# 発刊に寄せて

校 長　谷 戸 髙 志

本校は平成２４年度に文部科学省のスーパーサイエンスハイスクールに指定され、第Ⅰ期５年目の活動を終えようとしています。本校ではその研究開発課題を「生徒一人一人の将来につながる『学びのテーマ』を発見させ、科学技術に対する探究心を深め、オリジナリティ溢れる研究活動や科学の諸課題の解決に携わり、グローバルに活躍する『未来の科学者』を育成するための教育課程と授業内容の研究開発及び評価方法の研究」に設定しました。

研究開発の概要としては、1.韮崎の持つ自然環境の特性を教材として活用する指導方法の研究、2.大学・研究機関ならびに企業と連携した先端科学へのアプローチ方法の研究、3.小中学校と連携し、地域の科学教育ネットワークを高める指導法の研究、4.プレゼンテーション能力の育成に関する研究、5.文献調査に不可欠な語学力、情報分析に必要な数値処理能力の育成に関わる研究の５つです。このような研究目標を掲げ、本校では、探究活動や言語活動を通して、科学的な思考力・判断力・表現力等を育成することを目ざした教材開発と評価方法の研究を進めてきました。

教育課程の開発は１年生文理科１クラス、２・３年生文理科理系選択者、普通科理系選択者の約１２０名を対象に実施されています。具体的な活動内容は、「自然科学基礎」と専門家による「アドバンス講座」という特別授業の組み合わせで構成される「スカラーⅠ・Ⅱ・Ⅲ」で展開されています。これに加えて自然科学３部（物理化学部・環境科学部・生物研究部）に所属する生徒も加え、鹿児島（１年生)、関西（２年生）の科学研修によって先端科学施設の見学や生物多様性の観察等のプログラムも組み込まれています。さらには１年生全員が履修するＳＳ英語、２年生の主に普通科文系の生徒を対象とする「スポーツと科学」、全校生徒が受講する「サイエンス講座」(今年度のテーマは「宇宙」）によって全校に広がり、教科の面でも、理科以外に全教科でアクティブラーニングに取り組む等の広がりを見せています。また、地域の小中学生向け科学教室「科学きらきら祭り」「サイエンスレクチャー」等を充実させ、「地域理数教育推進協議会」によって小中学校との地域の理数教育の課題について話し合う機会を設けています。

評価方法については、取組の過程で生徒がどのように変容を遂げるのかを知るために、ＯＰＰＡシート（ポートフォリオ）を用いた評価方法を継続して実施し、授業のデザインと到達目標を示したルーブリックによって生徒も授業者も目標を共有できるようになりました。

このようなＳＳＨの教育活動は、今年の夏、山形県でのバイオサミット、広島県での全国総合文化祭、東京工業大学での日本進化学会等の発表においても成果をあげておりますが、中でも８月のＳＳＨ生徒研究発表会での「濃硫酸と希硫酸の境目はどこにあるのか」のグループ課題研究において、無機化学部門で１位となり、審査委員長賞を獲得したことに表れています。平成２７年度は本校同窓生である北里研究所の大村智先生がノーベル生理学・医学賞を受賞し、在校生に大きな誇りと自覚を与えてくれました。その思いを胸に、本年度も、生徒は主体的に協働的に「学びのテーマ」を深く探究することができました。本校は第Ⅱ期（平成２９年度から５カ年間）指定を目ざし、現在の教育活動を発展させるとともに、新たな目標を構築しその準備を始めています。今後も本校のＳＳＨの活動への忌憚のない御意見を賜れば幸いです。

末筆ながら、ご多忙中にもかかわらず、生徒の研究に温かい御支援をいただいた研究者の皆様ならびに関係機関各位に心より御礼申し上げます。

# 平成 28 年度　SSH 第Ⅲ期生課題研究論文　目次


1　市販のスピーカーと自作スピーカーの比較（指導教官　日高 翔太）・・・・・・・・・・・・・p1

2　ミルククラウンを作ろう（指導教官　日高 翔太）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p3

3　状態変化による反発係数の変化（指導教官　日高 翔太）・・・・・・・・・・・・・・・・・p5

4　燃料電池の小型化にむけて（指導教官　渡邉 瑞枝）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p7

5　ほうれん草の鉄の含有量を増やすためには（指導教官　坂本 容崇）・・・・・・・・・・・・p9

6　アセチルサリチル酸は血流を促進するのか？（指導教官　坂本 容崇）・・・・・・・・・・p11

7　濃硫酸と希硫酸の化学反応による境界（指導教官　坂本 容崇）・・・・・・・・・・・・・p13

8　味覚による心拍数の変化（指導教官　古屋 文明）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p15

9　韮崎市のセイヨウタンポポは本当に西洋種なのか（指導教官　芦沢 暁）・・・・・・・・・p17

10　食品に含まれるビタミン C 量とその損失量（指導教官　佐田 薫）・・・・・・・・・・・・p19

11　アルギン酸ビーズを用いたアルコール発酵システムの開発（指導教官　坂本 容崇）・・・・p21

12　シロイヌナズナは環境の変化にどのように応答するのか（指導教官　芦沢 暁）・・・・・p23

13　レンゲツツジの周辺環境とのかかわり（指導教官　坂本 容崇）・・・・・・・・・・・・・p25

生徒の声　課題研究を終えて　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・p27

H28 韮高 SSH グループ課題研究　研究成果発表一覧　・・・・・・・・・・・・・・・・・・p28

# 1　市販のスピーカーと自作スピーカーの比較
# Improving the volume of speakers to become similar to commercial speakers.

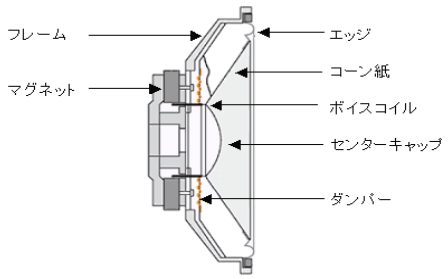
山梨県立韮崎高等高校　　3 年　6 組 小川恒星　　5 組 中込昂希　5 組　宮崎聡

【Abstract】Speakers, like earphones, are small, but can produce loud sounds. They are often used to project sounds for many people to hear. The purpose of this study was to make speakers which have similar performance to commercial speakers by studying variables affecting the volume of sound production in speakers. Two variables were tested and the volume of the sound made by the speakers were assessed. The first variable we assessed was the number of copper wire coils. The second variable was the material of the speaker's diaphragm. We found that increasing the coils of wire increased the volume of sound produced. In addition, the material of the diaphragm seems to also affect the volume, however, our results are not conclusive and further experimentation is required.

## 1. 研究の動機

一般的なスピーカー（市販のスピーカー）は、小さくても大きい音が出る。しかし、スピーカーの構造は単純で自分たちでも作ることができると考えた。そこで自分たちでスピーカーを作り、市販のスピーカーと比較実験を行い、自作のスピーカーが市販のスピーカーにどれだけ近づけたのか調査する。また、どうしたら市販のスピーカーに近い音を出せるのか考察し、より性能のよいスピーカーを作る。

Fig 1　スピーカーの構造




## 2. 研究の仮説

＜仮説 1＞

「コイルの巻き数を多くすることで音が大きくなる」

コイルの巻き数を多くすることによってより大きく振動するので音が大きくなると考えた。

＜仮説 2＞

「振動膜の材質によって音の大きさが変化する」

振動膜の厚さや硬さによって音の大きさが変化すると考えた。

## 3. 実験方法および原理

実験器具

スピーカー（エコキューブラジオの付属品、ダイソーのヘッドホン）、コイル（内径 1.9㎝、150 巻き,200 巻き,250 巻き）、振動膜（和紙・銅板・アルミ箔）、ネオジム磁石、騒音計（携帯電話アプリ）、音ソフト（理科ネットワークより）

**実験方法**

＜実験 1＞

巻き数が異なるコイルを用意し、学校机の中にスピーカーと騒音計を入れる。スピーカーから一定の音（440Hz）を出し、騒音計で音の大きさを測定する。スピーカーと騒音計の距離は 15㎝ に統一した。

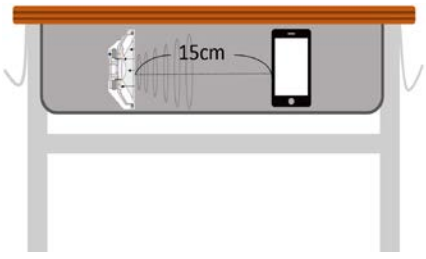



Fig 2

＜実験 2＞

和紙・銅版・アルミ箔の振動膜で自作したスピーカーから一定の音（440Hz）を出し、騒音計で音の大きさを測定する。スピーカーと騒音計の距離は 15㎝ に統一した。

## 4. 実験結果

＜結果 1＞

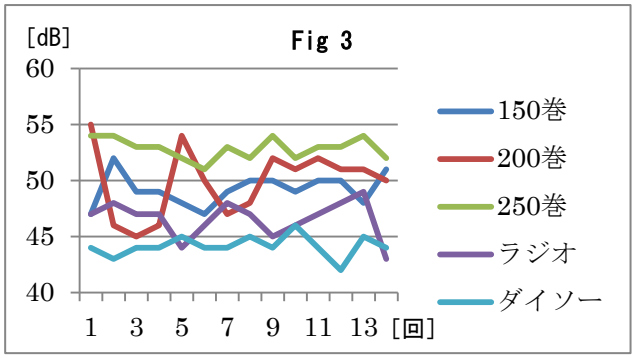



Table 1

| | 150巻 | 200巻 | 250巻 | ラジオ | ダイソー |
|---|---|---|---|---|---|
| 音量〔dB〕 | 49.2 | 49.9 | 52.8 | 46.6 | 44.5 |

・コイルの巻き数によってある程度音の大きさが変わった。

＜実験 2＞

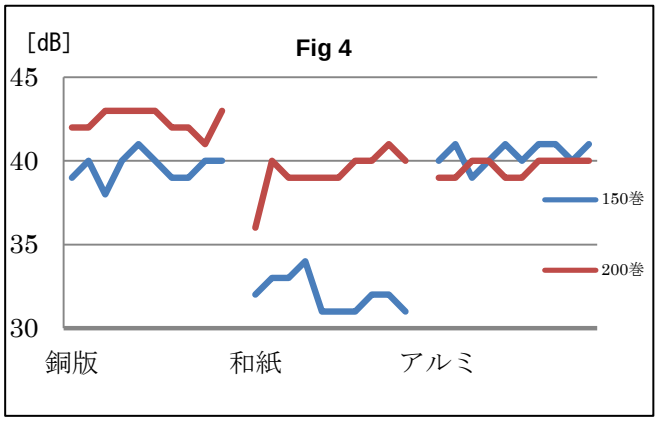



Table 2

| | 150巻 | 200巻 |
|---|---|---|
| 銅板 | 39. 6 | 42. 4 |
| 和紙 | 32. 0 | 39. 3 |
| アルミ箔 | 40. 4 | 39. 6 |

振動膜の種類によって音の大きさが変わった。

## 5. 考察

＜考察 1＞

Fig 3 より、巻き数を変えることで音を大きくすることは多少できるといえる。

しかし、音の大きさの差が小さかった。これはコイルの巻き数を多くすればするほどコイル自体が重くなり、振動が小さくなったからだと考えた。

また、巻き数が多くなるにつれてコイルの幅と厚みが大きくなり、磁石の影響を受けにくくなったと考えた。 200 巻のグラフの高低差が大きく出ているが、これは学校内の雑音が入ったと考えられる。

また今回ダイソーのスピーカーを使ったが、音が小さくスマートフォンのマイクで拾うことが難しかった。そのため今回の実験データではダイソーのスピーカーのデータは考えないものとした。

＜考察 2＞

Fig 4 より、膜の材質によって音の大きさは変わることが分かった。全体的に音の大きさが小さいのは、音が反響しない広い空間で実験を行ったためだと考えられる。

銅板はつけることによって音が大きくなったが、和紙は音が大きくならなかった。このことから多少の重さがあっても膜の素材がある程度硬ければ音は大きくなると考えた。

しかし、エコキューブラジオのスピーカーには画用紙の膜が使われており、硬さ以外にも音に関係するものがあるとも考えた。

## 6. 研究の成果

以上の実験より、よりスピーカーの音を大きくするには巻き数を多くし、振動膜の材質を銅板にするとよいということが分かった。

製品のスピーカーとの比較をすると騒音計で計測した音の大きさでは自作スピーカーの方が大きくなった。しかし人の耳で聞く限りでは明らかに製品のスピーカーのほうが音が大きく聞こえたので、なぜそのような結果が出たのか原因を調べる必要があると考えた。

## 7. 今後の課題

ダイソーのスピーカーでは、音が小さすぎたため今後新しいスピーカーを用いて実験を行いたいと思う。また、条件の差が少しでも小さくなるような実験方法も考えたい。今回の実験では比較実験しかできず、より市販のスピーカーに近づけるにはどうすればよいのか実験を行えなかった。

## 8. 謝辞

韮崎高校物理科の日高翔太先生、名取先生に実験に関する貴重な意見をいただきました。

## 9. 参考文献

騒音測定器：sound meter　Apple store
理科ネットワーク https://www.jst.go.jp/data/m13.html

# ２ミルククラウンを作ろう
## Let's make milk crowns

山梨県立韮崎高等高校　3 年 5 組　名取 直人　宮沢 健史　浅川 実里　田口 桜

【Abstract】Milk crowns are the crown shaped splashes of milk that form from the displacement of milk when a liquid is dropped into it. These milk crowns are often used in TV commercials and advertisements. However, the exact mechanism that creates milk crowns is not known. Our research aims to study the factors involved in making milk crowns. The first experiment measures the ideal height for a drop of milk to fall from, and the ideal depth of milk needed for the formation of milk crowns. The second experiment focuses on the effect of viscosity on the formation of milk crowns. We found that the ideal depth of milk needed to form milk crowns is 0.1 cm. At this depth, the ideal height for a drop of milk to fall from is 30 cm. We also found the viscosity of the liquid also has an impact on making milk crowns; the higher the viscosity, the higher the drop needs to fall from to make a milk crown. Although the exact mechanism is still unknown, we can conclude that the viscosity, the height a drop of liquid falls and the depth of liquid is involved in the formation of beautiful milk crowns.

### 1. 研究の動機

**≪皆さんは、“ミルククラウン”を知っていますか？≫**

私たちは、普段乳製品などの CM で良く目にする“ミルククラウン”という現象に興味を持った。調べてみると、まだメカニズムが解明されていないことを知り、少しでも解明に近づけないかと思い研究を始めることにした。

### 2. 目的（または研究の仮説）

**仮説Ⅰ**　ミルククラウン形成について、液体は下の液体を押すだけの役目であって、クラウン自体を形成しているのは下の液体である。

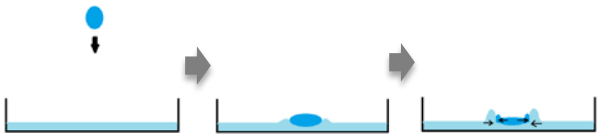


Fig 1　上下の液体の動き

**仮説Ⅱ**　滴下する液体は下の液体を押し、それが円形に広がろうとする時シャーレとの間に摩擦が起こり、その摩擦を受けて下の液体を巻き込んで上に跳ね、また、下の液体は上の液体に押されてクラウンの外側を形成する。

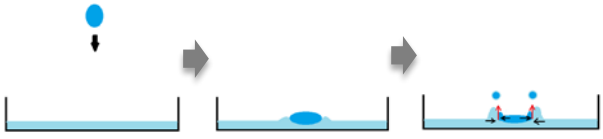


Fig 1´　上下の液体の動き

**仮説Ⅲ**　ミルククラウン形成には液体の粘性が関係している。

### 3. 実験方法および原理

**実験方法**

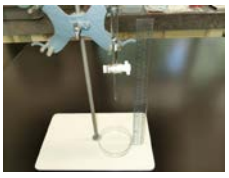


Fig 2　実験装置

ビュレットで液体を滴下する高さを固定し、その下に液体を入れたシャーレを置いて滴下する様子を 1 滴ずつスローカメラで撮影した。

**実験Ⅰ　ミルククラウン形成のメカニズム①**

滴下する液体と下の液体の動きを詳しく調べるために、滴下する牛乳を緑色に染め、下の牛乳と色を分けてクラウンを作る色つき実験を行った。

**実験Ⅱ　ミルククラウン形成のメカニズム②**

まず、滴下する液体の動きを調べるために、何も入っていないシャーレに牛乳を滴下しその様子を観察し、次にシャーレに入った下の液体の動きを調べるために、シャーレに水を入れ、上から BB 弾・パチンコ玉・ビー玉・スーパーボールを落としその様子を観察した。

**実験Ⅲ　ミルククラウン形成に粘性は関係しているのか**

水にデンプンを溶かし粘性の違った液体を 3 種類作り、それぞれの理想のクラウンが形成される滴下の高さを調べた。

### 4. 実験結果

**予備実験結果**

水と牛乳で滴下し、理想のクラウン(跳ね上がる部分の粒がはっきりわかる)が形成される高さと深さを調べた。

**《水》滴下する高さ　30 cm　液体の高さ　0.1 cm**

**《牛乳》　25 cm　0.1 cm**

**結果Ⅰ**

**・色つき実験**

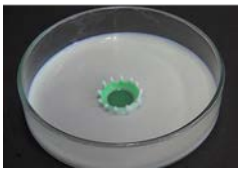


Fig 3　色を変えたミルククラウン

内側が緑、外側は白く見えた。

粒は白くも見えたが、少し緑も混ざっていた。

**結果Ⅱ**

**・滴下する液体の実験**

予備実験を受け、上 30 cm から滴下した。

1 滴目　牛乳は跳ねなかった。

2 滴目　粒はできないが、かなりミルククラウンに近い形で跳ねた。

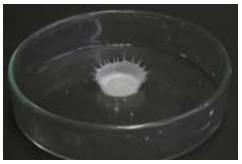


Fig 4　2 滴目を滴下した時の様子

**・シャーレに入った液体の実験**

○BB 弾（0.1 g）

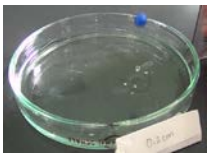


Fig 5　下 0.2cm の時の様子

Fig 6　下 1.0 cm の時の様子

BB 弾では**軽すぎて液体を跳ね返す力が足りない**のではないかと考えた。

○パチンコ玉（5.5 g）・ビー玉（6.3g）

Fig 7　パチンコ玉

Fig 8　ビー玉

パチンコ玉：水がこけし型のように跳ねた。

ビー玉：水は跳ねたが、形が整っていなかった。

このことから、クラウンのように液体を円形に跳ねさせるには、**物体が水に着水する時、落とす球体の直径が広い方**が良いのではないかと考えた。

○スーパーボール（12.7 g）

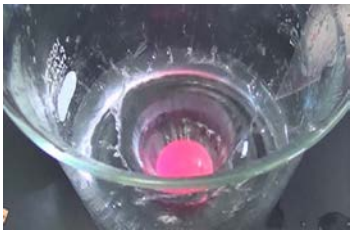


Fig 9　スーパーボール

水の跳ね方がかなりクラウンに近づいた。

**結果Ⅲ**

実験結果から、**液体の粘性が高くなればなるほど、理想のクラウンが形成される高さが高く**なった。

| 滴下の高さ / デンプン(g)/水(ml) | 上:20cm 下:0.1cm | 上:25cm 下:0.1cm | 上:30cm 下:0.1cm | 上:35cm 下:0.1cm |
|---|---|---|---|---|
| 1/50 | 粒のないクラウン状態 | 理想のクラウン | 粒が飛び散っていた | 粒が飛び散っていた |
| 5/50 | ミルククラウンがリング状になった | ほぼリング状のままだった | 理想のクラウン | 勢いのあるクラウン |
| 10/50 | リングが少し波打っていた | リングの周りに粒がついていた | リングの周りに粒がついていた | 理想のクラウン |

Table 1　粘性を変えて形成されるクラウンの高さ

## 5. 考察

・予備実験と実験Ⅲから、クラウンの形成には液体の粘性が関係していることがわかった。

・実験Ⅰから、滴下する液体は主にクラウンの内側を、下の液体は主にクラウンの外側を形成し、粒は両方の液体から形成されていることがわかった。

・実験Ⅰと実験Ⅱから、クラウンのような形を作るためには、滴下するものと下のものの両方が液体のように変形できるものであるという条件が必要であると考えられる。

## 6. 今後の課題

・条件を揃えたうえで実験を進める。

・形成されるミルククラウンの跳ね上がる部分の粒の数が違うのか調べる。

## 7. 謝辞

今回研究を進めるに当たり、物理教諭の日高先生や SSH 顧問の根津先生をはじめ多くの先生方にご協力頂きました。ありがとうございました。

# 3　状態変化による反発係数の変化

# The effect of temperature and surface on coefficient of rebound.

山梨県立韮崎高等高校　　3 年 5 組 横森辰樹　塩見山太郎　　6 組　日向俊貴

【Abstract】This study focused on the coefficient of rebound and examined how it is affected by temperature and material. A rubber ball was bounced on different surfaces at different temperatures. The coefficient of rebound was then calculated from the height of the bounce. We studied the coefficient of rebound in the temperatures ranging from　0.5°C to 98°C. The highest coefficient of rebound was at 98°C, while the lowest coefficient of rebound was at 0.5°C. Our study showed that a higher temperature will increase the coefficient of rebound, while a lower temperature will decrease it. Also, bouncing the rubber ball on iron gave the highest coefficient of rebound, while bouncing the ball on cardboard gave the lowest. The harder surfaces resulted in a higher coefficient of rebound, while softer surfaces resulted in a lower coefficient of rebound.

## 1.　研究の動機

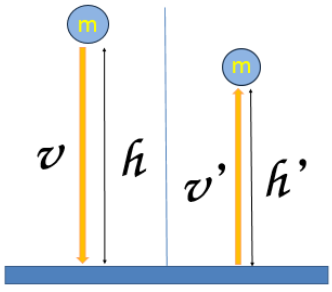
反発係数が 0 になる条件はあるが、反発係数が 1 になる条件はないと言われている。しかし、その条件は存在するのではないかと疑問に思ったから。

## 2.　目的

特定の物体の特性を調べ、反発係数が 1 に近づく条件を解明し、反発係数の最大値の発見を図る。

## 3.　実験方法および原理

反発係数(e)とは、2 物体の衝突における、衝突する前の互いに近づく速さ(v)に対する、衝突した後の互いに遠ざかる速さ(v’)の比のことで、通常 e=v’/v で表されるが、今回は e=√h’/√h を用いて計算した。




<Fig 1>

また、今回の実験において物体を落とす高さを一定に保つために高さが 75 cm の台を用いた。

＜実験 I の方法＞

スーパーボールの温度を変えて、75 cm の高さからスーパーボールを落とし、跳ね上がった高さを測った。

使用器具：スーパーボール（直径 2.9 cm）　温度計

カセットコンロ　ビーカー（500 mL）　水　ものさし

＜実験Ⅱの方法＞

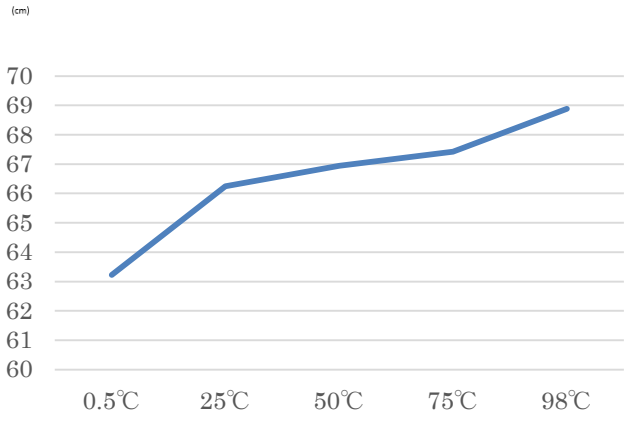
スーパーボールを衝突させる物質を変えて、反発係数が変化するかどうかを調べた。

衝突させる物質:発泡スチロール　木材　ダンボール　鉄

## 4.　実験結果

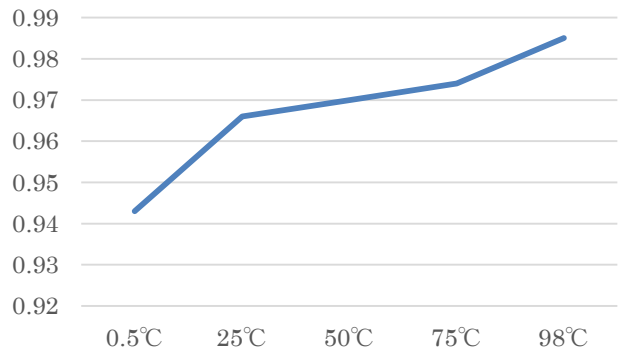
＜実験 I の結果＞

水温 0.5 ℃、25 ℃、50 ℃、75℃、98 ℃の水それぞれに入れてスーパーボールの温度を変え、跳ね上がった高さをそれぞれ 50 回測り平均を出した。




<Fig 2>

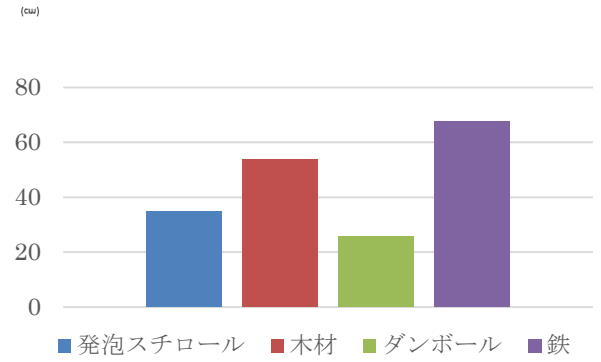
跳ね上がった高さから反発係数を出した。




〈Fig 3〉

〈実験Ⅱの結果〉

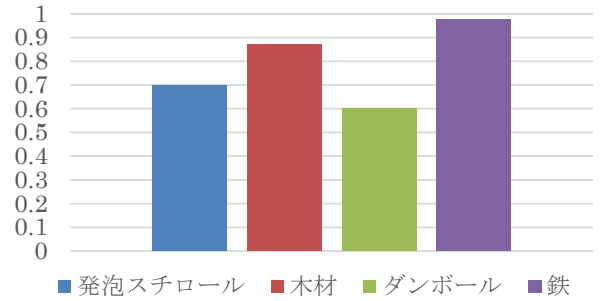
鉄、木材、発泡スチロール、ダンボールそれぞれに衝突させ、跳ね上がった高さをそれぞれ 10 回測り平均を出した。




〈Fig 4〉

〈実験Ⅱの結果〉

跳ね上がった高さから反発係数を出した。




〈Fig 5〉

## 5. 考察

〈実験Ⅰの考察〉

水温 0.5 ℃、25 ℃、50 ℃、75 ℃、98 ℃の水につけ温めたスーパーボールは温度が高ければ高いほどよく跳ねた。よって温度の高い順に反発係数が大きくなることがわかった。

＜実験Ⅱの考察＞

結果から衝突物質が硬い（弾性能力がなく密度の高いもの）ほど反発係数が大きくなる。

## 6. 研究のまとめ

今回の研究において、落下させる物体とその温度には正の、また落下させる床面の素材の硬度においても正の相関関係があることがわかった。

## 7. 今後の課題

今回の研究においてスーパーボールだけではなくピンポン玉を用いた実験も行った。しかしピンポン玉内部の気体の比熱が小さかったため外気の温度の影響を大きく受け、ピンポン玉自体に十分な温度変化を与えることができなかった。よって落下させる物体の比熱を考慮に入れる必要がある。また、落下させる物体を温める媒質を 98 ℃以上に調整する方法を確立させること、衝突させる素材をより多くの種類で試行することによって反発係数の増加が期待できる。また「研究のまとめ」に示したような相関関係になる理由の本質的な解明が必要である。

## 8. 謝辞

今回の研究において日高先生、名取先生の貴重なご指導をいただきました。ありがとうございました。

## 9. 参考文献

数件出版　『物理』

# ４　燃料電池の小型化にむけて

## Sodium hydroxide is a good electrolyte for downsizing the grove cell

山梨県立韮崎高等高校　　３年６組 利根川雄也　清水飛鳥

【Abstract】Fuel cells are an eco-friendly energy alternative that has been attracting the attention of many people in the world. A prototype grove cell was made, and studies were done to optimize electrical output. The grove cell used carbon rods and plastic pipes. The pipes were then filled with oxygen and hydrogen. Different electrolytes were tested to find the electrolyte most efficient in producing voltage. Each electrolyte was tested in both a single cell and in two cells connected in series. Current and voltage were measured. Sodium hydroxide solution was found to generate the biggest current and voltage. In all electrolytes, both the voltage and current increased when two cells were connected in series. Our study suggests that sodium hydroxide would be a good solution to use to downsize the grove cell, while maintaining a high voltage

### 1. 研究の動機

私たちは今、世界で注目されている燃料電池を自分達で作り、それを小型化できないかと考えた。本来燃料電池で作られている白金が高価なため使うことができないので、炭素電極を用いた燃料電池の原型であるグローブ電池のモデルを作り、直列につなげる数と電池の溶液の種類に注目して実験を行った。また課題であった燃料電池の小型化も目指した。

### 2. 目的

燃料電池を小型化するために１つのセルでの起電力を大きくする。

・より起電力の大きいセルを作るのに適した溶液を見つける。

**仮説Ⅰ**

炭素電極電池のセルを直列につないでいけば個数に比例して流れる電流と電圧は増えていくのではないか。

**仮説Ⅱ**

通常のグローブ電池では電解液に希硫酸を使用しているので、溶液を他の溶液に変えることによって流れる電流の量が変わるのではないか。

### 3. 実験方法および原理

**実験Ⅰ**

ビーカーに１mol/L の希硫酸 450ml を入れたものに炭素電極を差し込んだ直径３cm 長さ 6cm の円筒形の筒を２本用意し、ゴム栓をする。これを電源装置につなぎ 20V で電気分解を行った。電気分解によって発生させた酸素と水素を使って逆反応による電気を取りだした。これを一つのセルとして、直列につなげで流れる電流と電圧を測定した。つなげるセルの数を１～３個に変えて実験を行った。

Fig　1 電気分解の様子

**実験Ⅱ**

セルの溶液をそれぞれ強塩基の１mol/L 水酸化ナトリウム、　弱酸の１mol/L クエン酸、強酸の１mol/L 硝酸に変えて、実験１と同様に直列につなげるセルの数を１～２個に変えて流れる電流と電圧を測定した。

### 4. 実験結果

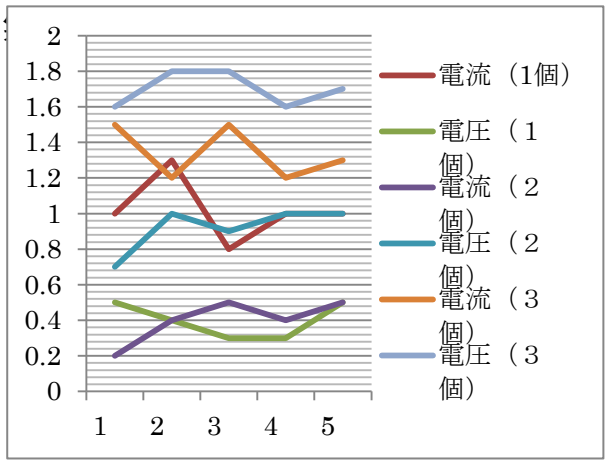



Table　1 直列につないだ時の電流と電圧（単位mA、V）

＊横軸　回数

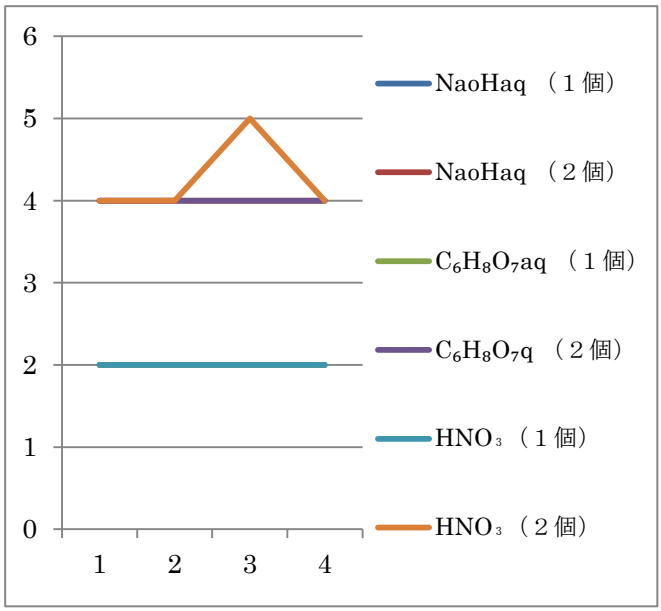



Table　2　３つの溶液で流れた電流(mA)　　＊横軸　回数

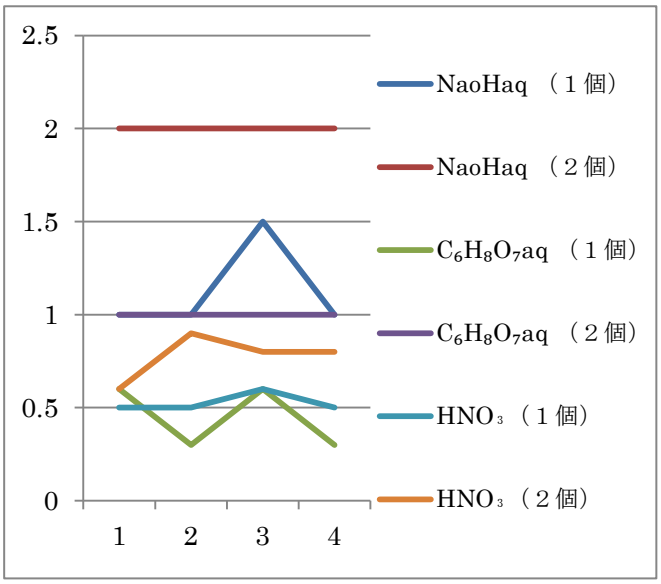



Table　3　　３つの溶液で流れた電圧（V）＊横軸　回数

## 5. 考察

### 考察1

・予想していたような比例関係にはなっていなかった。

・電圧については２個の時の値が比例関係を崩しているが、１回目の値が他の値と大きく異なっていたため、平均値を求める際に平均値を下げる要因になっていると考えた

### 考察Ⅱ

・希硫酸のデータと比べてどのデータも値のばらつきは少なかった。

・水酸化ナトリウムのデータが一番良いデータが出ているが、この理由は水酸化ナトリウムが希硫酸を含めた４つの溶液の中で電離度が１に最も近くて電離しやすく、水素と酸素を効率良く供給出来たからだと考えた。

## 6. 研究の成果

・比例関係が成り立ってない場合もあったが、つなげる数を増やしていくことで得られる電流と電圧は増していった。

・水酸化ナトリウムが１つのセルで希硫酸を用いた場合よりも大きな電流と電圧を得ることができる溶液であるということが分かった。

## 7. 今後の課題

小型化に向けて、一つのセルに用いるビーカー、円筒形の筒などの装置を小型化して今のサイズのセルと同じ値の電流と電圧が得られるか検証する。

・小型化の具体例として、一つの円筒形の筒をプラスチック板で区切りシリコンシール剤などで隙間を埋め、電気分解によって生じた水素と酸素が混ざらないようにする。

・電気分解を行うときに放電が発生してしまい、各セルで同時に同じ量の水素と酸素を得ることが出来なかったので、放電が起きないように回路の改良を行う。

・炭素電極は電気分解を行うと少しずつ崩れてきて溶液に触れる表面積が減ってしまうので、出来れば実験ごとに炭素棒を変えて実験を行うことにより正確な対照実験を行うことができる。白金電極を使うことが出来ればこの問題はなくなる。

・リン酸型燃料電池に使われているリン酸溶液を使って水酸化ナトリウムの場合と比較してみる。

## 8. 謝辞

研究を進めるにあたり指導していただいた加藤先生
渡邊先生、坂本先生ありがとうございました。

## 9. 参考文献

燃料電池のしくみがわかる本
技術評論家　本間　琢也

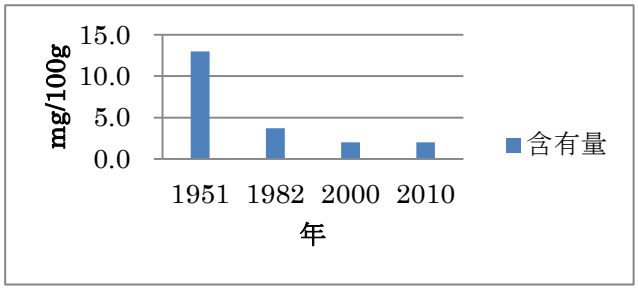
# ５　ほうれん草の鉄の含有量を増やすためには
# Growing spinach in a nutrient-rich solution has no effect on changing the iron content of spinach.

山梨県立韮崎高等高校　　3 年 5 組 金子陽大 橋本拓磨 6 組 和光佑紀

【Abstract】The iron content of spinach has decreased in the last fifty years. In fact, the present spinach contains one-tenth of the iron as that of fifty years ago. So, we studied the iron content of spinach, and attempted to increase the iron content of spinach by growing the spinach with a nutrient-rich solution. The penanthroline method was used to research the iron content in spinach after burning the spinach to ash. There was no increase in the content of iron from growing spinach in a nutrient-rich solution compared to growing it without. However, there was a natural variation in the iron content between the different types of spinach we studied.

## 1. 研究の動機

授業の時間、野菜について調べていたとき、ほうれん草の鉄の含有量が年々減ってきていると本に書いてあった。




(Fig 1)

そこで、本当に市販のものを使い、鉄が減っているかを調べた。さらに、実際に自分たちで生育したものと比較し、鉄の含有量を増やせるかを実験してみた。

## 2. 目的

**目的Ⅰ**　市販のほうれん草から得られる値と、グラフとの差がどれくらいあるか確かめる。また実際に自分たちで生育したほうれん草との差を調べる。

**目的Ⅱ**　今度は江戸時代から品種改良されていない固定種を使い、グラフとどれくらい差があるかを調べる。さらに、鉄を含む活力剤を使いほうれん草の中の鉄の含有量を増やせるかどうかを調べる。

## 3. 実験方法および原理

**実験方法**

① ほうれん草 30g をるつぼ、マッフルを用いて灰化させた。

② 灰化させたものを 18%塩酸にいれ、蒸発凝固させた。さらに、9%塩酸を加え、加温し、ろ過をさせ、100mL に定容した。

③ これを 20mL に 1%ハイドロキノン溶液 1mL、0.25%フェナントロリン溶液 2mL、20%クエン酸ナトリウム溶液 6ml を加え、ph3.5～4.0 に調整し、60 分後に発色した赤橙色の Fe 錯化合物に 510nm における吸光度を測定した。

(Fig 2)

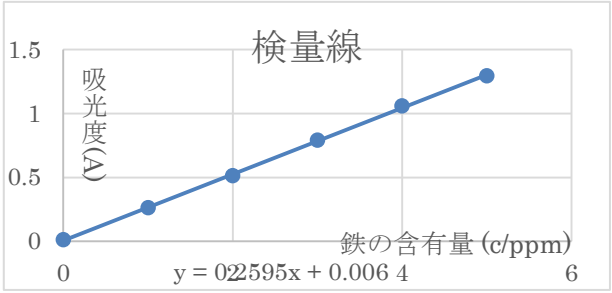
**実験Ⅰ**　モール塩を用いて、フェナントロリン吸光光度法により検量線を作成した。

**実験Ⅱ**　市販のほうれん草と自分たちで生育したほうれん草の鉄の含有量をフェナントロリン吸光光度法を用いて求めた。

**実験Ⅲ**　江戸時代から品種改良が行われていない固定種を、鉄が含まれていない土壌を用いた。鉄の活力剤を与えたものと加えていないものを育成して、フェナントロリン吸光光度法を用いて鉄の含有量を調べた。

## 4. 実験結果

**結果Ⅰ**　操作をして得た検量線は以下のとおりである。




(Fig 3)

**結果Ⅱ**　市販のほうれん草と自分たちで飼育したほうれん草の鉄の含有量を定量した結果、以下の結果が得られた。

| | 葉（市販） | 根（市販） | 葉（自作） | 根（自作） |
|---|---|---|---|---|
| X(c/ppm) | 2.362 | 4.859 | 1.125 | - |
| Y(A) | 0.619 | 1.267 | 0.298 | - |
| 量(mg) | 0.238 | 0.490 | 0.114 | - |

(Table 1)

上記のデータは３回とり、その平均値を取った。
参考文献のデータの鉄分含有量よりかなり小さい値が得られた。

**結果Ⅲ**　鉄の活力剤を与えたほうれん草と、与えていないほうれん草の鉄の含有量を定量した結果、以下の結果が得られた。以下のデータは３回とり、その平均値を取った。こちらもまた同様に参考文献のデータの鉄分含有量よりかなり小さな値が得られた。

| | 葉(なし) | 根(なし) | 葉(あり) | 根(あり) |
|---|---|---|---|---|
| X(c/ppm) | 3.017 | 5.500 | 2.597 | 5.414 |
| Y(A) | 0.789 | 1.439 | 0.680 | 1.411 |
| 量(mg) | 0.304 | 0.557 | 0.262 | 0.546 |

(Table 2)

また根の作り方に差が見られた。
左のほうが根の密度が高く、右が低い

左が活力剤入りで生育したもの、右が普通に生育したもの

(Fig 4)

## 5. 考察

**考察Ⅰ**　結果Ⅱを受けて、市販のほうれん草は、育成したものに比べ鉄の含有量が多かった。つまりこれは、ほうれん草自身はあまり鉄を生成しないと考えられ、土壌からの影響が大きいと考えられる。

**考察Ⅱ**　結果Ⅲを受けて、固定種はやはり市販のものや生育したものより多くの鉄を含んでいた。しかし、グラフと比べるとかなり少ないことがわかる。土壌の影響により鉄の含有量が変わるのではないかと予想できる。しかし、鉄の活力剤を加えても鉄の含有量が増えるどころか減ってしまった。これは、結果から見ると大きな差異ではないのでそもそも鉄が吸収されなかった可能性が高い。さらには、品種による差でもあると考えられる。この生育したほうれん草が鉄を多く作らない品種だったとも考えられる。
また、根の作り方に差が見られたことから、活力剤は鉄を直接与えるのではなく、根の数を多くする役割をしていると予想できた。

## 6. 研究の成果

ほうれん草の鉄を増やすまでには至らなかった。しかし、固定種の品種によっても差があり、一概に昔のほうれん草に含まれる鉄の含有量が多かったとは言えない。

## 7. 今後の課題

・季節の影響で生育回数が少なかったのでさらに行う。
・多くの固定種を生育し、品種による差を調べる。
・固定種のほうれん草を食べるとえぐみがあったので、鉄の含有量を増やしつつ、食べやすい味になるようにする。

## 8. 謝辞

韮崎高校化学科の坂本容崇先生に実験に関するご指導をいただきました。

## 9. 参考文献

図解でよくわかる植物工場の基本　古在　豊樹　著
第一鉄イオン(Fe²⁺)の分析
http://www.geocities.jp/watanabe1209/methods/fe.pdf
ほうれん草・小松菜の鉄分含有量の調査
http://www.gifu-cwc.ac.jp/tosyo/kiyo/52/zenbun52/Hourensou_watanabe.pdf
フェナントロリン吸光光度法による鉄の定量
http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung/chemusb/chemusb2.htm
紫外・可視分光光度計による飲料中の鉄の濃度計算
http://www2.tech.sci.tohoku.ac.jp/TohokuConf/Upload/kazuto0762659.pdf

# 6　アセチルサリチル酸は血流を促進するのか？

## Does acetylsalicylic acid affect the speed of blood circulation?

山梨県立韮崎高等高校　　3 年　6 組 足立 実結　小澤 夕里菜　白倉 美雨

【Abstract】Through the SSH program, we became interested in Acetylsalicylic acid, which is commonly used to treat dementia and headaches, and it is also used as a preventative agent for stroke. Because acetylsalicylic acid prevents stroke, we suspect that it also affects the speed of blood circulation. We tested this theory using a type of fish, *Oryzias latipes*. Acetylsalicylic acid was made and then fed to the *O. latipes.* Both the speed of the blood circulation and the pulse of the fish was measured. Compared to the fish that was not fed acetylsalicylic acid, the fish that was fed acetylsalicylic acid had an increased heart rate and a faster blood circulation. This suggests acetylsalicylic acids increases the blood circulation speed and heartrate.

### 1. 研究の動機

私たちは SSH を通して創薬に興味を持ち，まずは身近にあるアセチルサリチル酸の合成を行った。アセチルサリチル酸はアメリカでボケ防止，脳卒中予防剤としても服用されていると知った。そこで，アセチルサリチル酸を服用すると血流が促進されたり，血液凝固抑制作用が働くのではないかと思いこの実験を始めた。

### 2. 目的（または研究の仮説）

**仮説Ⅰアセチルサリチル酸の合成**

$C_6H_4(OH)COOH+(CH_3CO)_2O \rightarrow C_6H_4(OCOCH_3)COOH+CH_3COOH$

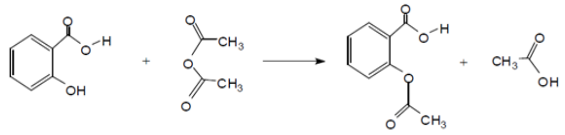


Fig 1

**仮説Ⅱアセチルサリチル酸により，血流速度は通常よりも速くなる。**

**仮説Ⅲ血流速度が上がる時，心拍数も上がる。**

**仮説Ⅳアセチルサリチル酸により，血液凝固抑制作用が起こる。**

### 3. 実験方法および原理

**実験Ⅰアセチルサリチル酸の合成**

サリチル酸 $2.4\times10^{-}{}^{+}$mol を無水酢酸 $2.6\times10^{-4}$mol と触媒（濃硫酸）よりアセチル化することで，アセチルサリチル酸を生成した。また，合成したアセチルサリチル酸を酢酸で精製し，純度を上げた。

〈本当にアセチルサリチル酸が合成されたのか？〉

**確認実験①薄層クロマトグラフィー**

薄層クロマトグラフィーを用いて市販のアセチルサリチル酸，自分たちで作ったもの，サリチル酸をアセトンで展開した。

**確認実験②赤外吸収スペクトル【透過法】**

フーリエ変換赤外分光分析装置（FT-IR）を用いて，市販のアセチルサリチル酸，生成物の赤外吸収スペクトルを帰属した。

**実験Ⅱメダカの血流速度**

メダカから赤血球の動きの速い動脈と，動きの遅い静脈の 2 種類の血流速度を 10 匹の平均から調べた。（㎛/ｓ）〔小数点第二位切り捨て〕

**実験Ⅲメダカの心拍数**

ジップロックの 10ml の水中で 5 分落ち着かせたヒメダカと，それにアセチルサリチル酸 0.2%を加えたヒメダカ 10 匹の心拍数の平均の差を見た。

**実験Ⅳ**

マウスの外側尾静脈から血液を採取し，パラフィルムにアセチルサリチル酸 0.02%水溶液を滴下した。

### 4. 実験結果

**実験Ⅰ**

精製まで行ったところ，得られた白色結晶の質量は 1.7

ｇで 1.1×$10^{-2}$mol だった。 収率は 46%だった。

**確認実験①**

| | 市販アセチルサリチル酸 | 生成物 | 市販サリチル酸 |
|---|---|---|---|
| Rf値 | 0.39 | 0.38 | 0.47 |

Fig1

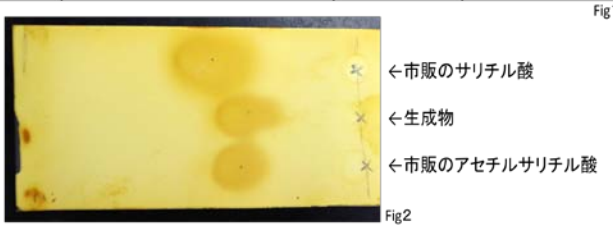



Fig2

**〈考察①〉**

市販のアセチルサリチル酸と生成物の Rf 値の差が 0.01 で少なかったことから，生成物はアセチルサリチル酸であると推測する。

**確認実験②**

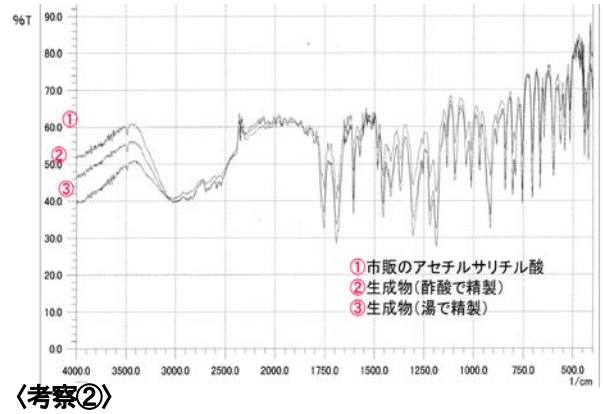



Fig3

**〈考察②〉**

主なピークが市販のアセチルサリチル酸とほぼ一致していることから，生成物はアセチルサリチル酸であると推測する。（※濃度差により，数値が異なる）

**実験Ⅱ**

実験A　アセチルサリチル酸を投与したメダカの血流速度
実験B　普段のメダカの血流速度

| 動脈 | 実験A | 実験B |
|---|---|---|
| 血流速度(μm/s) | 34.4 | 13.5 |

Fig4

| 静脈 | 実験A | 実験B |
|---|---|---|
| 血流速度(μm/s) | 18.5 | 7.4 |

Fig5

**〈考察Ⅱ〉**

●A と B の実験値の平均から，速い血流と遅い血流共に A の方が 2 倍近く血流が速くなった。このことから，アセチルサリチル酸には血流促進効果があると推測する。

●t 検定にかけたところ 0.00001169<0.05 であったことより，有意差があるといえる。

**実験Ⅲ**

| | 実験A | 実験B |
|---|---|---|
| 心拍数(回/min) | 108.8 | 77.2 |

Fig6

**〈考察Ⅲ〉**

●A と B の実験値の平均から，A の方が 31.6 回/min 心拍数が多くなったことより，アセチルサリチル酸には血流促進に伴い，心拍数も上がる効果があると推測する。

●t 検定にかけたところ 0.00116633<0.05 であったことより，有意差があるといえる。

**実験Ⅳ ~30 分後**

Fig7

（アセチルサリチル酸の方は中心に液体が確認できる）

**〈考察Ⅳ〉**

●アセチルサリチル酸には血液凝固抑制作用があると推測する。凝固ではなく蒸発してしまった可能性もある。

**5. 研究の成果**

●様々な方法で，自分たちの合成したアセチルサリチル酸と市販のアセチルサリチル酸を比べた結果，かなり純度の高いものを合成できたと考えられる。

●さらにメダカへの投与実験により，アセチルサリチル酸には血流促進の効果があると分かった。

●アセチルサリチル酸による血流促進の要因として，心拍数増加と血液凝固抑制作用が関係していると考えられる。

**7. 今後の課題（または，ディスカッション）**

●血液の状態変化（コレステロール）をみる

●薬効の時間を調べる

●血液凝固の濃度を調べる

**8. 謝辞**

山梨大学，宮嶋尚哉博士，猿渡直洋博士には FT-IR の使用でご指導いただきました。また元韮崎高校化学科の加藤忠先生をはじめとする多くの先生方にご指導いただきました。ありがとうございました。

Fig8

# 7　濃硫酸と希硫酸の化学反応による境界

# What is the difference between concentrated sulfuric acid and dilute sulfuric acid?

山梨県立韮崎高等高校　　3年6組　小澤 佳弘　小川 恒星　石原 大地　飯島 羅世

【Abstract】There are two kinds of sulfuric acid, concentrated sulfuric acid and dilute sulfuric acid. The difference between concentrated sulfuric acid and dilute sulfuric acid is not defined. We examined both the concentrated and dilute sulfuric acid to understand what makes them different. It was found that concentrated acid turns regular paper dark, turns glucose black, and causes the oxidation of copper. Different concentrations of sulfuric acid were tested. Sulfuric acids with a mass fraction higher than 0.86 was found to exhibit the characteristics of concentrated acid.

## 1.　研究の動機

私たちは，化学の学習を始めた当初，硫酸に，濃硫酸と希硫酸が存在することを知らなかった。この時，化学基礎の教科書で初めて現れた「濃硫酸に銅を…」という記述に興味を持った私たちは，硫酸について調べた。すると，次のような定義を発見した。【 硫酸水溶液で，質量パーセント濃度が90%以上で濃硫酸，90%未満で希硫酸 】そこで，質量パーセント濃度90%，85%の硫酸を作成し，脱水作用に注目し反応を観察した。しかし，反応には差が見られなかった。私たちは，上記の定義に疑問を持ち，本研究を行った。

## 2.　目的（または研究の仮説）

目的Ⅰ　濃硫酸と希硫酸の性質（5項目）を元に，個々の性質について境目を見つける。

目的Ⅱ　全ての性質を満たす部分と，硫酸の濃度の定義を比較する。

## 3.　実験方法および原理

**実験Ⅰ　脱水作用における境目の判定**

9mol/L～18mol/Lの濃度の異なる硫酸をわら半紙，キムワイプに滴下し，色の変化によって境目を判断した。色は，RGBの値を利用して目視ではなく科学的に判断した。（ Windows FE Color Palette 使用）

**実験Ⅱ　酸化作用における境目の判定**

【銅は濃硫酸には溶解しないが，熱濃硫酸には溶解する。】という性質を持っている。それぞれの試験管に9mol/L～18mol/Lの硫酸を4mLずつ入れた。そこに5gの銅片をいれ，ガスバーナーで約1分加熱した。

**実験Ⅲ　電気伝導性における境目の判定**

自作の装置を用いて，濃度の変化する硫酸に電流を流した。電流は回路中の電流計で測定した。

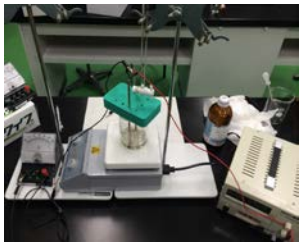


Fig 1

Fig 1が自作の装置である。この装置は，10mL の水に25mLの濃硫酸を一定時間かけて滴下することができる。同時に，混合中の溶液に通電できる。

## 4.　実験結果

結果Ⅰ

（ⅰ）わら半紙に滴下した結果，13.0mol/L～14.0mol/Lの間で色に変化が見られた。14.0mol/L以降は，色が変化しなかった。

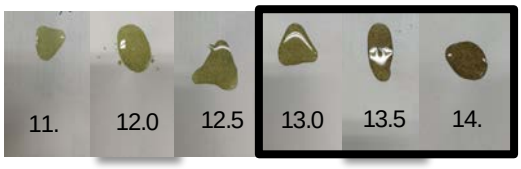



Fig 2

**（ⅱ）グルコースに滴下した結果，14.0mol/L～15.0mol/Lの間で色の変化が見られた。また，RGBの値で表記したところ，Fig 4のようなグラフが得られた。**

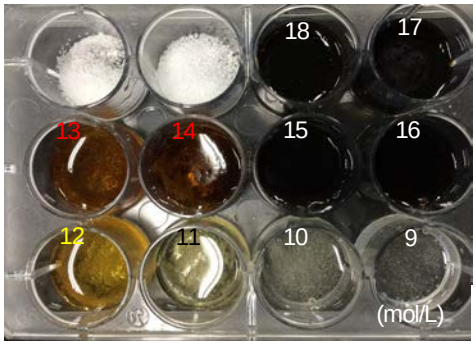



Fig 3

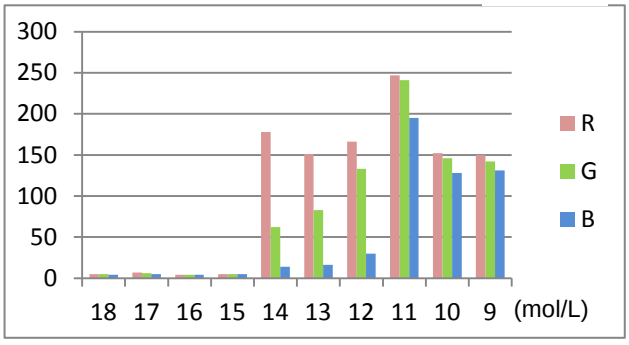



Table 1

結果Ⅱ

熱濃硫酸には強い酸化作用がある。銅が黒く変色しているのが13.0mol/Lからだった。

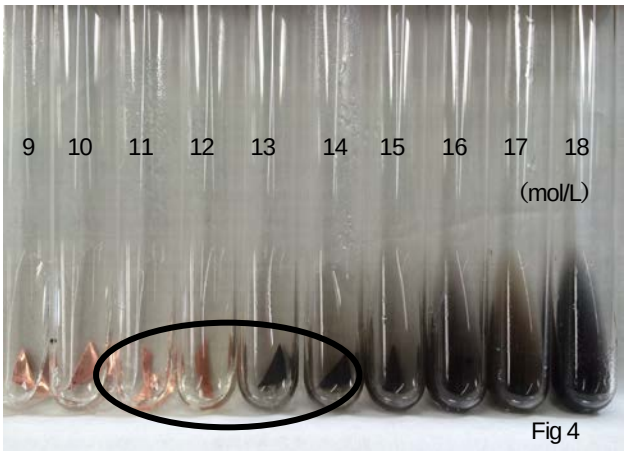


Fig 4

実験Ⅲ
結果にばらつきがあるが，12 個のデータのうち 9 個のデータは，濃硫酸を 10mL～12mL 滴下した時点で電流はほとんど流れなくなった。

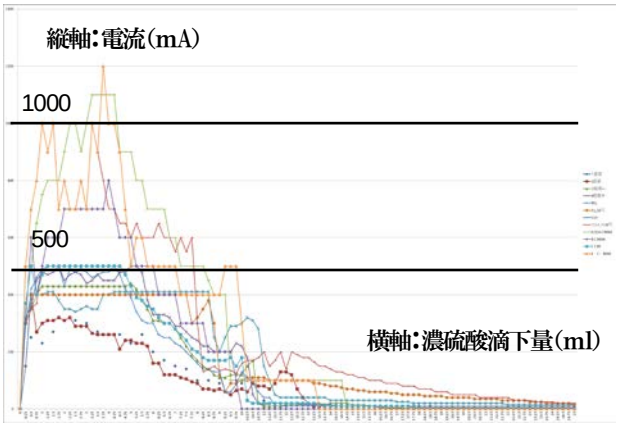


Table 2

## 5. 考察

考察Ⅰ（ⅰ）
色の変化より，13.0mol/L～14.0mol/L の間に境目があると考えられる。
考察Ⅰ（ⅱ）
色の変化，RGB による数値より，境目は 14.0mol/L～15.0mol/L にあると考えられる。

考察Ⅱ
色が明らかに暗赤色から黒く変色している，12.0mol/L～13.0mol/L の間に境目があると考えられる。

考察Ⅲ
滴下量10mL～12mL の間に境目が存在すると考えられる。（モル濃度に換算すると境目は，9mol/L～10mol/L）
しかし，銅電極の融解[*1]による電流の変化が考えられることや，他の性質による境目とかなりズレがあることからこの境目は信用できないと考えた。

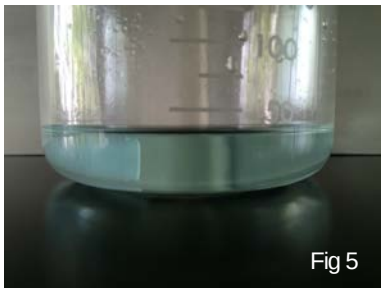


Fig 5

*1　通電後の硫酸水溶液。目視でも確認できると思うが，青い液体になっている。銅イオンの吸光度で吸光度測定を行ったところ青色は銅イオンによるものだとわかった。また，陰極には銅が析出していたため，通電した電気のうちいくらかは銅の反応に使われたと考えられるので，グラフは目的（硫酸の濃度による電流の変動を見る）には適さないと言える。

## 6. 研究の成果

これまでの実験から，境目を 3 つ導き出した。

| (mol/L) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 昨年度実験（脱水作用） | | | | | |
| 実験Ⅰ（脱水作用） | | | | | |
| 実験Ⅱ（酸化作用） | | | | | |

Table 3

また，現段階で 16mol/L（質量パーセント濃度 86%）以上で完全に濃硫酸の性質が現れた。このため私たちは，**【　質量パーセント濃度８６%以上で濃硫酸，未満で希硫酸である。　】**と定義した。

## 7. 今後の課題（または，ディスカッション）

・銅電極では融解してしまったため，白金の電極を用いて電流を流す実験を行いたいと考える。（実験Ⅲ）
・吸湿性や粘性についても現在実験中なので，この２つの結果も踏まえて，主な硫酸の性質全てを満たす濃度の最低ラインを発見したい。

## 8. 謝辞

韮崎高校化学科の坂本容崇先生に実験に関するご指導を頂きました。

## 9. 参考文献

・東京書籍　化学（教科書）
・三省堂　「化学の新研究」　卜部吉庸
・東京化学同人　「化学大辞典」p. １９８９p. ２４８９
・論文：「化学と教育」　５３巻４号（２００５年）
・平成２６年度　「科学 Try アングル岡山」　p. ７

# 8　味覚による心拍数の変化

## The effect of chewing spicy and sweet foods on heartrate.

山梨県立韮崎高等高校　3 年 5 組 福田晴萌　平井結貴

【Abstract】Heartrate is affected by many factors. We wanted to understand how taste affects heartrate. Perspiration is the result of exercise, which also causes an increased heartrate. The same phenomenon happens when we eat spicy food. We propose that heartrate could also be affected when eating food of different tastes. Sugar, chocolate, chili pepper and wasabi were the different tastes tested.　These samples were put on crackers and eaten. Using a pulse oximeter, pulses of the subjects were measured while eating. All the tastes increased the heartrate of each subject. A spicy taste increased the heartrate more than a sweet taste did.　Generally, chewing is a form of exercise, and will thereby increase heartrate. More studies can be done to explore why a spicy taste has a larger impact on heartrate than a sweet taste does.

### 1. 研究の動機

辛いものを食べると、運動をしているときのように汗をかくことがある。では心拍数は運動をしているときのように上昇するのだろうか？私たちはそこに興味を持ち、辛いものを食べると心拍数は上昇するのか、検証をすることにした。また、辛いもので心拍数が上昇するとしたら、甘いものでは心拍数は下降していくのか疑問に思ったため甘いものを食べたときの心拍数の変化についても検証した。

### 2. 目的（または研究の仮説）

**仮説**　辛いものを食べると代謝がよくなり、心拍数が上昇する。また、甘いものを食べるとリラックス効果により心拍数は低下するのではないか。

### 3. 実験方法および原理

**実験Ⅰ**　辛いもの（わさび・唐辛子）と甘いもの（砂糖・チョコレート）をそれぞれクラッカーの上に乗せて、２０人に食べてもらい、パルスオキシメーターを用いて心拍数の変化のデータを取った。

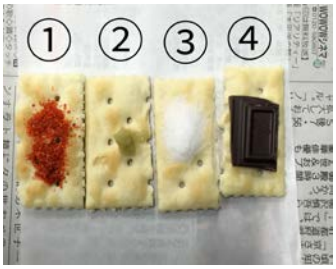



Fig 1　サンプル

①一味唐辛子（薬さじ小すり切り 7）
②わさび（０．３グラム）
③砂糖（０．５グラム）
④チョコレート（２グラム）

Fig 2 パルスオキシメーター

**実験Ⅱ**　実験Ⅰの結果を受けて、どの様に心拍数が上昇するのか、10 人に②・④のサンプルを 25 回ずつ噛んで食べてもらい、20 秒ごとに心拍数を測定した。

### 4. 実験結果

**結果Ⅰ**

Fig3　各サンプルの実験結果

| クラッカー | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| before | after | 上昇値 | | | |
| 77.1 | 88.2 | 11.1 | | | |
| | | | | | |
| 一味 | | | 砂糖 | | |
| before | after | 上昇値 | before | after | 上昇値 |
| 71.35 | 79.55 | 8.2 | 67.8 | 75.25 | 7.45 |
| | | | | | |
| わさび | | | チョコレート | | |
| before | after | 上昇値 | before | after | 上昇値 |
| 68.75 | 82.6 | 13.85 | 68.65 | 75.45 | 6.8 |

- 全てのサンプルで心拍数が上昇し、辛いものの方が上昇の幅が大きかった。その中でも、わさびが最も上昇した。
- わさびは、短時間で最高値まで上がり、元の心拍数に戻るのも早かった。それに比べ、一味唐辛子は穏やかに変化していった。

- どのサンプルにも個人差が見られたが、特にわさびが大きかった。
- 甘いものよりもクラッカーのみの方が上昇の幅が大きかった。

**結果Ⅱ**

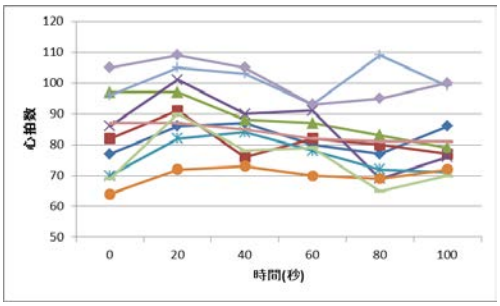



Fig 4 わさびを食べたときの心拍数の変化

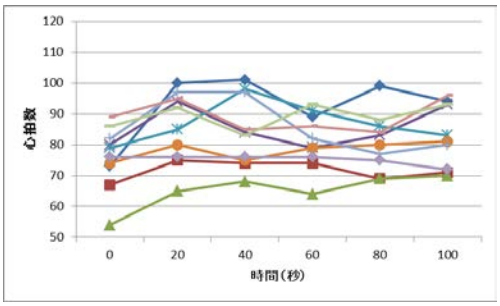



Fig 5 チョコレートを食べたときの心拍数の変化

- 個人差はあるが、わさびの方が変動が激しく、チョコレートの方が比較的穏やかな変動だった。
- わさびは、ほとんど全ての場合で元の心拍数より値が小さくなるところがあった。

## 5. 考察

**考察Ⅰ**

- 全てのサンプルで心拍数が上昇したことから、味覚に関係なく、心拍数が上昇する。→「物を噛む」という動作よって心拍数が上昇したのではないか。
- 甘味より辛味の方が心拍数が上昇したことから、辛味には心拍数を上昇させる作用があると考えられる。

**<一味唐辛子>**

主成分である「カプサイシン」が、交感神経を刺激されるため、アドレナリンが放出され、興奮状態になる。よって心拍数が上昇すると考えられる。

**<わさび>**

成分である「6 - MSITC」の作用の一つである血流改善作用が関係あるのではないか。

- 甘味は上昇値があまり変わらなかったため、甘味特有の成分のなかには、心拍数を上昇させるものは含まれていないのではないかと考えられる。

**考察Ⅱ**

- チョコレートの方が穏やかな変動だったのは、チョコレートに「リラックス効果」があるからではないかと考えられる。
- わさびの方が急激に心拍数が上がり、急激に下がるのは、「揮発性」があるからではないかと考えられる。

## 6. 研究の成果（または、まとめ）

今回の研究で、ものを食べると味覚に限らず心拍数が上昇するということがわかった。それはものを噛むという動作によって引き起こされたと考えられる。

また、味覚が関わっているかは今回の実験でははっきりとは解明できなかった。しかし、サンプルによって変化の仕方が異なるのは確かであるので、それぞれのサンプルに含まれる成分や性質が関与していると考えられる。

## 7. 今後の課題（または、ディスカッション）

- 「リラックス効果」が本当に心拍数の変動を抑える効果があるのかを検証する。
- 呈味成分が身体のどの部分にどのように作用し、心拍数が変化しているのか詳しく調査する。
- その他の味（酸味・苦味）でも心拍数は変化するのか検証する。

## 8. 謝辞

今回研究を進めるにあたり、大塚先生ならびに芦沢先生、古屋先生の助言をいただきました。また、実験に協力していただいた被験者の皆様、ありがとうございました。

## 9. 参考文献

・わさび機能性研究所
http:www.wasabi-labo.jp/sulfinyl/function/blood/
・多汗症改善対策.com
http://多汗症改善対策.com/categoroy8/entry8-15.html
・良薬口に美味し？恋にも健康にも効くチョコレートの驚異！
http://www.yomeisyu.co.jp/sp/genlcigenlci/feature/13012

# 9　韮崎市のセイヨウタンポポは本当に西洋種なのか

## Is the Western dandelion in Nirasaki truly Western?

山梨県立韮崎高等高校　3 年 5 組　大柴　万由子　小澤　ひとみ　松岡　亜実

【Abstract】There are two types of dandelions: native dandelions and Western dandelions. They have two differences. First, native dandelions' calyxes are closed but Western dandelions' are opened. Second, the native dandelions' chloroplast DNA have more base-pairs than that of Western dandelions. Our study examined the chloroplast DNA of dandelions that appeared to be Western, dandelions with open calyxes. We picked dandelions with open calyxes around Nirasaki, and extracted their DNA. The DNA was amplified by PCR, and electrophoresis was used to examine the length of the chloroplast DNA. From the chloroplast DNA, we found that 93% of these dandelions are hybrids of native dandelions and Western dandelions. This suggests that most dandelions in Nirasaki that appear to be Western are the result of inter-breeding between native dandelions and Western dandelions.

### 1. 研究の動機

タンポポには在来種と西洋種がある。近年、見た目は西洋種でも遺伝子は在来種という雑種があることが明らかとなった。私たちは、この韮崎市において雑種タンポポが分布しているのか知りたいと思い、この研究を始めた。

### 2. はじめに

西洋種

**【在来種と西洋種の相違点】**

・在来種･･･外総苞片が閉じている。
　受粉して増える→集団で咲く。

・西洋種･･外総苞片が開いている。
　無性生殖→1 株だけでも咲く。

**【仮説】**　韮崎市にも形態が西洋種のタンポポに在来種の DNA が混じった「雑種」タンポポが存在する。

**【サンプル採取のようす】**　今回は、No.2~16 すべて形態が西洋種であるもののみサンプルとした。

| No. | 採取地点 | 集団かどうか | 生育環境 |
|---|---|---|---|
| 2 | 韮高付近 | 1 株だけだった | 土 |
| 3 | 山梨日日新聞社 | 1 株だけだった | 土 |
| 4 | 救心製薬付近 | 周りにも咲いていた | 土 |
| 5 | 救心製薬付近の坂の上 | 周りにも咲いていた | 土 |
| 6 | 救心製薬付近の坂の上 | 周りにも咲いていた | 土 |
| 7 | 梅畑 | 1 株だけだった | 土 |
| 8 | 韮高北館前 | 1 株だけだった | 土 |
| 9 | 韮高付近 | 1 株だけだった | 土 |
| 10 | 北東小学校 | 周りにも咲いていた | 砂利 |
| 11 | 甘利小学校 | 1 株だけだった | 砂利 |
| 12 | 北西小学校 | 周りに葉が残っていた | 土 |
| 13 | 市営総合運動場 | 周りにも咲いていた | 砂利 |
| 14 | 梅畑 | 1 株だけだった | 土 |
| 15 | 韮高北館化学準備室前 | 1 株だけだった | 土 |
| 16 | 新府城跡 | 2 株のみ咲いていた | 土 |

Fig 1. サンプルの画像と採取地点の地図（韮崎市）

### 3. 研究内容

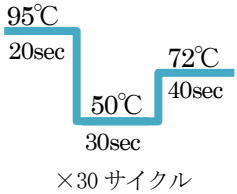
A. サンプルから葉緑体 DNA を抽出し、設計した primer を使って PCR で標的領域を増幅した。

B. PCR 増幅産物をアガロース電気泳動にかけ、在来種と西洋種の塩基長の違いから種を判別する。

| PCR の組成 | 分量 |
|---|---|
| *primer1 | 2.5 μL |
| *primer2 | 2.5 μL |
| サンプル DNA | 4 μL |
| Premix-Taq | 25 μL |
| 純水 | 16 μL |

*primer 終濃度　0.5μM

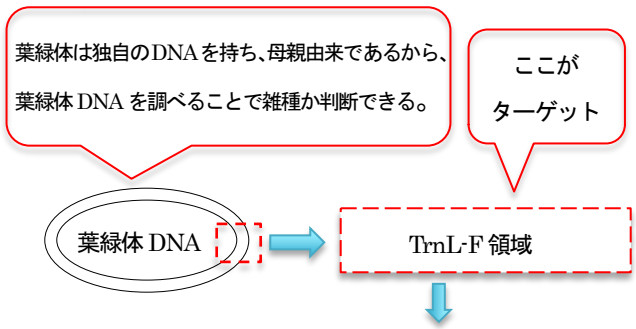
＜温度変化＞




×30 サイクル

Fig 2. PCR 反応液組成と温度サイクル

C　西洋種と在来種の葉緑体 DNA はどこが異なるのか、塩基配列を比較し、PCR の primer を設計した。




NCB I (National Center of　Biotechnology Information)　から取得

TrnL-F 領域　塩基配列 1554　bp

```
1081 caaaaatcgt gagggttcaa gtccctctat ccccaaaaag accatttggc tccctaattc
1141 tttatcgtat ccttttttcg ttagcgattc aaaactcctt tatgacatgt gatatatatt
1201 acaaatgaac atctttgagc aaggaatccc catttgaatg attcacgatc aatatttta
1261 ttcatattat aggcccggga tgagactttg taatactctt tctattgaca tagacccaag
1321 ttatctataa aataaaaata aggatgagac atgaggaata cctgggatag ctcagtcggt
1381 agagcagagg actcaaaatc tttgtgcacc agttcgaatc tggttccttc aggaatacct
1441 gggatagctc agttggtaga acaggggact gaaaatcttc ggtcacctgt tcgaatctgg
1501 ctccttcagg aatagttggg atagctcagt tggtagagca gaggactgaa aatc
```

Fig 3. 在来種(カントウタンポポ　*Taraxacum platycarpum*)

TrnL-F 領域　塩基配列 1488 bp

```
1081 tccgtcgatt tcaaaaatcg tgagggttca agtccctcta tccccaaaaa gaccatttgg
1141 ctccctaatt ctttatcgta tccttttttc gttagcggtt caaaactcct ttatgacatg
1201 tgatatatat tacaaatgaa catctttgag caaggaatcc ccatttgaat gattcacgat
1261 caatattttt agtcatatta taggcccggg atgagacttt gtaatactct ttctattgac
1321 atagacccaa gttatctata aaataaaaat aaggatgaga catgaggaat acctgggata
1381 gctcagtcgg tagagcagag gactcaaaat ctttgtgcac cagttcgaat ctggttcctt
1441 caggaatagt tgggatagct cagttggtag agcagaggac tgaaaatc
```

Fig 4　.西洋種(セイヨウタンポポ　*Taraxacum officinal*)

・緑色は西洋種にはなく、在来種委固有の塩基配列(挿入配列)である。
・赤色の塩基配列（20 塩基）を上流、下流の primer の配列とした。
・Fig 3.4 から、在来種の PCR 産物は 444　bp、西洋種の PCR 産物は 367　bp であり、在来種の葉緑体 DNA は西洋種より 77　bp 長いことがわかった。この長さの違いを種の判定に利用した。

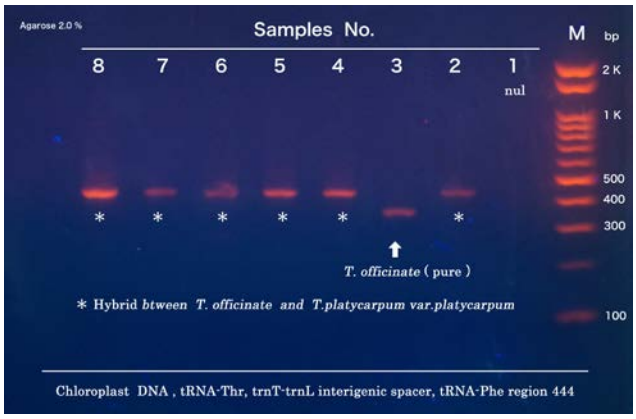



Fig 5. サンプル 2～8 の電気泳動の結果

4. 実験結果（Fig　5）

①*（アスタリスク）のついたサンプルは 440 bp あたりにバンドが現れたので雑種と判定した。

②サンプル 3 にのみ、PCR 産物のサイズが 360 bp 前後であった。これは純粋な西洋種の葉緑体 DNA であった。

5. 考察

①サンプル 2～8 と同様に、PCR において全部で 15 サンプルで解析を行った。そのうち 14 サンプルが雑種、1 サンプルのみが西洋種であった

②サンプル抽出という手法であったが、雑種形成率は(14÷15)×100=93%と非常に高く、過去に関西地域で行われた 85%を上回る結果となった。

6. 今後の課題

①まだ人の手が加わっていない自然が豊かな、標高の高い場所にも雑種が生息しているか調べる（垂直分布調査）

②雑種タンポポのゲノム解析を行い、どのような受精様式が考えられるか調べる。

③反対に在来種の形態のタンポポに西洋種の葉緑体 DNA が混じった雑種は存在するのか検証する。

7. 参考文献・URL

・「近畿における雑種タンポポの分布状況」
伊東 明・名波 哲(大阪市立大学理科研究科)
・「Hybridization between European and Asian dandelions (Taraxacum section Ruderalia and　section　Mongolica) Natural hybrids in Japan detected by chloroplast DNA marker 」Plant Res(2002) 115:321-328　Shibaike　ほか
・「雑草の自然史—たくましさの生態学—」
森田 竜義　他 15 名(北海道大学図書刊行会)
・韮崎市の地図は、白地図専門 http://www.freemap.jp

8. 謝辞

この研究を進めるにあたり、指導教官である芦沢先生と根津先生にご協力と助言をいただきました。

# 10 食品に含まれるビタミンＣ量とその損失量

## The vitamin C content of fresh fruits and vegetables and the determination of vitamin c loss in different methods of food preparation.

山梨県立韮崎高等高校　　３年６組 小野日花里 小林彩美

【Abstract】Vitamin C is a micronutrient that is essential for our health. This study aims to determine the amount of vitamin C contained in fresh fruits and vegetables, and to compare its loss from different methods of food preparation. First, the amount of vitamin C in different fruits and vegetables were compared. Second, the vitamin C loss from two methods of food preparation, microwaving and boiling, were assessed. Juice from these fruits and vegetables were added to iodine solution to assess relative vitamin C concentration. Relative vitamin C concentration was determined based on the amount of juice required to cause a colour change in iodine. We found that the vitamin C content of these fruits and vegetables from highest to lowest are as follows: vitamin C juice, lemon skin and juice, lemon juice, and daikon. In all fruits and vegetables, boiling resulted in a larger vitamin C loss than microwaving, suggesting microwaving is a better method than boiling to preserve vitamin C.

### 1. 研究の動機

ビタミンＣはガンや風邪の予防をし、美容にも良いと言われている。そのようなビタミンＣをどのようにしたら効率よく摂取できるか知りたいと思い研究を始めた。

### 2. 目的（または研究の仮説）

**仮説①**

レモンが一番ビタミンＣを含んでいる。

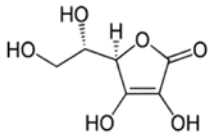



Fig 1 ビタミン C(アスコルビン酸)

**仮説②**

熱を加えるとビタミンＣは破壊される。また、ビタミンＣは水に溶解する。

### 3. 実験方法および原理

**実験①ビタミンＣの含有量**

Fig 2 市販のビタミンＣジュース

レモン、大根、ニンジン、キュウリ、リンゴをそれぞれ摩り下ろして溶液にしたものと市販のビタミンＣジュースをスクリュー管に入れた１ml のヨウ素液(0.003 mol/L)の中に滴下し、それぞれのビタミンＣの含有量を調べた。反応式は以下の通りである。

$$C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2I^- + 2H^+$$

ヨウ素液の褐色が無力となったところで終点とする。

**実験②加熱によるビタミンＣの損失量**

反応が見られた液体にラップをかけて電子レンジで 1 分間温めて実験①と同様の実験を行った。

**実験③加熱方法によるビタミンＣの損失量**

レモン１個、大根(2cm の輪切り)を沸騰したお湯にそれぞれ１分間、10 分間茹でて実験①と同様の実験を行った。

**実験④時間の経過によるビタミンＣの損失量**

レモンを皮ごとミキサーに入れ溶液を作った。その溶液〈そのまま〉のもの、〈砂糖〉をいれたもの、〈塩〉をいれたもの、〈防腐剤〉をいれたものの４つに分けて１か月間滴定した。

### 4. 実験結果

**実験①**

| | 果物の滴下量（ml） | ビタミンCの濃度（mol/L） |
|---|---|---|
| レモン（皮付き） | 0.31 | 0.0097 |
| レモン（果汁） | 1.24 | 0.0024 |
| 大根 | 1.60 | 0.0020 |
| ニンジン | － | － |
| リンゴ | － | － |
| きゅうり | － | － |
| ビタミンCジュース | 0.29 | 0.0103 |

Table 1

**実験②**

| | 果物の滴下量（ml） | ビタミンCの濃度（mol/L） |
|---|---|---|
| レモン（皮付き） | 0.34 | 0.0088 |
| レモン（果汁） | 1.22 | 0.0026 |
| 大根 | 1.47 | 0.0020 |
| ビタミンCジュース | 0.32 | 0.0093 |

Table 2

**実験③**

| 加熱時間１０分 | 果物の滴下量（ml） | ビタミンC濃度（mol/L） |
|---|---|---|
| レモン（皮付き） | 0.91 | 0.0033 |
| レモン（果汁） | 1.57 | 0.0019 |
| 大根 | 2.53 | 0.0012 |

Table 3

| 加熱時間１分 | 果物の滴下量（ml） | ビタミンCの濃度（mol/L） |
|---|---|---|
| レモン（皮付き） | 0.45 | 0.0067 |
| レモン（果汁） | 1.61 | 0.0019 |
| 大根 | 2.42 | 0.0012 |

Table 4

レモンの皮つきは 10 分茹でることにより 1 分の 1/2 の量のビタミンＣを失った。レモンの果汁は時間を変えてもあまり変化がなかった。

**実験①～実験③までの結果**

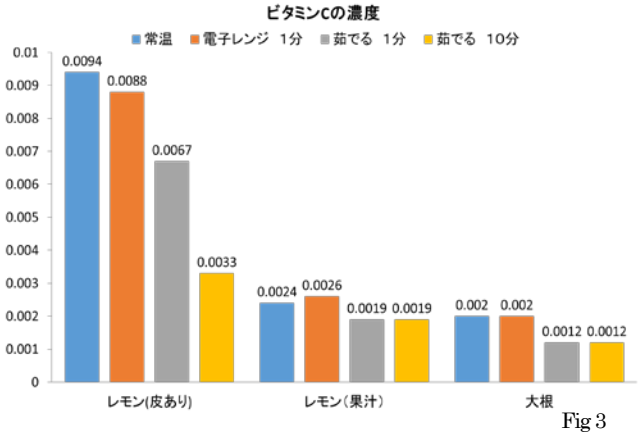



Fig 3

**実験④**

mg/L

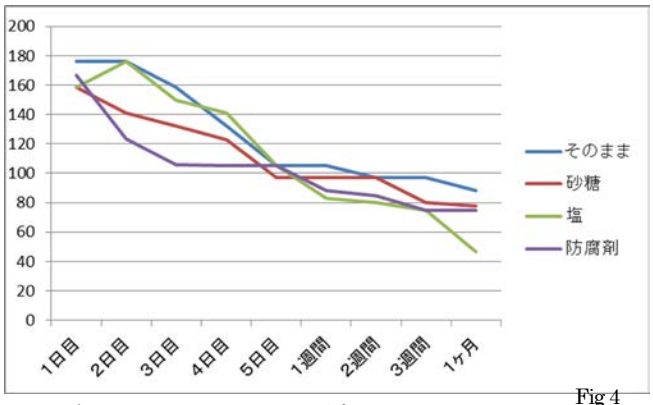



Fig 4

・日ごとにビタミンＣの量が減っている。

・防腐剤は始め急激に下がり、次第になだらかになった。

・塩は他の溶液より減りが大きい。

・何も入れていないものが一番減る量が少ない。

・５日目を過ぎたころから減少量が小さくなった。

・３週間後から変化が見られなくなったとして実験を中止した。

**5. 考察**

**実験①において**

・レモンは皮があるほうがビタミンＣの量が多いので、皮にビタミンＣが多く含まれていると考えられる。

・大根はレモンと同じくらいビタミンＣが含まれていた。

**実験②において**

・電子レンジによる調理は、ビタミンＣの損失は少なかったが、それは加熱時間が少なかったためと考えられる。

**実験③において**

・沸騰したお湯に入れると大根の場合、ビタミンＣが水に溶解することが考えられる。

・レモンの果汁はあまり変化が見られなかったため、熱を加えてもビタミンＣは破壊されないが、皮の場合は皮のビタミンＣが溶解したと考える。

・ビタミンＣが熱を加えて損失したのは、溶解したか破壊されたと考えられる。

**実験④において**

・何も入れていない溶液は有機物が入っていないためビタミンＣの減少量が少なく、塩・砂糖・防腐剤においてはビタミンＣが酸化防止剤として働いているのではないかと考える。

・塩が入っている溶液はアスコルビン酸（C6H8O6）と食塩（NaCl）とが反応しているため減少量が大きくなったと考える。

**6. 研究の成果（または、まとめ）**

・ビタミンＣは水に溶解しやすい。（水溶性）

・熱によるビタミンＣの破壊はあまりみられない。

・レモンのビタミンＣは皮に豊富に含まれている。

・大根はレモンには劣るが、多くのビタミンＣが含まれている。

・ビタミンＣジュースにはその名の通りビタミンＣが多く含まれている。

・レモンはそのまま保存したほうがビタミンＣ量は変わらない。

・１週間経つと多くのビタミンＣが減少する。

**7. 今後の課題（または、ディスカッション）**

・電子レンジの加熱時間が不十分だったため時間を延ばして実験を行いたい。また、電子レンジでの温度を測り条件をそろえて実験を行いたい。

・食材の切り方をかえて実験を行う。

・茹で汁のビタミンＣを滴定して溶解量を測定する。

・沸騰したお湯の温度をきちんと測る。

・材料によって含まれているビタミンＣ量が違うので一つ一つ対照実験を行えるようにしたい。

・目視での確認のため誤差が多かったので誤差を少なくする実験方法を考える。

8. 謝辞

私たちの実験に協力してくださった先生方、長期間にわたるご指導をありがとうございました。

**9. 参考文献**

理化学辞典

# 11　アルギン酸ビーズを用いたアルコール発酵システムの開発

Development of alcohol fermentation system using alginate beads.D

山梨県立韮崎高等学校　　環境科学部　　3 年 5 組　小林 誠典　坂本 拓斗　6 組 内田 大輝

【Abstract】Biofuels are a good source of renewable fuels. Our study aims to optimize ethanol production from waste, such as paper and wooden chopsticks. The beads yeast fungi (alginate beads) and yeast fungi's glucose fermentation ability was compared. The alginate beads was found to be more reliable for fermentation. To optimize fermentation, we studied the effect of increasing the number of alginate beads, changing the medium for the reaction, and using cellulose decomposition bacteria.　We found that increasing the number of alginate beads and using a 15% calcium chloride solution was most effective in improving fermentation. Compared to using cellase (alginate beads and yeast fungi), cellulose decomposition bacteria was found to be more effective for alcohol fermentation.

## 1. 研究の動機

私たちは授業でアルギン酸ビーズを用いたアルコール発酵の実験を行った。酵素や酵母菌は, このアルギン酸ビーズに閉じ込め繰り返し使用することで効率よくバイオエタノールを生産できると考え, アルギン酸ビーズを用いたアルコール発酵システム開発を行っている。

## 2. 研究の目的

アルギン酸ビーズを用いたアルコール発酵システムの開発と, 古紙や使用済み割りばしといった不要とされるものからバイオエタノールを生成すること。

〈アルギン酸ビーズとは〉

アルギン酸ナトリウム水溶液を塩化カルシウム水溶液に滴下するとアルギン酸カルシウムの半透膜でできたビーズができる。私たちはこれをアルギン酸ビーズと呼んでいる。

**Fig 1 アルギン酸ビーズ**

## 3.　実験方法

実験Ⅰ　ビーズの有効性を調べた。

酵母菌 1 g をビーズにしたものと粉末状のものを用意し, それぞれ 5%グルコース水溶液 100mL と 32℃のもと 24 時間反応させた。ビーズにしたものは取り出して洗浄した後に同じ条件で 4 回反応させた。反応させた後にグルコース濃度測定計を用いてグルコース濃度から, グルコース消費量を求めた。

実験Ⅱ　ビーズの個数による効率の変化について調べた。

酵母菌ビーズを 25 個, 50 個, 100 個を, 15%グルコース水溶液 100mL とそれぞれ反応させた。

実験Ⅲ　塩化カルシウム水溶液の濃度変化によるアルギン酸ビーズへの影響を調べた。

①アルギン酸ビーズを異なる濃度の塩化カルシウム水溶液(5, 10, 15, 20, 25%)で作成したものを純水に 7 日間浸した。

②15%塩化カルシウム水溶液で作成した酵母菌ビーズを 5%グルコース水溶液と 1 時間, 32℃で反応させ, グルコース消費量を求めた。

実験Ⅳ　セルロース分解菌の探索を行った。

セルロース分解菌選択培地から異なるセルロース分解菌を 5 種類ピックアップした。それぞれのセルロース分解菌を№1～№5 とした。セルロース分解菌を 3 日間培養し、培地 5 枚分のセルロース分解菌でビーズを作成した。作成したビーズを 5%セルロース混合液 100mL と 1 時間、32℃で反応させグルコース生成量を求めた。

## 4.　実験結果・考察

実験結果・考察Ⅰ

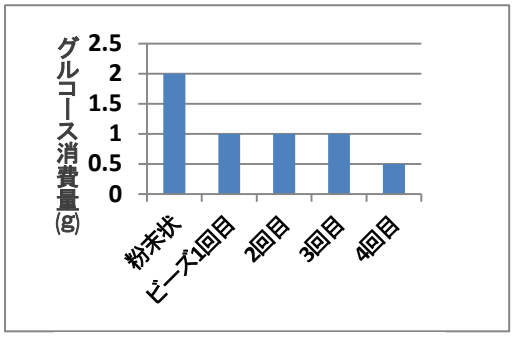



**Fig 2　酵母菌のグルコース消費量**

粉末状では 1 度きりしか使えない酵母菌をビーズに閉じ込め繰り返し使うことで粉末状の約 2 倍のグルコース

を消費することがわかった。繰り返し使用することで無駄なく使用できることから、バイオエタノールの課題の一つであるコストの問題を解決することができると考えた。

実験結果・考察Ⅱ

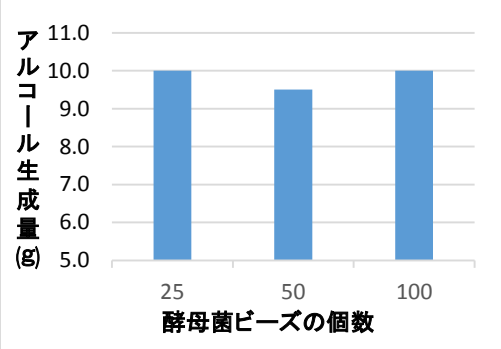



**Fig 3　酵母菌ビーズのアルコール生成量**

アルコールの生成量は酵母菌ビーズの個数によってあまり大きく変化しないことが分かった。このことから 1 度作った酵母菌ビーズを複数の容器に分けて反応させることでアルコールの生産効率を上げることが分かった。

実験結果・考察Ⅲ

①塩化カルシウム水溶液の濃度が 15%以下だと液体が白く濁らず、ビーズが壊れにくくなるのではないかと考えた。

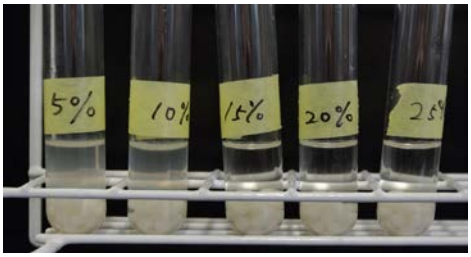



**Fig 4　7 日後のアルギン酸ビーズ**

②15%塩化カルシウム水溶液で作成した酵母菌ビーズを 5%グルコース水溶液と反応させたがほとんど反応しなかった。塩化カルシウム水溶液の濃度が濃いためビーズの半透膜が厚くなり反応が円滑に進まなかったのではないかと考えた。

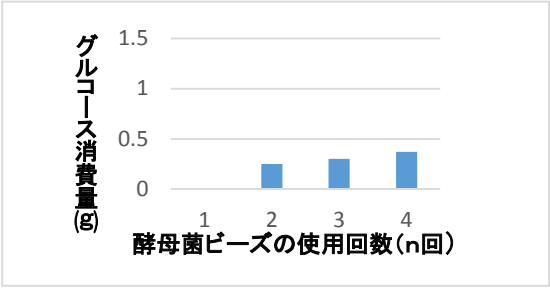



**Fig 5　酵母菌ビーズのグルコース消費量**

実験結果・考察Ⅳ

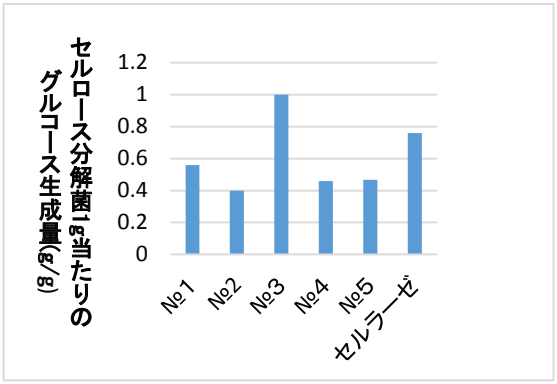



**Fig　6　セルロース分解菌**

№3 のセルロース分解菌がセルラーゼよりもより多くのセルロースを分解した。

## 6. 研究の成果

・酵母菌はビーズに閉じ込めることで効率よく使用することができる。

・アルコールの生成量は酵母菌ビーズの個数によってあまり大きく変化しない。

・塩化カルシウム水溶液の濃度が 15%以下のときにビーズをつくると壊れにくく反応が円滑に進む値が存在する。

## 7. 今後の課題

・ビーズが壊れにくく、反応が円滑に進む塩化カルシウム水溶液の濃度を調べる。

・セルロース分解菌の最適温度、pH を調べる。

・セルロース分解菌の種の同定を行う。

## 8. 謝辞

韮崎高校化学科の坂本容崇先生に実験に関する貴重なご指導を頂きました。

## 9. 参考文献

化学の教科書(東京書籍)

# 12　シロイヌナズナは環境の変化にどのように応答するのか
# How does A. thaliana respond to gravitational and light stimuli using auxin?

山梨県立韮崎高等高校　　生物研究部　　3 年　6 組　　坂本　芳樹

【Abstract】There are a diversity of responses for an organism to adapt to their environment. We studied the hormone, auxin, in A. thaliana to see the role auxin plays in tropism. Gravity and light were the two stimuli used. With light, it was found that there was a higher concentration of auxin in the part of the root away from the light source. In the case of gravity, the area of the root facing the direction of gravity had higher auxin concentrations. In response, the root moved away from the light source and toward the direction of gravity. This suggests that roots will move in the direction where there is a higher concentration of auxin. Future experiments should be performed to see the roles other hormones play in tropism, and a stronger light source should be used when repeating this study.

## 1. 研究の動機

植物は同種内でも周囲の環境に合わせて様々な変化を見せる。そこで植物は、外部からの刺激に対してどのような応答を示すのか。また、それらの応答は何によって引き起こされているのか。このようなことを疑問に持ち、*Arabidopsis thaliana*（シロイヌナズナ）を用いて基礎研究を始めることにした。

## 2. 目的（または研究の仮説）

インターネットを利用して調べた結果、植物の応答は植物ホルモンによって引き起こされると記述されていた。その中でも植物の屈性に関わるオーキシンについてその性質や働きを調べたところ、濃度や部位によって成長を促進するか、抑制するかが違うということを知った。そのことに興味を持ったためオーキシンについて詳しく研究することを目的とした。

## 3. 実験方法および原理

### 実験Ⅰ　光と重力に対する屈性について

先行研究により、植物は光や重力の刺激を受けると下記のFig 1のようにそれぞれの方向へ屈性を起こすということがわかった。この実験では、その研究結果が本当かどうか確かめるとともに、シロイヌナズナの光と重力に関する様々な応答を調べる事とした。

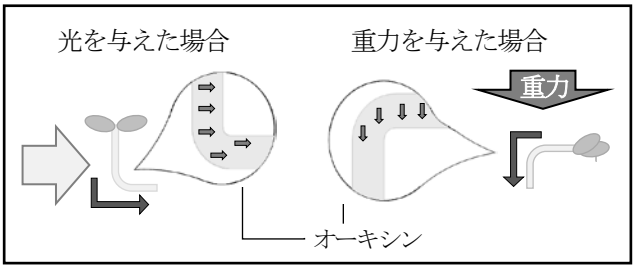



Fig 1　**オーキシンの移動と働き**

実験Ⅰはこの先行研究の結果が正しいかどうかを調べたものである。長方形型の寒天培地上にシロイヌナズナの種をまき、ラップ、黒画用紙、アルミホイルを巻いて乾燥させないことと真横以外から光が入らないことに注意し、

① 培地を縦にして右側から光を照射。(光と重力を与える)
② 培地を縦にして暗室に置いておく。(重力のみ与える)
③ 培地を横に寝かして右側から光を照射。(光のみ与える)

の 3 通りの条件に分け、3 日後の根の動きを調べた。

### 実験Ⅱ　オーキシンの偏りについて

実験Ⅰより、光と重力によって植物の根はそれぞれの屈性を起こすことが分かった。しかし、この結果だけでは屈性がオーキシンによって引き起こされているということの証明にはならない。そこで、この実験では重力屈性を起こす部分を上側と下側に切り分け、オーキシンの含有量を測ることにした。（光は 724 Lux）

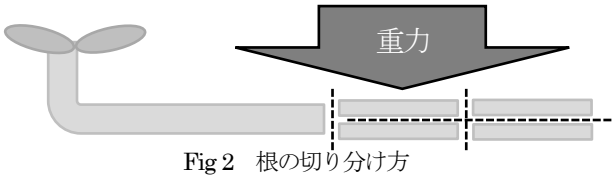



Fig 2　根の切り分け方

シロイヌナズナよりも茎が太く縦に切りやすいカイワレダイコンを使って育てた。茎が負の重力屈性起こしたところでその部分を取り、35%過塩素酸と塩化第二鉄を 50:1 で混ぜたゴードン・ウェーバー試薬（以下 GW 試薬）というものを使い、Fig2 のような手順で検量線を作り、吸光度を調べた。

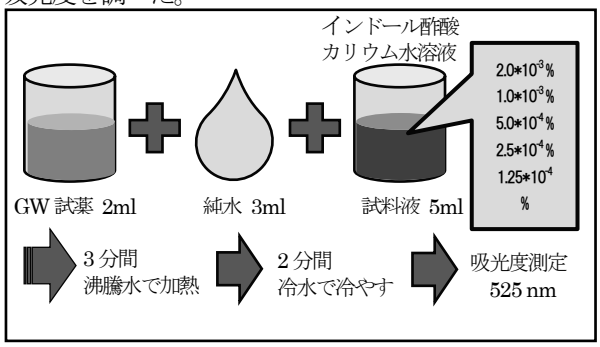



Fig 3　吸光度測定の手順

## 4. 実験結果

### 結果Ⅰ

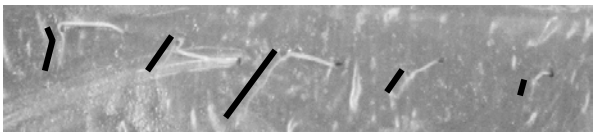


Fig 4　①の条件下の根の動き

①の条件下では、光に対しての負の方向と重力に対しての正の方向を合わせた左下へ根を伸ばした。また、②においては真下、③では左と光と重力のどちらかだけを与えた場合でも根の屈性を観察できた。

### 結果Ⅱ

まず、検量線は以下の通りになった。

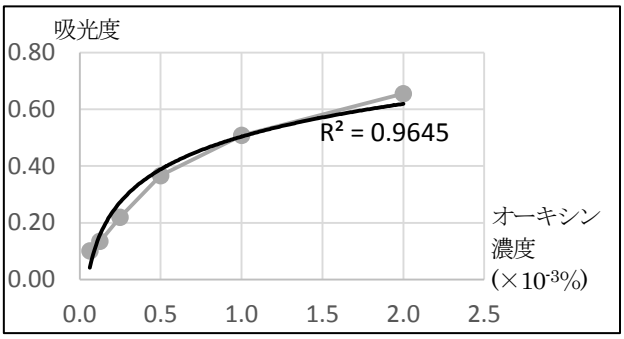



Table 1　オーキシン検量線

これをもとにカイワレダイコンのオーキシン含有量を調べたところ次のような結果になった。

| | 吸光度 | 濃度(%) | 含有量(×10-3mg) |
|---|---|---|---|
| 上側 | 0.191 | 0.056 | 5.6 |
| 下側 | 0.411 | 0.061 | 6.1 |

Table 2　カイワレダイコンのオーキシン含有量

この結果から下側のほうにオーキシンが集まっていることが数値でも確認できた。また、このときカイワレダイコンは茎が負の重力屈性を起こそうとしていた。

## 5. 考察

実験Ⅰについて根が正の重力屈性と負の光屈性を合わせた方向へ曲がった。そこから根は、正の重力屈性と負の光屈性の中間となるオーキシンの偏りが移動したと考えられる。また、茎と子葉には根とは逆に光へ向かったことから正の光屈性を起こすとも推測した。

そして、実験Ⅱではカイワレダイコンの茎が屈性を起こす際にオーキシンの偏りを見せた。このことから、植物はオーキシンの濃度によって部位ごとの成長の早さをコントロールできると考えた。また、オーキシン以外にも成長の促進・抑制をする植物ホルモンが存在する。それらもオーキシンと同じように移動し、屈性に影響するのではないかと思った。

## 6. 研究の成果（または、まとめ）

まず、実験Ⅰ、Ⅱを通して植物の屈性には光と重力の刺激が関係していることが分かった。それは、その刺激によって、植物内のオーキシンが移動して、それぞれの部位で成長の促進や抑制といった違う働きをするからだということが確認できた。また、今回の 724Lux の光では根は約 45° の傾きになることが分かった。

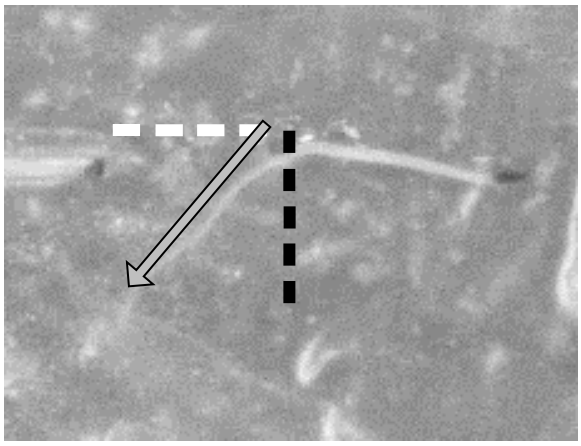


Fig 5　①の根の角度

## 7. 今後の課題（または、ディスカッション）

実験Ⅰの①の条件で、さらに光をできる限り強くしたときに根の曲がる角度に違いが出るかどうか調べたい。また、真下から同じ光を当てた時、負の光屈性と正の重力屈性のどちらを優先するのか気になった。そして、今回はオーキシンのみだったが、他の植物ホルモンを対象に定量や実験をしてみたいと思った。また、今回作った検量線が対数関数になったことから、濃度が濃くなった際に定量が難しくなるのでゴードン・ウェーバー法以外の定量法も見つけておきたい。

## 8. 謝辞

この高校生活における研究で、芦沢先生をはじめとした沢山の先生方にご協力していただきました。

## 9. 参考文献

『植物化学調節実験マニュアル』

発行　植物化学直接学会

# 13　レンゲツツジの周辺環境とのかかわり

Soil environmental research of Mount Amariyama.

山梨県立韮崎高等高校　　環境科学部　　3 年　5 組 岡村拓海　　6 組 清水詠介

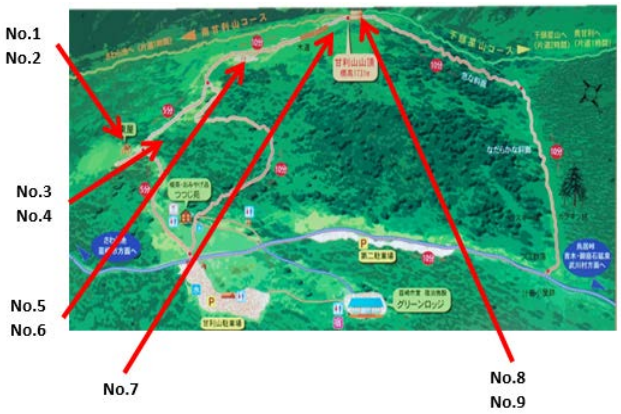
【Abstract】In recent years, the number of Japanese azaleas (Rhdodendron molle) is decreasing on Mount Amariyama. This paper studies the soil as a potential cause of this. Soil samples were taken from the mountain for five years, and the pH and phosphorus content were examined. Results were compared with the soil within Nirasaki City, where Japanese azaleas can grow. We found that the soil on the mountain was more acidic and had a lower phosphorous content than the soil in Nirasaki City. Plants require phosphorous to grow, and low pH can be toxic. Our study concludes that the soil on Mount Amariyama is a factor in causing the decreasing number of Japanese azalea.

## 1. 研究の動機

甘利山のレンゲツツジの個体数が近年減少している。その原因として鹿の食害が挙げられているが，我々はその他に土壌にあるのではないかと考え平成 25 年度 8 月より土壌環境の調査を行っている。

## 2. 実験内容

土壌は毎月 20 日頃に，甘利山で 9 地点を採取した。




また，比較のために韮崎市街地で 4 地点採取した。

この他，北杜市高根町清里にある美し森を有機物量が多い黒ボク土，韮崎市内の平和観音付近の土壌を褐色森林土として，比較に用いた。

・pH

土壌 10g に水道水 20ml を加え攪拌したのち，pH メーターで測定した。

・リン酸イオン(モリブデンブルー法)

土 1 g に水を 500ml 加え，攪拌，浸透，ろ過した。発色液(硫酸，酒石酸ナトリウム，モリブデン酸アンモニウム，アスコルビン酸)を水溶液 20ml に加え，撹拌し，10 分間置いた。吸光度を測定し，検量線にあてはめて濃度を算出した。

・腐植(チューリン法)

フラスコに乾燥土壌 0.2 g をとりクロム硫酸液 10ml 加え，200℃で加熱した。冷却後，フラスコ内を水で洗いフェニルアントラニル酸を 5 滴加え，硫酸第一鉄アンモニウム溶液で滴定した。

この操作で土壌に含まれる炭素量がわかる。得られた値に 1.724 をかけると腐植の量が得られる。

### 実験Ⅰ.土壌 pH は適正であるか

下の表は過去 4 年間の甘利山と市街地の pH の平均値の表である。

| 甘利山 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H25 | 5.5 | 5.0 | 5.7 | | 5.5 | 5.4 | | 5.2 | 5.1 |
| H26 | 5.2 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.0 | 5.0 | | 4.8 | 4.8 |
| H27 | 5.1 | 5.1 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 |
| H28 | 4.7 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 4.8 | 4.7 | 4.6 | 4.5 | 4.3 |

| 甘利山平均 | H25 | H26 | H27 | H28 |
|---|---|---|---|---|
| pH | 5.3 | 5.0 | 5.1 | 4.6 |

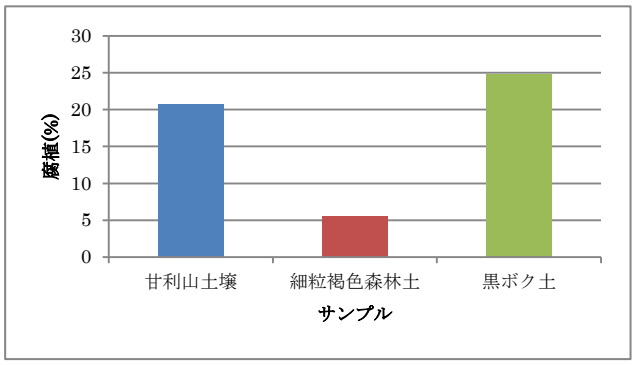
| 市街地 | H25　8 月 | H26　8 月 | H27　4 月 |
|---|---|---|---|
| pH | 6.3 | 6.6 | 6.9 |

レンゲツツジの適正 pH は 5.5 付近と酸性を好んでいる。また，多くの植物は弱酸性の土壌を好んでいる。甘利山の pH は 5.0 付近と市街地の 6.5 と比べると，酸性が強いことが分かった。この原因として腐植酸の増加が考えられる。腐植酸とは植物が分解されるときに作られる物質であり，酸性を示すものである。この量が多いと酸性が強くなる。

そこで，土壌に含まれている腐植酸の量を調べた。

実験Ⅱ. 土壌の腐植化が進んでいるのか

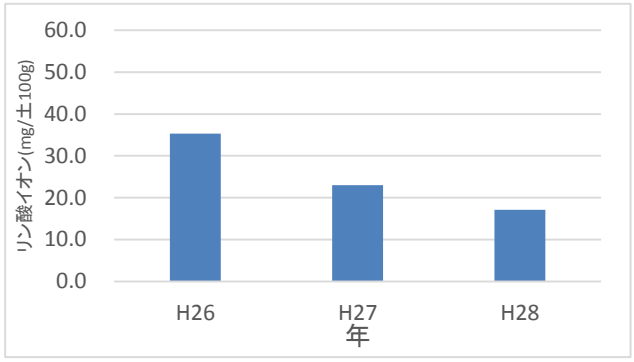
腐植が進んでいる土壌である黒ボク土と，進んでいない褐色森林土を比較に用いた。

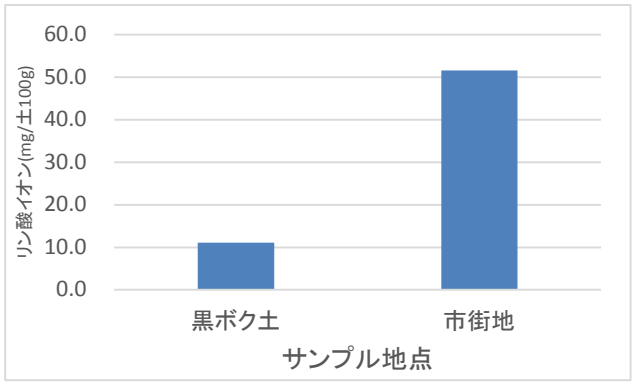



このグラフから甘利山の土壌の腐植化が進んでいるのが分かった。よって，土壌の腐植化によって pH が低下したと考えられる。土壌の酸性化は栄養不足に繋がるので，どのくらいの栄養が含まれているのかを調べるために，リン酸イオンの量を測定した。

**実験Ⅲ.土壌は栄養不足になっているか**

**下のグラフは甘利山，市街地，美し森のリン酸イオンの量である。**




甘利山のリン酸イオンの量が少ないことが分かった。また，pH の酸性化に伴ってリン酸イオンの量も減少していることが分かった。土壌内では酸性化が進むと，Mg や Ca などの金属がイオンとして溶け出し，リン酸イオンと結合して難溶性リン酸となり植物が吸収できなくなる。

**3.まとめ**

これまでの調査で，甘利山の土壌が極端に酸性になっていることが分かった。また，pH が毎年下がり続けていることが分かった。この原因を雨による影響ではないかと考え，韮崎市における月別平均降水量を調べてところ，H25 年から H27 年を通して変化はなかった。このことから別の可能性を考えたところ，土壌の腐植化に注目して調査した。

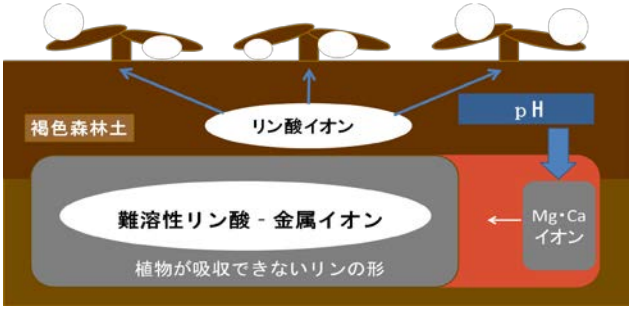
その結果，甘利山の土壌は腐植が進んでいることが分かり，土壌が酸性化した原因であるといえる。

また，土壌の酸性化が植物の栄養であるリン酸イオンの減少に繋がることも分かった。今回の調査で我々は甘利山のレンゲツツジの減少の道筋を結論付けた。

①pH の低下により栄養が減少

②鹿に食べられてしまったレンゲツツジが再び元に戻るのが困難になった

以上が結論である。




まだ調査が進んではいないが，腐植化の原因は春と秋に甘利山で行われる草刈りによるものだと考えている。

**4.今後の課題**

・甘利山土壌の腐植化の原因を探る。

・腐植による影響を詳しく調べる。

・低栄養状況下におけるレンゲツツジの栽培実験を行う。

**5.参考文献**

土壌診断マニュアル

http://www.nrs.pref.yamaguchi.lg.jp/hp_open/a173000/00000009/dojyosindan3.pdf

日本の土　著作：山野井　徹

**6.謝辞**

今回研究を進めるにあたり，山梨県立大学の奥水達司博士，鹿児島大学の小林哲夫博士，地質屋の小村寿人さん，NPO 法人の甘利山倶楽部の皆様にご協力を頂きました

# 課題研究を終えて

## ○求め続けること

**研究名「7 濃硫酸と希硫酸の境目はどこにあるのか」**

**3年6組　小澤 佳弘　赤岡 仁　飯島 羅世　石原 大地**

私たちは濃硫酸と希硫酸の境目はどこにあるのかを実験を通して探った。初めは濃硫酸の知識はゼロの状態から始まった。二年次の私たちはこの研究の到達目標を明確に持っていなかったために、膨大な予備実験と性質をひとつ検証しただけで満足していた。この時、グループの解散や、発表会で研究を否定されるようなことを言われたりなど、研究に自信を持てないような事が続いた。「一度研究をここでやめてしまおうか」と思ったが先生方に励まされ、新たなメンバーと研究を続けた。初めに何をここから調べに行くのか、どんなデータが欲しいのか、そのための実験方法など、私たちは日々考えた。すると、失敗しても日々の生活の中でヒントが浮かび、次々改善することができた。そして、神戸の大会では積み重ねた研究に自信を持って発表し、2年次の私たちでは考えもしなかった結果を得ることができた。　研究には失敗がつきもので、失敗を改善するのは当たり前のことだが、その解決のヒントは日常生活のあらゆるところに転がっている。しかし、これは得ようとしている者だけが見つけられるものであると私たちは感じた。このような経験ができたのは、多くの人の助けや協力があったからだと思う。実験できる環境、アドバイスがもらえる環境は決して当たり前のものではない。このことを忘れずにこれからも生活していこうと思う。

## ○SSH の活動から感じたこと

**研究名「8　味覚による心拍数の変化」　　3年5組　平井 結貴　福田 晴萌**

私達は、SSH の課題研究で味覚による心拍数の変化についての研究をしました。初めのころは研究がなかなかまとまらなかったり、人を対象にする実験だったために条件がそろわなかったり、個人差が生じてしまうことが多かったため、研究が思うように進まずにとても苦労しました。しかし、先生方のアドバイスや仲間の協力によってやりきることができました。また、SSH の活動では自分たちの研究成果を発表する機会も多く、自分たちの言葉でわかりやすく相手に伝えるためのコミュニケーション能力が、どんなに大切なのかという事を実感することができました。

2 年間の SSH の活動を通じて多くのことを学びましたが、自分で考え行動し、伝えるということがなによりも大切なのだと肌で感じ、日々の生活でもいかに相手に分かりやすく伝えるかということを意識することができるようになりました。この貴重な体験で学んだことを、これからの生活に生かしていきたいと思いました。

## ○三年間を通して

**研究名　「13 レンゲツツジと周辺環境との関わり」　　3年5組 岡村拓海　3年6組 清水詠介**

この研究は、私達が入部した時に先輩方がやっていた研究を引き継いだものであり、4 年目となる。甘利山という自然を相手にした内容は思うように研究が進まず、足踏み状態だった時期が多くなってしまった。しかし、めげずに何度も何度も土壌の分析を行い、甘利山の土壌の大まかな姿を突き止めることが出来た。これも、毎月に及ぶ土壌採取に付き合って頂き、私達が研究に行き詰った時に助言をして頂いた、顧問の坂本容崇先生のおかげである。「このような研究は、長い間の継続したデータが必要だ。」という言葉を胸に今まで研究を続けてきた。今回の結論に至るまで、甘利山で何が起きたのかという仮説を立てては、検証の繰り返しをしている内に 3 年の月日が経っていた。ようやくたどり着いた結論を基に、レンゲツツジの復活へ向けた研究が出来ないのは心苦しいが、後輩たちにはこの研究を深めていって欲しい。3 年間 SSH として活動できたことは一生の宝物になると思っている。SSH のおかげで新しい世界を発見し、探求することの楽しさを味わえたと思う。知ることの喜びを感じた最高の 3 年間だった。

# H28 韮高 SSH グループ課題研究　研究成果発表一覧

この課題論文集にある多くの研究は、次の大会・研究交流会および科学系コンテスト等で成果発表することができた。主に SSH3 期生（自然科学系三部を含む）が関係した記録をここに記載する（H29.3.1）

O：口頭発表　　P：ポスター発表　　R：論文発表

## A　校内および県内関係 *

| 年度 | 月 | 名　　称 | 研　究　発　表 | 形式 | 発表者 |
|---|---|---|---|---|---|
| **H26** | 11 | 県芸文祭自然科学部門 | | | |
| | | 「物理部門」 | 荷重の位置による速度の変化 | O | 土橋・内田喬 |
| | | | 尾びれの形状で変化する推進力について | O | 中村・内藤 |
| | | 「化学部門」 | ﾊﾞｲｵﾘｱｸﾀｰの作成と性能評価 | O | 羽中田・平賀 |
| | | | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴを天然試験管として使うことはできるのか | | |
| | | 「生物部門」 | 【芸術文化祭賞・山梨科学ｱｶﾃﾞﾐｰ賞・全国総文祭出場】 | O | 平澤 |
| | | | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴの行動の活発さにちがいはあるのか | O | 坂本芳 |
| | | 「地学部門」 | 甘利山の土壌環境調査 | O | 清水詠・岡村 |
| | | | 富士山の形状のグラフ化【理科部会特別賞・県３位】 | O | 神谷 |
| | | 「ﾎﾟｽﾀｰ発表部門」 | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか【芸術文化祭賞・全国総文祭出場】 | P | 岡本 |
| | 2 | 山梨ｻｲｴﾝｽﾌｪｽﾀ | 28 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| | 2 | SSH 研究成果発表会 | 28 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| | 3 | 文理科 SSH 研究交流会 | 37 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| **H27** | 11 | 県芸文祭自然科学部門 | | | |
| | | 「物理部門」 | ニュートンビーズの研究【理科部会特別賞】 | O | 坂本裕・茅野 |
| | | 「化学部門」 | ﾊﾞｲｵﾘｱｸﾀｰによるアルコール発酵【芸術文化祭賞・全国総文祭出場】 | O | 小林・内田<br>坂本拓 |
| | | 「生物部門」 | シアノバクテリアによる窒素固定 | O | 相原 |
| | | | 大腸菌を使った形質転換の効率を高めるには | O | 平田 |
| | | 「地学部門」 | 甘利山の土壌環境調査Ⅲ | O | 清水詠・岡村 |
| | | 「ﾎﾟｽﾀｰ発表部門」 | ｼﾛｲﾇﾅｽﾞﾅは環境変化にどのように応答するのか | P | 坂本芳 |
| | 11 | 山梨英和高校サイエンスカフェ | 2　演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| | 1 | 山梨ｻｲｴﾝｽﾌｪｽﾀ | 27 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| | 2 | SSH 研究成果発表会 | 27 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| | 3 | 文理科 SSH 研究交流会 | 30 演題を発表 | P | 各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| **H28** | 7 | SSH3 年生研究成果発表会 | 14 演題を発表 | O,P | 3 年各ｸﾞﾙｰﾌﾟ |

B　県外および全国関係

| 年度 | 月 | 名　称 | 研　究　発　表 | 形式 | 発表者 |
|---|---|---|---|---|---|
| H26 | 8 | SSH 生徒発表会（横浜） | 甘利山土壌環境調査 | P | 猪股・矢崎 |
| | 8 | 第 4 回高校生バイオサミット | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴを天然試験管として使うことはできるのか | P | 平澤 |
| | 8 | 第 38 回全国総文祭（茨城） | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴは何色が見えるのか | P | 清水・.辻 |
| | | ﾎﾟｽﾀｰ発表部門 | | | 岡本・平澤 |
| | 12 | SSH 生徒研究交流会 | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴを天然試験管として使うことはできるのか | P | 平澤 |
| | | （岐阜農林高校） | 【ポスター発表最優秀賞】 | | |
| | | | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか | O,P | 岡本 |
| | | | 【口頭発表最優秀賞】 | | |
| H27 | 8 | SSH 生徒発表会（大阪） | 濃硫酸と希硫酸の境目はどこにあるのか | P | 内田大・小川 |
| | | | | | 石原・小澤 |
| | 7 | 第 39 回全国総文祭（滋賀） | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか | P | 岡本 |
| | | ﾎﾟｽﾀｰ発表部門 | 【奨励賞】 | | |
| | | 生物部門 | 鉄摂取により生物の酸化ストレスは増加する | O | 平澤 |
| | 8 | 第 5 回高校生バイオサミット | 鉄摂取により生物の酸化ストレスは増加する | P | 平澤 |
| | | | 【日本科学技術振興機構長官賞】 | | |
| | 9 | 千葉大理科研究発表会 | 甘利山土壌環境調査 | P | 清水詠・岡村 |
| | | | ﾊﾞｲｵﾘｱｸﾀｰの作成と性能評価 | P | 内田大・小林 |
| | | | | | 坂本拓 |
| | 12 | SSH 生徒研究交流会 | 大腸菌を使った形質転換の効率を上げるためには | P | 平田 |
| | | （岐阜農林高校） | シアノバクテリアによる窒素固定 | P | 相原 |
| | | | 【最優秀賞】 | | |
| | 12 | 京のイルカと学びのドラマ | 宿尻第二遺跡より出土した古代モモの核の | P | 小尾 |
| | | (京都大) | 形態について | | |
| | | | (奈良青翔高校との共同研究)【銀賞】 | | |
| H28 | 8 | SSH 生徒発表会（神戸） | 濃硫酸と希硫酸の境目はどこにあるのか | P | 飯島・小川 |
| | | | 【審査委員長賞】 | | 石原・小澤 |
| | 7 | 第 40 回全国総文祭（広島） | | | |
| | | 生物部門 | バイオリアクターの作成と性能評価 | O | 内田 |

C　科学系コンテストおよび学会等

| 年 | 月 | 名　称 | 研　究　発　表 | 形式 | 発表者 |
|---|---|---|---|---|---|
| H26 | 9 | 日本植物学会高校生発表 | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか | P | 岡本 |
| | 12 | ｻｲｴﾝｽｷｬｯｽﾙ東京大会 | ｷｲﾛｼｮｳｼﾞｮｳﾊﾞｴを天然試験管として使うことはできるのか | O,P | 平澤 |
| | | | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか | O,P | 岡本 |
| | | | 【口頭発表２位・サイエンスポストプリント賞】 | | |
| | | | 尾びれの形状で変化する推進力について | P | 中村・内藤 |
| | | | 荷重の位置による速度の変化 | P | 土橋 |
| | | | バイオリアクターの作成と性能評価 | P | 小林・坂本拓 |
| | | | キイロショウジョウバエの行動の活発さにちがいはあるのか | P | 坂本芳 |
| | | | 甘利山土壌環境調査 | P | 岡村・清水詠 |
| | 1 | 日本学生科学賞 | 植物の土壌環境への適応 | R | 岡本 |
| | | | 【県知事賞】【全国一等入選】 | | |
| | 3 | 日本植物生理学会 | 植物はなぜ酸性ﾎｽﾌｧﾀｰｾﾞを分泌するのか | P | 岡本 |
| H27 | 3 | 日本動物学会関東支部大会 | 鉄摂取により生物の酸化ストレスは増加する | P | 平澤 |
| | | | 青色光にハエに対する殺虫効果があるのは本当なのか | P | 平田 |
| | | | 【ベストポスター賞】 | | |
| | 12 | ｻｲｴﾝｽｷｬｯｽﾙ東京大会 | シロイヌナズナは環境の変化にどう応答するのか | O,P | 坂本芳 |
| | | | 大腸菌を使った形質転換の効率を上げるためには | O,P | 平田 |
| | | | 甘利山土壌環境調査Ⅲ | O,P | 清水詠・岡村 |
| | | | バイオリアクターによるアルコール発酵 | O,P | 内田 |
| | | | シアノバクテリアによる窒素固定 | P | 相原 |
| | | | ニュートンビーズの研究 | P | 坂本芳・茅野 |
| | 3 | 化学工学会 | 甘利山の土壌環境調査 | P | 清水詠・岡村 |
| | | | バイオリアクターの作成と性能評価 | P | 内田大・小林坂本拓 |
| | 7 | 日本神経科学大会 | 植物はなぜ酸性ホスファターゼを分泌するのか | O | 岡本 |
| | | | 【ベストプレゼンテーション優秀発表賞】 | | |