

# パイナップルの不可食部を利用したバイオエタノール生成の効率化

## Improving efficiency of bioethanol production using inedible parts of pineapples

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 1班(a)

### 1. 背景

経済成長と人口増加により、世界のエネルギー消費量は大幅に増加している。特に、世界のエネルギー資源確認埋蔵量は石油50年分、天然ガス50年分など、将来、エネルギー資源不足の問題は避けられない状況にある。さらに近年は、地球温暖化の問題も深刻になっており、環境に優しい持続可能なエネルギー開発も注目されている。その中で、私達が化石燃料等の天然エネルギー資源に頼らず、いかに新しいエネルギー源を見つけて利用できるかが重要となってくる。近年では、ガソリンの代替エネルギーとして、温室効果ガスの排出を抑え、自然環境が許す限り作り続けることのできるバイオエタノールが注目されているが、原料の多くが食品としても利用できるサトウキビやとうもろこしであり、食用穀物の高騰や不足、食糧生産のための耕地の減少を引き起こしている。

食品廃棄物の問題もまた深刻である。国連環境計画によると、世界では毎年900億tもの食料廃棄物が出ており、これは世界の食品総生産量の17%に相当する。

そこで私達は、食品廃棄物の一つとして、パイナップルに注目した。パイナップルの加工工場では、加工残渣や排水が大量に排出されており、それらの大部分が有効に再利用されていない状態にある。

このような、保存性が悪く、加工時に廃棄の対象となり、糖を多く含んでいるパイナップルの芯を利用してエネルギー源をつくることで、先に上げた3つの問題を同時に改善する1つの方法になりうると考えた。

### 2. 目的

パイナップルの芯から効率よくバイオエタノールを生成する。以下、「効率」は、一定量のパイナップルの芯からどれだけ多くの量のバイオエタノールが得られるかを表す。

### 3. 仮説

#### (1) 根拠となる先行研究・原理等

##### 1. パイナップルについて

- パイナップルの芯や皮は重量が重く、1個あたりの総重量の50%を超えることもある。
- パイナップルの残渣は脱水された後、飼料や肥料となることもあるが、液体部分も含めると、排出されるパイナップル残渣はそのままの状態では取り扱いがしにくく、保存性が悪い欠点がある。
- パイナップルの加工残渣等は水分を多く含んでおり、窒素・リン・カリウムのバランスが悪いため、肥料として良質ではない欠点がある。
- フィリピンのパイナップルの加工工場では、加工残渣の一部は飼料などに利用されているものの大部分が農地への土壌混合され、加工排水は処理された後、海域放流されている。
- パイナップルを脱水した際に出る脱離液の糖度はおよそ8%。
- パイナップルに含まれる糖の内訳は、果糖28%、ブドウ糖33%、ショ糖39%である。これらの糖は、発酵する際に、糖化が必要ない。
- パイナップルにはプロテアーゼと呼ばれるタンパク質分解酵素が含まれている。

##### 2. バイオエタノールについて

- サトウキビやとうもろこしなどのバイオマスを酵母を使いアルコール発酵することで得られる。
- バイオエタノールと燃料を混合し、自動車などの燃料として利用する。(アメリカ:燃料の最大15%、ブラジル:20%、日本:3%)
- トウモロコシなどの食用穀物を原料にするため、食物の高騰や不足の原因となり、食糧生産のための耕地の減少にもつながる問題。

##### 3. 酵母と発酵について

- 酵母は微生物であり、グルコースなどの糖を餌として、呼吸をする。

- 酵母が発酵反応を起こす事ができるのは、単糖類(果糖、ブドウ糖)と、一部の二糖類(ショ糖)に限られている。糖がつながってできている多糖類の場合、そのつながりを切り、単糖に分解する糖化が必要となる。
- 酵母は酸素が十分にある環境(好気的環境)では通常の呼吸(好気呼吸)を行う  

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{エネルギー}$$
- 酵母を酸素不足の状態(嫌気的環境)にするとアルコール発酵(嫌気呼吸)を行う  

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{エネルギー}$$
- 実際には酵母が2種類の呼吸を同時にやるのが普通で、環境が好気的になれば好気呼吸が強くなり、嫌気的になれば、嫌気呼吸が強くなる。
- 嫌気呼吸のほうが、エネルギー効率が大変悪く、生み出せるエネルギー量(cal)は好気呼吸の約4%ほどである。
- 酵母は自らが作り出したアルコールで死んでしまう。アルコールが15%になると酵母はかなり弱り、20%でほぼ死滅する。
- アルコール発酵には最適温度があり、40-45°Cである。なお、酵母が最も生育する温度は30-35°Cである。
- アルコール発酵には最適pHがあり、pH=7の中性である。なお、酵母が最も生育するpHは5-6の弱酸性である。
- バイオリアクター:酵母を膜でつつみ固定化することで、発酵に使った後の酵母を再利用する。

## (2)仮説

パインアップル果汁のpHや、含まれるタンパク質分解酵素などの影響により、単にパインアップル果汁に酵母を加えただけでは十分な量のエタノールが得られない。

そこでパインアップル果汁のpHが酵母に大きな影響を与えるほどであった場合、中和することで、また、タンパク質分解酵素によって酵母が著しく減少する場合、パインアップル果汁に熱を加え酵素を変性させることで以上の問題を解決できる。

さらに、発酵時の環境を酸素が入らない嫌気的環境に近づけることで、酵母のアルコール発酵を促し、より多くのエタノールを得られる。

## 4.方法

〈実験1 何もしない状態のパインアップルの芯の絞り汁を発酵させる実験〉

### (1)実験材料

- |                           |             |            |
|---------------------------|-------------|------------|
| ● パインアップルの芯の<br>絞り汁 200 g | ● こまごめピペット  | ● 血球計算盤    |
| ● ドライイースト2.0 g            | ● パスツールピペット | ● 顕微鏡      |
| ● 500 mlペットボトル            | ● ガラス棒      | ● pH測定器    |
| ● 薬包紙                     | ● スタンド      | ● 糖度測定器    |
| ● 薬品さじ                    | ● ビーカー      | ● アルミニウム箔  |
| ● 電子はかり                   | ● ろうと       | ● アルコール濃度計 |
|                           | ● ろ紙        |            |

### (2)手順

1. パインアップルの芯を絞り、パインアップル果汁を取り出す。
2. パインアップル果汁のpH、含まれる糖濃度、アルコール濃度をpH測定器、糖度測定器、アルコール濃度計を用いて3回ずつ計測する。
3. パインアップル果汁200 g、ドライイースト2.0 gをそれぞれ計り取る。
4. 500 mlペットボトルにパインアップル果汁、ドライイーストを入れる。これを2つ分作る。
5. 4の液を1.0 g取り、純水を9.0 g加え、10倍に薄めて顕微鏡で600倍で観察し、1マスあたりに含まれる酵母の数を3マス分数える。
6. アルミニウム箔で軽く蓋をし、2週間放置する。

7. この間、数日おきに発酵液の一部をとり、発酵液1.0 gに対し純水を9.0 g加え、10倍に薄めて顕微鏡で600倍で観察し、1マスあたりに含まれる酵母の数を3マス分数える。1マスあたりの平均酵母数を算出する。また、数日おきに発酵液の一部をとって濾過し、濾過後の液体のアルコール濃度と糖濃度を、アルコール濃度計と糖濃度計を用いて3回ずつ計測する。

〈実験2 加熱したパイナップルの芯の絞り汁を発酵させる実験〉

(1)実験材料

- 実験1で使う材料
- マッヂ
- 温度計
- 三脚
- ガスバーナー

(2)手順

1. パイナップルの芯を絞り、パイナップル果汁を取り出す
2. パイナップル果汁のpH、含まれる糖濃度、アルコール濃度をpH測定器、糖濃度計、アルコール濃度計を用いて3回ずつ計測する。
3. パイナップル果汁200 g、ドライイースト2.0 gをそれぞれ計り取る。
4. パイナップル果汁をビーカーにとり、ガスバーナーを用いて70°C以上で1分間加熱する。
5. 500 mlペットボトルに、加熱後常温に冷ましたパイナップル果汁とドライイーストを入れる。これを3つ分作る。
6. 以下実験1手順5からと同様

〈実験3 中和したパイナップルの芯の絞り汁を発酵させる実験〉

(1)実験材料

- 実験1で使う材料
- 炭酸水素ナトリウム2.4 g

(2)手順

1. パイナップルの芯を絞り、パイナップル果汁を取り出す
2. パイナップル果汁のpH、含まれる糖濃度、アルコール濃度をpH測定器、糖濃度計、アルコール濃度計を用いて3回ずつ計測する。
3. パイナップル果汁200 g、ドライイースト2.0 gをそれぞれ計り取る。
4. パイナップル果汁に、pH=7の中性になるまで炭酸水素ナトリウム2.4 gを少しづつ混ぜながら加える。
5. 500 mlペットボトルに中和したパイナップル果汁とドライイーストを入れる。これを計6つ分作る。
6. 以下実験1手順5からと同様

〈実験4 何もしない状態のパイナップルの芯の絞り汁を嫌気的環境下で発酵させる実験〉

(1)実験材料

- 実験1で使う材料
- 二酸化炭素
- 錐

(2)手順

1. パイナップルの芯を絞り、パイナップル果汁を取り出す
2. パイナップル果汁のpH、含まれる糖濃度、アルコール濃度をpH測定器、糖濃度計、アルコール濃度計を用いて3回ずつ計測する。
3. パイナップル果汁200 g、ドライイースト2.0 gをそれぞれ計り取る。
4. 500 mlペットボトルにパイナップル果汁とドライイーストを入れる。
5. 4に十分な量の二酸化炭素を封入する。これを計4つ分作る。
6. きりで小さい穴を開けたペットボトルのキャップで蓋をし、2週間放置する。

7. 以下実験1手順7からと同様(途中で蓋を開けるたびに、十分な量の二酸化炭素を封入してから蓋を閉じる。)

## 5.結果

実験1から3の結果は以下の通りである。以下、実験1(何もしない状態のパインアップルの芯の絞り汁を発酵させる実験)をそのまま、実験2(加熱したパインアップルの芯の絞り汁を発酵させる実験)を加熱、実験3(中和したパインアップルの芯の絞り汁を発酵させる実験)を中和、実験4(何もしない状態のパインアップルの芯の絞り汁を嫌気的環境下で発酵させる実験)を嫌気的環境と略して表現する。



図1 酵母を入れた直後の様子



図2 発酵中の様子

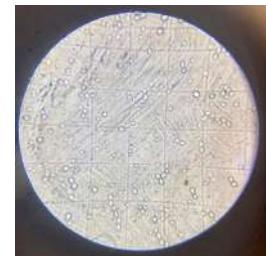


図3 顕微鏡で見た酵母

なお、結果の正確性を高めるため、実験3と実験4は別日に再度実験を行っている。また、図1と図2においては、中和の発酵3日目のデータが、図1、図2、図3においては嫌気的環境の発酵1日目から最終日までのデータがないため、その間を線で結んでいない。

また、グラフの値は、例えば中和の場合、結果の正確性を高めるため、ペットボトル3本分のパインアップルの搾り汁を用意し、全く同じ条件下で発酵させ、アルコール濃度、糖濃度を測るときはそれぞれ3回ずつ測っているため、計9個の値の平均値である。同様に、酵母数は純水で10倍に薄めた発酵液を顕微鏡で600倍で観察したとき、血球計算板1マスあたりに見られた酵母数を3マス分数えているため、計9マス分から計算した1マス当たりの平均酵母数である。

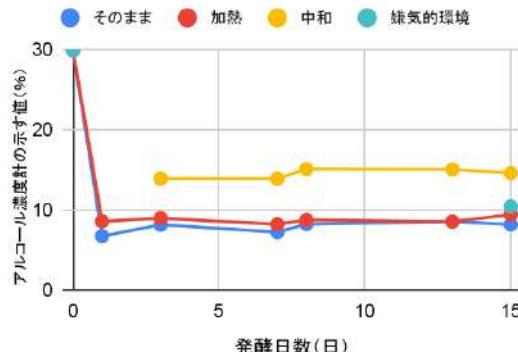


図4 アルコール濃度計の示す値(%)の変化

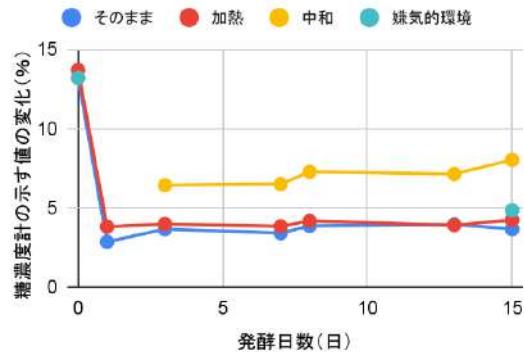


図5 糖濃度計の示す値(%)の変化

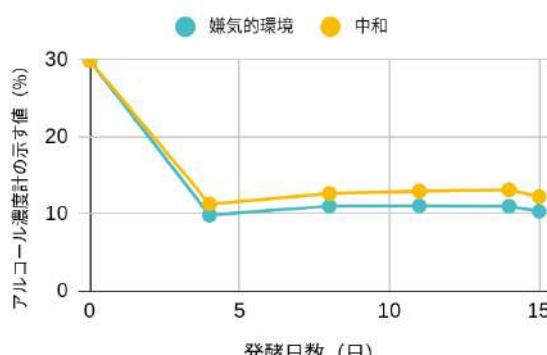


図6 アルコール濃度計の示す値(%)の変化

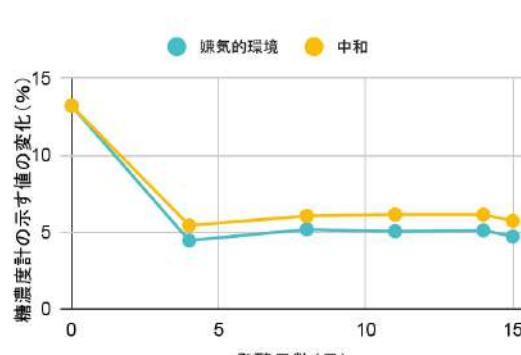


図7 糖濃度計の示す値(%)の変化

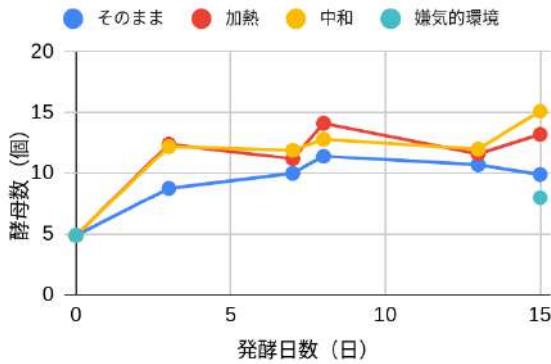


図8 酵母数(個)の変化

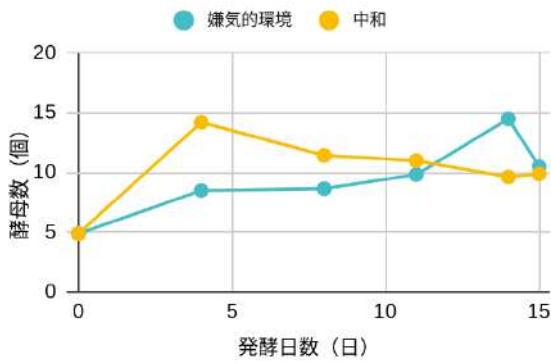


図9 酵母数(個)の変化

図4から図7のグラフから、発酵直後、アルコール濃度計の示す値と糖濃度計の示す値はともに大幅に減少し、その後は横ばいであることがわかる。さらに、アルコール濃度計の示す値のグラフと糖濃度計の示す値のグラフの概形は、そのまま、加熱、中和、嫌気的環境に関わらず、殆ど同じである。また、そのままと加熱のグラフは、アルコール濃度計の示す値と糖濃度計の示す値のグラフのどちらも殆ど一致しているのに対して、嫌気的環境のグラフはそのままと加熱のグラフより直後の減少の幅がやや小さく、中和に関しては減少幅がそのままと加熱の場合の70%程度になっている。

図8と図9からは、酵母数は発酵後4日目までは、そのまま、加熱、中和、嫌気的環境に関わらず増加するが、その後は多少の増加、減少があるものの、ほぼ横ばいであることがわかる。また、そのままと比較して、加熱と中和する場合、酵母数の増加幅が大きくなっていること、嫌気的環境で発酵させた場合、酵母数は全体的に少ないことがわかる。

## 6. 考察

パイナップルの芯のしづり汁を加熱すると発酵15日後に液中の酵母数が、なにもしない場合に比べて約1.3倍に、中和すると約1.5倍に増加したことから、発酵液は加熱、中和することで酵母がより増殖しやすい環境になったと考えられる。これは仮説で述べたように、パイナップルの芯の絞り汁を加熱することで、含まれているタンパク質分解酵素が変性し、酵母が壊されなくなったことと、中和することでパイナップルの液のpHが酸性から中性になったことが原因だと思われる。また、できるだけ空気に触れさせない嫌気的環境で発酵させたときに、直後の酵母の増加は嫌気的環境でない場合と殆ど同じだが、その後、液中の酵母数の増加があまり見られないことから、発酵によって液中のエタノールの濃度が嫌気的環境でない場合に比べて高くなり、酵母が増殖しづらい環境になったと考えられる。

また、中和と嫌気的環境の、アルコール濃度計が示す値と糖濃度計が示す値の減少幅がそのままと加熱に比べて小さくなっていたことから、中和と嫌気的環境の実験では、発酵後のアルコール濃度や糖濃度が、そのままと加熱の実験とは異なっていたと考えられる。

しかし、発酵中に酵母数が横ばいになることや、発酵中の液の匂いを嗅いだときに、酒のような匂いがし、特に嫌気的環境で発酵させたものではその匂いが強かったことから、アルコール発酵が行われたことは確認できたが、図4、図6から、発酵後にアルコール濃度計が示す値が減少しており、アルコール濃度計の示す値と実際の液中のアルコール濃度が異なっていると考えられる。

この原因としてアルコール濃度計は、光の屈折を利用して、アルコールに溶質が溶けることで、光の屈折角が小さくなり、アルコール濃度計がより高い値を示したことが考えられる。そして、本来ならばアルコールが作られていない発酵0日のアルコール濃度計の示す値が29.9%であることからこの違いは、液中の糖によって生じたと思われる。

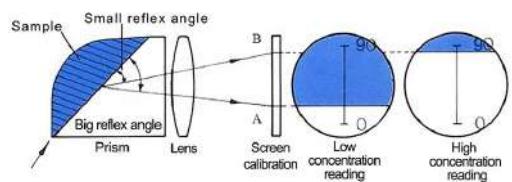


図10 アルコール濃度計の原理

そこで、アルコール濃度計の値は糖によってどれほどズレが生じるのか、糖濃度計の値はアルコールによってそれほどどのズレが生じるのかを調べることで、アルコール濃度計の示す値を補正し、中和と嫌気的環境の実験で、そのままとの間に生まれた差の原因がわかると考えた。

〈追加実験1 糖によって生じるアルコール濃度計の示す値のズレを調べる実験〉

(1) 実験材料

- グルコース
- ガラス棒
- 薬包紙
- 糖濃度計
- プラスチックカップ
- 薬品さじ
- アルコール濃度計
- こまごめピペット
- 電子はかり

(2) 手順

1. 水50 gにグルコースを一定量溶かし、その液体の糖濃度を糖濃度計で測る。また、アルコール濃度計の示す値も測る。

2. 水に溶かすグルコースの質量を変えて同じように、糖濃度とアルコール濃度を測る。

\*このときの糖濃度計の示す値は真の糖濃度、アルコール濃度計の示す値は糖によって変化したあとのアルコール濃度計の示す値である。

〈追加実験2 アルコールによって生じる糖濃度計の示す値のズレを調べる実験〉

(1) 実験材料

- 変性アルコール
- ガラス棒
- 電子はかり
- 糖濃度計
- プラスチックカップ
- アルコール濃度計
- こまごめピペット

(2) 手順

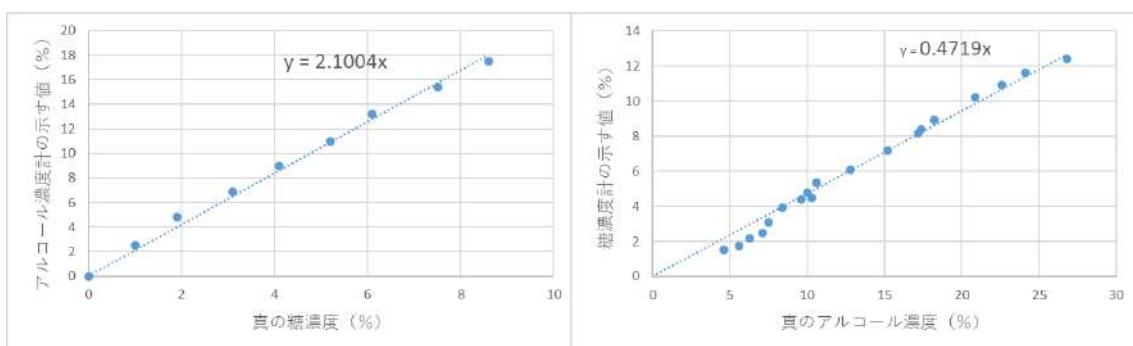
3. 一定量の水に変性アルコールを一定量溶かし、その液体のアルコール濃度をアルコール濃度計で測る。また、糖濃度計の示す値も測る。

4. 水に溶かす変性アルコールの質量を変えて同じように、糖濃度とアルコール濃度を測る。

\*このときのアルコール濃度計の示す値は真のアルコール濃度、糖濃度計の示す値はアルコールによって変化したあとの糖濃度計の示す値である。

〈追加実験の結果〉

追加実験の結果は以下の通りである。



左 図11 アルコール量0のときのアルコール濃度計が示す値(%)

右 図12 グルコース量0のときの糖濃度計が示す値(%)

〈追加実験の考察〉

図11より、アルコール濃度計の示す値は、アルコールが入っていない液体中の糖濃度が上昇すると増加することがわかる。アルコール濃度計の示す値は真の糖濃度に比例し、比例定数は2.01である。図12より、糖濃度計の示す値はグルコースが入っていない液体中のアルコール濃度が上昇すると増加することがわかる。糖濃度計の示す値は真のアルコール濃度に比例し、比例定数は0.47である。

しかしながら、以上の追加実験の結果だけでは、中和と嫌気的環境の実験で、そのままとの間に生まれた差の原因はわからなかった。なぜなら、アルコール濃度計の示す値は糖濃度に左右され、糖濃度計の示す値はアルコール濃度に左右されるため、以下の2通りの解釈が考えられるからだ。

1. 発酵液中のアルコール濃度がそのままに比べて上昇し、同時に呼吸に糖が使われたため、糖濃度が下がった。アルコール濃度の上昇を糖濃度の減少によるズレが上回ったが、そのままに比べてアルコール濃度の上昇が著しかったため、アルコール濃度計の示す値はそのままに比べて高くなつた。これに伴い、糖濃度計の示す値もそのままに比べて高くなつた。
2. 発酵液中のアルコール濃度がそのままに比べてあまり上昇しなかつたため、糖濃度が下がらなかつた。糖濃度の減少が小さいことと、アルコール濃度の上昇による僅かなズレにより、糖濃度計の示す値はそのままに比べて高くなつた。これに伴い、アルコール濃度計の示す値もそのままに比べて高くなつた。

## 7.結論

パイナップルの絞り汁を中和すると、そのままのパイナップルの絞り汁に比べ、発酵時により酵母が増殖しやすい環境になる。同様に、パイナップルの絞り汁を加熱すると、そのままのパイナップルの絞り汁に比べ、発酵時により酵母が増殖しやすい環境になる。よって発酵前にパイナップルの絞り汁を中和、加熱することで発酵を効率化できる可能性がある。これに対して、パイナップルの絞り汁を嫌気的環境で発酵させると、そのままの絞り汁に比べ、発酵時により酵母が増殖しにくい環境になる。また、パイナップルの絞り汁を中和して発酵させた場合と嫌気的環境で発酵させた場合では、発酵後のアルコール濃度や糖濃度が、そのままで加熱の場合とは異なつてゐると考えられる。しかし、この原因がアルコール濃度が高かつたことなのか、糖が減らなかつたことなのかはわからなかつた。

## 8.今後の展望

今回の実験では、アルコール濃度の補正ができなかつたため、実験で生まれたアルコール濃度計の示す値の差の原因がわからなかつた。しかしながら、発酵した液体のアルコール濃度を計測する際、アルコール濃度計の示す値をそのまま使えないことが明らかになつたため、今後は蒸留してアルコール濃度を測るか、更に実験をして、糖を含む場合のアルコール濃度計の補正方法を確立する必要がある。

## 9.参考文献

ニュースの言葉 バイオエタノール

<https://www.33bank.co.jp/33ir/news/20070101.pdf>

ガスクロマトグラフィーによる果実類の糖構成に関する研究 川俣恵利

<https://www.tokyo-aff.or.jp/uploaded/attachment/7347.pdf>

18、アルコール発酵

<https://www.sci.keio.ac.jp/gp/2E73001A/17A5C7C5/F075937D.pdf>

平成 22 年度 CDM/JI 事業調査 フィリピン・ミンダナオ島における パイナップル加工残渣・排水発電利用 CDM 実現可能性調査 報告書 平成 23 年 3 月 株式会社エイト日本技術開発

[http://gec.jp/jpn/cdm-fs/2010/201009EJEC\\_jPhilippines\\_rep.pdf](http://gec.jp/jpn/cdm-fs/2010/201009EJEC_jPhilippines_rep.pdf)

FOOD WASTE INDEX REPORT 2021

<https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>

パイナップルと酵素のお話

[https://www.live-science.co.jp/store/c/arekore/s\\_show\\_contents-e174.html](https://www.live-science.co.jp/store/c/arekore/s_show_contents-e174.html)

アルコール発酵の最適温度の測定 大橋淳史 福山勝也 大場茂

[https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara\\_id=AN10079809-20090331-0001](https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10079809-20090331-0001)

バイオエタノールを媒体としたエネルギー変換と生物育成の複合教材の開発 原田 信一 星祐介  
安東茂樹

<https://www.kyokyo-u.ac.jp/cee/25-1.pdf>

ウキクサで作るバイオ燃料 中山拓海 蜂谷英介 保谷聖耀 原直矢

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H28ssh/sc2/21643.pdf>

次世代エネルギーを見出す～バイオエタノールをつくる～ 奥原大樹 科野信人 田鹿雄基 村瀬弘  
信 指導教諭 千葉 亮

<https://www.nagano-c.ed.jp/seiho/intro/risuka/kadaikenq/paper/2010/2010-6.pdf>

日本酒のアルコール発酵に欠かせない存在「酵母」を実際に見てみよう！

[https://jp.sake-times.com/think/study/sake\\_g\\_koubo#~:text=%E9%85%B5%E6%AF%8D%E3%82%92%E6%95%B0%E3%81%88%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%81%8D%E3%81%AF,%E3%82%92%E7%AE%97%E5%87%BA%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82](https://jp.sake-times.com/think/study/sake_g_koubo#~:text=%E9%85%B5%E6%AF%8D%E3%82%92%E6%95%B0%E3%81%88%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%81%8D%E3%81%AF,%E3%82%92%E7%AE%97%E5%87%BA%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82)

Yeast Counting 基本的なやり方

<https://handcraftayanna.com/BleBrewery/1766/>

屈折計(糖度計・Brix計)の使い方、アルコール度数を測ってみた

<https://livintips.blog/blog/refractometer/>

# 身近な食品を利用したフェイスパックの作成

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 2班 (β)

## 1. 背景

食品を使ったフェイスパックは実際に利用されているが、種類が多く、どれを使うべきかが分からないので、閉塞効果(皮膚から水分が蒸発するのを防ぐ効果)に重点を置き、どの食品のフェイスパックが良いかを知りたかったから。

## 2. 目的

どの食品のフェイスパックが最も閉塞効果が高いのかを知る。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

閉塞効果とは皮膚からの水分蒸発を防ぐことであり、似たものとして保湿効果が挙げられる。保湿効果とは潤った肌の状態を保つことである。そこで、市販の保湿クリームの成分を調べたところ、ミネラルオイル(鉱物油)、オリーブ油といった脂質が多く含まれていることから、各食品の脂質量を調べた。尚、実験の対象となる食品は実際にフェイスパックとしても利用されていて保湿効果が期待できるもの、季節を問わず手に入れられるもの、という点に着目して選別した。

表1 各食品の100 gあたりの脂質量

食品	アボカド	ヨーグルト	はちみつ	バナナ	甘酒
脂質量(g)	18	3.0	0.2	0.1	0

### (2) 仮説

脂質を含む量が多い食品ほど閉塞効果が高く、アボカドが最も閉塞効果が高い。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

水、金属カップ、ホットプレート、温度計、スタンド、恒温器、粉寒天、プラスチックシャーレ、ネット、輪ゴム、鍋、ガスコンロ、スプーン、アボカド、ヨーグルト、バナナ、甘酒、はちみつ、プラスチックカップ

### (2) 手順

- アボカド、バナナをそれぞれビニール袋に入れ、塊がなくなるまで綿棒で潰した。
- 鍋に水300 mlと粉寒天3.0 gをいれ、よくかき混ぜながら沸騰させ、沸騰してから2分間加熱した。
- プラスチックカップに1の食材とヨーグルト、はちみつ、甘酒をそれぞれ10 gずつ入れた。

4. 3に2を15 gずつ加えかき混ぜ、プラスチックシャーレに移して冷蔵庫で10分冷やし固めた。また、寒天水だけを25 gプラスチックシャーレに入れたものも同様に冷蔵庫で冷やし固めた。

5. フェイスパックを冷やし固めている間に、金属カップ6個に水100 gを入れて160°Cに熱したホットプレートの上に並べ、それぞれに温度計を刺してスタンドで固定し、水温が50°Cになるまで加熱した。(図1)

6. 5の金属カップにネットをかぶせて4のフェイスパックをのせ、50°Cに設定した恒温器へ入れた。(図2)

7. 恒温器から出したあと重さを測り、カップの中の水の蒸発量を調べた。

手順6において、フェイスパックが崩れ隙間が生じることがあったが、予備実験での金属カップになにも載せなかつた場合に蒸発した水分量はごくわずかであったため、隙間からの水の蒸発量はここでは考えないものとする。(図3)



図1 金属カップをホットプレートで 加熱している様子

図2 左上から時計回りにはちみつ、 寒天水のみ、バナナ、甘酒、 ヨーグルト、アボカドの フェイスパック

図3 隙間ができる様子

## 5. 結果

表2 フェイスパック別各実験における水の蒸発量(g)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
アボカド	5.3	5.2	5.7	4.8	4.7
ヨーグルト	5.1	3.7	8.6	3.4	4.3
甘酒	3.7	3.2	3.6	2.1	1.0
はちみつ	3.3	6.4	4.4	2.8	1.8
バナナ	2.2	4.4	3.5	2.7	2.1
寒天のみ	1.1	1.0	1.0	1.6	1.2

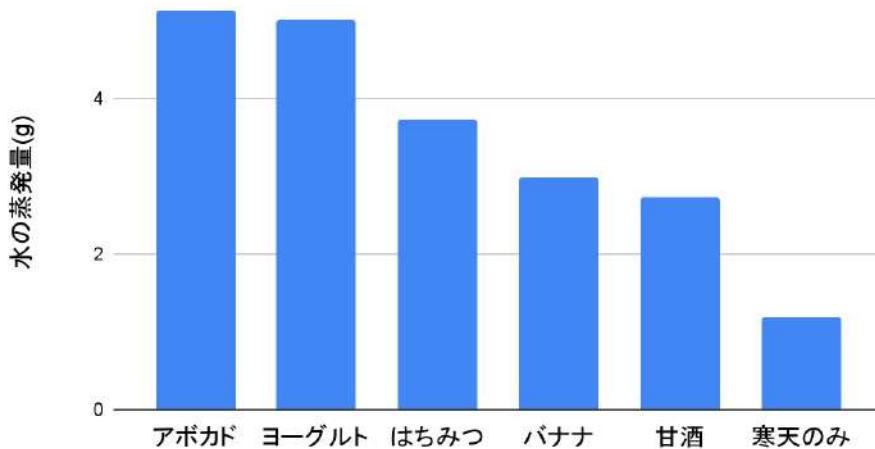


図4 各フェイスパックの水の蒸発量の平均

寒天のみ, 甘酒, バナナ, はちみつ, ヨーグルト, アボカドの順に水の蒸発量が少なかった。寒天のみのフェイスパックは何も食品を入れなかった場合との比較のために作成したものなので, この実験では甘酒のフェイスパックが最も水の蒸発量が少なかった。

## 6. 考察

表1と図4より, 脂質が多いものほど蒸発量が多く, 脂質が少ないものほど蒸発量が少ない傾向にある。はちみつに関しては脂質はあまり多くないが, 水分が他の食品よりも極端に少なく, フェイスパック自体がカップ内で蒸発した水を吸収したため, 結果としてカップ内の水が減少したと考えられる。(表3)

表3 各食品の100 gあたりの水分量

食品	アボカド	ヨーグルト	はちみつ	バナナ	甘酒
水分量(g)	71.3	87.7	17.6	79.7	75.4

## 7. 結論

甘酒が最も閉塞効果が高い。

## 8. 参考文献

- 1)高い保水効果と高い閉塞効果を同時に有するエマルジョンの開発  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sccj1979/40/2/40\\_2\\_95/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sccj1979/40/2/40_2_95/_pdf)
- 2)ウイキペディア クリーム(基礎化粧品)  
[https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AF%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%A0\\_\(%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E5%8C%96%E7%B2%A7%E5%93%81\)](https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AF%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%A0_(%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E5%8C%96%E7%B2%A7%E5%93%81))
- 3)液体の気化(蒸発)  
<https://www.tacmina.co.jp/library/coretech/242/>
- 4)保湿成分の種類&効果を解説  
<https://hadato.jp/article/moisturizing-ingredient>
- 5)意外に知らない「保水」と「保湿」の違い  
<https://chiho-bs.com/blog/make/article-4643/>
- 6)食品詳細

アボカド

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=7\\_07006\\_7&MODE=0](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=7_07006_7&MODE=0)

ヨーグルト

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=13\\_13025\\_7&MODE=0](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=13_13025_7&MODE=0)

はちみつ

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=3\\_03022\\_7](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=3_03022_7)

バナナ

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=7\\_07107\\_7](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=7_07107_7)

甘酒

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=16\\_16050\\_7](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=16_16050_7)

寒天

[https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM\\_NO=9\\_09049\\_7](https://fooddb.mext.go.jp/details/details.p1?ITEM_NO=9_09049_7)

6)はちみつの保湿効果

<https://www.kenei-pharm.com/general/learn/dry-skin/3211/>

# エレクトレット加工を用いたマスクの開発

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 3班 α

## 1. 背景

現在、新型コロナウイルス感染症により日頃からマスクを着けなければいけなくなつたが、運動の際にもマスクを着けていると息苦しく、熱中症になるリスクも高くなるので、今使われているものよりも呼吸のしやすい快適なマスクを作りたいと考えた。

## 2. 総合目的

エレクトレット加工を用いることで、現在市販されているマスクと捕集効率は変わらず、より呼吸のしやすいマスクを開発する。

## 3. 先行研究

- ・不織布マスクは2.0~5.0  $\mu\text{m}$ の物質を98.4 %, 5.0  $\mu\text{m}$ より大きい物質を99.1 %除去することができる。
- ガーゼマスクは2.0~5.0  $\mu\text{m}$ の物質を26.5 %, 5.0  $\mu\text{m}$ より大きい物質を35.3 %除去することができる。
- ・エレクトレット加工をすることで半永久的に静電気力を持続させ、空気中に浮遊する微粒子(細菌、ウイルス等)を静電気力によって捕集することができる。
- ・帯電列より、+に帯電しやすい素材から順に、ナイロン、ガーゼ(木綿)、ウレタン、ポリエチレン、ポリプロピレンとなっている。
- ・日本国内の人々が最もよくするマスクの素材は、2021年2月19日時点で、不織布マスクが 64 %、布マスクが 15 %、ウレタンマスクが 11 %となっている。
- ・また家庭用マスクの素材と主な形状については、不織布マスクにはプリーツ型、ガーゼマスクには平型、ウレタンマスクには立体型が採用されている。

## 4. 予備実験

### (1) 目的

エレクトレット加工していないマスクの捕集効率を調べる。

### (2) 仮説

それぞれのマスクの除去率より、捕集効率が大きい順から不織布マスク、ガーゼマスク、ウレタンマスクになる。

### (3) 方法

#### a, 実験材料

マスク(素材:不織布、ガーゼ、ウレタン)、活性炭(粉末状)、コップ(底をくり抜いたもの)、100 mLビーカー 3 個、薬包皿、薬さじ、輪ゴム、デジタルばかり、顕微鏡

#### b, 手順

- (1)活性炭を0.20 g測り、薬包皿に乗せる。  
 (2)図1のようにビーカーの上にマスクを置きそれを輪ゴムで固定し、  
 上にコップを被せる。  
 (3)活性炭をコップの中に静かに流し入れる。  
 (4)活性炭が広がるように上から薬さじで均す。  
 (5)ビーカーからマスクを外し、ビーカー内の活性炭の質量を量る。  
 この質量と流した活性炭の質量を用いて捕集効率を求める。  
 (6)すべての素材のマスクについて(1)～(5)の操作を行う。



図1 実験道具

#### (4)結果

素材	不織布マスク	ガーゼマスク	ウレタンマスク
上から流した活性炭の質量 (g)	0.20	0.20	0.20
実験後のビーカー内の活性炭の質量 (g)	0.00	0.00	0.08
捕集効率 (%)	100	100	60

表1 各素材の測定値と捕集効率

※捕集効率は質量法を用いるものとし、  
 「捕集効率=フィルタで捕集した質量／上流から流した質量」である。

### 4. 実験1

#### (1)目的

多くの種類の素材にエレクトレット加工を行う。また、エレクトレット加工をした直後の帯電量を測定しエレクトレット加工の効果が大きい素材を調べ、制作するマスクの素材を決定する。

#### (2)仮説

帯電量の値の大きさは帯電列の順に、ナイロン、ガーゼ(木綿)、ウレタン、ポリエステル、ポリプロピレンとなる。

#### (3)方法

##### a. 実験材料

布(ガーゼ、不織布、ウレタン、ナイロン、ポリエステル、ポリプロピレン)エレクトレット装置、静電気測定器

##### b. 手順

- (1)布にエレクトレット加工装置を用いてエレクトレット加工を行う。  
 (2)(1)の直後に、静電気測定器を用いて布の帯電量を測定する。  
 (3)すべての素材について(1)(2)の操作を行う。

#### (4)結果

素材	ウレタン	PE	ガーゼ	不織布	PP	ナイロン
帯電量 (kV)	0.2	-0.2	-1.1	-4.2	-8.7	-14.8

表2 各素材の帯電量

※PEはポリエステル、PPはポリプロピレン

### 5. 実験2

### (1)目的

自作のマスクと市販されている不織布マスクの呼吸のしやすさの違いを調べる。

※自作のマスクはフィルターをポリプロピレン、外部を前後8層ずつのナイロンで構成し、ポリプロピレンはどちらもエレクトレット加工を施し、ナイロンは加工したものと加工していないもので1つずつマスクを制作した。

(以後、加工済みのナイロンを用いたものを「自作1」、もう一方を「自作2」として扱う)

### (2)仮説

ナイロンの方が繊維間が広いので、不織布マスクよりも自作のマスクの方が呼吸がしやすい。

### (3)方法

#### a.実験材料

マスク(自作2つ、不織布)、風速計、ドライヤー、筒、輪ゴム

#### b.手順

- (1)図2のようにドライヤーにマスクを付け、筒と風速計を配置する。
- (2)ドライヤーの電源を入れ、風が通るようにする。
- (3)風速計の値を計測する。
- (4)(1)～(3)の操作をそれぞれのマスクをつけた状態とマスクをつけていない状態で行う。



図2 実験道具

### (4)結果

	マスクなし	不織布マスク	自作マスク(嘴)	自作マスク(立体)
風速(m/s)	6.0	1.0	3.0	3.0

表3 マスクごとの風速

## 6. 実験3

### (1)目的

マスクの形状による差圧を測定することで圧力損失を算出し、呼吸のしやすさを調べる。

パーティクルカウンターを用いて、精密な捕集効率を測定する。

様々な形状のマスクの漏れ率を計測し、効果の大きいマスクの形状を調べる。

### (2)仮説

実験2の結果より、不織布マスクより2つの自作マスクの方がマスク通過前後の風速の差が小さかつたので、不織布マスクよりも2つの自作マスクの方が圧力損失は小さい。また、現在最も人々が使用している不織布マスクに用いられているプリーツ型が最も漏れ率が低い。

### (3)方法

#### a.実験材料

マスク、吸引ポンプ、流量計、差圧計、パーティクルカウンター、チューブ、漏れ率測定器

#### b.手順

#### 〈圧力損失の測定〉

- (1)図3のように実験器具を接続する。
- (2)流量計を見て、流量が 8 L/minとなるように吸引ポンプを調整する。
- (3)(2)のときの差圧を測定する。

#### 〈捕集効率の測定〉

- (1)図4のように実験器具を接続する。
- (2)うの間にマスクを挟み、パーティクルカウンターの電源を入れる。
- (3)パーティクルカウンターから粒子量を計測する。

#### 〈漏れ率の測定〉

- (1)図5のように実験器具を接続する。
- (2)漏れ率測定器の電源を入れ、漏れ率を測定する。



図3～図5 実験器具 (左から順に図3、図4、図5)

#### (4)結果

図6 各マスクの圧力損失

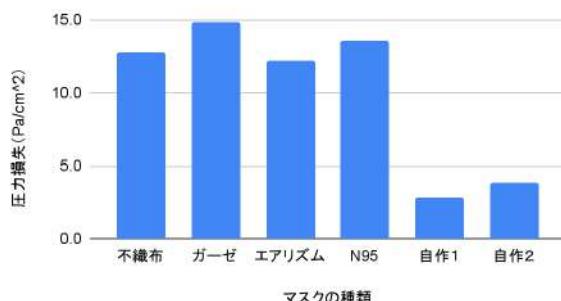


図7 各マスクの捕集効率

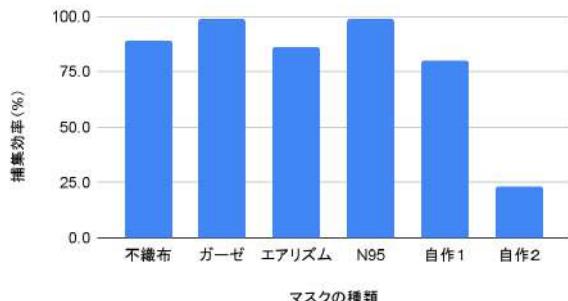
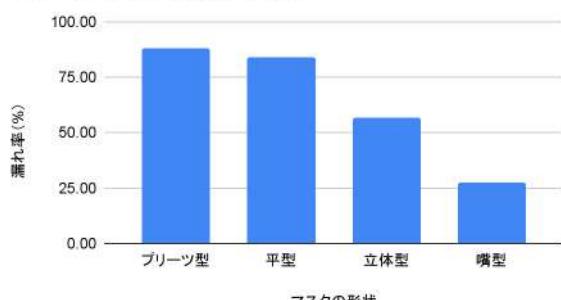


図8 各マスクの漏れ率(%)



#### 7. 考察

図7と図8より、自作1のマスクは他の市販されているマスクと比べ、捕集効率に大きく差がなく圧力損失は4倍以上小さかったので、フィルターとしての性能には差がなく、呼吸は他のマスクよりもし

やすいということが考えられる。

また、漏れ率は嘴型が最も小さかったので、嘴型のマスクが最もフィルターとしての機能が大きいということが考えられる。

## 8. 結論

マスクの外部はエレクトレット加工したナイロンをフィルター前後に8層ずつにし、間にPPのフィルターを入れた嘴型のマスクが、フィルターとしての機能を持ちながら現在市販されているマスクより呼吸のしやすいマスクである。

## 9. 参考文献

1)春日電機株式會社 エレクトレット装置

<https://www.ekasuga.co.jp/product/electret-equipment/>

2)東京大学生産技術研究所 コロナ下で不足するN95マスクの再利用手法を開発～静電気体験装置でマスクの静電気を復活させ、フィルター能力を回復～

<https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/news/3444/>

3)スポーツ庁 学校の体育の授業におけるマスク着用の必要性について

[https://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/hakusho/nc/jsa\\_00011.html](https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/hakusho/nc/jsa_00011.html)

4)石垣陽 マスクの安全を守る静電気技術

[http://www.i-s-l.org/shupan/pdf/SE202\\_3\\_open.pdf](http://www.i-s-l.org/shupan/pdf/SE202_3_open.pdf)

5)一般財団法人カケンテストセンター 帯電性試験 衣料品 (JIS L 1094/ JIS T 8118)

<https://www.kaken.or.jp/test/search/detail/104>

6)ライブドアニュース 実験で新事実「ウレタンマスク」の本当のヤバさ

<https://news.livedoor.com/article/detail/19636108/>

7)外気清浄機 フィルタの捕集効率の表し方の違いについて

<https://www.gaiki-seijouki.jp/column3/976/>

8)PR TIMES LINEリサーチ

<https://prtentimes.jp/main/html/rd/p/000002959.000001594.html>

9)花王 特集1 医療、介護に用いられるサージカルマスクの規格と使い方

<https://pro.kao.com/jp/medical-hygiene/gakujutsu/hygiene-solution/no24/001/>

# 音楽が集中力に及ぼす影響

神奈川県立厚木高等学校  
2年I組 4班( a )

## 1. 背景

音楽を聞きながら勉強するのは、効率が悪くなり良くないというのが定説ではあるが、実際に音楽によって集中力は変化するのか気になった。

## 2. 目的

勉強をする際に音楽をかけることが、勉強効率の向上、または低下に繋がるのか調べる

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

Kämpfe らによる研究(The impact of background music on adult listeners: A meta-analysis Psychology of Music, 39 (2011), pp. 424-448,)は、音楽を同時に聞くことによる記憶課題へのわずかな悪影響を示唆している。

### (2) 仮説

音楽を聞くと視覚的情報に加え聴覚的情報が増え、脳が受け取る情報量が増すため集中力は下がり、記憶できる単語数は少なくなる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

実験用紙、筆記用具、スマートフォン(タイマー、音源)

### (2) 手順

有志で募った被験者に以下の試験を課し、その結果をt検定によって調べる。

#### 試験

以下のテストを3回行いそれぞれについて得点を集計。

- ①無作為に生成された平仮名3字の語10個を3分間暗記する。
- ②2桁同士の足し算を3分間計算する。
- ③①で覚えた語に20語を加えた30個から①で覚えた語を10個、3分以内に選ぶ。

また、2回目のみ①②の際に音楽をかける。

音楽は、『メインストリート・エレクトリカルパレード』(吹奏楽)を使用する。

点数は、③で選んだ語に含まれる①で覚えた語の個数とする。

実際に使用したテスト用紙(図1,2,3)



図1:暗記する文字列が書かれた用紙

+	54	38	68	32	37	73	99	31	30	75	
24										24	
40										40	
73										73	
53										53	
99										99	
74										74	
63										63	
26										26	
84										84	
15										15	

よよと  
さじぜ  
ぜげぜ  
ひびば  
ぴぶじ  
ちぶと  
ほやろ  
ごひふ  
ひごぴ  
ふでぜ  
でもや  
ろほえ  
よほも  
ろぢも  
もじご  
ごやみ  
ぢもげ  
やげで  
ぢさと  
ろもと  
とろや  
よせめ  
ぜみと  
ぜばぢ  
よじみ  
ぜみや  
のめふ  
ごよよ  
ばほぴ  
げひや

図3:解答用紙

## 5. 結果

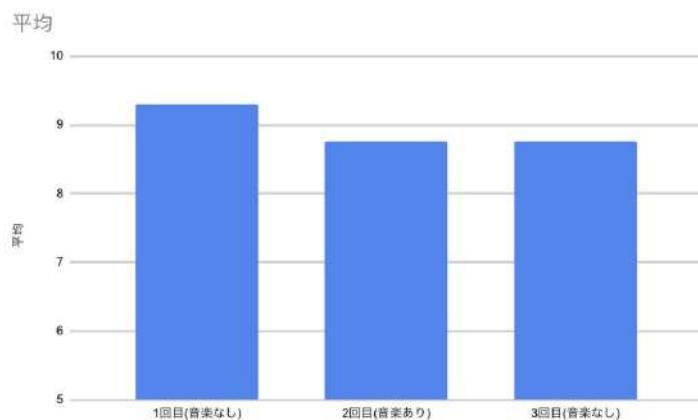


図4:テスト受験者の点数の平均

## 6. 考察

有意水準5%としてT検定により比較した結果、有意差は認められなかった。

しかし、試験時に外部音があった回があり、その影響であったり、試験の難易度が適切でなかった可能性がある。

## 7. 結論

今回の実験では曲の有無による暗記に及ぼす影響は確認できなかった。

## 8. 参考文献

- BGMに含まれる言語が計算課題と読解課題に及ぼす影響  
([https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository\\_uri&item\\_id=210258&file\\_id=1&file\\_no=1](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=210258&file_id=1&file_no=1))

- A portrait of how people use music to optimize their cognitive performance.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691821001670>)
- The effect of listening to music on concentration and academic performance of the student: Cross-sectional study on medical undergraduate students  
([https://www.researchgate.net/publication/311435289\\_The\\_effect\\_of\\_listening\\_to\\_music\\_on\\_concentration\\_and\\_academic\\_performance\\_of\\_the\\_student\\_Cross-sectional\\_study\\_on\\_medical\\_undergraduate\\_students](https://www.researchgate.net/publication/311435289_The_effect_of_listening_to_music_on_concentration_and_academic_performance_of_the_student_Cross-sectional_study_on_medical_undergraduate_students))
- The impact of background music on adult listeners: A meta-analysis  
Psychology of Music, 39 (2011), pp. 424-448,  
(<https://doi.org/10.1177/0305735610376261>)

# 物質による保温力への影響

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 5班( β )

## 1. 背景

お風呂・温泉の効能は入浴剤や泉質によって変わると、特に保温性の変化がなぜ生まれるのかについて興味をもった。

また、各水溶液でも温泉や入浴剤と似た温度の下がり方をするかについて調べたら、日々の生活に活かせるのではないかと考えたため。

## 2. 目的

入浴剤の成分や泉質に影響を与えていたる物質は人にどのように作用しているかや

入浴剤の成分の作用を明らかにしたうえで、入浴剤の代わりとして使えるものにはどのようなものがあるか、お風呂に入れるといいとされているものは本当に効果的であるかを明らかにするため。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

・粉末タイプの入浴剤の主な成分

→硫酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、酸化チタンなど

・温泉の泉質ごとの主な効能

→塩化物泉「湯冷めしにくい」、炭酸水素塩泉「清涼の湯」、硫酸塩泉「傷にやさしい」

・身近な入浴剤として使われることのある物質

→粗塩、牛乳、重曹

### (2) 仮説

・お湯から身体が出た後、温かく保たれる要因として次の二つが挙げられた。

①水よりも水溶液のほうが液体自身の温度が下がりにくくなり、ヒトの身体がより温められるため保温性が高くなる。

②水溶液中の物質がヒトの身体、主に皮膚に直接作用し保温性が高くなる。

・塩化物泉が湯冷めしにくく、炭酸水素塩泉が清涼であるとの先行研究から、塩化ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの違いとして挙げられる陰イオン(塩化物イオンと炭酸水素イオン)が大きく効果を与えてるんじゃないかと思いそこで差が生まれるであろう②の仮説が有力なのではないかと考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

手を入れることのできる約6 Lの発泡スチロールの容器2つ、塩化ナトリウム、非接触表面温度計、温度計、粉末タイプの入浴剤(炭酸水素ナトリウム、硫酸ナトリウム、無水ケイ素、米ぬかエキス、ショウキョウチンキ、ブタンジオール、無水エタノール、酸化チタン、ポリアクリル酸ナトリウム、PEG20000、香料、赤106)

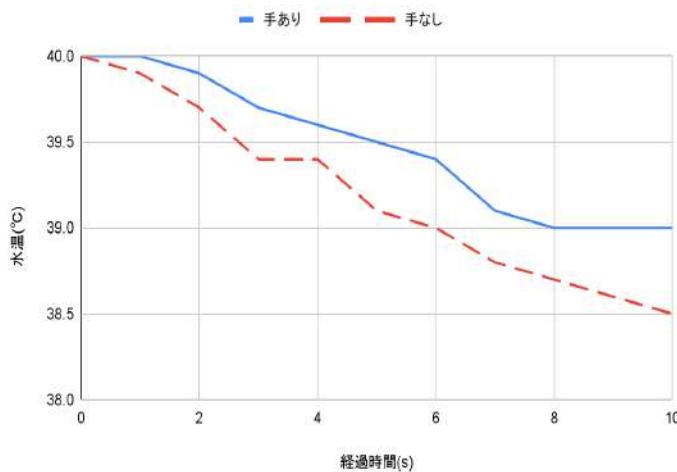
## (2)手順

全ての実験において被験者は班員で、それぞれ均等な回数になるようを行う。  
また、温度計による測定結果のずれを防ぐため毎回同じ温度計を使用する。

### <予備実験>

- ①約6Lの発泡スチロールの容器に3Lの40度の水を入れる。
- ②水温の変化を1分ごとに10分間測定する。  
→この時、手を入れた場合と入れてない場合をそれぞれ分けて測定する。
- ③手の表面温度の変化を1分ごと10分測定する

### <予備実験結果>



■ 図1 水中に手があるかどうかによる水温変化

■表1 水に手を入れた後の手の表面温度の変化の例 2022/7/12,12:22~,25.3°C,71%

経過時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
手の表面 温度(度)	37.9	36.3	36.7	36.5	36.4	36.5	36.6	36.5	36.5	36.2	36.5

### <予備実験の考察>

- ・図1より、10分後、手を入れずに測定した方よりも手を入れて測定した方が、0.5~1.0°C水温が下がった。
- ・手の表面温度は、表1のように、環境に影響されて10分だと温度にばらつきも見られた。また1分ごとだと、その1分間でどのように変化したのかが正確に判断できなかった。
- ・手を水から出した後、水分を拭き取らずに測定を行っていたため、気化熱によって温度の下がり方に影響が出てしまったことも考えられる。

この予備実験を踏まえ、本実験では、

- ・細かい手の表面温度の変化を測定するために効果がより保たれているであろう2分間で行い、具体的な下がり方を見るために10秒ごとにする。。
- ・手を水中から出した後素早く布で水分を拭き取ることにする。

### <本実験>

①約6Lの発泡スチロールの容器に3Lの40度の水を入れ、この40度の水を実験毎に濃度や溶かす物質などを変えながら繰り返していく。

→この実験では、水・3%NaCl水溶液・入浴剤1.0gの3種類で実験を行う。

②実験を始める直前に時刻、室温、湿度、被験者の手の表面温度を全て記録する。

③0分から10分まで水の中に手を入れ、水温の変化を1分ごと10分間測定する。

④③の過程の終了後、手を水中から出して手の水分を拭き取り、手の表面温度の変化を10秒ごと120秒間測定する測定する。

⑤実験終了時の時刻、室温、湿度を記録する。

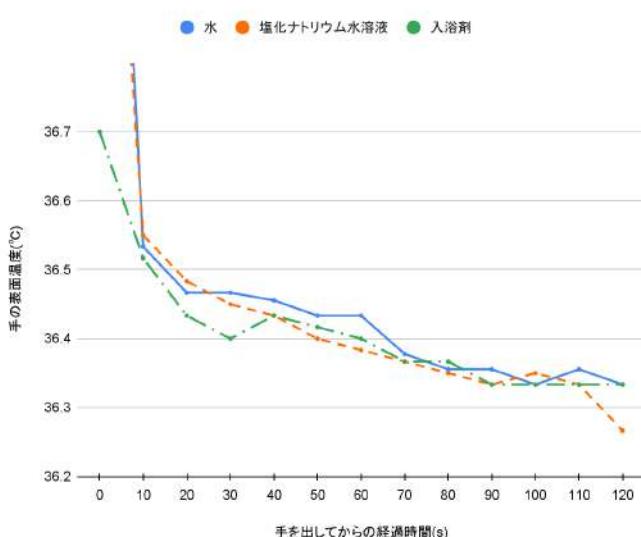
⑥得られたデータで水と水溶液を比較するようにT検定を行う。

## 5. 結果

■表2 10秒ずつ計測した手の表面温度のそれぞれの時間の平均値

(水は8回分、NaCl水溶液と入浴剤を入れた水溶液は6回分の平均)

時間(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
水から出した後の表面温度(°C)	37.7	36.5	36.5	36.5	36.5	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.3	36.4	36.4
NaCl水溶液から出した後の表面温度(°C)	37.5	36.6	36.5	36.5	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.3	36.4	36.3	36.3
入浴剤から出した後の表面温度(°C)	36.7	36.5	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.3	36.3	36.3	36.3



■ 図2 液体から手を出した後のそれぞれの表面温度

■ 表3 水と水溶液のT検定の結果 (有意水準:0.05)

	NaCl水溶液	入浴剤		NaCl水溶液	入浴剤
表面温度の平均(p値)	0.36	0.29	表面温度の下がり幅(p値)	0.34	0.15
結果	手の表面温度に差はない	手の表面温度に差はない	結果	表面温度の下がり幅に差はない	表面温度の下がり幅に差はない

## 6. 考察

NaCl水溶液よりも入浴剤の方がp値が低いことから,表面温度の平均や表面温度の下がり幅に着目した時の保温性は入浴剤の方が高いと考えることができる。またこのことから,入浴剤方が保温性が高いとした場合には,仮説②で挙げた”水溶液中の物質がヒトの身体,主に皮膚に直接作用し保温性が高くなる”ということは正しかったといえると考えた。

NaCl水溶液も入浴剤も水との比較では表面温度でも,表面温度の下がり幅でも,どちらの値でも差がなかったが,実験回数や身体のどこの部位で実験するかによって結果は変わる可能性がある。

保温以外の効能も考えた場合には,入浴剤を入れるのが最適であると考えられる。

## 7. 結論

NaCl水溶液も入浴剤も水との比較では,今回の実験における保温性に差はなかった。これより,身体を保温するのには,水を使うだけでも十分といえる。

## 8. 参考文献

泉質別効能(適応症)早見表

<https://onsen-s.com/n009-siawase1-6.htm>

赤倉温泉観光協会

<https://akakura.gr.jp/>

# タイトル モーツアルトの曲がミドリムシの成長に与える影響について

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 6班

## 1. 背景

ユーグレナ社はミドリムシの大量培養に成功したようだが、培養の方法はわからなかった。自分たちで何か新しい培養方法を考えようとしたところ、モーツアルトの音楽を聞かせて野菜を育てる、音響栽培という栽培方法を見つけ、ミドリムシにも応用できるのではないかと思い、実験してみることにした。

## 2. 目的

ミドリムシに音楽を聴かせるものと聴かせないものとで比較し、音楽がミドリムシの成長にどのように影響するかを調べ、新しいミドリムシの培養方法を見つける。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

音響栽培とは、古くは1960年代から世界各国で行われており、野菜に音楽を聴かせる事で增收効果が報告されている手法。音波振動が空気中を伝わり作物の光合成を促進させると言われている。また、モーツアルトの曲は4000Hz以上の高周波音が多いので、小松菜の音響栽培時に使用されている。

ミドリムシは、体内に葉緑素を持つため、光合成ができるという、植物のような性質を持つ生物である。

### (2) 仮説

モーツアルトの曲が栽培に影響を与え、個体数がより増える。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

培養の為のペットボトル4つ、ミドリムシ、ミネラルウォーター、音楽を流すためのパソコン、防音箱、LED、ホルマリン、ディスプレイ計算盤

### (2) 手順

ミドリムシが入ったミネラルウォーターをペットボトルに200g入れ、防音箱の中で明るさ確保の為のLEDを点け、モーツアルトの交響曲第25番を流す。時々振る。

ヴェリタスの授業がある日に、ペットボトルから取り出したミドリムシを1ml、観察の為にホルマリンを1滴ビーカーに滴下し、ミドリムシを動かなくする。その液体をディスプレイ計算盤にいれ、ミドリムシの数を4か所、4回ずつ調べ、平均値を出す。

## 5. 結果



曲を流していない方が個体数が多くなった。

## 6. 考察

小松菜にとては音楽を聞かせるのはいい影響を与えるかもしれないが、逆に、ミドリムシは振動が培養を阻害してしまっていたと考えられる。

また、実験を始めたのがかなり遅くなり、気温・水温が下がってしまったので、気温・水温が高い夏に実験をしたら、別の結果が出ていたかもしれない。

## 7. 結論

ミドリムシは音楽を聞かせると、聞かせていない時より個体の増加量は低くなる。

## 8. 参考文献

ミドリムシ(微細藻類ユーグレナ)とは? | 株式会社 ...

<https://www.euglena.jp> › whatiseuglena

ミドリムシの増殖と光合成

<https://cms1.ishikawa-c.ed.jp> › file › download

ユーグレナを用いた光合成コンクリートの二酸化炭素固定性状

<https://www.jstage.jst.go.jp> › cement › \_pdf › -char

コマツ～ナについて

銀杏及び酪酸、エナント酸による悪臭の軽減  
法、消臭法の研究  
神奈川県立厚木高等学校  
2年I組7班(β)

## 1.背景

銀杏の臭いによる不快感を軽減し銀杏の木を植えるデメリットをなくす。

## 2.目的

銀杏の消臭及び軽減する方法の発見

## 3.先行研究・原理等

### ・悪臭の原因

銀杏の悪臭の原因は「酪酸」と「エナント酸」とされている。

酪酸は直鎖カルボン酸で人の足の悪臭と同じ成分である。

エナント酸もまた炭素数7のカルボン酸で、木端にカルボキシル基を持つ。

### ・エチレンガスについて

エチレンガスには果実などの食物を腐敗させる作用がある。

バナナは時間が経ち腐敗が進むと多量のエチレンガスを発生させる。

### ・三点比較式臭袋法について

無臭の空気を入れた3つの袋のうち、1つに試料臭気を入れて臭いを付け、6人以上のパネルと呼ばれる人がそれを嗅ぎ分けて回答する。正解であれば希釈倍数をあげて全員が不正解になるまで同じ作業を繰り返す、という官能試験法の一種のこと。

## 4.実験1 銀杏の外殻における悪臭の有無

### (1)背景

普通臭いを発している銀杏はどれも地面に落ち、実の中身が露わになっている状態である。

### (2)目的

銀杏の実の表面には臭いを発する成分があるか調べる。

### (3)仮説

腐らせることで銀杏特有の悪臭を発するようになる。

### (4)方法

#### 材料

・熟れた銀杏

・バナナ

・ジッパー付きポリ袋

#### 手順

1. 銀杏をエチレンガスを放出するバナナと共にポリ袋に密閉する。

2.1週間経過観察する

### (5)結果及び考察

#### 結果

・腐敗が進み不快な臭いが感じられたものの銀杏の臭いとは少し異なっていた。

・4種類ほどのカビが確認された。

## 考察

・発生した臭いはバナナやカビによるものと考えられ、銀杏は実が割れなければ悪臭を発しないといえる。

## 5. 実験2 化学的消臭法

### (1) 方法

- 銀杏抽出液を指定された倍率に希釀したものと重曹、水酸化ナトリウム2mlを混ぜ、袋に入れたものと純水を入れた袋2つを用意する。
- それらをランダムにA,B,Cとし三点比較式臭袋法を行い結果を記録する。

### (2) 結果及び考察

重曹、水酸化ナトリウムとともに判定の正解率に差は出なかった。

使用物質: 銀杏抽出液 (2ml) 正答→1 誤答→0														
回数	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
物質注入量	2ml													
希釀倍率	1倍	10倍	100倍	200倍	400倍	500倍								
A 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
付臭袋番号	c	c	b	a	a	c	b	c	a	c	c	b	a	c
回答	c	c	b	b	a	a	c	b	c	b	a	c	b	a
B 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
付臭袋番号	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
回答	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
C 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
付臭袋番号	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
回答	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
D 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
付臭袋番号	c	c	b	b	a	a	c	b	c	b	a	c	b	a
回答	c	c	b	b	a	a	c	b	c	b	a	c	b	a
E 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
付臭袋番号	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
回答	c	c	b	b	a	a	c	b	c	a	b	c	a	c
F 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
回答数	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
不正解数	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
平均正解率	1.00	1.00	1.00	0.94	0.72	0.5	1.00	1.00	0.89	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

図1銀杏抽出液の判定表

使用物質: 重曹(NaHCO3aq. 1ml), 銀杏抽出液 (1ml) 正答→1 誤答→0														
回数	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
物質注入量	2ml													
希釀倍率	1倍	10倍	100倍	200倍										
A 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
付臭袋番号	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
回答	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
B 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
付臭袋番号	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
回答	a	b	b	c	a	c	c	a	c	b	b	c	a	c
C 判定	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
付臭袋番号	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
回答	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
D 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
付臭袋番号	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
回答	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
E 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
付臭袋番号	a	b	b	c	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a
回答	a	b	b	c	a	c	c	a	c	b	b	c	a	c
F 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
回答数	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
不正解数	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0
平均正解率	1.00	1.00	0.89	0.56	0.56	0.56	1.00	1.00	0.89	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

図2重曹と銀杏抽出液との判定表

使用物質:水酸化ナトリウム水溶液 (1 ml), 銀杏抽出液 (1 ml)												
正答→1 錯答→0												
回数	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
物質注入量	2 ml											
希望建率	1倍			10倍			100倍			200倍		
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b a c a b a a c c a b			b a c a b a a c c a b			b a c a b a a c c a b		
A 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c c a b			b b a c a b a a c c a b			b b a c a b a a c c a b		
B 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c b b c			b b a c a b a a c b b c			b b a c a b a a c b b c		
C 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c b a b		
D 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c c c c			b b a c a b a a c c c c			b b a c a b a a c c c c		
E 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
付属設番号	b b a c a b a a c b a b			b b a c a b a a c c c b			b b a c a b a a c c c b			b b a c a b a a c c c b		
F 判定	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
回答数	18			18			18			18		
不正解数	0			0			0			9		
平均正解率	1.00			1.00			1.00			0.50		

図3水酸化ナトリウムと銀杏抽出液との判定表

## 6.結論

実験1より、実が落ちる前に回収する、木の下に衝撃吸収のマットを敷くなど実が割れることを防ぐことが出来れば臭いの放出を抑えられる。

実験2より塩基性溶液による中和では化学的消臭はできないといえる。

## 7.参考文献

果物が熟すとやわらかくなるわけ

<http://www.admcom.co.jp/wanpaku/tips/tips033.html>

環境省 三点比較式消臭法について

<https://www.env.go.jp/content/900397475.pdf>

ケムステニュース 秋の味覚「ぎんなん」に含まれる化合物

<http://n.com/chemistenews/ZUTo/TU/ginkgo.ntm>

Butyric Acid 107-92-6 東京化成工業株式会社

<https://www.tcichemicals.com/JP/ia/p/B0754>

reaxys file ファイル

<https://www.jaici.or.jp/stn/pdf/ref-reaxys.pdf>

エチレンガスとは何か？青果実の成長や鮮度への影響も解説

<https://01.connect.nissha.com/bloq-qassensor-ethylenegas/>

# 信号機の周期を利用して本厚木駅から厚木高校まで最短時間で行く方法

神奈川県立厚木高等学校  
2年 I組 8班( β )

## 1. 背景

本厚木駅から厚木高校までの道のりが長く、また信号も多いため登校に時間がかかる。そこで、登校に要する時間を短縮することができれば、朝の時間を有効活用できるのではないかと考えた。

## 2. 目的

本厚木駅から厚木高校まで最短時間で行く方法を調査する。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

#### <信号機の種類>

信号機には種類があるが、歩行者用信号機によく見られるのは主に以下の3種類である。

#### 1. 車両感知式(感応式)信号機

車両、歩行者を感知して青信号に変わり、交通量に合わせて青信号の時間を調整する。

#### 2. 定周期式信号機

青信号、赤信号の時間が決められており、周期的に変化する信号機。内臓されているタイムスイッチによって、時間・曜日を判別し、制御パターンから最適なものを選択し作動するものもある。これはプログラム多段式とも呼ばれる。

#### 3. 押しボタン式信号機

歩行者用の信号機。押しボタンを押すことで車両用信号機が赤に、歩行者用信号機が青になる。

#### <本厚木駅から厚木高校までの経路にある信号機>

本厚木駅から厚木高校までの経路(以下調査経路とする。)にある信号機の種類を調べるために、厚木警察署交通課の方にお話を伺った。

#### ・わかったこと

調査経路にはプログラム多段式信号機と車両感知式信号機が存在する。

調査経路にある信号機は、水引の信号機を基準として、車両が円滑に進むことができるよう周期が調整されている。

#### <厚木高校生の通学についての調査>

#### ・調査内容と目的

本厚木駅から厚木高校までの経路にある信号機の周期を計測するにあたって、厚木高校生(以下厚高生とする。)の平日の登校時間に近い時間帯に計測したいと考えた。そのために、厚高生の通学方法、平日に利用する電車の本厚木駅到着時間を調査した。

#### ・調査対象

厚木高校76期生2年I組の生徒30名

#### ・調査方法

GoogleClassroomにGoogleFormsにて作成したアンケートフォームを投稿し回答を集めた。

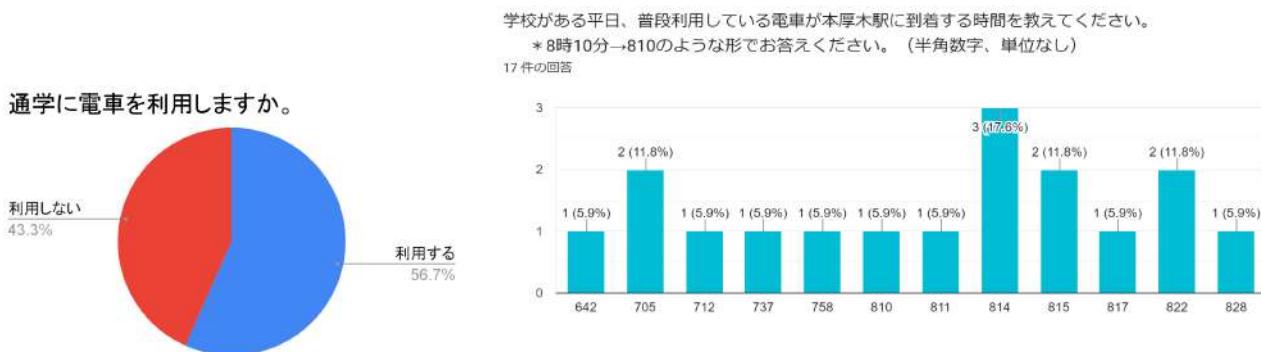
#### ・質問内容

①通学に電車を利用するか。

②平日に利用する電車が本厚木駅に到着する時間。(①で利用すると回答した人のみ)

※実際に作成したアンケートは参考文献に掲載。

#### ・アンケート結果



グラフ1 通学方法

- ・通学方法について、30人中17人が電車を利用しているという結果になった。
- ・上記の17人中3人が8時14分着の電車を利用しており、最も人が集中している結果となった。  
→以上の結果から8時14分着の電車の利用数が多いと考えられる。

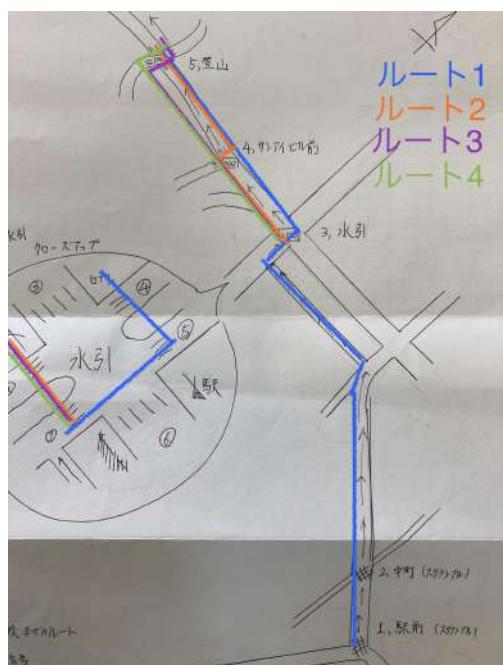
#### (2) 仮説

歩行者用信号機の周期を調べることによって本厚木駅から厚木高校まで最短時間で行く方法がわかる。

#### 4. 方法

##### (1) 実験材料

<調査経路と通学ルート>



##### ルート1

本厚木駅前→中町三丁目→水引⑥→水引⑤→  
水引④→萱山縦

##### ルート2

本厚木駅前→中町三丁目→水引①→  
水引②→サンアイ縦→サンアイ横→萱山縦

##### ルート3

本厚木駅前→中町三丁目→水引①→  
水引②→サンアイ縦→萱山横→萱山縦

##### ルート4

本厚木駅前→中町三丁目→水引①→  
水引②→サンアイ縦→萱山縦→萱山横

図1 本厚木駅から厚木高校までの経路と信号機の配置

- ・水引の信号機には図1のように番号をふる。
- ・図1のようにルート1～4を設定する。

・以下、東西方向を縦、南北方向を横とする。

## (2)手順

### <信号機間の所要時間>

厚高生が登校する時間帯に実際に調査経路を歩き計測する。班員が計測した記録を平均したものと所要時間とする。

### <信号機の周期を調査する>

先行研究で調査した登校時間帯の信号機の赤信号、青信号のそれぞれの長さを調査する。  
(点滅している時間は青信号の時間に含めるものとする。)

手順1. スマートフォンの動画撮影機能を使い、信号機を写した動画をそれぞれの信号で10～15分間撮影する。

手順2. 動画の撮影開始時刻と信号機が変化した際の動画の経過時間を照らし合わせ信号機が変化した時刻を調べる。

手順3. Googleスプレッドシートを使用し、各信号機の周期、信号機間の周期の関係性をまとめると。

手順4. 手順3の結果をもとにルートごとに登校するのにかかる時間を求める。

## 5. 結果

### <信号機間の所要時間>

本厚木駅前-中町三丁目	1分12秒
中町三丁目-水引	7分43秒
水引-サンアイビル前	1分44秒
サンアイビル前-萱山	2分20秒
水引-萱山	4分06秒
萱山-厚木高校	3分43秒

表1 信号機間の所要時間

- ・水引①水引②間、水引④水引⑤間の距離はどちらもごく短いため、考慮しなかった。
- ・中町三丁目から水引①水引⑥それまでの距離は等しく、所要時間も同じものと考える。
- ・萱山縦、萱山横それから厚木高校までの距離は等しく、所要時間も同じものと考える。

### <歩行者用信号機の周期>

地点		平均(分:秒)	誤差の範囲(秒)
本厚木駅前	青	0:45	0
	赤	1:15	-2~1
中町三丁目	青	0:31	-2
	赤	1:30	-1~2
水引1	青	1:14	0
	赤	0:56	0
水引2	青	1:29	1
	赤	0:41	0
水引3	青	0:21	1
	赤	1:49	0
水引4	青	0:44	-3~1
	赤	1:26	-1~2

地点		平均(分:秒)	誤差の範囲(秒)
水引5	青	1:14	0
	赤	0:56	0
水引6	青	0:21	-1
	赤	1:49	-1
サンアイ前縦	青	1:37	0
	赤	0:33	0
サンアイ前横	青	0:17	1
	赤	1:53	-1
萱山縦	青	0:58	-8~-2
	赤	1:11	-1~2
萱山横	青	0:31	-2~1
	赤	1:38	-9~3

表2 各信号機の周期と考えられる誤差

- ・上の表における平均とは、各信号機において計6回計測した記録をもとにだしたもの。
- ・誤差は平均を基準に、周期が最も短かった記録の値と周期が最も長かった記録の差である。

・誤差の範囲が大きいほど信号機の周期は安定していない。

## 6. 考察

<ルートごとの所要時間>

本研究では全ての信号を信号が青に変わった瞬間に渡り始めるものとして考える。

ある信号機が青になってから次の信号機が青になるまでの時間は以下のように考える。

本厚木駅前	中町三丁目
8:02:53 b	8:10:19 r
8:03:38 r	8:11:48 b
8:04:55 b	8:12:19 r
8:05:40 r	8:13:48 b
8:06:55 b	8:14:19 r
8:07:39 r	8:15:48 b
8:08:53 b	8:16:19 r
8:09:38 r	8:17:48 b
8:10:54 b	8:18:19 r
8:11:38 r	8:19:48 b
8:12:59 b	8:20:19 r
8:13:43 r	
8:15:03 b	
8:15:48 r	
8:16:59 b	
8:17:43 r	

表3 計測日が同じ記録を比較したとき

・表3はどちらの信号機の記録も10/27に記録したもの。

・表4は本厚木駅前信号機は10/20、中町三丁目信号機は10/19に記録したもの。

・表におけるrは信号機が赤に、bは信号機が青に変わった時刻であることを示す。

表4 記録日が別の記録を比較したとき

・表3はどちらの信号機の記録も10/27に記録したもの。

・表4は本厚木駅前信号機は10/20、中町三丁目信号機は10/19に記録したもの。

・表におけるrは信号機が赤に、bは信号機が青に変わった時刻であることを示す。

○それぞれの信号機が青に変わってからその次の信号機が青に変わるまでの時間

A.本厚木駅前から中町三丁目の信号を青で渡るためににはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	0:55	0:49	0:48	x	0:50

表5 本厚木駅前信号機と中町三丁目信号機が青に変わる時刻の差

→1～6回目を全て平均すると 51秒

B.中町三丁目から水引までは歩く時間が長いため、信号が青に変わる時刻の差ではなく、所要時間を用いて考える。

→7分34秒

C.水引①水引②は信号の距離がごく短く、また信号機の変化が周期的であるため水引①を渡った後必ず水引②が変わるまで待つ必要がある。そのため、水引①水引②間の信号機が青に変わる時刻の差は考えない。

D.水引⑥から水引⑤の信号を青で渡るためににはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	0:33	0:33	0:33	0:33	0:33	0:33

表6 水引⑥信号機と水引⑤信号機が青に変わる時刻の差

→1～6回目を全て平均すると 33秒

E.水引⑤から水引④の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	0:28	0:29	0:29	0:29	0:29

表7 水引⑤信号機と水引④信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 29秒

F.水引②からサンアイビル前縦の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	x	1:50	x	x	1:49

表8 水引②信号機とサンアイビル前縦信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 1分50秒

G.水引④から萱山縦の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	x	x	x	2:06	2:08

表9 水引④信号機と萱山縦信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 2分07秒

H.サンアイビル前縦からサンアイビル前横の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	1:45	1:45	1:45	1:45	1:45	1:45

表10 サンアイビル前縦信号機とサンアイビル前横信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 1分45秒

I.サンアイビル前縦から萱山横の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	x	x	x	1:37	x

表11 サンアイビル前縦信号機と萱山横信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 1分39秒

J.サンアイビル前縦から萱山縦の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	x	x	x	2:27	x

表12 サンアイビル前縦信号機と萱山縦信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 2分27秒

K.サンアイビル前横から萱山縦の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	x	x	x	x	2:50	x

表13 サンアイビル前横信号機と萱山縦信号機が青に変わる時刻の差

→1~6回目を全て平均すると 2分51秒

L.萱山横から萱山縦の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	0:48	0:48	0:50	0:48	0:49	0:50

表14 萱山横信号機と萱山縦信号機が青に変わる時刻の差

→1～6回目を全て平均すると 49秒

M.萱山縦から萱山横の信号を青で渡るためにはその間を何秒で歩けばよいか。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
平均(分:秒)	1:13	1:22	1:21	1:21	1:24	1:24

表15 萱山縦信号機と萱山横信号機が青に変わる時刻の差

→1～6回目を全て平均すると 1分20秒

N.萱山から厚木高校までは表1より 3分43秒

O.ルート1～4は全て 本厚木駅前→中町三丁目→水引 までは同じである。

よってA・Bより 8分25秒

○上記の結果からルート1～4の所要時間を求める

・ルート1

本厚木駅前→中町三丁目→水引 Oより 8分25秒

水引⑥→水引⑤ Dより 33秒

水引⑤→水引④ Eより 29秒

水引④→萱山縦 Gより 2分07秒

萱山→厚木高校 Nより 3分43秒 合計:15分26秒

・ルート2

本厚木駅前→中町三丁目→水引 Oより 8分25秒

水引①→水引② Cより 考慮しない

水引②→サンアイビル前縦 Fより 1分50秒

サンアイビル前縦→サンアイビル前横 Hより 1分45秒

サンアイビル前横→萱山縦 Kより 2分51秒

萱山→厚木高校 Nより 3分43秒 合計:18分43秒

・ルート3

本厚木駅前→中町三丁目→水引 Oより 8分25秒

水引①→水引② Cより 考慮しない

水引②→サンアイビル前縦 Fより 1分50秒

サンアイビル前縦→萱山横 Iより 1分39秒

萱山横→萱山縦 Lより 49秒

萱山→厚木高校 Nより 3分43秒 合計:16分35秒

#### ・ルート4

本厚木駅前→中町三丁目→水引	Oより 8分25秒
水引①→水引②	Cより 考慮しない
水引②→サンアイビル前縦	Fより 1分50秒
サンアイビル前縦→萱山縦	Jより 2分27秒
萱山縦→萱山横	Mより 1分20秒
萱山→厚木高校	Nより 3分43秒
	合計:17分54秒

## 7. 結論

本厚木駅から厚木高校まで最も速く行くことができるルートは、ルート1(本厚木駅前→中町三丁目→水引⑥→水引⑤→水引④→萱山縦)である。また、各信号機それぞれは周期的な変化をしているが、他の信号との間に関連性は無い。本厚木駅から厚木高校まで最短時間で行く方法はわかったが、今回の研究では全ての信号を信号機が青になった瞬間に渡るものとして考えており、また、交通量によって信号機の周期に変化があるため、正確な値とは言えない。

## 8. 参考文献

1) 交通信号図鑑／総合メニュー

[https://trafficsignal.jp/~t-signal/sighp/sig\\_cole/s\\_colect.html](https://trafficsignal.jp/~t-signal/sighp/sig_cole/s_colect.html)

2) 日本公益財団法人日本交通管理技術協会

<https://www.tmt.or.jp>

3) 鳥取県

<https://www.pref.tottori.lg.jp/147316.htm>

4) 信号機とは。感応式・時差式・矢印式・縦型など信号機の種類、チューリッヒ保険

<https://www.zurich.co.jp/car/useful/guide/cc-whatis-trafficlight-type/>

5) 交通信号機の仕組み見聞録

<https://shingouki.crap.jp>

6) 厚木警察署 交通課

ウメハラさん、キサワさん(5/19 お話を伺った)

7) 使用アプリ キヨリ測

8) 時間電卓

<https://time.scave.net/>

9) 信号機の間隔と最速ルート

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h28/163147.pdf>

10)先行研究として作成、使用したアンケート

<https://forms.gle/2a6D5X8mCMcaeLaJA>

11)本研究で作成したスプレッドシート

①計測結果

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1z6WUcKOUUBZaf1XMvwu9DCFMC0UMdexvNM6cqqYs9Gc/edit?usp=sharing>

②各信号機の周期

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Wva5XRSS8p1TQLOXZYFPi2Xlez3J7PrEnWSnUEC-ups/edit?usp=sharing>

③信号機が青になる時間の差

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TGn0kgaZrRZc3smpPrQzy\\_pusLiCGCLc6-JCb-fcqqs/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TGn0kgaZrRZc3smpPrQzy_pusLiCGCLc6-JCb-fcqqs/edit?usp=sharing)

# 少ない水で多くの電力を得るには

神奈川県立厚木高等学校  
2年I組9班( β )

## 1. 背景

・現代社会の問題として、「現在の水力発電は、降水量が少ない日に発電をすることができない。」というのがあるので、少ない水量で発電できる水車を研究し作ることでこの問題の解決につながると思ったから。

## 2. 目的

・水車の羽根の枚数を変え、その中で最も電力を得られるのかを知り、社会問題解決に役立てる。またそのためにどうしたらしいのかを知る。現在は羽根車型の水車が主に水力発電を担っているのでそれ以外の型の水車で多くの電力を得る方法を研究したら社会問題の解決に少しでも役に立てると思ったから。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

- ・回転数の多いほうが発電量が多い。
- ・回転のしにくさを求める値の慣性モーメントの式をつかう。  
 $I=mv^2/r$  (I:慣性モーメント m:質量 v:速度 r:軸からの距離  $\omega$ :角速度)
- ・現在あるベルトン水車では高効率(85 %～93 %)のものを使ってる。

### (2) 仮説

- ・基本的には羽の枚数が増えるにつれて発電量および回転の角速度は早くなる。  
しかし、羽の枚数が増えると羽の一枚一枚の間隔が小さくなるので全ての力が伝わる前に次の羽に当たってしまうため電力は同じ増加の割合では増えず、徐々に増加の割合が小さくなっていく。
- ・また枚数が多いほうが羽に力が当たる回数が多いため安定して電力が得られる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・牛乳パック、下敷き(熱可塑性樹脂のもの)、割り箸、テープ、グルーガン、竹串、モーター

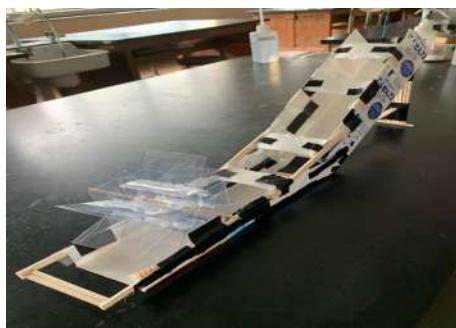
### (2) 手順

1. 装置作り

- ・牛乳パックを使い傾斜30度の坂を作りそれを割りばしを使い補強する。それに水車を支えるものを装置の水平部分につける。

2. 水車作り

- ・熱による変化しやすいという熱可塑性樹脂の下敷きの特徴を利用し缶に巻き付けた下敷きにドライヤーをあて丸める。それを5つ作りそれぞれに同じ大きさの羽を8枚、12枚、16枚、20枚、24枚付ける。



←図1 完成した装置の画像

3. 計測

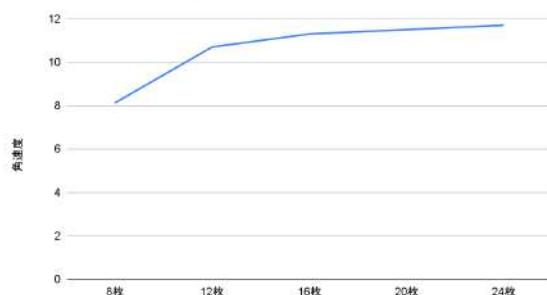
- ・完成した水車にモーターを取り付け,それに電流計を取り付ける。そして乾電池を使い,電流計,モーター,導線の内部抵抗を求める。(517.2Ω)
- ・次に蛇口にホースをつなぎ,その速度が常に一定なのか調べる。(単位時間当たりの得られる水量が一定なのか調べる。)→一定となった。
- ・最後に実際に水力による発電を行い,その際の10回転にかかる時間とその時得られる電流を調べる。その結果から慣性モーメントや電力などを計算し,どの水車が最も多くの電力を得られるかを調べる。この実験は3回で1区切りとし,その間は同じ人が計測する。

## 5. 結果

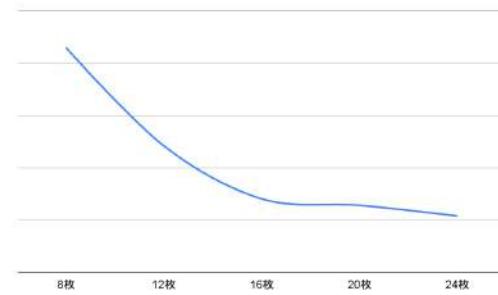
表1計測したデータおよび計算したデータをまとめた表

羽の枚数	8枚	12枚	16枚	20枚	24枚
10回転するのにかかる時間の平均値(秒)。	7.40	6.26	5.70	5.46	5.37
電流の流れ方	2 mA～5 mA (不安定)	4 mA～5 mA (不安定)	5 mA～6 mA (やや安定)	5 mA～6 mA (安定)	5 mA～6 mA (安定)
角速度( $\pi/s$ )	8.12	10.7	11.3	11.5	11.7
電力[W]	$4.65 \times 10^{-3}$	$8.28 \times 10^{-3}$	$1.43 \times 10^{-2}$	$1.56 \times 10^{-2}$	$1.86 \times 10^{-2}$

↑図2 角速度と羽の枚数の関係



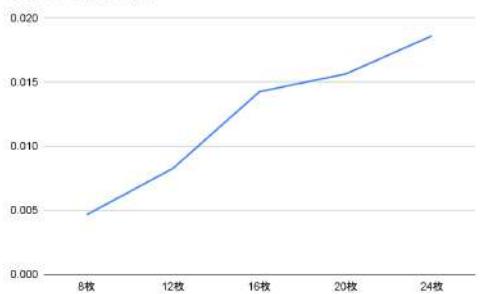
↑図3 慣性モーメントと羽の枚数の関係



↑図2 角速度と羽の枚数の関係を表したグラフ

↑図3 慣性モーメントと羽の枚数の関係を表したグラフ

電力と羽の枚数の関係



↑図4 電力と羽の枚数の関係を表したグラフ

## 6. 考察

- ・仮説で立てた通り,枚数の多いほうが安定した電流を得ることができた。  
これは,枚数の多いほうが水の力を継続的に受けることができるからだと考えられる。  
安定しないのは,次の羽までの時間が長くそれまでに速度が下がるからだと考えられる。
- ・角速度の増加は緩やかになっていったが、電力としては一定の割合で

増加していた。  
この結果より電力としては枚数が多いほうがより多く作れるとわかった。

## 7. 結論

羽の枚数が増えるにつれ,角速度はあがるが増加の傾向は緩やかになる。しかし,枚数が増えると安定して電力が得られるため,枚数の多いものほど最も多くの電力が得られた。

## 8. 参考文献

水車原理

<https://www.sabid.me/%E6%B0%B4%E8%BB%8A%E5%8E%9F%E7%90%86/>

慣性モーメントとは

<http://www.sg.dendai.ac.jp/s1g-energy/contents/blog/inertia/inertia.html>

水力発電の課題・デメリットとは？現状と展望も踏まえて解説！

<https://mirasus.jp/sdgs/clean-energy/7170>

流量知識.com

<https://www.keyence.co.jp/ss/products/process/flowmeter/base/flow-velocity.jsp>

# 上履きの汚れを石鹼で落とす方法

神奈川県立厚木高等学校

2年 I組 10班( β )

## 1. 背景

学校で使用する上履きの汚れが落ちにくいという悩みが班員共通であがつたため,その悩みを解決するため本研究を行おうと考えた。また調べていくと上履き専用洗剤などが販売されていたが,身近な方法で汚れを落とすため今回は方法として石鹼に限定しました。

## 2. 目的

上履きの汚れを石鹼で落とす方法を見つけること。また,上履きにおいて家庭でかかる費用の削減

に貢献したい。落ちにくい上履きの汚れを上履き用の洗剤を使用することなく,家庭にあるもの・手軽に手に入るもので上履きの汚れを落とす方法を見つけるため今回の実験では,家庭にあるもの・手軽に手に入るものとして石鹼を用いて研究を行うことにした。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

上履きの主な汚れは

・汗や皮脂などの汚れ

足は汗をかきやすく,溜まった汗などの汚れ

・土や砂などによる汚れ

はき替えの際や,渡り廊下での移動の際につくと思われる土系の汚れ。

・ほこりなどの汚れ

教室のほこりなど,学校生活で付着すると思われる汚れ。

これらの汚れが蓄積し,落ちにくくなっていると考えた。

汗や皮脂などの汚れ...

汗や皮脂が酸化して蓄積した汚れ。弱酸性の汚れのため,弱アルカリ性の洗剤が有効。色素が染みついている場合は漂白剤が効果的。

土や砂などによる汚れ...

不溶性(水にも油にも溶けない)乾燥した状態でブラシ等で落とすことが効果的。

ほこりなどの汚れ...

ほこりは部屋の中を浮遊しているチリのことを指す。これに水分や油分がつき,こびりついた状態で長期間放置することで染みついてしまう。この染みついてしまったほこり汚れに対しては強力洗剤や漂白剤を使うことが有効。

### (2) 仮説

・濡らす前に乾いた状態でブラシで汚れを落とす。

土や砂汚れは不溶性であるため,これを落とすために濡らす前にブラシ等で落とす。濡らすと繊維の奥まで汚れが入り込んでしまい,余計に落ちづらくなってしまうため。

・石鹼の入ったお湯でつけ置きする。

長期間の放置によって蓄積してしまっていると思うので,石鹼の入ったお湯でつけ置きすることで表面的な部分だけでなく布全体に石鹼の成分が行き届くようになる。

またつけ置きをお湯で行うことで石鹼が溶けやすくなる,汚れの融解度が高くなる等のメリットがある。

・その後,ブラシで汚れを落とす。

つけ置きによって浮き上がったり、落ちやすくなっている汚れを落とすため。

以上の手順が最も効果的に上履きの汚れを落とす方法であると考える。

#### 4. 方法

##### (1) 実験材料

班員またはクラスメイトの使用済みの上履き,石鹼,ブラシ,プラスチックの耐熱容器,お湯,段ボール箱(RGB値計測用),温度計,ガラス棒

##### (2) 手順

班員,クラスメイトから集めた使用済みの上履きをおよそ一辺2.5 cmの正方形のサイズに切り,今回の実験の試料とした。(上履き1つから約24枚切り取ることが出来る。)

・効果の指標

今回は効果を示す指標としてRGB値を使用する。

RGB値とは色を指定するための値で赤(Red),緑(Green),青(Blue)の各色を0~255の値で指定するもの。

黒色のRGB値は(0,0,0),白色のRGB値は(255,255,255)である。

それぞれのR,G,Bの値を足したものを”RGB値の合計値”とする。RGB値の合計値が大きいほど白色に近づいている,つまり効果が高いと考える。

・計測方法

上履きのRGB値を一定の環境の下で計測するために,右図のような内側を黒い絵の具で塗り,撮影用のスマートフォンのレンズ用と内側を照らすためのライト用にそれぞれ小さい穴を開けた段ボールを用意する。

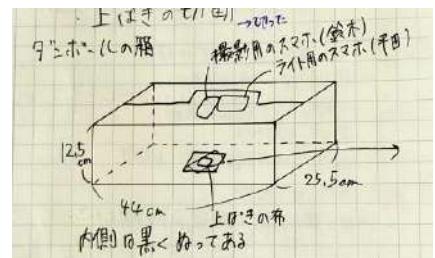


図1 RGB値計測用の箱の設計図

スマートフォンのアプリ「色彩ヘルパー」を用いて,30ピクセル四方の平均を色取得エリアとして,1つの試料について無作為に選んだ3か所から計測する。

#### 実験1

私たちが立てた仮説を検証するため,仮説で出た3つの工程を行った場合・行わなかった場合に分けてそれぞれ8パターンの実験を行う。下記の表のように8パターンに分け,これからは表に記載の試料番号で記すこととする。

それぞれのパターンでより正確な結果を得るために,1パターンにつき3つの試料で実験する。

表2 仮説から立てた8パターンの実験方法およびその試料番号

乾いた状態でのブラッシング	有				無			
石鹼水でのつけ置き	有		無		有		無	
濡れた状態でのブラッシング	有	無	有	無	有	無	有	無
試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8

それぞれの試料について実験前のRGB値を計測する。

上記の表にしたがってそれぞれの試料に対し実験を行う。

#### [乾いた状態でのブラッシング]

試料を乾いた状態のままブラシで1分間ブラッシングする。

#### [石鹼水でのつけ置き]

[1]石鹼をはさみ・カッターを用いて溶けやすいように粉末状にし,10 gを計り取る。

[2]ポットのお湯70°Cをメスリンダーで100 ml計る。

[3]石鹼10 gの入れたプラスチックの耐熱容器に[2]のお湯を移し,ガラス棒を使って石鹼が溶けるまで混ぜる。

[4]石鹼が溶けたら,[3]の液体を約50 mlづつに分ける。

[5]それぞれのお湯の温度を下げるため,石鹼水の入った容器を一回り大きい水の入った容器にひたす。

その水の温度が高くなったら水を替えてまた浸す。石鹼水の温度が31°Cから32°Cになるまでこの作業を繰り返す。

[6]お湯が30°Cになったら,試料を12枚ずつ50 mlの石鹼水に重ならないようつけ置きする。

([7]濡れた状態でのブラッシングを行わない試料については,水道水で30秒間洗い流す。)

#### [濡れた状態でのブラッシング]

石鹼水でのつけ置き実験を行った試料についてはつけ置きで濡れたままで1分間ブラッシングする。

石鹼水でのつけ置きの実験を行わなかった試料に対しては,試料を一度つけ置きで使用したものと同じ石鹼水にくぐらせてから1分間のブラッシングをおこなった。

日当たりの良い窓際で数日間乾燥し,完全に乾燥したのを確認したのちにそれぞれの試料のRGB値を計測した。(今回の実験では約16日間乾燥させた。)公平性を図るためにすべての試料について同じタイミングでRGB値を計測した。

結果の精度を上げるためにまた同じ実験をもう1度行った。

## 実験2

つけ置きの時間ごとのRGB値合計値の差の変化について実験を行った。

時間ごとに以下の表のように8パターンに分けて実験を行った。 それぞれのパターンでより正確な結果を得るため,1パターンにつき3つの試料で実験する。

表3 8パターンのつけ置き時間とその試料番号

つけ置き時間	0分	5分	10分	15分	30分	45分	60分	90分
試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8

実験1の[石鹼水でのつけ置き]と同じやり方でつけ置きを始める。(試料1についてはつけ置きを行わない。)

それぞれの時間になった時点で石鹼水から試料を取り出し,水道水で10秒間洗い流したのち,試料を重ならないように並べて日当たりの良い場所に置いて自然乾燥させる。完全に乾燥したタイミングでRGB値を計測する

結果の精度を上げるためまったく同じ実験をもう1度行った。

## 5. 結果

### 実験1

それぞれの試料の2回分まとめて実験前後のRGB値の差を試料番号ごとの和を出し,洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差があるのかT検定で調べた。(同じ集団のためあF検定は行わない。)

帰無仮説:洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない。

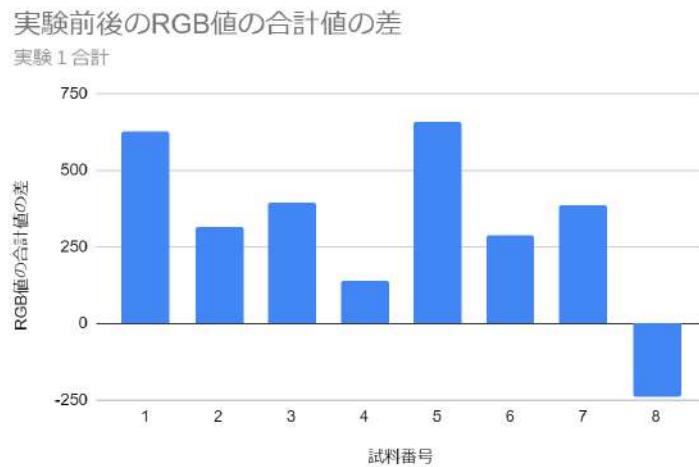
対立仮説:洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある。

洗浄前のRGB値の合計値と洗浄後のRGB値の合計値について,有意水準0.5 %としてT検定により試料1~8について比較すると以下のような結果になった。

表4 実験1での試料番号ごとのT検定の結果

結論			
結論 1	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 2	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 3	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 4	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 5	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 6	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 7	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 8	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		

また実験後のRGB値の合計値から実験前のRGB値の合計値を引いて,実験によって変化したRGB値の合計値を出した。前述の「効果の指標」より,その差が大きいほど効果が大きいと考え,負の値に関しては,汚れが悪化したと考える。



グラフ5 実験1の実験前後のRGB値の合計値の差

## 実験2

実験1と同じ方法で実験1回目,2回目についてT検定を行った。

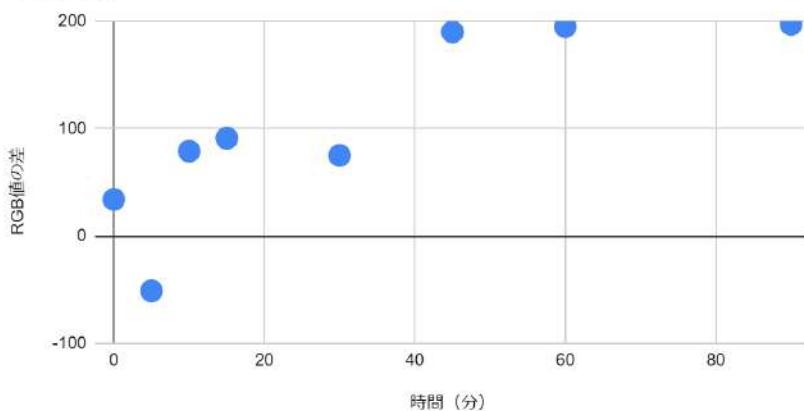
洗浄前のRGB値の合計値と洗浄後のRGB値の合計値について,有意水準0.5 %としてT検定により試料1～8について比較すると以下の結果になった。

表6 実験2 1回目のT検定の結果

判定結果			
判定 1	有意差はない(帰無仮説は棄却されない)		
判定 2	有意差はない(帰無仮説は棄却されない)		
判定 3	有意差はない(帰無仮説は棄却されない)		
判定 4	有意差はない(帰無仮説は棄却されない)		
判定 5	有意差はない(帰無仮説は棄却されない)		
判定 6	有意差がある(帰無仮説は棄却される)		
判定 7	有意差がある(帰無仮説は棄却される)		
判定 8	有意差がある(帰無仮説は棄却される)		

### 実験前後のRGB値の差

実験2 1回目



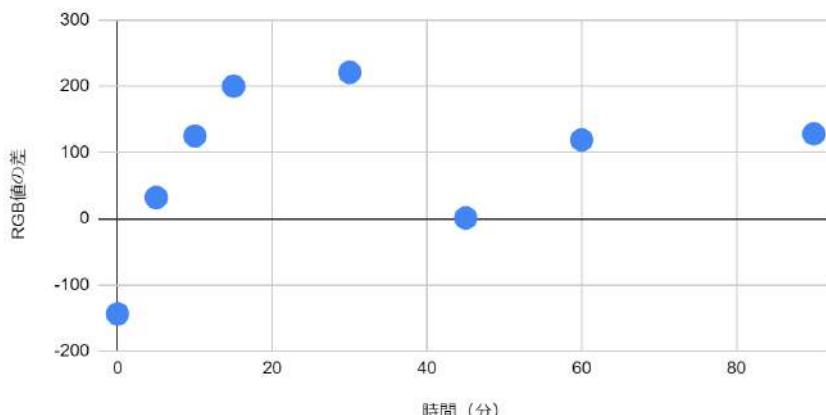
グラフ7 実験2 1回目の実験前後のRGB値の合計値の差

表8 実験2 2回目のT検定の結果

結論			
結論 1	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 2	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 3	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 4	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 5	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 6	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 7	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 8	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		

### 実験前後のRGB値の差

実験2 2回目



グラフ9 実験2 2回目の実験前後のRGB値の合計値の差

表10 実験2合計のT検定の結果

結論			
結論 1	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 2	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がない		
結論 3	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 4	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 5	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 6	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 7	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		
結論 8	洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある		

## 6. 考察

### 実験1

グラフから読み取ると,試料1,5に関して洗浄前後でのRGB値の合計値に差が顕著であることが読み取れる。この2つの試料はT検定より、「洗浄前と洗浄後のRGB値の合計値に差がある」ことがわかつている。この2つの試料に共通しているのは「石鹼水でのつけ置き」を行っている点と、「濡れた状態でのブラッシング」を行っている点である。また以上の2つの手順を行っていない試料4の値がほかの試料に比べて一際小さくなっている。

これらのことより,上履きの汚れを落とすのに濡れた状態でのブラッシングと石鹼水でのつけ置きが効果があるものだと考えられる。このうち、ブラッシングに関しては個人差が大きく生まれてしまう可能性があったため、「石鹼水でのつけ置き」に着目して実験2を行うことにした。

試料8に関しては,なんの手順も行わず他の試料と同じ箱に入れて保存したため,実験の間放置していたことによってより汚れがついたために,RGB値の合計値の差が負の値になったと考える。

1回目の実験の結果と2回目の実験の結果とそれらを合計したものを見て以上の考察を行ったが,ほかの試料に関しては実験の1回目と2回目で差を考慮して,今回の実験からでは考察は難しいと考えた。

### 実験2

1回目の実験と2回目の実験の結果が大幅に異なった。この原因としては,1回目と2回目の実験で使用した上履きが異なったことだと考えられる。それによって上履きの布の繊維であったり,汚れのつきかたに違いがあり,それが今回の実験結果の違いを生んだと考える。

この2つのグラフからは,試料番号6つまり45分以降の数値がそれまでのものよりも大きく変化していることが読み取れる。1回目の実験では,45分で大幅に増加し,それ以降ほぼ一定の数値になっていた。このことから45分までは時間に応じて効果があるが,45分以降は時間を長くしても効果がないということが考えられる。それに対し2回目の実験では45分でそれまで増加傾向にあった数値が大幅に減少していた。こうなった原因としては1度おちた汚れの再付着だと考えられる。実験後のつけ置きを行った石鹼水が茶色く濁っていたため,上履きからおちた汚れを含んでいる石鹼水につけ置きし続けることによって汚れが再付着してしまったと考えている。

見方を変えると,30分までつまり試料番号5までは双方で一定の効果が出ていると読み取れる。T検定の結果を見てみても,1回目と2回目ではばらつきはあるものの,2回の実験結果を合計した結果

からは有意差が認められた。再付着の面なども考慮すると30分でのつけ置きがもっとも安定した効果が得られると考える。

## 7. 結論

実験1より上履きの汚れを落とすには「石鹼水でのつけ置き」と「濡れた状態でのブラッシング」が有効であると考える。また実験2より「石鹼水でのつけ置き」のつけ置きを行う時間については30分がもっとも安定して効果がある時間だと考える。しかし、適切な時間は上履きや石鹼水の状態など、様々な要因で変化するため、臨機応変な対応が必要である。

## 8. 参考文献

1)真っ黒な上履きを「白く」復活させた！家事アドバイザーの洗濯指南書

<https://allabout.co.jp/gm/gc/487049/>

2)汚れのオールスター！難敵、上履きの洗い方

<https://daily-cleaners.com/blogs/blog/20201219>

3)コジカジ 上履き用洗剤で白さを復活！ガシコな汚れを落とすおすすめ洗剤6選

<https://cojicaji.jp/laundry/washing-goods/1808>

4)【泥汚れの落とし方】一度洗っても落ちなかった場合の対処法は？

<https://daily-cleaners.com/blogs/blog/20211017>

5)RGB値による色の指定

<http://itdoc.hitachi.co.jp/manuals/3020/30203K2443/AJSV0178.HTM>

6)バケツに衣類をつけおきするだけ！もみ洗いのらない簡単お洗濯。

<https://rinenna.jp/articles/152/>