

# 吸音材の防音効果に関する研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 I 組 1 班

## 1. 背景

日々、工事の音が大きく気にならてしまうため、音の防音に関する技術に興味が出た。

## 2. 目的

素材や構造の違いによる吸音効果の違いを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

防音の具体策には音を遮る遮音、音を吸収する吸音がある。今回は吸音に注目する。

吸音について:吸音材はほとんどが多孔質材質で、多孔質材質の小さな穴に音が入り込み、音エネルギーが熱エネルギーに変化され、音源に対して反射する率が低くなるため、音が小さくなるという仕組み。

### (2) 仮説

材質の気孔率が大きいほどより多くの音エネルギーが熱に変わるために、吸音効果が高い。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・ウレタンスponジ
- ・グラスウール
- ・段ボール
- ・音源(スマートフォン)

### (2) 手順

1. 音源と騒音計を横50 cm、高さ14 cm離す。
2. 音源から音を発生させ、何もかぶせていない状態、段ボールを被せた状態、内部にウレタンスponジを貼り付けた段ボールを被せた状態、内部にグラスウールを貼り付けた段ボールを被せた状態の4パターンで騒音計の値を記録する。
3. 音源の周波数を変えて、同様に実験する。

※実験で使用するウレタンスponジ、グラスウールの気孔率を測定しておく。



図1 実験図

## 5. 結果と考察

### 実験で測定した4パターンそれぞれの値

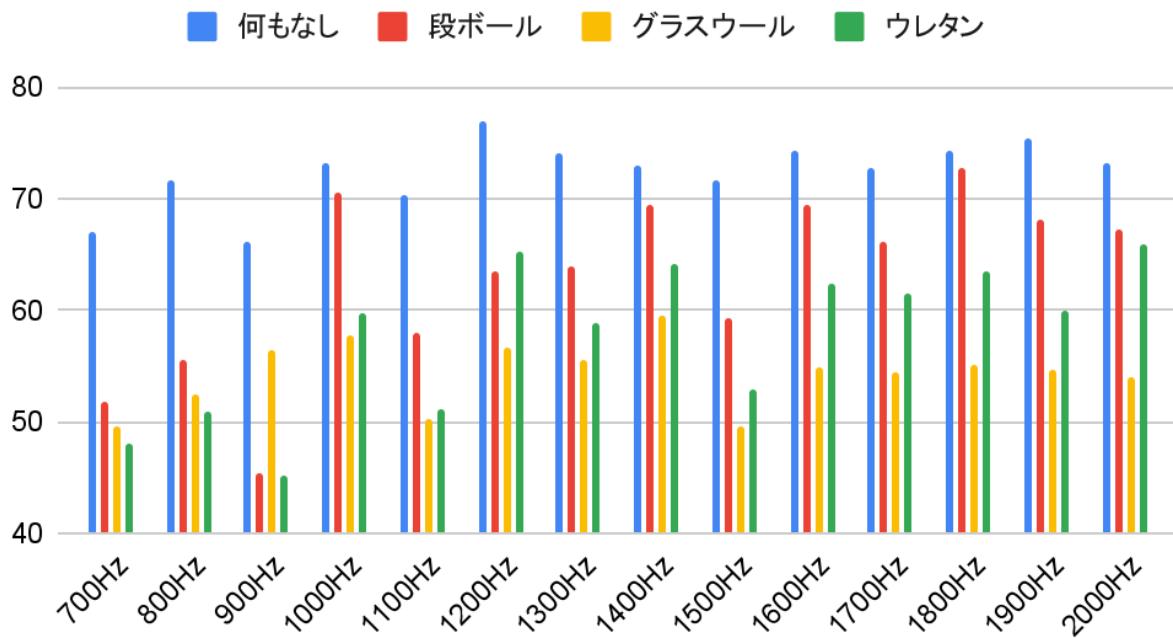


図2 実験で測定した4パターンそれぞれの値

表1 実験で測定した材質の気孔率

グラスウール	59.6%
ウレタン	76.5%

図2より、周波数によって違いはあるが、特に高音域の部分はグラスウールの方が吸音効果が高かった。また、気孔率の違いによる吸音効果の違いは見込めなかった。

## 6. 結論

気孔率と吸音の度合いに関係はない。

## 7. 参考文献

【DIY防音室】「防音」の仕組み

<https://ameblo.jp/caroco-moonlit-life/entry-12148912020.html>

防音対策の基礎知識！防音、遮音、吸音の違いとは

<https://www.suganami.com/shop/sound/column/so0006>

# 持続可能な世界へ～風力発電～

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 2班

## 1. 背景

世界各地にあり、かつ、将来の主要エネルギー源となる風力発電。日本においても海風などが吹くことから注目されている。しかし、実際は風力発電機の設置に難航していると言わざるを得ない。なぜ進まないかというと、騒音問題である。この問題は低周波音による精神異常や、聴覚障害など公害を引き起こしている。現在の解決方法として、立地条件や、風力発電機に使われる素材による研究で解決しようという動きは多く見受けられるが、風力発電機自体の形状からのアプローチは見えなかった。そのため今回はこの問題を形状からアプローチし、今後の持続可能な社会に貢献したいと考えている。

## 2. 目的

発電効率を上げながら、騒音問題を解決し得る風力発電機のブレードの形状を発見する。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

風力発電における騒音は風力発電機のブレード(以後ブレードと言う)に空気が衝突すると乱気流という乱れた気流ができるこれにより空気が振動、またブレード自体が振動することによって騒音が発生する。また、乱気流を抑えるとブレードの上部と下部の気流が安定し揚力が上がり、後方乱気流によるブレードの巻き込みがなくなるため、より発電効率が上がる。

#### ・揚力

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L$$

L : 揚力

$\rho$  : 流体の密度

V : 物体と主流の相対速度

S : 物体の代表面積

$C_L$  : 揚力係数

この式から、揚力は揚力係数に比例することがわかる。

また、揚力係数はブレードの迎角や形状、によって変化する。

#### ・乱気流の発生原因

ブレードにおける上部と下部の流体速度の差によって発生する。これは流体の粘度性によるもので、例えばブレードの上部は遅い流体、下部に速い流体を流すと速い流体は遅い流体を巻き込んで渦ができてしまう。これが乱気流である。

### (2) 仮説

先行研究から、今回は物体の代表面積、流体と主流の相対速度、流体の密度を変えずにブレードの形状を変えることによって乱気流は抑えることができ、騒音問題を解決することができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- 発泡スチロール
- ビニール袋
- 接着剤
- 扇風機
- 線香
- タコ糸
- 分銅
- 計量計 及び 風速計

### (2) 手順

1. ブレードを四種類作る。

写真は実際に作ったブレードの設計図

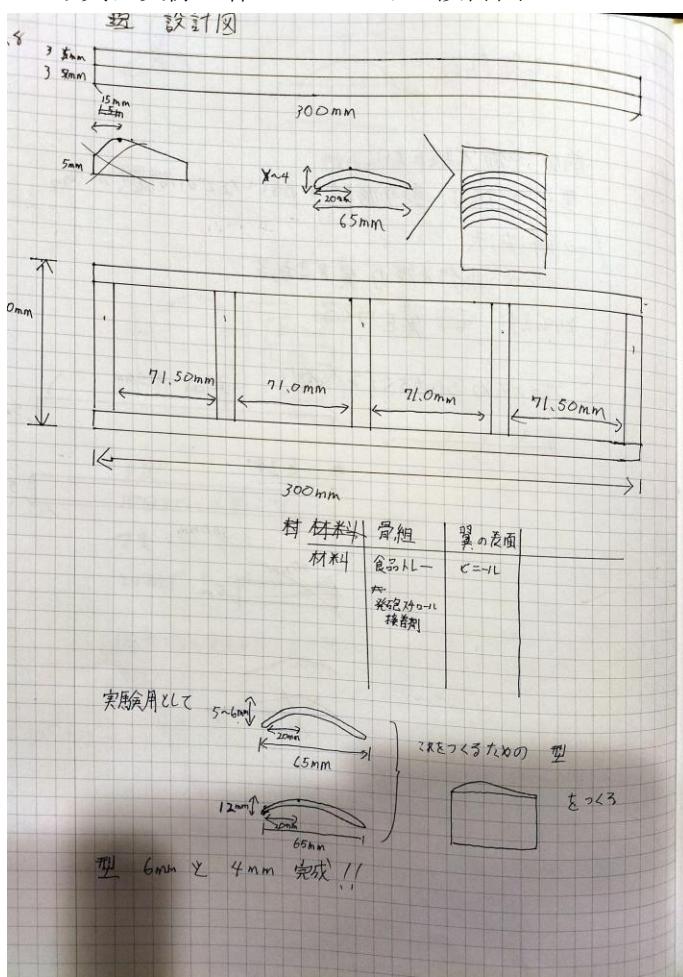


図1

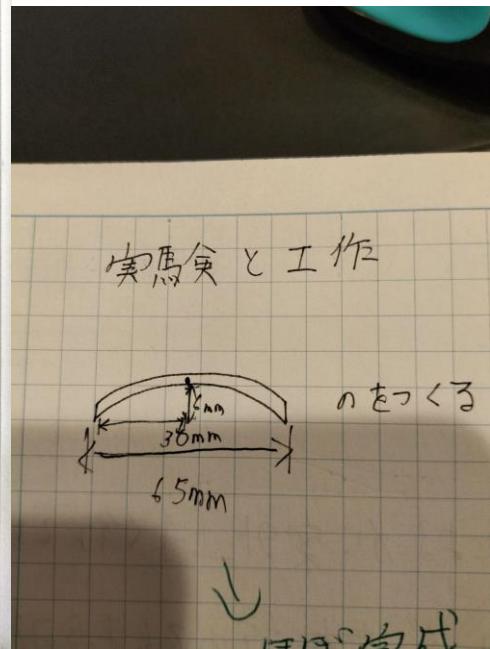


図2

ブレードの形状は

- 水平面からの一番高い高さが 4mm , 6mm , 12mm , の三種類を用意する。
- ブレード前方から最高点までの水平方向の距離を 20mm , 30mm (高さは6mm)



図3 上の写真は完成形

## 2. 計測

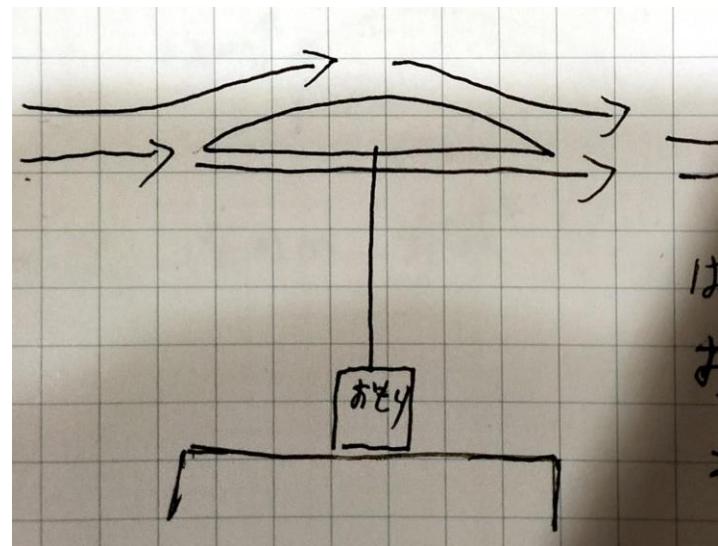


図4 計測方法

1. 図4のように制作した実験用のブレードにタコ糸でおもりを取り付け、タコ糸がたるまない程度に分銅を計量計に置く。
2. この状態の時に計量計の基準としてブレードに風をあて計量計に表示される値を  $|-x| \text{ g}$ を得られた揚力の大きさとして考える。
3. 分銅を取り外し、線香の煙を使って気流の流れを観測する。（この時、気流の評価は目視ですとする。）

## 5. 結果

### 1. 揚力に関する結果

表1 使用したブレードの形状

	最高点[mm]	最高点までの水平方向距離[mm]
A群	4.0	20.0
B群	6.0	20.0
C群	12.0	20.0
D群	6.0	30.0

表2 計測結果

計測数	A群	B群	C群	D群
1	15.7	13.1	20.7	21.3
2	15.5	12.6	21.9	22.1
3	17.1	12.8	19.3	20.6
4	16.9	23.5	20.1	19.8
5	16.2	12.3	19.4	20.1
6	15.4	12.1	19.6	21.1
7	16.4	12.5	19.0	21.6
8	15.3	13.4	20.8	20.9
9	16.4	13.1	19.0	21.3
10	16.9	12.5	20.2	21.1

\*補足 表2 は今回使った扇風機の風速が常に変化するため、ランダムに計量計に表示された数値を撮影して使用している。

## 揚力の違い

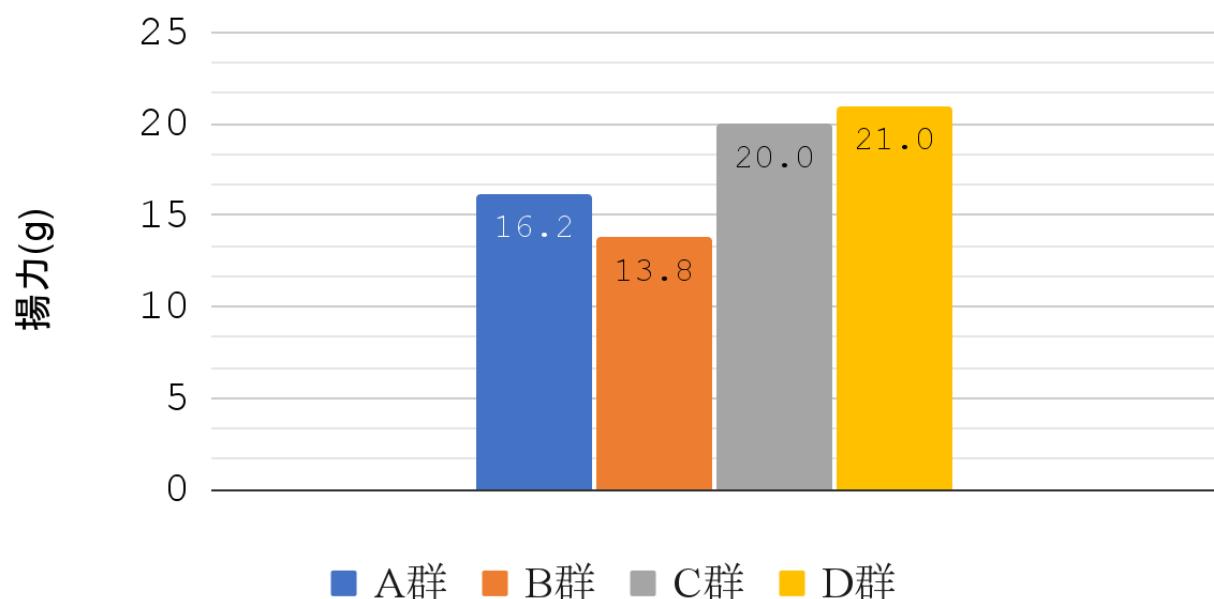
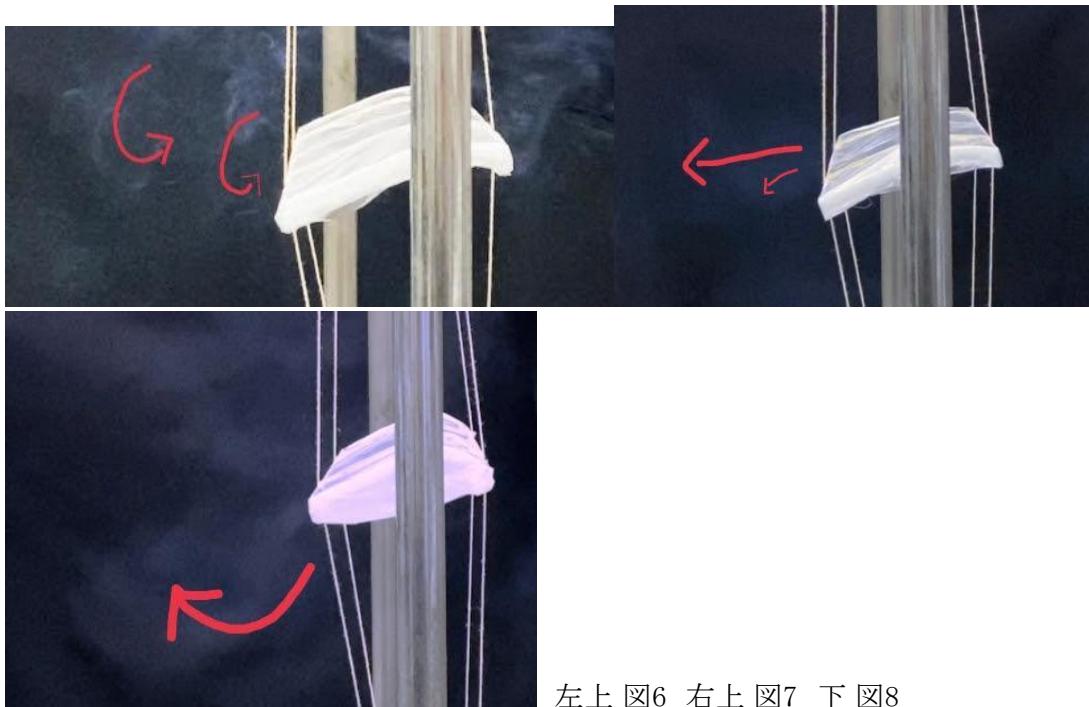


図5 \*補足 この図は表2 から得た各群の平均値である。

表3 量的検定

比較	Tukey		判定
A群-B群	2.4	3.12	有意差なし
A群-C群	3.8	3.12	有意差あり
A群-D群	4.8	3.12	有意差あり
B群-C群	6.2	3.12	有意差あり
B群-D群	7.2	3.12	有意差あり
C群-D群	1.0	3.12	有意差なし

## 2. 乱気流の評価



左上 図6 右上 図7 下 図8

\*補足 赤の矢印は考えられる気流の流れを表している。

## 6. 考察と結論

### 揚力について

- 水平面からの高さが多少変わったぐらいで揚力に有意差は現れないが、二倍など大きく変えると差が生まれることがわかる。
- 表3より、B群とD群には有意差があることから前方から最高点までの水平方向距離によつて揚力は変わってくるとわかる。

### 乱気流について

- 最高点が高ければ高いほど乱気流の規模は大きくなる。
- 前方から最高点までの水平方向距離が離れると乱気流は抑えられる。
- これはD群ブレード上部の流体速度が変わるタイミングが他の実験群に比べて遅いことからブレード上部、下部での流体の相対速度があまり大きくならなかった事から乱気流があまり発生しなかったのではないかと予想する。

### 全体

- 今回はD群がもっともよい結果を出した。特に図5から分かるように、最高点が高ければ高いほど揚力は大きくなっている傾向がある。しかし、D群は最高点の高さが6mmなのに12mmのC群と変わらない結果を出している。このことからD群の最高点の高さを12mmにしているさらに揚力を得られていた可能性はあると考える。
- このようにD群がよい結果を出したのは、乱気流が大きく関わると考える。なぜなら、

図6と図7を見比べると明らかにD群は巻き込んでいる気流が少ない。これにより先行研究から揚力の低下が他の実験対象群より著しく小さいのではないかと考えることができる。

- 今回の結果からさらなる研究の必要性を感じた。特にD群と同様の前方から最高点までの水平方向距離のデータが少なく、また前方から最高点までの水平方向距離による乱気流の因果関係を表すデータも少ない。さらに乱気流の実験方法を改善する必要がある。なぜなら、線香の煙があまりにも自由に動きすぎていて果たしてそれが乱気流によるものなののかわからないことがあった。このような事から、今回の研究はある程度の結論には近づいたが最終的な結論を出すにはさらなる研究が必要だと考える。

## 7. 参考文献

航空実用事典

<https://www.jal.com/ja/jiten/dict/p272.html#:~:text=%E9%AB%98%E5%B1%A4%E3%83%93%E3%83%A8%E3%82%84%E5%B1%B1%E3%81%AA%E3%81%A9,%E3%81%95%E3%81%BE%E3%81%A7%E3%81%8A%E3%82%88%E3%81%B6%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%8C%E3%81%82%E3%82%8B%E3%80%82>

揚力 – Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8F%9A%E5%8A%9B>

揚力の仕組みと利用 – 大阪教育大学

<https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/09/37-06.pdf>

乱気流 – Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B9%B1%E6%B0%97%E6%B5%81>

Airfoil Tools

<http://airfoiltools.com/>

風力発電施設における騒音及び低周波音について

[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/yojo\\_furyoku/d1/kyougi/akita\\_yuri/02\\_docs07.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/d1/kyougi/akita_yuri/02_docs07.pdf)

「環境省報道発表資料」 風力発電所に係る環境問題の発生状況

[https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/seisaku/kikaku/shingikai/documents/2kai\\_sankou2.pdf](https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/seisaku/kikaku/shingikai/documents/2kai_sankou2.pdf)

# ムペンバ効果の発現条件

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 3班

## 1. 背景

過去の研究レポートを見て,もっと詳しいムペンバ効果の発現条件について調べてみたいと思った。

## 2. 目的

溶液の濃度,水の量,水溶液の種類によって,ムペンバ効果の発現に影響があるかどうかを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

ムペンバ効果とは物理学において,特定の条件の下で,高温の水が低温の水よりも短い時間で凍る現象である。冷却時の温度むらがあることによって起こる。ムペンバ効果はビーズでも再現可能である。

食塩水と水では食塩水の方がムペンバ効果が発現しやすい。溶液が食塩水のとき,容器の違いによる冷え方の差によるムペンバ効果の発現のしやすさに差はない。温度むらや溶液の種類を変えても,2つの溶液の温度を40°Cと60°Cに固定すれば,ムペンバ効果が発現する。

### (2) 仮説

水溶液の質量モル濃度を大きくすると,水溶液中に氷の核となる物質が多くなるため,凍りやすく,ムペンバ効果が発現しやすくなるのではないか。また,先行研究で水より食塩水の方がムペンバ効果が発現しやすいという結果が得られていたので,質量モル濃度が大きい溶液の方がムペンバ効果が発現しやすくなると考えられる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

氷,バット,寒剤用の食塩,純水,塩化ナトリウム,硝酸カリウム,尿素,スクリュース,ステンレスコップ,温度計,スプーン,ラップ

### (2) 手順

バットに氷と水道水と食塩を入れ,スプーンでかき混ぜて約-12°Cにする。これを冷却器と呼ぶ。

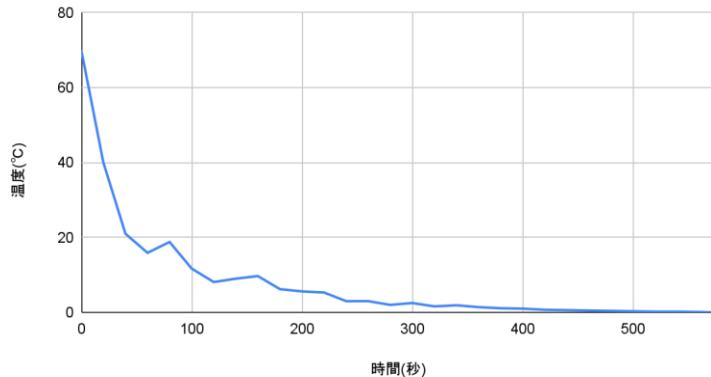
ステンレスコップに溶液100 mlを入れる。この時,とりたいデータの設定温度が室温より高い場合は設定温度より高い状態で溶液をステンレスコップに入れ,設定温度になったらすぐに実験をはじめる。また,出来るだけ密閉した状態で実験をするためにステンレスコップにはラップをかける。ステンレスコップ内の溶液が設定温度になったら,ステンレスコップを冷却器内に入れ,20秒ごとに溶液の温度を測定する。溶液の温度が0°Cになった時点で実験を終了する。

それぞれの設定温度からの溶液の温度の下がり方を比較して,ムペンバ効果の発現条件を調べる。

## 5. 結果と考察

### 実験1 70°Cの純水100 mlの温度変化

グラフ1 70 °Cの純水100 mlの温度変化

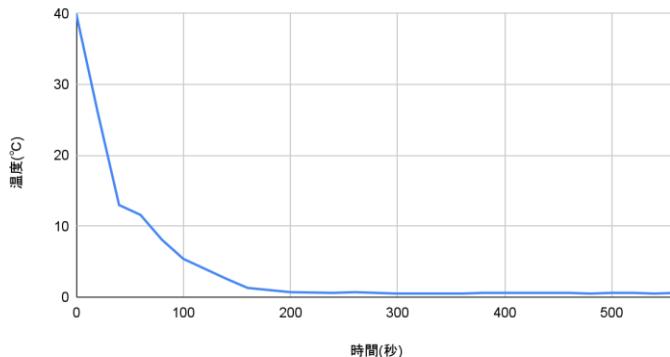


グラフ1 70°Cの純水100 mlの温度変化

実験1を行った結果, 溶液の体積が大きいと実験に時間がかかり, 行える実験の回数が減ってしまう恐れがあることがわかったため, 溶液の体積を減らして実験することにした。溶液の体積は先行研究と同じ30 mlとする。また, 体温が容器に伝わって正確な温度を測定できない可能性があるため, 容器をトングで押さえて実験を行う。ステンレスカップ内の溶液が外側から凍ってしまったので, 温度むらをできるだけなくすために針金をリング状にしたものを用意し, ラップをかけてあっても針金を上下させるだけで容器内を混ぜられるようにする。測定値の誤差を小さくするため, 温度は容器の中央で測定するようにする。また, 冷却器用のバットが大きいと判断したため, 氷水を入れる容器を小さくする。

### 実験2 40°Cの純水30 mlの温度変化

グラフ2 40 °Cの純水30 mlの温度変化



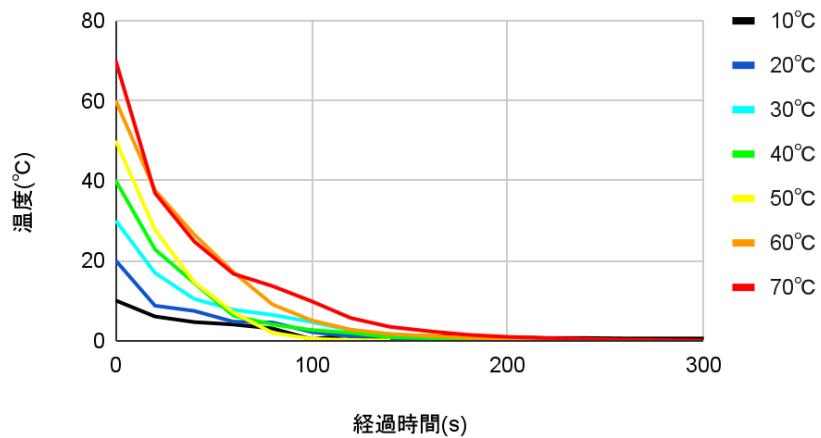
グラフ2 40°Cの純水30 mlの温度変化

冷却器の容器を小さくしてしまったため, 冷却器の氷水をかき混ぜにくくの温度が下がりにくかったので, 冷却器の容器には実験1で使用したバットを使用することにする。また, 溶液の体積が30 mlだと, 外側が凍り始めたときに, 凍った水の体積の割合が大きくなりすぎるので, 溶液の体積は50 mlとする。

### 実験3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 純水50 mlの温度変化

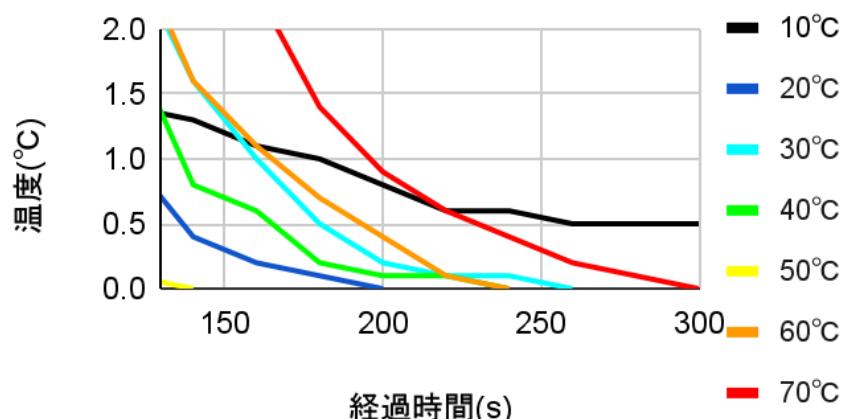
10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°Cの8つの純水の温度変化を比較した。

## 50 mlの純水の温度変化



グラフ3 70°C, 60°C, 50°C, 40°C, 30°C, 20°C, 10°Cの純水50 mlの温度変化

## 50 mlの純水の温度変化

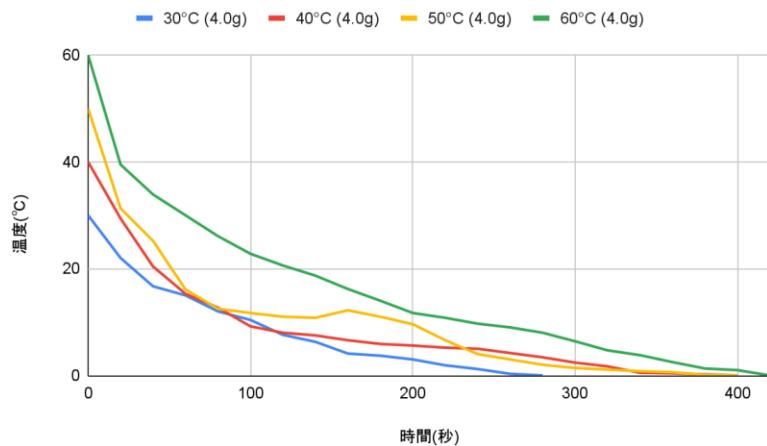


グラフ4 グラフ3の0°C付近を拡大したもの

グラフ4から、それぞれの純水のグラフをその純水より開始温度の高い純水のグラフと比較すると、10°Cの純水よりも20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°Cの純水、20°Cの純水よりも50°Cの純水、30°Cの純水よりも40°C, 50°C, 60°Cの純水、40°Cの純水よりも50°Cの純水の方が短い時間で温度が下がり、0°Cまで達したことがわかる。よって純水では、以上の温度の組み合わせでムペンバ効果が発現したといえる。

実験11, 12, 13, 14 60°C, 50°C, 40°C, 30°Cの4.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

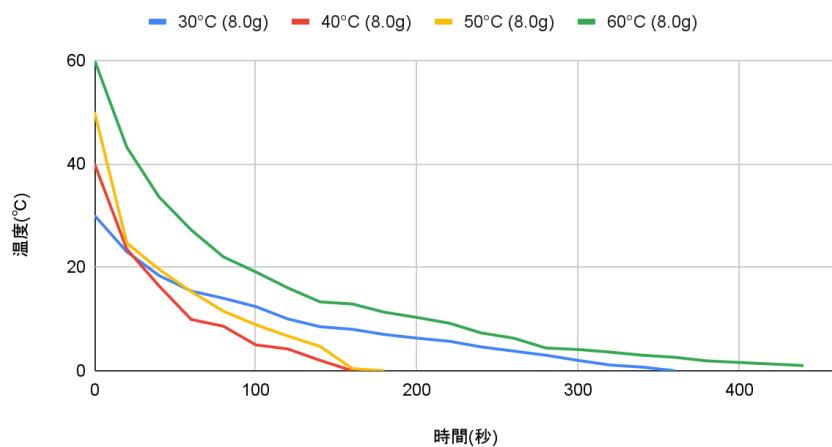
NaCl 30°C (4.0g)、40°C (4.0g)、50°C (4.0g)、60°C (4.0g)



グラフ11 4.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

実験15, 16, 17, 18 60°C, 50°C, 40°C, 30°Cの8.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

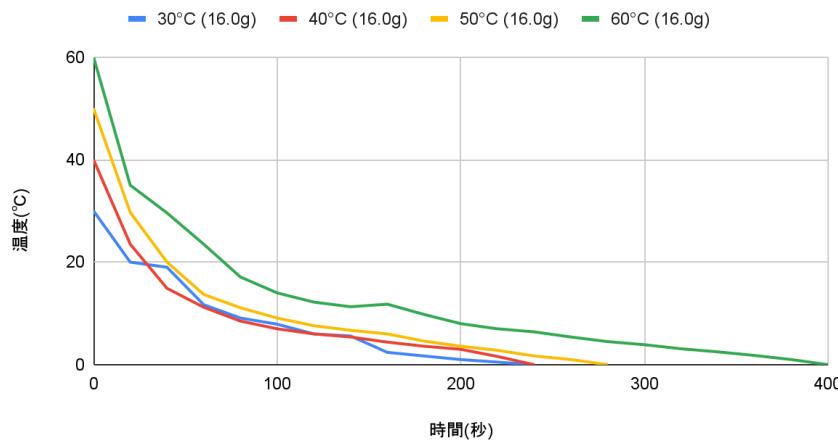
NaCl 30°C (8.0g)、40°C (8.0g)、50°C (8.0g)、60°C (8.0g)



グラフ12 8.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

実験19, 20, 21, 22 60°C, 50°C, 40°C, 30°Cの16.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

NaCl 30°C (16.0g)、40°C (16.0g)、50°C (16.0g)、60°C (16.0g)

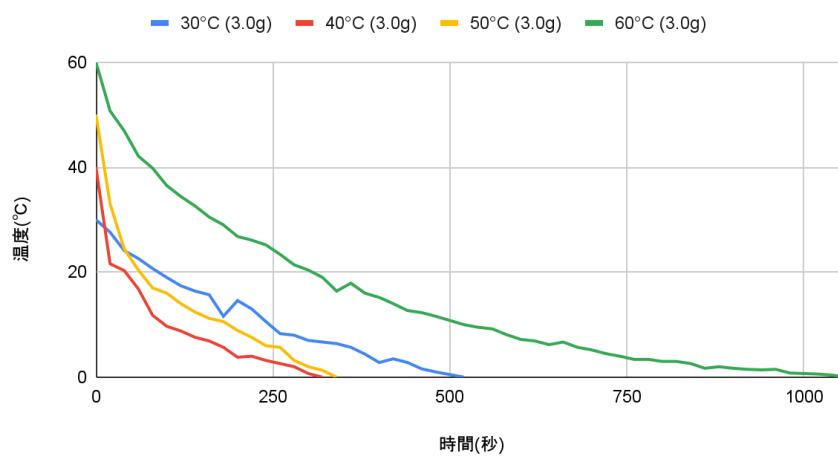


グラフ13 16.0 gの塩化ナトリウムを溶かした塩化ナトリウム水溶液50 mlの温度変化

グラフ11,12,13から、塩化ナトリウムを用いた実験では、8.0 gの塩化ナトリウムを50 mlの純水に溶かした塩化ナトリウム水溶液で、30°Cと50°C,30°Cと40°Cの組み合わせでムペンバ効果が発現したといえる。

実験15, 16, 17, 18 60°C, 50°C, 40°C, 30°Cの3.0 gの硝酸カリウムを溶かした硝酸カリウム水溶液50 mlの温度変化

30°C (3.0g)、40°C (3.0g)、50°C (3.0g)、60°C (3.0g)

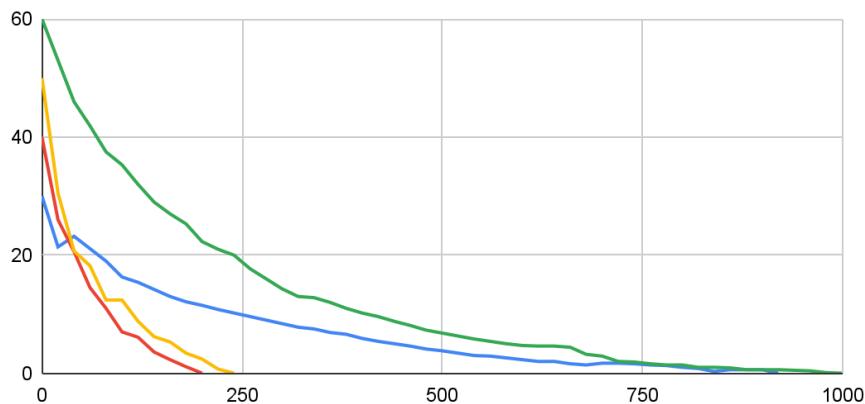


グラフ14 3.0 gの硝酸カリウムを溶かした硝酸カリウム水溶液50 mlの温度変化

実験19, 20, 21, 22 60°C, 50°C, 40°C, 30°Cの6.0 gの硝酸カリウムを溶かした硝酸カリウム水溶液50 mlの温度変化

30°C (6.0g)、40°C (6.0g)、50°C (6.0g)、60°C (6.0g)

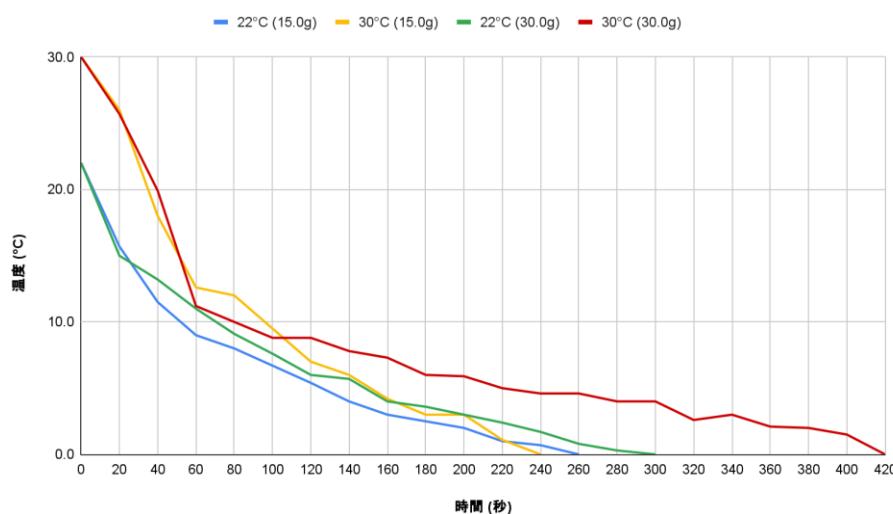
— 30°C (6.0g) — 40°C (6.0g) — 50°C (6.0g) — 60°C (6.0g)



グラフ15 6.0 gの硝酸カリウムを溶かした硝酸カリウム水溶液50 mlの温度変化

グラフ14,15から硝酸カリウムの水溶液では,3.0 g溶かしたときも6.0 g溶かしたときも,30°Cと40°C,30°Cと50°Cの温度の組み合わせでムペンバ効果が発現していることがわかる。

実験23, 24, 25, 26 30°C,22°Cの15.0 gの尿素を溶かした尿素水溶液50 mlと 30°C,22°Cのし30.0 gの尿素を溶かした尿素水溶液50 mlの温度変化

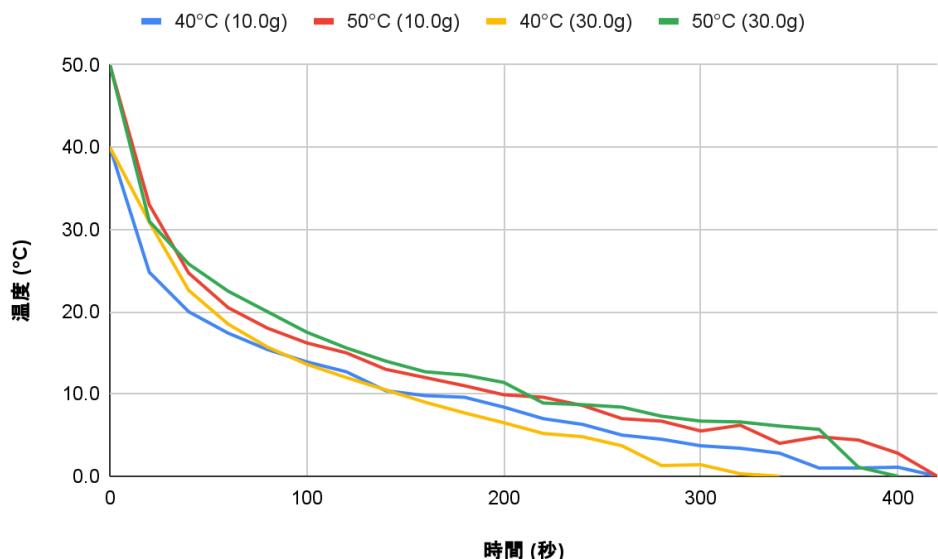


グラフ16 15.0 gの尿素を溶かした尿素水溶液50 mlと30.0 gの尿素を溶かした尿素水溶液50 mlの温度変化

尿素は水に溶解する際,吸熱反応が起こるので,実験の開始温度の設定が難しく,22°Cと30°Cで実験を開始した。

グラフ16を見ると,15.0 gの尿素を溶かした尿素水溶液で,22°Cと30°Cの温度の組み合わせでムペンバ効果が発現したことがわかる。

実験27, 28, 29, 30 50°C,40°Cの10.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlと50°C,40°Cの30.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlの温度変化



グラフ17 16.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlと30.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlの温度変化

グラフ17 から50°C,40°Cの10.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlと50°C,40°Cの30.0 gのスクロースを溶かしたスクロース水溶液50 mlの温度変化を比較しても、ムペンバ効果の発現は見られなかった。

以上の実験を通して、溶液の質量モル濃度を大きくしても、ムペンバ効果が発現しやすくなることはなかった。よって、仮説は正しくないことがわかった。

## 6. 結論

純水では、10°Cと20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 20°Cと50°C, 30°Cと40°C, 50°C, 60°C, 40°Cと50°Cの温度の組み合わせ、塩化ナトリウム水溶液では、50 mlの純粋に8.0 gの塩化ナトリウムを溶かしたとき、30°Cと40°C, 50°Cの温度の組み合わせ、硝酸カリウム水溶液では、50 mlの純粋に3.0 gの硝酸カリウムを溶かしたときと6.0 gの硝酸カリウムを溶かしたとき、30°Cと40°C, 50°Cの温度の組み合わせ、尿素水溶液では、50 mlの純粋に15.0 gの尿素を溶かしたとき、22°Cと30°Cの温度の組み合わせでムペンバ効果が発現する。

## 7. 参考文献

平成29年度指定スーパーサイエンスハイスクール第4年次課題研究論文集令和3年3月和歌山県立向陽高等学校「ムペンバ効果発現条件の探索」

お湯が冷水より早く凍る「ムペンバ効果」のナゾが解明される！nazology.net

<https://nazology.net/archives/66476>

American Journal of Physics Supercooling and the Mpemba effect: When hot water freezes quicker than cold

<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.18059>

scientific reports Questioning the Mpemba effect: hot water does not cool more quickly than cold

[https://www.nature.com/articles/srep37665?from=article\\_link](https://www.nature.com/articles/srep37665?from=article_link)

# 植物の光によるストレス反応

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 4班

## 1. 背景

近年, 物価の高騰が進んでいる。野菜もその一つである。加えて大雨や日照不足などにより, さらに値段があがることもある。そこで我々は野菜をより簡単に, より美味しく作る方法はないだろうかと考えた。そして, ミニトマトを育て, 葉, 茎, 実にブドウ糖水溶液を注射すればトマトを甘くすることができるのではないかと考え, 実験した。しかし結果としては, そもそもトマトの苗のどこにも注射をすることことができなかつた。この結果をカゴメ株式会社様にメールで伝え, 助言を求めたところ, まず糖分を師管に入れることができれば, 理論上はトマトを甘くすることは可能ではあるとのことだった。だが, とても細い師管に注射することは非常に困難であり, 実際植物に対して大量の液体を受け入れることができず, 注射することができなかつたのだと思われる。また, トマトに余計な水分を与えること自体好ましくない, との返信だった。

そこで, カゴメ株式会社様ではどのようにしてトマトを育てているのかを尋ねたところ, 適度なストレスを与えておいしいトマトを育てているとのことだった。しかし, どのようなストレスを与えているのかは社外秘とのことだったので, どのようなストレスが野菜をおいしく育てるにあたって有効なのかは自分たちで調べようというのが今回の実験の背景である。

## 2. 目的

カラーセロハンで覆うことによる光の制限はストレスになるのか。また, 光によるストレスがあると認められた場合, それは野菜を育てるにあたって有効なのかを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

赤, 緑, 青のLEDライトでクローバーを育てる先行研究がある。この実験では, 青い光で育てたものが最もよく育ち, 次に赤い光のものがよく育ち, 緑の光のものが最も育たなかつた。また, 青い光と赤い光では大きな差は見られなかつた。

その原因として, 葉緑体の吸収スペクトルは400~500, 600~700nmである。緑は500~550nmであるため, よく育たなかつた。

### (2) 仮説

赤色の光が最もよく育つ。その次に青色の光のものがよく育ち, 黄色の光で育てたものが最も育たない。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・二十日大根の種子
- ・培養土
- ・21ペットボトル
- ・テープ
- ・カラーセロハン

### (2) 手順

1. 21ペットボトルでポットを作り、市販の培養土を入れ、種を植える。
2. 土が乾いたら、水をやる。(今回は約1週間に一度水を与えた。)
3. 発芽させる。(今回は成長の仕方についての実験がしたい。発芽しなかったら実験ができないので、子葉が開くまでは自然光そのままで育てる。)
4. 子葉が開いたら、カラーセロハンのカバーをかける。



5. 25日間カラーセロハンを被せたまま育て、その後、それぞれの個体の大きさなどを調べる。

## 5. 結果と考察

### 【結果】

実験対照群が最もよく育ち、次に赤、黄、青の順に育つという結果だった。

〈実験対照群〉

とてもよく育った。



〈赤〉

育ちはしたが、実験対照群ほどは育たず、途中から干からび始めた。



〈黄〉

ほとんどの苗は枯れ、残った苗も萎れた。



〈青〉

セロハンを被せてから急速に枯れ始めた。すべて枯れ、実験終了時には土しか残らなかった。



### 【考察】

今回はLEDのような色のついた光を用いるのでは無く、自然光を制限することによってできる色のついた光で実験したため、実験対照群が最もよく育ったと考えられる。

赤が干からびたのは水不足ではあるとは思うが、実験対照群も同じ量の水しか与えていないにも関わらず、しっかりと育ったので、根の成長具合による誤差では無いかと考えた。

赤、黄、青の中で赤色が最も育つという予想は当たったが、青が最も育たないのは予想外であった。これはセロハンを透過することによる色とLEDのような可視光の色とでは波長が異なるためだと考えた。図1より青セロハンが透過する波長の中で葉緑体が吸収するのは主に400nm~500nm でありあまり吸収しないことが分かる。そして黄セロハンの場合500nmと600nm~700nm、赤セロハンの場合600nm~700nmの波長を葉緑体は吸収する。そうなると黄セロハンが最も育ちそうだが、可視光線の波長も関係しているために赤セロハンのほうがよく育ったと考える。

〈セロハンの透過する波長〉

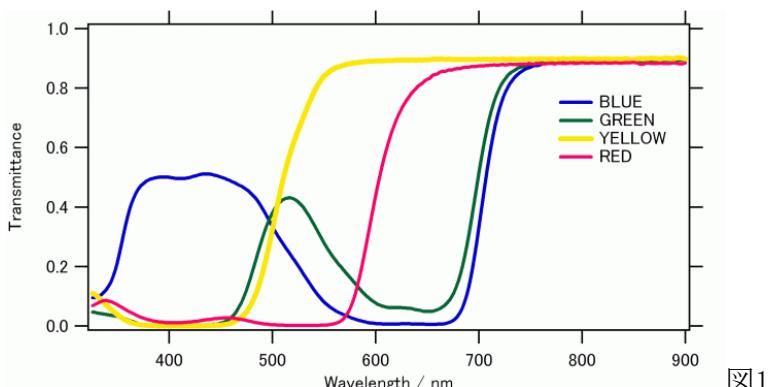


図1

### 〈可視光の波長〉

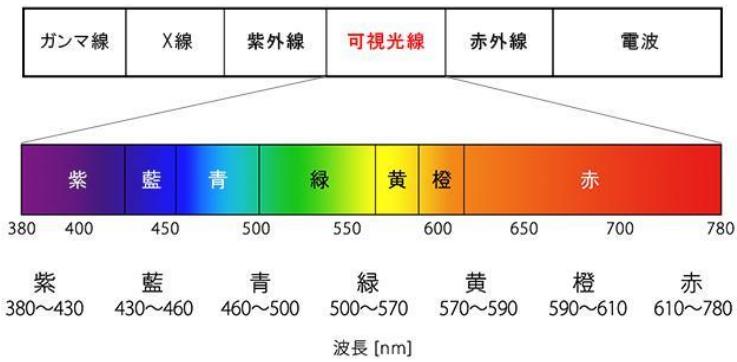


図2

## 6. 結論

植物の成長において最も重要な色は赤色であり、赤色の光が少ないとによるストレスでは植物はよく育たないことが分かった。また、成長具合はセロハンの透過する波長に加えて可視光の波長にも関係することがわかった。

## 7. 参考文献

- (1) 植物のストレス応答。  
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc3/31920.pdf>
- (2) 光のスペクトル(Ⅱ)  
<https://optronics-media.com/publication/hikari-tanken/20190918/59922/>
- (3) 色セロハン-スペクトル色々  
<http://spectra.nomoto.org/2004/07/14/%E8%89%B2%E3%82%BB%E3%83%AD%E3%83%8F%E3%83%B3/>

# 両性界面活性剤のコンディショナーへの活用

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 5班

## 1. 背景

最近SDGsが有名になり持続可能な社会を目指す動きが広がっている。持続可能な社会のためには環境を守ることが必要である。先日のSS研の発表を聞き,日焼け止めのように常用するものの一つとしてコンディショナーも環境に悪影響を及ぼしているのではないかと思ったため。

## 2. 目的

両性界面活性剤でも効能の良いコンディショナーを作ることができ,環境への影響を減らせるかを明らかにする。また,コンディショナーの効能もよく,環境への影響も低いというバランスがよい両性界面活性剤の量とpHの値を見つける。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

合成界面活性剤の大半は河川や海に流れても分解されなかつたり,または分解にとても時間がかかつたりして環境汚染の影響は多大である。

シャンプー後の髪はアルカリ性に傾きキューティクルが開いているため,コンディショナーには弱酸性に戻してキューティクルを閉じさせる役割がある。毛髪は濡れるとマイナスになり,そこにカチオン(プラス)界面活性剤が吸着すると毛髪表面に油分の層を形成し,帯電防止効果や纖維を柔らかくすることができる。大豆レシチンは両性界面活性剤であるが,両性界面活性剤は水に溶けたとき酸性領域ではカチオン界面活性剤の性質を示す。美容師の方に聞いたところ,一般的なコンディショナーの水分は50~70 %,グリセリンは10 %程度である(油分と水分の比率は求める髪質によって異なる)。

毛髪はpHが4.5~7.5では安定であるが4以下では収れんを起こし,8以上では軟化する。コンディショナーはカチオン界面活性剤と高級アルコールが一緒に用いられ水の中でラメラ液晶のゲルを形成する。レシチン濃度が高いと過剰のレシチンは多重層のラメラ構造を形成する。参考文献5)図17よりお風呂の最適な温度である38°Cでレシチン濃度が0.73 %以上ならばゲルを形成する。両性界面活性剤はカチオン界面活性剤,アニオン界面活性剤と比較して皮膚刺激性や毒性が低い。

### (2) 仮説

シャンプーでアルカリ性に傾いた髪を弱酸性のコンディショナーを使うことで弱酸性に戻すと,キューティクルが閉じ,また酸性領域では大豆レシチンがカチオン界面活性剤の性質を示していたのが髪が中和していく。また水に流れる過程で次第に両性界面活性剤の性質に戻り,環境への影響が減ると考えられる。よってコンディショナーをpH4.5でレシチン濃度を0.73 %で配合させるとキューティクルが良く整い,CODの値も低いと考えられる。

pH4.5は毛髪が安定するpHの最小の値であり,最小のpHであればキューティクルが閉じやすく,大豆レシチンがよりカチオン界面活性剤の性質を示すと考えたため。参考文献5)図17よりレシチン濃度0.73 %はお風呂の最適な温度である38°Cでゲルを構成する最小の値であり,必要最低限で大豆レシチンを配合すると水質汚染も減ると考えたため。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

ホホバオイル, 頸粒の大豆レシチン, 純水, クエン酸, グリセリン, 市販のコンディショナー(いち髪なめらかスムースケア, ラックスPBヘアトリートメントb(以下いち髪,LUXと呼ぶ)), 市販のシャンプー(いち髪なめらかスムースケア), 班員の毛髪, 液状のり, 光学顕微鏡, スライドガラス, カバーガラス, 約0.004 mol/L過マンガン酸カリウム水溶液, pHメーター, pH試験紙, 0.01 mol/Lシュウ酸水溶液, 6 mol/L希硫酸, 0.1 mol/L硝酸銀水溶液, メスフラスコ, 駒込ピペット, 漏斗, 漏斗台, ガラス棒, 濾紙, スパチュラ, ガスバーナー, チャッカマン, 三脚, 金網, ビュレット, コニカルビーカー, ホットスターーラー, ホールピペット, 安全ピペット, 攪拌子, ピンセット, 鍋, ガスコンロ

### (2) 手順

1. キューティクルが光学顕微鏡で観察できるかを毛髪をプレパラートにする方法とスンプ法で試した。スンプ法では液状のりをスライドガラスに垂らし, 表面に毛髪をそっと並べ置いて自然乾燥させ, 毛髪をとり跡を顕微鏡で観察した。
2. pHを4.5, 大豆レシチン濃度を0.73 %, 2.19 %, 6.57 %で30 gのコンディショナーを合計3通り作った(以下濃度で呼ぶ)。大豆レシチンは順に0.15 g, 0.44 g, 1.31 g加えた。ただしグリセリンを10 %つまり3.0 g, ホホバオイルを30 %つまり9.0 gで統一し, 大豆レシチンとpH調整材も除いた残りを純水にした。pH調整剤に5 %クエン酸水溶液を使用した。コンディショナー0.10 gを溶かした水100 mLを作成し, 過マンガン酸カリウムで滴定を行い, そのCODを求めた。比較に市販のコンディショナー2つを用いた。
3. 滴定方法  
正確に0.01 mol/Lのシュウ酸水溶液を調整し, 約0.004 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を準備した。コンディショナー0.10 gを溶かした水100 mLに0.1 mol/L硝酸銀水溶液をスパチュラで少量加えて沈殿を濾過し, 濾液に6 mol/L希硫酸5 mLと過マンガン酸カリウム水溶液50 mLを加え, 約5分間ガスバーナーで煮沸した。その時できた黒い沈殿物を濾過し, そこにシュウ酸水溶液50 mLを加え混ぜ, 純水を加えてメスフラスコで正確に250 mLにした。その溶液を50 mL量り取り, ホットスターーラーで温めながらビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し, 溶液がわずかに赤紫色になったところを終点とした。  
シュウ酸水溶液10 mLをコニカルビーカーにとって6 mol/L希硫酸を1 mL加えホットスターーラーで温めながらビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。溶液がわずかに赤紫色になったところを終点とした。これにより過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度を求めた。
4. 大豆レシチン濃度とpHを(1)0.73 %で2.0, (2)7.30 %で4.5, (3)0.73 %で4.5にして10 gのコンディショナーを合計3通り作った(以下自作コンディショナーは上の番号で呼ぶ)。大豆レシチンは順に0.07 g, 0.07 g, 0.73 g加えた。ただしグリセリンを10 %つまり1.0 g, ホホバオイルを30 %つまり3.0 gで統一し, 大豆レシチンとpH調整剤も除いた残りを純水にした。pH調整剤として5 %クエン酸水溶液を調整して用いた。
5. 試すコンディショナーをシャンプー(いち髪)0.10 gで洗浄した約15 cmで50本の毛髪束に0.10 g塗布し手で全体に行き渡らせ2分間置いた。そして38°Cの温水にてよく洗い流し, 乾かした。この操作を2回繰り返した毛髪はスンプ法を行い, キューティクルの整い具合を観察した。ただし, 髪を洗浄する時の温水も38°Cとした。比較に市販のコンディショナー2つを用いた。
6. 滴定方法  
シュウ酸と過マンガン酸カリウム水溶液は手順2で作成したものを使用した。コンディショナー0.10 gを溶かした水20 mLに0.1 mol/L硝酸銀水溶液をスパチュラで少量加えて沈殿を濾過し, 濾液に3 mol/L

希硫酸を1 mLと過マンガン酸カリウム水溶液10 mLを加え,約5 分間ガスバーナーで煮沸した。そこにシュウ酸水溶液10 mLを加え混ぜ,純水を加えてメスフラスコで正確に50 mL(いち髪と自作(1)は100 mL)にした。その溶液から10 mL(100 mLにした場合は20 mL)を3 回量り取り,3 mol/L希硫酸をそれぞれに1 mL(自作(3)は2 mL)入れてから,ホットスターで温めながらビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し,溶液がわずかに赤紫色になったところを終点とした。

シュウ酸水溶液10 mLをコニカルビーカーにとって3 mol/L希硫酸を1 mL加えホットスターで温めながらビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。溶液がわずかに赤紫色になったところを終点とした。これにより過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度を求めた。

## 5. 結果と考察

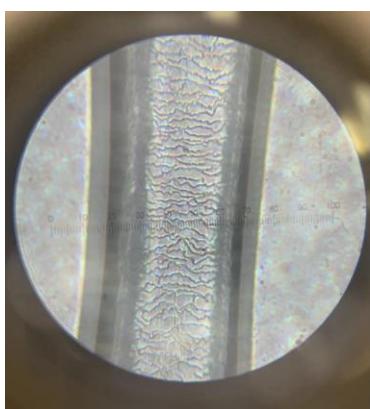


図1 スンプ法での毛髪画像

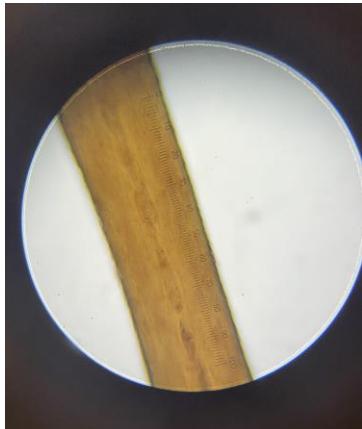
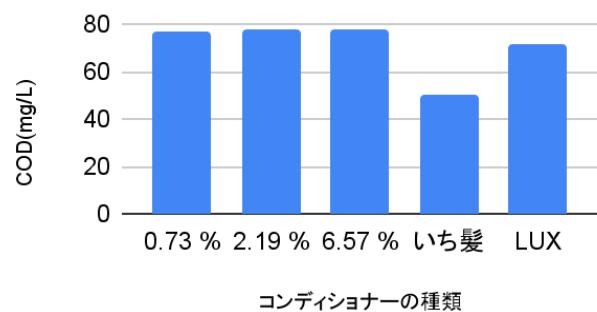


図2 プレパラートでの毛髪画像

図1よりスンプ法ではキューティクルの様子が鱗のように見え,整っているかどうか観察することができる事がわかった。図2よりプレパラートでは毛髪のまわりに細かい毛のようなものは確認できたが,キューティクルが整っているかの確認はできなかった。よって,実験が進んでキューティクルを見る時はスンプ法を行った。

コンディショナーとCOD



グラフ1 コンディショナー0.10 g溶かした水のCOD

グラフ1より手順2で作成した自作コンディショナー3つのCODに差がないことがわかった。この3つでスンプ法を行ってはいないが、自作コンディショナーのレシチン濃度を0.73 %, 7.30 %と違いを少し大きくして実験を進めることにした。



図3 自作コンディショナーの画像(どれもpH4.5でレシチン濃度が左から0.73 %, 2.19 %, 6.57 %)

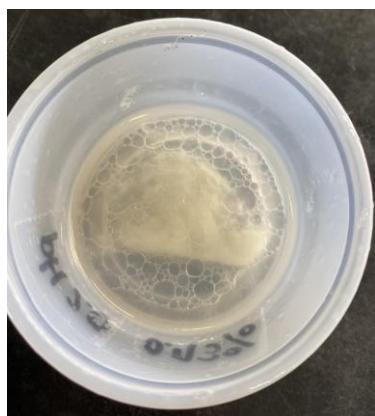


図4 レシチン濃度0.73 %, pH2.0の自作コンディショナーの画像

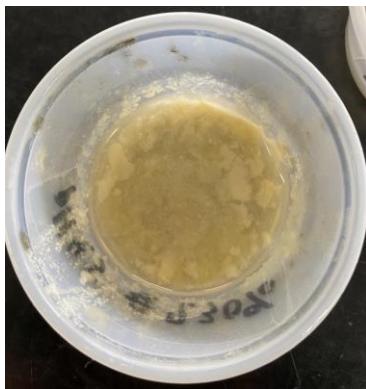
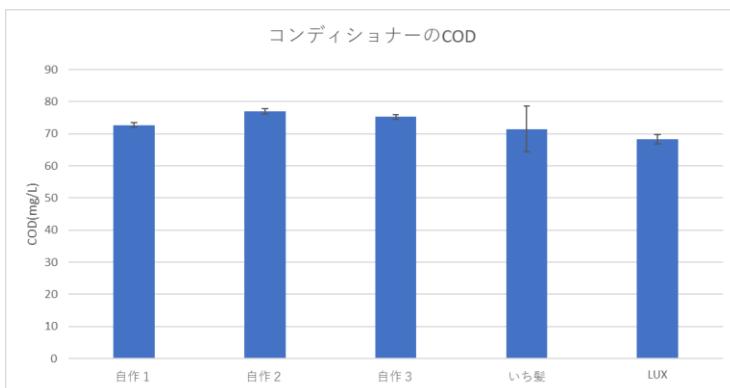


図5 レシチン濃度7.30 %, pH4.5の自作コンディショナーの画像

自作のコンディショナーに防腐剤を入れなかつたのだが,数日経つと溶け残った大豆レシチンや容器の壁面にカビができたことから,酸性領域で大豆レシチンはカチオン界面活性剤の性質である殺菌作用を示さない,もしくは示すが弱い,もしくは他の材料によって作用がなくなつたと考えられる。レシチン濃度が高くなるにつれてカビの量が多くなつたため,主にレシチンがカビだと考えられる。また,自作(1)は白いドロつとしたものができた。また,レシチン濃度0.73 %で作成した自作コンディショナーはさらさらしていたため垂れてしまいそうで髪に吸着しづらそうで,7.30 %で作成した自作コンディショナーはトロつとしていたため髪に吸着しやすそうだと思われる。実際,市販のコンディショナーはトロつとしていた。自作コンディショナーのところみの差は,レシチンが水と油を混ぜ合わせきれているかどうかだと考えられる。レシチン濃度0.73 %のものは水と油が分離し,7.30 %のものは分離していなかつた。



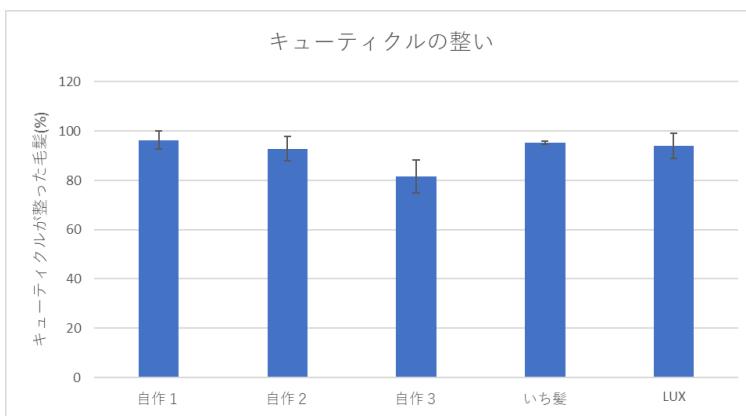
グラフ2 コンディショナー0.10 gを溶かした水のCOD

表1 CODのTukey-Kramer法の結果

比較	Tukey		判定
自作1-自作2	4.2	21.55	有意差なし
自作1-自作3	2.5	21.55	有意差なし
自作1-いち髪	1.3	21.55	有意差なし
自作1-LUX	4.4	21.55	有意差なし
自作2-自作3	1.7	19.96	有意差なし
自作2-いち髪	5.5	19.96	有意差なし

自作2-LUX	8.6	19.96	有意差なし
自作3-いち髪	3.8	19.96	有意差なし
自作3-LUX	6.9	19.96	有意差なし
いち髪-LUX	3.2	19.96	有意差なし

自作のコンディショナー3つのCODに差がないのは大豆レシチンとpH調整剤の量以外は同じで,pH調整剤としてクエン酸水溶液を加えたがクエン酸本体の量は微量であるためほぼ差がなく,0.10 g中の大豆レシチンの量もほぼ差がないからだと考えられる。Tukey-Kramer法にかけたところ,どのコンディショナーどうしのCODの値にも有意差がなかった。よって自作コンディショナーは市販のコンディショナーより環境への影響が小さいとは言えない。しかし,自作コンディショナーを使用し髪を乾かしている際,少しへたぺたする感触を感じたため,油分の配合量が多すぎたと考えられ,それを変えることにより環境への影響を小さくできる可能性があると考えられる。自作コンディショナーは配合比を何通りか試すべきだと考えられる。市販のコンディショナーは材料が多いが,配合比や材料同士の組み合わせにより環境への影響がある程度小さくなっている可能性があると考えられる。



グラフ3 キューティクルが整った毛髪

表2 キューティクルのTukey-Kramer法の結果

比較	Tukey		判定
自作1-自作2	3.5	31.53	有意差なし
自作1-自作3	14.8	28.20	有意差なし
自作1-いち髪	1.1	28.20	有意差なし
自作1-LUX	2.5	28.20	有意差なし
自作2-自作3	11.3	31.53	有意差なし
自作2-いち髪	2.5	31.53	有意差なし
自作2-LUX	1.0	31.53	有意差なし
自作3-いち髪	13.8	28.20	有意差なし
自作3-LUX	12.3	28.20	有意差なし

いち髪-LUX

1.4

28.20

有意差なし

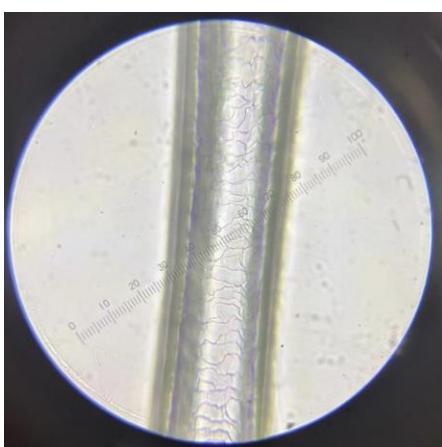


図6 いち髪使用のキューティクル

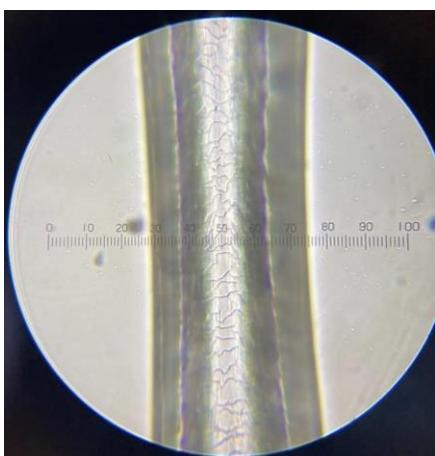


図7 LUX使用のキューティクル

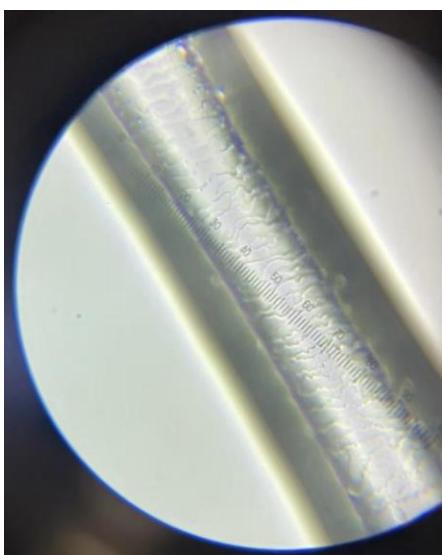


図8 自作(1)使用のキューティクル

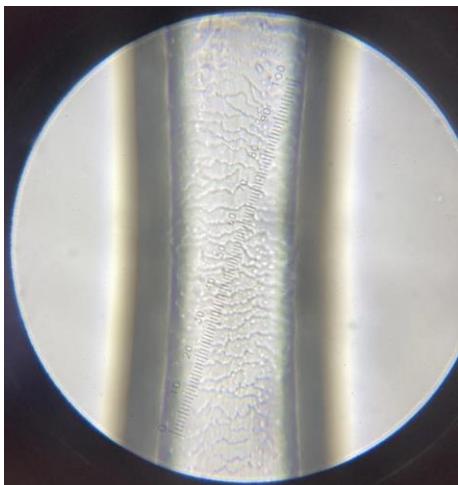


図9 自作(2)使用のキューティクル

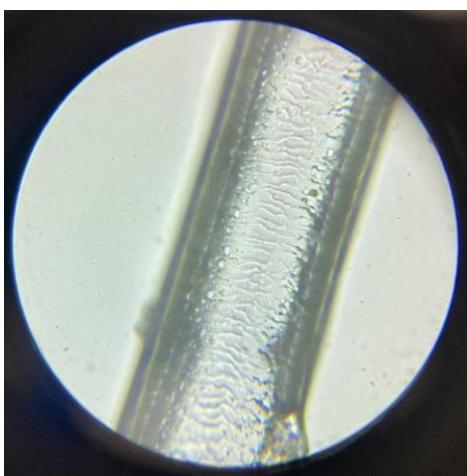


図10 自作(3)使用のキューティクル

毛髪は50本で実験を行ったが、画像を保存した際見にくくキューティクルが整っているか確認できないものがあり、それは除いた。そのため、単位は(本)ではなく(%)とした。また、キューティクルが整っているかの基準はキューティクルが開いている(画像で言う場合浮いている)のが目で見てわかるかどうかとした。どのコンディショナーを使用した毛髪も大きく開きすぎているものはなかった。グラフ3を見ると自作(3)の値が低いように見えるがTukey-Kramer法にかけたところ、どのコンディショナードラシの値にも有意差はなかった。よって、自作のコンディショナーは市販のコンディショナーと同じくらいキューティクルを整えることができると言える。しかし、整っていると判断した毛髪の中でも市販のコンディショナーの毛髪の方がキューティクルがしっかりと閉じている本数が多かったように思われた。それは高級アルコールなどの市販のコンディショナーに配合されている材料を自作のものには入れなかつた、または市販のものは複数の材料の組み合わせによりさらなる髪を整える効果が出ていたためだと考えられる。また、グラフ3で自作(1)が自作(3)より少し値が大きかったり、整っていると判断した毛髪でも自作(1)のほうが自作(3)よりキューティクルがしっかりと閉じている本数が多かったのはpHによるものだと考えられる。仮説を立てる時、pHを髪が安定する範囲にするべきだと思っていたが、pHが4.5では酸性が少し弱すぎると考えられ、毛髪が安定するpHの範囲よりある程度低くても毛髪は整うと考えられる。

効能もよく、環境への影響も小さいレシチンの量とpHは今回の実験だけではわからなかつた。そのためpHの刻みを細かくしたり、レシチン濃度を変えたり、また固定していたグリセリンやホホバオイルなどの量を変えたりしてさらに実験を行うべきだと考えられる。

## 6. 結論

今回作成した配合の自作コンディショナーは市販のものと同じくらいキューティクルを整えることはできたが、環境への影響は市販のものと比べ小さくはなかった。

## 7. 参考文献

- 1) 毛髪の表面を解析しよう おもしろ科学実験室(工学のふしきな世界) (国立大学56工学系学部ホームページ)  
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/160829.php>
- 2) 過マンガン酸カリウムを用いたCODの測定  
<https://apec.aichi-c.ed.jp/kyouka/rika/kagaku/2018/riron/cod/cod.html>
- 3) カチオン界面活性剤の毒性と刺激性について (かずのすけの化粧品評論と美容化学についてのぼやき)  
<https://ameblo.jp/rik01194/entry-11735646907.html>
- 4) 『新型カチオン活性剤“AG”の開発とヘアコンディショナーへの応用』 三田村譲嗣 鈴木直樹 大沼克典 三宅深雪 中村恒彰 清宮章  
ライオン株式会社 ビューティケア研究所 ライオン株式会社 界面科学センター ライオン株式会社  
安全性評価センター (J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn. 報文 30(1) 84-93 (1996))  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sccj1979/30/1/30\\_1\\_84/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sccj1979/30/1/30_1_84/_pdf/-char/ja)
- 5) 『レシチンによる界面制御』 長倉稔(62[8] 474-486, 1986)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/62/8/62\\_474/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/62/8/62_474/_pdf)
- 6) 界面活性剤ってなんだろう？ 界面活性剤の主な性質と種類 (日本界面活性剤工業会)  
<https://jp-surfactant.jp/surfactant/nature/index.html>
- 7) 豆知識  
<https://www.offer-club.com/member/f-style/mametisiki.htm>
- 8) 〈教育シリーズ〉皮膚をみる人たちのための化粧品知識 『洗浄料とその作用』 柿澤恭史 (日本香粧品学会誌 Vol. 42, No. 4, pp. 270-279 (2018))  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/koshohin/42/4/42\\_420407/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/koshohin/42/4/42_420407/_pdf)
- 9) 商品説明 トリートメント (YUNOe & LUNAe\_トリートメント)  
<https://www.epo.co.jp/smartphone/page3.html>
- 10) 生活の知識 界面活性剤 (オーガニックマガジン なちゅっこ生活)  
<https://www.natural-coco.jp/life/seikatsu/2008/05/post-2.html>

# 天候と身体の不調の関係性について

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 6班

## 1. 背景

台風が来る前や雨の日に頭痛や関節痛があるという話を聞き、天気全体または気象要素の一つが身体に影響を及ぼすのか気になったため。

## 2. 目的

痛みの原因を探り、対処法を調べる。また、天気と身体の関係性を知ることにより私たちの生活に生かせることを理解する。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

雨の日は湿度が高く、晴れの日は湿度が低くなる傾向がある。

北半球の低気圧の場合、反時計回りに風が中心に向かって吹く。よって、風が周囲から中心に向かって吹き込むため、上昇気流が発生し雲ができやすくなるため低気圧内では天気が崩れることが多い。即ち、天候が悪い時には気圧が下がる。

天気による身体の不調は「気象病」と呼ばれ、頭痛や吐き気、節々の痛みなどを訴える人が多い。

台風や梅雨の時期、季節の変わり目などの気象条件の変化が現れやすい時期に症状が現れる人が多い。

### (2) 仮説

同じ季節でも雨や晴れによって体調が変わることが多いことから気温はそれほど深く関係せず、気圧や湿度によって引き起こされるものなのではないかと考えた。

それに加えて、気圧に関する実体験として、以前登山をした時に山頂に行くにつれて耳に違和感がしたり、吐き気が若干したことがあったため登山病と同じく気圧の変化によって起こる可能性が高いのではないかと仮説を立てた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

Yahoo!天気のアプリ

過去に天候によって体調が悪くなったことがあり、かつ居住区域が近い人（神奈川県内でかつ開成町、南足柄市、小田原市、箱根町、湯河原町、真鶴町、川崎市、葉山町、横須賀市、三浦市以外に住んでいる人）10名を調査対象とする。

### (2) 手順

調査対象の人たちにはデータをとる期間の間、体調が悪くなったらいつ悪くなったのかを逐一教えてもらうというやり方で協力してもらう。

また、私たちは朝（8時50分）、昼（12時55分）、夕方（17時）、夜（21時）と1日4回アプリで気温、湿度、気圧を調べる。

最終的には調査対象の人たちから得たデータとこちらが調べたものを使い、気象と身体の不調の相関性についてまとめる。

気温,湿度,気圧は間隔尺度の数量データのため,今回はピアソン積率相関係数を求める。よって,相関を用いて検定を進める。

気温と体調不良者の割合,湿度と体調不良者の割合,気圧と体調不良者の割合,それぞれの場合で検定を行いデータをまとめる。

## 5. 結果と考察

気温差と体調不良者がいた回数

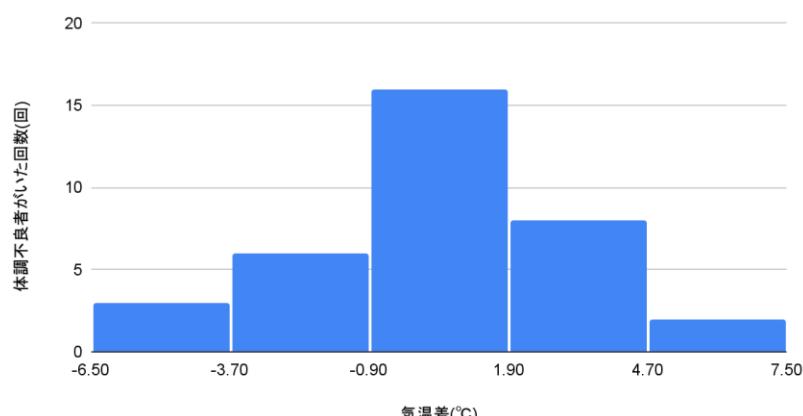


図1 気温差と体調不良者がいた回数

湿度差と体調不良者がいた回数

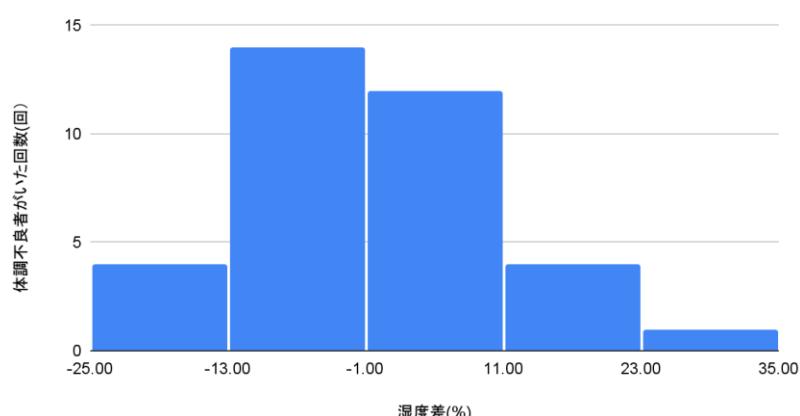


図2 湿度差と体調不良者がいた回数

気圧差と体調不良者がいた回数

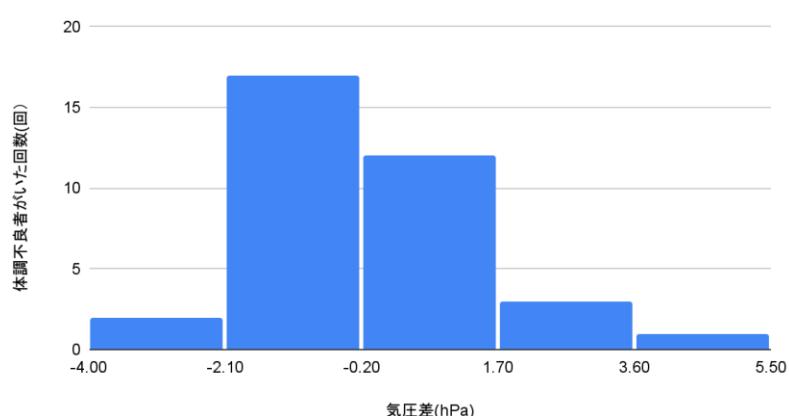


図3 気圧差と体調不良者がいた回数

体調不良者がいた回数の最大値と最小値の差は気圧が最も大きくなつた。

6月に収集したデータでも気圧の相関係数が最も大きくなつたため、気圧と身体の不調に相関関係があると考えた。

## 6. 結論

今回の結果から、気圧差が最も身体の不調に関係しているという結論に至つた。

## 7. 参考文献

- 1) オトナの中學理科講座 | イプロスモノシリ | モノシリ (ipros.jp)  
<https://www.ipros.jp/monosiri/science>
- 2) 【DL資料付】そのメンタル不調は「気象病」が原因?急変する天気を乗り切る3つの対策 | ストレスチェックマガジン (altpaper.net)  
<https://www.altpaper.net/b/9725>
- 3) CORREL関数／PEARSON関数で相関係数を求める | Excel関数 | できるネット (dekiru.net)  
<https://dekiru.net/article/4576/>
- 4) 相関の強さ (jwu.ac.jp)  
[https://mcn-www.jwu.ac.jp/~kuto/kogo\\_lab/psi-home/stat2000/DATA/09/05.HTM](https://mcn-www.jwu.ac.jp/~kuto/kogo_lab/psi-home/stat2000/DATA/09/05.HTM)

# 心理学による広告の効果について

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 7班

## 1. 背景

世の中には、色やデザイン、キャッチコピーなどが異なる様々な広告がある。私達は毎日の生活の中で多くの広告を見ているが、同じような商品でも、広告のデザインが異なることで、私達消費者に与える印象は大きく変わる、ということは経験上分かるだろう。そこで、具体的にどのような広告が人々の購買意欲を向上させるのか気になったので、この研究を行うことにした。

現在、新型コロナウイルスの影響で、家にいる時間が増え、一部の菓子やスイーツなどの売り上げが伸びてきているようだ。それにより、同業者同士の販売競争が活発になってきているのではないかと考えた。ここで、効果的な広告を用いて商品を宣伝することができれば、他社との販売競争を有利に進めることができるはずだ。そこで今回は、私達高校生にも馴染み深い“チョコレート”的売り上げを伸ばすのに効果的な広告を、研究により見つけてみたいと考えた。

## 2. 目的

どのような色やキャッチコピーを用いた広告が、消費者の購買意欲を掻き立てるのか調査する。

特に今回は、「チョコレート」の売り上げを向上させる広告について、神奈川県立厚木高等学校の生徒に对象を絞って研究する。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

〈仮説の根拠となる先行研究〉

「パッケージカラーが商品イメージおよび購買意欲に及ぼす影響 —チョコレートのパッケージを題材として—」

前田洋光・近都智美・佐々木智崇・吉田夏希・北村弘行・永野光朗

《方法》

京都橘大学の学生250人(平均年齢=20.0歳, SD=1.1歳, 男性81名, 女性168名, 不明1名)を対象に実施された。

授業担当者である第1著者および第6著者が、授業内で調査協力の許可を得た学生に対して、「商品パッケージ」についての調査と題した質問紙を授業時間内に配布し、回答を求めた。

「チョコレート」の同一のパッケージに対して色のみを変化させ、そのパッケージあるいは商品に対する反応を測定した。

チョコレートのパッケージ色として、赤、オレンジ、黄、緑、青、紫、白、黒、茶の9色を用いた。赤28名、オレンジ26名、黄30名、緑28名、青26名、紫27名、白30名、黒29名、茶26名を調査対象とした。

質問紙には、はじめに、性別、年齢等のデモグラフィック変数を測定した後、9色の中からいずれかの架空のチョコレートパッケージを提示し、「商品イメージ(味覚や嗅覚のイメージ)」、「パッケージに対する印象(高級感など)」、「購買意欲」を測定し、最後にチョコレートに対する関与の調査をおこなった。

[商品イメージの測定]

質問「このパッケージから箱の中に入っているチョコレートはどのような商品であるとイメージしますか」「まろやかさ」、「食べやすさ」、「味の濃さ」、「香りの良さ」、「甘さ」、「苦さ」、「しつこさ」、「おいしそう」、「不味そう」という9項目に対して、「1.全く感じない」から「5.非常に感じる」の5件法で回答を求めた。

#### [パッケージに対する印象の測定]

質問「上のチョコレートのパッケージから受ける印象についてお答えください」

「高級感のある」、「おしゃれな」、「きれいな」、「女性的な」、「心に訴えてくる」、「新しい発見がある」、「個性的な」、「斬新な」、「パッケージの色が今までのチョコレートと違う感じがする」、「親しみのある」、「優しい」、「わかりやすい」、「自分向きの」等の15項目に対して、5件法で回答を求めた。

#### [販売意欲の測定]

質問「あなたはこのチョコレートを購入したいと思いますか」、「あなたはこのチョコレートが売れそうだと思いますか」

という2つの質間に5件法で回答を求めた。

#### [製品関与の測定]

質問「あなたはチョコレートについてどのようにお考えですか」

「チョコレートに興味がある」、「チョコレートを食べることが好きだ」、「チョコレートを食べるのが楽しい」、「チョコレートは私にとって貴重な製品である」、「私はチョコレートをよく買う」という5つの項目に対して、5件法で回答を求めた。

### 《結果と考察》

「黄」、「オレンジ」のパッケージは、「高級感・洗練性」および、商品イメージの“風味”を構成する「味の濃さ」や「香りのよさ」が低水準であった。これらのネガティブなイメージが購買意欲を阻害しうると考えられる。

「紫」は、“本質的要素”を構成する「甘さ」「食べやすさ」「まろやかさ」、および、パッケージの「なじみ深さ」が低い水準であった。このことから、チョコレート製品において一般的ではない紫色をパッケージに使用することは、商品イメージをネガティブに作用させうる可能性が示唆される。

「茶」は、高い購買意欲や「おいしそう」というポジティブな味覚イメージに繋がることが示された。

「白」「赤」は、「なじみ深さ」や“本質的要素（「甘さ」「食べやすさ」「まろやかさ」）”の水準が高かった。

「青」は、「高級感・洗練性」や“風味（「味の濃さ」「香りのよさ」）”の水準が高かった。

### 《結論》

チョコレートとしてのベーシックな色である「茶」は最も購買意欲を高める色と考えられるが、「白」「赤」「青」のパッケージ色も、それに次ぐものといえる。ただし、「白」や「赤」は、なじみ深さや、本質的要素にともなう要因が購買意欲に繋がり、「青」の場合は、高級感・洗練性や風味のイメージが購買意欲を高める規定因であると考えられる。

〈仮説の根拠となる原理等〉

表1 効果・法則を表にまとめたもの

効果・法則の名前	効果・法則の説明
カリギュラ効果	他者に禁止されたり制限されたりした行動を実行に移したい衝動に駆られてしまうこと。
スノップ効果	簡単に入手できないほど需要が増し,誰もが簡単に入手できるようになると需要が減少するという,他者との差異化願望が背景にある効果のこと。
バンドワゴン効果	ある選択肢が多数の人に支持されていることで,その選択肢が更に選ばれやすくなる現象。
損失回避の法則	得をすることよりも,損をしないことを選んでしまう法則。

表2 各色が人に与える印象

	プラス	マイナス
白	潔癖・平和・祝福・勝利	冷淡・薄情・空虚・味気ない
赤	情熱・活力・興奮・高揚	怒り・暴力・警戒
青	知的・落ち着き・信頼感・誠実・爽快感	悲哀・冷たい・孤独
黄	愉快・元気・警戒・希望・無邪気・注意・注目	なし
緑	安らぎ・癒し・調和・安定・若々しい・健康・優しい	なし

## (2) 仮説

〔手順3の仮説〕

バンドワゴン効果とスノップ効果をそれぞれ考慮して作成した広告を比較した場合は,バンドワゴン効果を用いた広告のチョコレートを選ぶ人が多いのではないかと考える。

なぜなら,スノップ効果は,他者との差異化願望が背景にあることで発生する効果だが,それは通常高価なものに対してのみおこる効果だと考えるからだ。ブランドのバッグなどの高価なものに対して,他人とかぶりたくない,という心理が起こることは多いと思うが,今回研究する対象は食べ物であるうえに,板チョコレートという安価で簡単に手に入るものに設定しているため,スノップ効果は働くのではないかと考える。

また,バンドワゴン効果を考慮した方は,その商品が多数の人に選ばれているという事実から,多くの人が購入しているのならおいしいだろうし私も購入したい,というバンドワゴン効果による心理が働き,多くの人に選ばれるのではないかと考える。

カリギュラ効果と損失回避の法則をそれぞれ考慮して作成した広告を比較した場合は,カリギュラ効果を用いた広告のチョコレートを選ぶ人が多いと考える。

なぜなら、損失回避の法則はある程度リスクが高く、損失が大きいものに対してのみ起こる心理なのではないかと考えたからだ。そのため、今回は対象が板チョコレートであるため、購入しなくても大きな損失はない、と多くの人が思うのではないかと考えた。

損失回避の法則が働くことにより、カリギュラ効果により、規制されたことを逆に行いたくなってしまう、という悪戯心のような気持ちが働き、損失回避の法則を考慮したものよりも、カリギュラ効果を考慮した広告の方がより多くの人に選ばれるのではないかと考える。

#### [手順6の仮説]

白色、赤色、青色、黄色、緑色の5色をそれぞれ使って背景に色を付けた広告を比較した場合は、赤色の広告のチョコレートを選ぶ人が最も多いのではないかと考える。

なぜなら、市販の板チョコレートは赤色の包装の物が多く、そのイメージが定着していることで、無意識に赤色を使った広告のチョコレートを選ぶ人が多いのではないかと考えたからだ。

先行研究より、青色のパッケージのチョコレートは高級感が感じられたとあったが、今回は板チョコレートが対象であり、高級なものではないため、高級感を感じさせる広告は合わないと多くの人が感じるのではないかと考えた。また、表2より、白色、緑色はプラスなイメージが落ちているので、安価な板チョコレートのイメージとは異なるのではないかと思う。一方黄色は、プラスなイメージが比較的赤色と似ている傾向にあるため、赤色とともにある程度多くの人に選ばれるのではないかと考える。

#### [手順9の仮説]

スノップ効果を考慮して作成した広告で、背景が赤色のもの、背景が黄色のもの、また、カリギュラ効果を考慮して作成した広告で、背景が赤色のもの、背景が黄色のものという4つの広告を比較した場合、スノップ効果を考慮して作成し、背景が赤色のものが最も多くの人に選ばれるのではないかと考える。

なぜなら、参考文献、及び手順3でバンドワゴン効果とスノップ効果を考慮して作成した広告を比較したアンケート結果より、「期間限定」という言葉に弱い人が多いと考えられるため、好奇心の度合を比較したときに、カリギュラ効果による好奇心よりも、スノップ効果を考慮した「期間限定」という言葉による好奇心の方が強く働くのではないかと考えたからだ。

また、手順6の仮説で述べたように、市販の板チョコレートは赤色の包装の物が多く、そのイメージが定着していることで、無意識に赤色を使った広告のチョコレートを選ぶ人が多いのではないかと考えた。

手順6で行ったアンケートでは、背景が赤色の広告よりも、背景が黄色の広告が多くの人に選ばれたが、背景が黄色の広告を選んだ人は68人、背景が赤色の広告を選んだ人は64人と、差は4人しかなかったため、手順6のアンケートでは母数があまり多くなかったためにそのような結果になっただけで、やはり背景が赤色の広告がより多くの人に選ばれるのではないかと考える。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- Googleスライドを用いて班員で作成したチョコレートの模擬広告
- GoogleClassroom

## (2) 手順

- 1:班員でチョコレートの広告を2つ作成した。1つはバンドwagon効果を,もう1つはスノップ効果を考慮して作成した。(図1)  
(バンドwagon効果を考慮して作成した方には、「好評につき大量生産中」,スノップ効果を考慮して作成した方には、「期間限定」という言葉を記入した。)

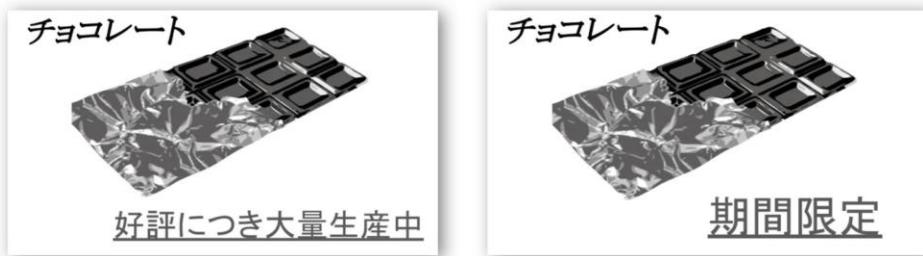


図1 バンドwagon効果を考慮して作成したチョコレートの模擬広告(左)と  
スノップ効果を考慮して作成したチョコレートの模擬広告(右)

- 2:班員で,手順1で作成したものとは別に,2つ広告を作成した。1つはカリギュラ効果を,もう1つは損失回避の法則を考慮して作成した。(図2)  
(カリギュラ効果を考慮した方には、「美味しすぎるので食べないでください」,損失回避の法則を考慮した方には、「美味しすぎるので食べないなんて損」という言葉を記入した。)



図2 カリギュラ効果を考慮して作成したチョコレートの模擬広告(左)と  
損失回避の法則を考慮して作成したチョコレートの模擬広告(右)

3:手順1と手順2で作成した広告において,それぞれどちらの広告のチョコレートをより購入したいと思うか,GoogleClassroomを用いて,神奈川県立厚木高等学校の1,2年の生徒にアンケートを行った。また,班員でアンケートのQRコードを作成し,校内に掲示して,それを読み取って回答してもらう方法も並行して行った。アンケートでは,「以下の2つの画像はチョコレートの広告を模擬制作したものです。あなたがチョコレートを購入するとなったら,どちらのチョコレートを購入したいですか?」という質問をした。(この他に,このアンケートに同意するか,学年,クラス,出席番号を聞いた。)

\*今回作成する広告の対象となるチョコレートは,値段や商品の中身は同じものと仮定する。(つまり,同じ商品に対して異なる広告を作成する。今回は,一般的にスーパーなどで売られているような100円程度の板チョコレートを想定している。)

また,手順1,2で作成する広告は白黒のものとし,言葉の文字のフォントなどは同じにする。(言葉以外は変えない。)

4:手順3で行ったアンケートの結果を集計し,手順1で作成した広告のうち,どちらの広告のチョコレートを購入したいと思う人が多いのか,また手順2で作成した広告では,どちらの広告のチョコレートを購入したいと思う人が多いのか,それぞれ確認した。また,有意差検定も行った。

5:次は色の観点から考えたるために,班員で新たに,白色,赤色,青色,黄色,緑色の5色を1色ずつ使って,背景に色を付けた模擬広告を作成した。(図3)

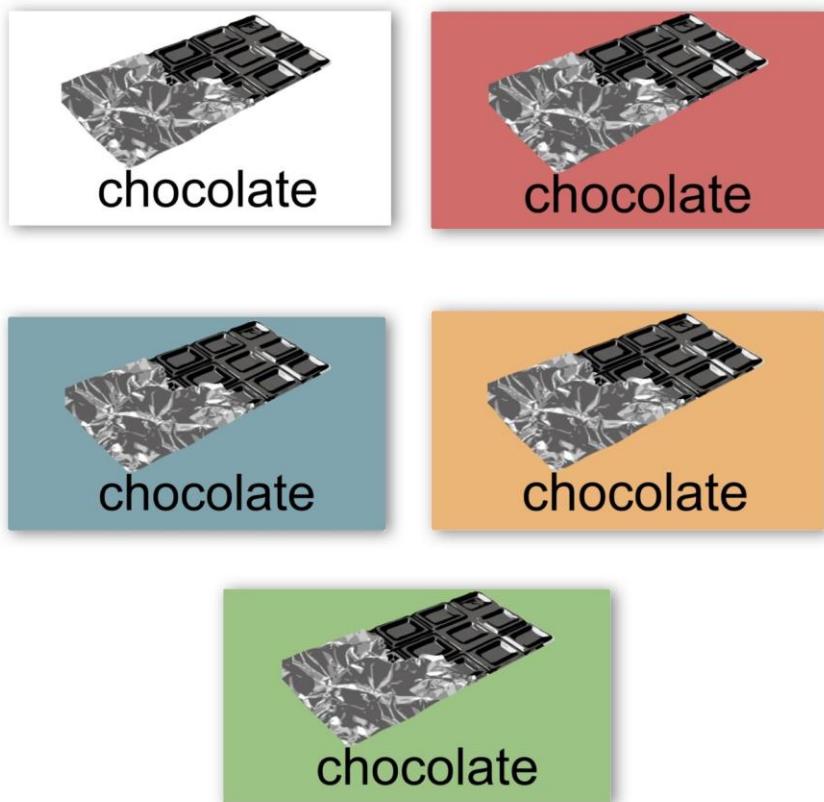


図3 手順5で作成した5つのチョコレートの模擬広告

6: 手順5で作成した広告において,どの広告のチョコレートをより購入したいと思うか,Google Classroomを用いて,神奈川県立厚木高等学校の1, 2年の生徒にアンケートを行った。アンケートでは,「チョコレートの広告の背景に用いられている色についての調査です。この中で最も購入したくなるものを教えて下さい。」という質問をした。(この他に,このアンケートに同意するか,学年,クラス,出席番号を聞いた。)

7: 手順6で行ったアンケートの結果を集計し,手順5で作成した広告のうち,どの広告のチョコレートを購入したいと思う人が多いのか確認した。

8: 最後に,これまで行ってきた研究のまとめを行った。

手順3で,バンドwagon効果を考慮して作成した広告と,スノップ効果を考慮して作成した広告を比較した場合,スノップ効果を考慮した広告の方が,より多くの人が購入したいと感じていた。

また,同じく手順3で,カリギュラ効果を考慮して作成した広告と,損失回避の法則を考慮して作成した広告を比較した場合,カリギュラ効果を考慮した広告の方が,より多くの人が購入したいと感じていた。

一方,手順6で,背景に,白色,赤色,青色,黄色,緑色の5色を1色ずつ使って,背景に色を付けた模擬広告を比較した場合,黄色,及び赤色の広告のチョコレートを購入したいと感じている人が多かった。

これらの結果を踏まえて,班で新たに4つの模擬広告を作成した。手順3,手順6で多くの人に選ばれたものを組み合わせた広告で,スノップ効果を考慮して作成した広告(言葉は「期間限定」)で,背景が赤色のもの,背景が黄色のもの,また,カリギュラ効果を考慮して作成した広告(言葉は「美味しすぎるので食べないでください」)で,背景が赤色のもの,背景が黄色のものという4つである。(図4)

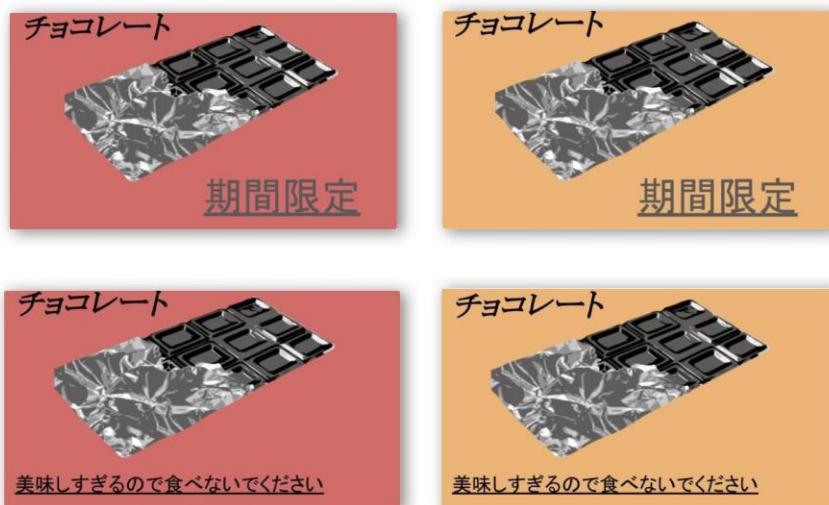


図4 手順8で作成した4つのチョコレートの模擬広告

9: 手順8で作成した広告について,この中でどの広告のチョコレートをより購入したいと思うか,Google Classroomを用いて神奈川県立厚木高等学校の1, 2年生の生徒にアンケートを行った。アンケートでは,「以下の模擬広告の中からあなたが一番買いたいと思うものを選択してください。」という質問をした。(この他に,このアンケートに同意するか,学年,クラス,出席番号を聞いた。)

10: 手順9で行ったアンケートの集計を行った。

## 5. 結果と考察

手順3でGoogleClassroomとQRコードを用いて行ったアンケートでは,全体で194人からの回答が得られた。(1年生130人,2年生63人,3年生1人)

その結果を示したものが,表3,図5,表4,図6である。

表3 手順3におけるアンケートの回答数(バンドワゴン効果,スノップ効果の比較)

	バンドワゴン効果を考慮した選択肢1 「好評につき大量生産中」	スノップ効果を考慮した選択肢2 「期間限定」	合計
人数(人)	54	140	194
割合(%) *小数第一位まで	27.8	72.2	100

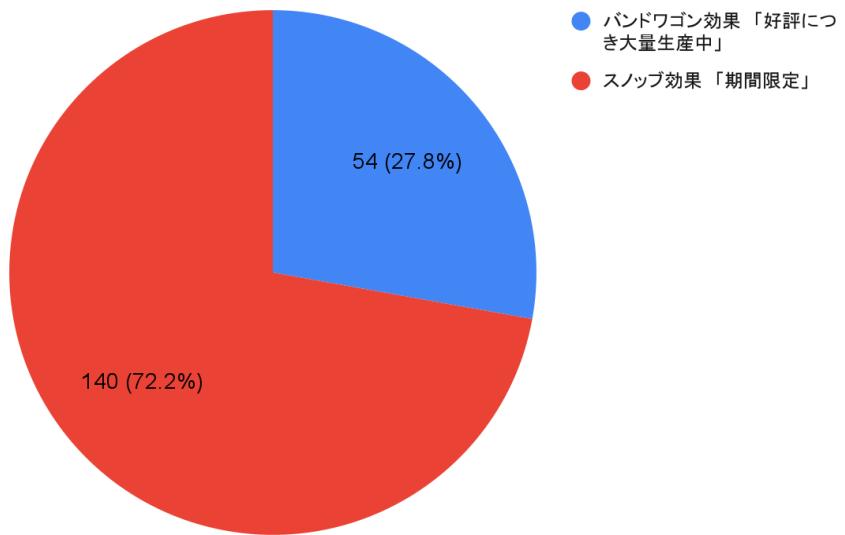


図5 手順3におけるアンケートの回答数(バンドワゴン効果,スノップ効果の比較)を円グラフで示したもの  
\* 単位は(人)

表3,図5より,手順3で,バンドワゴン効果を考慮して作成した広告,スノップ効果を考慮して作成した広告を比較した場合,スノップ効果を考慮した広告のチョコレートの方が,より多くの人が購入したいと感じていることが分かる。

表4 手順3におけるアンケートの回答数(カリギュラ効果,損失回避の法則の比較)

	カリギュラ効果を考慮した選択肢1 「美味しすぎるので食べないでください」	損失回避の法則を考慮した選択肢2 「美味しすぎるので食べないなんて損」	合計
人数(人)	115	79	194
割合(%) * 小数第一位まで	59.3	40.7	100

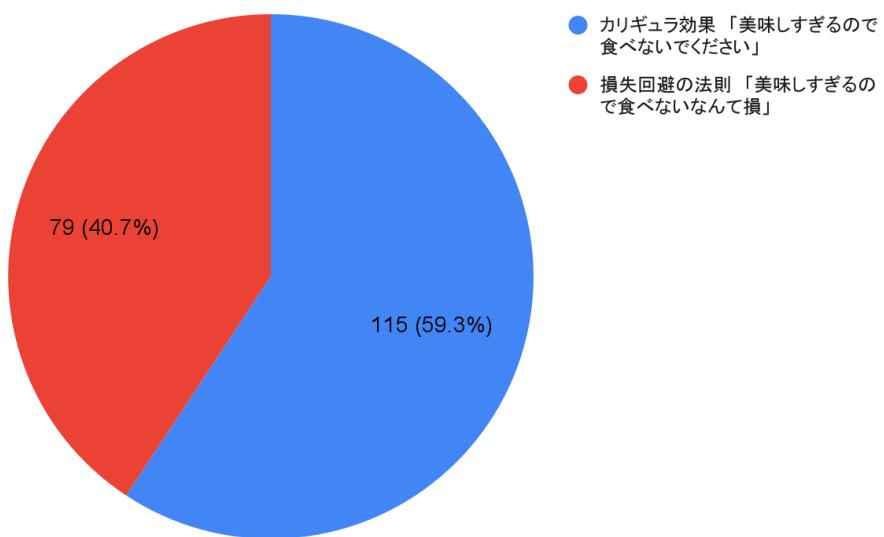


図6 手順3におけるアンケートの回答数(カリギュラ効果,損失回避の法則の比較)を円グラフで示したもの  
\* 単位は(人)

また,表4,図6より,カリギュラ効果を考慮して作成した広告,損失回避の法則を考慮して作成した広告を比較した場合,カリギュラ効果を考慮した広告のチョコレートの方が,より多くの人が購入したいと感じていることが分かる。

検定を行ったところ,バンドワゴン効果を考慮して作成した広告とスノップ効果を考慮して作成した広告,及びカリギュラ効果を考慮して作成した広告と損失回避の法則を考慮して作成した広告のそれぞれのアンケート結果に,有意差があるということが分かった。

よって,厚木高校の生徒では,チョコレートにおいて,バンドワゴン効果とスノップ効果をそれぞれ考慮して作成した広告では,スノップ効果を考慮して作成した広告の方が多い人に選ばれやすいと言える。また,カリギュラ効果と損失回避の法則をそれぞれ考慮して作成した広告では,カリギュラ効果を考慮して作成した広告の方が多い人に選ばれやすいと言える。

手順2で,カリギュラ効果と損失回避の法則をそれぞれ考慮して作成した広告は,仮説の通り,カリギュラ効果を用いた広告を選ぶ人が多かった。

これは、私達が仮説で考えた通り、おいしいチョコレートだとしても、それを食べなかつたことで損失が生じる、と考える人は少なく、損失回避の法則があまり働かなかつたためだと考えられる。それよりも、カリギュラ効果により、規制されたことを逆に行いたくなつてしまふ好奇心が強く働いたのだと思う。

一方、手順1でバンドワゴン効果とスノップ効果をそれぞれ考慮して作成した広告は、仮説とは異なり、スノップ効果を用いた広告を選ぶ人が多かつた。

仮説では、チョコレートは食べ物であることに加え、安価であるため、他人とかぶりたくない、というスノップ効果による差異化願望は生まれないのではないか、と考えた。しかし、スノップ効果を考慮して作成した広告には、「期間限定」という言葉を入れたため、他者との差異化願望ではなく、単純に、期間限定の商品なら今しか食べられないだろうから食べてみたい、と興味を持った人が多かつたのではないかと考える。

バンドワゴン効果を考慮した広告には、「好評につき、大量生産中」という言葉を入れたが、多くの人に購入されている、という事実よりも、味は保証できないが、期間限定でしか販売されていないものを試してみたい、という好奇心が多くの人の中で勝つたのだと考えられる。

手順6でGoogle Classroomを用いて行ったアンケートでは、全体で177人からの回答が得られた。(1年生19人、2年生58人)

その結果を示したもののが、表5、図7である。

表5 手順6におけるアンケートの回答数

	白色	赤色	青色	黄色	緑色	合計
人数(人)	24	64	9	68	12	177
割合(%) *小数第一位まで	13.6	36.2	5.1	38.4	6.8	100.1

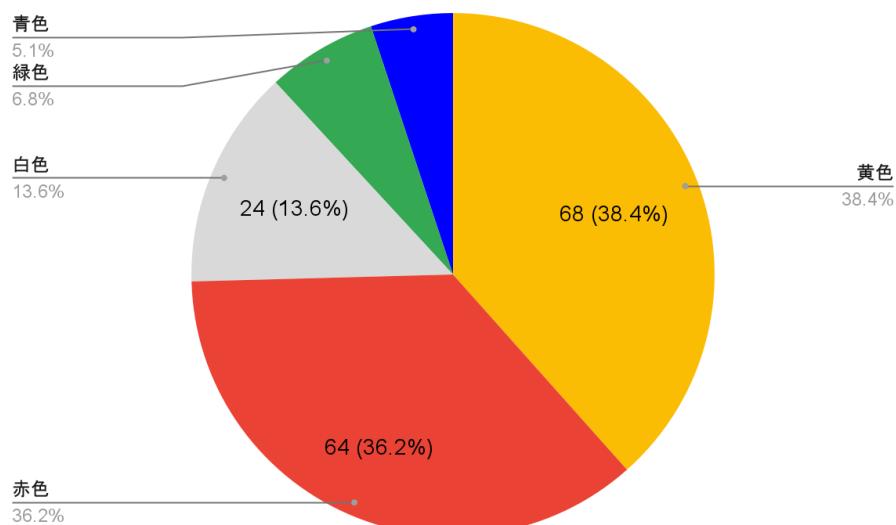


図7 手順6におけるアンケートの回答数を円グラフで示したもの  
\*単位は(人)

表5,図7より,手順6で,白色,赤色,青色,黄色,緑色の5色をそれぞれ背景に用いた広告を比較した場合,黄色を背景に用いた広告のチョコレートが最も多くの人に選ばれ,赤色を背景に用いた広告のチョコレートが2番目に多くの人に選ばれたことが分かる。

仮説では,背景が赤色のチョコレートの広告が最も多くの人に選ばれるのではないかと考えていた。実際,背景が赤色の広告も多く多くの人に選ばれていたが,それよりも背景が黄色の広告を選んだ人の方が多かった。

このような結果となったことには,色のイメージが関係しているのではないかと考えられる。私達は,各色が人に与える印象を事前に調べていたが(表2),白色,青色,緑色の3色はプラスなイメージが比較的落ちているものが多く,そのようなイメージは安価な板チョコレートには合わないと多くの人が考えたのではないかと思う。

それにより,赤色と黄色を選ぶ人が多かったと考えられるが,赤色よりも黄色が多かったのは偶然だったのではないかと考えた。

なぜなら,手順6のアンケートでは,母数があまり多くなかったうえに,背景が黄色の広告を選んだ人は68人,背景が赤色の広告を選んだ人は64人と,差は4人しかなかったからだ。母数を増やしてアンケートを行えば,背景が赤色の広告と背景が黄色の広告を選ぶ人数は同程度,または背景が赤色の広告の方がより多くの人に選ばれるのではないかと予想する。

手順9でGoogleClassroomを用いて行ったアンケートでは,全体で113人からの回答が得られた。(1年生60人,2年生53人)

その結果を示したものが,表6,図8である。

表6 手順9におけるアンケートの回答数

	スノップ効果 「期間限定」 +赤色	スノップ効果 「期間限定」 +黄色	カリギュラ効果 「美味しすぎる ので食べない でください」 +赤	カリギュラ効果 「美味しすぎる ので食べない でください」 +黄色	合計
人数(人)	43	59	7	4	113
割合(%) *小数第一位 まで	38.1	52.2	6.2	3.5	100

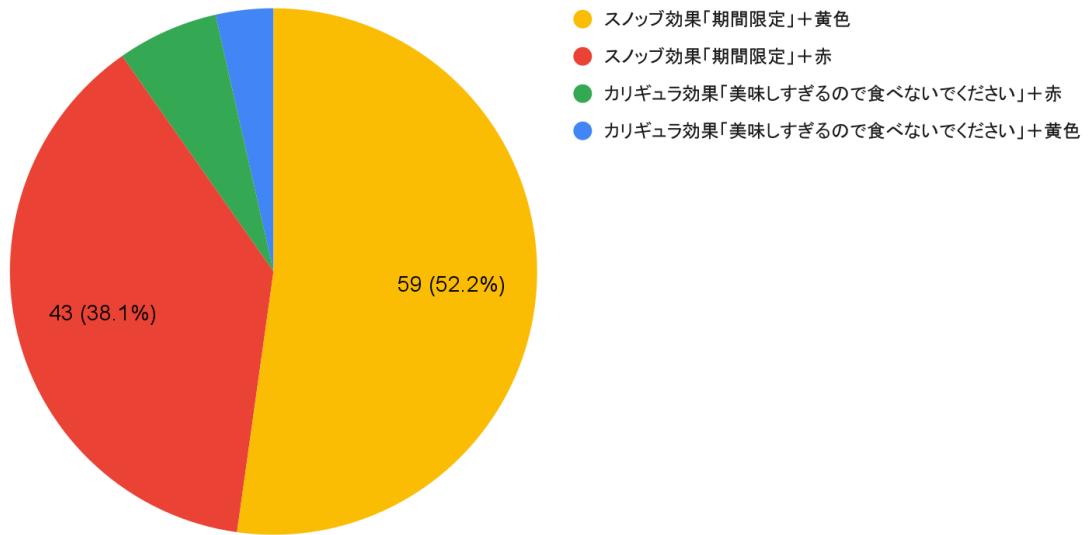


図8 手順9におけるアンケートの回答数を円グラフで示したもの  
\* 単位は(人)

表6,図8より,手順9で,スノップ効果を考慮して作成した広告で,背景が赤色のもの,背景が黄色のもの,また,カリギュラ効果を考慮して作成した広告で,背景が赤色のもの,背景が黄色のもの,という4つの広告を比較した場合,スノップ効果を考慮したもので,背景が黄色の広告が最も多くの人が購入したいと感じていることが分かる。

仮説では,スノップ効果を考慮して作成した広告で背景が赤色のものが最も多くの人に選ばれるのではないか,と考えていたが,実際は,スノップ効果を考慮して作成した広告で背景が黄色のものが多く選ばれた。

カリギュラ効果を考慮して作成した広告よりも,スノップ効果を考慮して作成した広告の方が多く選ばれたのは,私達が仮説で考えた通り,好奇心の度合を比較したときに,カリギュラ効果による好奇心よりも,スノップ効果を考慮した「期間限定」という言葉による好奇心の方が強く働いたからだと考えられる。

背景に赤色を用いた広告よりも,背景に黄色を用いた広告の方が多くの人に選ばれたのは,赤色が人に与えるマイナスイメージが影響しているのではないかと考えた。各色が人に与える印象を調べたところ(表2),黄色にはマイナスイメージがないのに対し,赤色は,怒り,暴力,警戒というマイナスイメージがあった。これにより,チョコレートの広告を見比べたときに,赤のマイナスイメージがチョコレートとは合わない,と無意識のうちに多くの人が思ったことで,背景が赤色の広告よりも,背景が黄色の広告の方が多くの人に選ばれたのではないかと考える。

また,手順6で行ったアンケート結果でも,68人と64人という4人差ではあるが,背景が赤色の広告よりも,背景が黄色の広告の方が多くの人に選ばれていた。手順6の結果を集計した段階では,その結果は偶然だったのではないかと考えていたが,実際は,そのときのアンケート結果にも,赤色のマイナスイメージが関与していたのではないかと考えられる。

## 6. 結論

神奈川県立厚木高等学校の生徒に限定した話ではあるが、私達が研究を行った範囲内では、チョコレートの購買意欲を向上させるのに最も適した広告は、スノップ効果を考慮して作成した広告で背景が黄色のものだということが分かった。

また、今回の研究を通して、予想以上に選択肢ごとの回答数に差があったため、広告が購買意欲を向上させるのに大きな役割を果たしているということが分かった。

今回の研究では、アンケートの対象が、神奈川県立厚木高等学校の生徒のみだったので、年齢や居住地などに偏りがでてしまった。より正確な研究を行うには、アンケートの対象者をより広く設定するべきだったと考えられる。今後研究を継続していくとしたら、調査対象を広げていきたい。

また、アンケートの母数があまり多くなかったので、今後研究を続けるなら、研究の精度を上げるためにも、アンケートの回答がより集まる方法を工夫していかなければいけないと感じた。

## 7. 参考文献

パッケージカラーが商品イメージおよび購買意欲に及ぼす影響—チョコレートのパッケージを題材として—  
前田洋光・近都智美・佐々木智崇・吉田夏希・北村弘行・永野光朗

<https://ci.nii.ac.jp/naid/120006010416>

Grab 覚えておいて損はない!顧客を動かすマーケティング 心理学6+20選  
安居優弥

[https://mag.ibis.gs/marketing/web/psychology\\_191118/](https://mag.ibis.gs/marketing/web/psychology_191118/)

ビジネスのためのWeb活用術。マーケティング心理学 今すぐ顧客心理を掴むテクニック 37選  
<https://swingroot.com/marketing-psychology/>

リコーのマーケティング支援 損失回避の法則とは?  
<https://drm.ricoh.jp/lab/psychology/p00013.html>

伝つくラボ 色で感情が動く!?色が持つ心理効果と活用方法  
2018年01月17日 執筆者:伝つくラボ研究員  
<https://kimoto-sbd.co.jp/tsutatsukulab/2018/01/21771/>

カラーセラピーライフ 色彩心理学(色の効果と心身への影響)  
<https://kimoto-sbd.co.jp/tsutatsukulab/2018/01/21771/>

有限会社ブルフィ アンケート集計の基本 有意差検定の解説  
<https://blufi.co.jp/archives/24344389.html>

人民網日本語版 日本人は「限定商品が大好き」  
<http://j.people.com.cn/n3/2017/0804/c94473-9251142-2.html>

株式会社バルク マーケティングリサーチ事業 Vol. 75 限定商品に関する調査  
<https://www.vlcank.com/mr/report/075/>

# 木材の燃焼

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 8班

## 1. 背景

近年のキャンプファイヤー、焚火をする機会の増加。また、災害時に野外で焚火をする可能性があるため。

## 2. 目的

薪の状態と燃焼のしかたについての関係性を調べ、状況に応じた最適な薪の状態を考える。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

ヒノキなどの針葉樹は、油分を多く含んでおり、火がつきやすい。薪を直接加熱しようとすると、火力不足で燃え広がらない。ガスバーナーだと火力が強すぎてすぐに炭化してしまう。木炭は体積が大きいほど内部が炭化しにくく、表面部分のみが炭化するため燃えている時間が短い。加熱をすることによって木材を乾燥させるのではなく、乾燥した木を用いることが最適である。

### (2) 仮説

薪の表面積、または体積が大きくなるほど、着火、燃焼に時間がかかる。燃焼時間は基本的に体積に比例するか。薪が湿っていると、燃えにくい。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

薪、水、ガスバーナー、三脚、金網、アルミホイル、トング、ストップウォッチ

### (2) 手順

薪の質量と体積を測定する。その後、サイコロ状に切り、アルミホイルで6重にして各面に空気穴を開ける。そして、各1分の計5分熱し、木材を取り出したのちに火をつけ、燃焼時間を計測する。

ここでは、木材の大きさは、 $2.5 \times 2.5 \times 2.5$  cmである。

## 5. 結果と考察

表1

	使用木材	加熱時間	合計燃焼時間	重さ	備考
1回目	ヒノキ	5分	5:13	-	アルミの皿の上だと火力が上がる。
2回目	杉	5分		9.9g→0.3g	加熱の段階で燃え尽きてしまう。
3回目	杉	3分	4:44	9.8g→0.2g	中心まで炭化しなかったが、問題なく燃焼。

結果は、表1のようになった。

また、先行研究の結果は表2である。

**表2**

	使用木材	加熱時間	合計燃焼時間	重さ	備考
1回目	ヒノキ	6分	4:39	26.4→4.3g	棒状のヒノキを使用。
2回目	ヒノキ	6分	-	-	中央部分が乾燥せず。
3回目	ヒノキ	6分	-	-	完全に燃え尽きてしまった。

先行研究の木材の大きさは、 $2.5 \times 2.5 \times 10$  cmである。先行研究と、実験結果の比較より、アルミ箔を巻いて適度に加熱した木炭の方が、燃焼時間が長く、火力も強い。

そのうち、杉は、手早く木炭になり、火力もあった。

ヒノキは、杉より木炭にするのに時間がかかるものの、杉より長時間燃える。

最終的に、ナラなどの燃えにくい木に火をつける必要があるため、ヒノキの方が適していると思われる。

## 6. 結論

乾燥した木材、特にヒノキをサイコロ状にしたものアルミ箔で包み、熱して木炭にしたもの焚火の火つけに適している。

## 7. 参考文献

Green field

<https://greenfield.style/article/16699/>

untitled

<http://www.eonet.ne.jp/~forest-energy/GREEN%20ENERGY%20FILE/burnsciencenote.pdf>

# アリと磁石の関係を調べてみた

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 9班

## 1. 背景

渡り鳥、ハチ、鯨など、多くの生物に地球の磁場の方向、強さ、場所を感知できる、磁覚という能力があり、それはアリにも備わっており、アリのいるケースを磁石の間に挟んだところ、すべてのアリが死亡したという研究を見てアリと磁石の関係について興味を持った。磁覚を持っている害虫を操作できるようになれば駆除の効率化や、環境に有害な物質を排出する殺虫剤の使用を抑えることができる。

## 2. 目的

蟻を、磁力によって進む方向を操作する。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

渡り鳥、ハチ、鯨など、多くの生物に地球の磁場の方向、強さ、場所を感知できる、磁覚という能力があり、蟻にも備わっている。先行研究より、アリを2つの磁石の間に閉じ込め数時間放置すると、すべてのアリが死亡したという結果がある。また、磁場の動きに従ってゴキブリは動くことがあり、スマートフォンの周りを蟻の集団が左回りの円を描いて回ったという結果もある。

### (2) 仮説

アリの行動は磁石によって操作することができる。具体的には、アリは磁石を避ける。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

アリ10匹、ネオジム磁石(200 mT)、ダンボール、セロハンテープ

### (2) 手順

ダンボールでつくったコース(図1)にアリを1匹入れる。左右それぞれの道の通った回数を記録する。合計10回記録した後、コースの右の道の裏にネオジム磁石を置き(図2)、同じように110回記録する。その後ネオジム磁石を左の道の裏に置き(図3)、110回記録する。磁石を置かなかったときの左右の回数の割合を期待値として用いて、磁石を右に置いたとき、左に置いたときそれぞれの左右の回数で適合度検定を行う。

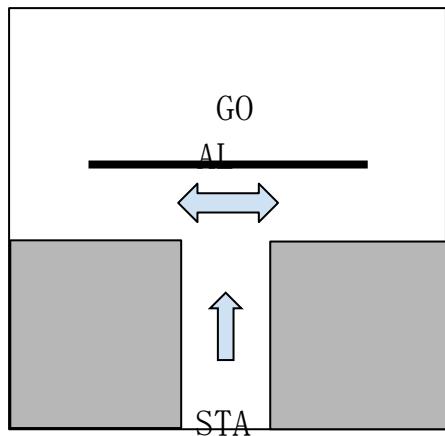


図1 コースの図

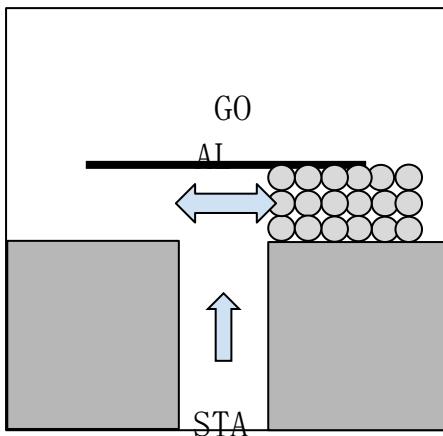


図2 右に磁石を置いた時のコースの図

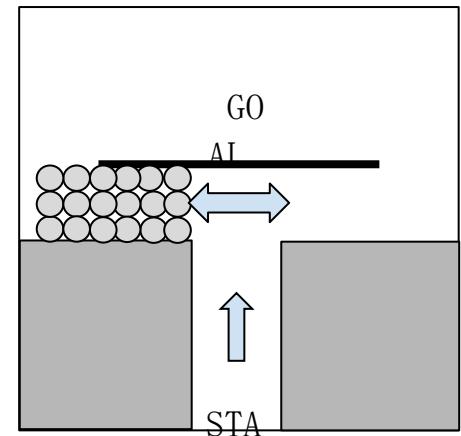
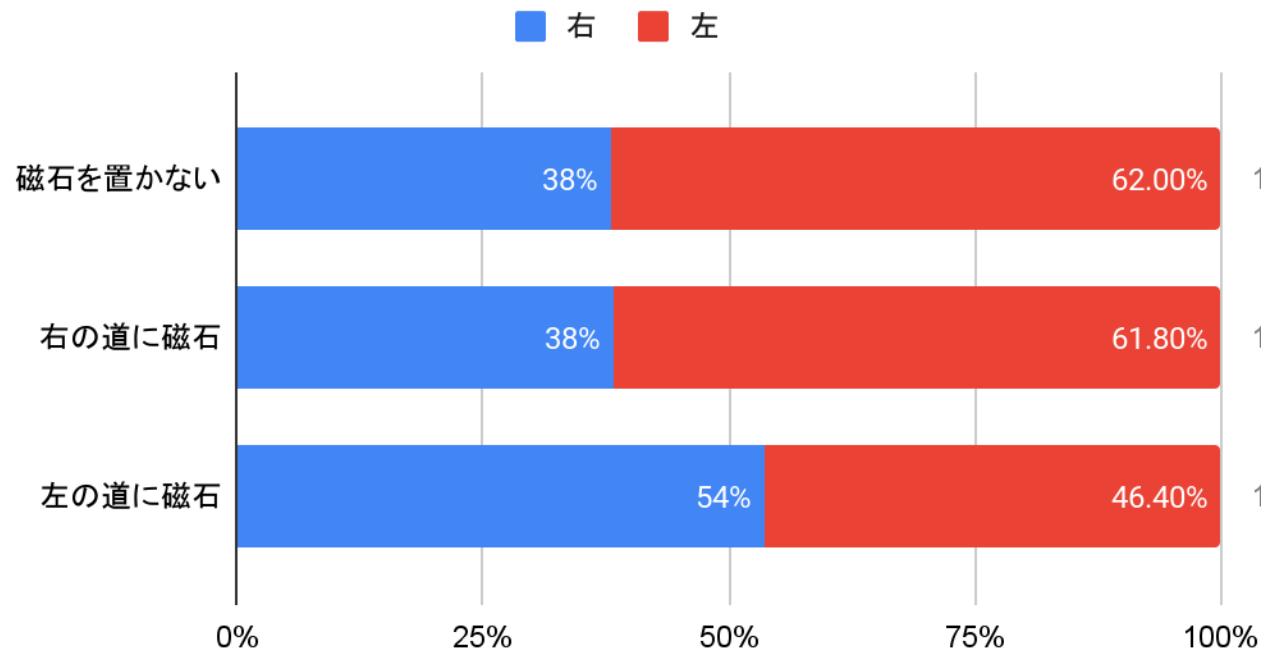


図3 左に磁石を置いた時の図

## 5. 結果と考察

### アリの行動結果



グラフ1:磁石の位置毎のコースにアリを置いた時の左右の選択結果

表2 右の道に磁石を置いた時のアリの動き

右に磁石を仕掛けたときアリの進路は磁石に影響を受けたか				
帰無仮説 アリの進路は磁石に影響を受けなかった				
対立仮説 アリの進路は磁石に影響を受けた				
右に磁石を置く	アリ	期待確率	期待度数	
右	42	0.38	41.8	
左	68	0.62	68.2	p<=αなら棄却
p値	0.9686617772		帰無仮説は棄却されない	
有意水準 $\alpha$	0.05		結論	
			アリの進路は磁石に影響を受けない	

表3 左の道に磁石を置いた時のアリの動き

左に磁石を仕掛けたときアリの進路は磁石に影響を受けたか				
帰無仮説 アリの進路は磁石に影響を受けなかった				
対立仮説 アリの進路は磁石に影響を受けた				
左に磁石を置く	アリ	期待確率	期待度数	
右	59	0.38	41.8	
左	51	0.62	68.2	p<=αなら棄却
p値	0.0007284009 201		帰無仮説は棄却される	
有意水準 $\alpha$	0.05		結論	
			アリの進路は磁石に影響を受けた	

左に置いたときのみ有意差が見られたが、その他の結果により、アリが磁石を避けるという仮説は立証されなかつた。アリは何もない状態だと左に行く性質があり、その性質を考慮しても正しいといえる結果にならなかつた。期待確立を求めた時と磁石を置いた時で違うアリで実験したことが上手くいかなかつた理由として挙げられる。

## 6. 結論

仮説は正しく無かつた。アリの行動は磁石によって変化しない。

## 7. 参考文献

見えない力の恐怖:磁力によるアリへの健康被害

<https://www.shizecon.net/award/detail.html?id=235>

磁力による昆虫位置制御実験装置の開発

<http://www.fit.ac.jp/~kawamura/packages/study/2011st/kontyuu.pdf>

動物の第六感「磁覚」の謎に迫る。磁場に反応する細胞の観察に成功(日本研究)

<https://karapaia.com/archives/52298254.html>

磁覚-Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%81%E8%A6%9A>

# 扇風機の羽根の間隔に関する研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 10班

## 1. 背景

私たちが日常で使用している扇風機はほとんどが羽根が等間隔のものである。何故、羽根が等間隔のものばかりなのか気になったため。

## 2. 目的

扇風機の羽根が等間隔な理由を明らかにする。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

風量と静圧の関係によるもの。風量とは単位時間当たりの体積のこと、静圧とは空気を遠くへ押し出す力のことである。一般に、風量が大きいほど静圧が小さくなり、風量が小さいほど静圧が大きくなる。扇風機は一番バランスが良い関係の部分を利用している。

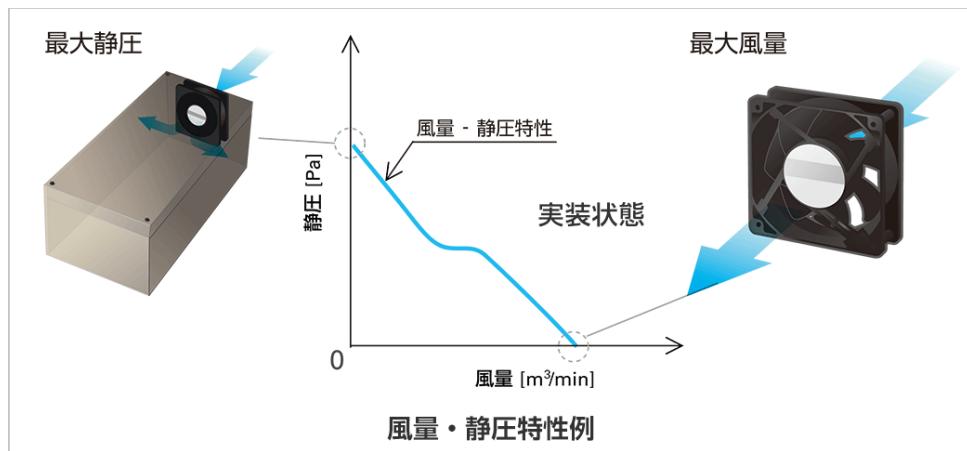


図1  
風量と静圧の関係のグラフ

### (2) 仮説

扇風機は、羽が等間隔で並んでいる場合が、一番風を送り出すことができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- モーター
- 導線
- 電源装置
- 割り箸
- 画用紙
- 紙皿
- ペットボトルのキャップ
- 発泡スチロール

## (2) 手順

1) 図 2 のように、間隔が異なる羽根を紙皿で 8 種類制作し、ペットボトルのキャップをつける。



図 2

45° 、 60° 、 75° 、 90° 、 105°  
120° 、 135° 、 150° の羽根

2) 画用紙、割り箸、紙皿、発泡スチロールで図 3 のような簡易風速計を作成する。



図 3  
手作り簡易風速計

3) モーターと電源装置を接続し、モーターに図 2 の羽根を取り付け、図 3 の簡易風速計でそれぞれの羽根が押し出した角度を測定する。

## 5. 結果と考察

表1 羽根が押し出した角度(°)

羽根同士の間の角度(度)	45,45,270	60,60,240	75,75,210	90,90,180
風速計の厚紙が動いた角度(度)	20	20	16	23
	105,105,150	120,120,120	135,135,90	150,150,60
	26	28	21	26

羽根が等間隔のものが一番大きく押し出した。

## 6. 結論

扇風機の羽根が等間隔の場合がもっとも風を送り出せるため、羽根が等間隔の扇風機が多い。

## 7. 参考文献

- 1) ファンの風量と静圧 | ファンの基礎知識  
[sanyodenki.com](http://sanyodenki.com)
- 2) 送風機の風量と風圧 | 三菱電機 空調・換気・衛生  
[mitsubishielectric.co.jp](http://mitsubishielectric.co.jp)

# ストレスの有無におけるプラナリアの再生速度の違い

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 11班

## 1. 背景

現在の、医療機関での療養は、限りなくストレスを与えないものになっているが、人間の健康には適度なストレスが必要なため、ストレスを与えたほうが、けがの再生が早くなるのではないかと考えた。

## 2. 目的

生物の負った身体的外傷の早い回復への応用

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

ナミウズムシは約20°Cであれば、7~9日間で再生する事ができる。適度なストレスは、人間や、犬、猫などの健康に良い影響を及ぼす。プラナリアは砂糖水では生きることが出来ない為、食塩水にプラナリアを入れることで、ストレスを与える。

### (2) 仮説

ある程度ストレスのかかる0.1, 0.2 %の方がただの水よりも再生速度が上がる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

ナミウズムシ(プラナリア)学名 *Dugesia japonica* 40匹、紙コップ、  
質量パーセント濃度が0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%の食塩水

### (2) 手順

プラナリアを入れる水と、それぞれの濃度が0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%の食塩水を用意する。  
プラナリアの半分くらいのところを切断し頭の方を、用意した水の中に一匹ずつ入れ、蓋を被せ光を遮断し、7日間観察する。プラナリアが伸びている所を計測し、再生した長さの平均を求め、グラフに表す。



図1

## 5. 結果と考察

表1

( mm )	0%	0. 10%	0. 20%	0. 30%	0. 40%
1日目	3. 4	3. 7	4. 5	4. 8	4. 6
7日目	5. 6	5. 8	6. 0	5. 5	5. 4
再生した長さ	1. 2	1. 9	1. 5	0. 7	0. 9

表2

( mm )	0%	0. 10%	0. 20%	0. 30%	0. 40%
切った長さ	5. 1	4. 0	2. 2	3. 5	4. 0

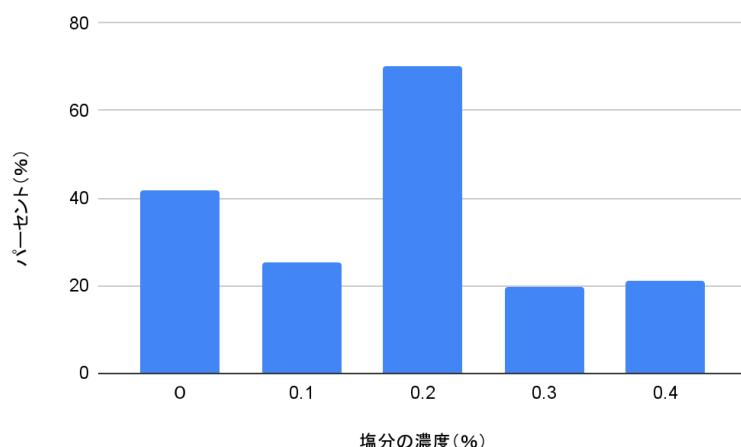


図2

図2より、0. 2%の濃度の水に入れたプラナリアの再生速度が一番早くなった。

ストレスの多くかかる0. 3%、0. 4%の実験群の再生速度は、他の実験群と比べて遅くなった。

0. 1%の再生速度が遅いのはストレスが適度な量ではなく、また、0. 1%の実験群のプラナリアを計測する時、伸びきっておらず、適切な長さが計測出来なかつたためと考えられる。0. 3%、0. 4%の群は予想通り、再生が遅くなった。

## 6. 結論

仮説は正しいと考えられる。実験群の数を増やし、個体による差がより小さくなるようにする。プラナリア以外の生物でも実験をする。適度なストレスは人によって違う為、医療現場への応用は難しい。

## 7. 参考文献

サイエンスキャッスル2018/プラナリアの有する環境適応能力に関する研究

<https://confit.atlas.jp/guide/event/sciencecastle2018/subject/C000087/detail>

プラナリア - Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%97%E3%83%A9%E3%83%8A%E3%83%AA%E3%82%A2>

サイエンスキャッスル2018/プラナリアの個体崩壊から見るストレス受容機構の解明

<https://confit.atlas.jp/guide/event/sciencecastle2018/subject/C000387/detail>