIII」により、年次進行で課題研究の高度化を図っています。また普通科の生徒は「江風SSG」により、幅広い分野におけるテーマを設定した課題研究を行っています。第4期最終年度の課題研究収録の発刊にあたり、どうしても触れておかなければならないのが、新型コロナウイルス感染症拡大の影響です。このSSH事業に取り組み始めた頃には予想だになかった新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、一つの柱として実施していた海外での現地研修ができなくなったり、実験や文献調査に費やす時間や指導助言を受ける時間が限られたりするなど困難な状況が生じました。しかし生徒達はそうした障害にもめげず、それぞれの探究活動を着実に進めました。限られた紙面の中で、生徒達の取組や経過など全てを掲載することはできませんが、テーマの設定、研究、考察、そして発表に至る生徒達の努力、試行錯誤などもお汲み取りの上、御助言、御指導いただけますと幸いです。

当校が本事業のテーマとして掲げるイノベーションを起こす人材の育成は、これからの時代を切り拓き社会を牽引するリーダーの育成に繋がるものであり、当校の果たすべき役割とも合致するものと考えております。

この原稿に向かっている現段階では来年度、当校がどのようにSSH事業に関わっていくのかは未定の状況ではありますが、次の段階に向けて課題研究を中心とした教育活動を推進していくことは揺るぎありません。これまで御支援、御指導いただきました大学関係者の皆様、運営指導委員の皆様並びに関係者の皆様に心より感謝申し上げますとともに、引き続き御支援、御指導を賜りますことをお願いして巻頭の言葉といたします。

目 次

巻頭言

「次なるステップに向けて」 校長 勝山 宏子

令和4年度 SSH 課題研究集録

・ 数学

数式で表す雪の結晶	1
-----------------	---

・ 物理

強靱なテントの作成	5
水平軸回転飛行物体について	9
扇いだ風の解析と可視化	13

・ 化学

タコの加熱による色変化について	17
ビスマス骸晶の陽極酸化	20
高吸水性ポリマーの可能性～電池への応用～	24
乾燥剤用シリカゲルの再活用について	28

・ 生物

身近な海でのプラスチックごみの現状と生物を用いた実験	32
低周波音が与えるスズメバチへの影響	35
不可食部の有効利用法 ～抗菌効果の期待できる石鹼の開発～	39

・ ポスター

日本語ポスター	令和4年7月 SSⅢ課題研究発表会において使用したポスター
英語ポスター	令和4年3月 SSH 成果発表会において使用したポスター

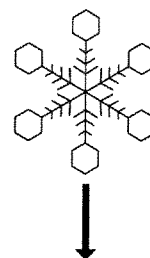
数式で表す雪の結晶

新潟県立新潟南高等学校

金子 尚叶

1 序論

私は数学の授業で様々な図形をどのような数式で表すことができるかを習った。そして自分もいろいろな図形を数式で表してみたいと考えた。そんな中、雪の結晶には様々な形状があり、形状ごとに分類されていることを知った。私は雪の結晶のそのような点に興味を持ち、「雪の結晶の形状を数式で表してみて、その数式をもとにグループ分けしよう」と考えた。



2 試行方法

私は、雪の結晶を数式で表していく上で、まず数ある雪の結晶の形状の中から、複合板状結晶に分類されるものを数式で表していくことにした。複合板状結晶とは、板状結晶と呼ばれる平面的に成長した結晶のうち、成長していく過程で温度や湿度などの条件の変化によって二種類以上の形状が組み合わさっているように見える結晶のことを指す。その結晶を図1のように形状ごとに分割し、それぞれの形状を数式で表していくことで雪の結晶を数式で表していこうと考えた。また、グループ分けをするには、数式の中から共通点を見つけ出さなければならぬと考え、次の試行を行った。

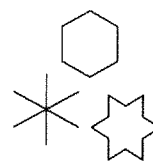


図1

(1) 直交座標変換

これは雪の結晶の中心に原点を置き、 x y 平面上に雪の結晶を置いて x と y の二つの文字の数式で表していく方法である。この思考をするにあたり三つの条件を立てた。一つ目が「 x と y の数式で表す」、二つ目が「なるべく少ない本数の数式で表す」、三つ目が「なるべくシンプルな数式で表す」である。これらの条件を立てた理由は、条件がない場合様々な方法で表すことができ、そのため共通点を見つけにくくなるからである。

これらの条件に基づき、複合板状結晶に分類される七つの結晶を数式で表した。この試行では、出来上がった数式が雪の結晶の形状を表しているか確かめるために「GRAPES」というソフトを用いた。

ここでは、出来上がった七つの雪の結晶と、そのうち一つの数式を掲載する。

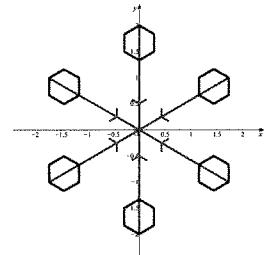
$$1. \left| -x\sqrt{3} - 3|y| + \left| -x\sqrt{3} + |y| \right| \right| = \frac{x}{\sqrt{3}} + |y| + \left| -x\sqrt{3} + |y| \right| \quad (x^2 + y^2 \leq 4) \quad \text{赤線}$$

$$2. \left| -|x|\sqrt{3} - 3|y| + 3 \left| |x|\sqrt{3} - |y| \right| \right| + \left| 2|x|\sqrt{3} + 6|y| - 10 \right|$$

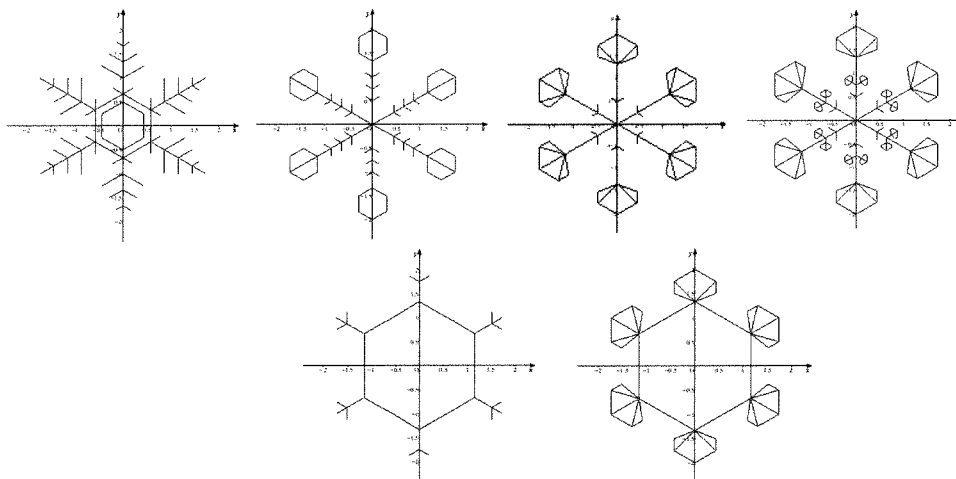
$$+ \left| 3 \left| |x|\sqrt{3} - |y| \right| + |x|\sqrt{3} + 3|y| - 10 \right| = 4 \quad \text{青線}$$

$$3. -\frac{2}{\sqrt{3}}|x| + 2|y| - \left| y - \frac{x}{\sqrt{3}} \right| - \left| y + \frac{x}{\sqrt{3}} \right| + |y - x\sqrt{3}| + |y + x\sqrt{3}| = 1$$

$$\left(-\frac{2}{\sqrt{3}}|y| + 2|x| - \left| x - \frac{y}{\sqrt{3}} \right| - \left| x + \frac{y}{\sqrt{3}} \right| + |x - y\sqrt{3}| + |x + y\sqrt{3}| \leq 1 \right) \quad \text{緑線}$$



結果 1



七つの雪の結晶すべてを数式で表すことができた。しかし、二つ目の条件を達成するために絶対値を用いたため、三つ目の条件が達成できなかった。そのためこのままでは共通点は見つからないと結論付けた。

(2) 極座標変換

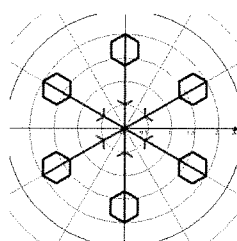
これは直交座標変換で用いた条件のうち、一つ目の条件を「極方程式で表す」に変えたものである。この方法では雪の結晶の中心に極を置き、極座標上に雪の結晶を置き、極からの距離 r と極を通る半直線である始線からの偏角 θ を用いて表す。今回は直交座標変換で出した数式を極方程式に変換した。

以下先ほど数式の例を挙げた結晶について極方程式で表したものである。

$$1. \left| -\sqrt{3} \cos \theta - 3|\sin \theta| + \left| -\sqrt{3} \cos \theta + |\sin \theta| \right| \right| = \frac{\cos \theta}{\sqrt{3}} + |\sin \theta| + \left| -\sqrt{3} \cos \theta + |\sin \theta| \right| \quad (r \leq 2)$$

$$2. \left| -\sqrt{3}|\cos \theta| - 3|\sin \theta| + 3 \left| \sqrt{3}|\cos \theta| - |\sin \theta| \right| \right| + \left| 2\sqrt{3}|\cos \theta| + 6|\sin \theta| - \frac{10}{r} \right| \\ + \left| 3 \left| \sqrt{3}|\cos \theta| - |\sin \theta| \right| + \sqrt{3}|\cos \theta| + 3|\sin \theta| - \frac{10}{r} \right| = \frac{4}{r}$$

$$3. -|\cos \theta| + \sqrt{3}|\sin \theta| - \left| \sin(\theta - \frac{\pi}{6}) \right| - \left| \sin(\theta + \frac{\pi}{6}) \right| + \sqrt{3}|\sin(\theta - \frac{\pi}{3})| + \sqrt{3}|\sin(\theta + \frac{\pi}{3})| = \frac{\sqrt{3}}{2r} \\ (-|\sin \theta| + \sqrt{3}|\cos \theta| - \left| \sin(\theta - \frac{\pi}{3}) \right| - \left| \sin(\theta + \frac{\pi}{3}) \right| + \sqrt{3}|\sin(\theta - \frac{\pi}{6})| + \sqrt{3}|\sin(\theta + \frac{\pi}{6})| \leq \frac{\sqrt{3}}{2r})$$



結果 2

先ほどの数式よりはシンプルになったが、式によってはさらに複雑になったものもあり、シンプルになったとは言えないと結論付けた。

3 考察（まとめ）

今回の施行では、数式の本数を減らすために絶対値を用いたが、式が複雑になった。実験 1 では、絶対値の中身が x と y の少し複雑な式になったので極方程式で表してみたところ一部の式はシンプルになったが、より複雑になった式もあった。この差は原点中心に点対称の図形かそうでないかの違いから生じたものだと考えた。このことから極方程式は原点中心に点対称の図形に対して有用だと考えた。

4 今後の展望

極方程式で表すほうがよりシンプルになると考えたので、極方程式で表していこうと思う。より複雑になった式に関しては、条件の優先度も変えながら式を一から立て直していこうと思う。

5 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導をいただきました。特に田中先生や、前田先生からは多くの数学的なアドバイスをいただき、研究に行き詰った時には一緒に研究について考えてくださり感謝の念に堪えません。本当にありがとうございます。

また、川瀬先生からは英語発表について、発音や文法だけでなく、話し方やボディーランゲージまで様々なことを教えていただきました。

研究発表の練習では多くの先生方に新しい視点からの講評や適切なアドバイスをいただ

きました。ありがとうございました。

6. 参考文献

菊池勝弘（2011）雪の結晶図鑑 北海道新聞社

強靱なテントの作成

新潟県立新潟南高等学校

矢端凌大 佐野蒼太 永井日茉莉 魚沼泰稀

概要

ダイヤカット構造と呼ばれる缶に使われている模様に着目して災害時に安心して利用できるテントの模型を作成した。それらの模様の違いから上からの衝撃に対する強度にどのような変化が生じるかについて研究した。つくったテントの模型におもりを乗せ、設定した高さに到達したときのおもりの重さをそれぞれ計測する。計測の結果、ひし形の模様と強度は相関関係を示していると分かった。

1. はじめに

新潟などの雪国では既存のテントを用いてキャンプなどの野外活動を行うと、上から降ってくる雪の衝撃に耐えられず、押しつぶされてしまう事例が多いことが知られている。そこで、私たちは缶の強度の増加や軽量化などの目的で使われているダイヤカット構造に着目し、それをテントに応用できないかと考えた。ダイヤカット構造は私たちの身近なところだと、缶の強度の増加や軽量化などの目的で使われている。その規則正しく並んだひし形の模様は、NASA で行われた高速飛行体の胴体を強化する研究から生まれたものである。また、その模様はつぶれることで強度を増すことが知られている。

私たちはこのダイヤカット構造を用いてテントを作成することで、既存のテントよりも強度の高いものが作れると考える。また、ダイヤカット構造を使うことでテントをコンパクトに折りたたむことができ、少ないスペースに多くのテントを収納することもできる。これらのことから最終的には、このテントを災害時の避難用のテントや冬キャンプでも安心して使えるテントに活用できるものにしたい。

2. ダイヤカット構造の耐久性の実験（実験①）

ダイヤカット構造を作るにあたって、A4のケント紙を用いてダイヤカット構造の模様であるひし形が縦に4つ、横に5つ並ぶ状態を4-5とすると、3-4、4-5、4-6、5-5のテントをそれぞれ3つずつ作った。ケント紙を使った理由は、簡単に手に入りやすい素材であることと、コピー用紙や画用紙では耐久性に問題があること。また、プラスチックなどのほかの素材よりも加工しやすく折ったときに、きれいな立体を作ることができるからである。

その上にアクリル板で作成した箱を置き、均等に力が加わるようにビー玉を重りとして用いて少しずつ箱の中に入れていき最初の状態から1cmつぶれる、2cmつぶれる、崩壊するときのおもりの重さを量り記録した。ビー玉を用いた理由は、ビー玉の質量は1つ5～6gであり、今回の実験のように1000g程度の測定をする時には十分な精度を保てるということ。また、細かく重さを調整できるからである。

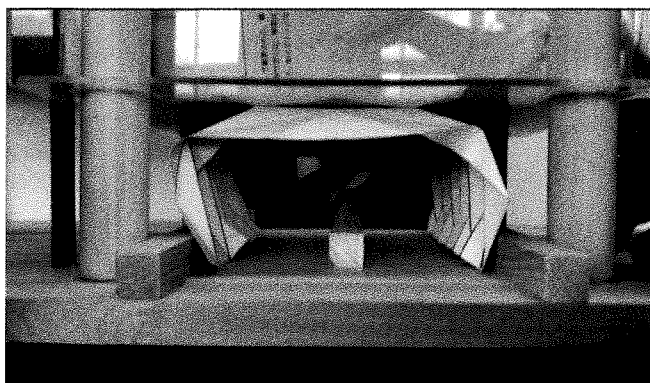


図1 ダイヤカット構造の崩壊

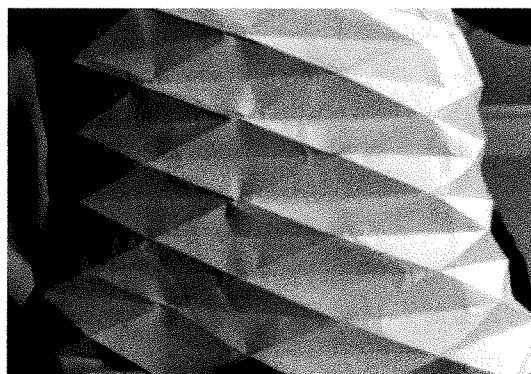


図2 ダイヤカット構造



図3 ダイヤカット構造のテントの模型

4-5

4-6

5-6

3-5

実験①の結果と考察

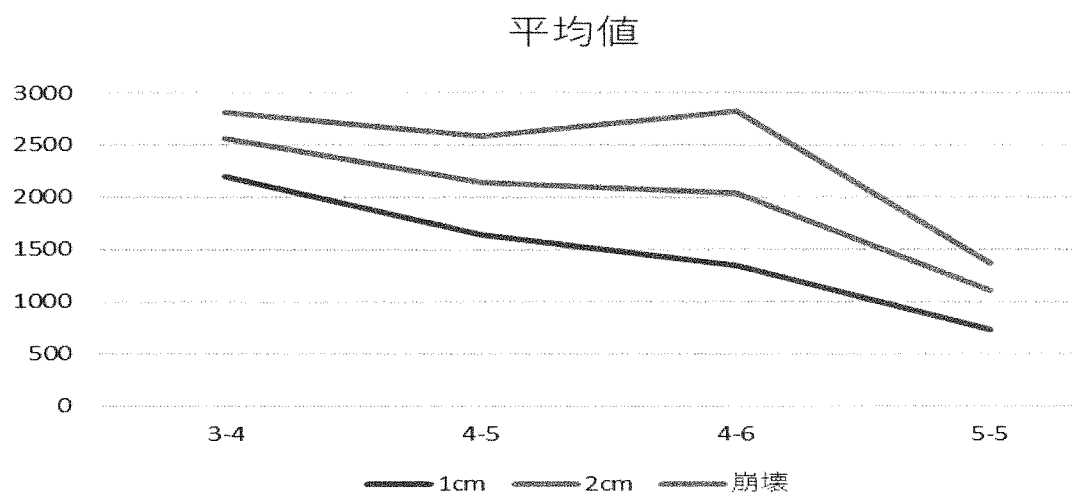


図4 ダイヤカット構造の耐久性の実験

実験①を行ったところ、上記のグラフのような結果になった。1cm、2cm つぶれたときは、3-4、4-5、4-6、5-5の順に耐えられた重量が小さくなり、崩壊時では、4-6、3-4、4-5、5-5の順となった。まず、データにはないが何も構造がないケント紙で試したときには、650gのアク

リル板で作った箱を乗せただけで崩壊したことから、ダイヤカット構造にはかなり耐久性を上げる効果があることがわかる。また、各模型とも3回だけの測定の平均であるので、断定することは難しいが、実験①の結果からは3-4がほかの模型よりも安定して強度が高かったことからダイヤカット構造のひし形の一つ一つが大きいものほど強度が高いと考えられる。さらに実験時には木枠で下の部分の幅を同じ長さで固定するのでそれほど形の差は出ないのだが、枠に入れる前の模型の形がなだらかで高さの低いものほど上からの衝撃に対する強度が高いという見方も出来る（図3）。

3. ひし形の深さの対照実験（実験②）

追加実験として、それぞれの模型のひし形の深さと上からの衝撃に対する強度に関係性があるのではないかと考え、深さの違いが出るようにひし形の数が異なったダイヤカット構造を用意し実験①と同様の実験を行った。

実験②の結果と考察

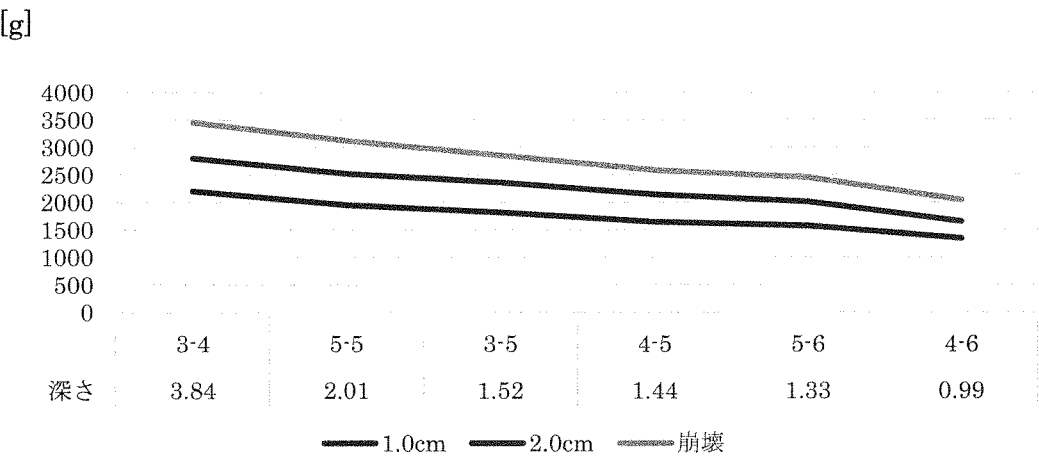


図5 ひし形の深さの対照実験

実験②を行ったところ、上のグラフのような結果になった。深さが深くなるにつれて、耐えられる重量が上がっていった。

表 1

	3-4	5-5	3-5	4-5	5-6	4-6
深さ	3.84	2.01	1.52	1.44	1.33	0.99
横の長さ	4.3	3.2	3.2	3.2	2.7	2.7
深さ/横の長さ	0.89	0.63	0.48	0.45	0.49	0.37

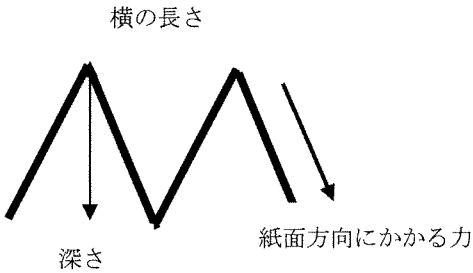


図6 ひし形の深さとかかる力の概念図

ダイヤカット構造にかかるおもりの重さが、主に紙面方向にかかる力によって支えられているとすると、その力は水平方向、鉛直方向に分解して考えることができる。上からの力に耐えるには、相応の鉛直方向の力が必要になると考えられる。このとき図の三角形の頂角が小さいほど紙面方向にかかる力が小

さくても鉛直方向の力を生じることが出来る。崩壊の方向を考えひし形の横の長さで深さの割合を考えると表1のようになった。「深さ/横の長さ」が大きいほど頂角が小さくなり、紙面方向の力が小さくても大きな鉛直方向の力を生むことが出来ると考えられる。そのためより大きな重量に耐えることが出来ると考えられる。

4. まとめ

- (1) 現段階では、テントの模型の上からの衝撃に対する強度についての実験しかできていないが、ダイヤカット構造をうまく使うときれいに折りたたむことができ、コンパクトに収納することもできるため、このことを追求すれば、より実用性の高いテントの作成が可能になると考えた。
- (2) 横からの衝撃に対する強度がどれくらいか不明瞭であるため、これから実験をしていきたい。
- (3) ダイヤカット構造は三角形の面が立体的に複雑につながっているため、実験②で考察したように単純に紙面方向の力のみでなく、紙面が変形したときに戻る復元力や、三角形の面の接続部分での力のかかり方などもう少し様々な検討が必要になると考えられる。
- (4) 今回使った A4 のケント紙でのダイヤカット構造とは違った大きさや材料を使ったら耐久力は変わるのかどうか研究したい。

5. 謝辞

本論文の執筆にあたり、多くの方々にご支援いただきました。本研究のためにご協力いただいた、新潟県立新潟南高等学校の先生方に心から感謝いたします。

6. 引用文献・参考文献

「折り紙が建築物や家具に変身！研究者たちが注目する折り紙の新たな可能性」
<https://www.fashion-headline.com/article/9070> (2022 年 9 月 28 日)

水平軸回転飛行物体について

新潟県立新潟南高等学校

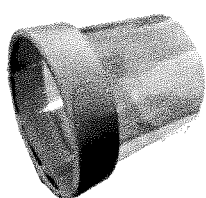
田村 一樹 小林 遼太郎 高野 未来 柳本 歓喜

概要

私たちの班では、水平軸回転飛行物体（以下ジャイロとする）の飛距離を伸ばすにはどのような条件が必要なのかを調べるため、以下の二つの実験を行った。実験1ではジャイロのおもりに当たるテープの巻き数と飛距離の関係、実験2ではジャイロ本体の長さ（図2参照）と飛距離の関係を調べた。実験1ではテープの巻き数によって、飛距離が変化した。実験2では長さを変えても飛距離が変化しなかった。それぞれの結果のデータを、慣性モーメントと重心の位置を考慮に入れて、考察した。

1. はじめに

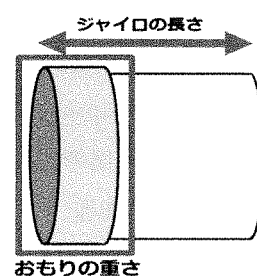
水平軸回転飛行物体、ジャイロはアメリカの学生が発明した円筒状の飛行遊具である。投げる際に手首で横回転をかけることで100m以上の飛行を可能とする。このおもちゃは飛距離以外にも、放物線を描いて空を飛ぶ紙飛行機とは違い、地面と水平に飛行するという特徴がある。これはジャイロ効果によって飛行姿勢が安定しているからである。手首でかけた横回転によって姿勢が安定することで、ジャイロが最も空気抵抗の少ない角度で回転運動をするため、ジャイロは水平に飛行するのである。私たちはジャイロの特徴的な飛び方に興味を持ち、ジャイロの形状を変化させることで飛距離に変化が生じると考えた。しかし、販売されているジャイロではジャイロの形状を変えることが難しいため、本研究ではペットボトルを用いた自作ジャイロを用いて実験を行うことにした。（図1参照）



〈図1〉自作ジャイロ

そして、本実験では、おもりの質量とジャイロの長さ（図2参照）に着目し、ジャイロの飛距離との関係性を考察することにした。

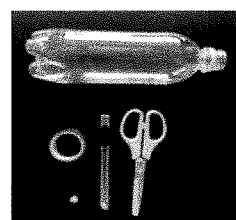
※ジャイロ効果…物体が自転運動をすると（自転が高速なほど）姿勢を乱されにくくなる現象。自転車やコマなどに応用されている。



〈図2〉ジャイロの定義

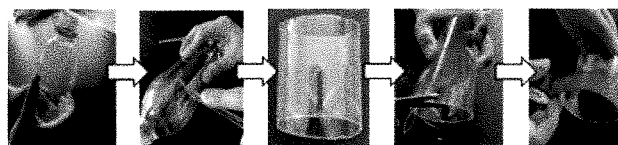
2. 実験方法1

実験で使用する自作ジャイロの作り方の説明。材料は炭酸飲料のペットボトル、プラスチックテープ、画鋸、カッター、はさみ。最初にペットボトルの円柱状の部分を取り



〈図3〉ジャイロの材料

出すために、ボトルの底と頭をハサミで切り落とす。この時、ペットボトルに画鋸で穴をあけ、そこにカッターの刃で切り口を広げることで簡単にハサミの刃が入る。次に一端におもりとしてテープを巻く。炭酸飲料のペットボトルを用いた理由は、回転時に空気抵抗を受けにくいことと、丈夫なため形が崩れにくいからである。



〈図4〉ジャイロの作り方

【実験1】ではテープの巻き数を0回、10回、20回、30回、長さを6cmに統一したジャイロを用意し、

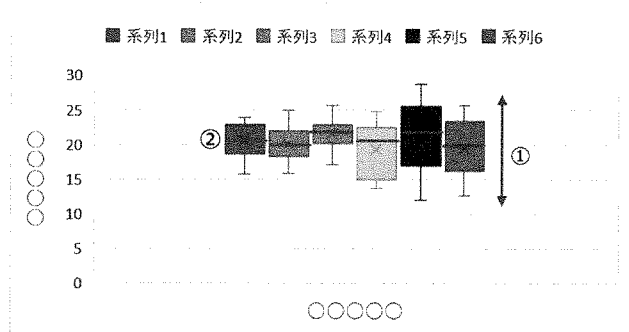
それぞれ 40 回 (20 回×2 人) ずつ投げてデータをとる。

【実験 2】では長さを 5 cm、6 cm、7 cm、8 cm、9 cm、10 cm、テープの巻き数を 20 回に統一したジャイロを用意し、それぞれ 40 回 (20 回×2 人) ずつ投げてデータをとる。

3. 実験結果 1

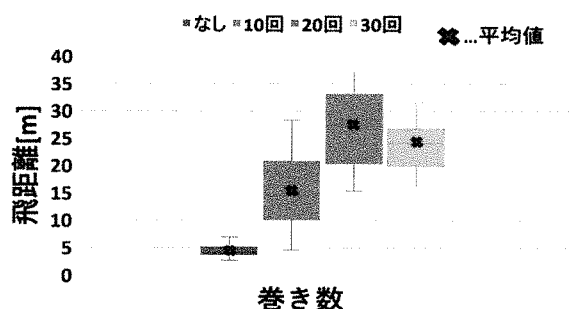
実験 1、2 では、得られたデータの分布が見やすいように箱ひげ図を採用した。

矢印の示す部分(図の①)は飛距離の最小値と最大値の差を表しており、差が大きいほどデータのばらつきが大きいことが読み取れる。また、箱の部分は、上底がデータの第三四分位数、下底が第一四分位数を表しており、中央値(図の②)との間隔からデータの分布を大まかに読み取れる。



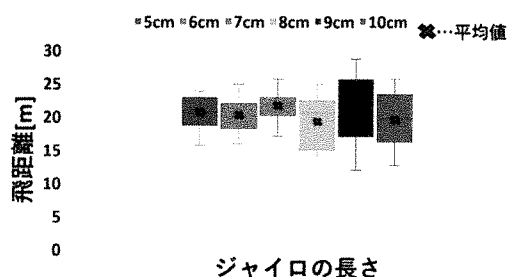
〈図 5〉箱ひげ図見本

<実験 1>



〔グラフ①〕テープの巻き数とジャイロの飛距離
グラフ①より、テープの巻き数を増やすと飛距離も伸びる傾向がある。また、30 回巻きのジャイロが 20 回巻きと比べて、飛距離が落ちた。

<実験 2>



〔グラフ②〕ジャイロの長さとは飛距離

グラフ②より、9 cmのジャイロの飛距離のばらつきが大きい。また、ジャイロの長さを変えても飛距離はあまり変わらなかった。

4. 実験方法 2

実験結果から、ジャイロの長さやテープの巻き数を変えた際、飛距離が変化した理由を調べるため、実験方法 1 で用いたジャイロの重心と慣性モーメントを求め、飛距離との関係性を調べる。

※重心がジャイロの中心からどれだけ離れているかを表すために、今回は重心の座標をジャイロの長さで割った値で表記した。

◇重心の求め方

$$G = m(L/2 - 0.95)/M + 0.95 \quad [\text{cm}]$$

◇慣性モーメントの求め方

$$J = M(D^2 + d^2)/8 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^2 \times 10^{-7}]$$

$m[\text{g}]$: テープを巻く前のジャイロの質量

$M[\text{g}]$: テープを巻いた後のジャイロの質量

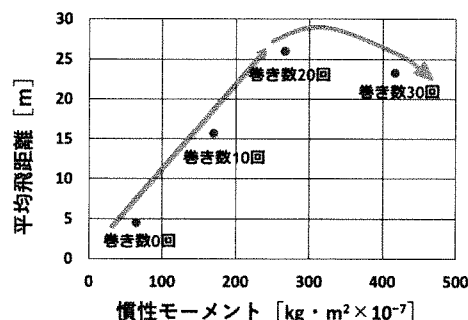
$L[\text{cm}]$: ジャイロの長さ $D[\text{cm}]$: ジャイロの外径

$d[\text{cm}]$: ジャイロの内径

※重心の求め方の「0.95」はテープの幅 1.9cm の半分の長さを指す。

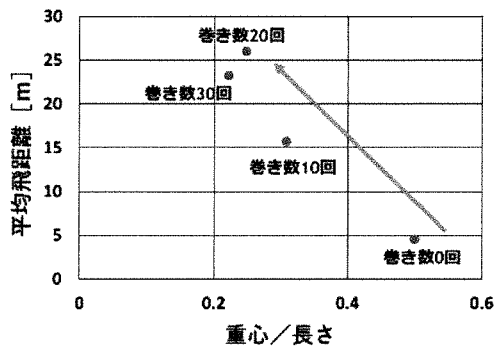
5. 実験結果 2

平均飛距離と慣性モーメントの関係 (巻数)



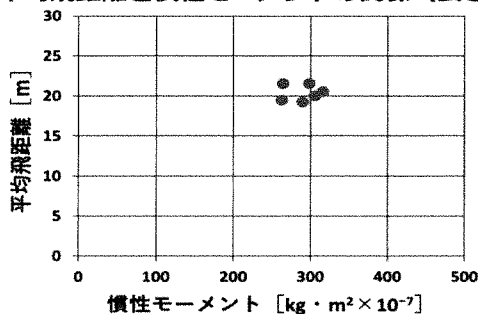
〔グラフ③〕慣性モーメントと平均飛距離(巻数)

グラフ③より、テープの巻き数を増やすと、慣性モーメントは大きくなり、飛距離も伸びる傾向がある。

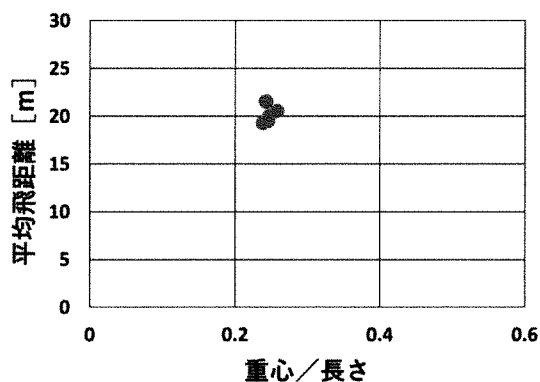


[グラフ④] 平均飛距離と重心の位置関係 (巻き数)
 グラフ④より、テープの巻き数を増やすとテープの重さによってジャイロの重心が前方に偏る。重心が偏ると、飛距離も伸びる傾向がある。

平均飛距離と慣性モーメントの関係 (長さ)



[グラフ⑤] 慣性モーメントと平均飛距離 (長さ)
 グラフ⑤より、ジャイロの長さを変えても慣性モーメントはあまり変わらず、飛距離も差が出なかった。



[グラフ⑥] 重心の位置と平均飛距離 (長さ)
 グラフ⑥より、ジャイロの長さを変えても、重心の位置はあまり変わらない。同様に飛距離もほとんど変化しなかった。

6. 考察

今回私たちは、テープの巻き数とジャイロの長さの2つの要素とジャイロの平均飛距離との関係性を調べる実験を行った。また、慣性モーメントや重心との関係についてもグラフに示した。巻き数と長さのそれぞれについて考察していく。

◇「巻き数について」

テープの巻き数が増えていくほど飛距離は大きくなった。30回巻きで飛距離が落ちたことから、長さを6cmに統一したジャイロの中で、もっとも遠くに飛ぶジャイロの巻き数は20～30回の間にあると考えられる。しかし、固定したのはジャイロの長さだけであって、重心や慣性モーメントといった要素が変化していたため、正確に比較ができなかった。

テープの巻き数によって、ジャイロの慣性モーメントと重心の位置が変化することが分かった。そして、慣性モーメントと平均飛距離は比例関係の傾向がある。なぜ比例関係の「傾向」があると言えるのか説明する。グラフ③から、テープの巻き数を変えることで「慣性モーメント」と「重心」の2つの要素が変化するため、純粋な「慣性モーメントと飛距離」の関係を見ることができない。よって、あくまで「傾向」があるとしている。だが、重心を変えずに実験を行い、純粋な「慣性モーメントと飛距離」の関係をグラフに示すことができれば、比例関係を見ることができるのではないかと考える。

重心がジャイロの中心よりもやや前方にあると、平均飛距離が大きくなる傾向がある。グラフ①の結果から、30回巻きのジャイロの記録が20回巻きの記録に比べて、落ちていた。これは、テープの巻き数がある一定数を超えると、慣性モーメントは大きくなるが、重心がジャイロの前方へ過度に偏ってしまう。その結果、ジャイロが前傾になり、空気抵抗が大きくなることで平均飛距離が小さくなるのではないかと考えられる。また、平均飛距離が落ち始める巻き数は、ジャイロの長さ、半径、重さによって変化すると考える。

◇「長さについて」

長さを変えたジャイロの平均飛距離に差は出なかつ

た。これは、長さを変化させても慣性モーメントや重心に変化が見られなかったためだと考えられる。また、慣性モーメントと重心があまり変化しなかったのは、テープの重さに対して、ジャイロの長さを変化させたときの質量の変化量がとても小さかったためだと考える。

9cm、10cm のジャイロの飛距離のばらつきが大きいことからジャイロの長さが大きくなるほど空気抵抗を受けやすくなるが、一方で空気抵抗を最小限にとどめたとき、より遠くに飛ぶと思われる。

慣性モーメントと重心にあまり変化が見られなかったことは、言い換えればほかの条件をほとんど変えることなく長さのみを変えて実験を行えたということである。よって、実験 2 は正確な実験であったと考える。

◇「グラフ③とグラフ⑤を比較すると」

グラフ③の 20 回巻きの記録と、グラフ⑤の記録が近い値を取っている。これは、実験 2 で使用したジャイロのテープの巻き数を 20 回に統一していたためだと考える。

◇「グラフ④とグラフ⑥を比較すると」

グラフ④の 20 回巻きの記録と、グラフ⑥の記録が近い値を取っている。これは同様にして、実験 2 で使用したジャイロのテープの巻き数を 20 回に統一していたためだと考える。

7. 今後の展望

より正確なデータを求めるために、試行回数をさらに増やしていきたい。また、実験 1 で慣性モーメントと重心が変化してしまったので、変化する要素を事前に考えて、それぞれの要素に対応した実験を行いたい。今回の実験結果から、慣性モーメントが飛距離に関係していることが分かった。このことから、ジャイロの回転数と飛距離との間に関係性があるのか詳しく調べたい。

8. 謝辞

指導教諭の田邊先生には、私たち物理 2 班の研究の手助けをしていただきました。ありがとうございました。先生の協力により、面白いテーマを見つけ、充実した研究ができ、最終的に全国発表会に出ることがで

きました。普通では味わうことのできない貴重な体験ができ、とても楽しい高校生活を送ることができました。

担任の藤田先生と川瀬先生には、3 年間お世話になりました。ありがとうございました。藤田先生には、論文作成のアドバイスを頂き、ポスターの印刷をして頂きました。川瀬先生には、英語の指導で大変お世話になりました。先生のおかげで、英語でのポスターを完成させることができ、我々の英語発表も成功を収めることができました。

9. 参考文献

- 1) <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h30/183154.pdf>【回転円筒体の飛行】（閲覧日：2021 年 6 月 25 日）
- 2) <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/073084.pdf>【回転する円筒はなぜよく飛ぶのか】（閲覧日：2021 年 6 月 25 日）
- 3) <http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es3/07report/014.pdf>【X ジャイロの飛行】（閲覧日：2021 年 6 月 25 日）

扇いだ風の解析と可視化

新潟県立新潟南高等学校

阿部 大樹, 阿部 泰知, 瀬崎 悠, 藤井 天音

概要

日本人の多くは夏にうちわや扇子を扇いで涼をとる。より涼しくするために一生懸命に扇ぐが、逆に体が熱くなってしまうこともある。そこで私たちは、より効率的に涼む扇ぎ方はないかと考えた。実験では、風速を測定し、また可視化することによってうちわや扇子の違いや風の動きの違いを解析した。うちわは一つの大きな空気の塊となって前方方向へ放射状に送り出されるが、扇子は一つ一つのひだから横方向へ送り出されるという違いが分かった。実験の結果より、うちわのほうがよいのではないかと考えた。今後、条件を変えて詳しい実験を行ってみたい。

1. はじめに

以前から、日本人の多くは夏にうちわや扇子を扇いで涼をとっている。そこで私たちは、うちわや扇子の扇ぐ強さを変えたとき、扇いだ風がどのように動くのかということに注目した。風速測定、風の動きの可視化、また、ピンポン玉の動きの解析から、より効率的に涼める扇ぎ方を研究することにした。

私たちは、うちわを扇いだ回数が増えるにつれて、風速は減少し、うちわと扇子では形状の違いから、うちわのほうが扇子より速い風を作り出すという仮説を立てた。

具体的には、うちわは表面全体で風を押し出すのに対し、扇子は一つ一つのひだから風を押し出しているため、うちわのほうがより遠くまで風を送ることができるのではないかと考えた。また、1分間あたりの扇ぐ回数が大きいほど、1度に送ることができる風量が少なくなってしまうと考え、実験で確かめた。

2. 実験方法

本研究では、以下の製品を使用した。

- ・うちわ
- ・扇子
- ・スモークマシン
- ・風洞

- ・風速計
- ・ピンポン玉, 1 m定規, ガムテープ, 糸で作成した実験装置

【実験 I】

風速を一定にして振動数を変化させたときの減速率を調べる

1. うちわを 1 分間で 60 回(振動数 60 回/分)扇いで風を発生させる
2. うちわから 10cm 毎に 60cm から 160cm までの各位置の風速を測定する
3. うちわから 60cm の位置の風速を 100 として、各位置の減速率を求める
4. 振動数 100 回/分についても、1.~3.と同様にして減速率を求める

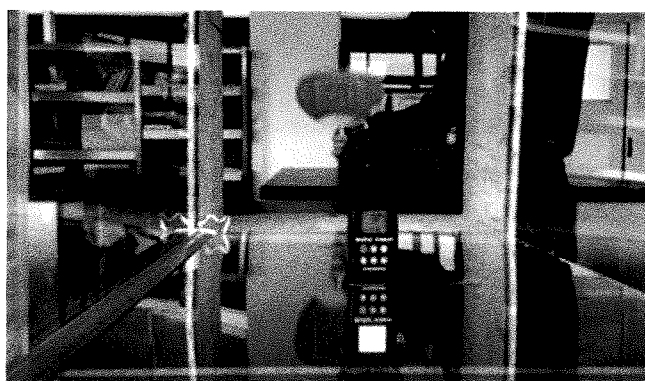


図 1 【実験 I, II】において風速を計測している様子

【実験Ⅱ】

振動数と振幅を一定にしてうちわと扇子の風の減速率を調べる

1. うちわを1分間で60回(振動数60回/分),一定の振幅(11cm)で扇いで風を発生させる
2. 実験Ⅰの2.と同様に各位置の風速を測定する
3. 実験Ⅰの3.と同様に各位置の減速率を求める
4. 扇子についても,1.~3.と同様にして,減速率を求める

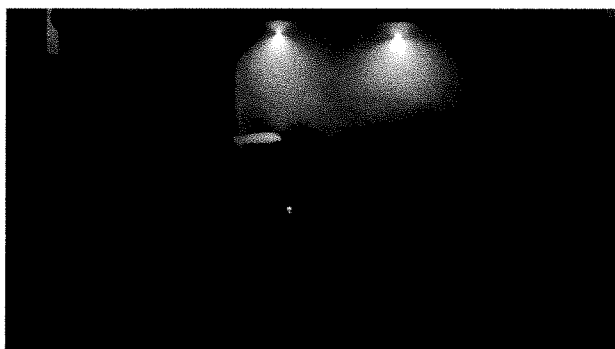


図2 【実験Ⅰ,Ⅱ】で風洞とスモークマシンを用いて扇いだ風を可視化した際の様子



図3 【実験Ⅰ,Ⅱ】で用いた実験器具

また、実験Ⅰ,Ⅱでは、扇いだ風の横方向への広がり方について解析することができなかったため、実験Ⅰ,Ⅱの結果から、以下の実験を行った。

【実験Ⅲ】

うちわと扇子の風の広がり方を解析する

1. 直径27mm 重さ2.8gのピンポン玉を用いて図Ⅲのように配置する。
2. うちわや扇子から最も近いピンポン玉が定規となす角が 90° になった時の各ピンポン玉のなす角度を計測する。

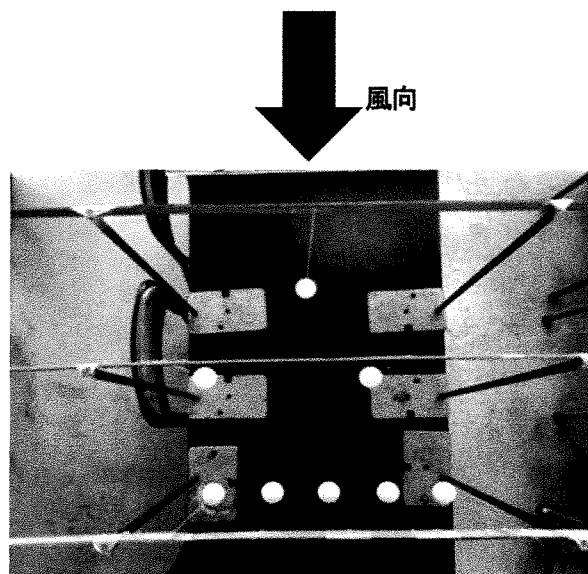


図4 【実験Ⅲ】で用いた実験器具

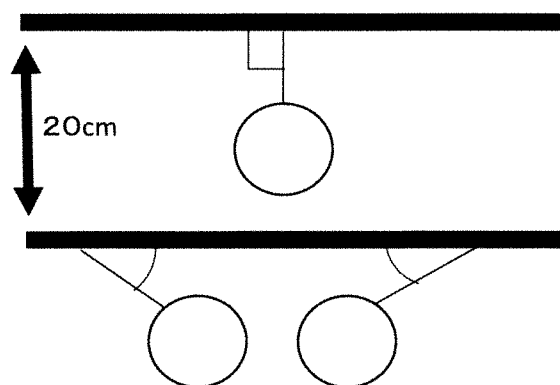


図5 実験Ⅲで用いた実験道具

定規ごとに20cmずつの距離を開ける。

ピンポン玉は30cmのひもで定規につるす。

3. 実験結果・考察

【実験Ⅰ】

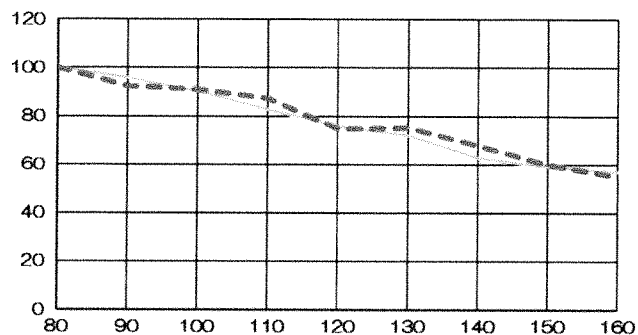


図6 [横軸] うちわからの距離 [cm]

[縦軸] 風速の減速率 [%]

実線 100 回/分 点線 60 回/分

振動数 60 回/分で扇いだときは振動数 100 回/分で扇いだときと比べて、扇いだ風の減速率が小さかった。これは、振動数 60 回/分で扇いだときのほうが、風が塊となって放出され、減速率が小さくなったと考えられる。

【実験Ⅱ】

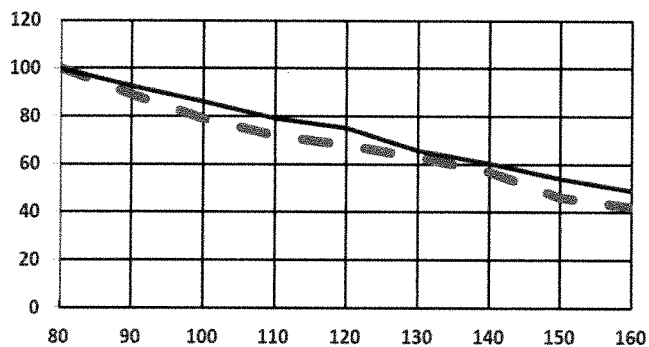


図7 [横軸] うちわ, 扇子からの距離 [cm]

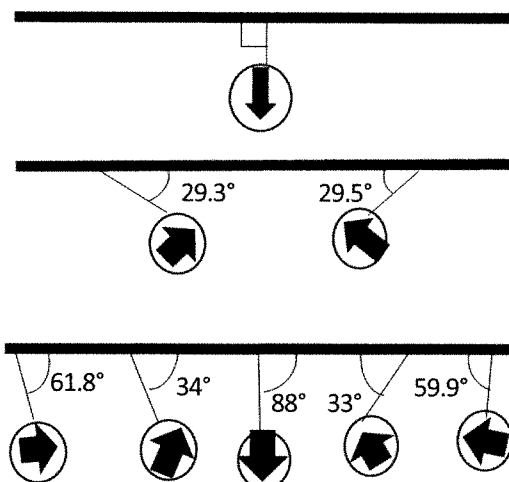
[縦軸] 風速の減速率 [%]

実線 うちわ 点線 扇子

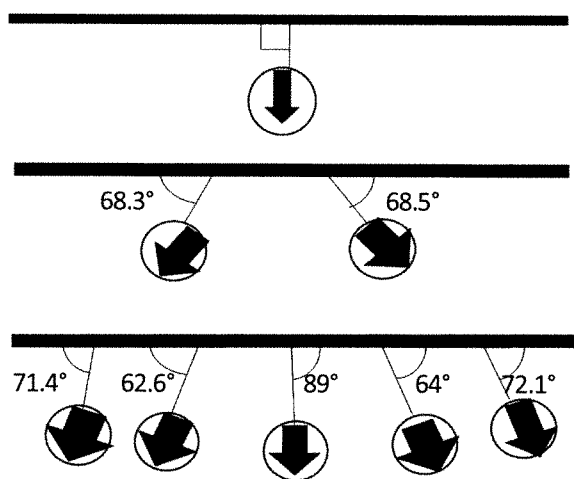
うちわと扇子の両方において、離れた位置になるほど風速が小さくなっていった。また、振動数を一定にして、うちわと扇子を比べたが、前方方向の差異はあまり観測出来なかった。そこで風洞を用いて風の可視化

を試みたところ、うちわの風は前方へ、扇子の風は横に広がっていくように観測された。これは、うちわの表面全体から風を送り出しているのに対し、扇子の1つ1つのひだから風を送り出しているため生まれた違いだと考えられる。

【実験Ⅲ】



うちわを用いた場合



扇子を用いた場合

図8 うちわや扇子で扇いだ風の広がり方の解析結果

【実験 2】純水、塩水では赤色に濁った溶液が抽出された。しかし、エタノールでは色素が抽出されなかった。(写真 4)

純粋、塩水で抽出した溶液をろ紙でろ過すると赤色の濁りがろ過され黄色の溶液になった。



(写真 4)左から純水、塩水(3.5%)、エタノール

【実験 3】純粋で抽出しろ過して得られた黄色の溶液が赤色に変化した。(写真 5、6)



(写真 5)アスコルビン酸を加える前



(写真 6)アスコルビン酸を加えた後

【実験 4】アスコルビン酸を加えて赤色になった溶液は黄色に変化した。(写真 7)



(写真 7)右：過マンガン酸カリウムを加える前
左：過マンガン酸カリウムを加えた後

4. 考察

【実験 1】の結果、タコに含まれる色素は 70℃ 以上に加熱することで顕著に色変化することが分かった。

【実験 2】の結果、色素は純水や塩水で抽出されたが、エタノールではほとんど抽出されなかった。このことから、タコに含まれる色素は水溶性であると分かる。これはトンボの体色変化に関する先行研究と一致することから、タコに含まれる色素はオモクローム系色素であると考えられる。純水抽出液と塩水抽出液が抽出直後に赤く濁ったのはタコの組織が崩れて小さくなり抽出液中に浮遊したためと考えられる。純水の場合と塩水の場合とどちらも抽出液をろ過すると黄色となったため、両方とも同じくオモクローム系色素が抽出されていたと考えられる。

【実験 3】、【実験 4】の結果、抽出液にアスコルビン酸を加えると赤色に、赤色になった抽出液に過マンガン酸カリウムを加えると黄色に戻った。このことから、タコに含まれる色素が還元によって赤色に、酸化によって黄色に変化すること、色素の色変化が酸化還元反応によって起こっていることが分かる。次図はオモクローム系色素の一種であるキサントマチンと脱炭酸型キサントマチンの構造式である。それぞれ酸化型が黄色を示し、還元型が赤色を示すと考えられる。(図 1~4)

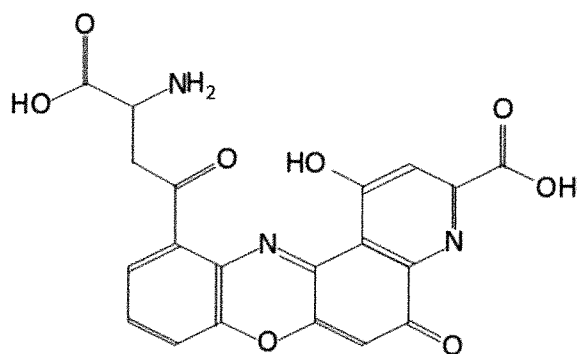


図 1:キサントマチン 酸化型(黄色)

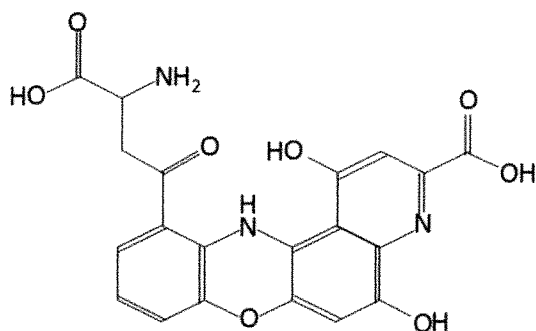


図 2:キサントマチン還元型(赤色)

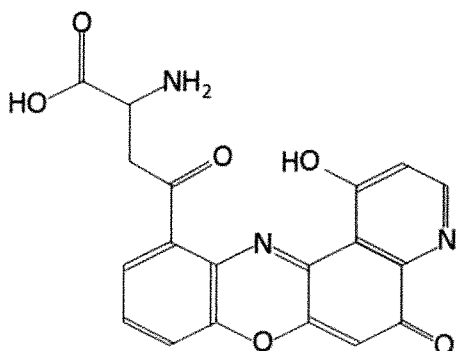


図 3:脱炭酸型キサントマチン酸化型(黄色)

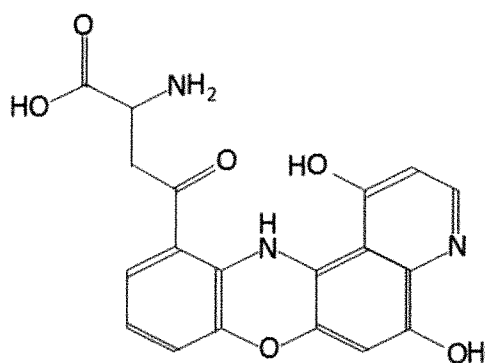


図 4:脱炭酸型キサントマチン還元型(赤色)

5. まとめ

今回の実験で、体色変化が 70℃以上で顕著に起こること、タコから抽出された色素が還元によって色変し、かつ可逆反応であることが分かった。これによりタコに含まれる色素がオモクローム系色素であることが分かった。明らかになっていなかったタコの加熱による体色変化機構の一端である色素による色変しを明らかにすることができた。

6. 今後の展望

アスコルビン酸以外の還元剤を用いても同様に抽出した色素が黄色から赤色に変化する反応が起こるのかを調べる。赤色に変化した抽出液を、過マンガン酸カリウム以外の酸化剤を用いても黄色に戻るのかなどを調べる。今回調べることができなかった加熱による色変しは色素の酸化還元反応とどのような関係があるのかを調べたい。

抽出した色素の濃度が定量しなかったとはいえ、試薬を加える際に量を厳密に測らず、定量性に欠ける実験を行ってしまったことが今回の研究を通しての反省点である。色素を予測した上で、色素の濃度を測定した上で実験を進められるとより良いものになったと考えられる。

7. 謝辞

本研究の進行にあたって、新潟南高校石田昌知先生をはじめ、多くの先生方にご支援いただきました。ご協力いただいた方々に心から感謝致します。

8. キーワード

タコ オモクローム色素 酸化還元反応 体色変化機構

9. 参考文献

- 1) 産総研「酸化還元反応による体色変化機構」
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2012/pr20120710/pr20120710.html
(2022/9/27)

ビスマス骸晶の陽極酸化

新潟県立新潟南高等学校

佐山 蓮, 中川 陸, 木村 駿佑, 長谷川 桜里

概要

ビスマス Bi は骸晶と呼ばれる特徴的な形状と色合いを持つ結晶をつくることで知られている。この骸晶の色は表面に形成される酸化被膜に伴う光の干渉により作られ、酸化被膜の厚さにより色合いは変化する。この酸化被膜の厚さを骸晶形成時の温度調整で制御することは難しい。そこでビスマスの骸晶を陽極とした電気分解の陽極酸化により酸化被膜の厚さを変え、その色合いを変化させることを試みた。その結果、電気分解の電圧の違いにより規則的に色が変化すること、電気分解に用いる電解質溶液の種類により酸化被膜の安定性に違いがあり、塩基を使用すると非常に安定して綺麗な色合いを維持できることがわかった。

1. はじめに

骸晶とは液体状の物質が冷却され結晶になるときに結晶の角や稜の成長速度が面の成長速度よりも大きいため、面の部分の結晶形成が間に合わず面の部分が欠落した特徴的な結晶のことで、岩塩の結晶などにみられる¹⁾。ビスマス Bi は融点の低さから(融点 273℃)、家庭用のコンロなどで容易に融解させ、それを冷却することで骸晶をつくることができる。このときビスマスの骸晶は美しい色合いを持つ。これは骸晶表面に形成された酸化被膜による光の干渉作用のためである。これは透明または半透明の薄い膜に光が当たって反射する時、薄膜上面で反射した光と、薄膜下面で反射した光が干渉し様々な色に見える現象であり、シャボン玉の表面や水面上に広がった油膜の表面が様々な色に映る現象と同じである。私たちはこの不思議な形状で綺麗な結晶に興味を持ちその色合いの規則性を見つけ出しより美しい骸晶をつくることを目的として研究を開始した。

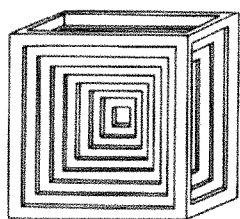


図1 骸骨結晶のイメージ図

© Hershel Friedman - minerals.net より引用

2. ビスマスの骸晶の作製

既成の実験方法²⁾をもとにビスマスを加熱融解し、それを冷却することにより骸晶を形成する。本研究において使用するビスマス骸晶はこの方法で作成したものをを用いている。

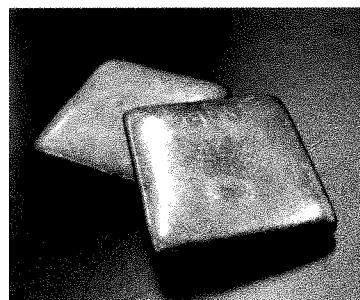


図2 本研究で用いたビスマス

実験1 ビスマスの骸晶形成

ビスマスをステンレスのマグカップに入れ、コンロで加熱融解する。ビスマスが完全に融解したら、コンロの火を弱火にし、さじで表面に形成される酸化被膜を手早く取り除く。本実験では五時間、酸化被膜の除去を続けた。火を消し酸化被膜にしわが寄ってきたらカップを揺らし骸晶ができた頃合いを見計らいピンセットで取り出す。融解状態の表面に骸晶が形成される場合が多いが、融解液の底に骸晶が形成される場合もある。複数回の試行実験で安定して骸晶を作成することができるようになった。



図3 融解したビスマス

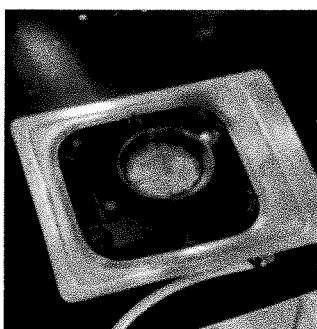


図4 表面に形成する酸化被膜
さじで除去する

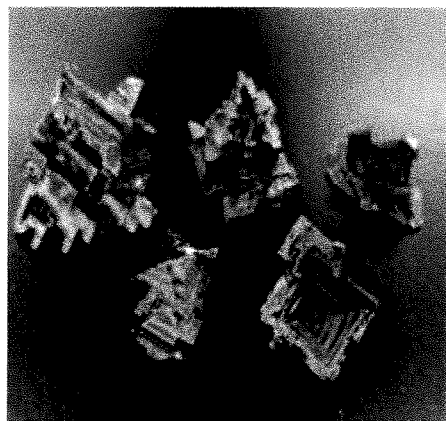


図5 作製したビスマスの骸晶

様々な彩り、形の綺麗な骸晶をつくること
ができた。マグカップの容量や使用するビス
マスの量(50g~200g)は骸晶の形成に大
きな影響はなく、骸晶形成の起点部分をど
のように作るかがコツといえる。本実験で
は参考文献²⁾の方法とは異なり冷却時に融
解液を軽く揺らすことにより表面にしわを
作り、そのしわを起点とすることにより安
定して骸晶をつくれるようになった。

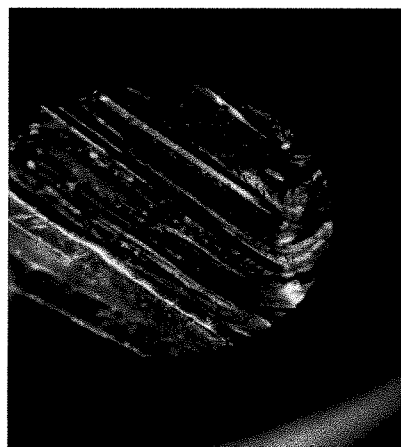


図6 骸晶表面の顕微鏡写真
階段状の規則的な構造をしている

この加熱融解からの冷却による骸晶形成
では色を制御することができない。どのよう
な色合いになるかは作ってみたいとわから
ない。加熱温度や冷却にかける時間など色
合いと関連する可能性のある要因を推測す
ることはできるが検証することは難しい。そ
のため骸晶形成時に色を制御するのではな
く骸晶を電気分解の陽極酸化の手法で色を
制御することとした。

3. ビスマス骸晶の陽極酸化

実験1により作成した骸晶に陽極酸化によ
り酸化被膜を形成する。陽極酸化は陽極で
酸素が発生する電気分解において、発生し
た酸素と電極の金属が反応して酸化物の被
膜を形成するものでありアルミニウム電
極の酸化アルミニウム被膜の形成(アルマ
イト加工)が代表的な例である。

実験2-1 酸を用いた陽極酸化

本実験ではチタン Ti の陽極酸化を参考
として実験計画を立案した³⁾。チタンは陽
極酸化により綺麗な色合いのものができ、
多数商品化されている。

まず、表面に形成された酸化被膜を希硫
酸で落とす。次に電解質溶液としてリン酸
、陽極にビスマス骸晶、陰極にステンレ
ス板を用いて直流電源装置につなぎ陽極
酸化を行った。

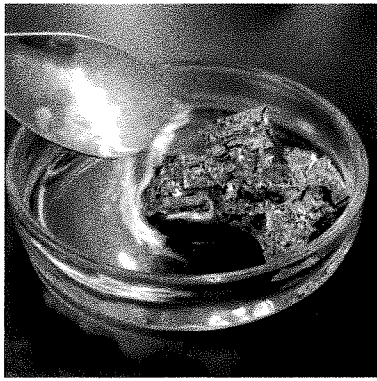


図 7 希硫酸による骸晶の酸化被膜の除去
ビスマス本来の銀白色の状態となる

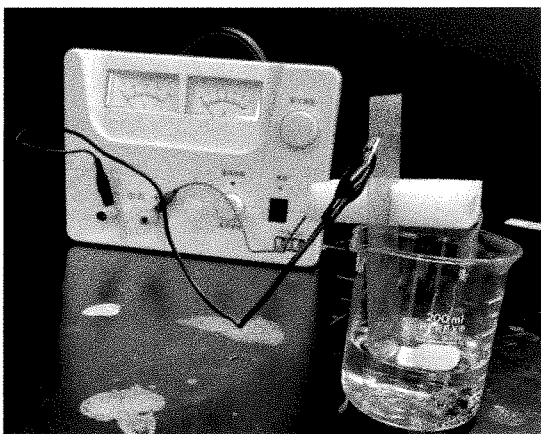


図 8 陽極酸化の実験装置

陽極：ビスマス骸晶

陰極：ステンレス板

電解質溶液：リン酸(1%, 5%)

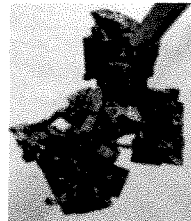
結果と考察

骸晶表面に酸化被膜をつくることができ薄膜の干渉により発色した。またリン酸の濃度と加える電圧の違いにより色を規則的に変化させることができた。結果は左記の写真の通り、電圧を上げるとそれに伴い規則的に色が変化していく。写真ではわかりにくいが高電圧から金色→青色→黄色→桃色へと電圧を上げると変化していく。リン酸の濃度が高いとこの規則的な色の変化がより低い電圧で起きることがわかる。

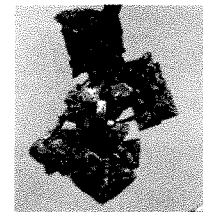
陽極酸化により酸化被膜をつくり骸晶に色をつけることはできたが、見た目は過熱融解によって

できた骸晶の綺麗な色合いには及ばない。またこの方法で作った酸化被膜はその状態を安定に維持できず、作成の翌日には色は消え灰色の状態になってしまう。

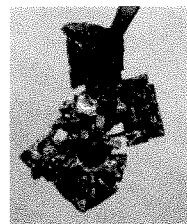
1%リン酸



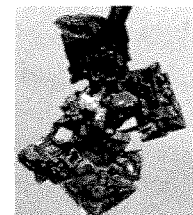
4V



11V

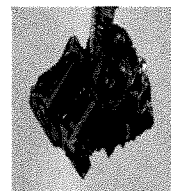


17V

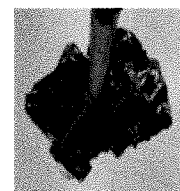


20V

5%リン酸



4V



11V



17V



20V

電解質溶液として希硫酸、シュウ酸を用いて同様の実験を行った。結果はリン酸と同じで着色はするが被膜は維持できない。特にシュウ酸での劣化速度は大きく数時間で色が消える。これらの実験から酸化被膜の安定性には電解質溶液の影響が大きい可能性があると考えた。

実験 2-2 塩基を用いた陽極酸化

実験 2-1 では酸化被膜を安定に維持することができなかった。電解質溶液の影響が大きいのではないかと考え塩基（水酸化ナトリウム水溶液）を使用して陽極酸化を行った。また実験 2-1 では通常のワニ口クリップを使用したためクリップが溶解してしまう。このため白金線を骸晶に取り付け実験を行った

陽極：ビスマス骸晶

陰極：ステンレス板

電解質溶液：水酸化ナトリウム水溶液

(1.0mol/L)

結果と考察

形成した酸化被膜は安定しており、長時間経過しても劣化は見られない。電圧の変化に伴い規則的に色が変化（実験 1 と同様に金色→青色→黄色→桃色）した。過熱融解と冷却によって作られる骸晶とは色合いの趣が異なるが、それとは違った美しさがあり十分に装飾品として完成度が高いものを作ることができたと思われる。

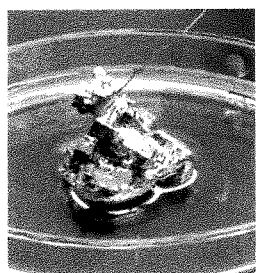


図 9 陽極酸化前の骸晶
白金線を取り付けてある

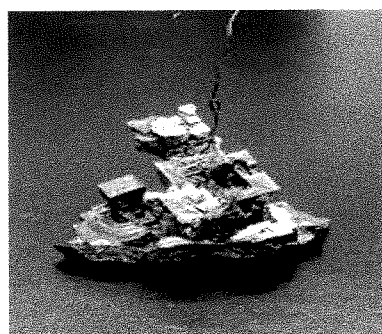


図 10 塩基を使用した陽極酸化による骸晶(20V)
融解冷却による骸晶(図 5)とは違う独特の美しさがある

また、20V を超え 25V 付近で部分的ではあるが桃色の次の変化である緑色を確認することができた。現在、私たちが使用できる実験機器ではこれ以上の電圧での実験はできなかった。

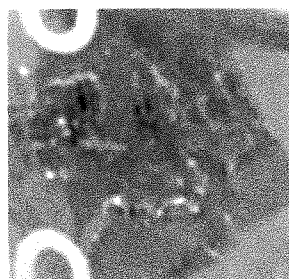


図 11 緑色の骸晶表面(約 25V)

4. まとめ

- (1) ビスマス骸晶の陽極酸化により電圧の違いから色が規則的に変化することがわかった。
- (2) 酸化被膜の安定性には電解質溶液の違いの影響が大きく関わっており酸は安定性に欠け、塩基を用いた方が安定性が高いことがわかった。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液を用いた陽極酸化では通常行われている加熱融解と冷却により作られた骸晶とは違った趣のある綺麗な骸晶を作ることができた。

5. 謝辞

本研究にご協力いただいた新潟南高校理科の先生方に心から感謝いたします。

6. 参考文献

- 1) 「ビスマスの独特な形状について」
<https://nsi.hateblo.jp/entry/20161222/1482417797> (2022 年 9 月 28 日)
- 2) 「魅惑のビスマス結晶づくり」
https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191018_02.php (2022 年 9 月 28 日)
- 3) 「チタンの着色」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1970/35/6/35_6_305/_pdf (2022 年 9 月 28 日)

高吸水性ポリマーの可能性～電池への応用～

新潟県立新潟南高等学校

薄田 泰成 小林 慈治 増井 理子 渡部 聖菜

概要

高吸水性ポリマーは自重の何百倍もの水を吸収し続けるという性質を持っている。保冷材の内容物としても利用されているが、使用後は廃棄されることが多い。高吸水性ポリマーの新たな利用方法として、電解質溶液を吸収させることで液漏れしない電池が作れるのではないかと考えた。簡易的な電池の溶液部分にポリマーを添加することで災害時にも利用できる安全な電池を開発したいと考えた。高吸水性ポリマーは、官能基の構造から、酸性の水溶液より塩基性の水溶液をより吸収する。塩基性溶液をボルタ電池の溶液として用いたところ安定な電圧は得られなかったが、ダニエル電池では電極とポリマーを層状に重ねた装置において、電圧が理論値に近づいた。

1. はじめに

高吸水性ポリマーは私たちの身の回りに多く使われている。例えば保冷剤、紙おむつ、消臭剤などである。これらはどれも保水性、吸水性に優れている。高吸水性ポリマーはポリアクリル酸ナトリウムという高分子化合物からなっており、自重の何百倍もの水を吸収し保水し続けるという性質をもっている。そのしくみはポリマーの網目に水分子が入り込むことによって、ポリアクリル酸ナトリウムの $-COONa$ 部分が Na^+ と $-COO^-$ に電離し $-COO^-$ どうしが反発してふくらみ、広がったポリマーの隙間に水を保持し続けるからである。

この性質から災害時に簡易トイレに利用されるなど幅広い分野で役に立っている。すでに多様な方法で使われているが、私たちはあまり使われていなかった分野でポリマーを利用できないか考えた結果、電池への応用を目標に実験を行うことにした。電池の液漏れは頻繁に起こることではないが、漏れた電池の液に触れてしまうとやけどを負う危険性があるなど避けなければならない問題である。液漏れの原因としては長年使用しなかったことなどがあげられるが、これは日常生活で普通に使用していても十分起こりうる問題である。ポリマーの保水性に着目し電解質溶液をポリマーに吸水させることによって電池の機能を保ったまま電池の液漏れを防ぐことができるのではないかと考えた。

2. ボルタ型電池への応用

実験1 ポリマーが吸収する溶液

電解質溶液として適しているものは何かを調べるために、ビーズ状の高吸水性ポリマー十粒(0.08g)を次の①～③の溶液 50mL に入れ、吸収量を調べた。

- ① 純水
- ② 0.1mol/L 希硫酸
- ③ 0.1mol/L 水酸化ナトリウム水溶液

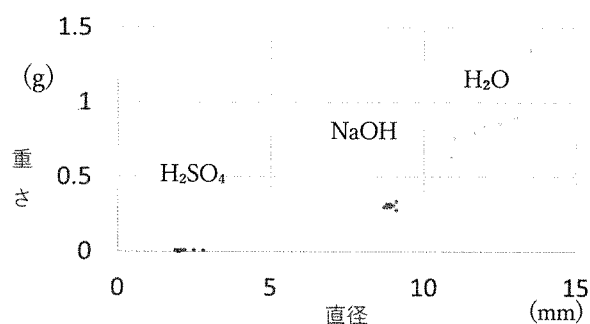


図1 ビーズの大きさによる溶液の吸収量の比較

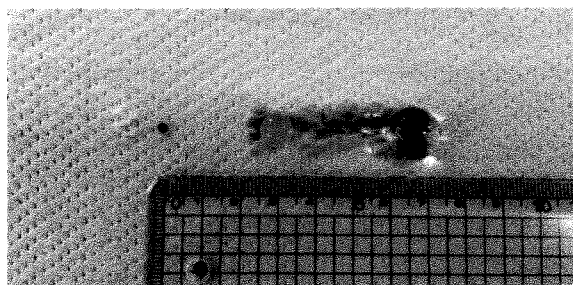


図2 ビーズの大きさの比較

希硫酸、水酸化ナトリウム水溶液、水を吸収したビーズ

結果と考察

一番多く吸収したのは水であった。水酸化ナトリウム水溶液と希硫酸を比べると、塩基性である水酸化ナトリウム水溶液の方がより多く高吸水性ポリマーのビーズに吸収された。これは吸水後、官能基が電離して -COO^- となるため陰イオンが反発し、ポリマーの網目構造に入りにくくなるためと考えられる。できるだけ溶液を吸収した状態のポリマーを利用するため、電解質溶液には塩基性の溶液を使うことにした。

実験2 塩基性の溶液を用いたときの電流と電圧

- ① 高吸水性ポリマー0.1gをビーカーに入れ、一方は水50mLを吸収させ、もう一方は0.1mol/L水酸化ナトリウム水溶液50mLを吸収させる。
- ② 比較として一般的な保冷剤(主成分は高吸水性ポリマー)50gをビーカーに入れる。
- ③ これらのビーカーに次の(I)、(II)の組み合わせの電極を用いて電流、電圧を計測する。

(I) 正極 Cu、負極 Zn

(II) 正極 Cu、負極 アルミ箔(酸化被膜なし)

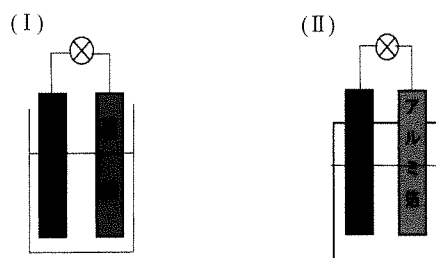


図3 実験装置図

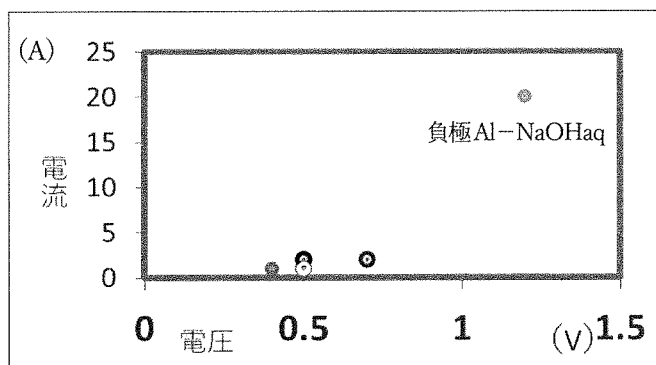


図4 ボルタ型電池に通電した時の電流と電圧の関係

電極	溶液	H ₂ O	NaOH	保冷剤
亜鉛		○	●	●
アルミニウム		●	●	●

図5 組み合わせの識別

【正極Cu 負極Zn】				【正極Cu 負極アルミ箔】			
	H ₂ O	NaOH	保冷剤		H ₂ O	NaOH	保冷剤
電流	0.001A	0.002A	0.002A	電流	0.001A	0.02A	0.001A
電圧	0.5V	0.5V	0.7V	電圧	0.5V	1.2V	0.4V

図6 ボルタ型電池に通電した時の電流と電圧の関係

結果と考察

負極をアルミニウムとし、水酸化ナトリウム水溶液を吸収させたポリマーを使用した電池で最も高い電圧が得られた。ボルタ型の電池において、水酸化ナトリウム水溶液を吸収させたものが最も適していると考えられる。このとき得られた電圧はマンガン乾電池に近くなったが、電流はとても小さいという結果であった。このままでは電池として利用するには難しいと考えられる。

3. ダニエル電池への応用

ボルタ型電池と同様にダニエル型電池を作り、電圧を比較し実用可能かどうかを検証した。

実験 3-1 層状のダニエル電池の電圧比較

- ろ紙に 0.1mol/L 硫酸銅(II)水溶液、0.1mol/L 硫酸亜鉛水溶液を吸収させる。
- シャーレに下から銅板、硫酸銅(II)水溶液を吸収させたろ紙、セロハン膜、硫酸亜鉛水溶液を吸収させたろ紙、亜鉛板の順で重ねる。(この装置を A とする)
- ポリマーに硫酸銅(II)水溶液、硫酸亜鉛水溶液を混ぜ、2 と同様に重ねる。(この装置を B とする)
- A, B の電圧を測定する。

実験 3-2 ポリマーを使用したダニエル電池の電圧比較

- 半径約 1.5cm、高さ約 5cm の円柱型のプラスチック容器に、0.1mol/L 硫酸銅(II)水溶液と 0.1mol/L 硫酸亜鉛水溶液をそれぞれ入れる。
- 硫酸銅(II)水溶液の容器に銅板、硫酸亜鉛水溶液の容器に亜鉛板を入れ、2 つの容器を食塩水で浸したろ紙でつなぐ。(この装置を C とする)
- 硫酸銅(II)水溶液、硫酸亜鉛水溶液をポリマーに吸収させたのち、円型プラスチック容器に入れ、C と同じ装置を作る。(この装置を D とする)
- C, D の電圧を測定する。

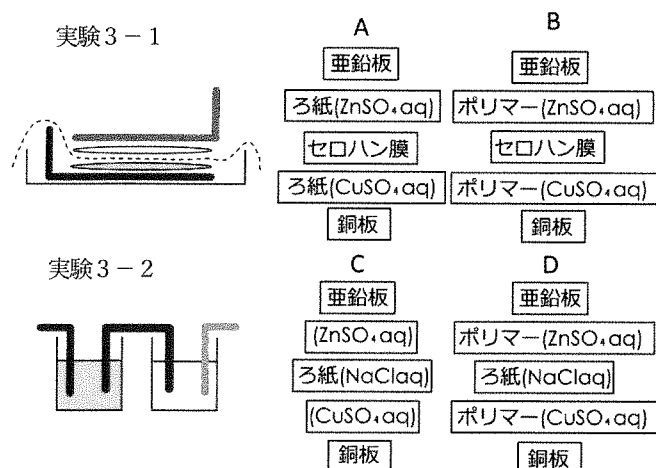


図7 実験装置図

実験 3-1

	A	B
電圧(V)	0.950V	0.940V

実験 3-2

	C	D
電圧(V)	0.945V	0.660V

図8 ダニエル電池の電圧比較

結果と考察

実験全体を通してダニエル電池の構造はボルタ電池の構造よりも電圧が安定したことがわかった。実験3-1ではポリマーを用いたBとろ紙を用いたAの間に電圧の差はほとんどなく、理想値である 1.0V に近い値となった。しかし実験3-2ではCに比べてDの電圧が小さくなっている。この理由として考えられるのは実用的な電池を作るためにBより多くのポリマーを使用したため、抵抗が大きくなり電圧の値が小さくなったと考えられる。さらに、多量の硫酸銅(II)水溶液や硫酸亜鉛水溶液を吸収したポリマーは水を吸収したものと比べると流動性を失い、ゴムに近い状態となった。このポリマーの状態の変化も抵抗が大きくなった理由の一つではないかと考えられる。

4. まとめ・今後の展望

実験を通して、様々な発見をする事が出来た。実験3-1では、電圧はどちらも理想値である 1.0V にとても近い値となった。しかし、実験3-2では、Cは 0.945V で理想値に近い値となったが、Dでは、0.660V と理想値から程遠い結果となった。このことから、これらの電池を実用化するためには、さらに電圧を高める必要がある。そのためには、ポリマーの電気抵抗を様々な方法で減らしていく必要があると考える。また、実験3-2のDで、ポリマーが流動性を失ってしまったことも電気抵抗が大きくなった原因と考えられる。硫酸を吸収させたときには見られなかった現象である。加えた溶液の陽イオンの種類がかかわっている

かもしれない。根拠となる理由や、ポリマーの新しい性質や特徴なども探っていきたい。

5. キーワード

高吸水性ポリマー 電解質溶液 ダニエル電池

6. 用語解説

1. 高吸水性ポリマー

自重の数百倍から千倍の水を吸収し、多少の圧力をかけても吸った水を離さない高分子材料。

2. ダニエル電池

1836年に発明されたボルタ電池を改良した電池。ボルタ電池の起電力低下の欠点を改善するため硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を素焼き版で仕切り亜鉛イオンや硫酸イオンが通ることができるようにして接続したもの。

7. 謝辞

私たちの研究に協力してくださった中村先生、英語発表指導してくださった佐藤先生、そのほか協力してくださった先生方、ありがとうございました。

8. 参考文献

- 1) https://www.sanyo-chemical.co.jp/products_info/superabsorbent_polymers (2022. 9. 1)
- 2) <https://kotobank.jp/word/%E9%85%B8%E5%8C%96%E8%A2%AB%E8%86%9C-1996400> (2022. 9. 1)
- 3) https://juken-mikata.net/how-to/chemistry/daniel_battery.htm (2022. 9. 1)

乾燥剤用シリカゲルの再活用について

新潟県立新潟南高等学校

岩橋 朝陽, 五十嵐 拓夢, 小林 才花, 神田 球ね

概要

私たちは、お菓子の袋などに入れられていて、普段捨てられている乾燥剤用シリカゲル（写真1）の再利用を目的に以下の3つの実験を行った。実験1では、シリカゲルの形状による吸湿性の比較。実験2では、乾燥剤用シリカゲルを用いての薄層クロマトグラフィー（TLC）の作成。実験3では、乾燥剤用シリカゲルから水ガラスの作成を行った。実験1では双方に大きな吸湿性の違いは見られず、実験2ではTLCを自作することには成功したが、市販のTLCと比較して耐久性や分離性能で大きく劣っていた。また、実験3で生成した水ガラスは、使用したシリカゲルが空気中のゴミなどを吸着したせいか透明ではなく濁った薄灰色をしていた。これらの実験を通して3つの実験方法の改善点とともに乾燥剤用シリカゲルの持つ再活用の可能性が見えてきた。



写真1：乾燥剤用シリカゲル

1. はじめに

シリカゲルは、多孔質という特性を持つ物質であり、成分の吸着や吸湿などを行うことができる。そのため、実生活においては主に食品の乾燥剤として利用されるほか、研究分野においては実験用のTLCにも利用されている。わたしたちはその性質に着目し、普段捨てられてしまう乾燥剤用のシリカゲルのさらなる再活用についての可能性を探った。まず、乾燥剤の吸湿性能の向上を図った。シリカゲルを粉末状にすることで空気との接触面積が増えるため、より多くの空気中の水分を吸収することができると考えた。また、一般に使用されているTLCには、専用のシリカゲル粉末が使用されていることを知った。そこで、乾燥剤として食品に入っているシリカゲルを用いても同等の性能を持ったTLCを制作することができるのではないかと考え、制作を試みた。そして、水ガラスからシリカゲルを生成する化学反応式より、乾燥剤用のシリカゲルから水ガラスを生成し、それを固めることで置物などの作成を試みた。

2. 実験方法

実験1 乾燥剤用シリカゲルの粉碎と吸湿性の確認

- ① ペンチと乳鉢を使って粒状の乾燥剤用シリカゲルを粉末状にする。
- ② オーブンで粒状及び粉末状のシリカゲルを180℃で60分間加熱する。
- ③ 同質量の粒状と粉末状のシリカゲルをそれぞれ別の衣装ケースに入れ、吸湿性を比較する。
（事前に衣装ケースに入れておいた湿度計をもとに湿度の変化を比較）（写真2）



写真2：使用した衣装ケース

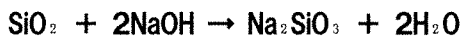
実験2 薄層クロマトグラフィーの作成と試料成分の分離

- ① 実験1と同様の方法で乾燥剤用シリカゲルを粉末状になるまですり潰す。
- ② 粉末状にしたシリカゲルにでんぷんをそれぞれ1～10% (w/w) まで1%ごとに加え、少量の水に混ぜる。
- ③ ②をガラス板にのせ、水分を自然蒸発させることで付着させ薄層クロマトグラフィーを作る。
- ④ シロツメクサを触媒(アセトン:石油エーテル=2:8)で展開する。
- ⑤ 市販のTLCを用いて④を行い、結果を自作のものと比較する。

実験3 シリカゲルから水ガラスの作成

【シリカゲルから水ガラスを作成する化学反応式】

二酸化ケイ素(シリカゲル) + 水酸化ナトリウム
→ ケイ酸ナトリウム + 水



- ① 実験1と同様の方法で乾燥剤用シリカゲルを粉末状になるまですり潰す。
- ② ①30g、固体の水酸化ナトリウム40gを少量の水と加熱しながら混ぜる。
- ③ 数日間経過観察する。

3. 実験結果

実験1

この実験において市販の粒状シリカゲル、粉末状のシリカゲルでは双方ともに大幅な湿度の低下を記録した。しかしながら双方で湿度変化の値に大きな違いはみられなかった(表1)。

表1: 実験1の結果

実験1の結果		
粒状		
開始時	45%	
		↓10%
20分後	35%	
		↓2%
40分後	33%	
		↓1%
60分後	32%	
		±0%
80分後	32%	
		±0%
100分後	32%	
合計		↓13%

粉末状		
開始時	42%	
		↓11%
20分後	31%	
		↓1%
40分後	30%	
		±0%
60分後	30%	
		±0%
80分後	30%	
		±0%
100分後	30%	
合計		↓12%

実験2

でんぷんを8%加えたとき、最も市販のものに近いTLCを作成することができた。写真のように試料を分離することはできたが、市販のものと比較して、ガラス板からはがれやすいなど耐久性や分離性能の双方において大きく劣っていた（写真3）。

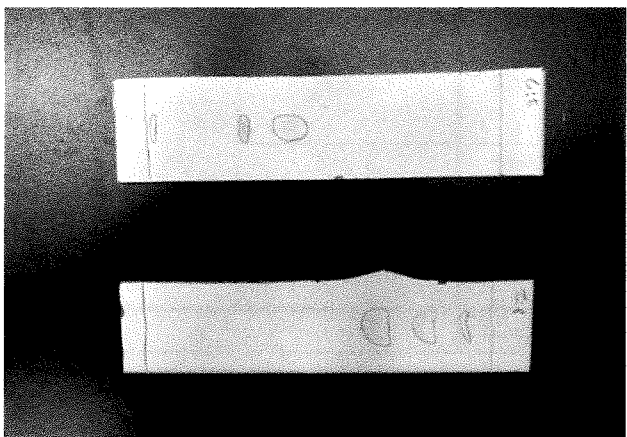
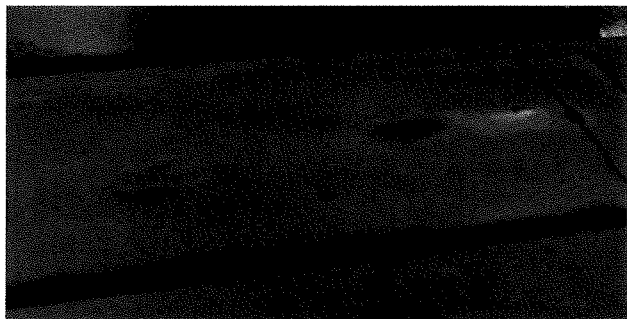


写真3：上：自作TLCでシロツメクサの成分を分離させた様子
下：市販TLCでシロツメクサの成分を分離させた様子

実験3

粉末状のシリカゲルに固体の水酸化ナトリウムと少量の水を加えることで水ガラスと思われる物質を生成することには成功したが、本来透明なはずの水ガラスとは異なり薄灰色をしていた（写真4）。

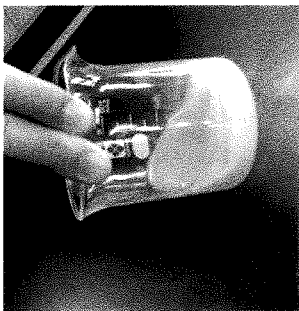


写真4：生成した水ガラスと思われる物質

4. 考察

実験1

吸湿性の違いが見られなかった理由として粉末状シリカゲルが粒状の時よりも高密度で重なったために、空気と接触する表面積が想定していたより増えず、吸湿性の向上が見られなかったと考えられる。

実験2

市販のTLCと比較して自作のTLCの性能が劣っている理由として、手ですりつぶしたために粉末状シリカゲルの粒子の大きさが市販のものよりも大きかったこと、また、粒子の大きさを均一にすることができなかったためだと考えられる。

実験3

透明な水ガラスが得られると考えていたが、濁った薄灰色の水ガラスが生成された原因として、シリカゲルが空気中のゴミなどを吸着したことが考えられる。また、放置して固体となった原因は、シリカゲルが空気中の二酸化炭素を吸収したか、水が放出されたからだと考えられる。（写真5）



写真5：作成した水ガラスを放置して固まったもの

5. まとめ

実験1

粒状のシリカゲルを粉末状にすることによる吸湿性の向上は見られなかった。その原因として、粉末状シリカゲルの空気との接触表面積が小さかったことが考えられる。そこで、実験1で使用した容器と異なる大きさの容器を使用した対照実験をしたいと考えている。

実験2

自作したTLCは市販のものと比較して分離性、耐久性の面において大きく性能が劣っていた。原因として、手ですり潰したことにより粉末状にしたシリカゲルの粒子の大きさが市販のものと比較して大きかったこと、また粒子の大きさが均一でなかったことだと考えた。そこで、手ですり潰した粉末状シリカゲルの粒子の大きさと市販のTLCに使用されているシリカゲルの粒子の大きさを計測し比較したいと考えている。

実験3

想定では透明な水ガラスが得られると考えていたが、濁った薄灰色の粘性の強い液体が生成された。その原因として、すり潰す前のシリカゲルが空気中のごみを吸着していたことによるものだと考えた。そこで、シリカゲルが吸着したごみを取り除く方法を模索し、透明な水ガラスを生成することができるか実験していきたいと考えている。

参考文献

三省堂 化学小事典 監修 猿橋勝子/池田長生

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、先生方に多くのご指導をいただきました。また、終始的確なご助言をたくさんいただきました。感謝申し上げます。

身近な海でのプラスチックごみの現状と生物を用いた実験

新潟県立新潟南高等学校

小林 心咲 山本 諒一 清水 麗月 吉田 涼真

概要

現在、マイクロプラスチックによる問題が注目されている。私たちは身近な海にマイクロプラスチックは存在するのか、またプラスチックは生物にどのような影響を与えているのかを調べることにした。一つ目は調査実験をした。関屋浜から砂を採集し砂浜にプラスチックがどのくらい含まれているかを調べた。二つ目の実験では貝の入った水槽にプラスチックを入れ吸い込むかどうかを観察した。結果は、波打ち際に近い砂浜に多くプラスチックが存在し、また貝はプラスチックを吸い込み、排出していることが分かった。

1. はじめに

リサイクルされずに海などに放置されたプラスチックごみが紫外線や波の浸食で小さくなり、地球全体に拡散され続けている。マイクロプラスチックと呼ばれる、5 mm以下となった破片は脅威となり始め、生き物が誤って体内に取り込むことは生物自身の成長の妨げになるだけでなく、化学物質が食物連鎖の中で濃縮されていく実態も明らかになってきている。また、ナノレベルの粒子となったプラスチックが人体に悪影響を与えるリスクも浮かび上がっている。そこで、私たちは身近な海にはどのくらいのプラスチックが存在するのか、生物にどのような影響を与えているのかを調べることにした。

2. 仮説

1. マイクロプラスチックは波による運搬により波打ち際に多く存在する。また、風による運搬により波打ち際から離れた場所にも存在する。
2. 二枚貝はマイクロプラスチックを吸い込み、吸い込んだものはえらや消化管内で確認できる。

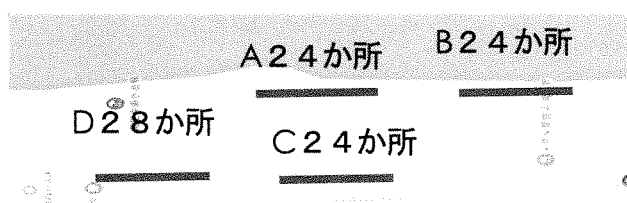


図1 関屋浜での調査地点と採集箇所

3. 実験方法

実験1 最初に関屋浜で波打ち際から5mと15mの場所を海岸に沿って10m間隔で砂を採集する。地点、地点で1m四方の枠で囲み、砂浜の表面を4mmのふるいにかけて、残ったものを採集した。これを計100か所行った。次に採集したものから木や貝殻を取り除き、プラスチックらしきものを比重1.05の食塩水に入れ、浮いたものと沈んだものに分離した。浮いたものを採集して、それらがプラスチックかどうかを確認するためにガスバーナーで加熱した。

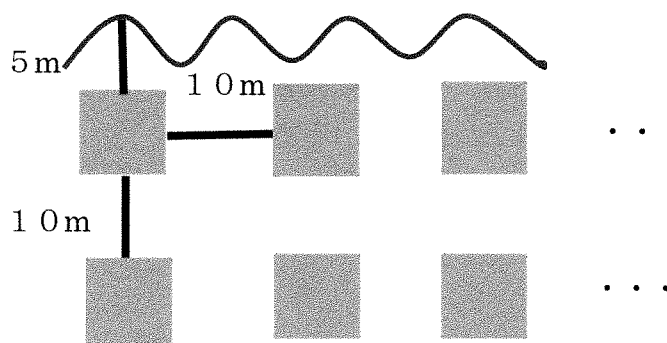


図2 関屋浜での採集時の模式図

実験2 ①と②の二つの水槽を用意し、それぞれに二匹ずつカラス貝を入れた。アサリは海水でのみしか飼育できず、小型で解剖や観察がしにくいいため、代わりに大型で解剖しやすく、淡水で飼育できるカラス貝を使用した。共通性は大量の水を吸い込み有機物を食べ

ている点や、水質浄化作用が大きい点である。①には 200 μm のプラスチックを、②には 100 μm のプラスチックを入れ次の日にどのくらいのプラスチックを貝が吸収したのか、また貝のどの部位にプラスチックがあるのかを調べた。

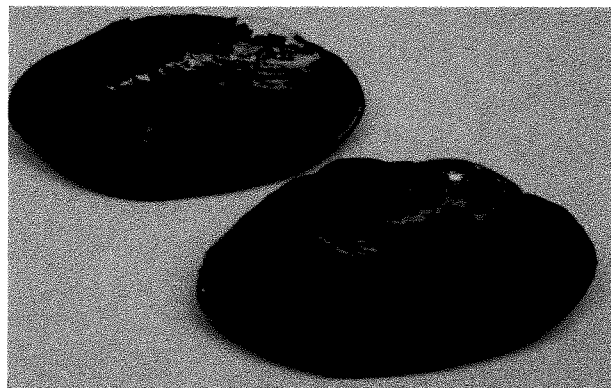


図3 実験で使ったカラス貝



図4 実験で用いたプラスチック

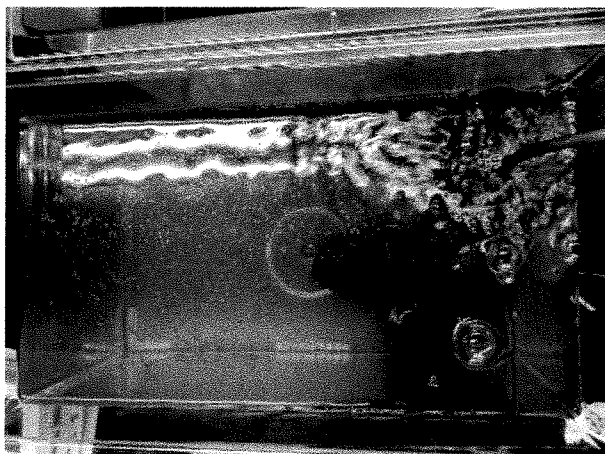


図5 水槽に貝を入れた時の様子

4. 実験結果

実験1

表1 ふるいに残ったものの重さ

A	B	C	D
332, 97g	72, 48g	125, 81g	129, 02g

表1 はふるいに残ったものの重さを示した表である。
アルファベットは図1 の地図に対応している。

表2 1.05 食塩水に浮いたものの重さ

A	B	C	D
7, 742g	10, 535g	5, 638g	4, 259g

表2 は 1.05 食塩水に浮いたものの重さを示した表であり、地点A と地点B が多いことが分かる。



図6 食塩水に浮いたプラスチック

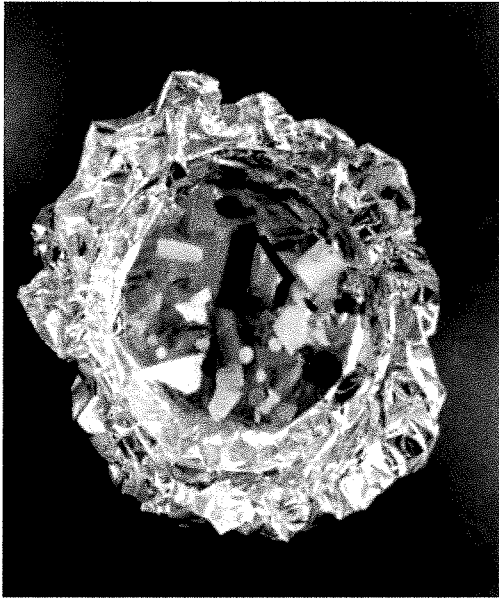


図7 加熱後のプラスチック

図6, 図7は実験後のプラスチックの様子の写真である。

実験2

水槽に入れ翌日に貝を解剖してみると、えらではプラスチックを確認できたが、ほとんどが水槽中に排出されていた。



図8 貝のえらの様子

図8は貝のえらの様子であり、丸で囲まれた部分にプラスチックが付着していた。

5. 考察

実験1では、採集したプラスチックのうち比重1.05

の食塩水に浮いたものを加熱すると、煙やにおいを発しながら溶けて変形したためプラスチックといえる。また、比重1.05の食塩水に沈んだものは加熱しても溶けなかったため、比重1.05という値はプラスチックかどうかを判断できる値といえる。実験2では、カラス貝は100~200 μm 程度の大きさのものなら、体内に取り込むべきかそうでないかを区別していると考えられる。このことから従来言われている、「プラスチックを生物が取り込んでいる」という事実は、大量の海水をろ過して餌を取るクジラやジンベイザメのような大型動物に影響していると考えられ、小型の魚などには大きな影響は及んでいないのではないかと考えられる。そのため、人間にも間接的にプラスチックが入る可能性は低いのではないかと考えられる。

6. まとめ

実験1では、関屋浜には細くなったマイクロプラスチックが存在することが分かった。この結果を利用して、プラスチックの比重の違いを用いて、採集したプラスチックの種類を判別したい。実験2では、カラス貝は100~200 μm 程度のプラスチックを吸い込み、体内に取り込むべきかを区別できることが分かった。今後はより小さいプラスチックを体内に取り込み、排出することはできるのか、を調査したい。他にも、貝だけではなく魚などほかの生物はプラスチックを取り込み排出しているのかを調査したい。

7. 参考文献

- 1) <https://www.nhk.or.jp/d-garage-mov/movie/280-13.html> (2022.9.1)
- 2) https://www.cuc.ac.jp/om_miraitimes/column/u0h4tu00000013vf.html (2022.9.1)
- 3) <https://benesse.jp/sdgs/article12.html> (2022.9.1)

低周波音が与えるスズメバチへの影響

新潟県立新潟南高等学校

亀山 勝利、高橋 遼、廣野 夏光、源甲斐 絢音

概要

我々は低周波音がスズメバチ類に与える影響を明らかにするために研究をしている。我々は低周波音を聞かせたスズメバチ類が活発に動き回るという動画¹⁾を見て、スズメバチ類は低周波音を天敵であるオニヤンマの羽音と認識し、警戒しているのではないかと考えた。そこで、オニヤンマの羽音の周波数を計測し、同じ低周波音を作成してコガタスズメバチに聞かせたところ、頭部と胸部で体表温度の上昇がみられた。コガタスズメバチの体表温度が上昇したことからコガタスズメバチは、オニヤンマの羽音に近い低周波音によって、興奮・警戒していると考えられる。

1. はじめに

実験にはコガタスズメバチ (*Vespa anails*) を使用した。コガタスズメバチはスズメバチ科の社会性昆虫で、女王バチと働きバチが役割分担をしながら営巣する。スズメバチに低周波音を聞かせている動画¹⁾を見て私たちはそのスズメバチが低周波音を嫌がっているように見えた。スズメバチの習性について調べたところ、オニヤンマ (*Anotogaster sieboldii*) が天敵であることを知った。オニヤンマは飛ぶときに低周波音を出していることから、スズメバチは特定の低周波音を天敵であるオニヤンマの羽音とみなして警戒状態に入り、活動的になることで体表温度が上昇するものと予想した。



図1 大ケージ内で営巣中のコガタスズメバチ

2. 実験方法

自作した装置の中で、スマートフォンアプリ「sonic tools SVM」を使用して、オニヤンマの羽音を計測した(図2)。16個体のオニヤンマの羽音を計測したところ、羽音の周波数の平均値は40Hzであった。室内の専用ケージ内で営巣・飼育中のコガタスズメバチに、オニヤンマと同じ周波数(40Hz)の音を聞かせ、コガタスズメバチの体表温度を赤外線放射温度計(A&D製AD-5611A)で計測した(図3)。また、コガタスズメバチにはスマートフォンアプリ「sonic tools SVM」で40Hzの音を作成して聞かせた。

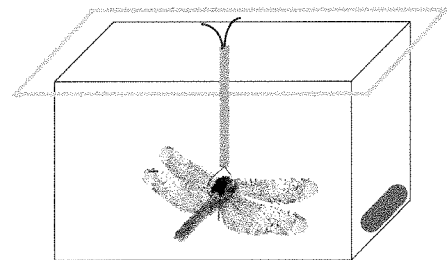


図2 オニヤンマの羽音を計測する装置

発泡スチロールの箱(290×450×220 mm)の上面に透明アクリル板(厚さ3mm)を置き、オニヤンマの羽音を計測する空間を作った。透明アクリル板の中央に直径4mmの穴をあけ、ナイロン糸(直径1mm)を半分に折り、真鍮管(直径3mm)の中に通した。防音のために発泡スチロールの箱の内側に段ボール(厚さ4mm)を貼った。

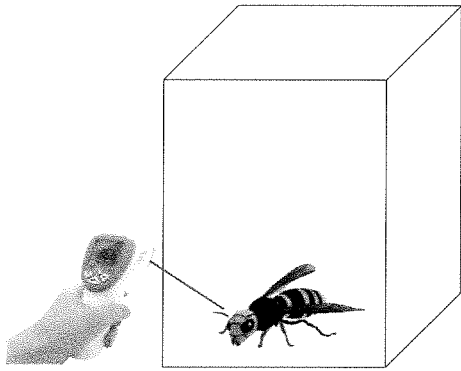


図3 コガタスズメバチを営巣・飼育中の専用ケージ

本校 SSC (スーパーサイエンスクラブ) 生物班で作成したスズメバチ営巣飼育用の専用ケージ2台 (大ケージ、小ケージ) を使用した。大ケージは、直方体(450×450×600mm)で、背面以外の5面を透明アクリル板(厚さ2mm)で、背面は金属メッシュで覆われている。小ケージは、立方体(300×300×300mm)で、透明アクリル板(厚さ2mm)で6面を覆われている。大ケージに、2021年6月15日に新潟市西区個人宅の作業小屋内で採取したコガタスズメバチの創設巣(女王バチ1個体で営巣中の初期の巣)を、小ケージには、2021年8月23日に新潟市西区個人宅の外壁で採取したコガタスズメ巣(直径150mm/ワーカー18個体)を設置し、新潟南高校の生物室内で、市販の昆虫ゼリーを与えながら飼育した。ケージの上面には、ペットボトルキャップの口が取り付けられており、ケージ内のスズメバチを1個体ずつ取り出すことができる。また、ケージの前面の下部には、餌交換用の扉(30×20mm)が設置されている。コガタスズメバチの体表温度を計測する際は、ケージ前面の餌交換用の扉を開け、開口部から放射温度計(A&D製AD-5611A)をケージ内に差し込んだ状態で、概ね100mm以内にいた個体について計測した。使用した放射温度計(レーザーマーカ機能あり)の測定距離(D)と測定領域(S)の比はD:S=11:1で、110mm離れた対象物に照射したレーザーマーカを中心として直径10mmの範囲の表面温度を測定できる。コガタスズメバチの体長は30mm程度であるため、測定距離100mm以内であれば、レーザーマーカを利用して、頭、胸、腹の別に体表温度

を計測できるものと判断した。

3. 実験結果

平常は外気温24～25℃ではコガタスズメバチの体表温度はおおむね21～24℃と、外気温より低い傾向がみられた。(図4-A～C) オニヤンマの羽音と同じ周波数(40Hz)をケージ内のコガタスズメバチの聞かせてみると、特に頭部では平常時より著しく上昇し(図4-A)、胸部でも上昇が見られた(図4-B)。しかし、腹部では気温の異なる日に計測したため外気温と体表温度の差は確認することができなかった。なお、腹部は平常時も低周波音を聞かせた時も個体差が大きいため傾向が確認できないと考えられる。

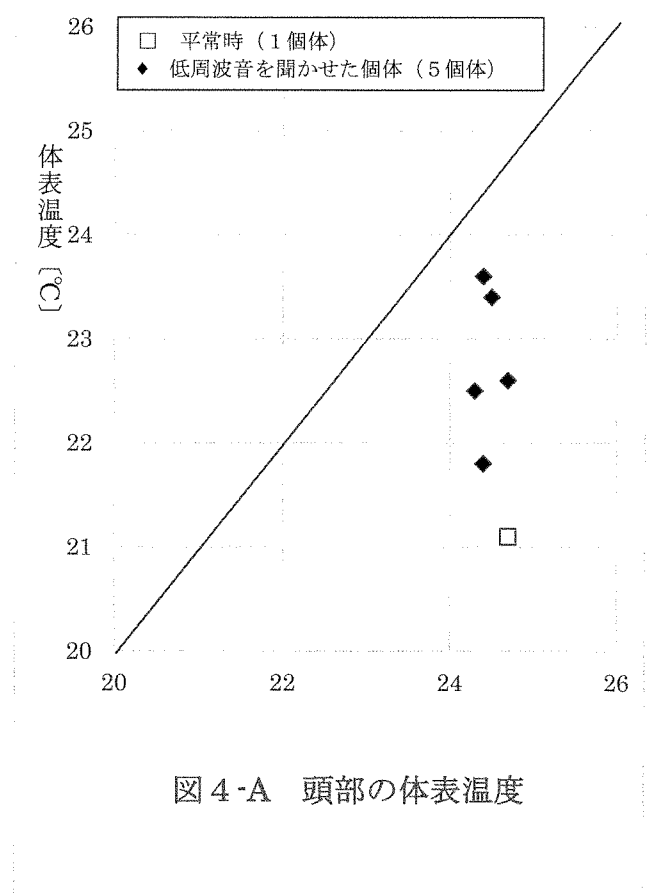


図4-A 頭部の体表温度

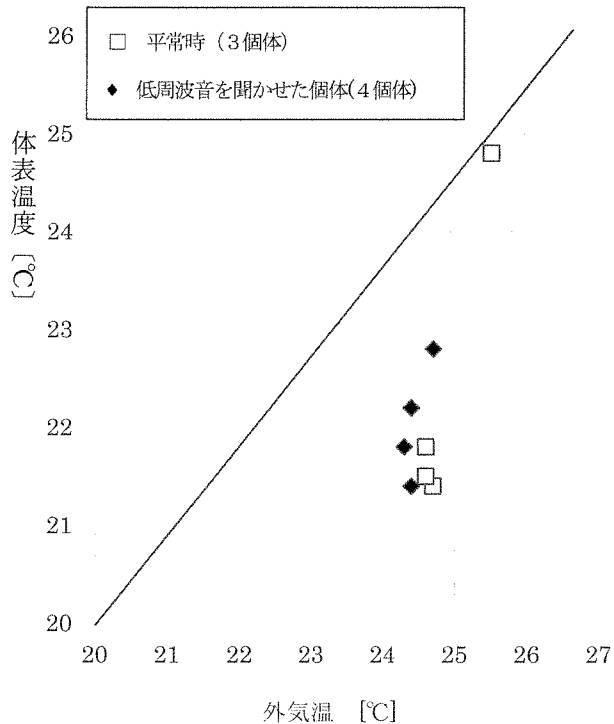


図 4-B 胸部の体表温度

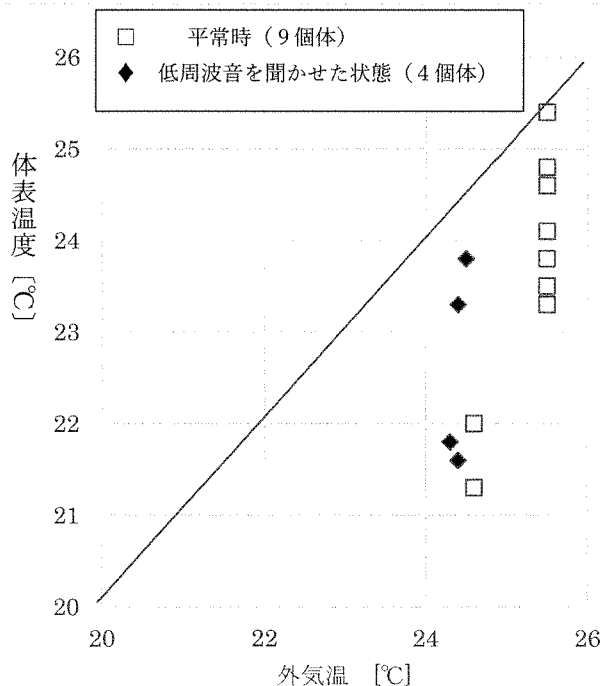


図 4-C 腹部の体表温度

4. 考察

コガタスズメバチでは、低周波音を聞かせることにより、頭部、胸部の体温が上昇した。これは、コガタスズメバチが、低周波音 (40Hz) を天敵であるオニヤンマの羽音と認識し、興奮したためだと考えられる。

ヒト (脊椎動物) の場合、緊張状態に置かれると交感神経が興奮し、代謝が促進され体温が上昇する。これは、代謝によって新たにエネルギー (ATP) を生産し筋収縮を活発に行うことで、危機を脱することに役立つという適応的な反応である。コガタスズメバチ (節足動物) でも同様に、脊椎動物の交感神経に似た働きをする神経 (交感神経様の神経) が興奮し、天敵であるオニヤンマの羽音に対し、適応的な反応を示したものと考えられる。

また腹部のみ体表温度が上昇しなかったのは、昆虫の腹部には消化器官があり、自律神経様の神経が存在するため、交感神経様の神経が興奮し、消化器官の活動が抑制されたことが原因だと思われる。



図 5 小ケージ内で営巣中のコガタスズメバチ

5. 今後の展望

本研究の結果は、特定の低周波音がスズメバチ類の生理現象や行動に影響を与える可能性を示している。農業や養蜂業、登山など、野外活動全般において、スズメバチ対策は重要な課題となっている。一般的なスズメバチ対策は、虫除けスプレーや殺虫剤による防除、

トラップによる殺捕獲などがある。しかし、薬剤の使用は農産物や畜産物への影響が懸念され、スズメバチの殺捕獲による個体数の減少は、スズメバチ類の被食～捕食関係を通して、病虫害の増加など新たな環境問題に発展する恐れもある。本研究をさらに進め、低周波音を利用してスズメバチ類の行動を変えることができれば、薬剤や殺捕獲よりも環境負荷の小さい、新たなスズメバチ対策に役立つことが期待できる。

本研究のきっかけとなった動画¹⁾では、低周波音を聞かせるとスズメバチ類が平衡感覚を失っているようにも見えたことから、我々は低周波音を聞かせたコガタスズメバチが、平衡感覚を失うかどうか確認する実験を行いたいと考えた。

実験方法としては、ケージ内にスズメバチ類の餌を直線状に並べた後、作成した低周波音を聞かせたコガタスズメバチを投入し、餌を食べていく過程で直線状に動けば平衡感覚は失っていないとみなし、蛇行すれば平衡感覚は失っているとみなすことを想定している。

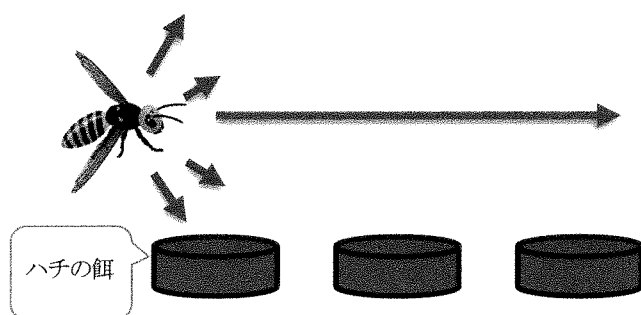


図6 平衡感覚を確かめるための実験方法

6. 謝辞

新潟市西区の竹内直子様、斎藤陽一様には、ご自宅に営巣したコガタスズメバチ巣をご提供いただきました。新潟大学教育学部の工藤起来先生、新潟大学教育学部2年の山際古都美様には、コガタスズメバチ巣の採取や資料収集にご協力いただき、研究内容についてもお助言いただきました。新潟南高校 SSC 生物班の皆様

様には、採取したコガタスズメバチ巣の営巣飼育やオニヤンマの採取にご協力いただきました。本研究を進めるにあたり、多くの方々にご協力いただきましたことを感謝いたします。

7. 参考文献

- 1)Houzan02MusicArt (2009).スズメ蜂と音。
<https://www.youtube.com/watch?v=6LWHI4Xk7tY>.
2022年9月28日.
- 2) 小野正人 (1997).『スズメバチの科学』.海遊舎社.
- 3) 松浦誠 (1995).『社会性カリバチの生態と進化』.
北海道大学図書刊行会
- 4)小泉修(2016).「神経系の起源と進化：散在神経系よりの考察」.比較生理生化学,133(3)

8. キーワード

コガタスズメバチ、オニヤンマ、交感神経、低周波音、羽音

9. 用語解説

- ・コガタスズメバチ (*Vespa anails*) …スズメバチ科の社会性昆虫で、女王バチと働きバチが役割分担をしながら営巣する。
- ・オニヤンマ (*Anotogaster sieboldii*) …トンボ目オニヤンマ科に分類され、日本最大のトンボとして知られる。
- ・低周波音…周波数が 100Hz 以下の音波。一般的に人が聞くことのできる音の周波数範囲は 20Hz から 20kHz。
- ・交感神経…交感神経が働くと心臓の働きを利用して血流が促進され、血圧、拍動、体温などが上昇する。
- ・副交感神経…副交感神経が働くと、交感神経が働いた場合とは対照的に、血圧、拍動、体温が低下する。また、消化器官の活動が抑制される。

不可食部の有効利用法 ～抗菌効果の期待できる石鹼の開発～

新潟県立新潟南高等学校

生物3班 小林遥希 小林永果 白石暁大 横田尚樹

概要

私たちはSDGs17の目標12である食料の廃棄を半減させるというテーマに着目し、新潟の食材における廃棄物（不可食部）の有効利用法を模索することとした。不可食部には色素ポリフェノールが含まれているものがあり、ポリフェノールには抗菌や抗ウィルス作用があるものも存在する。そこで新潟県特産品から生じる不可食部に含まれる色素の比較や一般細菌について抗菌効果の比較を行った。その結果、おけさ柿の不可食部の抽出液には抗菌作用があることがわかった。そして有効利用法として、この抽出物を混ぜた抗菌効果の期待できる石鹼の作成を試み、これに成功した。

1. はじめに

SDGsとは2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標のことであり、17のゴール目標・169のターゲットから構成されている。私たちは目標12「つくる責任 つかう責任」のターゲット3「食料の廃棄を半減させる」という目標に注目し、研究を進めることとした。新潟県では多くの青果物が名産品として栽培されており、その廃棄物（不可食部）には、これらの不可食部にはポリフェノールが含まれているものがある。ポリフェノールは8000種類以上あるといわれており、抗菌や抗ウィルス作用があるものも存在する。例えば、ナスの皮などに多く含まれる色素ポリフェノールの1種であるナスニンは、口腔内の「う蝕原因菌」に対し殺菌作用が認められる。しかし、ポリフェノールを含め、多くの色素は一般的な細菌に対する抗菌効果が不明である。そこで、不可食部から抽出した物質の色素の比較、及び一般細菌（土壌細菌）に対する抗菌効果についての比較を行った。

2. 実験方法

【実験1】不可食部に含まれる色素の比較（ヨモギと比較）

- (1) 新潟県産の長ナス、白ナス、丸ナス、エダマメ、ぶどう（巨峰）、かき（おけさ柿）、梨（新高）の不可食部を乳棒に対し1/4量入れ、すりつ

ぶす。シリカゲルを加え、粉末状になるまで破碎する。

- (2) 粉末状試料を薬さじでマイクロチューブに入れ、エチルエーテルを1ml加え色素抽出液を作る。
- (3) マイクロチューブの上澄みを毛细管でとり、薄層クロマトグラフィー用シート（TLCシート）に抽出液をつけ、TLCシートを展開液（石油エーテル：アセトン＝7：3）に付ける。
- (4) 取り出した後、スポットを確認し、Rf値を求める。

【実験2】抗菌作用の検証

- (1) 各不可食部4gにリン酸緩衝液10mlを加え、乳鉢ですりつぶし、抽出液を作成する。
- (2) 抽出液をガーゼでろ過した後、3分間煮沸し、35℃まで冷却する。
- (3) 冷却した液体3mlに学校の土壌を攪拌した上澄み液1mlを加え、サンコリ試験紙に液体をしみこませ、24時間36℃で保温する。
- (4) サンコリ試験紙のスポット数を数え、細菌数を計算する。

【実験3】抗菌効果の期待できる石鹼の作成

- (1) 水酸化ナトリウム17gに水52gを入れてかき混ぜ、40度まで冷ます
- (2) オリーブオイル148gを40度まで湯煎で温め、柿の皮の抽出液10gと（1）の液体と混ぜる。

- (3) 鹼化するまで湯煎しながら混ぜる
 (4) 紙コップ 1/5 程度の量を入れ、固まるまで待つ
 (1 か月程度)。

3. 実験結果

【実験 1】紫色のナスでも長ナスと丸ナスのへたでは、違う色素成分が検出された。長ナスと白ナスのへたを比較すると、ほぼ同じ色素成分が検出された。

表 1 Rf 値の結果

スポット (下から)	ヨモギ		長ナスのへた		長ナスの皮		丸ナスへた		丸ナス皮	
	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値
1番目	薄い黄緑	0.31	黄	0.83	黄	0.64	薄い黄緑	0.50	黄	0.65
2番目	緑	0.56	黄緑	0.88	黄緑	0.72	濃い黄緑	0.60	黄緑	0.78
3番目	黄	0.70	緑	0.96	緑	0.79	緑	0.67	濃い緑	0.88
4番目	濃い黄緑	0.80					黄	0.72	灰	0.94
5番目	緑	0.86								
6番目	黄	0.93								

スポット (下から)	丸ナス皮		白ナスへた		エダマメの皮		ブドウの皮		カキの皮	
	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値	色	Rf 値
1番目	黄	0.65	黄	0.66	黄	0.78	黄	0.70	黄	0.63
2番目	黄緑	0.78	黄	0.71	黄緑	0.84	黄緑	0.75	緑	0.76
3番目	濃い緑	0.88	緑	0.79	緑	0.91	緑	0.83	黄	0.92
4番目	灰	0.94	黄	0.83	灰	0.97	黄	0.89		
5番目			黄緑	0.89						
6番目			緑	0.96						

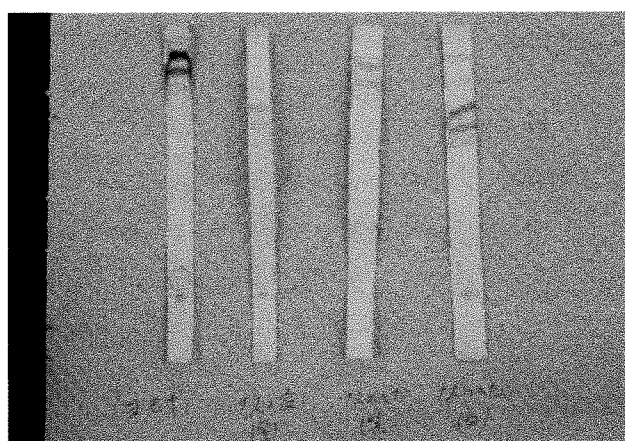


図 1 TLC シートの比較

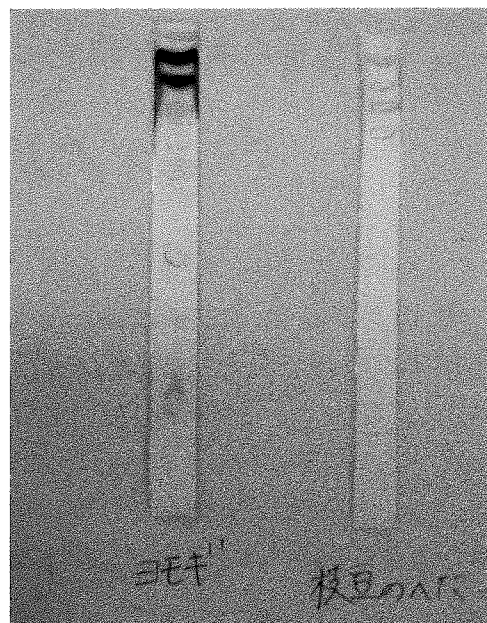


図 2 TLC シートの比較

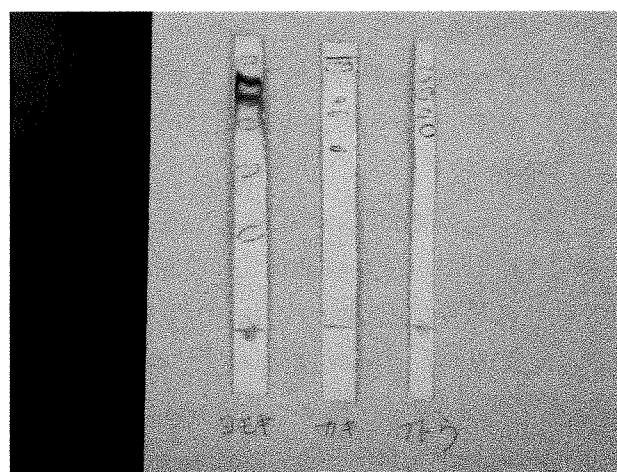


図 3 TLC シートの比較

【実験 2】柿の皮には、明らかな抗菌作用が見られたが、他の不可食部からは抗菌作用が見られなかった。

表 2 サンコリ検出紙の結果(スポット数は細菌の数)

	コントロール	泥	長ナスへた	長ナス皮
スポット数	0	1000~		

白ナスへた	白ナス皮	エダマメ皮	巨峰の皮	おけさ柿の皮
1000~				~100

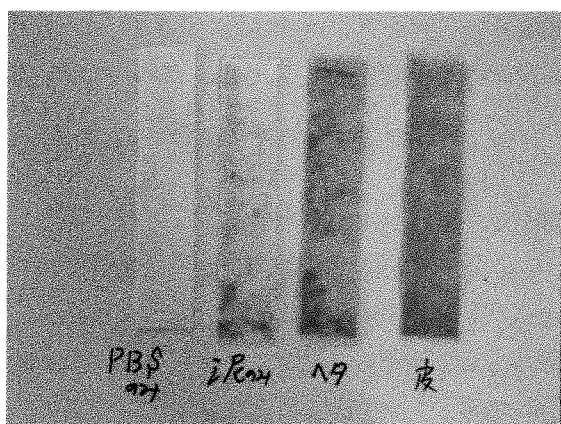


図4 サンコリ検出紙の結果

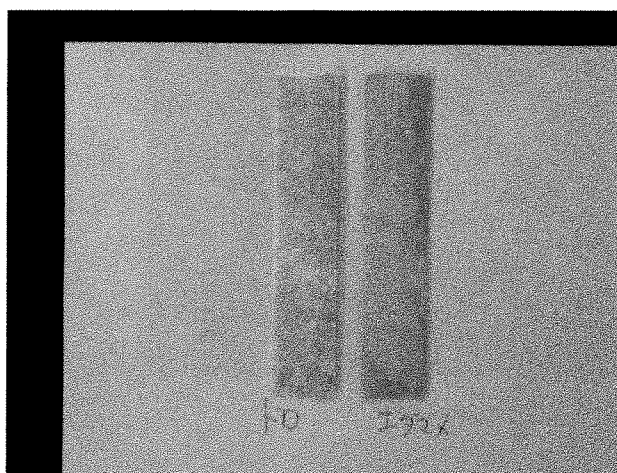


図7 サンコリ検出紙の結果

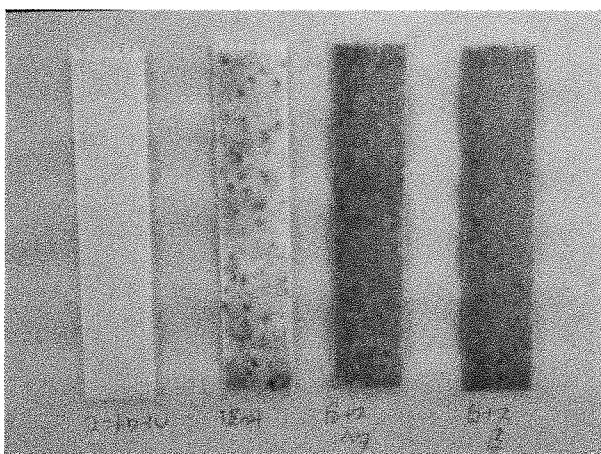


図5 サンコリ検出紙の結果

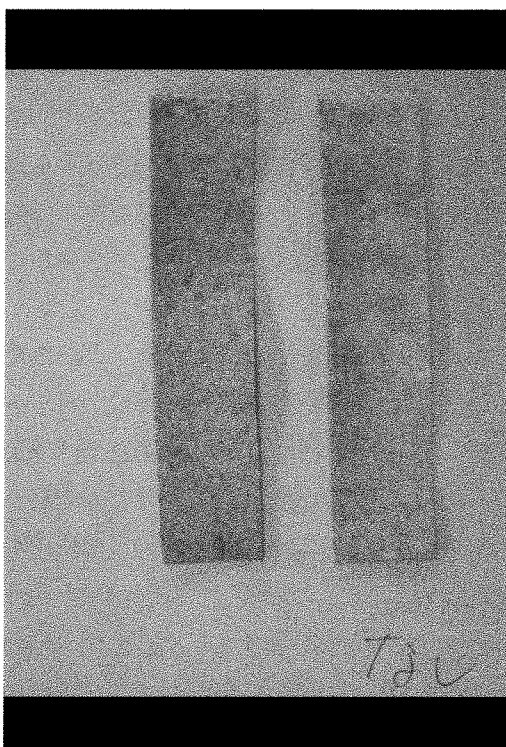


図8 サンコリ検出紙の結果

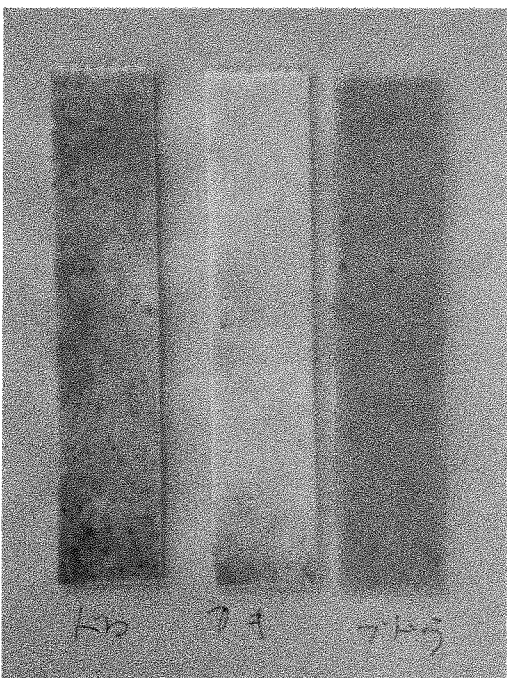


図6 サンコリ検出紙の結果

【実験3】固形石鹼ができた。作成した石鹼は問題なく泡だった。

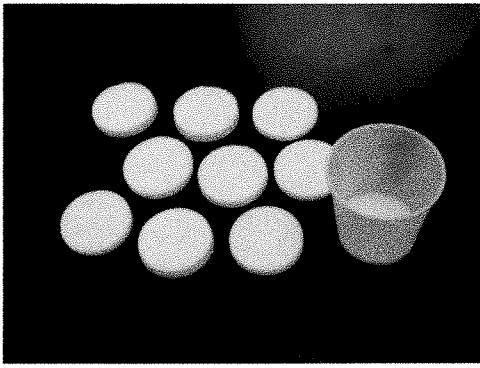


図9 作成した石鹸

4. 考察

【実験1】薄層クロマトグラフィーによる色素の分離の結果より長ナスと丸ナスは同じ紫色の皮をもつが異なる色素成分が検出され、皮の色が異なる長ナスと丸ナスではほとんど同じ色素成分が検出されたので、含まれる色素と皮にみられる色に関係はないと考えられる。この実験②からはナスニンがどの色素成分に由来するのか調べるができなかったため、また異なる実験をする必要がある。

【実験2】サンコリ検出紙の結果より長ナスのへたや白ナスのへた、エダマメの皮、巨峰の皮ではスポット数が1000個以上である一方でおけさ柿の皮では100個以下であったため、実験材料に用いた不可食部のうち、おけさ柿の皮のみが土壌細菌に対する抗菌作用をもつと考えられる。また、柿渋タンニンには種々のウイルス成分を不活性する報告があるため、おけさ柿の皮に含まれるの抗菌作用物質は、ポリフェノールのタンニンだと思われる。

5. まとめ

不可食部のうち、おけさ柿の皮のみが土壌細菌に対する抗菌作用をもつことがわかった。新型コロナウイルスの影響で、抗菌石鹸や抗菌グッズが今まで以上に数多く作られている。柿の皮から抽出される物質も石鹸だけでなく、抗菌マスク入れに応用可能であり、コロナ渦が続く世の中で、もっと役にたつ物質としての製品化が期待できる。

6. 謝辞

新潟南高校の小菅高雄先生をはじめ、多くの方々に協力していただきました。ありがとうございました。

参考文献

- 1) ナスニンの齧蝕原因菌に対する抗菌効果
<https://doi.org/10.11471/shikahazon.53.296>
- 2) 柿渋タンニンが種々のウイルス成分を不活性することを検証
https://www.hiroshima-u.ac.jp/koho_press/press/2012/2012_128 (2022.9.1)

数式で表す雪の結晶

新潟南高校 数学班 金子尚叶

研究背景

雪の結晶には様々な形状があり、形状ごとに分類されている。そんな中、雪の結晶を数式で表し、条件を定義してグラフ化した時に、どのような数式からの共通点があるのか探ることにした。

仮説

雪の結晶には数式から見た共通点があり、その共通点を定義づけていくつかのグループに分類できる。

実験方法

【実験1】雪の結晶を数式で表しグループ分けする
使用するソフト：GRAPES
定義する条件

- 【条件1】xとyの数式で表す。
- 【条件2】なるべく少ない本数の数式で表す。
- 【条件3】なるべくシンブルな式で表す。

複合板状結晶に分類される形状を回転移動や“x”と“y”の絶対値を用いていくつか表した。表した数式から共通点を見つけて共通点に基づいてグループ分けする。

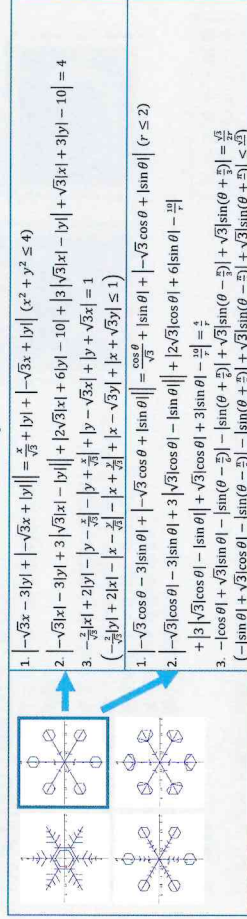
【実験2】極方程式を用いて表す

条件1をxとyの数式から極方程式に変更して実験1で表した数式を極方程式に変えていく。

結果

実験1では、GRAPESで9本までしか数式を使えない中いくつかの結晶を数式で表すことができた。その数式から共通点を見つけて出せず、グループ分けはできなかった。

実験2では、実験1で表した式を極方程式に変えた。シンブルになる式はあったが、より複雑になる式もあり、共通点を見つけることはできなかった。



考察

数式の本数を減らすために絶対値を用いたが、式が複雑になった。実験1では、絶対値の本身がxとyの少し複雑な式になったので極方程式で表してみたところ一部はシンブルになったが、より複雑になった式もあった。この差は原点中心に点対称の図形かそうでないかの違いから生じたものだと考えた。このことから極方程式は原点中心に点対称の図形に対して有効だと考えた。

今後の展望

極方程式で表すほうがよりシンブルになると考えたので、極方程式で表していこうと思う。より複雑になった式に関しては、条件の優先度も変えながら式を一から立て直していこうと思う。

参考文献

雪の結晶図鑑 菊池勝弘・堀川正弘 著

Formularizing Snow Crystals

Niigata Minami High School Naoto Kaneko

Introduction

Snow crystals have many different shapes and are grouped according to their shape. Therefore I researched what the common points between the formulas of different snow crystals are.

Research Questions

1. Are there similarities between the formulas of different snow crystals?
2. Can snow crystals be grouped?

Hypothesis

There are similarities between the formulas of different snow crystals due to snow crystal's shapes depending on the temperature and humidity. This allows snow crystals to be grouped.

Method

Experiment 1 Describe the shape of snow crystals with formulas

Software : GRAPES

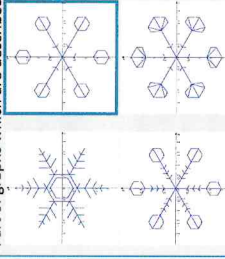
Condition : (1) Express in a formula using x and y
(2) Express with fewer formulas
(3) Express with simpler formulas

Describe the shape of snow crystals, which are grouped into composite plate-type crystals, with formulas by using rotational transfer and the absolute value of “x” and “y”.

Result

Nine formulas can be used in GRAPES at most. Although some shapes of snow crystals could be described with formulas, common points couldn't be found. Therefore these formulas can't be grouped.

Part of graphs which are described.



1. $|-x\sqrt{3} - 3|y| + |-x\sqrt{3} + |y|| = \frac{x}{\sqrt{3}} + |y| + |-x\sqrt{3} + |y|| \quad (x^2 + y^2 \leq 4)$
2. $|-x|\sqrt{3} - 3|y| + 3||x|\sqrt{3} - |y|| + |2|x|\sqrt{3} + 6|y| - 10| + 3||x|\sqrt{3} - |y|| + |x|\sqrt{3} + 3|y| - 10| = 4$
3. $-\frac{2}{\sqrt{3}}|x| + 2|y| - |y - \frac{x}{\sqrt{3}}| - |y + \frac{x}{\sqrt{3}}| + |y - x\sqrt{3}| + |y + x\sqrt{3}| = 1$
 $(-\frac{2}{\sqrt{3}}|y| + 2|x| - |x - \frac{y}{\sqrt{3}}| - |x + \frac{y}{\sqrt{3}}| + |x - y\sqrt{3}| + |x + y\sqrt{3}| \leq 1)$

Discussion

Absolute values were used to express with fewer formulas, but these formulas became complex. Since these formulas were complex, common points between these formulas couldn't be found.

Future Perspective

I want to better understand how I will be able to find common points between formulas, and group snow crystals according to these points. In addition, I will express more snow crystals as formulas.

Reference

An illustrated book of snow crystals by Katsuhiro Kikuchi and Masahiro Kajikawa

強靱なテントを作りたい！

1. 研究背景

新潟南高校 物理 1 班 矢端凌大 魚沼泰稀 佐野蒼太 永井日菜莉

新潟などの雪国では既存のテントを用いると雪に押しつぶされる事例が多い。そこで、私たちは雪の強度の増加や軽量化などの目的で使われるダイヤモンド構造に着目し、それをテントに応用できないかと考えた。最終的には、このテントを災害時や冬キャンプで活用できるものになりたい。

2. 仮説

- ①ダイヤモンド構造の模様であるひし形が細長いほど、強度が高くなる。
- ②ダイヤモンド構造の模様であるひし形の深さが深いほど、強度が高くなる。

3. 実験

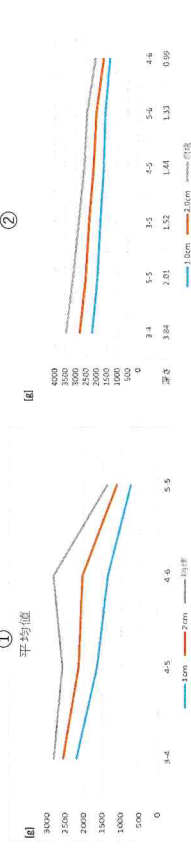
①ダイヤモンド構造の耐久性の実験

1. A4のケント紙でダイヤモンド構造を作る。
2. その上に均等に力が加わるようにおもりを乗せる。
3. テントの上にも何も乗っていない状態から1cm、2cmつぶれるとき、崩壊するときのおもりの重さを記録する。

②ひし形の深さの対照実験

1. 深さの違いが出るように、ひし形の数が異なるダイヤモンド構造のテントを作る。
2. 実験①と同様の実験をした。

4. 結果



5. 考察

- ①・ダイヤモンド構造の模様のひし形の一つ一つが大きいほど、強度が高い。
・テントの形がなだらかなほど、重さに耐えられる。
- ②・ひし形の深さが深いほど、ダイヤモンド構造にかかる重さが水平方向、鉛直方向に分散され、おもりの重さすべてがダイヤモンド構造にかかるわけではないからだと考える。

6. 今後の展望

- ・現段階では強度についての実験しかしていないが、ダイヤモンド構造を応用するとテントを折りたためられ、コンパクト性にも優れるため、このことを追究すればより実用性の高いテントが作られると考える。
- ・横からの衝撃に対するテントの強度が不明瞭なので、実験をしていきたい。
- ・今回使ったダイヤモンド構造のテントとは違った大きさや材料を使ったら、耐久力の変化も考えられる。

7. 参考文献

令和2年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会学校法人立命館 立命館山高等学校
構造の密度の変化による耐久度の変化について
<https://www.fashion-headline.com/article/9070>

Creating a tough tent !

Niigata Minami High School Group SS II Physics 1 Ryodai Yabata, Taiki Uonuma, Sota Sano, Himari Nagai



Figure 1
The diamond—cut shape
is used for a can.

Background

There are some cases where tents are crushed in climates with a large amount of snow, such as Niigata. We want to create a structure that was stronger, so we focused on a diamond-cut pattern and use it to increase the strength of a can while reducing the weight, such as in Figure 1. We want to use this structure to create a tent. If we make a tent using this diamond-cut pattern, we may be able to make it stronger and more compact. Finally, we aim to use these tents during disasters and for winter camping.

Hypothesis

The longer and narrower the diamond-cut pattern, the higher the power to support the weight of the tent.

Method

1. We made four types of tents of sizes in diamond-cut pattern 4×5 (4-5), 4×6 (4-6), 3×4 (3-4), and 5×5 (5-5) by using A4-sized paper and each of them have three samples.
2. We added one marble at a time in succession to each tent.
3. When the tent was decreased in height by 1cm, 2cm, and when it collapsed, we recorded the weight and measured the height.



Figure 2

Result

Figure 3 shows on average, we were able to put. The 4-5 pattern tent was able to hold 1643g, the 3-4 pattern tent 2203g, the 4-6 pattern tent 1343g, the 5-5 pattern tent 730g before they were decreased in height by 1cm. The 4-5 pattern tent was able to hold 2140g, the 3-4 pattern tent 2563g, the 4-6 pattern tent 2043g, the 5-5 pattern tent 1100g before they were decreased in height by 2cm. The 4-5 pattern tent was able to hold 2583g, the 3-4 pattern tent 2807g, the 4-6 pattern tent 2820g, the 5-5 pattern tent 1365g when the structure collapsed.

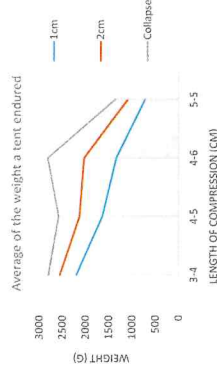


Figure 3

Discussion

- ・The tent with the largest diamond (3-4) had the highest load bearing capacity in 1cm and 2cm situations.
- ・Enough data was not collected to support our hypothesis.

Future Perspective

- ・We can fold the tents small when we use a diamond-cut pattern. Therefore, we aim to use a diamond-cut pattern for carrying tents easily.
- ・It is inconclusive what kind of pattern is best clearly so we want to test further.



無限の彼方へそらいけ Xジャイロ!

～ジャイロの長距離飛行を実現させるために必要な要素と、その関係性は～
新潟南高校 物理2班 田村一樹 小林遼太郎 高野未来 柳本敬喜

研究背景

私たちはXジャイロの飛び方に興味と疑問を抱いた。そこで、どうすればより飛距離を伸ばすことができるか、またどのような要素が必要なのか研究することにした。

実験方法

- ① テープを0回、10回、20回、30回と巻いたXジャイロをそれぞれ40回ずつ投げて飛距離を計測する。
- ② Xジャイロの全体の長さを5cm, 6cm, 7cm, 8cm, 9cm, 10cmと変えて、それぞれを40回ずつ投げて飛距離を計測する。
- ③ Xジャイロの重心、慣性モーメントを計算し、①、②の結果と比較する。



- 【材料】
- ・ペットボトル
 - ・ピンテープ
 - ・画紙
 - ・カッター
 - ・はさみ

◇重心の求め方

$$G = \frac{m(L/2 - 0.95)/M + 0.95}{L} \quad [cm]$$

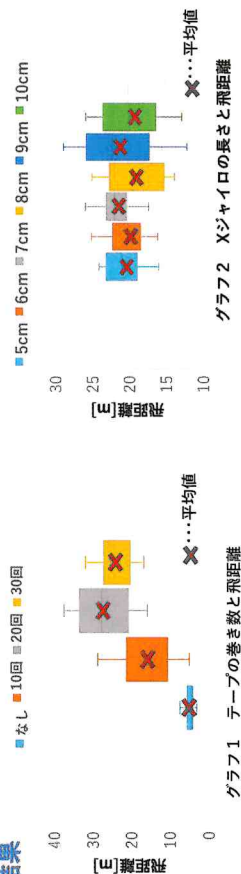
m[g]: テープを巻く前のXジャイロの質量 M[g]: テープを巻いた後のXジャイロの質量

L [cm]: Xジャイロの長さ D [cm]: Xジャイロの外径 d [cm]: Xジャイロの内径

◇慣性モーメントの求め方

$$J = \frac{M(D^2 + d^2)}{8} \quad [kg \cdot m^2 \times 10^{-7}]$$

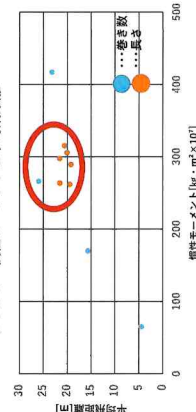
結果



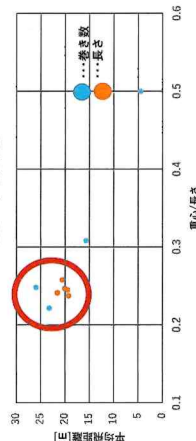
考察

- ◇ テープの巻き数によって、Xジャイロの慣性モーメントと重心の位置が変化する。
- ◇ 慣性モーメントと平均飛距離は比例関係の傾向がある。
- ◇ 重心がXジャイロの中心よりもやや前方にあると、平均飛距離が大きくなる傾向がある。
- ◇ テープの巻き数を増やしたり、慣性モーメントは大きくなることで平均飛距離が小さくなるのではないかと考えられる。

グラフ3 慣性モーメントと平均飛距離



グラフ4 重心と平均飛距離



参考文献

- <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/h30/183154.pdf> 回転円筒体の飛行
- <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/073084.pdf> 回転する円筒はなぜよく飛ぶのか
- <http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es3/07report/014.pdf> Xジャイロの飛行

Flight of an X-zlyo

Niigata Minami High School Ikki Tamura/Mirai Takano/Ryotaro Kobayashi/Kanki Yanamoto

Introduction

'X-zlyo' is a toy which can fly 100 meters or more. Its interesting and unique way of flying intrigued us. We wanted to improve the flying distance of X-zlyo by changing various parameters such as diameter, weight of plastic tape and rate of revolutions.

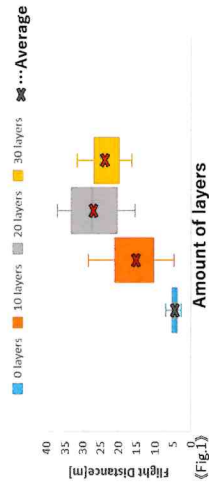
Hypothesis

10 layers of plastic tape around the X-zlyo will give it the optimal flight distance.

Method

We made four types of X-zlyo with 0 layers, 10 layers, 20 layers, and 30 layers of plastic tape. We threw each X-zlyo 40 times. We found the average of the results and compared them.

Result



- The X-zlyo with 20 layers flew the farthest.
- There was a large variation in the flight distance with more than 20 layers.
- The X-zlyo with highest average flight distance had 20 layers.

Discussion

The results showed that an X-zlyo with 20 layers of plastic tape flew the farthest of all (an X-zlyo with 0, 10, or 30 layers). The flying distance of X-zlyo with more than 20 layers started to decrease. We believe the X-zlyo will fly farthest if we wrap between 20 layers and 30 layers, but we need more testing to find it.

Future Perspective

For our next step we will change the length of the X-zlyo but keep the diameter and weight of the tape the same. Also we will examine the relationship between the position of center of gravity of the X-zlyo and its flight distance.

References

- <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/h30/183154.pdf>
- <https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronbunshu/073084.pdf>
- <http://www.takajo-hs.gsn.ed.jp/SSH/es3/07report/014.pdf>

扇いだ風の解析と可視化

新潟南高校 物理3班 阿部大樹 阿部泰知 瀬崎悠 藤井天音

研究背景と目的

日本の多くの人は、夏にうちわや扇子を扇いで涼をとる。より涼しくするために、一生懸命扇ぐが、逆に体が熱くなってしまうこともある。

そこで、扇いだ風がどのように動くのかを風洞を用いて、風速を測定したり、スモークマシンにより可視化したりして、うちわや扇子の速いや風の動きの違いを解析することで、より効率的に涼める扇き方を研究する。

仮説

うちわと扇子では形状の違いから、風速の減速率に差が生まれる。

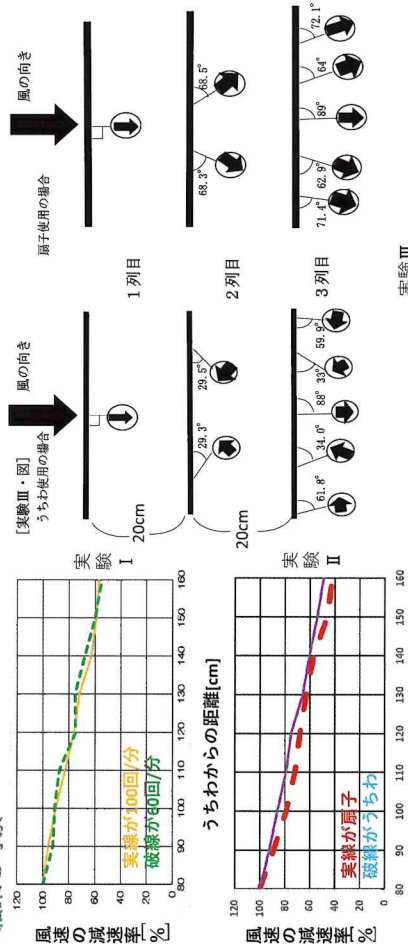
実験内容

【実験Ⅰ】 風速を一定にして、振動数を変化させたときの減速率を計測する

【実験Ⅱ】 振動数と振幅を一定にして、減速率を計測する

【実験Ⅲ】 風の広がりについてピンポン玉を用いた可視化

結果と考察



【実験Ⅰ】 振動数が小さいほうが風洞からの距離が離れたときの減速率が小さかった。これは、風洞内で反射した風同士が相殺されたからである。

【実験Ⅱ】 うちわと扇子の両方において、離れた位置になるほど風速が小さくなっていった。

【実験Ⅲ】 扇子で仰いだ風の際、同心円状に広がっていたが、うちわを用いた際、実験器具の中央に向かって動く場合があった。これは、うちわを扇ぐことで直線方向に風が流れ、空気が低下し、両側から空気が流れたことでピンポン玉が中心部に動いたと考ええる。

今後の課題

風速を一定にする。実験Ⅲにおいて、風速を一定にした際にどのような変化があるのか見る。

Visualization and Analysis of Wind Movement

Niigata Minami High School Physics 3: Abe Taiju, Abe Taichi, Sezaki Yu, Fujii Amane

Research backgrounds

We want to analyze the wind movement of Uchiwa fans by changing the strength of the fan. We want to measure the wind including velocity using a wind tunnel and visualize its direction using a smoke machine to determine how to cool ourselves more effectively.

Hypothesis

1. As you increase the number of fan beats of an Uchiwa fan, the wind speed will decrease.
2. The difference in form between the Uchiwa fan and the Senseu fan will cause the Uchiwa fan to create faster wind.

Due to the difference in shape between the two fans (Uchiwa and Senseu), deceleration rate of wind speed will differ.

Experiment

【Experiment I】

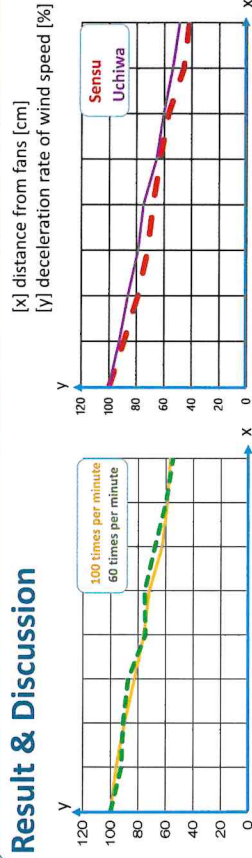
1. Fan an Uchiwa fan 60 times per minute.
2. Measure the wind speed at 10 cm intervals from Uchiwa fan between 60 cm and 160 cm.
3. The wind speed at 60 cm from Uchiwa fan will be the control at 100 %. We will find the deceleration rate compared to this.
4. Change fanning rate into 100 beats per minute, and measure and calculate the percent of wind speed reduction in the same way as step 1~3.

【Experiment II】

- ①. Fan an Uchiwa fan 60 times per minute with an amplitude of 11 cm.
- ②. Measure the wind speed at each position using the same method as in Experiment I.
- ③. Determine the deceleration rate for each position using the same method as in Experiment I.
- ④. Determine the deceleration rate of the Senseu fan using the same method as above.

Also, in Experiment II, we used a smoke machine to fill the wind tunnel with smoke to visualize the wind.

Result & Discussion



In Experiment I, the smaller number of fan beats of an Uchiwa fan caused a lower wind deceleration rate. We think this happened because as the number of fan beats increases, the wind doesn't just move forward, causing a decrease in acceleration.

In Experiment II, there is a tiny difference between the two fans. Also, when we watch the movement of wind by using a smoke machine, the wind created by the Uchiwa fan traveled further from the point of origin, but the wind of Senseu fan spread wide.

Future Perspective

The shape of Senseu fan looks like a mountain and a valley, but we want to test how to make the strongest senseu fan by adjusting the heights of the peaks. We will then analyze the wind movement by using a smoke machine and the face of a mannequin.

ビスマス骸晶の陽極酸化

佐山 運 中川 陸 木村 駿佑 長谷川 絵里

研究背景

ビスマスBiは骸晶と呼ばれる特徴的な形状と色合いを持つ結晶をつくることで知られている。この骸晶の色は表面に形成される酸化被膜に伴う光の干渉により作られ、酸化被膜の厚さにより色合いは変化する。この酸化被膜の厚さを骸晶形成時の温度調整で制御することは難しい。そこで電気分解による陽極酸化により酸化被膜の厚さを変え、その色合いを変化することを試みた。

骸晶とは？

液体状の物質が冷却され結晶になるときに結晶の角や稜の成長速度が面の成長速度よりも大きいため、面の部分の結晶形成が間に合わず面の部分が欠落した特徴的な結晶がつくれる場合がある。これを骸晶という。

実験 1 ビスマスの骸晶形成

本研究で用いたビスマス 骸晶のイメージ図

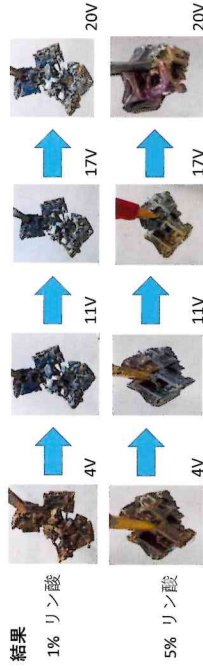


加熱により融解したBi 表面の酸化被膜の除去 冷却後取り出したBiの骸晶

実験 2-1 ビスマス骸晶の陽極酸化

ビスマスの骸晶を陽極として電気分解で骸晶の表面に酸化被膜を形成する。
1. 骸晶形成時に表面にできた酸化被膜を希硫酸(3.0mol/l)で取り除く。
2. 骸晶を陽極、ステンレス板を陰極、電解質溶液としてリン酸を使用して電気分解を行う。
3. リン酸の濃度や電圧を変化させて、それぞれの条件で色の変化を観察する。

結果



実験 2-2 電解質溶液の違いと酸化被膜の安定性

1. 酸性の電解質溶液 (リン酸, 硫酸, シュウ酸) で実験2-1の陽極酸化を行う
2. 塩基性の電解質溶液 (水酸化ナトリウム水溶液) で同様の実験を行う

結果

・酸性の電解質溶液 (リン酸、硫酸、シュウ酸)
→ 形成した酸化被膜は安定せずに陽極酸化終了後に着色した色はすぐに失われてしまう。
特にシュウ酸使用時の劣化速度は大きい。
・塩基性の電解質溶液 (水酸化ナトリウム水溶液)
→ 形成した酸化被膜は安定しており、長時間経過してもあまり劣化は見られない。十分に装飾品として完成度が高いものをつくることのできたと思われる。



まとめ

・陽極酸化により酸化被膜を形成し骸晶の色を規則的に変化させることができた。
・電解質溶液に塩基を使用することにより安定した酸化被膜をつくることのできた。

参考Web

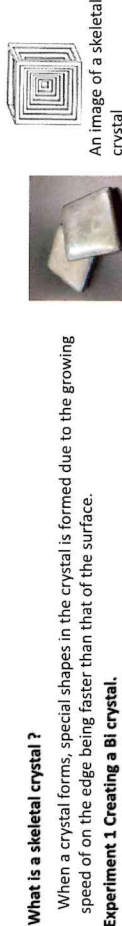
【金属酸化物膜が示す干渉色についての教材開発】 https://d.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10416437_po_ART0010610608.pdf
【ビスマスの独特な形状について】 <https://nsi.hateblo.jp/entry/20161222/1482417797>
【美麗のビスマス結晶づくり】 https://www.miraikougaku.jp/laboratory/pages/191018_02.php

Color Change by Anodic Oxidation of Bismuth Skeletal Crystal

Niigata Minami High School chemistry 2 Ren. Sayama Riku. Nakagawa Shunsuke. Kimura Kairi. Hasegawa

Research Background

Bismuth(Bi) forms special crystals called the skeletal crystal. The surface of the skeletal crystal is covered in the oxide films and determines the various kinds of colors due to the light interference. So, we change the thickness of the oxide films with electrolysis and tried to change the colors of the skeletal crystals.

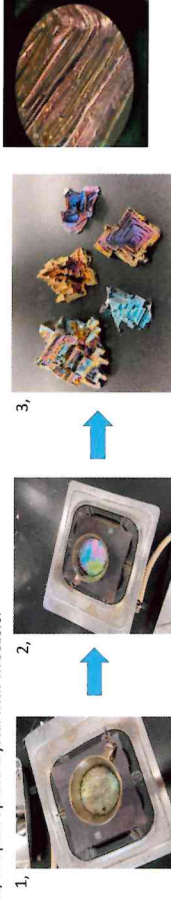


What is a skeletal crystal ?

When a crystal forms, special shapes in the crystal is formed due to the growing speed of on the edge being faster than that of the surface.

Experiment 1 Creating a Bi crystal.

1, We melted Bi at 271 degrees.
2, We removed oxide film by spoons for five minute.
3, We pick up the crystal with tweezers.



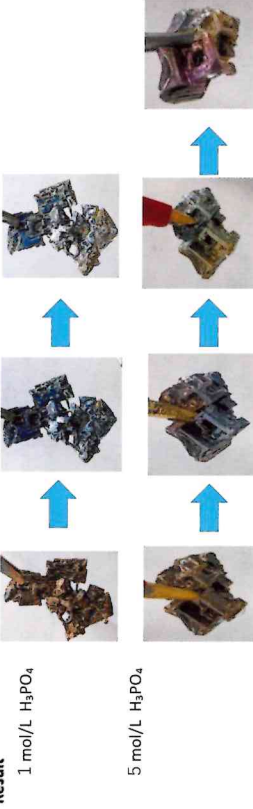
The surface of bismuth skeletal crystal is seen under microscope.

We succeeded in forming skeletal crystals!! However, it is difficult to control the appearance of colors using this method.

Experiment 2 The surface of bismuth skeletal crystal form an oxide film by electrolysis changing the color of a Bi crystal by performing electrolysis with H₃PO₄ at different voltages.

1, The oxide film which forms on surface when a skeletal crystal is formed is removed by using a diluted sulfuric acid.
2, We perform electrolysis with H₃PO₄.
3, We observed color change by changing voltage and concentration of H₃PO₄.

Result



The colors change regularly with different concentrations of H₃PO₄ and different voltages.

Future Prospects

1, We want to test how voltages above 20V effect the color of Bi.
2, We also want to measure the thickness of the oxide films and test the relation between thickness and colors.

高吸水性ポリマーの可能性

化学 3 班

薄田泰成 小林慈治 渡部聖菜 増井理子

研究背景と目的

高吸水性ポリマーは身の回りのものに多く使われている。そこで電池の電解質の代わりに使えないかと考えた。前回の実験ではアルミ電池と同程度の電圧が得られたが電圧が不安定なため、ダニエル電池の仕組みを利用した。

仮説

水酸化ナトリウム水溶液を電解質溶液として吸収させた高吸水性ポリマーは電池に利用できるのではないかと。

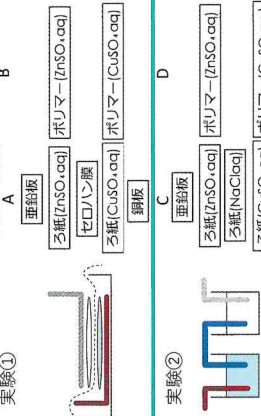
材料と方法

- 前回の実験
- ① 高吸水性ポリマー 0.1g をビーカーに入れ、一方は水 (H₂O) 50ml を吸収させ、もう一方は 0.1mol/L の NaOH 水溶液 50ml を吸収させる。
 - ② 比較として一般的な食塩水 (生理食塩水) は高吸水性ポリマー 5g をビーカーに入れる。
 - ③ これらのビーカーに次の (I)、(II) の組み合わせの電圧を用いて電圧、電流を計測する。
- (I) 正極に Cu、負極に Zn
(II) 正極に Cu、負極に Al (アルミ箔 (酸化被覆無し))



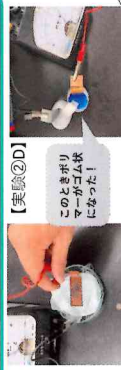
(図 1) 実験装置

今回の実験



(図 2) 実験装置

実験①A



考察

電極にアルミ箔を利用した NaOH 水溶液が電池として利用するのに最も適していた。しかし、マンガン乾電池と比較したときに電圧はほぼ同じだったが、電流がとて少なく電池として利用するには難しいと考えられる。追実験ではダニエル電池のほう電圧が安定することから、実験①では理想の値に近くなり、実験②では多量のポリマーを使ったため流動性を失いゴム状になった。

今後の展望

追実験などから、実用化するためには電圧を高める、ポリマーの電気抵抗を減らす工夫が必要であることが分かった。またゴム状になった理由などポリマーの新たな特徴も調べていきたい。

参考文献

https://www.sanyo-chemical.co.jp/products_info/superabsorbent_polymers
<https://kotobank.jp/word/%E9%83%86%E5%8C%96%E8%A2%A8%E8%86%9C-1996400>

Introduction

Niigata Minami High School Taisei Usuda, Yoshiharu Kobayashi, Rico Masui, Seina Watanabe

Super absorbent polymer(SAP) can be used as an ice pack, in diapers, and more in everyday life. We focused on the properties of SAP, mainly its water absorbability and water retainability. Therefore, we thought that SAP after absorbing an ionic solution, could be used in an electrolyte solution to act as a power source. From prior experiments, we found SAP absorbs basic solutions more effectively than acid solutions. Therefore, we carried out an experiment using basic solutions.

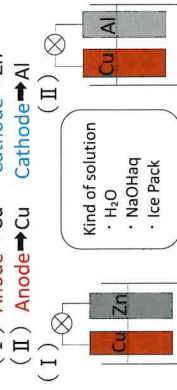
Hypothesis

SAP which has absorbed an NaOH water solution is able to be used as a battery in an electrolyte solution.

Method

- ① We put SAP (0.1g) in two beakers. One contains absorbed H₂O (50ml) and the other contains absorbed NaOH (0.1mol/L, 50ml).
- ② We put an ice pack (main material is SAP) in a beaker (50g) to compare with ①.
- ③ We tested the electric current generation and electric voltage generation using the following electrodes.

(I) Anode → Cu Cathode → Zn
(II) Anode → Cu Cathode → Al



(Fig.1) Experiment device

Discussion

Using a cathode of Al and an NaOH solution created the most electrical current. However, compared with an AAA battery, its voltage was almost the same, but its current was too little to use as a battery.

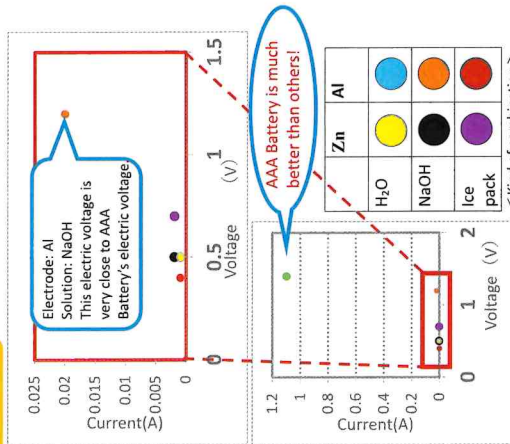
Future Perspective

Under the circumstances, we couldn't find an ideal way to increase the amount of current from a SAP, which is why we want to investigate further of super absorbent polymers.

Reference

https://www.sanyo-chemical.co.jp/products_info/superabsorbent_polymers
<https://kotobank.jp/word/%E9%83%86%E5%8C%96%E8%A2%A8%E8%86%9C-1996400>

Result



(Fig.2) Connection between electric current and electric voltage
(Above) Enlarged view (Below) Overall view

【Anode Cu Cathode Zn】		【Anode Cu Cathode Al】	
	H ₂ O	NaOH	Ice Pack
Current	0.001A	0.002A	0.002A
Voltage	0.5V	0.5V	1.2V

乾燥剤用シリカゲルの可能性

研究背景



シリカゲルの特性

- ・熱することで再利用可能
- ・粉末状のシリカゲルは薄層クロマトグラフィーに使われる

新潟南高校 岩橋朝陽 五十嵐拓夢 神田球ね 小林才花

・吸湿性を上げて再利用するには？
・乾燥剤用のシリカゲルを実験に用いることは可能か？

リサーチエッセンス

1. 市販の粒状シリカゲルを粉末状にすることで吸湿性能を上げることが可能か
2. 乾燥剤用のシリカゲルを用いて、薄層クロマトグラフィーを作成し、試料成分の分離をおこなうことは可能か
3. シリカゲルから水ガラスの生成は可能か

写真①

僕、また捨てられちゃうの・・・？

仮説

1. シリカゲルを粉末状にすることで表面積が大きくなり、吸湿性能が上がる。
2. 乾燥剤用シリカゲルを粉末にして用いても、市販の薄層クロマトグラフィーと同等の分離性能を示す。
3. 正確な分量を調整し、反応する条件を満たせば水ガラスが生成できる

実験方法

実験1. 乾燥剤用シリカゲルの粉碎と吸湿性の確認

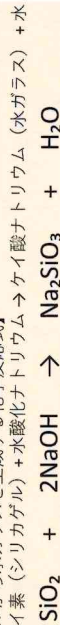
- ① ベンチと乳鉢を使って、シリカゲルを粉末にする。
- ② オーブンで粒状及び粉末状のシリカゲルを加熱（150℃で60分間）して水分を飛ばす。
- ③ 同質量の粒状と粉末状のシリカゲルをそれぞれ衣鉢ケースに入れ、吸湿性を比較する。

実験2. 薄層クロマトグラフィー(TLC)の作成と分離

- ① 乾燥剤用シリカゲルを粉末状になるまですり潰す。
- ② 粉末状にしたシリカゲルにでんぷんを1～10% (w/w)まで1%ごとに加え、少量の水に混ぜる。
- ③ ②をガラス板にビペットで均一になるように乗せ、そのガラス板を自然乾燥させることでシリカゲルをガラス板に付着させ薄層クロマトグラフィーを作る。
- ④ 試料をキャピラリーを用いてTLCに吸着させる。
- ⑤ シロソメクサを溶解（アセトン：石油エーテル=2：8）で展開する。
- ⑥ 市販の薄層クロマトグラフィー（TLC）を用いて、自作のものと比較する。

実験3. シリカゲルから水ガラスの生成

【シリカゲルから水ガラスを生成する化学反応式】



- ① 乾燥剤用シリカゲルを粉末状になるまですり潰す。
- ② ①30g、固体の水酸化ナトリウム40gを少量の水と加熱しながら混ぜる。
- ③ 数日間経過観察する。

結果/今後の展望

結果1

どちらも温度が大きくなり下がったが、粒状と粉末状に大きな違いは見られなかった。

結果2

でんぷんを8%加えたとき、最も市販のものに近いTLCを作成することができた。写真②で示すように、試料を分離することができたが、市販のものに比べ、分離性能や耐久性が劣った。

実験3

反応後、濁った薄灰色の粘性の強い液体が生成していた。さらに二日間放置すると硬い固体へと変化した。

空気との接触面積が吸湿性能に影響を及ぼすのが調べたい。

今までの実験では粒の大きさを揃えることができてはいるが、市販のTLCとの粒の大きさを比較しTLCの性能との関係性を調べたい。また、他にも性能に影響を及ぼすものがないか検討していきたい。

水ガラスを作ることではできなかったが透明にはできなかった正確な原因と、透明な水ガラスにする方法を探し最終的にはガラスの置物などを作りたい。

Possibility of Silica Gel as a Desiccant

Niigata Minami high school: Asahi Iwahashi/Takumu Ikarashi/Saika Kobayashi/Tamane Kanda

Introduction



We usually discard silica gel.

We found these contents

- ・ The silica gel can be used repeatedly by heating.
- ・ Powdered silica gel is used for Thin Layer Chromatography (TLC).



We began to study whether the silica gel as a desiccant can be substituted for the silica gel used for TLC.

Research question

- ① Is it possible to increase the hygroscopic (= absorption of moisture) performance in silica gel desiccant by grinding it into a powder?
- ② Is it possible to do thin layer chromatography with the silica gel desiccant and to use it for separating sample components?

Hypothesis

1. By powdering silica gel, the surface area increases and hygroscopicity will increase.
2. TLC using the test silica gel powder and the commercial TLC will have the same levels of performance.

Method

1. Hygroscopicity of Powdered VS Granular silica gel (Picture①)

- ① Grind the silica gel to a fine powder with pliers, mortar and pestle.
- ② Heat powder and granular silica gel in the oven at 150℃ for 60minutes.
- ③ Compare the hygroscopicity of powder and granular silica gel in plastic container.

2. Thin-layer chromatography (TLC) and its efficacy using silica gel desiccant separation (Picture②,③)

- ① Grind the silica gel to a fine powder with pliers, mortars and pestle.
- ② Add starch to silica gel powder at 1% increments up to 10% percent concentration and mix with 10ml water.
- ③ Rub the above solution on a glass plate uniformly with a pipette and let it air dry (with this method, silica gel sticks to thin glass plate).
- ④ Put sample on TLC using the capillary tube.
- ⑤ Use *Trifolium repens* as a test subject for the efficacy of TLC using acetone: petroleum ether (2:8) as the solvent.
- ⑥ Compare commercial TLC and self-made TLC.

Result

1. In both cases, the humidity had dropped significantly.
Granular silica gel decreased the humidity by 13% and Powdered silica gel decreased the humidity by 10%. However, there was almost no difference in performance when absorbing moisture from the air between powder and granular silica gel.
2. TLC using silica gel desiccant with 8% starch added was similar to the commercial TLC. As shown in the Picture②, self-made TLC could separate the components of the sample. However, its separation performance and durability was less than commercial TLC.

Discussion/Conclusion

1. The result of Experiment1 does not support our hypothesis.
2. The result of Experiment2 supports half of our hypothesis.

Does the surface area of silica gel which contacts with air affect this result?

→ We want to study whether the hygroscopicity is related to surface area.

The grain size of powder silica gel is bigger than commercial silica gel used for TLC.

→ We plan to measure and compare the grain size of our powder silica gel and commercial powder.



Picture①



Picture② : When separated components using self made TLC.



Picture③ : When separated components using commercial TLC.

砂浜に眠るマイクロプラスチックin関屋浜

新潟南高校 生物1班 小林心咲 山本諒一 清水颯月 吉田涼真

研究背景と目的

家庭科の授業でマイクロプラスチックの問題について学び、それについて興味を持った。そこで関屋浜で実際にどのくらいのマイクロプラスチックが砂浜に含まれているかを調査した。

仮説

関屋浜で表層の砂を4mmのふるにかけて、残ったもののうち10%がプラスチックであるといえる。

実験方法

【実験1】1㎡の枠を用いてその表層の砂を4mmのふるにかけて、ふるいに残ったものを採集する。これを波打ち際から、5mと15mの場所まで海岸に沿って10m間隔で100か所行った。

【実験2】採集したもののから木や目録を取り除き、プラスチックらしきものを比重1.05の食塩水に入れ、浮いたものと沈んだものに分別した。

【実験3】浮いたものを採集して、それらがプラスチックかどうかを確認するためにガスバーナーで加熱した。

【実験4】ガラス皿が入った水槽に、細かく砕いたプラスチックを入れて吸い込むかどうかを観察した。

結果

実験1 ふるいに残ったものの重さ

①	②	③	④
332.97g	72.48g	125.81g	129.02g

実験2 比重1.05食塩水に浮いたものの重さ

①	②	③	④
7.742g	10.535g	5.638g	4.259g



図2 食塩水に浮いたプラスチック



図3 ガスバーナーで加熱したプラスチック
まとめ
採集物全体に占めるプラスチックの割合は4.3%であった。

実験4

えらでマイクロプラスチックを確認することはできたが、ほとんどが排出されておおり、AとBでの吸収量の違いは見られなかった。

考察

この調査の結果から今回の調査地におけるプラスチックの量は、0.3g/㎡となる。
この食塩水に沈んだものは加熱しても溶けなかったもので、比重1.05という値はプラスチックかどうかを区別する方法として有効であるといえる。また、実験4の結果から貝はプラスチックを判別し、排出できることが分かった。

今後の展望

調査した場所によるプラスチックの量の差はどのような要因によるものかを調べる。
回収したプラスチックがどのような種類のものなのかを調べる。今回扱ったプラスチックでは貝が排出できることが分かったが、より小さいプラスチックではどうなるかを調べてみたい。また、貝だけではなく魚などほかの生き物ではどうなるかを調べたい。

Plastic Substrate in the Beach Sand at Sekiya Beach

Niigata Minami High School Biology | Misaki Kobayashi, Ryochi Yamamoto, Ururu Shimizu, Ryoma Yoshida

Background and Purpose

We studied about microplastic pollution in home economics class, increasing our interest in it. So, we researched how much microplastic are polluting sekiya beach in Niigata city, Japan.

Method

We collected sand from test sites where left from 5m and 15m from seashore. Each test site was 10m apart. We divided each site into 1m² squares. We sifted these using a 4mm sieve. Each test site was divided into 24 areas. We removed wood and sea shells from our sample and we put the remainder in saline. Then, we sorted what floated from sunk. We collected the floating substance and heated them over a gas burner(1400~1500°C) to judge whether they are plastics.

Result

① weight of substance left in the sieve by location

A	B	C	D
332.97g	72.48g	125.81g	129.02g

② weight of floating substances at a specific gravity of 1.05 saline

A	B	C	D
7.742g	10.535g	5.638g	4.259g

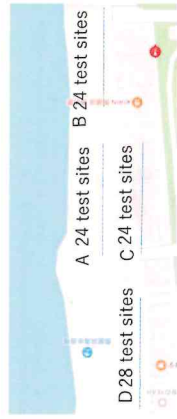


Figure2
Plastic which floated in the saline



Figure3
Plastic melted by gas burner

Figure1 area where we researched in sekiya beach
We researched around four area drawn a line on a map.



Discussion

The plastic which sunk in the saline did not melt when heated. So, specific gravity of 1.05 is a good way to judge whether a substance is plastic or not.

Percentage

Rate of how much plastic occupies the whole collection is 4.3%

Future Perspective

We will research why the amount of plastic varied by the distance from the waterline as well as the type of plastic found.

低周波音が与えるスズメバチへの影響

研究背景

新潟南高校 生物2班 亀山 勝利 高橋 遼 廣野 夏光 源甲斐 絢香



スズメバチ類に低周波を聞かせると嫌がるそぶりを見せる動画を見て、疑問をもち調べた。スズメバチは振動により音を感じることや、天敵のオニヤンマの羽音が低周波音だと分かりこれらは関連があると考えた。

リサーチリサーチクエスチョン

- ・スズメバチは本当に低周波音を嫌がるのか？
- ・スズメバチは低周波音をなぜ嫌がるのか？

仮説

図1 ケージ内で営巣するスズメバチ
スズメバチ類は低周波音を自身の天敵であるオニヤンマの羽音に感じて興奮・警戒している。

実験方法

- ①自作した装置(図2)でオニヤンマの羽音を計測する。
(スマートフォンアプリ「sonic tools SVM」を使用)
- ②室内専用ケージ内で営巣・飼育中のコガタスズメバチに、オニヤンマの羽音やオニヤンマの羽音と同じ周波数の音を聞かせる。
- ③コガタスズメバチの体表温度を放射温度計で計測する。

結果

①オニヤンマと同じ周波数(40Hz)をケージ内のコガタスズメバチに聞かせたところ、平常時に比べて、外気温(25℃)とコガタスズメバチの体表温度の差が小さくなった。
特に、頭部…平常時より著しく上昇。
・胸部…平常時よりやや上昇。

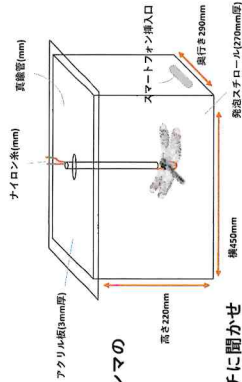


図2 羽音を計測する装置
昆虫の前翅と後翅の間に固定し、昆虫の左側のスマートフォン挿入口から一定の距離で昆虫の羽音を計測する。

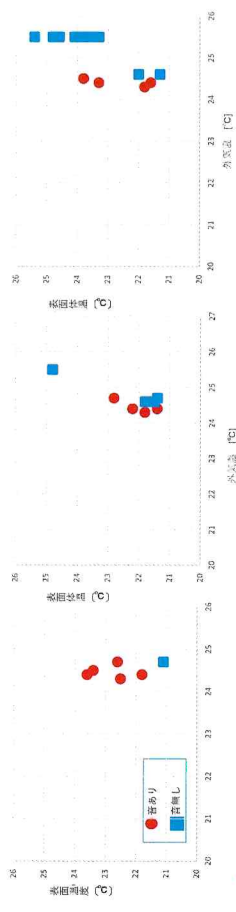


図3-a 頭部の表面温度

図3-b 胸部の表面温度

図3-c 腹部の表面温度

考察

低周波音を聞かせたことにより、頭部、胸部の体温が上昇したことから、コガタスズメバチは興奮状態に陥っていると考えられる。

今後の展望

- ①今後、試したいと考えている新たな仮説。
オニヤンマの羽音に似せた低周波音を聞かせると、コガタスズメバチはどう反応するのか。
- ②オニヤンマの羽音に似せた低周波音を聞かせると、コガタスズメバチは平衡感覚を失うのではないか。

参考文献

・Houzan02MusicArt. (2009). 「スズメバチと低周波音」. <https://38qa.net/~26262>. 2021年11月2日

The Relationships between Wasps' Predator and Low Frequency Sound

Niigata Minami High School Katsutoshi Kameyama Ryo Takahashi Natsumi Hirono Ayane Genkai



Figure 1. vespa's building a nest

Introduction

We watched the video called "An experiment to let *Vespa analis* hear low frequency sound". These seemed to dislike the low frequency sound. *Anotagaster sibiridis* creates a low frequency sound when flapping its wings. We think this is related to the predator-prey relationship between anotagaster and vespa's behavior.

Hypothesis

As the sound frequency which we made using application approaches the sound frequency of the anotogasters wings, the vespa's body temperature will increase.

Method

1. Catch anotogasters at the ground which has lots of trees and rivers.
2. Attach an anotogaster on a brass tube by a nylon thread as shown in figure2.
3. Measure the sound frequency of the flapping wing of an anotogaster, using a software application called "Sonic Tools."
4. Play the same sound frequency as measured in step 3 for waspas, using "Sonic Tools."
5. Measure the body surface temperature of waspas with an emission thermometer. Measure it separately for head, thorax, and abdomen.
6. Group together those results.

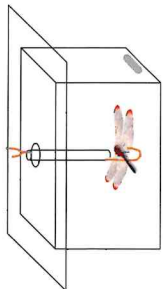
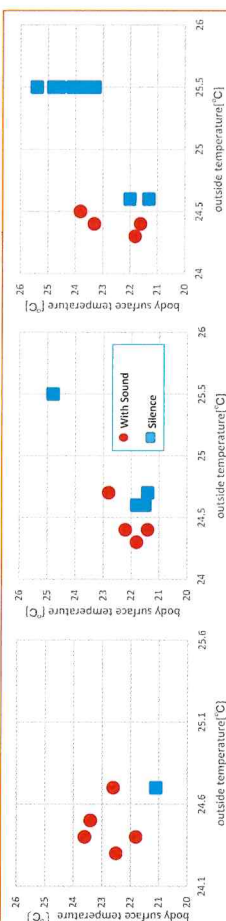


Figure 2. the recording device of anotogaster's wing flapping sound

- ・Styrofoam (20x40x20)
 - ・nylon thread
 - ・brass tube
 - ・small hole
- (These materials are not made by us.)

Result



Graph 3-a body surface temperature of head outside temperature(°C)
Graph 3-b body surface temperature of thorax outside temperature(°C)
Graph 3-c body surface temperature of abdomen outside temperature(°C)
Let waspas hear the frequency sound(40Hz). →Compared to the control, the difference between outside temperature (25°C) and body surface temperature of waspas were reduced.

Discussion

Because body surface temperature of vespa's head and thorax increase by letting hear the low frequency sounds, waspas get excited.

Future Perspective

To confirm that vespa's body surface temperature of head increases when they get excited, we'll let waspas be excited and measure body surface of each body part. The waspas can be nervous or excited by seeing objects, so we plan to measure thorax body surface temperature when they see anotogasters. Also, we'll test two other hypotheses. First, as the sound frequency approaches the sound frequency of the anotogaster's wings, the waspas will flutter. Second, as the sound frequency approaches the sound frequency of the anotogaster's wings, vespas will lose sense of balance.

References

Houzan02MusicArt.(2009)

不可食部の有効利用法

新潟南高校 生物3班 小林 永果 小林 遥希 白石 咲大 横田 尚樹

実験材料: ナス(長ナス、丸ナス)、カキ(おけぎ柿)、ブドウ(巨峰)、枝豆、ナン(新高): 全て新潟県産

実験① 土壌細菌に対する抗菌作用の検証
サンコリ細菌抽出液(一般細菌用)で、細菌数の比較を行った。

結果①
柿の皮には、明らかに抗菌作用が見られたが、他の不可食部からは抗菌作用が見られなかった。

表1 サンコリ細菌抽出液の結果(スポット数が細菌の数に対応)

サンプル	コントロール	泥	長ナスへた	長ナス皮	白ナスへた	白ナス皮	エダマメ皮	巨峰の皮	おけぎ柿の皮
スポット数	0							1000~	~100

実験② 薄層クロマトグラフィー(TLC)による色素の分離

抽出液にジエチルエーテルを、展開液に石油エーテル:アセトン = 7:3の混合液を用いてTLCを行い、Rf値を求めた。

結果②

紫色のナスでも長ナスと丸ナスのへたでは、違う色素成分が検出された。長ナスと丸ナスのへたを比較すると、ほぼ同じ色素成分が検出された。

表2 Rf値の結果

スポット	三葉草	長ナスへた	長ナス皮	丸ナスへた	丸ナス皮	白ナスへた	白ナス皮	エダマメ皮	ブドウの皮	カキの皮
色	Rf値	色	Rf値	色	Rf値	色	Rf値	色	Rf値	色
1番目	黄	0.31	黄	0.64	黄	0.65	黄	0.78	黄	0.63
2番目	黄	0.56	黄	0.88	黄	0.72	黄	0.84	黄	0.76
3番目	黄	0.70	黄	0.96	黄	0.78	黄	0.91	黄	0.92
4番目	黄	0.80	黄	0.72	黄	0.94	黄	0.97	黄	0.89
5番目	黄	0.86	黄	0.72	黄	0.83	黄	0.89	黄	0.89
6番目	黄	0.93	黄	0.96	黄	0.96	黄	0.96	黄	0.96

追実験 オリジナル抗菌石鹸の作成

必要なもの

オリーブオイル 148g

精製水 52g

苛性ソーダ 17g

柿の皮の抽出液 10g

紙コップ たくさん

手順

1. 苛性ソーダに水を入れて完全に反応するまでかき混ぜ、(熱くなるので)40度まで冷ます
2. オリーブオイルを40度まで湯煎で温める
3. 2つを合わせ、酸化するまで湯煎しながら混ぜる
4. 紙コップに入れ、固まるまで待つ(1か月程度)

結果

泡立った。色も匂いもあまりなかった。ので、幅広い製品に応用することができるとは思えない。

写真3 オリジナル抗菌石鹸

考察と今後の展望

柿の皮に抗菌作用がみられるため、石鹸以外にもマスクケースなどの実用的なものに加工できると思われる。

参考文献

ナスの抗菌作用に対する効果 https://doi.org/10.11471/shikahozon.53.296
柿の抗菌作用に対する効果 https://www.hiroshima-u.ac.jp/koho.press/press/2012/2012.128

MOTTAINAI in Niigata

~Effective use of inedible parts of plants~

Niigata Minami High School
Kobayashi Towan,
Kobayashi Haruki,
Shirai Akihiro,
Yokota Naoki

Background and purpose

SDG goal 12

Reduce food loss



Figure 1 Mitsuri eggplant in Niigata (https://yohoo.jp/aj/6g Z)

Inedible parts

Are there any effective use of fruits and vegetables (inedible parts) in Niigata?



Figure 2 Popular products of Niigata

Hypothesis: Antibacterial substances exist in the inedible parts of the plants

Material: Long eggplant, Round eggplant, White eggplant, Okesa persimmon, Grape (Kyohou), Young soybean pods, Pear (Nittaka): All from Niigata

Experiment ① Pigment separation by Thin Layer Chromatography (TLC)

We did TLC with Diethyl ether as an extraction liquid and "Petroleum ether: Acetone=7:3" as a developing liquid and then we calculated the rate of flow.



Figure 3 TLC plate

Result①
Different pigment components were detected in the stem of the long eggplant and the round eggplant. Almost similar pigments were detected while comparing the stem of long eggplant with the stem of white eggplant.

Table1: The result of Rf value

Arenaria indica Wild (Mugwort)			Solunum Melongena Stem (Long Eggplant)			Solunum Melongena Stem (Round Eggplant)			Solunum Melongena Stem (White Eggplant)		
Spots (from the bottom)	color	Rf value	color	Rf value	color	color	Rf value	color	color	Rf value	color
First	light olive	0.31	yellow	0.83	light olive	light olive	0.50	yellow	yellow	0.66	yellow
Second	green	0.56	olive	0.88	deep olive	deep olive	0.60	yellow	yellow	0.71	yellow
Third	yellow	0.7	green	0.96	green	green	0.7	yellow	yellow	0.79	yellow
Fourth	deep olive	0.8			yellow	yellow	0.72	yellow	yellow	0.83	yellow
Fifth	green	0.86						olive	olive	0.89	olive
Sixth	yellow	0.93						green	green	0.96	green

Experiment ② Verification of antibacterial action against soil bacteria

We compared the number of cells using SUNCOLI bacteria detection paper (For general bacteria).

Result ②

In the peel of a Persimmon, we were able to observe antibacterial action. In other inedible parts, we did not observe any antibacterial action. Table2: The result of SUNCOLI bacteria detection paper (The number of spots corresponds to the number of bacteria)

Control	Mud	Long Eggplant Stem	Long Eggplant Peels	White Eggplant Stem	White Eggplant Peels	Young Soybean Pods Peels	Grape Peels	Okesa Persimmon Peels
Spots	0							10~100

Discussion and Future Perspective

Okesa persimmon peel includes antioxidants such as Tannin of polyphenol which is a component of astringent persimmon. In the future, we plan to study effective utilization of antioxidants using the extract of persimmon peel to develop antibacterial products, such as unique antibacterial soap etc.

References
https://doi.org/10.11471/shikahozon.53.296, https://www.hiroshima-u.ac.jp/koho.press/press/2012/2012.128

