

2021年度（令和3年度）

理数科課題研究論文集

徳島県立富岡西高等学校

目次

- 1 丈夫なパスタ橋の構造を探ろう・・・・・・・・・・・・・・・・・・01
柿本 さくら 木本 静香 柳本 紗良
- 2 キャップ投げの回転数と気流の関係・・・・・・・・・・・・・・・・03
久米 健太 高木 俊宗 武田 龍一 西山 拓歩
- 3 マルコーニの実験を現代に再現する・・・・・・・・・・・・・・・・05
石川 凜空 柿本 歩紀 北島 拓光
- 4 コリオリの力と渦の関係を探る・・・・・・・・・・・・・・・・・・07
橋本 光 松村 琢磨 水早 楓 水早 柊
- 5 血と化学発光・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・09
角元 伸輔 形部 初芽 久米 慶太郎
- 6 藍色の花火を作ろう！？・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
芦谷 勇雅 稲井 茉咲 尾崎 由 二宮 嵩将
- 7 溶質の種類と洗剤の泡立ちの違いについて・・・・・・・・・・13
加美 福也 倉野 浩輔 栗田 空舞 藤田 康佑
- 8 きれいに墨を落とすものは・・・・・・・・・・・・・・・・・・15
喜田 彩音 藤目 優花 山川 紗季
- 9 柚香（ゆこう）の美容成分配合！お肌ツルツル化粧水！！・・・・17
姥木 結衣 仁木 愛菜 林 怜花 大和 美月
- 10 微生物電池の発電量を増やすには・・・・・・・・・・・・・・・・19
岩佐 柊汰 條辺 陽太
- 11 コケペンキの成長・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・21
豊川 寧久 日高 愛実
- 12 カビを防ぐ身近な食材の研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
香川 董 笠井 音路 岨 優花 増井 楓華

丈夫なパスタ橋の構造を探ろう

柿本 さくら 木本 静香 柳本 紗良

1. 研究の目的

パスタを組み合わせた部材の中でより強い構造を研究すること。パスタ橋がどのような構造のとき、より鉛直方向への力を発散しやすく、強度が大きいのかを研究すること。なぜ町にはトラス構造の橋が多いのかを調べること。

2. 仮説

トラス構造のパスタ橋は最も強度が大きい。

3. 研究方法

3-1. 準備物

・パスタ (1.6mm) ・ グルーガン ・ 割りばし ・ 電子ばかり ・ おもり(1円玉) ・ おもりを入れる袋

3-2. 実験方法

- (1)パスタをグルーガンで接着し様々な構造のパスタ橋を作成する。
- (2)机に橋を架ける。(机の幅は統一している)
- (3)橋が壊れるまで橋の中央につるしたおもり袋におもりを加えていく。
- (4)壊れた時点での重さをはかる。
- (5)橋の構造を変えて(1)から(4)を繰り返す。



図1：実験方法

3-3. 実験の条件

- ・実験①では接着剤の量は統一していないが、実験②では統一した。
- ・数値にはつるした袋や割りばしの重さも含む。
- ・数値はパスタ橋が完全に折れたときに測定した。
- ・おもりを追加してから次のおもりを加えるまでの時間は一定ではない。
- ・パスタ橋の重さは8.4グラムに統一した。

3-4. 実験①

筋交いの本数を変えて、耐えられる重さをそれぞれ計測し表1に結果を示した。筋交いの本数は2本・4本・6本に設定した。(図2)

	1回目	2回目	3回目	平均
基礎	59.6g	75.6g	62.6g	65.9g
①	273.0g	347.4g	317.4g	312.6g
②	280.4g	331.8g	303.0g	304.9g
③	261.6g	290.6g	441.8g	331.3g

表1：筋交いの本数と耐えられる重さの関係

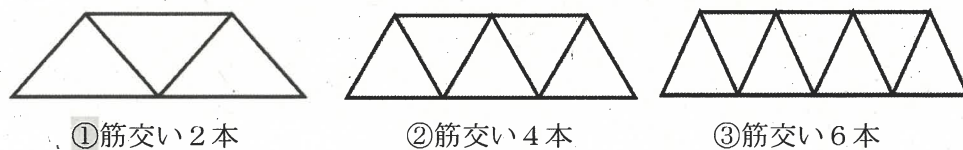


図2：パスタ橋の構造

3-5. 実験②

筋交いがある橋とない橋とで耐えられる重さをそれぞれ計測した。また、筋交いの有無と橋の強度との関係調べた。結果を表2に示した。

	1回目	2回目	3回目	4回目	平均
④	394.0g	375.6g	382.0g	388.0g	384.9g
⑤	373.4g	369.6g	387.2g	356.3g	371.6g

表2：筋交いの有無と耐えられる重さの関係



図3：筋交いの有無によるパスタ橋の構造

4. 考察

実験①の結果から、筋交いが多くなるほど強度が増すことがわかる。パスタは横に引っ張る力には強いと考えられる。

実験②より、構造④の橋がより大きな重力に耐えた理由は、構造④の橋が重力を2力に分解して重力を分散させているからだと考えられる。また、三角形は辺の長さが決まると形が変わらないが、構造⑤の橋の構造にある四角形は辺の長さが決まっても平行四辺形やひし形に形が変わり、ねじれが発生する。そのため、構造④の橋がより大きい重力に耐えたと考えられる。



図4：筋交いの有無によるパスタ橋にかかる重力の影響

5. 結論

トラス構造は、重力を2力に分解する能力がある。トラス構造に取り入れられている三角形構造は、辺の長さが決まると変形しないため、強度が大きい。四角形構造の場合は、平行四辺形やひし形に変形するため、ねじれが発生し、強度が小さくなる。

6. 参考文献

数研出版 物理基礎

7. その他

今回の実験では、橋に対して鉛直下向きに加わる力しか実験できなかった。本来なら、橋には水平方向やねじれの方向にも力が加わるので、そのすべての力について調べてみたい。おそらくその力に耐えられるのはトラス構造の橋だと考えられる。

キャップ投げの回転数と気流の関係

久米 健太 高木 俊宗 武田 龍一 西山 拓歩

1. キャップ投げとは？

キャップ投げとはキャップを工夫して投げるスポーツである。京都大学と横浜国立大学にも同好会がある。

2. 動機

私たちはキャップを握って投げるよりも指で押し出して投げるほうが遠くに投げられることと回転数が多いことに気づきなせそのようになるのか疑問に思い研究しようと思った。

3. 仮説

球種は速度、キャップの回転数（角速度）、投射時の角度、周りの気流の状態によって決まると考えた。現在までにそれを測定する方法を模索した。

4. 実験1

距離を6mで固定し、速度と回転数を手投げしたもの、キャップシューターのゴムの数を1, 2, 3個の時を比較した。

5. 用意するもの

キャップシューター、計測用キャップ、高性能カメラ、Speed star V（スピードガン）



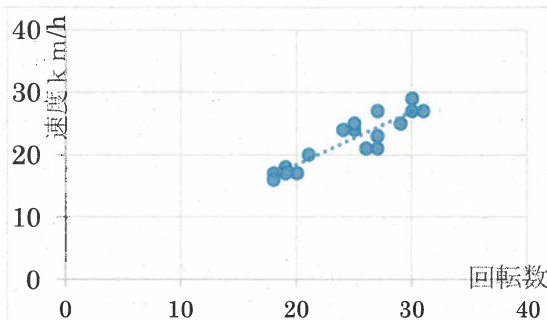
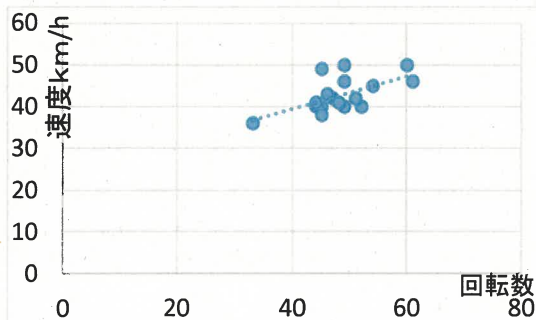
6. 実験方法

- ①：キャップシューターを固定する。
- ②：キャップをセットする。
- ③：一定の位置までトリガーを引き、放つ。
- ④：カメラで録画したのを見て回転数を調べる。

7. 結果

(手投げ) キャップの回転数 $n=48$

(キャップシューター使用) キャップの回転数 $n=24.7$



8. 実験2

実験1の結果から飛び方の違いは、キャップ周辺にカルマン渦が発生しているのが原因だと考えた。キャップが回転しているときとしていないときの気流を比較した。

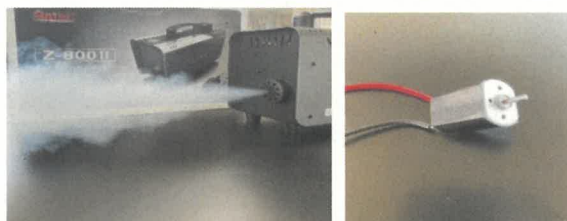
9. カルマン渦とは

流体の中に障害物を置いたとき、または流れの中で個体を動かしたときにその後方にできる渦の列のことを言う。渦は励振力を持つので、流れ場の中に置いた物質は振動する。(下図)



10. 用意するもの

- ①スモークマシン Z-800 II
- ②モーター
- ③キャップ (穴あき)



11. 実験方法

- ①: 穴が開いているキャップと開いていないキャップを用意する。
- ②: スモークマシンを使い段ボール箱の中に煙を入れる。
- ③: 穴が開いていないキャップは机の上に置いて煙に通す。
- ④: 穴が開いているキャップは机と机の間でモーターで回し煙に通す。
- ⑤: カルマン渦が発生しているか見る。

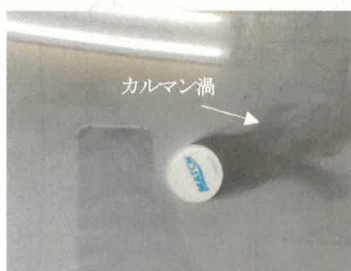
12. 結果

キャップが回転していないときにはカルマン渦が発生しているが、キャップが回転しているときはカルマン渦は発生していない。

13. 考察

- ・回転数が多いときと少ない時を比較すると、回転数が多いときはカルマン渦が発生せず、気流が安定し、スピードが速くなることが分かった。
- ・キャップを手で投げている時はキャップは回転し、カルマン渦が発生しておらず、気流が安定しているので空気抵抗が少なくなり、まっすぐ遠く飛ぶと考えられる。
- ・今後、キャップの回転数とカルマン渦のでき方についての数値データを測定し法則を導き出したい。

キャップが回転しているとき



回転していないとき



マルコーニの実験を現代に再現する

石川 凜空 柿本 歩紀 北島 拓光

1. 研究の背景と目的と仮説

私たちの使用する携帯電話などの機器はマルコーニ（1874-1937 イタリア）の実験が大きく関係していると知り、その実験を私たちの可能な範囲で再現する。

鉄板を高電圧装置の背後に配置したときのほうが電磁波の飛距離が伸びる。高電圧装置の前に配置したときは、鉄板の障害を受けて電磁波の飛距離は短くなる。アンテナは長ければ長いほど電磁波の飛距離は長くなると仮説を立てて、実験を行った。

2. 方法

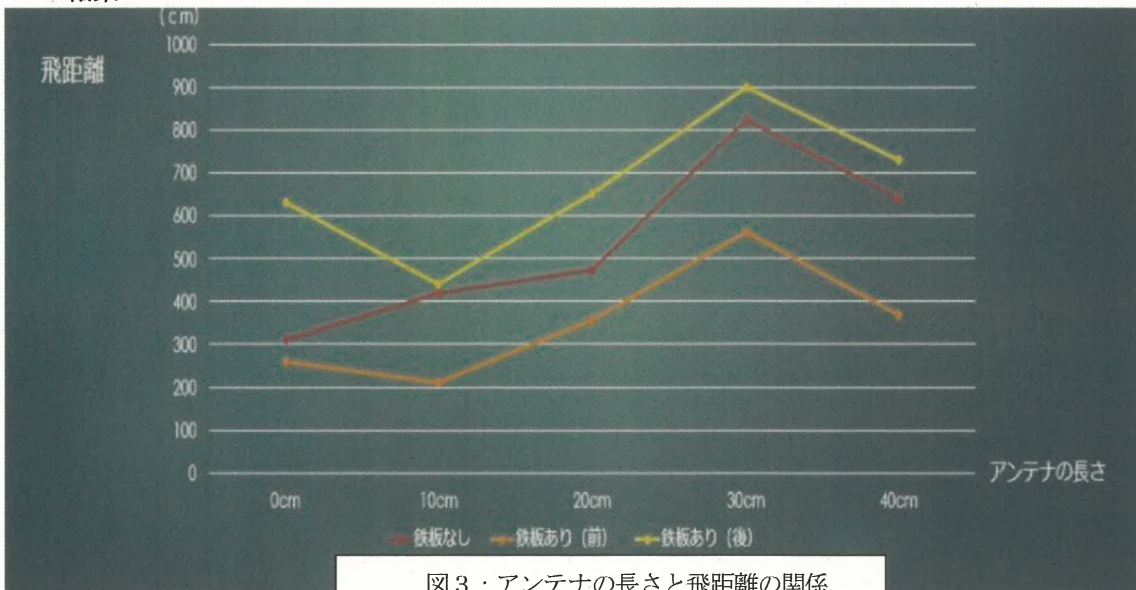
まず、高電圧装置（図1）から電磁波を放出させ、オシロスコープ（図2）でその電磁波を知覚します。この作業を、鉄板の有無、アンテナなし、アンテナありそしてアンテナの長さを変えて実験を行った。

アンテナの長さはそれぞれ0 cm、10 cm、20 cm、30 cm、40 cm、で実験した。

鉄板を配置しない場合、電磁波を飛ばしたい方向とは別の方向にも電磁波が飛んでいると考えられるため、鉄板を配置することで、飛ばしたい方向だけに電磁波をとばせると考え配置した。



3. 結果



縦軸：電磁波の飛距離 (cm) 横軸：アンテナの長さ (cm)

実験結果はグラフのようになり、鉄板を配置したときは、アンテナ 10 cm の時よりもアンテナなしの時のほうが飛距離が短くなった。また、どの場合においても、アンテナの長さが 30 cm の時は 40 cm の時よりも飛距離が長くなった。

4. 考察

図 3 から、実験を行った 3 つの条件下でアンテナの長さが 30 cm の時に電磁波の飛距離は最大になることがみられた。この原因はアンテナと発射された電磁波の間で共振という現象が生じていると思われる。アンテナには適性の長さがありそれは、以下の条件となった。

λ (m) : 電磁波の波長

今回の実験では、 $\lambda/4$ は 0.30 m である。

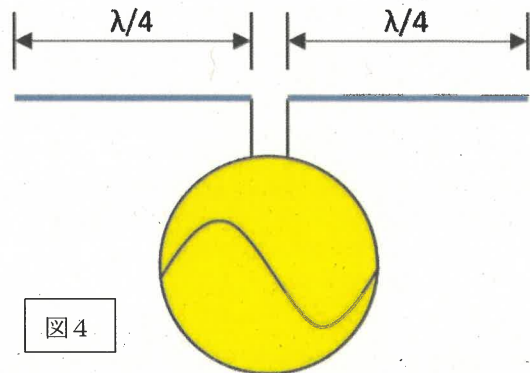
このことから、 $\lambda/4 = 0.30$ m より $\lambda = 1.2$ m

c (m/s) : 光の速さ f (Hz) : 電磁波の周波数

$c = f \times \lambda$ より f を求める。

$$3 \times 10^8 = f \times 1.2 \quad f = 2.5 \times 10^8 \text{ (Hz)}$$

以上の計算より、今回発生した電磁波は 250 MHz の周波数であるということが分かった。



ちなみに、マルコーニは波長 32 m の電磁波で実験を行い、3,800 km の通信に成功した。

このような長距離通信が成功したのは、波長が長いほど、地球の影に回り込みやすい回折現象が起こりやすいため、また電離層反射による通信が行われたためだと思われる。

電磁波の飛距離を伸ばすには、電磁波の波長にあったアンテナの長さや適切な周波数が必要だということが分かった。

5. 感想

この実験を行う前に高電圧装置の代わりに、私たちの先輩が作成していたコイルガンを用いて実験を行っていた。コイルガンとオシロスコープを用いて電磁波を飛ばし、発射された電磁波の飛距離を測定した。その実験で、コイルガンにつけるコンデンサの個数と電磁波の最高到達距離には比例関係があり、コンデンサを増やすと、それに応じて最高到達距離も伸びると仮定して実験を行った。しかし、コイルガンでは実験において、算出されるデータに誤差が生じている可能性や一回の実験に多大な時間を要することが、実験を行って分かったため、高電圧装置を使用した。

この実験では、データを取る環境が異なるとデータも誤差が大きくなることが分かったため、同じ状態の環境で実験を行うためにすべての実験を同日に行った。

また、考察に出てくる数式などは理解することが難しいものであったが、担当教諭に講義していただき、理解することができた。このように現象についての理解は実験を行ううえでのモチベーションにつながったので、大切なことであったと思う。

参考文献

数研出版 改訂版物理

2018年課題研究 コイルガンの可能性

コリオリの力と渦の関係を探る

橋本 光 松村 琢磨 水早 楓 水早 柊

1. 研究の背景と目的

初め竜巻について研究しようとしていたが、竜巻の発生にはコリオリの力が深く関係していることを知った。そこで、コリオリの力とはどういうものなのか、もっと詳しく知りたいと思ったため。

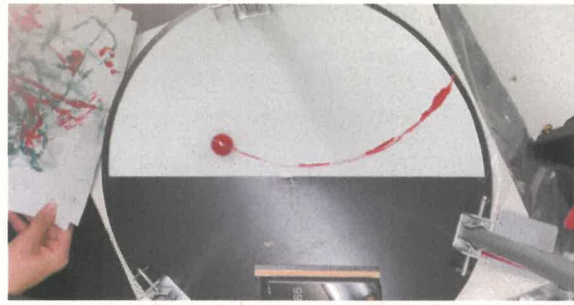
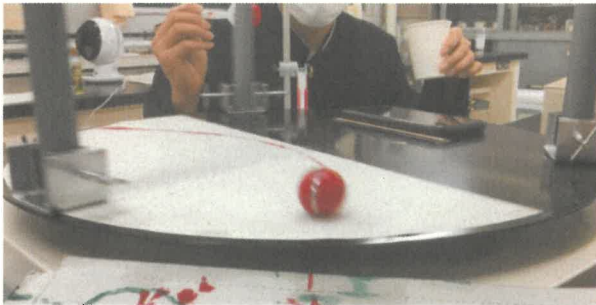
2. 実験1

仮説

角速度を大きくすれば大きくするほど、コリオリの力は大きくなる。

実験方法

模造紙を半円形に切り、円盤回転台の円盤状の上に貼る。次に発射台を水平面から 30 度の角度に固定し、発射口の延長線を円盤の中心に合わせる。そして、円盤回転台を角速度 $\pi/2$ 、 $\pi/4$ (rad/s) で回転させる。絵の具を塗った鉄球を発射台の高さ 3.0cm の位置から静かに離し、鉄球の運動をカメラで撮影しタイマーで秒数を計測する。



結果

$\pi/4$ (rad/s) のとき

時間t(s)	0	0.1	0.2	0.3
長さl(cm)	0	0.416	1.736	4.229
長さのΔl(cm)		0.416	1.320	2.493
速度v(cm/s)		4.160	13.200	24.930
加速度a(m/s^2)		0.904	1.173	

時間t(s)	0	0.1	0.2	0.3
長さl(cm)	0	0.437	1.902	4.448
長さのΔl(cm)		0.437	1.465	2.546
速度v(cm/s)		4.37	14.65	25.46
加速度a(m/s^2)		1.028	1.081	

$\pi/2$ (rad/s) のとき

時間t(s)	0	0.1	0.2	0.3
長さl(cm)	0	1.080	4.099	9.139
長さのΔl(cm)		1.080	3.019	5.090
速度v(cm/s)		10.80	30.19	50.90
加速度a(m/s^2)		1.939	2.071	

時間t(s)	0	0.1	0.2	0.3
長さl(cm)	0	0.785	3.594	8.101
長さのΔl(cm)		0.785	2.809	4.507
速度v(cm/s)		7.85	28.09	45.07
加速度a(m/s^2)		2.024	1.698	

時間t(s)	0	0.1	0.2	0.3
長さl(cm)	0	0.833	3.738	8.482
長さのΔl(cm)		0.833	2.905	4.744
速度v(cm/s)		8.33	29.05	47.44
加速度a(m/s^2)		2.072	1.839	

考察

質量と加速度が一定であるから、ニュートンの運動方程式よりコリオリの力は一定であることがわかる。したがって、コリオリの力は円盤状のどの座標においても同じ大きさであると考えた。

また、加速度が $\pi/4$ のとき約 1.0m/s^2 、 $\pi/2$ のとき約 2.0m/s^2 であることから角速度とコリオリの力は比例の関係があると考えた。

3. 実験2

仮説

実験1で鉄球の軌道が時計回りであったことから水の渦も穴に向かって時計回りに吸い込まれる。

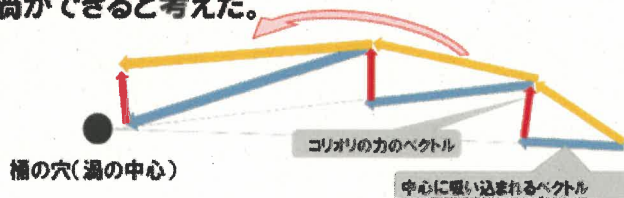
実験方法

桶に水を溜め、水面が静かになったのを確認してから栓を抜くと同時に円盤回転台を角速度 $\pi/4$ (rad/s) で回転させ、絵の具を垂らし、その様子を撮影する。



考察

のベクトルの方向に力がかかるが、コリオリの力 によっての合成ベクトル になる。これを繰り返すことで桶の中心にむかって反時計回りの渦ができると考えた。



4. 今後の課題

実験2を数値化して渦とコリオリ力の関係が分析できるようにする。

5. 参考文献

改訂版 物理 数研出版株式会社 2017

血と化学発光

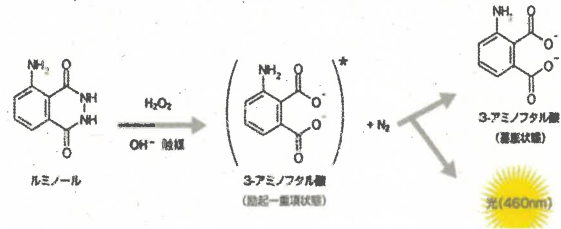
角元 伸輔 形部 初芽 久米 慶太郎

1. 研究の背景と目的

文化祭でケミカルライトを用いたパフォーマンスを見て、ケミカルライトを生活で生かせないかと思ひ、調べたところ、警察が事件現場などで血痕を調べるのに使っていることが分かった。そこで血痕反応について研究を行うことにした。

2. 反応の仕組み

- ① 過酸化水素が鉄(III)イオンによって分解され活性酸素になる。
- ② 活性酸素によってルミノールが励起状態になり、基底状態に戻るときにそのエネルギーの差が光となって放出される。



3. 実験1 〈条件をそろえていない実験〉

I. 方法

- ① 水 100 mL に水酸化ナトリウム 1.0 g を溶かした。
- ② ①の水溶液にルミノールを 0.10 g 溶かした。
- ③ 3.5%過酸化水素水 15 mL にヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムを 0.50 g、0.40 g、0.30 g、0.20 g、0.10 g、0.050 g 溶かした。
- ④ 黒いビニールをかけて照度計の値を 0 にした。(写真1)
- ⑤ ③の水溶液に②で作った水溶液を 15 mL 混ぜた。
- ⑥ 照度計を使い、光の強度を測った。

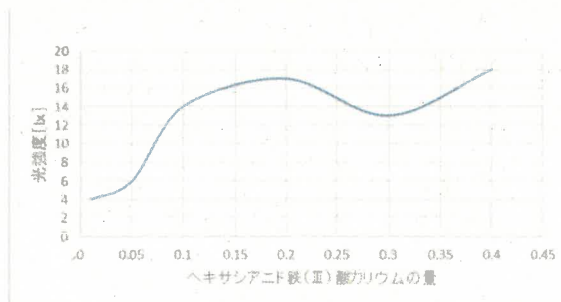


写真1 照度計にビニールをかけた様子

II. 仮説

血液に含まれる鉄分によって反応が進むので鉄の量を増やすと光は総じて強くなり光る時間が短くなる。また鉄の量を減らすと光の強さは弱くなり光る時間が長くなる。

III. 実験結果：ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの量(g)と光強度の3回の最大値



グラフより、ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの量を増やすと光強度は大きくなっていったが、0.20 g ~ 0.30 g では、光強度が小さくなったところもあった。

実験2 〈温度を一定にし、攪拌させた実験〉

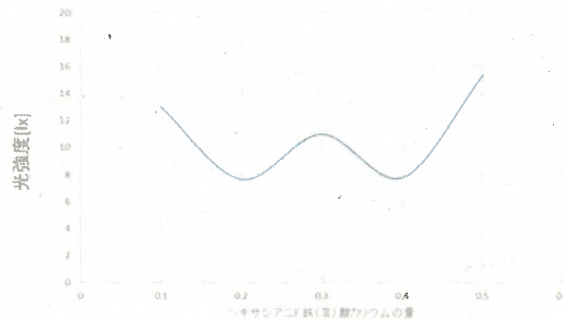
IV. 方法

- ① ホットスターラーを用いて、溶液の温度を 35°C にそろえた。
- ② 溶液を攪拌させながら試薬を混ぜ合わせた。(写真2)



写真2 ホットスターラーを用いた実験

V. 実験結果：ヘキサシアニド鉄(III) 酸カリウムの量 (g) と光強度の最大値の平均



実験2のグラフから、ヘキサシアニド鉄(III) 酸カリウムの量と光強度に比例関係は見られなかった。

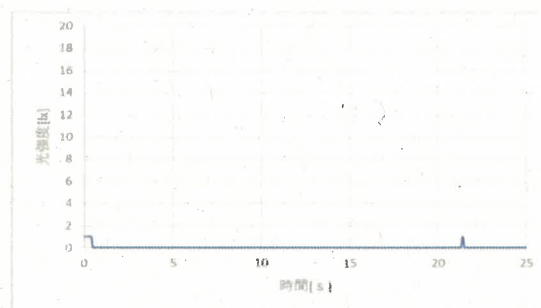
⇒光強度が小さすぎて誤差がうまれてしまったと考えた。

4. 実験3 〈実際の血液(豚レバー)を用いた実験〉

VI. 方法

- ① 豚レバーを絞り、血液を抽出し2倍に希釈し 15 mL にした。
- ② 水 100 mL に水酸化ナトリウム 1.0 g を溶かした。
- ③ ②の水溶液にルミノールを 0.10 g 溶かした。
- ④ 3.5%過酸化水素水 15 mL に③の溶液を加えた。
- ⑤ ①と④を混ぜて光強度を測った。

VII. 実験結果



実験3のグラフから、実際の血液(豚レバー)を使用したけどほとんど光らなかった。

⇒豚レバーに含まれる鉄分が少なかったと考えた。

5. 考察

今回の実験により化学発光の強度から、血液に含まれる鉄分の量を量ることができると考えられる。

今後、ヘキサシアニド鉄(III) 酸カリウムの量をより少なくしたデータと比較し、正確にデータを得るために、ビーカーと照度計の距離の誤差をなくして実験する。

藍色の花火を作ろう！？

芦谷 勇雅 稲井 茉咲 尾崎 由 二宮 嵩将

1. 研究の目的と背景

花火で医療従事者への感謝とコロナ収束を願う行事を見たことがあり、また阿南は青色のLEDが有名でその色の花火を作りたいと思い、簡易的な花火の火薬の作り方と藍色の炎色反応が出る物質の割合を調べた。

2. 実験Ⅰ-(1)

- ① 硝酸カリウム：硫黄：木炭：鉄＝10：2：2：3の割合で混ぜ火薬を作った。
- ② トイレットペーパーに①の火薬を包み、燃やした。

結果Ⅰ-(1)

よく燃えた。匂いは手持ち花火と同じような匂いがした。

実験Ⅰ-(2)

- ① 色の着いた線香花火を作るために燃焼剤を混ぜた。
割合 火薬：アルミニウム＝1：2 ……A 0.30 g
火薬：アルミニウム＝1：1 ……B 0.20 g
- ② トイレットペーパーにA、Bそれぞれを包み、燃やした。

結果Ⅰ-(2)

A、Bともに市販の花火と同じような匂いがした。しかし、色は変わらず、線香花火の玉のようなものはできなかった。

3. 考察Ⅰ

色が変わらなかったのは、火薬の量が足りず、炎色反応が見られる温度まで達していないと考えた。温度を上げ、線香花火のような持続性を出すことが課題だと分かった。

4. 実験Ⅱ

炎色反応班と花火班に分かれて実験を行った。

〈炎色反応班〉

- ① エタノール水溶液(53%)に、塩化銅(Ⅱ)(10%)、酸化銅(Ⅱ)(10%)、塩化銅(Ⅱ)と塩化ストロンチウム(各20%)、酸化銅(Ⅱ)と塩化ゴム(各10%)、酸化銅(Ⅱ)と塩化マグネシウム(各10%)を混ぜた。
- ② 白金線に上記の5つの溶液をつけてガスバーナーの炎に入れ、炎色反応の色と、色が出る時間を観察した。
- ③ 酸化銅(Ⅱ)と塩化マグネシウムを混ぜたもので、青色の炎色反応が見られたため、混合の割合を変えて、さらに実験を行った。エタノール水溶液(53%)に、酸化銅(Ⅱ)と塩化マグネシウムを、(A) 3：5、(B) 5：3の割合で混合したものの炎色反応を観察した。

〈花火班〉

- ① 線香花火のような持続性を出すために、花火を作るときに実際に使用されている、米みじん粉の作成を行った。
- ② 一番青色に近い炎色反応が見られた、酸化銅(Ⅱ)：塩化マグネシウム＝3：5を火薬に混ぜた。
- ③ 火薬1.7g、酸化銅(Ⅱ)0.85g、塩化マグネシウム0.51gに米みじん粉を混ぜ固め、燃焼を確認した。

結果Ⅱ

〈炎色反応班〉

実験結果を表と写真に示す。

表. 5つの溶液の炎色反応の色と、色が出る時間

エタノール水溶液に混ぜた物質	炎色反応の色	色が出る時間
1. 塩化銅(II)10%	緑に近い青	約4秒
2. 酸化銅(II)10%	色がでなかった	なし
3. 酸化銅(II)20%、塩化ストロンチウム 20%	青っぽい紅	約5秒
4. 酸化銅(II)10%、塩化ゴム 10%	緑に近い青 赤	約1秒
5. 酸化銅(II)10%、塩化マグネシウム 10%	青っぽい緑	約5秒

方法②より、溶液5 = 酸化銅(II)10%、塩化マグネシウム10%で青色に近い炎色反応が見られた。

方法③で、酸化銅(II)と塩化マグネシウムの比率を変えて実験を行ったところ、(A)の塩化マグネシウムの割合が多い方がより青色の炎色反応が見られた。

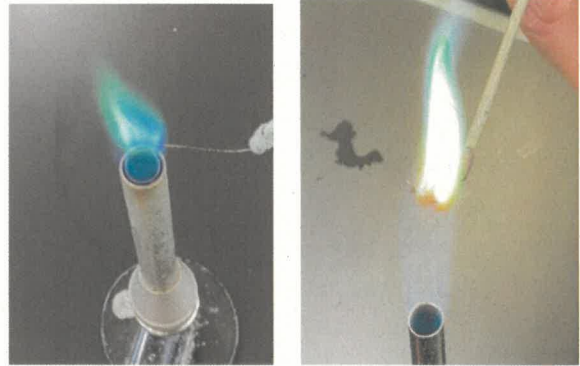


写真 酸化銅(II)10%、塩化マグネシウム10%を混合したエタノール水溶液の炎色反応

〈花火班〉

火薬自体は燃えなかったが、着火に使用したバーナーの炎には炎色反応が見られた。

5. 考察

花火班

〈線香花火らしくするために〉

線香花火のように、ジリジリと大きく膨らんでからパチパチと音をたてて燃えるようになるまでには、包み方や火薬の固め方に問題があると考えられた。また火薬を包むときは薄い和紙が適しているため、今回用いた紙とは別の種類の紙を用いて、燃え方の違いも検証する必要がある。

炎色反応班

〈より藍色に近づけるために〉

酸化銅(II)と塩化マグネシウムの割合をより細かく調べて調節すれば、きれいな青色(藍色)の炎色反応をつくることができると考える。また、実際に花火師さんが作っている藍色の花火には、青色以外にも紫色などの発色も混ざっているので、今作っているものに紫色の炎色反応を示す物質を混ぜると藍色に近づくと考える。

〈藍色の線香花火になるには〉

今回の火薬の混ぜ方では、色が出る以前に火薬自身が燃えなかった。火薬の混合比率を変えることで、色が出る線香花火ができると考えた。

6. 今後の展望

今まで作ることが難しいとされてきた藍色の花火を、大きな打ち上げ花火だけでなく、子供たちでも簡易的に扱える線香花火ですることで地域活性化に生かしたい。

溶質の種類と洗剤の泡立ちの違いについて

加美 福也 倉野 浩輔 栗田 空舞 藤田 康佑

1. 研究の動機

実験内容を検討している際に作った石鹸が泡立ちにくかったことに疑問をもち、泡立ちについて研究を行うことにした。石鹸は汗などの電解質を含む溶液では泡立ちにくくなるという経験から、合成洗剤の場合の溶質の種類と洗剤の泡立ちの違いについて研究を行った。

2. 泡立つメカニズム

界面活性剤を溶かした溶液は表面張力が弱くなるため、表面積の大きい泡ができやすくなる。さらに、右図のように、泡の膜を界面活性剤が取り囲んで強くし破れにくくなるので、界面活性剤を溶かした溶液は泡立つ。

3. 実験

・使用洗剤

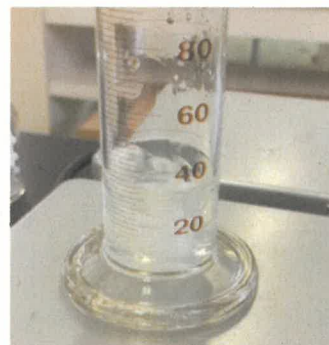
ママレモン (アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムを主成分とする)

・使用試薬

アンモニア NH_3 水 塩化アルミニウム AlCl_3 塩化カルシウム CaCl_2 塩酸 HCl 塩化ナトリウム NaCl 酢酸 CH_3COOH 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水酸化ナトリウム NaOH

・実験方法

- ① それぞれの物質の 1.0 mol/L 水溶液 20 mL をメスシリンダーに入れ、さらに 2.5 g のママレモンを加えて溶かし、合成洗剤溶液をつくった。なお、水酸化カルシウムは溶解度が低いため、飽和させたときの濃度 (約 1.7×10^{-2} mol/L) で実験を行った。
- ② 常温下で、スターラーを用いて①の溶液を 800RPM で攪拌させた。(写真1)
- ③ 攪拌によって生じた泡の高さを記録した。
- ④ ②~③をそれぞれの物質について 10 回ずつ行った。



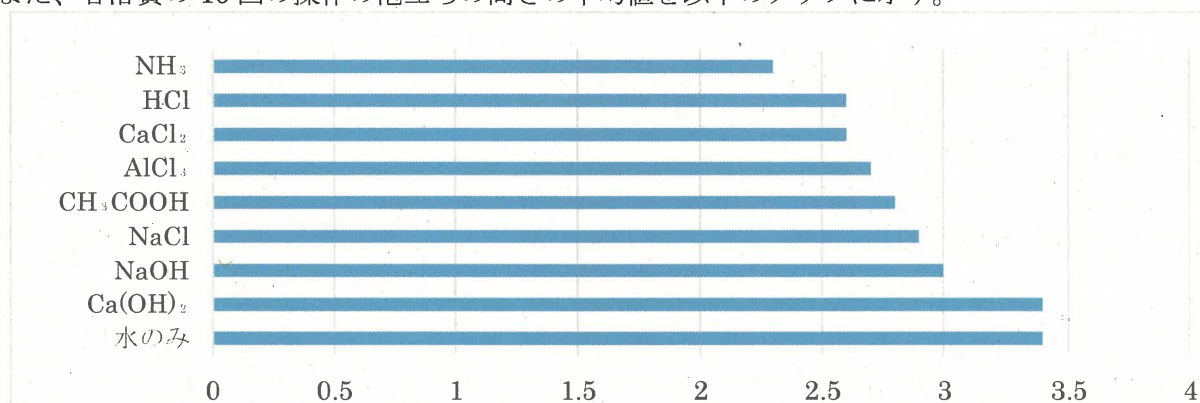
4. 結果

各実験での泡立ちの高さ (mm) を表にまとめる。

	実験回数

溶質の種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水のみ	3.0	4.0	6.0	0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	2.5
NaCl	2.5	2.0	6.0	3.1	2.5	2.0	2.9	3.9	2.1	2.0
CH ₃ COOH	3.8	2.0	2.0	3.5	2.0	4.0	3.0	2.5	2.0	3.0
Ca(OH) ₂	5.0	3.2	2.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.5	3.5	2.7
CaCl ₂	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0
NaOH	2.0	3.0	2.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	2.0
HCl	2.5	3.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.5	4.0	3.0
NH ₃	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0
AlCl ₃	3.0	2.0	2.0	3.0	2.5	2.0	3.0	3.0	3.5	3.0

また、各溶質の10回の操作の泡立ちの高さの平均値を以下のグラフに示す。



横軸単位 (mm)

5. 考察と今後の課題

Ca(OH)₂を除くすべての物質の溶液で泡立ちが弱くなっているのは、電解質を加えたことにより、塩析がおこり、洗剤のコロイドが沈殿したためであると考えた。Ca(OH)₂は電離したイオンの物質量が少なく、塩析が起こらなかったため、泡立ちが水のみ場合が変わらなかったのだと考えた。

また、ママレモンはアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムを含むため、コロイドは負に帯電していると考えられる。しかし、塩化アルミニウムはAl³⁺という価数の大きい陽イオンが生じるにも関わらず、泡立ちが大きくなっている。また、生じるイオンの価数が小さいアンモニア水が最も泡立ちが小さくなっているなど、塩析では説明ができない点が多い。よって泡立ちを妨げる原因が別にあると考えられ、その原因を調べるのが今後の課題である。まずは、本当に塩析がおきているのかを調べるため、グルコースなどの非電解質を溶かして実験を行いたい。

きれいに墨を落とすものは
喜田 彩音 藤目 優花 山川 紗季

1. 研究の背景と目的

書道の授業の時、服に墨が付き水洗いでは落ちなかったの、どうすれば墨が一番落ちやすいのかを調べたいと思ったから。

2. 材料

墨 布 はぶらし はかり 歯磨き粉 漂白剤 でんぷんのり 酵素洗顔 クレンザー 洗濯用洗剤 固形石鹼 重層 食器用洗剤 ごはん

3. 実験

実験①

方法

布に墨を一滴落とし、0分、5分、30分待った。次に、はぶらしにそれぞれの材料をつけ2分間こすり、水で流し、布を乾燥させた。布の写真を撮影し、RGB値と画像での評価を行い、その平均値をExcelでまとめた。RGB値は墨の中心と墨が落ちているその他3か所、墨が付いていない部分4か所を評価した。

結果

下表に示すように、墨がよく落ちたのは、うたまろ石鹼(写真1)と食器用洗剤、漂白剤だった。あまり落ちなかったのは、歯磨き粉(写真2)とごはん、重曹だった。時間を置けば置くほど、墨は落ちにくいことが分かった。

	よく落ちた◎	落ちた○	あまり落ちなかった△
落ち方	うたまろ石鹼	食器用洗剤	漂白剤
0分	◎	◎	△
5分	◎	◎	△
30分	◎	◎	△

よく落ちた◎



写真 1

あまり落ちなかった×



写真 2

Excelでまとめたもの

洗濯用洗剤			
	R	G	B
墨中心	123	122	130
墨1	95	94	100
墨2	103	102	108
墨3	108	109	114
墨平均	107.25	106.75	113
白1	194	190	204
白2	214	211	222
白3	194	192	203
白4	165	160	167
白平均	191.75	188.25	199

墨の平均と白の平均が近いほどよく落ちた

でんぷんのり			
	R	G	B
墨中心	94	90	91
墨1	48	46	49
墨2	83	81	84
墨3	75	74	72
墨平均	75	72.75	74
白1	227	221	225
白2	171	165	169
白3	186	180	184
白4	217	211	215
白平均	200.25	194.25	198.25

実験②

方法

墨を置く時間を0分、10分、60分に変え、圧力が一定になるよう電動歯ブラシで2分間、約350gの力でこすった。また、布を5分間水に浸けた後に乾燥させ、写真を撮影し、モザイク処理を行った。モザイク処理を行った写真の墨の色が濃い順に3か所(写真3)、ランダムに3か所(写真4)を選び、RGB値を出した。

(その他は実験①と同様である)

濃い順に選んだ3か所

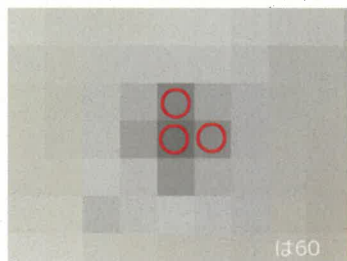


写真 3

ランダムに選んだ3か所

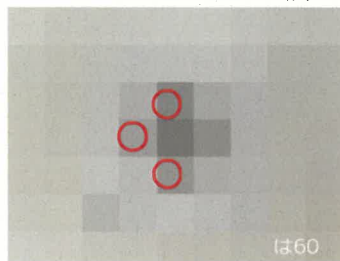


写真 4

結果

右表に示すような結果が得られた。

一般的に掃除に用いられている重層は、墨を落とすには適さないことが分かった。実験①では墨を置く時間が短いほど落ちやすかったが、実験②では置く時間が長いほうがきれいに落ちたものもあった。

順位			順位				
は	0	105.4	9	う	0	123	2
	10	82.4	25		10	132	1
	60	107	5		60	89.9	23
ひ	0	105.9	7	こ	0	81.4	26
	10	106.2	6		10	84.2	24
	60	100.3	14		60	61	28
あ	0	92.7	22	じ	0	58.1	29
	10	100.9	13		10	56.7	30
	60	97	18		60	79.2	27
し	0	96	20	の	0	98.9	16
	10	104.9	10		10	98.9	16
	60	96.3	19		60	107	4
ほ	0	101.8	12	こ	0	100	14
	10	105.7	8		10	108	3
	60	104.8	11		60	95.7	21

は・・・歯磨き粉
 ひ・・・漂白剤
 あ・・・アタック(洗濯用洗剤)
 し・・・食器用洗剤
 ほ・・・ホーミング(クレンザー)
 の・・・うたまる(固形石鹸)
 こ・・・ごはん
 じ・・・重層
 こ・・・でんぶんのり
 こ・・・酵素洗顔

4. 考察

墨をよく落とした物は洗濯用洗剤、食器用洗剤、漂白剤であり、その中に共通して含まれている成分は界面活性剤だった。界面活性剤は分子内に水になじみやすい部分(親水基)と油になじみやすい部分(疎水基)を持つ物質である。墨は油を含むので、界面活性剤の疎水基が墨を取り囲み、ミセルを形成して墨の汚れを落としていたのではないかと考えた。また、うたまるせっけんの成分には、蛍光増白剤が含まれている。蛍光増白剤は目に見えない紫外線を吸収して、目に見える青白い光に変えるため、見た目の白さを増す効果がある。このことからうたまるせっけんは完全に墨を落としたのではなく、目の錯覚で布を白くさせたと考えた。

5. 感想

食器用洗剤にはたくさん商品があり、その中の1つでしか実験ができていないので、成分が違う他の商品でも実験したいと思った。また、実験回数が少なかったので次できる機会があればもう少し実験回数を増やして、より正確な実験結果が得られるようにしたい。

参考文献 改訂版 化学 数研出版

柚香(ゆこう)の美容成分配合！ お肌ツルツル化粧水！！

姥木 結衣 仁木 愛菜 林 怜花 大和 美月

1. 研究動機

徳島県上勝町で作られる柚香は、生産量が少なく、知名度も低い。普段は廃棄されている柚香の種子の美容成分を配合した化粧水をつくることで、柚香の価値を上げ、地域の活性化の手伝いできればと考えた。

ユズの種子を使用した化粧水は、保湿性が高く、美肌効果があるという文献があるため、同じ香酸柑橘類の柚香の種にも保湿性や美肌等の効果がみられると考えた。

2. 仮説

柚香の種子が入った化粧水の方が、柚香の種子が入っていない化粧水よりも保湿性が高い。

3. 方法

① A (化粧水)、B (柚香の化粧水)、C (オイル入り化粧水)、D (柚香のオイル入り化粧水)をつくった。

A 水道水 19 mL グリセリン 1 mL	B 水道水 19 mL グリセリン 1 mL 柚香の種子 3.2 g
C 水道水 18 mL グリセリン 1 mL ベビーオイル 1 mL	D 水道水 18 mL グリセリン 1 mL ベビーオイル 1 mL 柚香の種子 3.2 g

②寒天培地をつくり、寒天培地の上に①の4種類の化粧水を5 mLずつ塗った。

③一週間、朝・昼・夕の3回、重さを計測した。

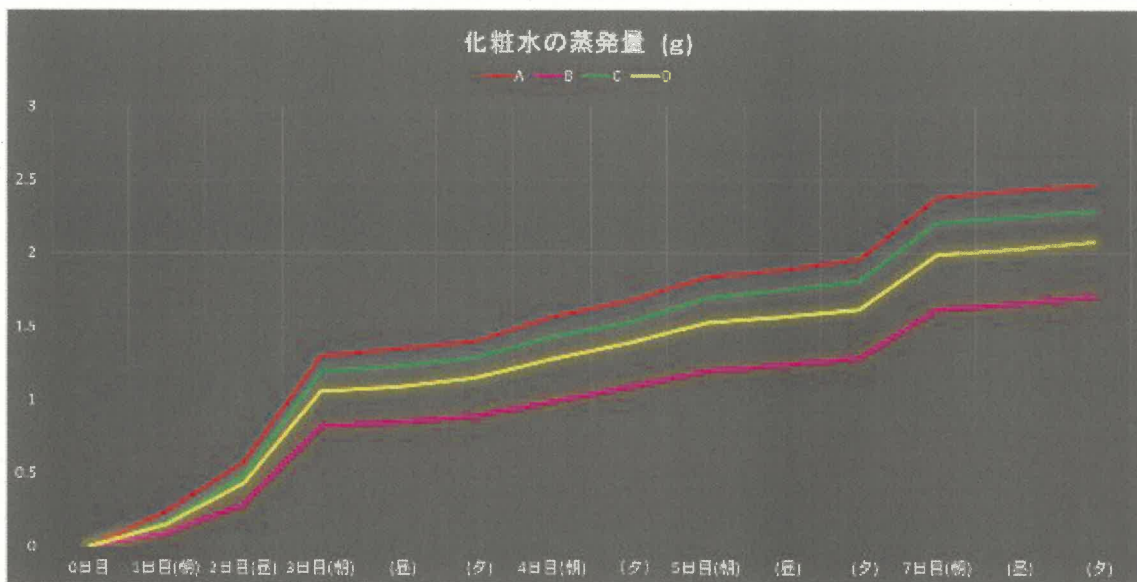
4. 実験結果 (1回目)

寒天培地にカビが生えたため、保湿性をはかることができなかった。

5. 実験結果 (2回目)

寒天培地の重さから、化粧水の蒸発量を求め、表を作成した。

	A	B	C	D
0日目	0	0	0	0
1日目(朝)	0.24	0.09	0.16	0.15
2日目(昼)	0.58	0.29	0.48	0.43
3日目(朝)	1.3	0.82	1.19	1.06
(昼)	1.35	0.85	1.23	1.09
(夕)	1.4	0.89	1.29	1.15
4日目(朝)	1.57	0.99	1.43	1.28
(夕)	1.68	1.09	1.53	1.39
5日目(朝)	1.84	1.2	1.7	1.53
(昼)	1.89	1.24	1.75	1.57
(夕)	1.96	1.29	1.81	1.62
7日目(朝)	2.38	1.62	2.21	1.99
(昼)	2.43	1.66	2.25	2.03
(夕)	2.47	1.71	2.29	2.08



6. 考察

柚香の種子が入った化粧水 (B・D) の保湿性が高かったのは、柚香の種子の周りについている成分であるペクチンによるものであると考えた。また、柚香の種子が入っていない A・C の化粧水では、オイル入りの化粧水 (C) の方が保湿性が高かったが、柚香の種子入りの B・D の化粧水ではオイル入りではない化粧水 (B) の方が保湿性は高かった。このことから、柚香の成分がオイルの効果を阻害しているのではないかと考えた。途中で寒天培地にカビが生えてきたため、7日で実験を終了した。カビが生えた原因は、梅雨時期で湿度が高かったためだと考えられる。また、柚香の種子入りの化粧水にカビが多く生えたが、これは柚香の種子に付いている糖分によると考えられる。

7. 感想

部屋の温度が一定でないことや、人の皮膚ではなく寒天培地を使用していることなど、考慮が足りていない部分もあったので、結果があまり適切ではなかった。再度実験する機会があれば、実験の回数を増やし、季節を考え、美肌効果の成分が多く含まれている柚香の果汁を使用した化粧水を用いて実験したいと思った。また、実験で化粧水にカビが生えてしまったので、カビが生えないように考察をふまえて肌に害のない防腐剤を入れてつくる必要があると思った。良い化粧水をつくることができれば、地域の活性化にもなるので商品化したいと思った。

8. 参考文献

- ・意外と簡単だった！ゆず化粧水を作ろう (HP) <https://lurinyo.com/skintoneryuzucitrus/>
- ・柚香 (ゆこう) を知る (HP) <https://4citrus.com/>

微生物電池の発電量を増やすには

岩佐 柊汰 條辺 陽太

1. 研究動機

富岡西高校の先輩が、課題研究で、どのような泥を使うと微生物電池の発電量が大きいのかを調べる研究を行っていたことを知った。このような微生物電池の発電量を実用的な電圧まで上げる方法を調べ、LED等を用いたイルミネーションに活用したいと思った。

2. 微生物電池の仕組み

微生物電池とは、有機物を分解してエネルギーを獲得する際に電流を発生させる「電流発生菌」を利用した燃料電池である。代表的な電流発生菌として「シュワネラ菌」がある。

微生物電池において、シュワネラ菌は泥に埋まっている電極表面で育って膜を作り、地中の有機物を分解したときに得られた電子を負極に渡す。その電子は電極で回収され、正極に移った後に酸素分子と水素イオンが反応して水を生成する。そしてシュワネラ菌によってこの過程が繰り返され電流が発生する。

3. 試行実験

微生物電池を作成し、実際に発電すること、温度による発電量の違いを確かめた。

- ・結果 10°Cのとき発電量 250mV
35°Cのとき発電量 480mV

4. 仮説

試行実験では、温度によって発電量が異なっていたことから、微生物電池には最適温度があると考えた。

5. 材料・準備物

微生物電池、校内の池の泥、恒温器、電子電圧計

▼ 恒温機



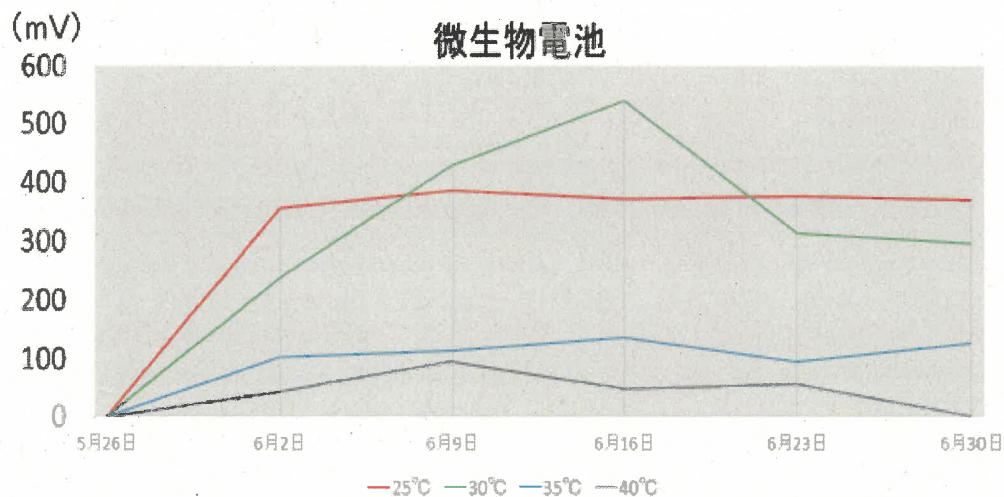
▼ 電子電圧計



6. 実験方法

- ① 校内の池の泥をバケツに採りその泥を均等に混ぜた。
- ② 泥の質量を 400 g として、微生物電池を作った。
- ③ 恒温器を用いて、25℃・30℃・35℃・40℃に分けて静置し、一週間ごとに電圧を測った。
- ④ 一週間に一度電池内に水を加えた。

7. 実験結果



8. 考察

- ・微生物電池の最適温度が 30℃ということが分かった。
- ・微生物電池内の有機物が減少したため、30℃のときの電圧が急激に下がったと考えられる。
- ・シュワネラ菌が生きていく上での最適温度は 40℃であるという文献があったが、実験結果とは異なっていた。微生物電池内の有機物は学校の池とは異なり有機物が循環しないので、生きていくうえでの最適温度と電池の最適温度は必ずしも一致しないと考えられる。

コケペンキの成長

豊川 寧久 日高 愛実

1. 動機

テレビ番組で、コケペンキを木やレンガなどに塗っておくと、コケが生え、Moss Graffiti (モス グラフィティ) と呼ばれるアートになることを知った。その番組の中で、実際に、壁にコケペンキを塗り、コケを成長させている場面が印象に残り、コケペンキを塗ると、本当にコケが生えるのかを実験してみたいと思った。コケペンキについて調べていると、失敗例が多いことがわかった。また、材料やその分量についての情報がほとんど無かったため、どのような材料を用いてコケペンキをつくると、コケがより成長するのかが気になった。

2. 材料

実験 1

	試料 1	試料 2	試料 3
ハマキゴケ	50g	50g	50g
砂糖	1.4g	1.4g	1.4g
水	40 mL	—	—
焼酎	—	40 mL	—
ビール	—	—	40 mL
ヨーグルト	20g	20g	20g

実験 2

	試料 4	試料 5	試料 6
ハイゴケ	30g	30g	30g
ヨーグルト	100g	100g	100g
水のり	20mL	20 mL	20 mL
水	50 mL	—	—
焼酎	—	50 mL	—
ビール	—	—	50 mL

(水のりの成分)

	試料 4	試料 5	試料 6
デンプン	3g	3g	3g
水	20 mL	—	—
焼酎	—	20 mL	—
ビール	—	—	20 mL

3. 方法

- ① 水のりの材料を混ぜて透明になるまで加熱し、水のりを作った (実験 2 のみ)。
- ② コケ以外の材料をミキサーに入れて混ぜた。
- ③ ② のミキサーにコケを入れ、スムージー状になるまで混ぜた。
- ④ それぞれのペンキをコンクリートブロックに塗って経過観察を行った。

4. 結果

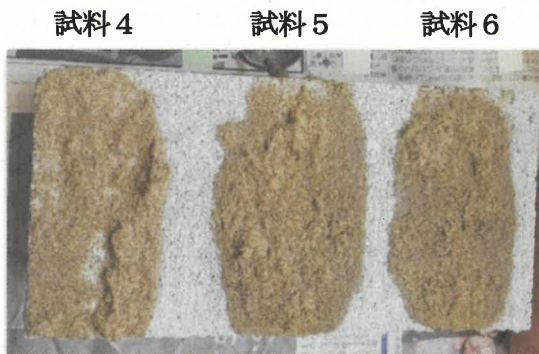
実験 1

作成、塗装から7か月が経過したが、試料1、試料2、試料3のどのコケペンキにも目立った変化はあまり見られなかった。



実験 2

作成、塗装から2か月しか経過していないが、実験1のコケペンキより緑色が濃かった。試料4、試料5、試料6を比較しても、材料による違いはあまり見られなかった。



5. 考察

実験1は冬に行ったため、コケの成長に適する環境ではなく、あまり成長が見られなかったと考えられた。また、実験1で用いたハマキゴケはあまり大きく成長しない種類であるので、実験2ではより大きく成長するハイゴケを用いてコケペンキを作成した。実験2では、実験1より水やりの回数を増やした。実験2の時期は、コケの成長に適した温度や湿度だったため、コケペンキのコケがより成長したと考えられる。材料によって成長量はそれほど変化がなかったため、材料による成長の差はないと考えられる。

6. 参考文献

- ・【DIY】苔ペンキの作り方！壁に塗るだけでコケが見事に増える、新しくてアートな方法 (HP)
- ・家の光協会出版『知りたい会いたい特徴がよくわかるコケ図鑑』藤井久子 著・秋山弘之 監修

カビを防ぐ身近な食材の研究

香川 堇 笠井 音路 岨 優花 増井 楓華

1. 研究の背景と目的

駅弁の上ののっているわさびシートが、腐食防止のためだと知り、私たちの身の回りにあるもので、代用できるものを見つけたいと考えた。

2. 材料

レモン、生姜、鷹の爪、グレープフルーツ、梅干し、バジル、ローズマリー、わさび、からし（【実験Ⅱ】のみ）、水（対照実験のため）

3. 実験Ⅰ

(1) 方法

- ① グルコースを入れた寒天培地を作成した。
- ② 食パンから採取したカビを寒天培地に移植した。
- ③ 材料をすり鉢で潰して、寒天培地にドーナツ状にのせた。
- ④ 25℃の恒温器に入れ、経過を観察した。



(2) 結果

実験Ⅰの結果を表に示した。

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	13日目	14日目	15日目
レモン	○	○	/	/	×	×	×	×	×	/	/	×	×	×	×
生姜	○	○	/	/	△	×	×	×	×	/	/	×	×	×	×
鷹の爪	○	○	/	/	△	×	×	×	×	/	/	×	×	×	×
ピンクグレープフルーツ	○	○	/	/	○	△	△	△	×	/	/	×	×	×	×
梅干し	○	○	/	/	○	△	△	△	△	/	/	△	△	△	△
バジル	○	○	/	/	○	△	△	△	△	/	/	△	△	△	△
ローズマリー	○	○	/	/	○	△	△	△	△	/	/	△	△	△	△
わさび	○	○	/	/	○	○	○	○	○	/	/	○	○	○	○

※3、4、10、11日目は土日で観察記録なし。

- ・ 今回の実験で、最もカビの生育を防ぐ効果が見られたのは、わさびだった。
- ・ ハーブ類と梅干しは、シャーレのふちにカビは確認されたが、材料の付近では効果があった。
- ・ 生姜と鷹の爪は、カビの生育を遅らせることはできるが、完全に防ぐことは出来なかった。
- ・ 柑橘類は、他の材料に比べカビの増殖が速く、効果が見られなかった。

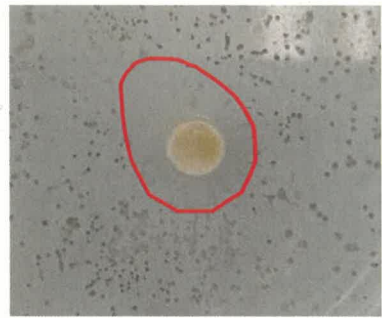
(3) 考察・課題

- ・ 薬味類では防カビ効果の差が大きかった。⇒ からしを追加して、再度実験する。
- ・ 柑橘類（レモン、ピンクグレープフルーツ）でカビの増殖が速かった。
⇒ 水分が多いことが影響し、カビが繁殖した可能性がある。
- ・ 対照実験ができていなかった。⇒ カビのみを培地で生育させ、結果を比較する。
- ・ カビの生育が阻止されたことを定量によって検証するため、阻止円を用いた実験を行う。

4. 実験Ⅱ

(1) 方法

- ① グルコースを入れた寒天培地を作成した。
- ② 材料をすり鉢で潰した。
- ③ 水を適量加え、抽出液をつくった。
- ④ 抽出液をろ紙に染み込ませた。
- ⑤ 食パンから採取したカビを生理食塩水に入れ、攪拌した。
- ⑥ コンラージ棒で⑤を寒天培地に塗り広げた。
- ⑦ 寒天培地の上に等間隔で④のろ紙を置いた。
- ⑧ 25℃に設定した恒温器に入れ、経過を観察し、阻止円をノギスで測定した。



(2) 結果

阻止円の大きさを表にまとめた。最上段の数字は、ろ紙の番号を示している。空欄の箇所は阻止円ができなかったため、測定できなかった。

- ・ 鷹の爪、ローズマリーでは効果が見られた。
- ・ 梅干し、わさびでは多少の効果が見られた。
- ・ その他では、効果は見られなかった。

	1	2	3	平均
レモン				
生姜				
鷹の爪	9.65	8.05	13.86	10.52
グレープフルーツ				
梅干し	10.6	10.05	7.1	9.25
バジル				
ローズマリー	14.1	15.2	15.35	14.88
わさび	7.81	6.05		6.93
からし				
水				

5. 考察

- ・ レモン、生姜、グレープフルーツ ... カビの生育を防ぐことは出来なかった。
- ・ 鷹の爪 ... 実験Ⅱでのみカビの生育を防いだ。
- ・ 梅干し、ローズマリー ... 実験Ⅰ・Ⅱでカビの生育を防いだ。ローズマリーの阻止円の値の方が大きいため、よりカビの生育を防ぐ効果があると考えられる。
- ・ バジル ... 実験Ⅰでのみカビの生育を防いだ。
- ・ わさび ... 実験Ⅰ・Ⅱでカビの生育を防いだが、実験Ⅱでは効果が低下したと考えられる。

実験Ⅰと実験Ⅱの結果が異なることから、各材料のカビの生育を防止する成分には、水溶性のものと同様に脂溶性のものも存在するのではないかと考えられる。

水溶性 ⇒ ローズマリー、梅干し、鷹の爪 (実験Ⅱの方が効果が見られるため)

脂溶性 ⇒ わさび、バジル (実験Ⅰの方が効果が見られるため)

6. 今後の課題

- ・ 溶媒によって溶けだす成分が変わると考えられるため、水、有機溶媒、両性の溶媒で比較する。
- ・ 各材料の調理方法による防カビ効果の違いを測定し、どの調理法が最も効果があるか調べる。
- ・ 柑橘類の皮の成分を用いて、防カビ効果を調べる。

7. 参考文献

カビ対策マニュアル基礎編-文部科学省

令和元年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
理数科課題研究論文集

令和4年3月18日 発行

編集・発行 徳島県立富岡西高等学校
〒774-0030
徳島県阿南市富岡町小山 18-3
TEL (0884) 22-0041
FAX (0884) 23-4579

印刷 鳥海印刷有限公司

