



平成 24 年度指定  
スーパーサイエンスハイスクール  
生徒研究論文集  
第 5 年次 (平成 28 年度)



# はじめに

奈良学園高等学校

校長 松尾 孝 司

## <本校の紹介>

本校は、1979年に中高一貫の男子校として設立されました。学校は、奈良県の北西部、大和郡山市に位置しており、矢田丘陵の山腹に広い校地（13ヘクタール）があります。通常、高校の敷地は、3ヘクタール程度ですので、3～4校分のスペースがあることになります。校地の中には里山も含まれており、その恵まれた自然環境が、本校の特色ある教育活動の大きなベースになっています。

2000年度からは男女共学となり、現在は中学校4クラス、高校5クラスの規模で、生徒数は、約1070名となっています。

また、2006年度には、医学部を目指す生徒のために、医進コースを設け、本年1月に六期生が卒業しました。

平成24年度に文部科学省からスーパーサイエンスハイスクールに指定され、5年目となり、日本の将来を担う科学・技術系人材の育成に取り組んでいるところです。

## <研究論文集に関して>

本研究論文集は、理科課題研究において取り組んだ研究成果をまとめたものです。生徒諸君は、教員等の指導を受けながら、試行錯誤を重ね、研究活動を行ってきました。この課題研究を通して、仮説→実験→結果→考察という流れが美しい、実験が進むにつれてやる気が湧いてきたなどの声も聞かれ、科学的に探究することの能力や態度が育ってきていることを感じます。将来、大学等での研究活動の第一歩として、貴重な経験となったことと思います。もちろん、まだまだ高校生であること、そして時間不足などから、十分な出来上がりとは言えない所もあると思いますが、努力の跡として寛大にお読みいただければ幸いです。

## <最後に>

最後になりましたが、課題研究の実施のために御指導、御協力くださいました方々に心より御礼申し上げます。

また、本校SSH事業の推進のために、御指導、御支援をいただきました運営指導委員を始め関係機関等の方々に衷心より感謝申し上げます。

## 目 次

### I 理科課題研究

#### <化学分野> ○印班長

- 1 テルミット反応の反応物による違いと生成物の割合…………… 1  
C組38番 吉川 耕平 C組10番 ○川端 達士 B組22番 大東 雄太  
D組33番 丸山 祐樹
- 2 河川の上流、中流、下流、河口付近における水質の違いとそこに棲む生物…………… 3  
B組36番 ○東瀬友優 C組 2番 糸井健人 C組12番 小久保友裕  
C組14番 砂野大地 C組17番 田中裕也
- 3 食用油から石鹼を作る…………… 5  
B組25番 ○加藤昇太 B組24番 小田詠紀 B組30番 殿山宥樹  
B組31番 中河英治 C組 3番 岩井康峰 C組15番 竹嶋貴大  
D組20番 中西與範 D組26番 丸山大輔
- 4 象の歯磨き粉実験ー過酸化水素水とヨウ化カリウムの反応ー…………… 7  
E組 2番 泉原新 E組17番 ○日高壮梧 E組21番 前田貴大  
E組25番 松浦尚吾
- 5 線香花火とその発色…………… 9  
D組2番 ○飯塚由紀穂 D組28番 三木萌夏
- 6 線香花火を作ろう…………… 11  
C組 6番 大西拓海 C組18番 仲西史織 C組32番 松島悠也  
C組33番 ○水谷風我 E組30番 山口未来
- 7 奈良学園内にある池などの水質調査…………… 13  
E組 1番 石間光 E組 7番 上林孝太郎 E組 8番 駒谷剛志  
E組11番 ○長尾拓実 E組26番 松田輝
- 8 「青い池」を再現する…………… 15  
B組21番 青木秀人 B組27番 鎌田大喜 B組28番 ○坂下遼太  
B組29番 竹中寿汰 B組34番 中村遥人
- 9 浸透圧実験から状態方程式を導く…………… 17  
C組 5番 大賀匠真 C組39番 吉村玲音 D組 5番 稲葉優紀  
D組35番 好川祐樹 D組37番 ○渡部遼
- 10 木が雨に与える影響について…………… 19  
A組31番 ○金澤あかね A組33番 佐藤佑香 C組25番 東野魁  
C組28番 藤原奈都美 C組35番 宮田将吾
- 11 アルコール発酵…………… 21  
D組18番 ○田中志帆 D組33番 山本望友 D組34番 吉岡志織  
D組36番 若井咲樹

#### <物理分野> ○印班長

- 1 気体の浮力とアルキメデスの原理…………… 23  
E組 6番 ○小川尚輝 E組16番 濱崎昂貴 E組18番 古川泰成  
E組29番 山口慎士
- 2 スクローズ水溶液の浸透圧…………… 25  
E組10番 ○田中真空 E組22番 牧田藍瑠 E組27番 村田歩  
E組31番 山本文尊
- 3 エアエンジンの将来性について…………… 27  
C組27番 福田大崇 D組 8番 小野 拓海 D組9番 ○北川 智博  
D組12番 米谷宜展 D組21番 東野礼
- 4 夢の水上歩行！？ダイラタンシー現象…………… 29  
B組35番 吐田尚生 C組13番 杉野大輔 C組16番 巽大輝  
C組18番 ○永田史 C組30番 松尾征一郎 C組34番 宮川夏輝
- 5 光弾性を利用した応力の観察…………… 31  
D組 3番 ○池内優奈 D組11番 黒崎悠
- 6 立体構造と耐荷重…………… 33  
D組22番 平田実慧 D組25番 ○増永桃子 D組32番 山荘日捺子

7	重力加速度の測定	35
	C組 8番 嘉祥寺巧真 C組20番 七塚侑 D組1番 ○安房井英人 D組23番 坊農真広 D組24番 堀井樹	
8	地下水脈を求めてー地下探査IVー	37
	A組32番 ○狼谷匠 A組34番 住川瑞季 A組36番 永田唯 A組38番 東口颯真 D組19番 時永志帆	
<生物分野> ○印班長		
1	カビの発生条件	39
	C組 1番 阿形奈於 C組11番 ○北村麻衣子 C組21番 西川美里 C組26番 平尾 咲	
2	コダカラソウの成長を抑制する要因について	41
	E組 9番 近藤優太 E組12番 中村朝陽 E組13番 成光透人 E組14番 橋本爽良 E組15番 華井峻平 E組23番 ○増田雄我 E組24番 増田涼 E組28番 森下潤弥	
3	プラナリアと自然分裂	43
	A組37番 ○西村穂乃香 A組30番 大西優希奈 B組23番 奥田理紗	
4	ミドリムシの実態	45
	C組 4番 上阪茉由 C組23番 ○長谷川亜美 E組5番 浦田祐貴 E組19番 古澤舞衣	
5	鶏卵孵化における転卵の必要性	47
	D組 4番 伊藤由希 D組 7番 ○永長優希 D組16番 瀬藤成美 D組31番 山上祐里菜 E組 4番 上田桃子 E組20番 堀志穂	
6	草木染ー身近な植物での染色ー	49
	D組 6番 植田理央 D組10番 久保勇貴 D組14番 清水伸晃 D組17番 竹中聖陽 D組29番 ○宮川昌之	
7	様々な豆における豆腐の形成	51
	C組 7番 垣内瑞葵 C組 9番 亀井花暖 C組31番 松川侑紀 C組36番 山本佳奈 C組37番 ○山本千聖	
8	種実類におけるDNAの違い	53
	B組26番 ○金友沙樹 B組32番 中塚菜帆 B組38番 森田裕美 C組24番 林真悠子	
9	校内に自生する希少ラン科植物2種の生態学的研究	55
	A組39番 ○山本果歩 A組35番 田中元 B組33番 中西明美 D組15番 杉田昌樹 E組3番 市川亨之	
10	食虫植物の反応と結果	57
	D組13番 ○酒田淳志 D組30番 森本将文	
<数学分野> ○印班長		
1	「ゴールドバッハの予想」の研究	59
	B組37番 福仲峻伍 C組22番 ○野垣夏槻 C組29番 前迫貴博	
II	SS国内研修	
1	コウノトリとの共生研修	61
2	八重山諸島のサンゴの現状と未来研修	62
3	海洋学(魚類から海底探査まで)まるごと研修	63
4	環境指標計測研修	64
5	電気電子情報工学実習研修	65
6	東大研修会・京大研修会	66
7	植物育種をまるごと研修(予報)	67
III	SS研究チーム活動報告	
1	生物グループ	68
2	放射線グループ	72
IV	SSHベトナム海外サイエンス研修報告	76
V	その他	
	活動・表彰の記録	88

# テルミット反応の反応物による違いと生成物の割合

C組 38番 吉川 耕平  
B組 22番 大東 雄太

C組 10番 〇川端 達士  
D組 33番 丸山 祐樹

## 1. はじめに

### (1) 背景

18世紀半ばからイギリスでは産業革命が起こった。産業革命では様々なものが人力から機械による作業へと変わっていった。そこで大事となるものはやはり機械であり機械はもちろん金属からできているものが大半である。しかし、自然界では、酸化された状態で採れるものが多く還元する必要がある。そこで還元する際に行われる主な手法となったのは、ドイツの化学工業家であるゴルトシュミットが発見したテルミット反応という冶金法である。テルミット反応は、金属アルミニウムと金属酸化物との粉末混合物に着火し、アルミニウムが熱(1000度以上)を発生させ、それによって金属酸化物を還元する、という方法である。これは、比較的安価かつ入手しやすい設備で行える画期的な金属の還元方法であり、現在でも使われている。

### (2) 目的

我々が日常で手にする携帯電話などの電子機器や工場などで使用されている機械は還元された金属が使用されている。私たちは、どのように還元されているのか目にしたいと思った。そこで、身の回りに多く存在する鉄の精製法であるテルミット反応について調べることにした。テルミット反応をいろいろな金属に応用させることにより、金属についてもっと関心を持ってもらうことを期待している。

## 2. 研究方法

### (1) 実験方法

使用したもの：酸化鉄(Ⅲ)、酸化クロム(Ⅲ)、酸化銅(Ⅰ)、硝酸カリウム、砂利、コップ、ろ紙、マグネシウムリボン、ガスバーナー、マッチ

操作：① コップに砂利を敷き詰める。

② 反応に必要なアルミニウム、酸化鉄、酸化クロム、酸化銅(アルミニウム3gと酸化鉄6g、アルミニウム4.5gと酸化銅7.6g、アルミニウム3.5gと酸化クロム5g)を電子天秤で量る。

③ アルミニウムと金属酸化物の粉末をフィルムケースに入れ振って混ぜる。

④ 混合物を乳鉢に入れ、乳棒で混ぜる。

⑤ ④できたものをろ紙に入れて真ん中にマグネシウムリボンを挿し(図1)、その周りに硝酸カリウムを少量入れ、ガスバーナーでマグネシウムリボンを着火する。

### (2) 生成物の測定

テルミット反応によりできた生成物について、うまく還元できたかどうかを各性質を利用して確認した。また、電子天秤を使って還元されたものを測定した。

## 3. 結果

今回、アルミニウムは3g、酸化鉄は6g用意した。理論上できる鉄は5.6gであるが実際には0.17gしか採取できなかった。(採取したものは図2)(反応は図5)

同様に、酸化銅7.6g、アルミニウム4.5g反応させたが、1.76gと理論値4.79gより少なかった。(採取したものは図3)(反応は図6)。酸化クロム5g、アルミニウム3.5gで反応させた場合は、理論値3.42gより多い7.71gもできてしまった。(採取したものは図4)(反応は図7)。

反応において鉄は、火花を散らして燃え、火柱は2番目に高かった。銅は煙を出しながら、そ

それほど火花を出さずに燃え、火柱が一番高かった。クロムも煙を出しながら燃え、火柱が一番低かった。



図1 実験前の様子

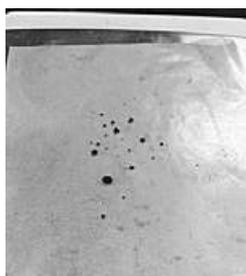


図2 酸化鉄による生成物



図3 酸化銅による生成物

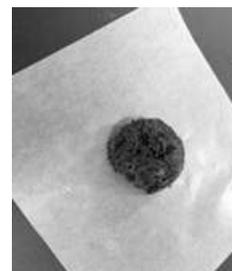


図4 酸化クロムによる生成物



図5 酸化鉄の反応



図6 酸化銅の反応



図7 酸化クロムの反応

#### 4. 考察

今回生成物としているもので、理論を超える量ができしまった理由としては、

1. 未反応物があった

2. ろ紙が燃えて、砂利と生成物が混ざった

の二点考えられる。今回の実験では円錐状にしたろ紙に混合した粉末を入れたが、もっと薄く伸ばして火との接触面を増やしたら、もっと純度の高い生成物が出たのではないかと思う。また、混合物になっていたと仮定すると、原因は燃焼時の温度が低かったからだと考えられる。実験の途中からろ紙を水で濡らし予め混合物をガスバーナーの火に当てておいてからマグネシウムリボンで着火すると成功率・反応の良さも格段に上がったことから温度が関係あるといえるだろう。

なので、課題として、硝酸カリウムなどの量を調節する、実験の規模を大きくして燃焼の方法を変える、粉末の混合の方法や着火方法の変更、などが挙げられる。

また、火柱の高さは、反応において発生する熱が関係すると考えた。アルミニウムと金属酸化物の金属のイオン化傾向の差が大きいほど発生する熱量は大きくなるので、発生する熱量の大きさは銅>鉄>クロムの順である。また熱化学方程式は、鉄は  $2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe + 852kJ$ 、銅は、 $CuO + 2/3Al = 1/3Al_2O_3 + Cu + 411kJ$ 、またクロムは  $Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3 + 532kJ$  である。そして、それぞれの物質量は、酸化鉄は 0.0375mol 酸化銅 0.095mol 酸化クロムは 0.033mol である。完全に反応するように十分なアルミニウムを入れているから火柱の高さは銅>鉄>クロムとなり理論値とは合致した。この実験から、燃焼の発光や火柱の高さは反応速度の度合いが関係しているだろうと考えた。今後の課題としては、イオン化エネルギーや反応速度を考慮して実験することが大切だろう。

## 河川の上流、中流、下流、河口付近における水質の違いとそこに棲む生物

B組 36 番 ○東瀬友優 C組 02 番 糸井健人 C組 12 番 小久保友裕  
C組 14 番 砂野大地 C組 17 番 田中裕也

僕たちは川に棲む生物について調べたいと思った。

そこで僕たちは多種多様な生物が生息していて、ダムのないことで知られる富田川に行きその水質、そこに棲む生物を調べて、理科の資料集に載っているような水質と生息生物の表を作ろうと思ったのである。



富田川上流にて

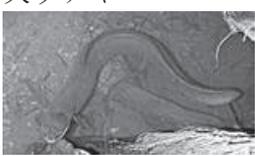
### 実験方法

①富田川の水を上流、中流、下流、河口の4ヶ所で採取する。

そのときに、それぞれの場所でどんな生物（魚）が川に生息しているかを調べる。

②採取した4ヶ所の川の水筒検査を共立理化学研究所の川の水調査セットを使って行う。

### 実験結果

	上流	中流	下流	河口
COD	3	4	2	4.5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.2 (mg/l)	0.3 (mg/l)	0.5 (mg/l)	0.6 (mg/l)
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	0.005 (mg/l)	0.005 (mg/l)	0.005 (mg/l)	0.01 (mg/l)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0.2 (mg/l)	0.5 (mg/l)	0.2 (mg/l)	1.0 (mg/l)
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	0.07 (mg/l)	0.05 (mg/l)	0.05 (mg/l)	0.03 (mg/l)
見た目	きれい 澄み切っている	きれい やや濁っている	少し汚い やや濁っている	少し汚い 濁っている
生息生物	アマゴ  アユ  など	ウグイ  メダカ  など	メダカ  フナ  えびなど	スズキ  大ウナギ  など

COD（この数値が大きいということは、水が汚れているということ）

$\text{NH}_4^+-\text{N}$ （この数値が大きいということは、生活排水や工場排水あるいは田畑からの肥料分が流れ込んでいるということ）

$\text{NO}_2^--\text{N}$ （この数値が大きいということは、比較的上流で汚れが流れ込んでいるということ）

$\text{NO}_3^--\text{N}$ （この数値が大きいということは、その川の上流まで流域一帯で多くの汚れが流れ込んでいるということ）

$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ （この数値が大きいということは、川の外からの急激に食べ物のカスや肥料などの汚れが入ってきているということ）

#### 考 察

富田川の上流では、水がきれいな場所で生息することが知られるアマゴやアユなどの見られたことと、COD、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  の値から水がきれいなことがわかった。但し、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$  の値が大きいことは疑問である。下流では、フナが見られたのと、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  と  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$  の値から水があまりきれいでないことがわかった。下流の COD の数値が最も小さいこと、 $\text{NO}_3^--\text{N}$  の値が小さいことは疑問であるが、計測する場所が悪かったと思われる。 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  の値は上流から河口に行くにしたがって少しずつ大きくなっているため、周囲からの排水や肥料分の流れ込みが次第に増えていると思われる。また、ウクイ、メダカ、フナは中下流にいたが、アマゴ、アユは見られなかったため、このままでは、アマゴ、アユは川からいなくなる可能性がある。河口付近で水が濁って見えたのは、川の水と海水が混ざるために砂が沈殿しにくいからであり、数値から見ても極端に汚くはない。

#### 終わりに

今回、実際に川を訪れ水質調査と生態調査を行うことで、川の生物の生態系は、ある程度理科の教科書に載っている表のようになることが確認できた。

#### 謝 辞

この度、お世話になった先生方、協力していただいた方々、ありがとうございました。

# 食用油から石鹼を作る

B組 25番 ○加藤昇太 B組 24番 小田詠紀 B組 30番 殿山宥樹  
B組 31番 中河英治 C組 3番 岩井康峰 C組 15番 竹嶋貴大  
D組 20番 中西與範 D組 26番 丸山大輔

## 1. はじめに

### (1) 背景

私たちが普段使っている石鹼がどのように出来ているのかということに興味を持ち、調べてみると、高校化学の範囲の知識で石鹼を作ることができることがわかった。そこで、自分たちで身の回りの様々な油脂を使って実際に石鹼が作れるのか調べてみようと思った。

### (2) 目的

様々な油脂を用いて実験することにより、それぞれの油脂から作った石鹼にどのような違いができるのか、また、実際に市販されている石鹼のように色付けや香り付けをすることは可能なのかを調べ、石鹼のできる過程を学習するため。

## 2. 研究方法

### (1) 準備物

オリーブオイル、キャノーラ油、ラード、6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液、エタノール、食紅、バニラエッセンス、100mL ビーカー、駒込ピペット、電子天秤、軍手、かき混ぜ棒、バーナー、金網(2枚)、三脚、スプーン

### (2) 方法

<1>油脂をビーカーにとる。

<2>水酸化ナトリウム水溶液 5 mL を加えた後エタノール 6 mL を<1>のビーカーに加える。

<3>かき混ぜ棒でよくかき混ぜながら加熱する。このとき、炎の大きさは 5 cm 程度にする。

① 30～60℃でラードが溶ける。

② 70～75℃で沸騰が始まり、激しく泡立つ。より一層かき混ぜる。

③ 75～85℃を保つようにする。炎を弱くしたり、ビーカーを持ち上げたりして、85℃を超えないようにする。

④ 加熱開始から 10 分以上経過し、かつ白いソフトクリーム状になれば火を止める。

⑤ 温度が 70℃に下がるまで混ぜ続け、70℃に下がったらソフトクリーム状の物を素早くスプーンですくい取り、形を整える。

⑥ 二日間ほど置いて乾燥させる。

上記の方法で、油脂の量を変えて実験する。

### 3. 結果

表1 加えた油脂、食紅、バニラエッセンスの量

	オリーブオイル (mL)	キャノーラ油 (mL)	ラード(g)	食紅	バニラエッセンス
1	5	0	0	なし	なし
2	0	5	0	なし	なし
3	0	0	5	なし	なし
4	5	0	4.8	なし	なし
5	5	0	4.8	あり	なし
6	5	0	4.8	なし	あり
7	5	0	4.8	あり	あり

1～7のすべての場合について石鹼を作ることができた。

1, 3, 4 白い塊状にできた。

2 できたが、水っぽく粉状であった。

5 オレンジ色に着色され、少し粘り気があった。

6 バニラエッセンスのにおいがした。気泡ができていた。

7 バニラエッセンスのにおいがしオレンジ色に着色されていた。細かい粒状であった。



### 4. まとめ(考察)

実験結果から、どの油脂からでも石鹼が合成でき、2種類の油脂を混ぜ合わせたものでも、分量が適切であれば合成できることが分かった。また、表1の2のキャノーラ油のみで合成した石鹼が水っぽく粉状であったのは、エタノールまたはキャノーラ油いずれかの分量を量り間違い、適量よりも多く入れてしまったことが原因と考えられる。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導いただいた奈良学園高校の中野先生、辻先生、加藤先生に御礼を申し上げます。

### 6. 引用文献

「化学I 実験書」大阪府高等学校理科教育研究会

# 象の歯磨き粉実験

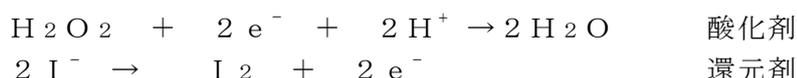
## ～過酸化水素水とヨウ化カリウムの反応～

E組 2番 泉原新 E組 17番 ○日高壮梧 E組 21番 前田貴大  
E組 25番 松浦尚吾

### 1. はじめに

今回、私たちは過酸化水素水とヨウ化カリウムの反応についての実験を行いました。私たちがこの実験に取り組んだ理由は主に2つあります。1つ目は、米村でんじろう先生があるテレビ番組で $\text{H}_2\text{O}_2$ とKIを反応させる実験を行っており、それについて興味を持ちました。そこで私達はヨウ化カリウムや過酸化水素水や洗剤の量でどれだけ反応が変化するのかとても気になりました。そこで私達は今回この実験に取り組もうと思いました。

2つ目の研究目的私達は高校1年生のときに化学で酸化還元反応を習いました。そこで半反応式というものを習いました。



私達は上のような式を習いました。しかしこのことは教わっただけで実際にこの反応の一部始終を見たことがありませんでした。そこで反応を実際に見て、自分たちの教養を深めるためにもこの実験を行いました。

### 2. 研究方法

#### (1) 道具

過酸化水素水, ヨウ化カリウム, 洗剤, メスシリンダー, フラスコ, 台ばかり, 電子天秤, 葉包紙

#### (2) 手順

- I. ヨウ化カリウムを必要な量だけ、電子天秤で量り取る。
- II. メスシリンダーで過酸化水素水と洗剤を測り取りフラスコに入れる。
- III. IIで作ったものの質量を量り、Iのものとの合計質量を求める。
- IV. IIとIを加える。
- V. 1分間の間に反応させた後フラスコ内に残ったものの質量を量る。
- VI. 元の質量から残ったものの質量を引いて変化量をもとめる。

### 3. 結果

表1 過酸化水素水の量を変化(過酸化水素とヨウ化カリウムの単位はg, 洗剤の単位はmL)

回数	1	2	3	4	5	6
過酸化水素水	10	20	30	40	50	60
ヨウ化カリウム	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
洗剤	20	20	20	20	20	20
反応前 質量	319	321	343	345	359	367
反応後 質量	317	307	318	312	330	336
変位	-2	-14	-25	-31	-29	-31

表2 ヨウ化カリウムの量を変化(過酸化水素とヨウ化カリウムの単位は g, 洗剤の単位は mL)

回数	1	2	3	4	5	6
過酸化水素水	40	40	40	40	40	40
ヨウ化カリウム	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
洗剤	20	20	20	20	20	20
反応前 質量	349	350	343	344	346	350
反応後 質量	328	322	312	312	314	315
変位	-28	-28	-31	-31	-32	-35

表3 洗剤の量を変化(過酸化水素とヨウ化カリウムの単位は g, 洗剤の単位は mL)

回数	1	2	3	4	5	6
過酸化水素水	40	40	40	40	40	40
ヨウ化カリウム	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
洗剤	0	10	20	30	40	50
反応前 質量	322	334	347	359	367	378
反応後 質量	322	314	222	332	343	356
変位	0	-29	-26	-27	-24	-22

表1より過酸化水素水の量を40gよりも多くしても反応前と後の質量の変化の量はほぼ同じでした。表2の反応ではヨウ化カリウムの量を多く入れれば入れるほど反応の勢いが激しくなりました。表3では洗剤の量を多くすると反応前と後の質量の変化の量は除々に減っていくことがわかりました。

#### 4. 考察

結果に示したように、ヨウ化カリウムを入れれば入れるほど、急激に反応したように思われました。調べたところ、ヨウ化カリウムはただ反応を早めるだけのものだということがわかりました。このことより私たちは、ヨウ化カリウムを「触媒」だと考えました。

ヨウ化カリウムを「触媒」だと考えた私たちは、この実験を「過酸化水素水の分解反応」だと仮定しました。調べたところ、このことは事実だと判明し以下の化学式が導き出されました。



また、あわがふきだした原因は、上記の化学式に表されているように過酸化水素水の分解によってできた酸素が中に含まれていた洗剤を泡立たせながら、外に出ようとしたためだと考えられます。

さらに、表3で変化の量が減ったことについては、過酸化水素水とヨウ化カリウムの量は変えていないので、発生する酸素の量は変わっておらず洗剤の量だけが増えているので、あわの粘り気が強くなり質量が減っていったと考えられます。

#### 5. 謝辞

この研究を進めるにあたり、工藤先生、加藤先生ほか、奈良学園高校の多くの先生のご協力にお礼申し上げます。

#### 6. 引用文献

リカバンク <http://rikabank.org/> (2016年7月21日, 24日, 25日 閲覧)

# 線香花火とその発色

D組 2番 ○飯塚由紀穂 D組 28番 三木萌夏

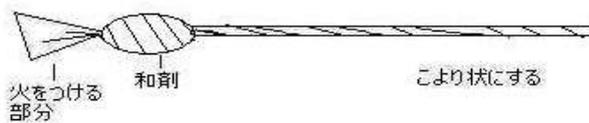
## 1. はじめに

私達は線香花火とその発色について研究した。その理由は、一般的に販売されている線香花火は赤色や黄色のものが多くその他の色も作れるのではないかと思ったからだ。まず私達は炎色反応の確認をし、その後線香花火の核である火薬作りに取り組んだ。次に、火花の勢いが最大になる火薬の配合を調べ、その火薬に炎色反応を示す物質を混合し、火花の色を確かめた。以下が実験内容である。

## 2. 火薬について

### (1) 実験の手順

和紙をテープ状に切り取り、花火のもち手部分を紙縊り状にし、図の和剤(今回の実験では火薬と試料を混合したもの)の部分の部分を空け、1.5cmほど残しそこから火をつける。



### (2) 火薬について

あらゆる文献を調べた結果、簡単に火薬を生成できる配合を見つけたのでこれを用いた。

(配合Ⅰ) 硫黄、炭素、鉄を 1 : 2 : 1 の比率で配合した。(配合Ⅱ) 硫黄、炭素、鉄、硝酸カリウム、塩化カリウムを 1 : 2 : 1 : 5 : 1 の比率で配合した。一本の花火に用いた火薬は 0.05 g である。

### (3) 実験

火薬を入れた紙縊りの部分を強くねじる場合とねじらない場合、水で湿らす場合と湿らさない場合それぞれにおける火薬の反応の違いを調べた。実験において炎の大きさよりも火花の激しさを重視したところ、配合Ⅱの方がよく反応した。表 1 は配合Ⅱで実験を行った際の結果である。表 1 の実験を終えた後、火薬の紙縊りに触れる表面積が大きいくほど反応が良くなるのではないかと考え、火薬に用いた試料を細かくすりつぶし同様の実験を行った。表 2 がその結果である。

表 1 すりつぶさない場合

	ねじる	ねじらない
湿らす	① 火花も、炎も激しかった	② 火花と炎は①と同程度だったが、①より反応時間が長かった
湿らさない	③ ①より火花は激しく、炎は弱かった	④ 前半は①より火花は激しかったが、後半は火花がなくなり、炎だけになった

表 2 すりつぶす場合

	ねじる	ねじらない
湿らす	⑤ 火花は見られず、炎のみ見ることができた	⑥ すべての実験の中で一番火花も炎も弱かった
湿らさない	⑦ 火花も炎も激しかった	⑧ 火花は⑤より見られたが、炎は⑤と同程度だった

### (4) 考察

火薬をすりつぶした⑦とすりつぶさなかった③ではどちらも同程度の火花が見られたが、炎の大きさは③の方が小さかった。そのため火花が観察しやすい③の火薬を次の実験に用いることにした。

### 3. 花火に色をつける

#### (1) 実験の手順

2の実験で作った火薬 0.05 g と炎色反応を示す試料をともに紙繕りで包み、火をつけ先程の実験で見られた火花の勢いを保ったまま、線香花火に色がつくかを見る。塩化銅は炎色反応で青緑色を示し、他の金属より炎色反応が観察しやすいため、これを基準として火薬と試料の量を調べる。加える試料の量は、0.05 g から減らしていく。反応を均一にするため試料をすりつぶし、火薬としっかり混合して実験する。

#### (2) 結果

塩化銅(青緑)について、火薬 0.05 g + 試料 0.05 g のとき、炎は青緑色になったが、火花は飛ばなかった。そのため加える試料の量を減らし火薬の反応が目立つようにした。

火薬 0.05 g + 試料 0.04 g のとき 上と同じく火花が弱かった。

火薬 0.05 g + 試料 0.03 g のとき 上と同じく火花が弱かった。

火薬 0.05 g + 試料 0.02 g のとき 火薬が先に反応し後から緑色になったが、結果として炎も火花も同程度確認できたので、この割合で他の試料も調べてみる。

塩化カリウム(紫) 火薬にも使っているため、火花が多過ぎたので断念した。

硝酸ストロンチウム(深赤) ところどころ赤色は見られたが、炎の色と見分けがつけにくかった。

硝酸リチウム(赤) 赤色になったのが良くわかり、火花も飛んでいた。

硝酸バリウム(黄緑) 火花は良く確認できたが、黄色の炎は見られなかった。

硝酸ナトリウム(黄) 火花が良く確認でき、黄色の炎も見えた。

#### (3) 考察

火薬 0.05g に塩化銅 0.02g を加えると、緑色の線香花火ができた。ほかにも、硝酸リチウム 0.02g のときは赤色、硝酸ナトリウム 0.02g のときは黄色の線香花火ができた。他の試料においては、塩化銅と火薬の混合の割合を基準として用いただけだったので実験が不十分だったといえる。

### 4. 謝辞

この研究を行うにあたって中野先生、加藤先生には多くの助言、ご指導をいただきました。未熟な私たちにご協力いただいたことにお礼申し上げます。

### 5. 引用文献

「線香花火を作ろう」

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/jikken/omo/omo19.htm>

# 線香花火を作ろう

C組 6番 大西拓海      C組 18番 仲西史織      C組 32番 松島悠也  
C組 33番 ○水谷風我      E組 30番 山口未来

## 1. はじめに

### (1) 背景

江戸時代の1612年、日本で初めて花火を鑑賞したのは徳川家康と伝えられている。文書によると、駿府城で筒から火花が噴き出すタイプの花火を鑑賞したと書かれている。これ以降、江戸で花火が大流行し、「花火禁止令」が出るほどであった。

### (2) 目的

我々は花火における先人の知恵を自ら学び、深く知りたいと思い、このテーマにした。また、通常色の花火だけでなく、様々な色の線香花火を作りたいと思った。

## 2. 研究方法

- ① 市販の半紙を縦方向に六等分し、これを霧吹きを使い水で湿らせる。
- ② ①の先端に和剤(下記参照)を適量(第一回は1g、第二回以降は3g)乗せ、手でねじるように巻く。
- ③ ②にマッチで火をつけ、炎の具合と色の出具合を観察する。
- ④ 炎の色を変化させる試薬を②の段階で和剤に加え、上記と同じ方法で、さまざまな色の線香花火の作成を試みる(第三回実験)。

### ※火薬(和剤)の調合割合

第一、二回は硝酸カリウム:硫黄:木炭:鉄粉=10:3:4:3、第三回は X:硝酸カリウム:硫黄:木炭:鉄粉=7:7:2:4:2 とした。Xの部分には色の成分(硝酸ナトリウム:黄色、等)を配合した。

## 3. 結果

### (1) 第一回実験結果

まったく火がつかなかった。

### (2) 第二回実験結果

着火したが、線香花火というよりかはただ燃えているだけだった。

### (3) 第三回実験結果

大抵の色は成功して線香花火特有の火花がでたが、塩化銅(青緑に)については、火がつかなかった。このときのリチウムの成功例を図2として載せておく。

表1 第三回実験結果

	NaNO <sub>3</sub>	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CuCl <sub>2</sub>	LiNO <sub>3</sub>
色	◎	△	◎	◎	◎	×	◎
燃え方	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎

※ 色の場合 ◎:ちゃんと色が出た △:少ししか色が出なかった ×:色が出なかった

燃え方の場合 ◎:線香花火のように燃えた ×:着火しなかった



図 1:和剤のみの成功例



図 2:リチウムの成功例

#### 4. まとめ(考察)

第一回の失敗の原因は、半紙の包み方に原因があったと考えられる。我々は、和剤を優しく包んでいたため思うように半紙が燃えず、和剤が半紙の中で燃え尽きてしまったためと思われる。第二回以降これを踏まえ半紙をきつめに巻いたため半紙内の空間がなくなり和剤が上手く燃えたため成功したと考えられる。

第三回の塩化銅が失敗した原因は、塩化銅の性質である潮解性によるものと思われる。潮解性とは空気中の水蒸気を吸収する性質であり、これによって発火が妨げられて和剤の部分に十分に火がつかなかったのだと考えられる。この後も何度か実験を重ね、塩化銅の潮解を防ぐ方法を模索したが、残念ながら我々のできる範囲では不可能、と判断せざるを得なかった。これを防ぐ方法として、潮解するより早く作製し、かつ火をつける。もしくは水蒸気が全く存在しない特殊な空間を用意するしかないものと我々は考えた。

成功したものは、ほのかではあるが着火時から燃え尽きるまで色が出ていた。燃焼時間は、短いもので 30 秒、長いもので 1 分 30 秒であった。市販の線香花火の燃焼時間は平均 40 秒。市販よりも長い時間燃焼したのは和剤の量の違いと考えられる。つまり、本研究によって、薬品さえあれば簡単に線香花火を作成できるということが明らかになったといえる。この研究結果を元に、線香花火製作キットなどの商品開発に役立てることができるだろう。とはいえ、作り方が甘ければ発火すらしらないし、一般人(特に子供などが)火薬を扱うことは危険極まりないことである。安全性の確保こそが商品開発への課題となるだろう。

#### 5. 引用文献

文部科学省検定済教科書 高等学校理科用 化学 啓林館

線香花火を作ろう (<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/jikken/omo/omo19.htm>)

花火の歴史 (<https://hanabiya.ssl.aiosl.com/column/index.html>)

#### 6. キーワード

花火、線香花火、炎色反応、潮解性

## 奈良学園内にある池などの水質調査

E組1番 石間光 E組7番 上林孝太郎 E組8番 駒谷剛志  
E組11番 ○長尾拓実 E組26番 松田輝

### 1. はじめに

#### (1) 背景

「全国学校・園庭ビオトープコンクール2015」において、奈良学園中学校・高等学校が上位5校に選ばれ、「ドイツ大使館賞」を受賞した。審査の観点は、「学校園庭ビオトープを通じて自然体験活動や環境教育をどう進めているか」という点である。本校では学校敷地にある里山環境をフィールドに、専門家と連携し、生物多様性を守り、理科の課題研究を積極的にすすめている。また、卒業生が母校で活躍する環境が充実し、地域の里地・里山の再生や地域への普及活動を支援している。

#### (2) 目的

私たちは今回SSHという貴重な機会を活かし、多様な生態が存在する奈良学園内にある池、川などの水質を調査し、比較することで各地点でなぜそのような違いがあるのかについて考察し、これからの奈良学園の自然環境保全のためのデータを得る。

### 2. 研究方法

#### (1) 対象地

- 各体育館の間の池
- 部室横の池
- 青雲館横の川

※全て7月中旬に測定

#### (2) 測定方法



図1

#### (3) 実験に使用したもの

- COD
- アンモニウム態窒素
- 亜硝酸態窒素

- 硝酸態窒素
- リン酸態リン

### 3. 結果

表 1(単位はすべて mg/L)

	体育館の間の池	青雲館横の川	部室横の池
COD	8 以上	8 以上	8 以上
アンモニウム態窒素	0.1	0.2	0.2
亜硝酸態窒素	0.004	0.005	0.01
硝酸態窒素	0.1	0.2	0.2
リン酸態リン	0.12	0.01	0.4

### 4. 考察

部室横の池は亜硝酸態窒素の値が 0.01mg/L と高いことから、他の 2 つの地点と比べて水が汚いことが分かった。この場所は水の濁りからも汚いと感じてしまう場所だったので納得のいく結果だった。そして、部室横の池が最も汚くそこから流れている体育館の間の池はきれいだったことから、部室横の池が汚れの原因となるものをせき止める役割を果たしていると思われる。

### 5. 反省

COD の値は水温によって変化する可能性があるということから気温も計っておくべきであった。また、校内だけでなく他の場所の水質を調べ、比較対象を増やしても良かったのかもしれない。今回、上記の実験以外に水生生物の調査も同時に行おうとしたが、生物が思うようにみつからず、断念することとなった。

### 6. 謝辞

本研究を進めるに至って、工藤先生, 加藤先生, ほかの先生方のご協力に御礼申し上げます。

### 7. 参考文献

全国学校・園庭ビオトープコンクール発表会 2015 (2016 年 7 月 10 日閲覧)  
<http://www.biotopcon.org/2015/biocon2015award/2015movie.htm>

野崎 健太郎 (2016) 「湧水, 地下水および水道水を水源とする学校ビオトープにおける過マンガン酸カリウム消費量と簡易法を用いた COD(化学的酸素要求量) の測定」椋山女学園大学教育学部紀要 9, 121-127

# 「青い池」を再現する

B組 21 番 青木秀人 B組 27 番 鎌田大喜 B組 28 番 ○坂下遼太  
B組 29 番 竹中寿汰 B組 34 番 中村遥人

## 1.はじめに

### (1) 背景

北海道上川郡美瑛町に「青い池」と呼ばれる池がある。その池の付近の湧き水には、水酸化アルミニウムなどの主に白色系の微粒子が含まれており、美瑛川本流の水と混ざることによって分散され、一種のコロイドが生成される。水中に差し込んだ太陽光がコロイドの粒子と衝突散乱して水の吸収による青色の透明光が加わり、美しい青色に見えると言われている。この「青い池」についての特集を新聞で読み、それを再現してみたいと思い、研究することにした。

### (2) 目的

「青い池」の水が青く見える原理についてコロイドを用いて調べ、再現することにした。



## 2.実験方法

細長いビニール傘袋に 48 c m( $1.4 \times 10^3 \text{ mL}$ )の高さまで水を入れ、そこにコロイド粒子を入れ、それに光を当てて、色の変化を見る実験を行った。「青い池」に溶けている物質の主成分は、水酸化アルミニウムということなので、水に水酸化アルミニウムを溶かして、袋の底から光を当てた。しかし、まるで色が変わらなかったのので、身近なコロイドである、牛乳を加えることにした。

### 3.結果

表1. コロイド溶液の色が見られたところ(牛乳)

色 牛乳(mL)	青色(袋の下から)	オレンジ色(水面 から)
0.08	30 c m	なし
0.12	33 c m	なし
0.16	30 c m	6 c m
0.20	30 c m	12 c m
0.24	23 c m	18 c m
0.28	25 c m	23 c m
0.32	28 c m	20 c m



以上の実験の中で最もはっきりと色の違いが現れたのは「牛乳を 0.16mL 入れたコロイド溶液」だった。そこで「青い池」を青くみせている成分として知られている「水酸化アルミニウム」をこのコロイド溶液に入れ再び実験した。

表2. コロイド溶液の色が見られたところ(水酸化アルミニウム)

水酸化 アルミニウムの量(g)	青色(袋の下から)	オレンジ色(水面 から)
0.5	36cm	6cm
1.0	42cm	水面

「青い池」を青く見せている物質として考えられている「水酸化アルミニウム」を少し加えて実験したが、加える前よりも青さが薄くなった。

### 4.考察

私たちは「青い池」のように青いコロイド溶液を作ろうという考えの元、今回の実験を行った。水に少量の牛乳を、量を調節しながら加え、光を当てたところ牛乳を 0.16mL 加えたときに最も青色が濃く見えるということを本研究で明らかにすることができた。よってここでは、牛乳に含まれる白色系のコロイド粒子(平均粒径 2.5 ミクロン)が光を散乱することにより青く見えていることがわかった。上の表2から水酸化アルミニウム粒子の拡散が足りなかったことで光が反射されなくなり青みが消えたと思われる。よって、青い池が水酸化アルミニウム粒子により青く見えるのは池の大きさや深さ、またコロイド粒子の粒径が大きく影響していると考えられる。

### 5.謝辞

本研究を始めるにあたり、中野先生のご協力にお礼を申し上げます。

## 浸透圧実験から状態方程式を導く

C組 5番 大賀匠真 C組 39番 吉村玲音 D組 5番 稲葉優紀  
D組 35番 好川祐樹 D組 37番 〇渡部遼

### 1. はじめに

#### (1) 浸透圧とは

浸透(ある物質の粒子が膜を透過して拡散していく現象)によって生じた液面差を、元に戻すのに溶液側の液面に加えなければならない圧力。

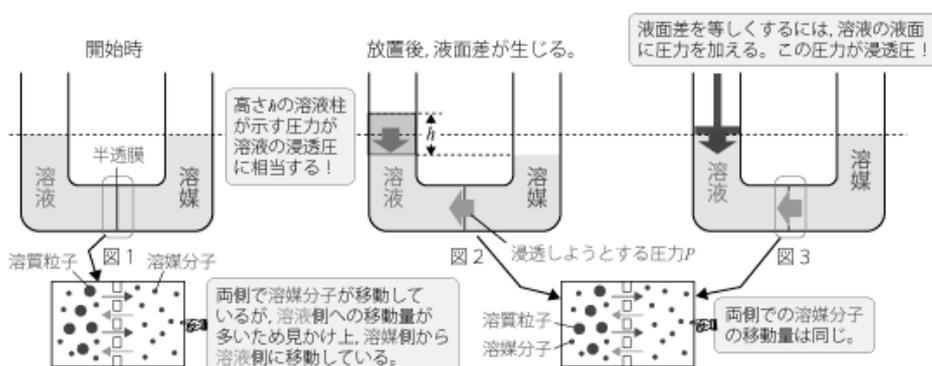


図1：浸透圧とは [佐藤学 2013]

#### (2) 目的

実験を通じて求めた浸透圧と、ファンツホッフの法則を用いることにより、実在気体と理想気体のずれについて考察する。

### 2. 研究方法

当初は市販のセロハンと輪ゴムで行うつもり予定だったが、不成功に終わったため、専用の浸透圧実験器を用意した。また、計算方法については、各溶液の 100mL を測定器に入れて放置し、5日程度経過した後の液柱の高さを測定する。液中の高さを  $x$  [cm] とすると、浸透圧  $\Pi = 1.01 \times 10^5 x / (13.6 \times 76)$  [Pa] で求めることができる。

### 3. 結果

圧縮率因子(理想気体と実在気体のずれを表す指標)を  $Z$ 、モル濃度を  $C$  (mol/L)、気体定数を  $R$  ( $8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ )、絶対温度を  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) と置く。

- 0.500mol/L スクロース溶液 ほとんど上昇せず  
実験2ではセロハンとゴムを取り除いて実験を行った。
- 0.150mol/L スクロース溶液 ほとんど上昇せず。  
実験3及び実験4では、20gのでんぷんを100mLの熱水に溶かして試料容器に投入して放置した。
- 0.0200mol/L でんぷん溶液 ほとんど上昇せず
- 0.0500mol/L でんぷん溶液 //



写真1：でんぷん溶液と旧実験装置

実験 5 では、28%アンモニア溶液 40g を水 40mL に溶かして試料容器に投入して放置した

5. 7.27mol/L アンモニア溶液 ほとんど上昇せず

実験 6~8 では、6.85g, 3.42g, 2.05 g のスクロースにそれぞれ水を加えて 100mL にして、試料容器に投入し放置した。

6. 0.200mol/L スクロース溶液 44.3cm 上昇  $\Pi=4.33 \times 10^3 \text{Pa}$   $T=13^\circ\text{C}$   $Z=0.89$

7. 0.100mol/L スクロース溶液 27.1cm 上昇  $\Pi=2.65 \times 10^3 \text{Pa}$   $T=13^\circ\text{C}$   $Z=1.1$

8. 0.0600mol/L スクロース溶液 14.5cm 上昇  $\Pi=1.42 \times 10^3 \text{Pa}$   $T=13^\circ\text{C}$   $Z=0.98$

#### 4. まとめ(考察)

最初は何度か同じ実験を繰り返したが、液柱の上昇は見られなかった(実験 1)。これは、装置に巻いていた市販のセロハンとゴムにより圧力に影響が生じてしまったからであると考え、実験 2 を行ったが結果は変わらず、専用の浸透圧実験器を使用することとなった。

実験 3・4 では溶液が、固まってしまった。でんぷんが水を吸って膨張し、最終的に粒がゲル化したからであると考えられる。

実験 5 では水面の高さが下がった。これはアンモニア分子が半透膜の穴より小さいため、透過してしまったからであると考えられる。

実験 6・7 では、 $Z (= \Pi / CRT)$  は  $C$  が小さいうちは 1 を下回り、 $C$  が大きくなると 1 を上回る。これは、 $C$  が大きくなると溶質粒子間距離が小さくなり、溶質粒子間の引力の影響が大きくなるためであると考えられる。(なお、スクロース 1 分子中には OH 基が 8 個存在し、それらの間の水素結合に起因して分子間力が強くなることの影響も考慮する必要がある。) 但し、気体分子とは異なり、溶質粒子の場合は溶液中での粒子の運動が制限されるので、実験 8 (実験 6・7 よりも濃度が小さい) ではそのことが影響し、 $Z$  が 1 よりも小さくなると考えられる。

#### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、中村隆洋先生、加藤美智子先生には多くの助言、ご指導をいただきました。またそのほかにも多くの先生、生徒のご協力にお礼申し上げます。

#### 6. 引用文献・参考文献

1. 旺文社 総合的研究化学 神無久. (2013 年 4 月 16 日), 浸透圧の原理, 参照先: サイエンスあれこれ 科学と暮らし
2. 啓林館 高校化学 齋藤烈・藤嶋昭・山本隆一ほか 19 名. (2015 年 12 月 10 日), 参照先: 第 4 章 溶液の性質
3. 東京書籍 ダイナミックワイド図説化学 竹内敬人・永川元・中村好信・堀内和夫・山本進一. (2014 年 2 月 1 日), 参照先: 第 23 節 薄い溶液の性質
4. Fast liver 浸透圧に関する問題 完全攻略チャート&過去問解説集 佐藤学. (2015 年 6 月 13 日), 参照先: 半透膜とは

#### 7. キーワード

浸透圧 半透膜 気体定数 状態方程式 ファントホッフの法則



写真 2: 新実験装置

# 木が雨に与える影響について

A組 31番 ○金澤あかね A組 33番 佐藤佑香 C組 25番 東野魁  
C組 28番 藤原奈都美 C組 35番 宮田将吾

## 1. はじめに

### (1) 目的と背景

酸性雨(pH5.6以下)が森林に降ると、pHが7に近づき、中和されるということが一般的に言われている。しかし、奈良学園の里山には、酸性雨でない雨(平均 pH 5.8)が降っている。

その場合、pHの値はどのように変化するかを調査した。

## 2. 研究方法と結果

### I. 研究1

#### (1) 実験1

図1のように林内雨は本校の里山内の針葉樹、広葉樹の2か所、林外雨は本校の中庭1か所にピーカーを設置し採取した。

また、樹幹流(木の葉や枝をつたい幹に流れる雨)は、広葉樹であるヤマザクラ、コナラ、針葉樹であるヒノキ、アカマツの4種類を、幹に図2のようにガーゼを巻き付け、ボトルの中にガーゼの先を入れ採取した。

採取した雨はそれぞれ pH(pHメータ(HORIBA navi D-55)で測定)、電気伝導度(導電率計(EC11 プラス)で測定)、0.45umのフィルターでろ過後、陽・陰イオン濃度(イオンクロマトグラフにより定量)を測定し、林内雨と林外雨、樹幹流の違いを調査した。

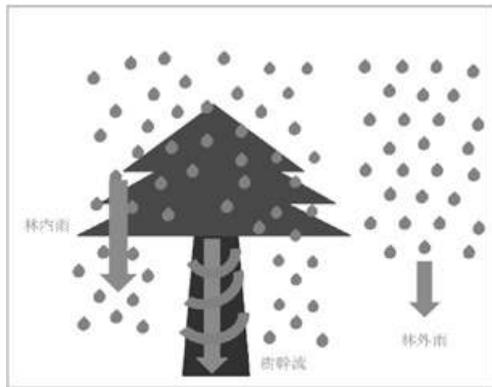


図1



図2

#### (2) 結果1

実験1より以下のことが分かった。

- 下の表1より林外雨よりも林内雨のpHが低い。

針葉樹(内)	広葉樹(内)	林外
5.49	5.55	5.77

表1 林内雨、林外雨のpH

- 図3より針葉樹林の林内雨の $NO_3^-$ 濃度が高い。
- 図4より針葉樹であるヒノキの樹幹流のpHが低く、 $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ 濃度が高い。

次に樹幹流は、木の葉、枝、幹を通った雨であるため、それぞれを分けて測定するため、以下の実験を行った。

### II. 研究2

#### (1) 実験2

それぞれの木の樹皮と葉を純水(0.5g/10mL)につけ1日静置し、表面に付着していた物質を純水に溶かし、0.45umのフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフにより分析した。

#### (2) 結果2

図7より概ね樹皮由来の陰イオン濃度は葉に比べて低い。葉は樹種により差があり、その差は樹幹流の場合と似ていることが分かった。

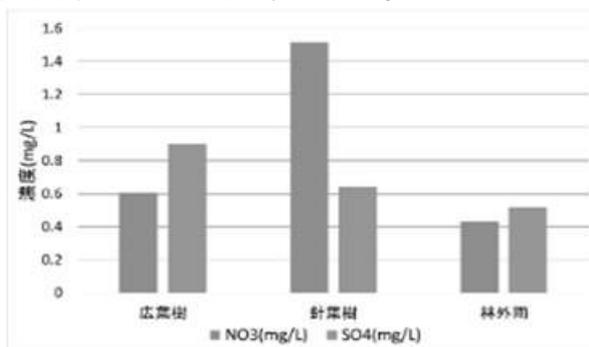


図3 林内雨(広葉樹林及び針葉樹林)と林外雨の陰イオン濃度

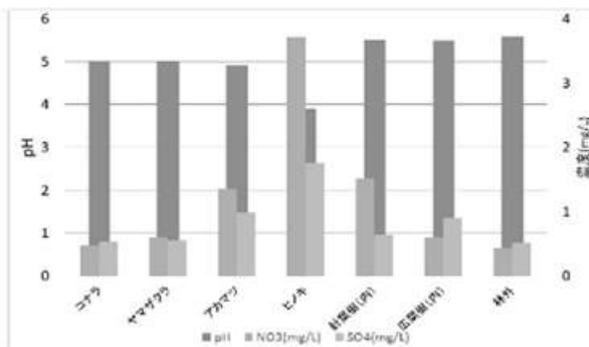


図4 林内雨と林外雨と樹幹流の pH と陰イオン濃度

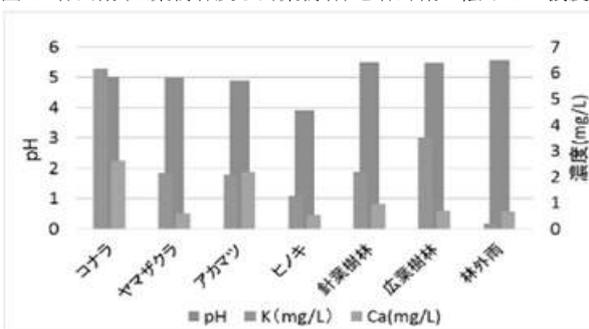


図5 林内雨と林外雨と樹幹流の pH と陽イオン濃度

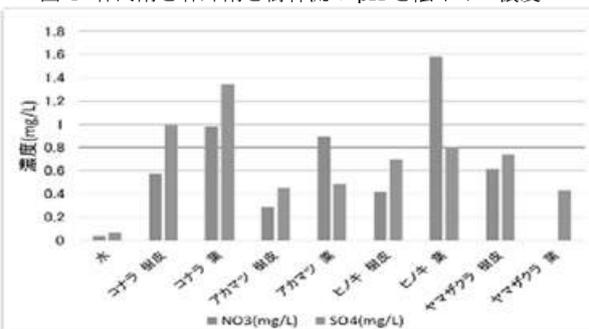


図6 樹幹流の葉・樹皮と水の陰イオン濃度

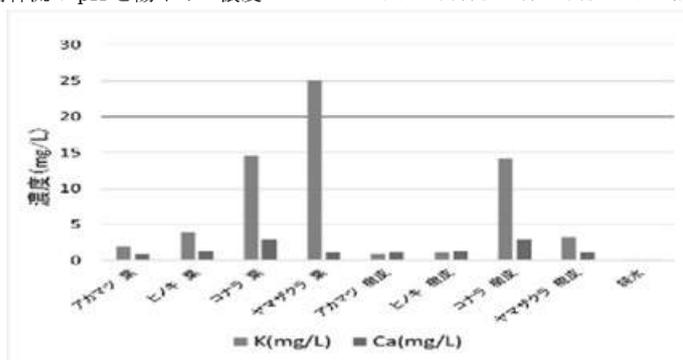


図7 樹幹流の樹皮・葉と水の陽イオン濃度

### 3. 考察

今回の調査で明らかになったこと

- ・表1より酸性雨ではない雨が森林に降ると pH が下がった。
- ・同じく表1より林外雨に比べて林内雨では、概ね pH が低くなった。

以上のことより我々は仮説を立てた。

- ・図6と図7より pH を下げる原因である陰イオンは樹皮よりも葉から多く溶出する。
- ・広葉樹であるコナラの樹幹流は陰イオンの溶出量が多かったが、図5からわかるようにコナラは pH をあげる原因となる陽イオンの  $K^+$ 、 $Na^+$  が樹幹流に多く溶出していたので、pH が大きく下がることはなかった。

### 4. 課題

酸性雨が降る地域で調査し、pH が上がる原因をつきとめる。

4種類の木でのみの調査だったので、もう少し多くの種類で調査する。

### 5. 謝辞

実験を直接御指導いただきました神戸大学内海域環境教育研究センター 浅岡聡先生に心より感謝致します。

# アルコール発酵

D組 18番 ○田中志帆

D組 33番 山本望友

D組 34番 吉岡志織

D組 36番 若井咲樹

## 1. はじめに

### (1) 背景

世の中には数多くの発酵食品が存在するが、私たちの身近にあるものとしては、納豆、ヨーグルト、チーズなどがある。また、飲み物においても、酒、ワイン、味噌汁と数々の発酵食品がある。私たちは化学の授業でアルコール発酵について学ぶうちに、実際に自分達の手でアルコール発酵を利用した飲み物の一つであるビールをつくることができるのかという疑問を持ち、本実験を計画した。

### (2) 目的

酵母菌によるアルコール発酵に最適な pH を調べる。この結果を利用して効率よくビールをつくる。

## 2. 研究方法

### (1) 試薬と材料

ドライイースト、グルコース、水（水道水）、塩酸（濃度 5%）、水酸化ナトリウム（濃度 5%、0.04%）

### (2) 器具

試験管（18φ×180mm, 24φ×200mm）、三角フラスコ、ゴム管、ゴム栓、ガラス管、メスシリンダー、水槽、簡易電気定温水槽、試験管立て、薬包紙、薬さじ、温度計、電子天秤、pH メーター

### (3) 実験方法

- ① 電子天秤でドライイースト、グルコースをそれぞれ 1.00g ずつ薬包紙にはかりとる。
- ② 24φ×200mm 試験管にはかりとったドライイーストと水 20mL を入れる。
- ③ 18φ×180mm 試験管にはかりとったグルコースと水 10mL を入れる。
- ④ ②と③のそれぞれをガラス棒で 100 回ずつかき混ぜる。
- ⑤ ④で作った二種類の試験管の溶液を混ぜ合わせ、pH を調節するために塩酸または水酸化ナトリウムを数滴加える。
- ⑥ ガラス管つきゴム栓をつけ 40℃の恒温槽に入れる。（図 1）
- ⑦ メスシリンダー内に発生した気体を水上置換法によって捕集する。気体を確認されたら、ストップウォッチで測り始める。
- ⑧ 測定を始めて 20 分が経過したらメスシリンダーからガラス管を抜く。
- ⑨ 発生した気体量を読み取る。（図 2）

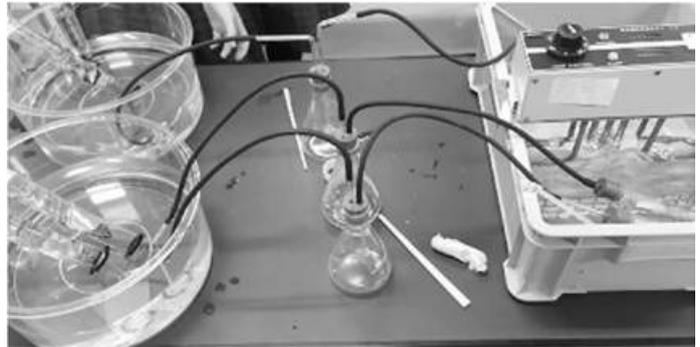


図 1 実験装置の全体

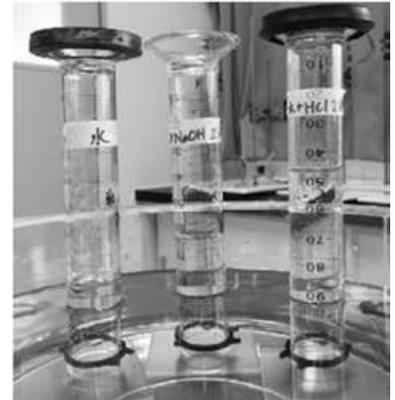


図 2 発生した気体をメスシリンダーに集めた様子

## 3. 結果

アルコール発酵の化学反応式は、以下のようになる。



pH7.0(中性)の場合、最も気体発生量が多くなるとの仮説を立て、今回の実験を行った。

当初は、実験結果が安定せず、その原因として、試験管の大きさ、酵母菌やグルコースの混ぜ方が不均一である可能性、実験器具が完全に乾燥していないことなどがあげられた。これらの点を改善したところ、誤差範囲が狭くなった。

表 1 に異なる pH 値における気体発生量を示す。データが安定するまで複数回実験を行った。図 3 では表 1 の結果と過去に報告された既存の実験データを比較したものをグラフ化した。

表1 20分あたりの気体発生量(ml)

pH2.3	pH4.3	pH7.4	pH9.4	pH11.2
36.4	40.4	71.7	52.0	50.3
46.1	38.2	60.7	50.1	42.2
38.8	35.7	59.3	54.8	38.9
36.1	41.6	63.1	52.1	45.1
42.2	23.1	74.5	62.3	47.9
40.0	8.2	54.9	65.4	38.1
44.9	35.1	63.1	60.0	48.3
41.9	33.2	63.1	50.8	51.1

- \*1 発生した気体はすべてアルコール発酵によって発生したものとする。
- \*2 溶液に塩酸1滴, 2滴, 水酸化ナトリウム1滴, 2滴加えた結果、それぞれ pH2.3, pH4.3, pH9.4, pH11.2 となった。
- \*3 図3は表1で背景を黒塗りしたデータを除いて平均化している。(背景を黒塗りした部分はデータが他と大きく外れた値のものである。)

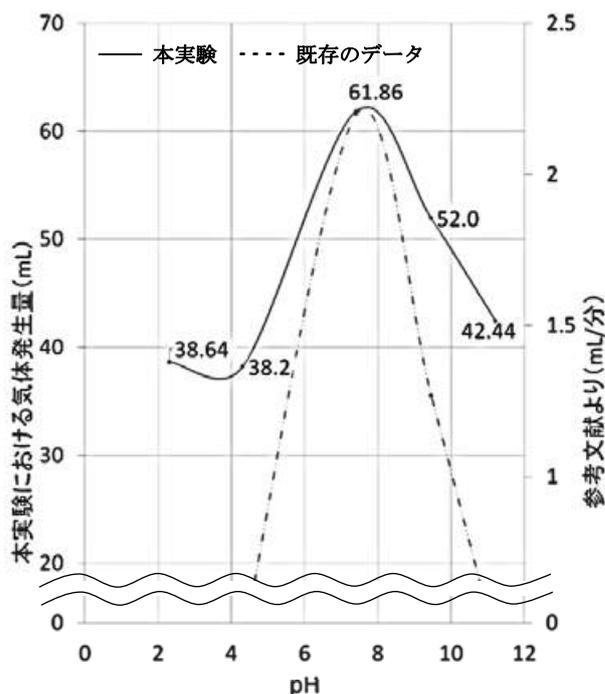


図3 本実験のデータと既存データの比較

#### 4. まとめ (考察)

- ・図3のグラフから pH7.5~8.0 の範囲で最も気体が発生多く、酸性、あるいは塩基性に傾くほど、気体の発生量は少なくなった。この結果から、アルコール発酵の適正 pH は pH7.5~8.0 とわずかに塩基性であることが明らかとなった。これは参考文献の既存のデータにほとんど合致する。
- ・反応前より反応後の溶液は pH の値が酸性に傾いたが、これは発生した気体である二酸化炭素の影響によるものではないかと考えた。
- ・本実験の気体発生量は化学反応式から導いた理論値の約 25% だった。このことから、未反応のグルコースがあるのではないかと考えた。
- ・本来、ビールづくりにおける最適 pH は 4.0~5.0 であるが、本実験はこれと矛盾した結果となった。この原因として、ビールづくりでは味や風味も考慮するためではないかと考えた。また、ビールづくりは長期間かけて安定して発酵させるため、本実験のように、効率のみを重視した短期間での発酵はふさわしくないと考えられる。

アルコール発酵における最適 pH を測定したが、溶媒として水道水を使用したため、日によって pH が変わることを考慮せずに実験してしまい、正確な最適 pH を測定することができなかった。

今後の課題としては、溶媒に純水を使用し、より分散が小さい結果を得ること。毎回始めと終わりの pH を測定し pH の変化がみられた場合その原因が二酸化炭素であるかを分析すること。また、今回の実験は 20 分と短時間のものであったので、より長い時間でビールの味や風味を考慮に入れた場合の適性 pH にどのような影響があるか調べる。そしてこれらすべての結果を踏まえてビールをつくることである。

#### 5. 謝辞

長期間に亘って研究のご指導してくださった辻先生、加藤先生他支えて頂いた多くの先生方に心から感謝申し上げます。

#### 6. 参考文献

文部科学省検定済教科書 高等学校理科用 生物 本川達雄・谷本英一編 啓林館  
 文部科学省検定済教科書 高等学校理科用 化学 斎藤烈・藤嶋昭・山本隆一編 啓林館  
 ダイナミック図説化学 竹内敬人 東京書籍株式会社  
 微生物による化学反応-鹿児島県総合教育センター  
<http://www.edu.pref.kagoshima.jp/research/result/siryou/shido/h15/s01428.pdf>

# 気体の浮力とアルキメデスの原理

E組 6番<sup>○</sup>小川尚輝      E組 16番 濱崎昂貴

E組 18番 古川泰成      E組 29番 山口慎士

## 1. 研究動機と目的

紀元前 287 年にこの世に生を授かったアルキメデスが現世にまで残した法則の 1 つである「アルキメデスの原理」が実際に気体についても成り立つのかということに興味を持った。

そこで私たちは、身の周りの空気にも含まれ、身近な気体である二酸化炭素、窒素、酸素について、空気による浮力と各気体による浮力の差を測定することで、「アルキメデスの原理」が成り立つかどうかを調べることにした。

## 2. 研究方法

以下の物を用意し、空気による浮力と各気体による浮力の差を測定する。アルキメデスの原理が成り立つと仮定した理論値と実測値を比較し、アルキメデスの原理が気体に対しても成り立つのかを調べる。

[準備物]

水槽、ビニールラップ、滑車×2、糸、亚克力板で作った直方体（一辺 7.7cm）、電子天秤、分銅、セロテープ、鉄製スタンド×2、窒素・酸素・二酸化炭素のスプレー缶（図 1 および写真 1 参照）

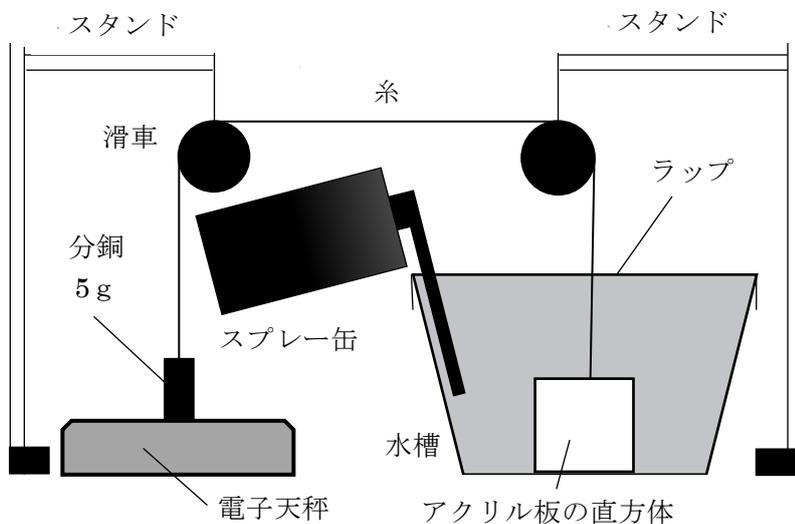


図 1



写真 1

[手順]

- (1) アクリル板の直方体に糸をつけて水槽に入れる。
- (2) 中央に穴をあけたラップで水槽を覆い、穴に糸を通して、滑車に掛け、分銅と繋ぐ。
- (3) 分銅を電子天秤にのせ、糸が張った状態に調整して、電子天秤の値を 0 にリセットする。
- (4) スプレー缶から測定する気体を水槽内に 15 秒間程度噴射し、電子天秤の値を読み取る。
- (5) (4) の作業をそれぞれの気体で 3 回ずつ行い、その平均値をとる。

### 3. 結果

(表 1)

	一回目 (g)	二回目 (g)	三回目 (g)	平均値 (g)
二酸化炭素	0.62	0.70	0.55	0.62
窒素	-0.27	-0.12	-0.21	-0.20
酸素	0.44	0.43	0.46	0.44

三回の平均値を kg 単位に直し, 重力加速度 ( $9.8\text{m/s}^2$ ) をかけて, 空気による浮力と各気体による浮力との差を求めると, 次のようになった。(表 2)

	各気体による浮力の大きさ - 空気による浮力の大きさ (N)
二酸化炭素	0.0061
窒素	-0.0020
酸素	0.0043

### 4. 考察

二酸化炭素と酸素の密度(それぞれ  $1.98, 1.43\text{kg/m}^3$ )は空気の密度(それぞれ  $1.29\text{kg/m}^3$ )より大きいため, アクリル板の直方体に及ぼす浮力が空気の場合(すなわち電子天秤を 0 にリセットした状態)よりも大きくなり, 電子天秤の示す値が正となる。一方, 窒素の密度は( $1.25\text{kg/m}^3$ )は空気の密度よりも小さいため, アクリル板の直方体に及ぼす浮力が空気の場合(すなわち電子天秤を 0 にリセットした状態)よりも大きくなり, 電子天秤の示す値が負となる。これらの予想通り, 結果は, 二酸化炭素と酸素では正, 窒素では負の測定値を得た。

次に, アルキメデスの原理に従って各気体が及ぼす浮力と空気が及ぼす浮力との差を求めると,

$$\text{二酸化炭素の場合} : (7.7 \times 10^{-2})^3 \text{ m}^3 \times (1.98 - 1.29) \text{ kg/m}^3 = 0.32\text{g}$$

$$\text{窒素の場合} : (7.7 \times 10^{-2})^3 \text{ m}^3 \times (1.25 - 1.29) \text{ kg/m}^3 = -0.018\text{g}$$

$$\text{酸素の場合} : (7.7 \times 10^{-2})^3 \text{ m}^3 \times (1.43 - 1.29) \text{ kg/m}^3 = 0.064\text{g}$$

となり, これらが電子天秤の示す値(表 2)に対応する。しかし, 正負及び大小関係は一致しているものの, 値そのものには大きな違いが見られる。気体の場合, 今回, 私たちが用意した立方体の物体の大きさ程度では浮力は小さく, そのため摩擦などの影響を受けやすく, 測定には大きな誤差を伴うからだと思われる。

今回の実験では, 密度の大きな気体ほど浮力は大きく作用することは確かめられた。また, アルキメデスの原理がうまく成立しているというには難しいが, 正負及び大小関係は一致したことから, 成立する兆しもうかがい知ることができた。今後は小さな浮力を精度良く測定できるよう, 摩擦の軽減を含めた装置の改良が課題である。それをクリアしたならば, アルキメデスの原理が成立すると断言できる結果が得られると思われる。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり, 山本先生, 加藤先生ほか, 奈良学園高校の多くの先生, 生徒のご協力にお礼を申し上げます。

### 6. 引用文献

江沢洋, 上條隆志, 東京物理サークル(2011) :

教室からとびだせ物理 物理オリンピックの問題と解答, pp. 17-19

### 7. キーワード 浮力, アルキメデスの原理

# スクロース水溶液の浸透圧

E組 10 番 田中眞空    E組 22 番 牧田藍瑠

E組 27 番 村田歩    E組 31 番 山本文尊

## 1. はじめに

### (1) 背景

東日本大震災の福島原発事故から日本は脱原発の動きが高まり、国内の原発は全停止し、停電に見舞われるなど、電力不足に陥った。日本の発電量全体における火力発電の比率増加により、電力不足は緩和されたものの、排出される温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化などの環境問題が懸念されており、新たな発電方法の確立が求められている。

### (2) 目的

化学の授業で浸透圧を学習した際に、浸透圧によって液面が上昇することに興味を持った。上昇した溶液から溶質と溶媒を分離し、溶媒である水を落下させるサイクルを構築し、水の落下から継続的に位置エネルギーを取り出してみようと考えた。これが成功すれば、この位置エネルギーを用いて発電できる可能性が生まれ、前述の温室効果ガスの排出量削減や電力コストの縮小につながるのではないかと考えた。

## 2. 研究方法

### (1) 実験に使用したもの

スクロース(ショ糖)、浸透圧実験装置、ビーカー、フラスコ、純水、電子天秤、ろうと、ホールピペット、安全ピペッター、薬包紙、薬さじ、メスシリンダー、メスフラスコ、ゴム管、スタンド

### (2) 実験内容

- ①0.5mol/L, 1.0mol/L, 1.5mol/L のスクロース水溶液を用意し、濃度毎に図 1、写真 1 の実験装置を用いて 5 分毎に液面の高さを調べる。
- ② $4.0 \times 10^{-2}$  mol/L, 0.40 mol/L のスクロース水溶液を用意し、①の実験装置のガラス管をシリコンチューブで延長して、濃度毎に液面の最終到達高さを調べ、ファントホッフの法則がどの程度成立するか調べる。
- ③①②をふまえて、図 2 および写真 2 のような装置を組み、水が循環するか調べる。



写真 1

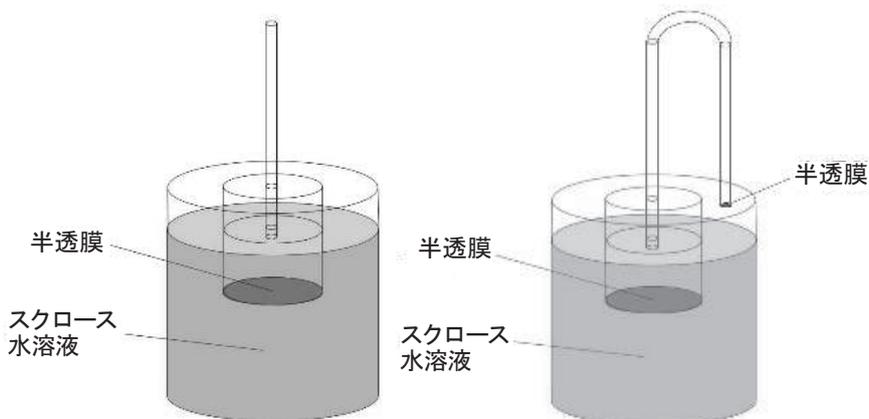


図 1

図 2

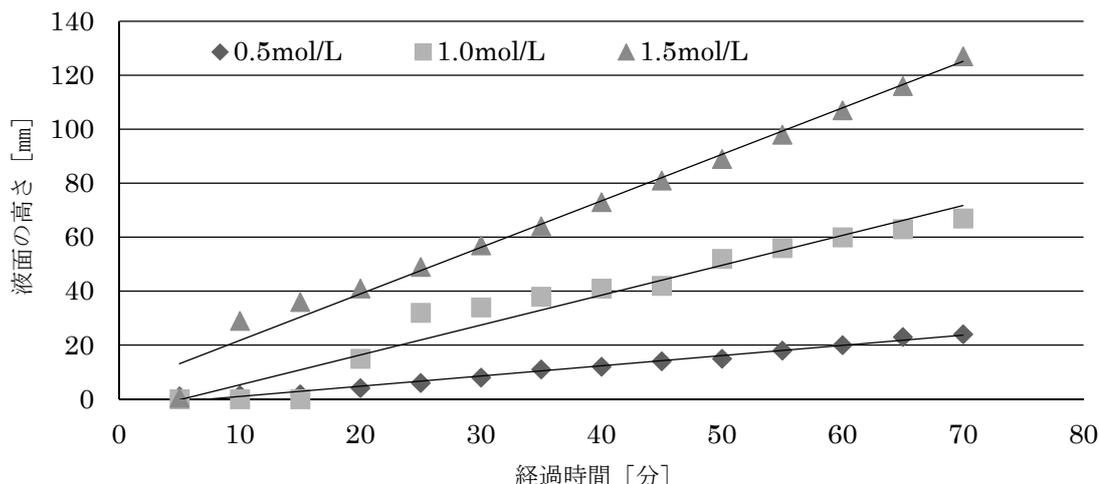


写真 2

## 3. 結果

①では、次のような結果を得た。なお、液温は 23.5℃であった。

濃度毎の液面上昇と経過時間



②では、液温が 17℃で、 $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  で 270mm,  $0.4 \text{ mol/L}$  で 759mm となった。

③は、水が吸い上げられ液面が上部まで移動し、溶液から水のみ通過させる目的で設けた半透膜に達したものの、実際には水は半透膜を通過できず、サイクルは成立しなかった。なお、実験装置は密閉でなく、装置の温度は外部の気温と同じであった。

#### 4. まとめ (考察)

①において、浸透が開始するまでに多少時間がかかるものの、一旦浸透が開始されると、経過時間に比例して液面が上昇していくことが分かる。浸透した水で溶液の濃度は薄くなっていくが、実験の時間程度ではその変化は無視できるほど小さく、常に単位時間あたり一定数の水分子が浸透していくためである。なお、濃度が大きいほど傾きが大きいことから、浸透速度は濃度が大きいほど大きいことが分かる。すなわち、濃度差が大きいほど、浸透圧が大きくなると共に浸透速度も大きいことが分かる。

②において、到達高さ  $h$  [m], 溶液濃度  $C$  [mol/L], 気体定数  $R=8.31 \times 10^3$  [Pa·L/(K·mol)], 絶対温度  $T$

[K], 溶液密度  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>], 重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とすると、ファントホッフの法則より、 $h = \frac{CRT}{\rho g}$  と表さ

れる。これに、今回のデータを適用して  $h$  を求めると、 $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  のときでは  $9.8 \times 10^3$  mm,  $0.4 \text{ mol/L}$  では  $9.8 \times 10^4$  mm にもなり、実験結果と大きく異なっている。ファントホッフの法則は希薄溶液に対して成立し、今回用いた溶液は希薄溶液とは言えない。しかし、当初、希薄溶液で行ったが浸透が起らず液面が上昇しなかった。そこで、濃度を大きくして実験したわけだが、それでもこの結果は理論値とほど遠い。そのため、ファントホッフの法則が成立するか確かめることはできなかった。おそらく、用いた半透膜が持つ性質によって、浸透が制限され、液面上昇は小さめに現れたのではないかと考えられる。原因は現在考察中である。

③において、水を吸い上げたスクロース水溶液が前述の分離用半透膜を通過するには、半透膜が湿っている必要があり、また湿っていても、膜上にたまるわずかなスクロース水溶液ではその自重による水の浸透には無理があると考えられる。今回の装置ではサイクルを構築することはできなかった。装置の工夫が今後の課題の1つである。これがクリアできれば、これを応用して、例えば、河口などの濃度差が生じる場所からエネルギーを回収することが可能ではないだろうか。

今回の実験では①②で気圧を測っていなかったこと、②で時間が足りず調べられた回数が少なかったこと、それにより③で用いる溶液の適切な濃度が不明だったこと、③で純水の蒸発を考慮してなかったこと、それにより分離用半透膜を水が抜けたかどうかわからなかったこと、等が課題に挙げられる。

#### 5. 参考文献

- 1) 啓林館：文部科学省検定済教科書高等学校理科用化学
- 2) 啓林館：センサー総合化学
- 3) 東京書籍：ダイナミックワイド図説化学

# エアエンジンの将来性について

## —実用性の試算と試作における難点—

C 組 27 番 福田 大崇 D 組 8 番 小野 拓海 D 組 9 番 ○北川 智博

D 組 12 番 米谷 宜展 D 組 21 番 東野 礼

### 1. はじめに

#### (1) 背景

近年、地球温暖化が深刻な問題となってきた。その中で、エコカーが生まれた。しかし、地球温暖化は進み、自動車だけでなく、人類の活動全体における省エネルギー化が必要となっている。また、世界中で車の数は増加し、温暖化を加速させている。エコカーはバッテリーなどにレアアースを使うため、今後、ますますレアアースの争奪戦は激しくなると考えられる。エコカーの生産を続けるため、レアアースの使用を抑える必要がある。

#### (2) 目的

熱エネルギーの使用において損失が大きいと考え、効率的に熱エネルギーを発生、吸収する方法として、圧搾空気を媒体とすることを考えた。熱エネルギーが必要な時に空気を圧搾して熱を発生させ、熱を吸収する必要があるときに、減圧することで熱を吸収する。このシステムは、レアアースをほとんど使わないが、効率が悪いので、本研究では自動車に焦点を当て、効率を上げる方法を探る。

### 2. 方策と研究方法

#### (1) エンジンの効率を上げる

本研究では、エアエンジンの駆動効率を上げるために、気体が膨張する力を直接回転運動に変換する、バンケルロータリーエンジン型のエアエンジンを 3D プリンターを使用して製作しようとした（写真 1）。しかし、プラスチックが冷却されるときに部品が反る、プラスチックが融解しているときに広がり、寸法がくるうなどの問題が生じたため、駆動させることができなかった。なお、「3. 結果」においては、次の方策(2)に関するのみ触れる。



写真 1

#### (2) 外部からエネルギーを得る

圧搾空気車の実用化を妨げている物の一つに、航続距離の短さがあるが、圧搾空気によるエネルギー蓄積量は非常に少なく、駆動効率を上げることのみによる航続距離の延長には、限界があると考えた。そのため、我々は、車外からエネルギーを得る必要があるのではないかと考えた。本研究では、エネルギーを得る手段を、熱伝導による外気からのエネルギーの獲得、太陽光エネルギーの獲得に絞って試算を行った。

<試算の上で行った仮定について>

- 1) 気温は、夏/26.9度、冬/6.2度とする（気象庁より、それぞれ8、12月の奈良の平均気温）。
- 2) 底面付近の気温は、夏/44.5度、冬/6.2度とする（夏は実測値、冬は奈良の平均気温）。
- 3) 日射強度は、夏/17.6MJ/m<sup>2</sup>、冬/7.2MJ/m<sup>2</sup>とする（気象庁、それぞれ8、12月の奈良の全天日射量）。
- 4) 寸法などは、TOYOTA MIRAI のものを使用する（上面に関して、夏は、ガラスの占める面積も含めて受光面積と考える）。
- 5) 空気中の熱を捕集するための配管には、アルミニウムを使用したとして、放熱効率は、実験によって求めた。
- 6) エアエンジンの熱効率は実際に販売されている、AIRPOD のエンジンと同じであるとする。

### 3. 結果

#### (1) アルミニウムから空気への放熱効率を求める実験

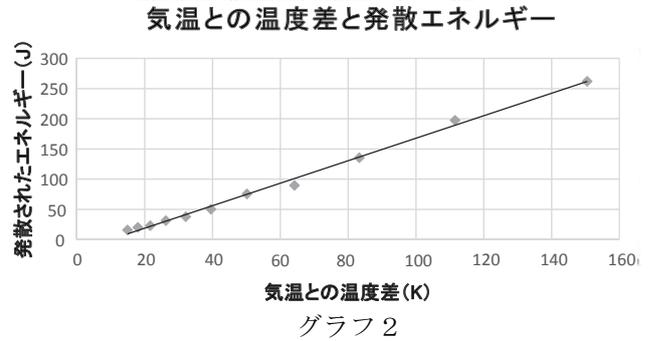
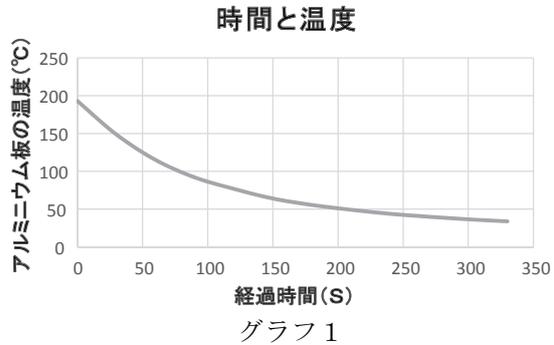
##### 1) 実験方法

- ① ガスバーナーでアルミニウム板が変形、融解しない程度の温度まで加熱する。
- ② アルミ板を断熱材の上に置き、温度を30秒ごとに計測する。

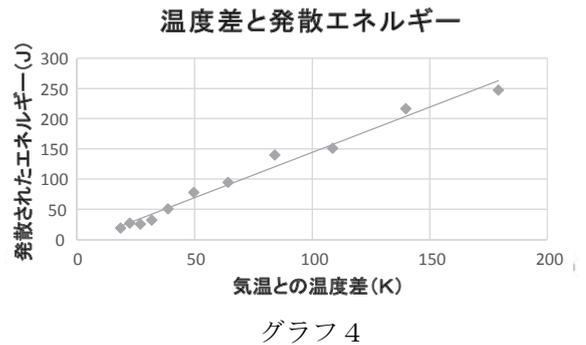
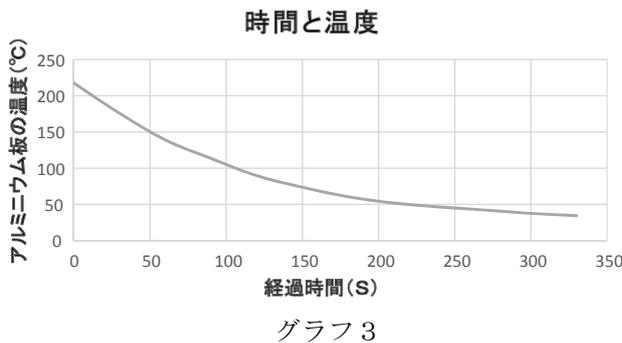
③ 30秒ごとの温度低下と比熱から、アルミニウムから空気へと放出された熱量を求める。

2) 実験結果

① 一度目：アルミニウム板の温度と経過時間の関係は、グラフ1のようになった。また、発散されたエネルギーと、空気とアルミニウム板の温度差の関係は、グラフ2のようになった。これより、アルミニウム板からの放熱は、 $4.52\text{J}/\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{s}$ となった。



② 二度目：アルミニウム板の温度と経過時間の関係は、グラフ3のようになった。また、発散されたエネルギーと、空気とアルミニウム板の温度差の関係は、グラフ4のようになった。これより、アルミニウム板からの放熱は、 $4.40\text{J}/\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{s}$ となった。①②より、アルミニウム板からの放熱は、 $4.46\text{J}/\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{s}$ と求められた。



(2) 航続距離の試算

(1)の結果を用いると、以下のようになった。(1kmあたりの使用エネルギー量は、MIRAIの使用エネルギー量から外部からの獲得エネルギー量を除いたものとする。)

	MIRAI	エアエンジン冬	エアエンジン夏
貯蔵可能なエネルギー (J)	$1.05 \times 10^{12}$	$2.05 \times 10^{10}$	$2.05 \times 10^{10}$
駆動効率 (%)	83	68	68
使用可能なエネルギー (J)	$8.70 \times 10^{11}$	$1.40 \times 10^{10}$	$1.40 \times 10^{10}$
航続可能距離 (km)	650	10.46	10.47
1kmあたりの使用エネルギー量(J)	$1.34 \times 10^9$	$1.33 \times 10^9$	$1.33 \times 10^9$

4. 考察

車外からエネルギーを取り入れることで、車両の航続距離を伸ばそうと考え、シュミレーションを行った。その結果、航続距離は 10 km程度と、実用には程遠い数値が算出された。AIRPODよりも充填気圧が高いにもかかわらず、航続距離が伸びなかった理由は、重量にあるのではないかと考えられる。AIRPODの車重が200 kg程度であるのに対して、MIRAIの車重は、1850 kg程である。これより、航続距離を伸ばすためには、わずかなエネルギーを取り入れようとするよりも、軽量化を行ったほうが効果的であることが分かった。

また、夏における航続距離のほうが冬のものよりも長かった。「1. (2) 目的」で述べた熱エネルギーをやり取りするシステムは、圧搾空気の需要が夏に高まることを前提としていたため、現実的には実現が難しいということが分かった。

## 夢の水上歩行！？ダイラタンシー現象

B組 35 番 吐田尚生 C組 13 番 杉野大輔 C組 16 番 巽大輝  
C組 18 番<sup>○</sup>永田史 C組 30 番 松尾征一郎 C組 34 番 宮川夏輝

### 1. はじめに

今回、我々がダイラタンシー現象について研究しようと思ったのは、名探偵コナンの犯人の逃走手段を見て驚いたからだ。この現象をより詳しく知りたいと思いこのテーマにした。

### 2. ダイラタンシー現象の原理

ダイラタンシー現象はダイラタント流体と呼ばれる固体と液体の混合物によって引き起こされる。この流体に急激に力を加えると流体中の粒子が密集し、粒子同士の隙間が小さくなることで一時的に固体のように硬化するが、力を加えるのを止めると元の液体に戻る。この現象がダイラタンシー現象である。

### 3. 実験の目的と結果

目的：ダイラタンシー現象が発生する最適な条件の調査

#### 実験内容

#### A. 現象発生のための最適なダイラタント流体の濃度

流体の濃度を調節し落下させたビー玉が最も長く液面で静止する濃度を調べた。

使用材料：片栗粉、水 400g、ビー玉

結果：現象は片栗粉を 530g 加えたとき初めて発生、その後 10g ずつ片栗粉を加えていくと物体が液面で一瞬静止するのがはっきり観測できるようになる。最も長く液面で静止したのは、片栗粉を 580g 加えたときであった。それ以上片栗粉を加えても静止時間は長くならず片栗粉を 610g 加えたとき水分がなくなってしまったため流体でなくなってしまい実験不可能となった。

以上より現象に最適な流体の濃度は片栗粉：水=29：20、つまり約 59% であることが分かった。これ以後の実験で用いたダイラタント流体はすべてこの比率で作成した。



ボールが水面で静止する瞬間

#### B. 現象を発生させる最適な力の測定

I：おもりの重さを変化させたとき

使用材料：水 3 kg、片栗粉 4.35 kg、おもりの異なる石、ペットボトルで製作した容器

結果：下の表のようになった。

表 1：おもりの異なる石を 0.5m の高さから落下させた液面での静止時間

重量 (kg)	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
時間 (s)	0.217	0.261	0.261	0.130	0.130	0.174

上の表より最も静止時間が長いのは 1.0 kg、1.2 kg のときである。今回は平均をとり 1.1 kg が最適なおもさと考える。このとき石が着水時に液面に与える力は 13.193 (N)、このとき石が液面に与える圧力は 2932 (Pa) である。

Ⅱ：おもりを落下させる高さを変化させたとき

使用材料：金属製の球(70g)，水 800g，片栗粉 1160g，丸型水槽

結果：下の表のようになった。

おもりを落とした高さで液面で停止した時間

高さ (cm)	40～45	50～65	70～80	85～120	130～160	170～	推定 250
時間 (s)	0.043	0.087	0.130	0.174	0.217	0.174	0.043

表 2

上の表より 130～160 cm のとき静止時間が最も長くなり，それよりも高くから落下させると静止時間は，より短くなることが分かった。

70g の物体を 145 cm の高さから落下させた場合，I と同様にして液面に物体が加える力を計算すると，1.7198 (N) である。このとき水面に加わる圧力は 3448.3Pa である。

#### 4. 考察

実験 A の結果から分かったことは，ダイラタンシー現象は最適な濃度より薄くても起こるが濃いと次第に水分がなくなり流体でなくなってしまい 59% というのは最適濃度と同時に流体が流体であるための限界の濃度であるということだ。

実験 B の結果から分かったことは，流体の反発力はおもりの重さや落下させる高さに比例して増加するが重さ，高さが一定の値を超えると増加しなくなることだ。

これはおもりが自重や落下し始める高さに比例して液面に与える撃力が大きくなり，その力が，流体が発生させる反発力の最大値を超えることに起因していると推測される。

#### 5. 反省と感想

まず，実験する前までは流体が発生させる反発力でおもりが液面で跳ね返ると思っていたが，実際は液面上で静止する程度で，イメージと現実の違いを痛感した。また，実際に人が走れるのか検証してみたが，実際簡単に液面上で足踏みが可能だった。しかし常に動かないとやはり沈んだ。このときつま先立ちで足踏みした方がより強く反発したが，これは液面に触れる底面積が狭いと液面にかかる撃力が大きくなるためである。

強力粉でも実験を行ってみたが片栗粉のように現象は顕著に現れなかった。

今回，実験を通した反省点は実験で使ったおもりの形状の統一性のなさだった。おもりの形状を統一すれば圧力をより正確に実験できた。また，前述した流体の反発力の最大値を求める実験を行うことでより現象を深く理解できた。本研究では流体の反発力が正確に何の力に比例し上下するのか調査できず，それを明らかにするのが今後の課題だ。

#### 6. 謝辞

本研究を進めるにあたり協力して下さった新川先生にこの場を借りお礼を申し上げます。

# 光弾性を利用した応力の観察

D組 03 番 ○池内優奈 D組 11 番 黒崎悠

## 1. はじめに

### (1) 背景

2016年4月14日起こった熊本地震では多くの死者がでた。また、多くの建物が倒壊した。そこで、建物の梁にかかる応力に興味を持った。

### (2) 目的

光弾性に適した材質を探し、光弾性を利用し、梁にかかる応力の様子を観察する。

## 2. 研究方法

### (1) 光弾性の原理

力を外加えた光弾性体（外力を加えると、歪みの大きさによって複屈折の大きさと向きが変化する物質）に偏光をあてると、歪みの大小によって複屈折した偏光に位相差が生じ、干渉縞が観察される。（写真1）

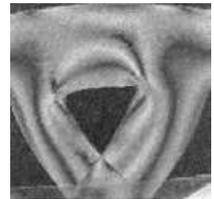


写真1

### (2) 実験に適した材質選び

最初、粘土で作った直方体の型にレジン（エポキシ系）樹脂を流し込み凝固させ、光弾性体を作ろうと試みた。外部から力を加え偏光を当てたところ、干渉縞が現れた。しかし、作成過程において歪みや損傷が生じ、この作成方法は実験には不適切だと判断した。次に、市販の素材を使用することにした。アクリル素材、PET素材を用意し、偏光を当てたところ、アクリル素材に干渉縞は現れなかったが、PET素材には現れた。以上により、市販の3mm厚のPET素材の板を使用することにした。

### (3) 用いた梁の形状

①切り込みなし ②半円形 ③三角形 ④四角形 の切り込みを入れた4種類の光弾性体を用意した。なお、①は②～④において切り込みの形状以外の条件が揃っていることを示すために用意した。

### (4) 実験で使った機材

機材を以下の図1のように設置した。写真2は実験に用いた梁の試料である。

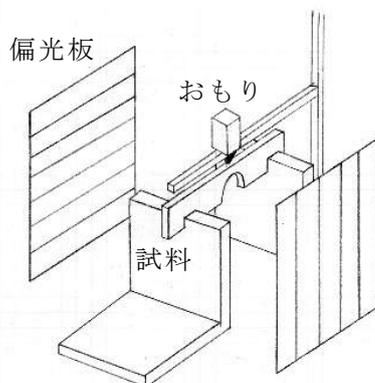


図1



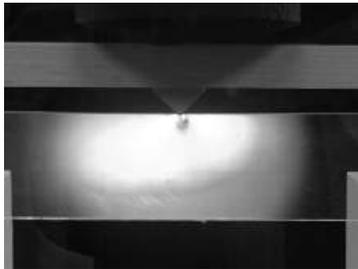
写真2

### (5) 実験

(4)で示したように、2枚の偏光板を軸が直交するように重ね、その間に4種類の光弾性体を設置する。そして光弾性体の一点に外力を加えて偏光を当てる。その際に現れた干涉縞の違いを観察する。

### 3. 結果

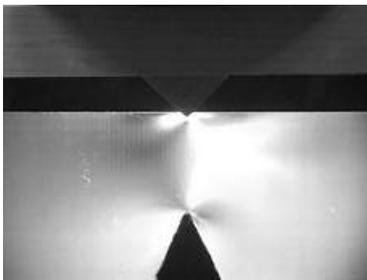
4種類の光弾性体において観察された干涉縞は以下の写真①～④のようになった。



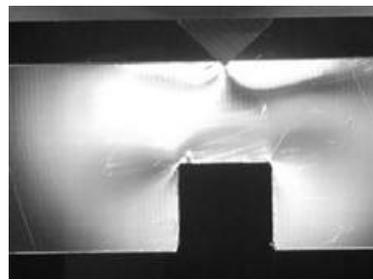
①切り込みなし



②半円形



③三角形



④四角形

①～④からわかるように、応力を加えた1点に干涉縞が集中している。同様に干涉縞が集中している場所に応力が集中していることがわかる。②は円周に応力が分散している様子が、③④は角となっている部分に応力が集中している様子が、それぞれ観察できた。

### 4. まとめ

梁に切り込みを入れる場合、切り込みを円形などの角の無い形にすると、応力の集中を防ぐことができる。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、新川先生に多くの助言、ご指導を頂きました。また、奈良学園高校の多くの先生、生徒のご協力にお礼申し上げます。

### 6. 引用文献

物理，啓林館出版

### 7. キーワード

光弾性

# 立体構造と耐荷重

D組 22 番 平田実慧 D組 25 番 増永桃子 D組 32 番 山荘日捺子

## 1. はじめに

近年世界中で地震が多発しており、特に日本は地震大国であるため、地震というワードをよく耳にする。また、建築は地震との関わりが強く、最近では耐震工事などが重視されている。また、普段から建物の構造と地震との関わりや、立体構造に興味があったため、簡易な構造から、実際の建築に使われている構造や筋交いなどの丈夫と思われるものまで作って強度の差を調べた。

## 2. 研究方法

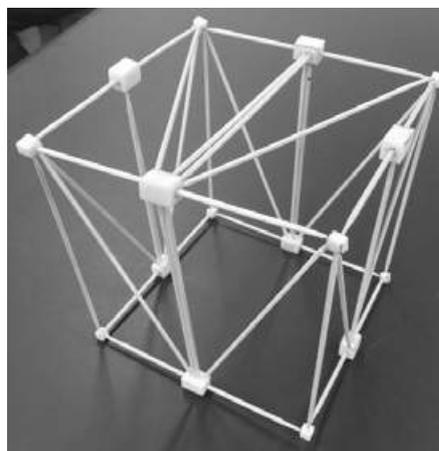
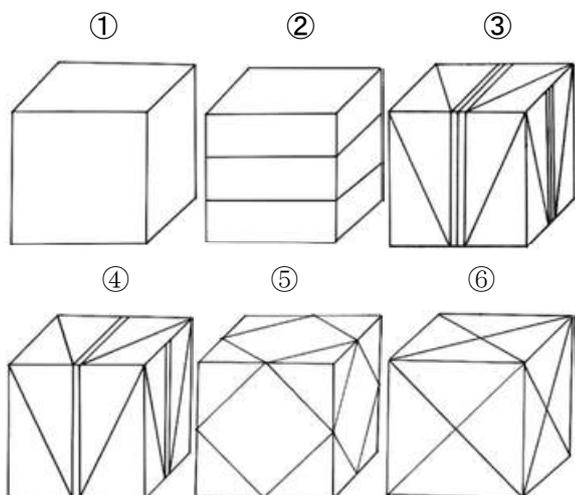
### (1) 準備するもの

長さ 15cm の竹串 720 本、バーベキュー串 40 本、消しゴム 30 個、カッターナイフ、ライター、針金、瞬間接着剤、40×60cm の板、錘用のペットボトル 20 本、砂、秤

### (2) 立体構造の作成と実験方法

竹串の両端を細く削り、端から 3mm のところに印をつけて消しゴムに差し込まれる長さを均一にした。頂点の部分となる消しゴムは 6mm 角に切った。①⑥以外の構造には竹串を消しゴムに貫通させるためにライターで熱した針金で消しゴムを溶かしながら穴を開けた。立方体の頂点となる竹串の接着は消しゴムで行いそこに竹串を差し込み、さらに瞬間接着剤をつけて強度をあげた。その上に板とペットボトルに水や砂をつめたおもりを少しずつ乗せてどの重さまで耐えられるかをみた。また、使用する構造を考える際に、実際に大和ハウス研究所を訪れさまざまな構造について学んだ。

### (3) 本実験で使用した 6 種類の構造



※ ③はトリプルコンバインド、④はダブルコンバインドという。(大和ハウスより)

## 3. 予想

筋交いを入れていない①と②は、作っている段階から安定感がなかったので、静荷重にも弱いと考えた。③は、実際の建築にも使われており④の中央二本の真ん中に一本加えるだけで強度が格段に増すと大和ハウスで伺ったので本研究にも取り入れた。⑤は斜めに支えている本数が多いから一番強度があると考えた。よって私たちの予想は、静荷重への強度の小さいものから順に①②⑥④③⑤とした。

#### 4. 結果

実験の結果は下表のように、①②⑤⑥④③となった。

	本数	耐荷重		g/本	
①	12	0.1kg	0.79	8.33	2.5
②	20	0.235kg	1.8	11.7	3.5
③	38	12.6kg	100	331	100
④	33	9.98kg	79	301	91
⑤	26	7.19kg	57	275	83
⑥	26	8.49kg	67	325	98



※ 本数とは使った竹串の合計の長さを竹串一本の長さ 15cm で割ったものである。

※ それぞれの構造を 2 個ずつ作り得られた結果を平均した。

※ 耐荷重と g/本の右側の欄の数値は③を基準の 100 として他を百分率化したものである。

#### 5. 考察

- ①②とその他では結果に大きな差が出た。①②は筋交いが入っていないため水平に揺れやすくなりつぶれやすい。①と②以外の構造については、斜めの構造を入れることで竹串一本一本にかかる力が分散されてバランスがとれやすかったから比較的静荷重に耐えられたのではないかと考えた。
- ⑥は強度に問題はないが実際の住宅を作るとき窓を取り付けることができないので実用的ではない。ただし、プレハブ小屋などの窓を必要としない建築物には適している。一方で、強度はいまいちだが窓や出入口をとりつけやすいという点で⑤は優れている。
- ④と⑥は約 33 本、26 本と本数に大きな差があったので全壊したときの重さは④のほうが上回ったが一本あたりにかかる重さを考えると⑥の方がより重い荷重に耐えられるので⑥は簡単な構造でかつ効率のよいつくりだと考えられる。(ただしデザインの観点からは上記より実用的でない)
- ⑤と⑥では共に 26 本と本数は同じだが、全壊したときの重さ、一本あたりにかかる重さのどちらにも大きな差があった。このことから短い棒で筋交いをするよりも長い棒を使うほうがよいとわかった。短い筋交いだとそれぞれの竹串の中央で接着されている部分が折れるという結果があったことから、接着部分が弱いのでよい結果が得られなかったと考えた。⑤が最も強度が大きいと予想したが、接着部分が多い分だけ不安定な部分が増えたのではないだろうか。
- ③⑥を比較すると竹串 1 本の耐荷重は、100, 98 とほぼ差はなく本数は 38, 26 と⑥の方が大幅に少なく単純な構造のため作りやすく、材料費を抑えられ、短期間で作り上げることができるため⑥の方が幅広く使用されているように一見思われる。しかし、実際の建築で窓を必要とする場合、例として一面の右半分窓をつけたいとき、⑥は 2 本全ての筋交いを取り除かなければならずまた、そうすることで強度が著しく低下する。それに対し③は、1 本を取り除くだけで良いので強度に大幅な影響を与えない。大和ハウスが③を使用している理由はこれだと考えた。

#### 6. 反省

- 崩れるまで時間がかかることを想定できず、錘を乗せてから次の錘を乗せるまでの時間がまちまちになっていた。
- 実際の建築物を目指したものの誤差ができてしまった。
- 時間の都合上、もっとたくさんの構造パターンで試すことができなかった。

#### 7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、大和ハウス工業総合技術研究所の方々には多くの助言、ご指導をいただきました。また、奈良学園高校新川先生の多大なるご協力にお礼を申し上げます。

# 重力加速度の測定

C組 8番 嘉祥寺巧真 C組 20番 七塚侑

D組 1番 ○安房井英人 D組 23番 坊農真広 D組 24番 堀井樹

## 1. はじめに

いつも物理の問題で何気なく使っている、重力加速度を自分たちで正確に導き出すことが可能であるのか疑問に思ったため、研究テーマとした。

## 2. 実験方法

振り子の単振動の式を使って以下の実験【A】、【B】より重力加速度を求める。

### 実験【A】

- ① 振幅が振り子の長さL（糸の長さ+おもりの半径）の1/10以内になるようにおもりを振らせる。
- ② 振り子の長さL（25, 50, 75, 100 cm）のときの、それぞれの周期Tを調べる。
- ③ ただし周期Tは、おもりが最下点を左から右へ20回通過する時間から求める。

単振動の公式から得られた  $g = 4\pi^2 L / T^2 \dots (i)$  に、②で求めた周期Tの値と長さLを代入して、重力加速度を求める。

### 実験【B】

- ① おもりを長さL（25, 50, 75, 100 cm）のそれぞれで100回振らせ10回目ごとの時刻を記録し、周期Tを求める。
- ② 実験【A】と同様に求めた周期Tを（i）式に代入し、重力加速度を求める。

## 3. 結果

### 実験【A】の結果

	1回目	2回目	3回目	平均	T	T <sup>2</sup>	重力加速度
0.25 m	19.93	19.85	19.84	19.8733	0.9937	0.9874	9.9958
0.50 m	28.32	28.31	28.32	28.3167	1.4158	2.0046	9.8470
0.75 m	34.81	34.71	34.78	34.7667	1.7383	3.0218	9.7984
1.0 m	40.23	40.19	40.1	40.1733	2.0087	4.0347	9.7846

おもり一個のときの結果（表）

	1回目	2回目	3回目	平均	T	T <sup>2</sup>	重力加速度
0.25 m	19.72	19.71	19.71	19.7133	0.9857	0.9715	10.1587
0.50 m	28.43	28.3	28.32	28.3500	1.4175	2.0093	9.8239
0.75 m	34.63	34.73	34.78	34.7133	1.7357	3.0125	9.8285
1.0 m	40.27	40.32	40.2	40.2633	2.0132	4.0528	9.7409

おもり二個のときの結果（表）

## 実験【B】の結果

L = 0.25m						L = 0.50m							
回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T	回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T		
10	9.93	60	59.82	49.89	0.9978	10	14.11	60	85.01	70.9	1.4180		
20	19.89	70	69.75	49.86	0.9972	20	28.25	70	99.21	70.96	1.4192		
30	29.86	80	79.75	49.89	0.9978	30	42.45	80	113.38	70.93	1.4186		
40	39.8	90	89.72	49.92	0.9984	40	56.63	90	127.57	70.94	1.4188		
50	49.78	100	99.72	49.94	0.9988	50	70.8	100	141.68	70.88	1.4176		
					平均	0.99800						平均	1.41844
					g	9.899						g	9.801
L = 0.75m						L = 1.0m							
回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T	回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T		
10	17.38	60	104.35	86.97	1.7394	10	20.04	60	120.35	100.31	2.0062		
20	34.76	70	121.73	86.97	1.7394	20	40.09	70	140.42	100.33	2.0066		
30	52.19	80	139.11	86.92	1.7384	30	60.16	80	160.53	100.37	2.0074		
40	69.57	90	156.52	86.95	1.739	40	80.2	90	180.64	100.44	2.0088		
50	86.88	100	173.9	87.02	1.7404	50	100.31	100	200.72	100.41	2.0082		
					平均	1.73932						平均	2.00744
					g	9.777						g	9.787

おもり一個のときの結果（表）

L = 0.25m						L = 0.50m							
回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T	回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T		
10	9.91	60	59.3	49.43	0.9886	10	14.31	60	85.38	71.07	1.4214		
20	19.79	70	69.2	49.45	0.9890	20	28.46	70	99.61	71.15	1.4230		
30	29.67	80	79.1	49.47	0.9894	30	42.69	80	113.81	71.12	1.4224		
40	39.55	90	89	49.45	0.9890	40	56.94	90	128.07	71.13	1.4226		
50	49.48	100	98.9	49.42	0.9884	50	71.15	100	142.27	71.12	1.4224		
					平均	0.9889						平均	1.4224
					g	10.0826						g	9.7470
L = 0.75m						L = 1.0m							
回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T	回数	T <sub>1</sub>	回数	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T		
10	17.46	60	104	86.96	1.7392	10	20.21	60	120.9	100.69	2.0138		
20	34.82	70	122	86.98	1.7396	20	40.29	70	141.03	100.74	2.0148		
30	52.23	80	139	86.95	1.7390	30	60.49	80	161.16	100.67	2.0134		
40	69.63	90	157	87	1.7400	40	80.61	90	181.27	100.66	2.0132		
50	87.01	100	174	86.98	1.7396	50	100.77	100	201.4	100.63	2.0126		
					平均	1.7395						平均	2.0136
					g	9.7756						g	9.7273

おもり二個のときの結果（表）

### 4. 考察

実験【A】で求めた重力加速度の全平均は 9.872、実験【B】で求めた重力加速度の全平均は 9.825 となり、コンピューターで求めた物理教室の重力加速度 9.797 に、より近づいた。したがって、実験【B】のほうが精度が高いことがわかった。その理由として、実験回数を増やすことにより誤差を少なくすることができ、得られた周期 T の値の差をとることによりさらに正確な値を求めることができた。しかし、両実験ともにコンピューターで求めた値と若干の誤差が生じてしまった。

### 5. 謝辞

本実験を進めるにあたり、渡辺先生には多くの助言、ご指導をいただきました。お礼を申し上げます。

### 6. 引用文献

啓林館様 高校物理

# 地下水脈を求めて

## —地下探査Ⅳ—

A組 32番 ○狼谷匠 A組 34番 住川瑞季 A組 36番 永田唯  
A組 38番 東口颯真 D組 19番 時永志帆

### 1. はじめに

#### (1) 背景

矢田丘陵は標高 315m の松尾山を主峰とする低丘陵地で、表土の薄い変成岩帯であることから、水脈が細く、「井戸も掘れない」と地元では言われてきた。実際、校内を流下する3本の沢水は、毎年8月になると一時期表層水がなくなり、ホタルの増殖や淡水魚類の増殖活動の大きな障害となっている。

#### (2) 目的

校内を流下する沢水は、毎年8月に一時期表層水がなくなるが、その下流には小さな湿地がある。この場所は、沢水が涸れても湧水が見られることから、私たちは校内には必ず地下水脈が存在すると考え、その水脈を探り当てること、そして、その水脈から表層へ水を汲み出すことができるように水環境を整備することを目的として、4年前に先輩方がこの研究を始めた。

### 2. 研究方法

この地下水脈探査には、地下の見掛比抵抗を測定する電気探査法（ウェンナー法）を用いた。ウェンナー法とは、まず、測定地に27mの直線路をとり、1mごとに長さ20cmの金属棒を計28本挿していく。そして、そのうち4本の電極を等間隔にとり、外側の2本の電極に電流を流し、内側の2本の電極で電圧を測定し、その値から見掛比抵抗を公式（ $\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$ ）に従って算出する測定法である。この方法によって、おおよその地下構造を予測することが可能である。

### 3. 結果

(1) 図1の地下モデルから、北側の水たまり付近の見掛比抵抗が比較的高いとわかった。

(2) 図2のような降水量と見掛比抵抗のグラフから、地上から深さ1～3m地点の変化は大きく、3～9m地点の変化は小さいことがわかった。

### 4. 考察

#### (1) について

私たちは、はじめ、測定場所の北側にある水たまりの水が地下に染み込むことで、測定場所の北半分は見掛比抵抗が低いと仮定した。しかし、図1より、北側の見掛比抵抗が高いため、この仮定に反する。そこで、水たまり周辺について調べると、この水たまりは昔の水田跡であることがわかった。通常水田はきめの細かい粘土層できているため、水が外部に漏れにくい。これが測定場所の北側の見掛比抵抗が高い原因であると考えた。

(2)について

図2より、測定場所の地上から深さ1～3mの上層部と、深さ3～9mの下層部とでは地質が異なると考えられる。また、雨が降っても見掛比抵抗が常に低い箇所は岩盤である可能性が高いと考えられる。以下、仮想岩盤と記述した。過去の試験調査地でのボーリング調査の結果では、仮想岩盤の上を地下水が流れており、また、その地点の見掛比抵抗と今回の測定場所での仮想岩盤上の見掛比抵抗が同じレベルであることから、今回の測定場所の仮想岩盤上にも地下水が流れていると考えた。



## 5. まとめ

以上より、地下水面を図3のように推定した。

## 6. 今後の課題

地下水が現在の測定場所より南側にも続いていると考えられることから、電極の場所を南側に寄せて、改めて地下探査を行った上で、実際に、試験的に穴を掘り、その地質を調べて、地下水脈の場所を特定したい。

また、この研究を通して、地下水の資源的価値の高さと、それ故の世界各地で発生している急激な地下水位低下や枯渇の問題を知ることになった。地下水を保全しながら持続的に利用することの大切さを訴えていく知識と技術を身に付けていきたい。

## 7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、京都大学大学院工学研究科後藤忠徳准教授には、多くの助言、ご指導を頂きました。また、渡邊義文先生ほか、奈良学園高校の多くの先生のご協力に厚くお礼を申し上げます。

## 8. 参考文献

- 1) 井田徹治/日本地下水学会 (2009):『見えない巨大水脈 地下水の科学』 講談社
- 2) 愛媛県 (1997): 中央構造線断層帯(愛媛北西部)に関する調査 5. 比抵抗映像法電気探査 pp. 93-102
- 3) 後藤忠徳 (2009): 「地下の姿を追い求めて」 水曜会誌 巻 : 24 号 : 2 pp. 213-217
- 4) 後藤忠徳 (2013): 『地底の科学』 地面の下はどうなっているのか? ベレ出版
- 5) 応用地質研究会 (2011): 『地下水調査のてびき』-大地の水環境のしらべかた- 地学団体研究会

## 9. キーワード

地下水脈, 沢水, 電気探査, ウェンナー法, 見掛比抵抗

## カビの発生条件

C組 1番 阿形 奈於 C組 11番 ○北村 麻衣子  
C組 21番 西川 美里 C組 26番 平尾 咲

### 1. はじめに

私たちが食事をする時、注意しなければならないもののひとつに、カビがある。そこで、この機会にカビが食材に生える条件を餅と食パンを使って調べてみようと思った。

### 2. 研究方法および結果

**実験 1** ベランダ(33℃前後)とロッカーの中(27℃前後)にトレーの上に置いた餅，食パンと，湿度約 100%の容器に餅，食パンを入れたもののカビの生え方の違いを観察する。期間は 7/25～8/25 の 1 か月間とする。

結果 表 1 実験 1(餅)

餅	7/25～7/2	7月30日	8月1日	8/2～8/25
ベランダ, トレー	×	×	×	×
ベランダ, 容器	×	×	○	○
ロッカー, トレー	×	×	×	×
ロッカー, 容器	×	○	○	○

表 2 実験 1(食パン)

食パン	7/25～7/2	7月30日	8月1日	8/2～8/25
ベランダ, トレー	×	×	×	×
ベランダ, 容器	×	○	○	○
ロッカー, トレー	×	×	×	×
ロッカー, 容器	×	×	○	○

○ ; カビが生えていた × ; カビが生えていなかった

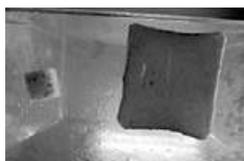


写真 1 8/1 ロッカー, 容器 写真 2 8/1 ベランダ, 容器 写真 3 8/22 ロッカー, 容器



写真 4 8/22 ロッカー, 容器

写真 5 8/22 ベランダ, 容器

7/25～8/1 の時点では、ロッカーの中に入れた容器の中の食パンには黒、白、青色のカビが斑点状に見られ、餅には白色と灰色のふわふわしたカビと黒色の斑点状のカビが見られた。ベランダに置いた容器の中の食パンと餅には黒色のカビが斑点状に見られた。トレーの上に置いた餅と食パンはカビが見られなかった。8/25 の時点では、ロッカーの中に入れた容器の中の食パンには黒、黄、白、青色のカビが全面に見られ、餅は側面と底面にふわふわした白色と灰色のカビと黒色の斑点状のカビが見られた。ベランダに置いた容器の中の食パンと餅には特に 8/1 から変化が見られなかった。トレーの上に置いた餅と食パンはカビが見られなかった。これらの結果や日常生活でどこにカビが生えているか考え、我々はカビの生えやすい条件を以下のように推測した。そしてこれらの予測が正しいか実験 2 で 4 つの条件について検証した。

①湿度が高い。

②温度は 27℃前後が最適。

③ほこり(養分)が多い。

④カビが生えている食べ物の近くがよい。

**実験 2-①** 湿度約 40%の容器と、湿度約 100%の容器に餅を入れ、恒温機を 25℃に設定し、恒温機の中に入れて湿度ごとに違いがあるか観察する。期間は一週間とする。

**実験 2-②** 湿度約 100%の容器の中に餅を入れる。恒温機の温度は 15℃, 25℃, 35℃, 40℃, 50℃に設定し、温度ごとに違いがあるか観察する。期間は一週間とする。

実験 2-③ 恒温機の温度を 25℃に設定し、湿度約 100%の容器にほこりをいれてほこりの有無によって違いがあるか観察する。期間は一週間とする。

実験 2-④ 湿度約 100%の容器にあらかじめカビの生えた餅をいれ、カビの生えた餅の有無によって違いがあるか観察する。期間は一週間とする。

結果

実験 2-① 表 3 実験 2-①

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
40%	×	×	×	×	×	×	○
100%	×	×	×	○	○	○	○



写真 6 40%



写真 7 100%

40%では黒い点々のようなカビが現れ、100%では餅一面に灰色と黒色のカビが見られた。

実験 2-②

表 4 実験 2-②

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
15℃	×	×	×	×	×	×	×
25℃	×	×	×	○	○	○	○
35℃	×	×	×	×	×	○	○
40℃	×	×	×	×	×	○	○
50℃	×	×	×	×	○	○	○



写真 8



写真 9



写真 10



写真 11

15℃ではカビは見られず、25℃では餅一面に灰色と黒色のカビが見られ、35℃では部分的にカビが見られた。40℃では部分的に灰色と白色のカビが見られ、50℃では部分的に白色と灰色のカビが見られた。

実験 2-③

表 5 実験 2-③

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
有	×	×	○	○	○	○	○
無	×	×	×	○	○	○	○



写真 12 ほこり有り



写真 13 ほこり無し

ほこりがある場合では部分的に黒色と白色のカビが見られた。ほこりがない場合では餅一面に灰色と黒色のカビが見られた。

実験 2-④

表 6 実験 2-④

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
餅(カビ付き)+新しい餅	×	○	○	○	○	○	○
新しい餅のみ	×	×	×	○	○	○	○



写真 14 餅(カビ付き)



写真 15 餅のみ

+新しい餅

餅(カビ付き)+新しい餅では白いカビと写真 6 のカビよりもさらに小さい黒い点々のカビが見られた。新しい餅のみでは餅一面に灰色と黒色のカビが見られた。

3. 考察

湿度は高いほうがカビは生えやすく、温度は 25℃以下ではカビは生えにくく、35℃以上ではカビの発生が遅くなったが、湿度が高ければカビは生えた。また、ほこりがあったり、カビが生えている付近はカビが生えやすいと考えた。

## コダカラソウの成長を抑制する要因について

E組 09 番 近藤優太 E組 12 番 中村朝陽 E組 13 番 成光透人 E組 14 番 橋本爽良  
E組 15 番 華井峻平 E組 23 番 増田雄我 E組 24 番 増田涼 E組 28 番 森下潤弥

### 1. はじめに

#### (1) 背景

城内先生がシャーレの上にティッシュペーパーをしき、その上にコダカラソウの不定芽をまいて5年以上も時々水をあげているのに、ほとんど成長していないことを聞いた(図1)。

コダカラソウはベンケイソウ科の多肉植物で、葉の周辺部に多くの不定芽を形成する。水を切らしてもすぐには枯れないということなので、夏休み中の実験には好都合であり、シャーレのコダカラソウが成長しない原因を調べることにした。



図1 コダカラソウ

#### (2) 目的

ティッシュペーパーをしいたシャーレではなぜコダカラソウが大きく成長しなかったのか、その原因を明らかにするために実験を計画した。

### 2. 研究方法

大きくなる原因としては、密集していること、土に植えていないので体が支えられないこと、水がシャーレにたまるので酸素が供給されないこと、などが考えられた。そのため、高さ4cmのコダカラソウを選び、下の(ア)～(オ)の条件で1個体ずつ栽培した。それぞれの実験区を3個体ずつ設定し、生物教室の南側の窓際に置いて、7月26日から9月21日まで観察した。

(ア)：シャーレに入れたバーミキュライトでコダカラソウを支えて、時々水を与える。

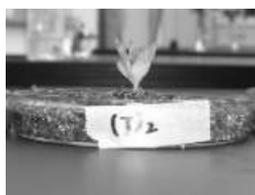
(イ)：シャーレに入れたティッシュの上にコダカラソウを置き、時々水を与える。

(ウ)：シャーレに入れたティッシュの上に針金で支えたコダカラソウを置き、水を満たす。

(エ)：シャーレに入れたティッシュの上に針金で支えたコダカラソウを置き、時々水を与える。

(オ)：薄めた液体肥料を満した水槽に、コダカラソウを固定した発泡スチロールを浮かべ、エアポンプで空気を送る。

ただし、(ア)～(エ)の実験開始時には、水ではなく薄めた液体肥料を与えている。



(ア)



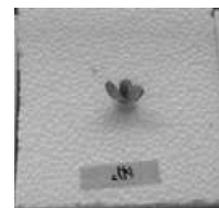
(イ)



(ウ)



(エ)



(オ)

図2 実験開始時のコダカラソウの様子

### 3. 結果

図3は、実験終了後にシャーレや水槽から取り出したコダカラソウの写真である。この

写真から、密度を低くしても、ティッシュペーパーで育てた場合は、支えや酸素の有無にかかわらず、茎、葉だけではなく根も成長しなかったこと、バーミキュライトと液体肥料で育てた場合は、茎、葉だけではなく、根も長く成長したことがわかる。

(オ)の液体肥料で育てた場合が最も大きく育ち、(ア)のバーミキュライトで育てた場合がそれに次いで大きく育ったが、数日おきに撮影した写真から、新しく葉が生じてそれが大きくなったのではなく、既存の葉が大きくなって成長したことがわかっている。

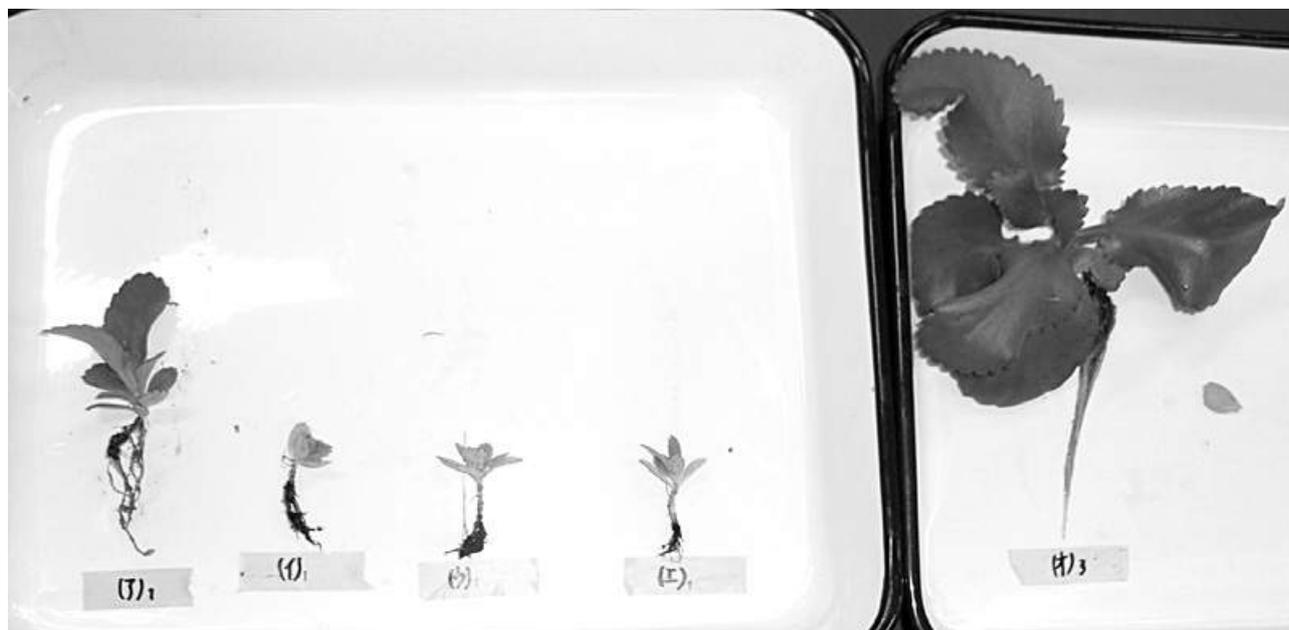


図3 実験後のコダカラソウの様子

#### 4. 考察

上の結果から、ティッシュペーパー上ではどのような条件でも根が成長せず、そのために茎や葉も成長しなかったのではないかと考えられた。そこで、ティッシュペーパーそのものがコダカラソウの成長に及ぼす影響を調べるため、9月21日に、バーミキュライトとティッシュペーパーをのせたバーミキュライトにコダカラソウを植え、11月12日まで適度に液体肥料と水を与えて栽培した(図4)。

ティッシュペーパーをのせた場合にはコダカラソウはあまり成長していないことから、ティッシュペーパーに含まれている水溶性の物質がコダカラソウの根の成長を抑制し、そのために葉や茎も成長しなかったことがわかった。

今後は、ティッシュペーパーに含まれる成長抑制物質を特定し、雑草の成長抑制等への応用の可能性を追求したいと考えている。



図4 ティッシュペーパーの影響を調べた実験

#### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、城内先生、加藤先生には多くの助言、ご指導をいただきました。ご協力にお礼申し上げます。

# プラナリアの自然分裂誘発条件を探る

A組 37番 ○西村穂乃香 30番 大西優希奈 B組 23番 奥田理紗

## 1. はじめに

### (1) 背景

プラナリアを飼育していると、自然分裂を行うことに私達は興味を持った。自然分裂を誘発する条件を探るため、生理塩類溶液の濃度と温度をそれぞれ変化させて観察した。

### (2) プラナリアとは

プラナリアとは、広義には扁形動物門の渦虫綱に属する動物群で、再生力の強い淡水三岐腸類を指している。淡水、海水および湿気の高い陸上に生息し、有性生殖と無性生殖の両方を行う。本研究で使用したのは広く研究に使われているウズムシ目ウズムシ亜目サンカクアタマウズムシ科であるナミウズムシ (*Dugesia japonica*) である。



## 2. 研究方法と結果

### (1) 実験 1

①目的：生理塩類溶液中で、水温と給餌回数を変化させて、プラナリアの自然分裂を誘発させる条件を探った。

②実験機器：シャーレ (図 1A) / スポイト / ビーカー / 生理塩類溶液

③実験条件：給餌の頻度→なし・9日

水温→15~16℃・17~18℃

図 1 →

の各 2 条件ずつ、計 4 条件の組合せで実験した。

④実験手順：①プラナリアをシャーレに 1 個体ずつ入れ、生理塩類溶液を 2ml 入れる。またこのとき、4 条件を各 3 個体ずつ、計 12 個体を準備した。

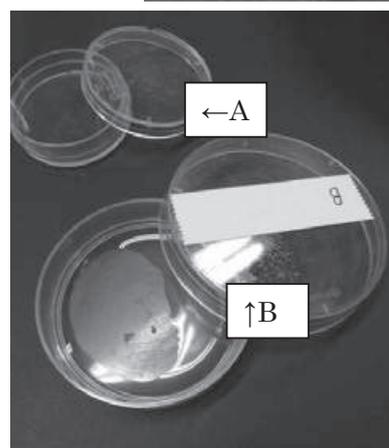
②それぞれの条件で飼育を始める。

③2 週間飼育を継続する。

④分裂個体数と、その大きさを比べる。

⑤結果 1：図 1A のシャーレでは、脱走したり、蓋の裏まで上って干からびて死滅する個体がたくさん生じ、うまく結果が出なかった。よってシャーレを (図 1B) の大きさに変え、溶液を 6ml にした上で、他は同じ条件で新たに実験をした。

⑥結果 2：図 2・3 に結果を示す。9 日ごとの給餌回数、17~18℃の条件が最も分裂個体数が多かった。またこのとき、図 3 の通り、体長にはあまり変化が見られなかった。



生理塩類溶液 (mol/L) ↓  
 塩化ナトリウム  $6.4 \times 10^{-4}$  ↓  
 塩化カリウム  $6.6 \times 10^{-5}$  ↓  
 塩化カルシウム  $7.7 \times 10^{-4}$  ↓  
 炭酸水素ナトリウム  $1.7 \times 10^{-4}$  ↓

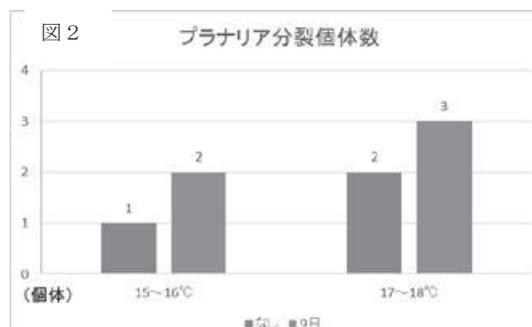


図 3 プラナリアの体長変化 (平均) (mm)

温度 (°C)	給餌回数	測定期間 (mm)		
		6/29~7/1	7/1~7/25	7/25~8/2
15~16	なし	0	0.75	-0.75
	9日	0	0.33	1.25
17~18	なし	0	0	-1.25
	9日	0	0	0

## (2) 実験 2

- ①目的：実験 1 に続き、生理塩類溶液の濃度を变化させて、プラナリアの自然分裂誘発条件を調べた。
- ②仮説：実験 2 において、生理塩類溶液の濃度を变化させると、プラナリアには塩類濃度を調節する必要がある。この代謝のためのエネルギー消費量増加がプラナリアにストレスを生じさせ、生存のために個体数を増やそうとして自然分裂数が増えるのではないかと仮説をたて、実験を行った。
- ③実験条件：生理塩類溶液を 2 分の 1、3 分の 1 倍に希釈して、水温 17~18°C の下で実験をした。他の条件は実験 1 と同様である。また、このときのシャーレは B を使用した。
- ④結果：自然分裂はどの個体にも見られなかった。

## 3. まとめ（考察）

- (1) 実験 1 の考察：等張の生理塩類溶液の下では、水温 15°C~16°C に比べ 17°C~18°C の方がプラナリアの自然分裂をより誘発することが分かった。また、シャーレ A ではプラナリアがほとんど死滅したにもかかわらず、シャーレの大きさを広げた B では死亡しなかった。これより、プラナリアの生息に関して、生息空間の広さもプラナリアの生存条件に影響を与えることが分かった。
- (2) 実験 2 の考察：プラナリアが塩類濃度を調節しなくてもよい等張の生理塩類溶液から、調節しなければならぬ濃度に変えたところ、より多く分裂するはずの 17~18°C・9 日ごとの給餌回数でも分裂しなかったため、仮説が間違っていることが分かった。  
この間違いの原因は、生理塩類溶液を等張から希釈したことにより、プラナリアにとっては、逆に自然状態に近くなり、ストレスが減少したからだと考えられる。従って、今回の実験からプラナリアの自然分裂を誘発するための条件に、濃度が関係しているかどうかはわからなかった。
- (3) 今後の課題：実験 1、実験 2 において、実験の条件設定がだまかであったため、正確にプラナリアの自然分裂を誘発させる条件を確定できなかった。今後は、より温度や濃度の条件設定を細かくし、数値幅も増やして、実験を行いたい。  
また、実験に用いたプラナリアが普段生息している淡水で飼育した個体と、生理塩類溶液で飼育した個体を比較することも課題である。  
最後に、生息空間の大きさがプラナリアの生存条件に関わっている可能性から、飼育空間の大きさとプラナリアの自然分裂誘発条件も探っていきたい。

## 4. 引用文献

- 1) 井立出版会社 手代木渉編著 プラナリアの生物学
- 2) 井立出版会社 手代木渉・渡辺憲二編著 プラナリアの形態分化-基礎から遺伝まで-
- 3) 幻冬舎ルネッサンス 宮崎武史著 プラナリアってなんだろう？
- 4) 新装版 阿形清和著 切っても切ってもプラナリア
- 5) プラナリアの分裂と再生の関係 [biol.tsukuba.ac.jp](http://biol.tsukuba.ac.jp)

# ミドリムシの実態

C組 4番 上阪 茉由      C組 23番 ○長谷川 亜美  
E組 5番 浦田 祐貴      E組 19番 古澤 舞衣

## 1. はじめに

### (1) 研究動機

昨今ミドリムシが食べ物やサプリメントにも使われ、人々の健康を促していると知り、興味を持った。普段、関わることのないミドリムシの生態を詳しく見ていこうと思った。

### (2) 目的

ミドリムシは光の当たる方向に集まるという正の光走性を持っている。この事実に基づき、光の色を変えることによってミドリムシの動き方に変化はあるのかを調べる。また、生きたミドリムシは磁場の強い方向に集まり死んだミドリムシは磁場の弱い方向に集まる。このことから、ミドリムシは反磁性を持つと考えられている。これに基づき、磁場の中でも、S極とN極によって違いがあるのかを調べる。

## 2. 研究方法

### (I) 光の色の違いによるミドリムシの反応

- ① ミドリムシを 4 本の試験管に高さ 4cm まで入れる。
- ② 赤、青、黄、緑の色付きセロハンで下から 2cm 分を覆う。
- ③ ②を試験管立てに立て、光がまんべんなく当たるようにライトを設置する。(図 1)
- ④ 約一時間そのまましておく。
- ⑤ それぞれの試験管のミドリムシの集まり方を観察する。

また、気泡の様子も見る。

### (1) 結果

それぞれの試験管の結果は次の表のようになった。(図 2)

	ミドリムシの活動の様子	気泡の様子
赤	変化なし	試験管の上部に気泡
青	変化なし	全体的に気泡が多い
黄	変化なし	全体的に気泡が多い
緑	変化なし	あまり気泡はない

色によるミドリムシの活動の変化は見られなかった。



図 1

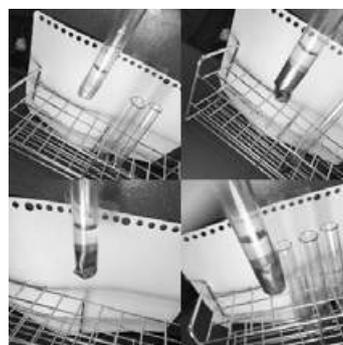


図 2

## (2) 考察

①気泡は光合成で発生した酸素であり，結果の違いから光合成に用いる光は「青＝黄＞赤＞緑」の順に活発になり，光合成に青，黄などの色が用いられやすいのではないかと考えた。

②予想では，色による走光性の違いが観察できると考えていたが，活動の様子に違いが現れなかった。光を当てる時間を長くすることや，光が当たる部分と光が当たらない部分の境界を明確にするべきだと思った。

### (Ⅱ) 磁場の極が与えるミドリムシの影響

実験 1 ①ミドリムシをシャーレに 4ml 入れる。

②U 字型磁石をシャーレに付けて立てる約 18 時間放置した。(図 3)

③ミドリムシの様子を調べた。

実験 2 ①二本の試験管にミドリムシを入れる。

②片方の試験管の下に S 極を，他方の試験管の下に N 極を置き，約 18 時間放置した。

③ミドリムシの様子を観察する。(図 4)



図 3

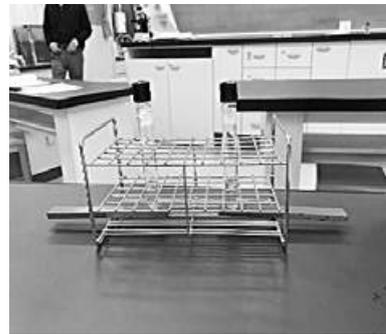


図 4

## (1) 結果

実験 1 の結果

18 時間放置したあと様子を見ると，緑色が磁石のまわりになるにつれて濃くなっていた。S 極と N 極のミドリムシの集まり方の差を見たが，あまり変化は見られなかった。(図 5)

実験 2 の結果

18 時間放置した後の様子を見ると磁石の方向につれて緑色が濃くなるような様子は見られなかった。S 極と N 極での差もわからなかった。(図 6)



図 5



図 6

## (2) 考察

実験 1 より，磁石の力の影響をうけてミドリムシの動きは変わるが，極の違いによるミドリムシの集まり方に違いはないと考えられる。

実験 2 より，ガラス越しで磁石を近づけてもミドリムシが集まらなかった。これは，扱った磁石の力が弱かったことが原因だと考えた。結果より，ミドリムシは磁力に反応する走磁性があるのか，またはミドリムシの中に磁石の影響を受ける物質があると考えた。今後よりつよい磁石を用いて実験をしたいと思った。

## 鶏卵孵化における転卵の必要性

D組 4番 伊藤由希    D組 7番 ○永長優希    D組 16番 瀬藤成美  
D組 31番 山上祐里菜    E組 4番 上田桃子    E組 20番 堀志穂

### 1. はじめに

#### (1) 研究目的

転卵とは、鶏が生んだ卵を一日数回 90 度転がす動作のことである。その目的は、胚膜が卵殻膜に癒着するのを防ぐために行うものであり、親鶏は抱卵しながら一定時間を空けて、行っている。その転卵が発達に影響を及ぼすのか調べた。

### 2. 研究方法

#### (1) ダイアルの温度測定

まず、本校の電気定温器のダイヤルに対応する器内の温度を測定した。その結果をもとに、36.8℃に対応するダイヤル 31 に設定し、その中に有精卵を入れた。

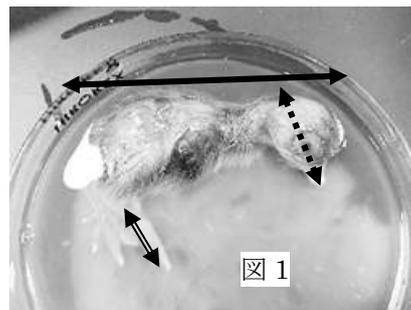
#### (2) 孵化実験

取り寄せた有精卵が到着した日から 3 日間転卵を行った。転卵から転卵までは 1 時間以上あけるようにした。一日の転卵回数を 0~4 回の有精卵をそれぞれ 7 個用意し、以下の実験を行った。

11,14,19 日目に転卵回数 0~4 回の卵をそれぞれ 1 個ずつ割った。卵を割る際は、中がつぶれて状態が確認できなくなるのを防ぐために、暗闇で卵に光を当てて、心臓がある方を確かめ、その反対側からピンセットとハサミを使って開けた。出した雛は長さを測定したらすぐにホルマリンに浸けるようにした。

### 3. 結果

卵から出した雛を測定した。図 1 において、 $\longleftrightarrow$  を a,  $\leftarrow\cdots\rightarrow$  を b,  $\longleftrightarrow$  を c とする。



・到着から 11 日目

転卵回数が 2、3 回のものに雛は観察されなかった。

転卵回数	a (cm)	b (cm)	c (cm)	様子
0	4.5	1.6	1.3	指がはっきり見られた。
1	4.7	2.0	1.2	0 回のは、まだ羽毛は生えていなかった。1、4 回のは、羽毛が生え始めていた。(図 2)
4	4.0	2.3	1.5	

・到着から 14 日目

3 回のもの死んでから日が経っていた。手や足の原基は見られなかった。

転卵回数	a (cm)	b (cm)	c (cm)	様子
0	5.0	2.5	1.5	体につりあわず頭が大きい。
1	6.5	2.5	2.5	1,2,4 回のは、モモの筋肉と羽が発達していた。ツメがはっきりしている。0 回のは他に比べて、小さく筋肉や羽の発達が遅れていた。(図 3)
2	6.5	2.5	2.5	
4	6.5	2.5	2.5	

・到着から 19 日目

転卵回数	a (cm)	b (cm)	c (cm)	様子
0	8.4	3.2	3.7	11~14 日目より 14~19 日目の成長の度合いが大きかった。嘴が発達していた。頭部の発達に比べ、胴体の発達が大きかった。(図 4)
1	8.0	3.0	4.3	
2	8.5	3.5	4.0	
3	9.0	3.0	4.0	
4	8.5	3.5	4.0	

到着から 21,22 日目に転卵回数 0 回の卵から 4 匹, 1,3,4 回のものからそれぞれ 2 匹孵化した。



図 2

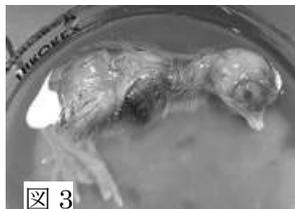


図 3



図 4

#### 4. 考察

鶏が孵化までに転卵を繰り返し行うことから、転卵回数は鶏卵孵化に何らかの影響を及ぼし、回数が多いほど、孵化率が高くなり、大きな雛が生まれるという仮説のもと、この実験を行ったが、上記の結果から、回数が 0 回のもの、の孵化率が最も高く、雛の大きさに転卵回数による違いはなかった。しかし、実際の鶏は孵化するまで毎日転卵を行うのに対し、この実験では卵が到着した日から 3 日間しか行わなかった。孵化するまで毎日行っていれば、転卵回数が及ぼす影響を見られたかもしれない。

#### 5. 謝辞

本実験を進めるにあたり、多くの指導をしてくださった奈良学園高校の工藤先生、加藤先生、孵化した雛を引き取ってくださった生徒に感謝申し上げます。

#### 6. 参考文献

小笠原 昶(1965)「正常鶏卵孵化時に於ける胎児及び雛の異常形態発現率とその種類についての観察」大阪医科大学雑誌 24(1), 101-107

# 草木染

## —身近な植物での染色—

D組 6番 植田理央      D組 10番 久保勇貴      D組 14番 清水伸晃  
D組 17番 竹中聖陽      D組 29番 ○宮川昌之

### 1. はじめに

#### (1) 研究動機

染物をみて、これを何とかSSHの実験に繋げることはできないだろうかと考えた。インターネットで草木染というキーワードを得て、これを私たちの研究テーマとした。

#### (2) 染色とは

プラス・マイナスの電気を帯びている染料の分子が、染色対象のプラス・マイナスの電気を帯びている部分と、吸引力によって結合することである。草木染とは天然の植物を植物染料として染める方法である。

#### (3) 媒染とは

染色の過程において、染料を繊維に定着させる工程のことである。天然染料の多くは媒染を必要とする。また、媒染に使う液体を媒染液といい、これには金属イオンが主に使用され、今回はミョウバン水溶液を使った。

### 2. 研究方法

#### I 染色に用いた植物

ピーマン・オレンジ・いちょう・ほうれん草

#### II 染色対象

麻・綿・化学繊維(ポリエステル)

#### III 染色方法

染色具合に影響を与えている要素を探るため、4つの条件をつくった。

- ① 植物(6g)をすり鉢でつぶし水(50ml)を加える。これをこして染液として3種類の布(1枚あたり約0.6g)を浸し、1日後に取り出し、洗って乾かす。
- ② 植物(6g)をすり鉢でつぶし水(50ml)を加える。これを沸騰してから20分間煮出す。煮出したものをこして、染液として3種類の布(1枚あたり約0.6g)を浸し、1日後に取り出して洗って乾かす。
- ③ 植物(6g)をすり鉢でつぶし水(50ml)を加える。これを染液として3種類の布(1枚あたり約0.6g)を浸し、1日後に取り出し、洗う。洗った布を80℃に保った媒染液(0.25%のミョウバン水溶液)に30分浸す。媒染液から取り出して洗い、再び染液に浸して、1日後に取り出し、洗って乾かす。
- ④ 植物(6g)をすり鉢でつぶし水(50ml)を加える。これを沸騰してから20分間煮出す。煮出したものをこして、染液として3種類の布(1枚あたり約0.6g)を浸し、1日後に取り出して洗って乾かす。洗った布を80℃に保った媒染液(0.25%のミョウバン水溶液)に30分浸す。媒染液から取り出して洗い、再び染液に浸して、1日後に取り出し、洗って乾かす。

### 3. 結果

下の表で用いられている値は、色の濃さの度合いを5段階で表したものである。  
 なお、数字が小さいほど薄く、大きいほど濃いものとする。

	オレンジ			ピーマン			イチヨウ			ホウレンソウ		
	麻	綿	化学繊維	麻	綿	化学繊維	麻	綿	化学繊維	麻	綿	化学繊維
①	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅱ
②	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅱ
③	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅱ
④	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ

下の写真は、濃さの指標の例として一部を示したものである。

I



ピーマン化学繊維①

II



ホウレンソウ麻①

III



ホウレンソウ綿①

IV



オレンジ綿④

V



ホウレンソウ綿③

### 4. 考察

- (1) ピーマンを除く3つの植物において、①より③、②より④の方が、染色の強さの度合いを表す値が大きくなっていることから、媒染液が効果を示したことがわかる。
- (2) イチヨウを除く3つの植物から、染色対象の色の濃さを表す値は、綿 $\geq$ 麻 $\geq$ 化学繊維であることがわかる。これは染色対象における、プラス・マイナスの電気を帯びている部分が、綿には多く、麻には少し含まれ、化学繊維にはほとんど含まれないという事実に基づいていると考えられる。
- (3) ピーマンでの染色では、染色度合いが条件によってほとんど変わらなかった。色素はあるのだろうが、煮出した時に色素が出にくかったことやピーマンのつぶし方に問題があったと考えられる。
- (4) ホウレンソウでの染色では、①、③の結果から植物の煮出しを行わなかった方が、色が鮮やかに染まり、②、④すなわち植物の煮出しを行った方が、やや渋い色に染まった。このことから、煮出しを行うと、色が渋くなることが考えられる。
- (5) 繊維が生産される際には汚れや油分が付着してしまうが、これは染色を妨げる。これを取り除くためには精練という作業をしなければならないが、その作業をおこなわなかった。そのことが、(1)、(2)で例外が出てしまった原因と考えられる。

## 様々な豆における豆腐の形成

C組7番 垣内瑞葵 C組9番 亀井花暖 C組31番 松川侑紀

C組36番 山本佳奈 C組37番 ○山本千聖

### 1. 研究動機

一般に豆腐は、大豆を用いて作られる。他にも多くの種類の豆があるにもかかわらず大豆から作られた豆腐しか製造されていないのはなぜか。他の豆では豆腐を作ることができないのだろうかという疑問を持ち、いろいろな豆を用いて豆腐作を試みた。

### 2. 研究方法

大豆をはじめ、ひよこ豆、金時豆、小豆を材料として下記の手順に基づいて実験を行った。

材料→浸水→水と一緒に粉砕(呉が生成)→煮沸→布で搾る→豆乳(おから)  
→温めて温度が75℃まで下がったらにがり\*を加える→固める→豆腐の完成

※それぞれの豆乳200mlに対し、にがり10mlを加えた。

### 3. 結果・考察

#### (1) 結果

大豆は市販の絹ごし豆腐よりも固い豆腐が形成されたが、他三種の豆は固まらなかった。煮沸中から違いが現れた。

〈煮沸後のそれぞれの豆の状態〉(写真は左から順に金時豆、大豆、小豆、ひよこ豆の煮沸中の様子)

- ・金時豆：ペースト状
- ・大豆：ドロドロした液体
- ・小豆：ペースト状でこし餡のような見た目
- ・ひよこ豆：4つのうちで最もベトベトしている



#### (2) 考察

原因を解明するために、それぞれの豆の成分を調べた。(乾燥状態の豆100gあたり)

表1

豆の種類	エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物
	kcal	g		
大豆	417	35.3	19.0	28.2
小豆	339	20.3	2.2	58.7
ひよこ豆	374	20.0	5.2	61.5
金時豆	333	19.9	2.2	57.8
黒豆	417	35.3	19.0	28.2
落花生	562	25.4	47.5	18.8

※黒豆は大豆と同じ成分だが、アントシアニンが含まれている。

表1より,他の豆は大豆に比べてたんぱく質含有量が少なく,炭水化物含有量が多いことがわかる。豆腐は,親水コロイドであるたんぱく質の塩析反応によってできるものである。炭水化物も同じ親水コロイドであるが,コロイド粒子の周りにたんぱく質より多くの水和水が取り囲んでいるため,非常に多くの電解質がないと沈殿しないと考えられる。また,煮沸の時点で炭水化物が糊化したと思われる豆もあった。たんぱく質の量を考慮せずにすべての豆に大豆を基準にした分量のにがりを加えたことも失敗の原因だと考えた。

これらの反省をふまえて,大豆とたんぱく質の量が比較的似た豆なら豆腐ができるという仮説を立てて,落花生と黒豆で二回目の実験を行った。

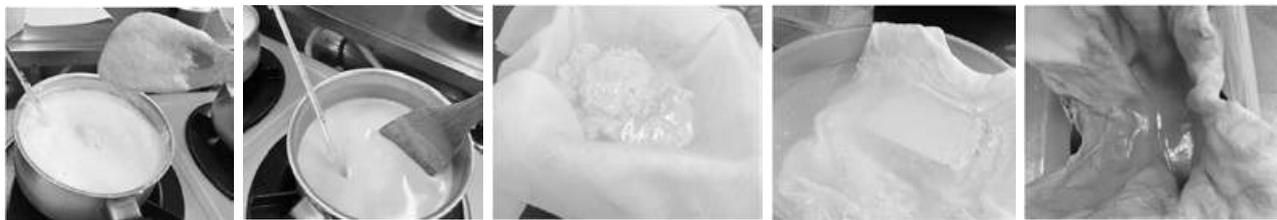
### (3)再実験

この実験は,

- ・黒豆 150g のたんぱく質含有量に対しにがり約 30ml
- ・落花生 90g のたんぱく質含有量に対しにがり約 24ml の条件で行った。

### (4)結果・考察

仮説のとおり,黒豆からは大豆の絹ごし豆腐のような固さのものができた。落花生は金時豆,小豆,ひよこ豆よりは市販の豆腐の形状に近かったが,完全には固まらなかった。



(左から順に黒豆と落花生の煮沸前,煮沸後,黒豆の豆腐)

### (5)考察

落花生は大豆に比べて脂質が多く,たんぱく質が少なかったから固まりにくかったのかも知れない。しかし,豆乳の採取まではできていたことから,たんぱく質含有量に基づいた豆腐づくりは正しいと考えられる。

### 4. 謝辞

本研究を進めるにあたり,児玉先生,加藤先生には多くの助言やご指導をいただきました。本当にありがとうございました。

### 5. 参考文献

豆の成分表 ; <http://www.mame.or.jp/eiyuu/seibun.html>

### 6. キーワード

豆腐,豆,にがり,たんぱく質,でんぷん

# 種実類におけるDNAの違い

B 組 26 番<sup>○</sup>金友沙樹 B 組 32 番 中塚菜帆  
B 組 38 番 森田裕美 C 組 24 番 林真悠子

## 1. はじめに

生物の教科書に、塩基配列の塩基がひとつ少ないか異なるだけで、まったく異なる見た目や味、香りになるという記述があり、興味深く感じた。そこで、実際に同じような種実類でどのような違いがあるのかを確かめたく思い、この実験をすることにした。

## 2. 実験方法

### (1)DNA 抽出

- ① クルミ、カシューナッツ、ピーカンナッツ適量(約 10 粒)を乳棒と乳鉢を用いてすりつぶし、中性洗剤を加えてよく混ぜる。
- ② ①に 2.0mol/L の NaCl 水溶液を 30ml 加える。
- ③ 80℃の湯で 3 分湯煎した後、手で触れられるようになるまで冷まし、ろ過してさらに冷やす。
- ④ 冷やしたエタノールを適量、③のろ液に静かに注ぐ。
- ⑤ しばらく放置し、図 1 のような層が確認できたら、ピペットを用いて中間層を回収、エタノールを 6 ml 加え、3000 回転/分の遠心分離機にかける。
- ⑥ 試験管の壁に張り付いた物質を回収する。
- ⑦ ③～⑥を 2 回繰り返す。(クルミは不純物が多く見られたため、3 回繰り返した)



図 1

### (2)電気泳動まで

以下の実験は大阪市立大学大学院医学研究科分子病態学研究室の協力のもとおこなった。

- ① (1)でできた溶液を、フェノールクロロホルム処理(※)をして不純物を取り除いた。  
(この段階で、クルミには核酸が存在しないことが判明し、実験の対象から除外した。)
  - ② DNA と RNA を含む核酸の存在を確認するため、(2)①のクルミ以外の溶液に吸光度測定を行い、核酸の濃度を測った。
  - ③ DNA か RNA かを見極めるために 30 分電気泳動にかけた。(写真 1)
- ※フェノールクロロホルム処理とは、酵素反応の後、不純物(タンパク質)を取り除くための基本操作のこと。核酸を含む液(今回は(1)でできた溶液)に同量のフェノールクロロホルムを加えてよく混合し、二層に分離する。このうち、実験で使用するのは上層のみである。

### 3. 結果

- ・クルミ ①の段階で、核酸が存在しないことが判明した。
- ・カシューナッツ 核酸は最も多く確認出来たが、ほぼ RNA であると判明し、DNA は確認出来なかった。
- ・ピーカンナッツ DNA は存在すると思われたが、核酸自体の量が非常に少なかったため確認を得ることが出来なかった。

DNA が確認出来なかったため、研究室の DNA を分けて頂き、予定していた通り制限酵素 (BamH I ・ EcoR I ・ HindIII) で切り、電気泳動にかけた。(写真 2)

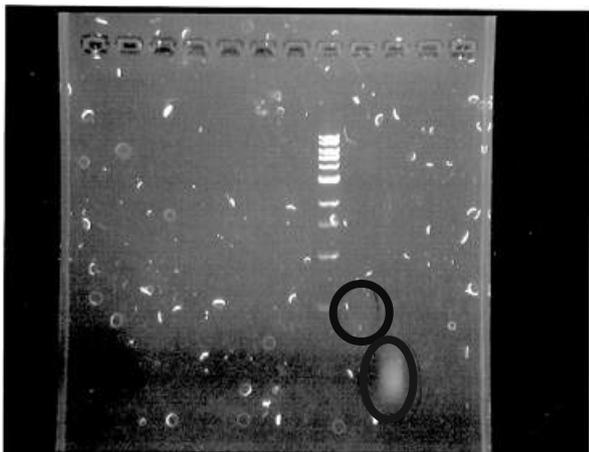


写真 1

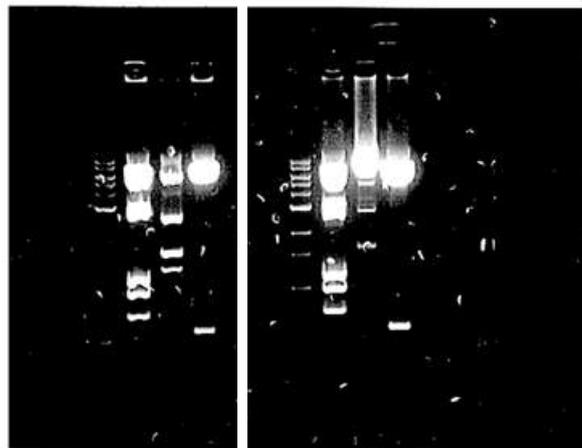


写真 2

※写真 1 において、左上の円はピーカンナッツ、右下の円はカシューナッツを示す。

写真 2 において、左方・右方ともに左から、電気泳動のマーカ、BamH I , EcoR I , HindIII, の順に DNA を切ったものである。成功例は左方。

### 4. 考察

実験が失敗した原因として、以下のようなことが考えられる。

- ・器具の滅菌を行わなかった。
- ・湯煎に時間をかけすぎたため、DNA が熱により分解された可能性がある。
- ・氷上で保存しなかったため、DNA 分解酵素が働いた可能性がある。
- ・すりつぶしに時間をかけすぎた。
- ・乱雑に混ぜてしまったため、DNA が切断された可能性がある。
- ・種実に含まれる油分や手に付着している皮脂が DNA の抽出を妨げた可能性がある。
- ・精密な DNA の抽出は学校の設備では不十分。

よって次の実験では、これらの点を改善し、さらに種実ではなく DNA を抽出しやすい葉を使用する必要がある。

### 5. 謝辞

本研究は大阪市立大学大学院医学研究科分子病態学研究室の徳永文稔教授、及川大輔講師、葛谷早喜子先生、また本学校の中村先生、加藤先生のご協力のもと行いました。

# 校内に自生する希少ラン科植物2種の生態学的研究

A組35番 田中元    A組39番 ○山本果歩    B組33番 中西明美  
D組15番 杉田昌樹    E組 3番 市川享之

## 1. はじめに

### (1) 背景

奈良学園は校地面積13haの約半分を旧来の里山域である学校林が占めている。2008年度からこの学校林の里山整備を続けた結果、奈良県レッドデータブック記載種だけでも25種の動植物の増殖・回帰がみられた。私達は、その中でもラン科植物が7種も増殖・回帰していることに注目した。本研究ではこのうち、近畿地方初記録種であるエンシュウムヨウラン<sup>[1]</sup>と県絶滅寸前種であるサギソウ<sup>(図1)</sup>の2希少種を対象として、3年間続けている個体群動態調査を今後も継続し、その生息環境を保全することを最終目的とした。昨年度までの研究の結果、エンシュウムヨウランは自動自家受粉植物にもかかわらず、結果率が2.0%と非常に低いこと、また、サギソウについては、本校における送粉者がセセリチョウ科のチャバネセセリであること<sup>[2]</sup>を確認した。なお、本校ではサギソウの送粉者としてチャバネセセリ以外の昆虫は確認されていない。



図1 左から順にエンシュウムヨウラン、サギソウ

### (2) 目的（本年度の目標）

私達は昨年度までの研究成果を受け、本年度の研究目標を以下のように設定した。

- ① エンシュウムヨウランについて、本種に寄生する昆虫類の種類と生態を明らかにする。
- ② サギソウについて、本校で確認された送粉者がチャバネセセリのみである理由を調べる。

## 2. 研究方法

### (1) エンシュウムヨウラン

本年度の個体群動態調査では、校内に自生する本種の総株数と総花数並びに結果数をカウントし、確認した株にはラベルを打った。また、しおれて結果しない花茎を採集し、花茎内の寄生性昆虫幼虫の有無を確認した。幼虫が認められた場合は飼育を続け、羽化した成虫の同定を専門家に依頼した。さらに、寄生性昆虫の生態を探るため、ペットボトルを用いた3種類のシェルター<sup>(図2)</sup>を考案し、47株に設置した。

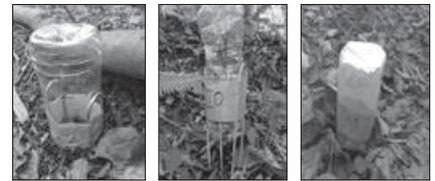


図2 左から順にA:埋め込み型, B:下部に隙間を持った型, C:上部を不織布にして通気性を確保した型

### (2) サギソウ

本年度の個体群動態調査では、通常の調査項目にサギソウの距の長さ(X)、距に溜まった蜜の高さ(Y)、サギソウの唇弁長(Z)<sup>(図3)</sup>、及びサギソウに関心を示したチョウの口吻長、頭胸長を初めて加えた。これらのデータから、口吻長と距の入り口から蜜までの距離(X)-(Y)を比較し、頭胸長と唇弁長(Z)も検証に加えた。



図3

## 3. 結果

### (1) エンシュウムヨウラン

本年度の個体群動態調査の結果、本種の校内群落は昨年まで調査した2カ所に加え、新たに2カ所を発見し(甲虫の森と中流)、4カ所となった<sup>(図4)</sup>。総株数は244株であり、昨年確認した株から、本年度新たに花茎を伸ばす株が確認された。総株数の9.8%に当たる24本のしおれた花茎を採集し、花茎内にいた幼虫を飼育した。その結果、ハモグリバエ科のランミモグリバエ8個体、セマダラハネオレバエ1個体を確認した<sup>(図5)</sup>。

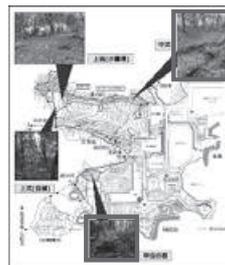


図4 学校林における群落マップ

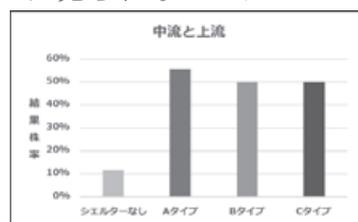


図5 左から順にランミモグリバエ、セマダラハネオレバエ

シェルターを設置したことにより、設置しない株に比べて結果率が約5倍に上昇した(表1)。また、シェルターの種類による結果率には、明らかな違いは見られなかった(グラフ1)。

	シェルターなし		シェルターあり	
	総株数	結果株数	総株数	結果株数
甲虫の森	48	4(8.3%)	1	0(0.0%)
中流	67	12(17.9%)	24	10(41.7%)
上流(小屋)	36	0(0.0%)	19	13(68.4%)
上流(森)	46	4(8.7%)	3	0(0.0%)
全体	192	20(10.2%)	47	23(48.9%)

表1 シェルター設置有無による結果率の変化



グラフ1 シェルター別結果率

## (2) サギソウ

本年の最大花数は934、結果数は308で、結果率は33.0%であった(表2)。本種に関心を示した蝶の口吻長と距の入り口から蜜までの距離(X) - (Y)、また頭胸長と唇弁長(Z)を比較した結果を表3に示す。

	2015	2016
最大花数	731	934
結果数	520	308
結果率	71.1%	33.0%

▲表2 2015, 2016年度  
個体群動態調査

	口吻長	頭胸長
チャバネセセリ	17.5mm	9.0mm
イチモンジセセリ	15.7mm	10.1mm
コチャバネセセリ	10.0mm	8.5mm
アゲハ	-	15.5mm
ツマグロヒョウモン	-	15.0mm
サギソウ	(X)-(Y)	(Z)
	31.5mm	15.0mm

▶表3 測定結果

## 4. 考察

### (1) エンシュウムヨウラン

しおれた花茎の37.5%から、ラン科植物特有の寄生バエを確認したことより、本種の結果率の低い原因の一つは寄生バエであることが示された。また、下部に隙間を作ったシェルターでも、埋め込み型と変わらない結果率であったこと(グラフ1)より、これらの寄生バエは飛翔によって花茎に到達し、産卵すると考えられる。引き続き、本種と寄生性昆虫の生態を明らかにすると共に、結果率が低い他の要因を探っていきたい。

加えて、自動自家受粉によってできた種子の繁殖能力の有無を調べるために、無菌播種を行い、校内の本種に稔性があるかどうか調べていきたい。

### (2) サギソウ

結果率が昨年度に比べ38%減少した(表2)。原因としては、本年度は昨年度より花期が約2週間早まり、7月29日から開花が始まったが、送粉者であるチャバネセセリの出現期は例年と変わらず8月中旬であったので、送粉できる期間が短くなったからだと考えられる。

本年度も、本種の送粉者としてチャバネセセリのみが観察された。花に関心を示したアゲハやツマグロヒョウモンなどの中大型のチョウでは頭胸長が唇弁長より大きいため、唇弁上に静止できず送粉者になれないと確認した。しかし、セセリチョウ科のチョウのうちチャバネセセリの口吻長は他のセセリチョウよりもやや長い程度であり、これでは吻は蜜面にまで届かないことが分かった。今後、統計学的手法を用いてこの口吻長の差が有意なものであるか検証するとともに、本種の距の構造を調べて、なぜチャバネセセリのみが送粉者として特異的に選択されるのか、また、どの様に吸蜜しているのかを探っていきたい。

## 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、神戸大学理学部末次健司特命講師には多くのご助言、ご指導をいただきました。また、澄川先生を初めとする先生方、奈良学園高校の卒業生や生徒のご協力にお礼を申し上げます。

## 6. 参考文献

- [1] 福永裕一・末次健司・長谷川匡弘・澤進一郎. 2015. エンシュウムヨウラン(ラン科)を近畿に記録する(新産地報告)
- [2] Yuna Ikeuchi, Kenji Suetsugu and Huyuhiko Sumikawa, DIURNAL SKIPPER *Pelopidas mathias* (LEPIDOPTERA: HESPERIIDAE) POLLINATES *Habenaria radiata* (ORCHIDACEAE), Entomological News 125(1), 7-11, 2015

## 7. キーワード

希少種, ラン科, 植食被害, 送粉者

# 食虫植物の反応と結果

D組 13 番 ○酒田淳志 D組 30 番 森本将文

## 1. はじめに

### (1) 背景

「植物」と言えば、主に水分を根から吸収し、光合成を行うことで育つものを思い浮かべる方が大半だろうと思う。しかし、世界には生育環境に適応するために、自らが成長するためのエネルギーの一部をその環境に存在する虫などの動物でまかなう食虫植物といわれるものが存在している。私たちはその不思議な生態をもつ食虫植物についてより深く知りたいと思った。

食虫植物は、被子植物門に属していて、普通の植物と同じように光合成をすることができる。しかし、それらの植物と大きく違う点は、葉や茎が捕虫器官となり、そこで昆虫や動物プランクトンなどを捕獲して消化し、養分を吸収することを可能にしている点である（花で食虫する植物は今のところ発見されていない）。主な生息場所は、窒素やリンが不足しているいわゆる痩せた土地で、そのため根があまり発達していないものが多い。

捕虫方法は、粘着式（ウツボカズラ科）、葉で挟んでとらえるはさみわな式（モウセンゴケ科）、水中の袋の中に虫を吸い込む袋わな式などに分類される。寒冷地や熱帯雨林、高山から低地など様々なところに分布しているが、限られた地域にしか分布していないものも多い。外来種として繁殖するのは限りなく少ない。

### (2) 目的

自然界では、様々な物理的な刺激（雨や風、飛んできた石や砂埃など）も葉に当たっている。すなわち、食虫植物がこれらすべての刺激に反応するならば、いつかすべてのエネルギーを使いきり、枯死してしまうはずである。だが、実際に食虫植物が世の中に生存しているということは、食虫植物が何らかの方法で、自分の養分にすることができる刺激と、そうでない刺激を区別していると考えられる。

私達は、食虫植物のおおまかな仕組みは、捕虫器官に刺激があった場合、それが自分の養分となる物質を含むものであれば捕え、そうでなければ捕えずにすぐに葉から離すか反応しないという仮説を立てた。その仮説を実験を通して少しでも証明してみたいと思った。

## 2. 研究方法

今回、実験材料には、園芸店で市販されているアフリカナガバナモウセンゴケ *Drosera capensis*（以下モウセンゴケ）を使用した。葉の数、茎の高さがほとんど同じモウセンゴケの鉢を4つ用意し、できる限り個体による違いが出ないようにした。それら4つの鉢のモウセンゴケに様々な刺激を与えて、どのような反応の違いが生じるのかを見る。特に、モウセンゴケが動物とそれ以外のものをどのようにして見分けているのかを確認した。

それぞれのモウセンゴケ A、B、C、D に以下の刺激を与えて、結果を見た。

- (1) 各鉢の葉に小さな棒で触れてみた。（次ページ写真左）
- (2) 各鉢の葉に、タンパク質グロブリンを持つ、ゆで卵の卵白を砕いて与えてみた（一片 0.2 ミリほどの大きさ）
- (3) 各鉢の葉に各個体に同じ大きさぐらいのクロヤマアリを与えてみた。（写真右）



(写真左)



(写真右)

### 3. 結果

- (1) どの個体もほとんど反応を示さなかったが、二回だけわずかに反応した鉢があった。
- (2) ゆで卵の卵白には、どの鉢も反応を示さなかった。
- (3) クロヤマアリについても、どれも反応を示さず、アリは逃げてしまった。
- (4) しかし、A、B、C、D どの鉢についても、私たちが観察していないときに、自分で捕獲した虫が葉に残っていた。捕虫していた虫はショウジョウバエもしくはイエバエだと考えられる。

### 4. まとめ

私達は、はじめ、モウセンゴケは補虫葉に刺激があればとりあえず一回は反応し、自分の養分となる刺激と、そうでない刺激を区別していると仮説を設定したが、結果からもわかるとおりすべての個体が、ほとんど刺激に反応を示さなかった。

理由としては、まず、葉に置いたゆで卵の卵白グロブリンが、熱したことによって変性してしまい、変性したタンパク質には反応しない機能があると考えられる。次に、クロヤマアリの場合は、細い足だけで葉に接しているので、その程度の刺激では生物を感知できなかったという可能性がある。

また、実験で証明はできなかったが、食虫植物の葉には動かせる葉の数に上限がある、もしくは感知できる葉と感知できない葉のふたつに分けることができるのかもしれない。

私達が見ていない間に捕虫していることから、捕虫能力に問題はないので、次に実験する機会には、食虫植物を囲いに入れて勝手に虫を捕虫できないようにし、貧栄養状態にして実験を行うこと、葉の一枚一枚を分類して反応させてみるというようにすれば、より良い実験になると思った。

### 5. 謝辞

この研究を進める上で奈良学園高校の澄川先生のご協力にお礼を申し上げます。

## 「ゴールドバッハの予想」の研究

B組 37 番 福仲峻伍 C組 22 番 ○野垣夏槻 C組 29 番 前迫貴博

### 1. はじめに

我々は、「ゴールドバッハの予想」について調べることにした。「ゴールドバッハの予想」とは、「全ての 2 よりも大きな偶数は二つの素数の和として表すことができる」という、ゴールドバッハが提唱した予想である。「ゴールドバッハの予想」の証明は得られておらず、数学の最大級の難問の一つにあげられている。

この理科課題研究が「ゴールドバッハの予想」を研究する良い機会だと思い、2~3年前からずっと気になっていた問題だったということもあり、研究することにした。

### 2. 研究方法

「ゴールドバッハの予想」を満たす式の数を調べるため、以下のプログラムを 10 進 basic で作動させた。

```
1 print "「ゴールドバッハの予想」 検証プログラム"  
  print "「ゴールドバッハの予想」 を満たす式の数を計算します。"  
  print "調査の偶数の個数は一万ぐらいで止めた方が"  
  print "良いと思われます。(暴走対策) "  
3 print "どの偶数(6以上)から調査しますか。"  
  input g  
  if mod(g,2)=1 then 3  
  IF g<6 THEN 3  
  print "左の数 Xは6以上の偶数"  
  print "右の数はXの" 予想" を満たす式の数 Y"  
  print "X→Y"  
  LET t0=time  
5 let n=0  
  let z=g/2  
  rem *素数発生ルーチン 変数 Jが素数  
10 FOR j=3 TO g STEP 2  
  if j>z then 120  
  FOR b=3 TO SQR(j) STEP 2  
    if mod(j,b)=0 then 100  
  next b  
  gosub 1000  
100 next j  
120 if n=0 then 5000  
  print g;"→";n
```

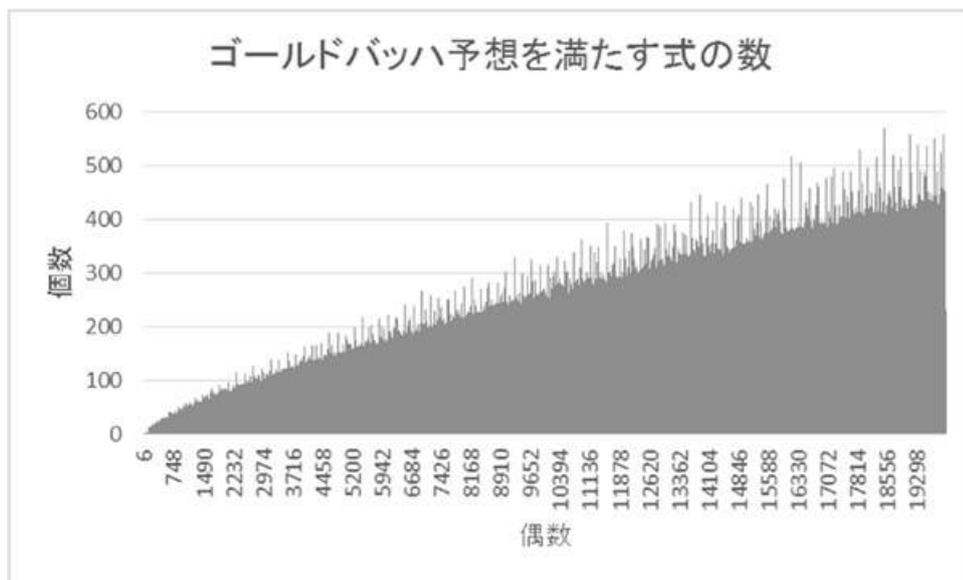
```

goto 10000
rem *素数発生サブルーチン 変数 X が素数
1000 FOR x=g-j TO g STEP 2
    FOR y=3 TO SQR(x) STEP 2
        if mod(x,y)=0 then 1010
    next y
    let s=j+x!J と X は必ず素数
    if s>g then 2000
    if mod(s,2)=0 then let n=n+1
1010 next x
2000 return
5000 print "異常発生。「ゴールドバッハの予想」を満たさず。再度要調査。"
7000 STOP !end
10000 let g=g+2
10002 goto 5
20000 end

```

### 3. 結果

上のプログラムをグラフ化すると、以下のようになった。



### 4. 考察

結局、結果の解明はできなかったが、グラフを見る限り、徐々に増えていることがわかるので、この予想は正しいと推測される。

### 5. 参考文献

- 1) リチャード・K. ガイ(著), 点金光 滋 (訳) (2010/11): 点数論「未解決問題」の事典
- 2) Chris K. Caldwell (著), SOJIN (訳)(2004): 素数大百科

## II SS国内研修

### 1 コウノトリとの共生研修

受け入れ:兵庫県豊岡市コウノトリ湿地ネット代表 佐竹節夫様  
:豊岡市コウノトリ共生部 コウノトリ共生課長 石田敦史様

日時:7月13日(水)～7月16日(土) (3泊4日)

場所:兵庫県豊岡市

宿泊先:田結地区 民宿「えの本」

参加生徒:2年 田中 元, 伊藤 由希, 上田 桃子, 1年 前田 悠貴 4名

付添教員:2名

研修内容:

初日はバスで豊岡市に行き、コウノトリの郷公園で豊岡市におけるコウノトリとの共生に関する講演を聞いたあと、コウノトリの郷公園を見学した。一度は絶滅したコウノトリを復活させて今に至るまでの努力を知り、また、間近で見るコウノトリの迫力に驚いた。その後、ハチゴロウの戸島湿地に移動し、佐竹さんのお話をうかがった。その周辺にもコウノトリが生息していることを知った。

2日目の午前は、ハチゴロウの戸島湿地で、定置網にかかった生き物を調査した。その後バスで佐竹さんとコウノトリのあとを追い、コウノトリの足についているタグでコウノトリの個体識別を行った。豊岡市内で何羽もコウノトリを目撃したが、個体識別ができたのはたったの2羽だけだった。午後は、豊岡市で農業を営む成田さんから、無農薬による稲作についての講演を聞き、成田さんの田んぼで除草作業を手伝った。コウノトリ絶滅の原因の一つは農薬の使用で、いま豊岡の米はほとんどが無農薬で栽培されているようだ。また、夜は田結地区の地区役員の方々との座談会を行った。田結地区のビオトープでは鹿が増えたり、外来種が侵入したりといった問題が増えたという。

3日目はあいにくの雨であったが、午前中に田結地区のビオトープの散策をし、田結地区の方から説明を聞いた。

4日目は、前日にするはずだった田結地区の湿地の整備を行った。

この4日間で私たちは、豊岡市のコウノトリとの共生は数十年前から続く、たくさんに人たちの多方面からの努力によって支えられているということを実感した。



## 2 八重山諸島のサンゴの現状と未来研修

受入れ：(株)シー・テクニコ 代表取締役 前田博様

環境省石垣島自然保護官事務所 自然保護官 伊藤珠実先生

日時：7月13日(水)～7月17日(日) (4泊5日)

場所：沖縄県八重山郡竹富町小浜島周辺の石西礁湖

宿泊先：小浜島 リフレッシュ・アイランド・KOHAMA

参加生徒：2年 河野遼太郎、柳田篤典、渡部遼、奥田理紗、柴田翠、森田裕美 6名

付添教員：2名

研修内容：初日 関空ー石垣島ー小浜島 八重山諸島のサンゴ学習と増殖実習

2日目 全日 「石西礁湖」コーラル生態観察実習と潜水実習

3日目 全日 「石西礁湖」コーラル生態観察実習と潜水実習

4日目 全日 「石西礁湖」コーラル生態観察実習と潜水実習

5日目 AM 「石西礁湖」コーラル生態調査

高校2年生男子3名、女子3名の計6名が参加して、7月13日(水)～7月17日(日)の4泊5日で標記研修を実施しました。

初日の研修は、石垣島の環境省サンゴモニタリングセンターで自然保護官 伊藤珠実先生の講義と、八重山漁業協同組合サンゴ研究班の小林様によるサンゴ増殖実習を行いました。小浜島のホテルに宿泊して、2日目からは、昼はスキューバダイビングの潜水実習とサンゴの観察、夜はサンゴに関する講義(「石西礁湖自然再生の取り組み」、「農地から海洋への赤土流出問題」など)と、サンゴづくめの5日間を過ごし、八重山諸島の生態系学習を堪能しました。

全日天候にも恵まれ、八重山諸島の美しい自然に魅せられました。私たちは今回の研修を通して、我国が世界に誇る石西礁湖のサンゴ礁と美しい海を協働して保全していかなければならないと実感できました。



### 3 海洋学（魚類から海底探査まで）まるごと研修

受入れ：東京海洋大学 河野 博教授他

日時：7月31（日）～8月3日（水）（3泊4日）

場所：東京海洋大学品川キャンパスおよび葛西臨海水族園

宿泊先：品川プリンスホテル

参加生徒：2年 山本 果歩, 金友 沙樹, 中西 明美, 米谷 宜展, 丸山 裕生, 山本 望友 6名

付添教員：1名

研修内容：

初日は、河野教授から透明標本を用いた『魚類学実験』という講義を受けました。軟骨と硬骨の観点からの進化の過程を学習した後、透明標本の腹部を解剖しどのように食物連鎖が続いているのかを学習しました。講義の中で、魚類という考え方が古いことが最も衝撃的であり、進化は外見からではなく「中身」からおこるものであると知ることができました。

2日目の午前は、葛西臨海水族園に訪れました。2時間と少し短い見学時間でしたが、普段以上に魚に関する説明をじっくり読み、またアニメーションによるわかりやすい説明で知識を増やすことができました。午後は、東京海洋大学で開かれていたオープンキャンパスに参加しました。そこでは、イクラを人工的に作るという面白い体験をし、また大学生に自身の研究内容を直接説明していただきました。大学生の研究は私たちが行っている研究より大規模ではありましたが、何かを知りたくて研究に臨んでいるという点では同じであり、自分たちの研究に誇りをもって取り組み、説明する姿には学ぶべきところがありました。

3日目、4日目は、高大連携講座「海の科学」を受講しました。加藤秀弘先生からは『鯨の世界』、羽曾部正豪先生からは『魚類マクロ組織像から考える動物体の成り立ち』、吉田次郎先生からは『海の流れの仕組み』、高橋美穂先生からは『海の元素の科学』、大島敏明先生からは『養殖水産食品の高付加価値への取り組み』、藤本浩一先生からは『素潜りの歴史と発展』について講義を受けました。これらすべての研究が「海洋学」という一つのテーマの中であり、まだまだ研究する余地があることを知りました。また、私たちが最も先生方の講義を通じて気づいたことは「人脈が大切」ということです。ほかの人の協力があってこそ素晴らしい研究ができ、成果を生むことができるのだと学ぶことができました。

また、休憩時間を使って東京海洋大学が誇る「鯨ギャラリー」、「水産資料館」、「雲鷹丸」を見学しました。マッコウクジラの骨格標本や、鯨の胎児など今まで見たことのないものが展示されておりとても強く印象に残りました。



#### 4 環境指標計測研修（林外雨、林内雨、樹幹流に含まれるイオンの化学分析によって酸性雨の原因を探る）

受け入れ：神戸大学海事科学部海洋環境管理研究室

日時：8月2日（火）～8月4日（木）

場所：神戸大学海事科学部

宿泊先：神戸三宮ユニオンホテル

参加生徒：高校2年 金澤あかね 佐藤佑香 藤原奈都美

付添教員：1名

研修内容：

〈1日目 午前〉研修の内容の説明を聞いた後、研究で使うイオンクロマトグラフの機械と原子吸光光度計を見せていただきました。

〈1日目 午後〉浅岡先生の指導のもと事前に採取した雨水をイオンクロマトグラフにより、陰イオンの定量をしました。定量中に海事科学部の説明を聞き、キャンパス内を案内していただきました。

〈2日目 午前〉1日目に引き続き、イオンクロマトグラフにより、雨水の陽イオンを定量しました。

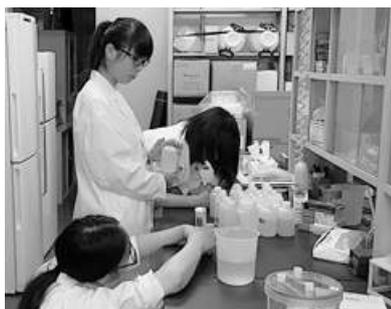
〈2日目 午後〉1日目で定量した陰イオンのイオンクロマトグラフのデータを解析し、酸性雨の原因について議論しました。

〈3日目〉2日目で定量した陽イオンのイオンクロマトグラフのデータを解析し、実習全体で出たデータについて議論し、研修のまとめをしました。

最初は、2泊3日も神戸大学にいるということで、緊張していたのですが、実習が始まると一瞬で過ぎてしまい、もう少し研究したいと思うほどでした。浅岡助教授に、学校では使えない機械の使い方やパソコンでのデータ処理方法も最初から丁寧に教えていただき、本当にとってもいい経験になりました。測定した膨大なデータをパソコンで表にまとめそれをもとに仲間と議論をし合い、授業ではできない内容にとっても刺激を受けました。

また、実験だけでなく、学校の中を案内していただいたり、学部のことも説明していただき、学校見学に行っているようで、進路を考えるきっかけにもなりました。

普段なら絶対に経験のできない専門的でハイレベルな学習をさせていただくことができました。この貴重な経験を生かし今後の研究につとめていきたいと思えます。



## 5 電気電子情報工学実習研修

受 入 れ：大阪大学 工学研究科 伊瀬敏史先生、井瀨貴章先生、三浦友史先生、  
劉佳先生、藤井伸幸先生、増田瑛介先生

日 時：8月17日（水）～8月19日（金）

場 所：大阪大学吹田キャンパス

宿 泊 先：ホテル阪急エキスポパーク

参加生徒：2年 吐田 尚生、北村 麻衣子、北川 智博 3名

付添教員：1名

研修内容：

8月17日（水）～8月19日（金）の3日間、大阪大学工学部にてSS国内研修を実施し、高校2年生の3名が参加しました。3日間、大阪大学工学研究科の伊瀬敏史先生、井瀨貴章先生、三浦友史先生、劉佳先生、藤井伸幸先生、増田瑛介先生のご指導により実習を行いました。

私たちは、電車から情報端末まで、電力を使って生活しています。しかし、実際にどのような仕組みで電力が使用しやすい形に変換されているのか、全く知りませんでした。今回の研修は、現代の生活を根底で支えている技術について、高校で学ぶことのできない知識を教えていただける、大変貴重な機会だったと思います。

特に、大学で使用する実験器具を使わせていただき、太陽光発電の効率を上げるために必要な回路を実際に動かしてみることで、その回路の特性や制御のための仕組みを学ばせていただいたことは、大学へ研修に行かせていただいたからこそできた体験であったと思います。その際にも、基礎的な知識が欠けている私たちに対して、先生方が、わかりやすく丁寧な説明を、優しくしてくださいました。それが、私たちの大阪大学における研修を楽しく、有意義なものとした、最大の要因であったと思います。

また、パワーエレクトロニクスという広大な学問分野の中で、今回学ぶ予定であったスイッチングによる制御という分野からは外れていましたが、高温超電導物質を使った電力貯蔵など、私たちが興味を持ったことに関しても、実験を交えたわかりやすい説明をしてくださいました。

表面的な事象だけにとらわれることなく、深い知識を学ぶ機会を、高校生うちに持つことができたのは、大変幸せなことであったと思います。そのような機会をくださった伊瀬先生をはじめとする大阪大学の先生方には、心から感謝しています。本当にありがとうございました。



## 6 「東大研修会」「京大研修会」

### (1) 「東大研修会」

8月25日、26日の二日間にわたり、東京大学研修会を実施しました。東京大学に進学した卒業生の協力を得て、平成23年度よりこの見学会を実施しており、今年度は59名の中3生が参加しました。

1日目は東京大学環境安全本部准教授、飯本武志先生による体験講義で、「ゲーム形式でのリスク認知演習」というテーマで、生徒は実際に日常生活における自分の選択を踏まえながら、危機管理を考えるという教養学部の1回生、2回生に実際に開講されている講座の内容を中学生でもわかることばでアクティブラーニングで展開をしていただきました。生徒達は、普段考えないような物の見方を学ぶ良い機会になりました。

2日目は、東京大学大学院理学系研究科物理学専攻量子多体物理学講座教授、早野龍五先生による講義「素粒子、放射線に関しての専門領域の導入と中3に知ってもらいたいこと」をテーマに、講演をいただきました。

奈良学園と早野先生との出会いから始まり、「早野先生が東京大学を目指されるまでの進路の選択のされ方」、「今、東京大学で何を研究しているのか」、「福島でどのような支援が行われているのか」の3つに分けて、素粒子やCERN（セルン）の加速器などについて学びました。

また卒業生の東京大学文科Ⅰ類、松山宏彰先輩(31期生)や東京大学文科Ⅲ類、池松奈穂先輩(34期)の案内のもと、本郷キャンパスを見学しました。参加した生徒からは東大に関する質問や日々の勉強方法、高校生活のことなど、活発な質疑応答がなされました。卒業生が実際に用いていた参考書や、プリントなどを紹介してもらって、東大への受験勉強の取り組みを紹介してもらいました。また、現在の活躍の様子を語ってもらい、大変刺激を受けたようです。

参加した生徒からは、先輩から勉強やクラブの話聞かせてもらい、質問に丁寧に答えてくださり、大変役になった。すぐに実践できることもあるのでやってみたいといった声が聞かれました。



## (2)「京大研修会」

12月14日(水)、中学3年生と高校1年生84名が、京大研修会に参加しました。京都市左京区にある京都大学吉田キャンパスに到着すると、まず吉田南総合館北棟にある講義室へ移動。京都大学人文科学研究所准教授の藤原辰史先生による講演をお聞きしました。

藤原先生は中学高校は受験勉強という与えられた問題を解く側だが、大学は学問、自分で問題を見つける側に立つという点で違いがあると述べられました。その後、自身の専門である農業技術史やドイツ現代史について解説されました。

特にユダヤ人を600万人殺害したナチスが、有機農業に関心をいだき、家の残り物を全て鍋に入れて食べる「アイントップフ」をしている当時の写真を紹介され、こういった「歴史のパラドックスにおける問い」が自身のモチベーションになるということを紹介されました。貴重なお話の後、質疑応答の時間では、生徒から遺伝子組み換え食品の安全性に関する問題などについて質問の手が挙がり、わかりやすく解説をしてくださいました。

その後、各班に分かれ、本校の卒業生と共に昼食。今回は30期～35期生9名の卒業生が案内役として、キャンパス内の各所を見学させていただきました。

班によっては、先輩が所属する学部の講義を見せてもらえたり、馬術部で馬を見せてもらえたりした生徒もいました。京都大学に在学する先輩方と直接言葉を交わし、構内を散策しながら大学での研究や学生生活について話を聞くことができたのは、とても有意義でした。

参加した生徒からは「先輩から学校での普段の授業を大切にすれば合格できるという話を聞き、がんばろうと思った」といった声が聞かれました。最先端の設備や研究現場に実際にふれることで、生徒たちも新鮮な刺激を得た様子でした。



## 7 植物育種をまるごと研修(予報)

実施日 平成29年3月中旬 2泊3日

場所 大阪府立花の文化園

参加者 高校1年生生徒4名(予定)

引率教員 1名

目的 植物の品種改良の基礎になる植物遺伝育種講義と、実際に多様な植物を使って育種実習を行う。ガーデニングやフラワーアレンジメントの基礎と展示実習も行う。

### Ⅲ S S 研究チーム活動報告

<生物グループ>

近畿地方初記録種エンシュウムヨウラン（ラン科）の生態学的研究  
A Ecological Study on *Lecanorchis suginoana* (Orchidaceae),  
which we recorded for the first time in Kinki district, Japan.

燕木 史弦 加道 大介 服部 けやき 渡辺 真史

KABURAGI, Shigen KADO, Daisuke HATTORI, Keyaki WATANABE, Shinji

#### 1. 目的

昨年、本校卒業生研究者（\*末次，2015）らは、大阪府四條畷市と本校の標本を証拠標本に、近畿地方初記録種としてエンシュウムヨウランを記載した。その新知見をもとに、昨年に引き続き総株数や花数、花茎数、結果数などの「個体群動態調査を実施する」とともに、エンシュウムヨウランを食害する昆虫の侵入を防ぐペットボトルシェルターを考案し、その効果を検証した。



エンシュウムヨウラン

#### 2. 方法

校内の調査対象株242株全てにラベルを付して、経過観察と植食者の採集を行い、その生態を探るために、「埋め込み型」・「下部に隙間を持った型」・「ペットボトルの底を不織布にして通気性を確保した型」の3種類のペットボトルシェルターを合計47基設置した。



シェルター

#### 3. 結果

この調査により、本種の校内分布の全体像を把握することができた。昨年の花茎が残っているところから新しい花茎を出している個体も確認した。また、シェルターを設置した株のトータルの結果率は非常に高かった。ところが、「通気性を確保した型」の結果率は「埋め込み型」に比べて低い値になり、「埋め込み型」と「下部に隙間を持った型」では結果率に明確な差がでなかった。

#### 4. 考察

昨年と同じ場所から花茎を出している株があることから、本種は翌年にまた同じ場所から花茎を出すことができる。シェルターの設置効果については、どの型のシェルターも植食者の防除に効果があることが分かった。また、「埋め込み型」と「下部に隙間を持った型」では結果率に差がないことから、植食者は飛翔によりランの上部から侵入することが推測された。しかし、今回の研究では、植食者が本種に侵入する時期を明らかにすることはできなかった。

#### 5. まとめ

来年はシェルター設置時の花茎長や条件を統一し、正確にデータを比較できるようにする。また、植食者が本種に侵入する時期を特定して、シェルターの最も効果的な設置時期も調べたい。

6. 参考文献 福永裕一・\*末次健司他，2015，エンシュウムヨウラン（ラン科）を近畿に記録する，日本分類学会誌 Bunrui, 15(2): 191-194.

7. キーワード ムヨウラン シェルター 食害 寄生

# 近畿地方初記録種 エンシュウムヨウラン(ラン科)の生態学的研究

-SS研究チーム- 蕪木 史弦 加道 大介 服部 けやき 渡辺 真史

## エンシュウムヨウランとは

エンシュウムヨウラン (*Lecanorchis suginoana*)

ラン科ムヨウラン属 近畿地方初記録種 (2015)

- 常緑広葉樹の林床に生息する多年生菌従属栄養植物である。
- 現在、日本と台湾に分布が確認されており、日本では本州関東～東海地域と近畿、四国、九州に分布し、静岡県・高知県・宮崎県では絶滅危惧種に指定されている。
- 和名の無葉蘭とは緑葉を持たないことに由来し、光合成せずにペニタケ科の菌類に共生して生育している。
- 本校では4月上旬からに地中から花茎を伸ばし、5月上、中旬頃に開花する。花は自動自家受粉をし、その後2cmほどの細長いさく果を生じ、熟すと開裂して微細な種子を極めて多数放出する。
- 花期以外は地上器官の休眠を行っている。



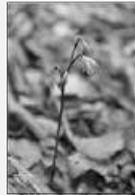
(図1)エンシュウムヨウランの府県別分布図



▲花茎の出根



▲花芽



▲開花



▲花の拡大



▲さく果

## 研究動機

昨年、本校卒業生研究者(末次, 2015)らは、大阪府四條畷市と本校の標本を証拠標本に、エンシュウムヨウランを近畿地方初記録種として記載した。本種についての先行研究はたいへん少ないことから、私たちが集めた総株数や花数、花茎数、結果数等の基礎データと、本種を食害している昆虫類についての知見をもとに、エンシュウムヨウランの個体群動態調査を行い、その生活史を明らかにしようと考えた。

## 研究方法

- 1 花茎が出現している間に、校地内の個体数調査を行い、確認できた株にラベルを打つ。
- 2 確認できた株の基礎データ(株数・1株当たりの花茎数・1花茎当たりの花数・結果数)を収集し、継続観察する。
- 3 植食者昆虫の開花や結果への影響を調べるため、ペットボトルを用いて3タイプのシェルター(「埋め込み型」、「下部に隙間を持った型」、「ボトルの底を不織布にして通気性を確保した型」)を考案し、47基設置した。
- 4 枯れやしおれた花茎にはハモグリバエなどの寄生性昆虫の幼虫が入っていないかを確認し、可能性がある場合はしおれた花茎を採集し、飼育する。成虫が羽化してきた場合は、専門家に同定を依頼する。
- 5 結果したさく果から種子を採取し、無菌播種によって発芽能力の有無を調べる。



▲埋め込み



▲隙間あり



▲通気性確保



▲林床内に設置したシェルターの様子

# 近畿地方初記録種 エンシュウムヨウラン(ラン科)の生態学的研究

## その2

### 結果・考察

- 2015年の調査  
確認株数114, 花茎数は最頻値1, 最大値7, 結果率は2.1%
- 2016年度の調査  
確認株数244, 花茎数は最頻値1, 最大値11, 結果率は11.7%  
花茎1本あたりの平均花蕾数は4

花茎数1~2本の株が70%以上という調査(吉野ら, 2016)に近い値となった。  
確認株数の大幅な増加は, 調査範囲の拡大によるものと考えられる。

同じ場所での基礎データの比較

	2015年	2016年
確認株数	114	195
花茎数 最頻値	1	1
花茎数 最大値	7	11
結果株率(%)	2.1	10.7

- 校内の個体群(群落)の全体像を把握できた。
- 2年続けて花茎を伸ばす株があった。
- 1株で複数花茎が開花, その後子房が膨らむが, 最終的に結果できる花茎数は最大2本であった。

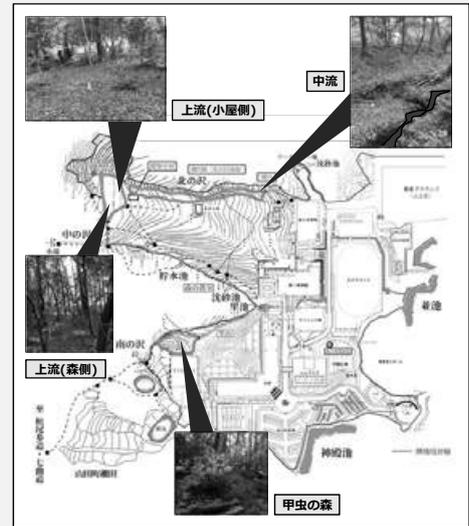
エンシュウムヨウランが確認された場所は各所共通して, コナラが生育する比較的明るい林床であった。  
本種は連年同じ株から花茎を伸ばすことができるものもいることがわかった。  
最終的に結果できる花茎数については, エンシュウムヨウランが栄養を搾取している菌類から得られるエネルギー量には, 限界があるのではないかと考えることができる。



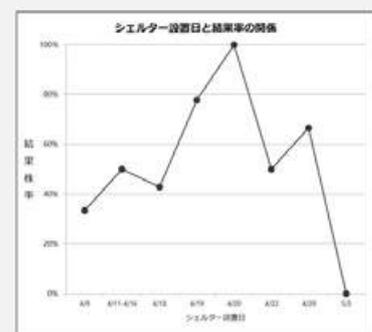
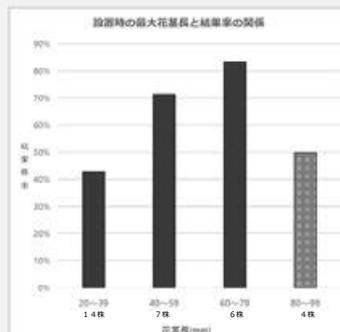
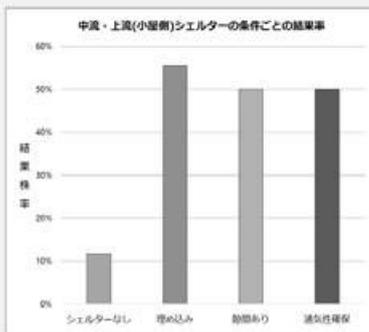
▲明るい林床



▲昨年と同じところから花茎を出している株



▲エンシュウムヨウランの校内分布



- シェルターの条件に関わらず, 一定の確率で寄生性昆虫の被害を防ぐことができた。
- 設置時の花茎長が長くなるにつれて, 結果率が向上することがわかった。
- シェルター設置日時に結果株率に違いがみられた。

飛翔によりランの上部から侵入すると推測される寄生バエは, シェルターの下部に隙間があっても侵入を防ぐことができると考えられる。  
花茎長が長くなるにつれて結果率が向上することや, 4月20日に設置したシェルターの防除効果が最も高いというデータが得られたことから, 寄生性昆虫の産卵時期はかなり早い段階であると考えられる。

# 近畿地方初記録種 エンシュウムヨウラン(ラン科)の生態学的研究

## その3

- シェルターを設置しなかったときの結果率が10.2%であったのに対し、シェルターを設置したときの結果率は48.9%と上昇した。
- シェルター設置時に採取した花茎からハ工目の幼虫を見つけ、幼虫はそのまま蛹化しハモグリバ工科の成虫が羽化していることを確認した。
- 専門家に同定を依頼した結果、ランミモグリバ工(*Japanagromyza tokunagai*)セマダラハネオレバ工(*Chyliza vittata*)であることがわかった。
- カメムシ目アブラムシ類の昆虫が花茎全体に集まっていた。吸汁された花茎は萎れていた。

シェルターなし		
	総株数	結果株数(率)
甲虫の森	48	5(10.4%)
中流	67	12(17.9%)
上流(小屋側)	36	0(0.0%)
上流(森側)	46	4(8.7%)
全体	197	20(10.2%)

シェルターあり		
	総株数	結果株数(率)
甲虫の森	1	0(0.0%)
中流	24	10(41.7%)
上流(小屋側)	19	13(68.4%)
上流(森側)	3	0(0.0%)
全体	47	23(48.9%)

群落ごとに差はあるものの、シェルターを設置することによって本種の結果率を向上させることができた。萎れた花茎からは上記の2種しか確認されなかったことより、「カメムシ目のアブラムシ類による被害を除くと、本種の主要な植食者の一種としてハ工目の寄生性昆虫が挙げられ、おそらく成虫は飛翔により花茎に到達し、産卵する」と考えられる。



▲ランミモグリバ工の成虫

### セマダラハネオレバ工



▲幼虫



▲蛹



▲成虫



▲吸汁するアブラムシ



▲植食者の影響でしおれた花茎

## 今後の課題

1. 個体群動態調査を継続することでエンシュウムヨウランの生態を明らかにしていく。
2. ハモグリバ工の寄生について、シェルター設置数、設置時期、設置花茎長などをさらに考慮し、産卵時期を特定する。
3. ラベルやシェルターについては、野生動物による破壊・移動があったため、さらに改良する。

## 参考文献

野生動物調査協会・Envision環境保全事務所 日本のレッドデータ検索システム。  
<http://www.jpnrdb.com/search.php?mode=map&q=06050316637&sort=s>

岡山 将也・谷亀 高広・大和 政秀・岩瀬 剛二. 2010.ラン科ムヨウラン属は特定のチチタケ属菌と特異的に共生する.日本菌学会大会講演要旨集 54(0): 59-59

末次 健司・加藤 真. 2014.菌従属栄養性の生活様式を可能にした様々な適応進化—特に送粉様式の変化について.植物科学最前線5:93

福永裕一・末次健司・長谷川匡弘・澤 進一郎. 2015.エンシュウムヨウラン(ラン科)を近畿に記録する(新産地報告).日本植物分類学会誌15(2): 191-194

吉野 奈津子・長谷川 泰洋. 2016.名古屋大学構内におけるエンシュウムヨウランの分布.名古屋大学博物館報告31:1-8

吉野 奈津子・藤井 伸二・西田 佐知子. 2005.名古屋大学構内におけるエンシュウムヨウランの発見.名古屋大学博物館報告21:141-146

Tamotsu HASIHIMOTO. 1990. A Taxonomic Review of the Japanese Lecanorchis(Orchidaceae)筑波実験植物園研究報告 9:1-40

## <放射線グループ>

### 福島市内における阿武隈川河川敷周辺で見られたこの5年間の線量率低減のモデル化

梶屋義融(高1) 安井雅統(高1) 高橋一斗(高1)  
福山大輔(中3) 高森千晴(中2)

#### 1. 研究の背景

私たちの研究チームでは、先輩たちの代から、福島第1原子力発電所事故後、毎年、福島市内へ伺い(2011年9月, 2012年以降は毎年8月と12月の2回ずつ2泊3日で伺い), 放射線の計測を行い, この5年間の経年変化を調べてきた<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>。私たちも中1からこの計測に参加してきた。その計測と結果の集約の手法については, シンチレーションタイプの線量計を用い, 福島市内における4定点エリア(阿武隈川河川敷, 渡利地区, JR福島駅東口駅前広場, 信夫山山麓周辺)の空間線量率を計測し, その空間線量率の大きさに応じて色分けしてマップ化する方法であった<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>。この手法では, 計測結果から考察においてどの色が増えたか減ったかという視覚的主観による感じ方の部分が人ごとに大きいのではないかと私たちは疑問を抱いた。そこで, 上記の4定点エリアでのすべての計測データの平均値をとったエリア平均でこれまでの5年間を比較した方がよいのではないかと考えた。このエリア平均での比較では, 今回報告する阿武隈川の河川敷そのものは非除染地区であるが, この5年間で空間線量率の低減について定量的に一定の傾向が見られたので報告する。

#### 2. 目的

先行した先輩達の広島研究<sup>1)2)</sup>, 福島研究<sup>3)4)5)6)</sup>と同様に, 福島の4定点エリアにおける空間線量率を継続して計測・調査することを目的とする。さらにこれに加えて, これまでの先輩達の先行研究における経年変化の結果集約の方法と異なり, 空間線量率はそのエリアで増加したのか, 減少したのか, 横ばいなのか, 経年変化がはっきりと可視化できるように結果集約することを目的とする。

#### 3. 研究方法

2011年9月(1泊2日), 2012年8月(2泊3日), 2012年12月(2泊3日), 2013年8月(2泊3日), 2013年12月(2泊3日), 2014年8月(2泊3日), 2014年12月(2泊3日)<sup>4)5)</sup>, 2015年8月(2泊3日), 2015年12月(2泊3日)<sup>6)</sup>に継ぎ, 2016年8月(2泊3日), 2016年12月(2泊3日)で福島へ訪問した。現地および校内で下記の計測・調査を実施した。本報告ではこれらの5年間の阿武隈川河川敷周辺における計測内容を報告する。(私たちは2013年8月からこの計測調査に参加している。)

##### (1) 福島市内における空間線量率( $\gamma$ 線線量率)の計測方法

図1のように, JR福島駅周辺, 渡利地区, 阿武隈川河川敷, 信夫山山麓の4定点エリアを, 福島へ訪問するごとに計測した。計測器は堀場製作所のシンチレーションタイプの線量計PA-1100を用い, 地表面から約1mの高さで行い, 10歩歩いては10秒静止するということを繰り返した。また, 本器のBluetooth通信機能を活用し, AndroidスマートフォンにGPS位置情報とともに計測値を記録した。



図1 4定点エリア

(2) 福島市渡利の汚染土壌仮置き場における空間線量率(γ線線量率)の計測

2013年, 2015年と同じ仮置き場を測定エリアとし<sup>6)</sup>, 計測はPA-1100を用い, 地表面から約1mの高さで行った。仮置き場のブルーシートに隣接する状態でいずれも計測した。

4. 結果と考察

(1)の計測結果を掘場製作所のPA-1100用マッピング機能を利用してマップ化すると図2のようになる。各地点の空間線量率(単位は $\mu\text{Sv/h}$ )を図3のカラースケールを用いてマップ化している。図2のマップでの色分けした円(図中の●)は1つあたり, 計測した日時, 空間線量率(線量当量率), 緯度, 経度, 標高のデータを含んでいる。



図2 計測結果のマップ化

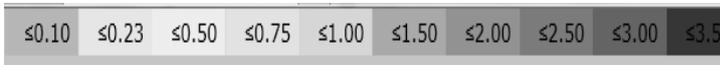


図3 カラースケール

これらをエクセルで集約し(図4), 各エリアごとにエリア内の空間線量率(線量当量率)の全データの平均値をとり, 時系列でグラフ化したものが図5a, 図5b, 図5cである。



図4 エクセルで集約した例

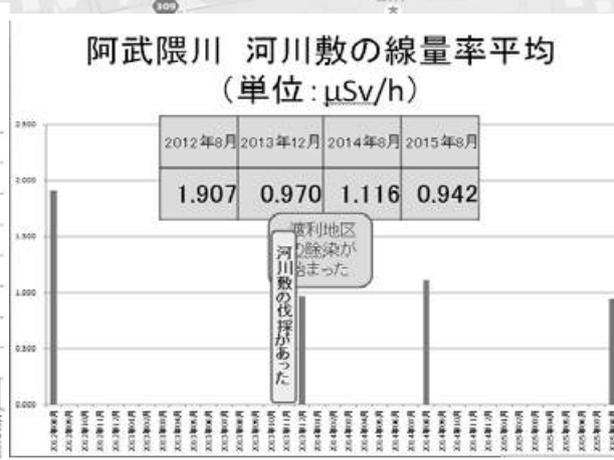
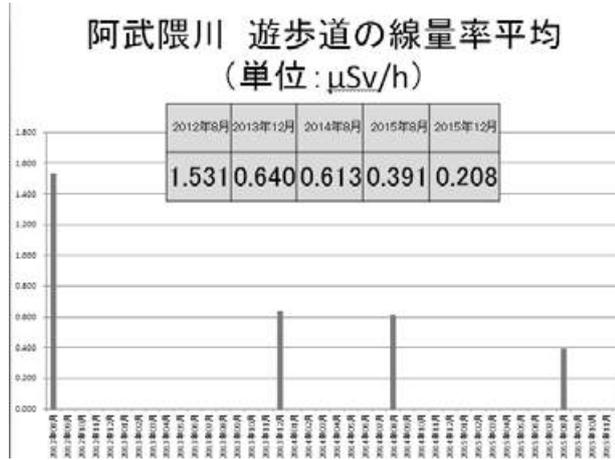
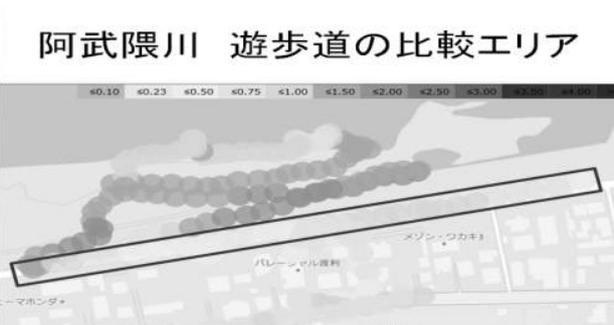


図5a 阿武隈川の遊歩道の経年変化

図5b 阿武隈川の河川敷の経年変化

阿武隈川の河川敷は、非除染地区ではあるが、2011年の原発事故が起こる以前から、春から夏にかけて育った雑草や葦を大規模に伐採する河川敷の改良工事が行われている。この大規模伐採工事は除染とは関係なく、河川事務所の所管で毎秋～冬に実施されている。葦の伐採以外に土壌の天地返しで汚染表土を埋めることで線量率は低減すると考えられる。それは図5bから8月から12月へかけて河川敷のデータは必ず低減しているからである。ただ、12月から翌年の8月へかけてはグラフはほぼ横ばいの状態なので、伐採工事後は翌年の夏までまた葦や雑草が生い茂っていき、根が土壌中に密にはびこり続き、雨や風という自然の力による除染効果(ウェザリング効果)も期待できず、線量率は維持される。そして、また秋～冬になると大規模伐採で空間線量率は低減する、という階段状グラフの線量率低減を繰り返すといえる。図5aが図5bと同様の形状を示している

るので遊歩道の空間線量率の増減は河川敷の空間線量率の増減に影響を受けていると考えられる。しかし、河川敷の影響は直近の遊歩道までは及ぶが、河川敷から離れた住宅地である渡利地区には及んでいない。図5aや図5bと全く異なった挙動を図5cは示し、河川敷の伐採工事による空間線量率の低減とは異なるグラフを渡利地区は示しているからである。河川敷の影響ではなく、渡利地区の空間線量率低減は、各住宅の個別の除染によるものが大きいと考えられる。また、(2)では、遊歩道に隣接する渡利地区住宅地にある仮置き場周辺は、周囲の空間線量率と全く変わらない値であり、汚染土壌をフレコンバッグに入れて積み上げてあるものの、それらを汚染されていないきれいな土砂で覆ってあることで十分に放射線が遮蔽されていることがわかった。

以上より、阿武隈川河川敷・遊歩道・渡利地区の3エリアでの影響の有無を示したマップは図6のようになる。ここで、定量的な規則性を伴う空間線量率低減は阿武隈川河川敷と遊歩道に見られ、その空間線量率低減モデルは図7となる。また空間線量率が低減することは地表面の放射性物質(現在の主たるものは $^{137}\text{Cs}$ )は量が減っていくので、時が経つにつれ、段々と空間線量率の低減量も減っていく傾向にあると考えられる。

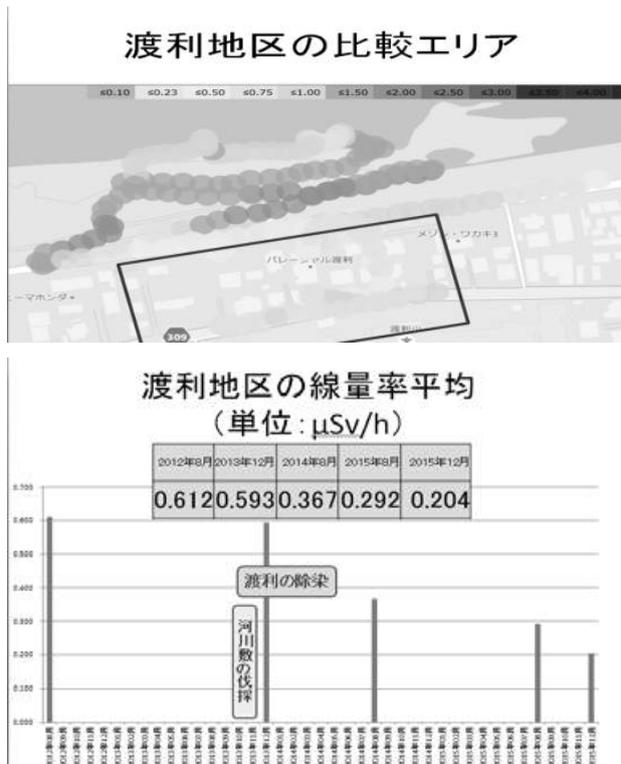


図5c 渡利地区の経年変化



図6 阿武隈川河川敷周辺の影響マップ

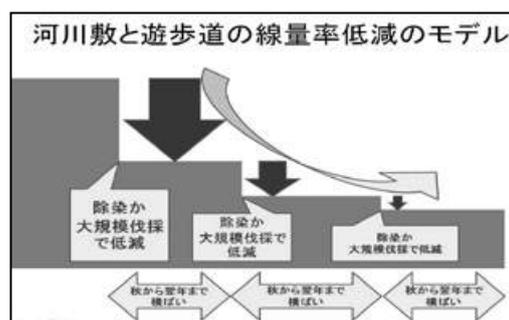


図7 空間線量率低減モデル (縦軸は線量率、横軸は時間)

## 5. 今後の課題

非除染地区の阿武隈川河川敷の周辺の空間線量率の経年変化は定量的に可視化できた。しかし、私たちの計測エリアには同じく非除染地区として信夫山山麓エリアがある。まだ信夫山については林野関係の整備が原発事故後どれだけなされたか公的機関の整備履歴などの資料を調べられないでいる。阿武隈川河川敷周辺と同様に、信夫山山麓周辺の環境要因が整備などでどのように変わり、それは空間線量率の低減に寄与して相関があるのかどうかを今後調べていきたい。

## 6. 謝辞

本研究の一部(2015年度の計測データ採取に関わる部分)は、公益財団法人 武田科学振興財団 様による研究助成「理科教育振興奨励」(2015年度採択：支援対象者「奈良学園中学校 工藤博幸(教員)」, 採択テーマ「福島での計測・学びと学校の授業の連携を通して放射線の正しい理解を目指す実践」)のご支援により私たちの計測調査旅行も実施していただきました。公益財団法人 武田科学振興財団 様に感謝申し上げますとともに、研究、調査の概要と得られた結果を本研究論文集の場をお借りして報告しました。

福島調査に際し、放射線学習でお世話になりました近畿大学原子力研究所の伊藤先生、渥美先生、山西先生、若林先生、堀口先生、大阪府立大学放射線研究センターの奥田先生、古田先生、八木先生、児玉先生、京都大学原子炉実験所の宇根崎先生、関西原子力懇談会の森口先生にお礼を申し上げます。研究交流させて頂いています福島高等学校の原先生、橋爪先生、生徒の皆さん、除染について教えて下さった環境省福島再生事務所除染情報プラザの青木先生、久留飛先生、三浦先生、内部被曝の検査など教えて下さった東京大学の早野先生、坪倉先生、福島における食の安全の取り組みや実際の検査の様子を見せて下さったJAふくしま未来の西條正美様、鈴木和明様、福島の報道や放射線を取り巻くデマの現状など教えていただいた飯舘村職員(元 テレビユー福島・報道制作局)の大森 真 様、原発事故直後からの新聞社の様子を教えていただいた福島民報社の山上英幸様、復興と帰村へ向けてお取り組みを教えていただいた飯舘村村長の菅野先生、福島は元気だと福島の素晴らしい自然や食を教えていただいたソーシャルメディア研究所の熊坂仁美様、季節ごとの福島の日常を教えて下さり美味しいご飯をいただきます福島駅前通・鮎長の皆さんにお礼を申し上げます。

## 7. 参考文献

- 1) 工藤博幸(2011)「簡易放射線測定器で中学生・高校生が放射線を可視化できる実験の提案—被爆地広島  
の地表の浄化と校内実験で生徒が考えたこと—」  
Proceedings of the 12<sup>th</sup> Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p16-25
- 2) 工藤博幸, 藤本麻美(2012)「中学生・高校生が考えた広島—簡易放射線測定器で探る広島—」  
Proceedings of the 13<sup>th</sup> Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p290-292
- 3) 藤本麻美, 工藤博幸(2012)「中学生・高校生が見た福島—福島における計測と聞き取り調査から—」  
Proceedings of the 13<sup>th</sup> Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p222-225
- 4) 久保明也, 嶋田純也, 野村啓太, 黒子茜(2013)「福島市内における放射線量と人の心の経年変化を探る  
—空間線量率の定点計測・放射性Csの検出および聞き取り調査から—」  
スーパーサイエンスハイスクール生徒研究論文集 第2年次(平成25年度) 奈良学園高等学校 p75-79
- 5) 工藤博幸(2015)「中高生の目線で見た福島における放射線事情について」  
Proceedings of the 16<sup>th</sup> Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p75-81
- 6) 工藤博幸, 榊屋義融, 安井雅統, 高橋一斗(2016)「中高生の目線で見た福島における経年変化と食品データ」  
Proceedings of the 17<sup>th</sup> Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p257-262

#### IV SSHベトナム海外サイエンス研修生徒報告書

スーパーサイエンスハイスクール事業「国際性の育成」の一環として、SSHベトナム海外サイエンス研修を実施しました。ベトナムでの研修は、6回目になりますが、SS発展コースの生徒が授業の一環として訪問するのは、4回目です。

この研修の目的は、以下の通りです。

- 1 ハノイ工科大学との日越初の高大連携（英語を媒介としたサイエンス研修と交流）
- 2 私立グエンシュ高校とのサイエンス研修と文化交流
- 3 ホアビン省の少数民族ムオン族の村を訪問し、循環型社会について学ぶ環境研修と共同研究
- 4 タイビン省のホン河河口域のマングローブ林の調査と、エビ養殖場や養魚場での研修と継続した水質調査
- 5 鹿島建設（株）ベトナム営業所の協力を得て、海外ODA事業や海外における日系企業の活動を学ぶ海外キャリア研修
- 6 ベトナム教育訓練省の表敬訪問と、在ベトナム日本大使館の訪問研修を実施することで、日本とベトナムの国レベルの関係を知る日越研修
- 7 積極的に異文化を理解し、情報を発信しようとする国際的な資質の育成

#### 研修内容

- 1 日程 平成28年12月17日（土）～12月22日（木），  
5泊6日（うち1泊 機内泊）
- 2 派遣団 高校2年生A組 SSH発展コース生徒10名  
◎東口颯真，○大西優希奈，○田中元，金澤あかね，狼谷匠，佐藤佑香，  
住川瑞季，永田唯，西村穂乃香，山本果歩  
(◎印 キャプテン，○印 副キャプテン)
- 引率教員 4名 澄川冬彦（団長 理科），中山淳一（英語科），梅岡千恵（英語科）  
加藤美智子（理科）
- 同行講師 1名 金沢大学 新学術創成研究機構 助教 谷川 竜一 先生

計15名

#### 4 研修内容

##### 事前学習

7月20日（水）

「マングローブ林研修」

7月20日の午後、大阪府立大学にお邪魔し、大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 北宅善昭先生から、東南アジアのマングローブ林に関する事前研修を受けた。まず、マングローブとはどのようなものなのか、というところからわかりやすく説明してくださった。普段マングローブを私たちがほとんど目にしないこともあって、マングローブに関する関心がさらに深まった。次に、ベトナム人の留学生の方が簡単なベトナム語講座をしてくだ

さった。日本語にはない発音に戸惑いながらも、平易なベトナム語を身につけることができた。その後、実際にマングローブを育てておられるビニールハウスに案内していただき、本物のマングローブをみせていただいた。

この事前研修を通じて、マングローブ林の自然に対する重要な役割に驚かされながらも、一方で、マングローブ林の破壊が行われており、その原因が日本にもあることを知り、私たちも、もっと世界で起こっている環境問題に目を向けなければならないと感じた。



9月14日（水）

#### 「ベトナム文化研修」

9月14日の午後、大阪大学文学研究科 桃木至朗先生の研究室を訪れ、ベトナム文化に関して事前研修を受けた。はじめに、ベトナム語の歴史や発音について、ベトナム語の辞書も見せていただきながら、少し詳しく教わった。また、桃木先生が、定期的にベトナムを訪問なさっていることもあり、非常に流暢にベトナム語を話されていたので、私たちはとても驚かされた。次に、ベトナムへの留学経験がある大学生の方も交えて、私たちの質問に答えていただいた。基本的なことでも丁寧に答えていただき、ベトナムに関する知識がより深まった。



11月2日（水）「東南アジア農村文化研修」

11月2日の午後、和歌山大学システム工学部 養父志乃夫先生にお越しいただき、「アジアの里地里山における徹底循環型の暮らし」というテーマで事前研修を受けた。ベトナムの農村における完全循環型の暮らしとはどのようなものかというお話に始まり、ベトナムにおける木材利用やベトナムの食文化について、実際の写真を見せていただきながら、わかりやすく説明して下さった。日本にはもう残っていない完全循環型社会について教わり、完全にそのような生活をするには、近代化した日本においては不可能に近いが、持続可能な社会を目指すに当たってのヒントがこの完全循環型社会にはあると感じた。



11月16日（水）

「ベトナム事前研修～ベトナムを知ろう～」

11月16日の放課後、本校で社会科を教えておられる岡田正太郎先生から、ベトナムの昔から今に至るまでの歴史と、現在のベトナムの様子について事前研修を受けた。はじめに、ベトナム周辺の国々だけ白抜きにした白地図を渡され、まずベトナム周辺の国々を描いてみるということに挑戦した。普段地図を目にしているので、これくらいは描けるであろうという自信のもと描き始めたが、意外にも筆が進まず、私たちの記憶の甘さを痛感した。ベトナムは海運の要所として昔から栄えてきたことを知り、日本も同じ海に恵まれた国であるため、ベトナムと日本の共通点を認識した。

この事前研修を通じて、ベトナムの今についてたくさん教えていただき、ベトナムに行きたいという気持ちがますます高まった。

## 現地活動記録

< 1日目 > 12月17日（土）

ベトナム民族学博物館

私立グエンシュ高校のバディ生徒との交流

本校23期生小川達大さんとの会食

ハノイノイバイ空港到着後、ガイドのハイさんと合流し、バスでベトナム民族学博物館へと向かった。初めてのベトナムということもあり、バスから見えるベトナムの景色を眺めていると、すぐに着いた。

到着してすぐに現地の私立グエンシュ高校のバディ生徒と合流し、館内を見て回った。ハイさんに通訳をしていただきながら、博物館の方にベトナムの民族について説明を聞いた。

もともと、ベトナムには25の民族が住んでいたが、隣接する中国やカンボジア、他にはタイの民族の影響を受け、その数は54にまで増えた。中でも日本でも有名なアオザイを民族衣装とするキン族は、ベトナム人口の8割以上を占める。54の民族の中でキン族以外は全て少数民族である。キン族と少数民族ではもちろん、文化や習慣、そして言葉も異なるようだ。54もの民族が共存できているとは、驚きだ。

館外は各自グエンシュ高校のバディと一緒に回るようになった。ベトナムに着いてすぐであり、まだ現地の様子に驚いてばかりの中で、バディと2人だけの時間はうまく気持ちが通じるか、受け入れてもらえるかとても不安だった。しかし、バディはとてもフレンドリーで、母国語と同じくらい流暢な英語で、展示されている家や民族の説明などを丁寧に伝えてくれ、とても楽しい時間を過ごすことが出来た。別れる前に日本からのお土産を渡すと、とても喜んでくれたので、さらに通じ合えた気がした。バディとの時間は短いものだったが、とても有意義な時間となり、2日後の交流会がとても楽しみになった。

バディたちと別れたあと、レストラン『WILD RICE REST』に向かった。ここでシンガポールから来てくださった本校23期生の小川達大さんと会食をした。小川さんは去年までベトナムで仕事をされていたが、現在はシンガポールで働いておられるようだ。会食中はご自身のお仕事の話やベトナムで働くことになった経緯、そして受験のお話など、私たちの質問に丁寧に答えてくださった。身近な先輩が海外で活躍されているお話を聞かせていただき、本当に貴重な時間となった。

出発するまでは、初めて行くベトナムに緊張し、不安に思っていたが、初日からたくさんの人と出会い、良い経験ができ、とても充実した1日だった。これからの研修がさらに楽しみになった。



< 2日目 > 12月18日（日）

ベトナム環境研修

朝はこの5日間で一番早い時間に起床し、出発した。村に近付くにつれて景色からコンクリートが少なくなっていき、道が舗装されていないこと、そして軒先に椅子を並べてご近所さん同士でおしゃべりをするという日本には見られない光景に、驚いた。途中で民家兼店のような建物に車を止め、休憩をとった。特に私たちの印象に残ったのは、そこに置いてあったカエルやヘビなどの動物が入った酒瓶だった。そして、もう一度車に乗った私たちは、持続可能な循環型の生活を学ぶためにホアビン省タンラック郡ナムソン村を訪問した。事前研修で学んだ通り、村全体が循環する構造になっているのか注目しながら周りを見てみた。厠は畑のすぐそばにあり、糞尿がそのまま畑の肥料として利用されていた。

村の青年団と対面し、3日目のプレゼンテーションの3班に分かれ、村の青年団の方々とNPO法人 Seed to Table 理事長の伊能まゆさん、そして、ベトナム人大学生のグエンさんとタオさんと共に、山で昆虫や植物の採集をした。私たちは山を歩くことに慣れておらず、靴や服が泥だらけになってしまったが、村の方々は全く汚れがついていなかった。その後、村の近くで植物の利用方法について、ベトナム語の分かる伊能さん、グエンさん、タオさんを通じて、村の人々に解説をしていただいた。そのメモの一部が下の画像である。解熱用や食用、建築用など本当に生活の隅々まで山で採れる草や木が普段使われていることを学んだ。

また、植物を鑑定していただいている間に、私たちはあらかじめ採ってきていただいた、小川の水、水田の水、市販の飲料水を、持参した水質検査キットを用いて検査した。結果は、小川と水田の水は窒素やリンなどの物質含有量が少し多く、市販の飲料水はあまりそのような成分は見られなかった。このことから、小川や水田の水には、自然界から流れ込んでくる窒素やリンに加え、人々の生活によって排出された食べ物のかすなどの汚れが少し混ざっていることが分かった。この2つの共同研究のデータをまとめることが、帰国後の私達の大きな仕事だ。



その後、村の方々におもてなしの昼食を出していただいた。とても新鮮な豚や鶏の肉料理、卵焼き、山菜、ご飯、ミカン、地酒などを、高床式の集会場でいただいた。また、言葉が通じない中、身振り手振りで何とかコミュニケーションをとるといったもどかしい経

験もした。だが、そのもどかしさを乗り越え、お互いに伝え合うことができたときの達成感、今でも心に残っている。

ご飯を作る食材を自分たちで育てたものを調理して食べる生活という、今の日本では見られない文化がそこにはあった。地域全体がとても仲が良く、暖かい人間関係や、自然と共存する自給自足の生活を築かれていて、今の日本人が改めて考えなければならない問題だと思った。



そして、お世話になったNPOの3人の方々をお招きし、中華レストラン『THE FIRST 2 REST』にて夕食会を開いた。この研修がなければ出会えなかったベトナムの方々から、興味深いお話、日本のどのようなことに関心を寄せているかなどを聞かせていただいた。

< 3日目 > 12月19日（月）  
私立グエンシュ高校交流

グエンシュ高校に到着すると、校門を入ってすぐの広場でバディが出迎えてくれ、その後グエンシュ高校の歴史の写真が飾られている部屋でグエンシュ高校の歴史の説明を受けた。

次に、図書室に案内され、そこで交流式を行った。交流式を始めるにあたり、グエンシュ高校からはリエン校長先生、また、奈良学園からは中山先生の挨拶があり、その後グエンシュ高校の生徒たちからパフォーマンスがあった。パフォーマンスはベトナム琴の演奏、ベトナムの民族舞踊、ベトナムで人気のアイドルのダンスをしてくれた。

そして私たちのサイエンス研究（課題研究）発表の番がやってきた。この日まで、何回も練習はしてきたが、やはり人前で話すとなると、とても緊張した。グエンシュ高校の生徒たちの反応は少なかったが、パフォーマンスのときにはかなり喜んでもらった。パフォーマンスでは浦島太郎の劇とヲタ芸をし、昔と現在の日本を組み合わせる形にした。オタ芸の時にはグエンシュ高校の生徒たちが手拍子をしてくれた。



すべての発表が終わった後、グエンシュ高校の美術の授業に参加してもらい、バディと一緒にベトナムと日本を象徴する木である桃の木の絵を作った。その後バディと一緒に昼食を食べにグエンシュ高校の食堂に行った。机と椅子は低かったが、食堂はとても広く、小学生から高校生までの生徒全員で食事をした。

昼食の後は日本の高校ではあまり見られない昼寝の時間があり、図書室に戻ると、一人が寝られるくらいの大きさの布団が敷かれていた。この昼寝の時間は 30 分以上も確保されていて、このおかげで午後は気持ちよく授業を受けることができた。

午後は、まずバディと英語の授業を受けた。ベトナムの生徒たちは授業にとっても積極的に驚いた。次の授業では、グエンシュ高校の生徒たちがハノイの歴史や伝統料理、観光地などについてのプレゼンをしてくれ、その後お菓子を食べる時間があり、バディ以外のグエンシュ高校の生徒たちともたくさん話すことができた。



放課後、私たちは市内の Big-C というところに行った。ここは、衣類や電化製品、食料品といった様々なものを販売しているショッピングモールである。リュックサックなどの大きい荷物はロッカーに預ける必要があり、持って入ることができるのは財布のみであった。また、出る際もレシートと共に買った商品も見せる必要があり、万引き防止が徹底されていた。店内はとても広く、バディに案内してもらうことで、スムーズに買い物をすることができた。コーヒーひとつにしても、様々な種類があり、値段も比較的安いため、お土産をここで買う生徒が多かった。お米が品種ではなく、作られた産地ごとに置いてあること、買い物カートがスーツケース型であること、エスカレーターが階段ではなく、急な坂になっていることなどが印象に残っている。

その後、奈良学園主催というかたちで日本食のレストラン『SASHIMI』で夕食会を開いた。寿司や刺身やお好み焼きなど色んな日本食をバディに食べてもらうことができた。生魚を食べる文化がないのにも関わらず、バディがおいしいと言って食べているのを見て、日本の食文化を楽しんでもらえたと感じたと同時に、日本食を誇らしく思った。特にお好み焼きが人気だった。バディ以外のグエンシュの生徒たちとも話すことができ、仲良くなることができた。

最後は、みんなで写真をとって、お礼の言葉を言ってわかれた。一生に残る楽しいひとときであった。

< 4 日目 > 12 月 20 日 (火)

4 日目の 12 月 20 日、私たちは A 班、B 班と 2 つの班に分かれて研修した。

A 班：ハノイ工科大学サイエンス交流研修

[大西、金澤、狼谷、住川、山本]

### (1) 国立ハノイ工科大学との交流

私たち A 班は、ホテルから 30 分ほどかけてハノイ工科大学へと向かった。この日はいつも以上に空が霞んでおり、一段と空気が汚れていることを実感することができた。

日本と違い地震の少ないベトナムでは、単純な建築様式が目立つ。しかし、ハノイ工科大学は昔に建てられたものであったが、綺麗で立派であった。

私たちは前学校長の Lan 先生に迎え入れてもらい、2 階の教室で、3 名の先生方にハノイ工科大学の紹介及び、2 件の英語の講義をしていただいた。

大学の説明で一番印象的であったのは、京都大学など国外の大学と連携して研究をしているということだ。お互いの言語という壁を超えて協力することができる科学の素晴らしさ、また英語の重要性を改めて実感することができた。

次に、ベトナムに生息する動植物について講義を受けた。慣れない英語の授業であり、難しく感じるのではと不安に感じていたが、日本では見られないような動植物の写真を交えた、私たちの興味を引く講義内容であった。また、講義の合間に英単語に関する質問を投げかけてもらったことで知識を増やし、高校生の私たちでも英語の授業を楽しく受け、疑問を気軽に投げかけることができた。



次に、ハノイの世界遺産であるタンロン遺跡について講義をしていただいた。私たちにとって古い歴史や建築物といった少し高度なプレゼンであったが、難しい内容では Lan 先生が丁寧に説明を付け加えて下さったので、私たちも一生懸命聞き取り、5 日目に行くタンロン遺跡に興味を膨らますことができた。

先生方の講義後、私たちはハノイ工科大学の学生 10 名と先生方に向けて本校の紹介とサイエンス研究発表を行った。3 日目のグエンシュ高校とは違い、相手との距離が近かったこともあり、親近感をもって発表をすることができた。ただ、緊張からか途中で詰まる場面もみられたが、ハノイ工科大学側から意味を尋ねられたことで落ち着いて対処する力を得られたと感じている。

グエンシュ高校とは違い、難しい質問も多く出たが、5 人全員で話し合い意見をまとめ、英語で返答することができ、とても良い経験となった。



その後、15分ほどかけてレストラン『Le Tonkin』（漢字表記は東京）でハノイ工科大学の先生と学生10名と昼食会を開いた。大学側の先生方の英語が上手だったこともあり、大学生と上手く話すことができるか心配であったが、あまりのベトナム訛りのきつさに少々戸惑ってしまった。ただ、お互いに英語が未熟なことで、相手に伝えたいという気持ちが大きく、短時間でありながらも、とても仲良くなることができたと感じている。



## （2）日本大使館

今回は、ベトナム研修で初となる、日本大使館でのキャリア研修が行われた。金属探知の実施、電子機器の持ち込み禁止、二重の厚い扉など、セキュリティーの厳しさが強く印象に残った。

会議室へと案内していただき、福島庸介一等書記官と田中みずき二等書記官から1時間ほど講義をしていただいた。内容は、ベトナムの現状、日越関係、大使館の業務などである。

ここに来ることがなければ知ることもなかった大使館の重要な役割、そして日本がベトナムに対して活発に行っている政府開発援助（ODA）の現状を知ることができ、本当に良い機会となった。

日本の代表として現地で活躍するお二人の姿から学ぶべきものは多く、広い視野をもって世界を見るべきだと感じた。



## （3）ベトナム教育訓練省

日本での文部科学省にあたる教育訓練省を表敬訪問した。応接間へと案内され、教育訓練省の officer である Ly さんが私たちの素朴な疑問に丁寧に対応してくださった。

教育訓練省は、今年度（2016年度）から日本語の授業を小学校中学年から取り入れることを決定した。背景としては、ベトナムへのODAを日本が最も協力していること、そしてベトナム全体が親日家であるということだ。このことから、ベトナムの方々が日本に好感を抱いていることを初めて知ることができた。私たち日本人もベトナムに関する知識をもっと増やすべきだと感じた。



## B 班：ホン河研修

〔佐藤、田中、永田、西村、東口〕

私たち B 班は、タイビン省のホン河河口に行った。ホテルを出発して目的地に着くまで 3 時間ほどかかった。ハノイ市内とは違い、ビルなどの大きな建物はなく水田や池などの湿地が多く見られた。

ホン河の河口部にはマングローブ林が広がっていた。ベトナム戦争時に枯れ葉剤の被害にあったそうだが、今ではマングローブ林はすっかり再生していた。私たちはマングローブ林の中を通る、木でできた細い橋を渡り、そこで澄川先生からマングローブの種類や生態について教わった。満ち潮であったため、特徴的なマングローブの根を観察することができなかつたのは残念だが、日本では見られないマングローブを間近で見たり、触れたりすることができ、貴重な体験となった。しかし、リゾート開発が進む影響により自然破壊が見られ、心が痛んだ。

マングローブ林をぬけると、南シナ海が広がっており、日本では見ることのできない水平線の彼方まで広がる広大な海に圧倒された。

マングローブ林の 3ヶ所で水質検査を行い、さらに、養魚場を営むチュイさんの家で養魚池 3ヶ所の水質検査を行った。養魚場の水は思いのほかきれいだった。その後、チュイさんの家で昼食を頂いた。昼食は鍋で、魚、マングローブの実、生きたタコなどが入っており、とてもおいしかった。

昼食後には、養魚場のアカメなどの魚の計測を行った。15 c m 程度の魚だったため、計測には苦勞した。



< 5日目 > 12月21日（水）

ドンスワン市場の見学

タンロン遺跡の見学

海外キャリア研修

### （1）ハノイ市 ドンスワン市場

旧市街地にあるハノイ最大級のマーケットのドンスワン市場で買い物をした。通路はとても狭く、たくさんの人で賑わっており、洋服から伝統的な陶器やおもちゃ、食べ物など幅広い分野の物が見られた。時間が限られていたためすべての店を見ることはできなかったが、もし時間に限りがなかったなら、一日中買い物を楽しめるだろう。私たちはベトナムの一般的な物価を知らないため店員が言う値が正しいのかどうかもわからず、買い物には苦労した。



典型的なアジアの市場に触れるという貴重な経験ができた。

### （2）市内 タンロン遺跡

タンロン（昇龍）とはハノイの旧称であり、2010年には世界遺産にも登録されている。

11世紀～18世紀の間、ベトナム王朝の都がこの地に置かれていたため各時代の遺跡が重なっているのが特徴であり、未だその全貌は明らかにはなっていない。

今見られるものは200年前フランスの支配下にあった時代にフランスが作った建築物が多く、1000年前の王朝時代のものは地盤沈下により地下に埋まっている。

ベトナム戦争時には人民軍の司令部としても利用され、唯一現存している北門の壁には銃弾の跡があり、いかに戦争が悲惨だったかが伺えた。また、戦闘機なども展示されていた。



### （3）キャリア研修

午後からは鹿島建設(株)ベトナム営業所の佐藤所長と平須賀氏に海外で働くということについてのご講義をいただいた。平須賀氏は主にベトナムでの開発事業に携わっており、職場にいる日本人は一人だけという完全にアウェーな環境で働いていらっしゃる。また、海外で働いていらっしゃるって、心がけてきたことなどをお話いただいた。佐藤所長からは、日系企業がベトナムにどれほど進出しているか、また、日系企業がベトナムに事業を展開したがるのかという理由、海外で働くときに必要になる技術などをお話いただいた。

その後、あけぼの化成ベトナム(株)の第2工場に移動し、あけぼの化成(株)がベトナムに進出してきた理由や進出してからの歴史、プラスチックの加工の仕方などについて、社

長の高崎氏直々に分かりやすく教えていただいた。その後、第1工場、第2工場を見学しながら、商品を安く仕上げるためにどのような工夫をしているのかなどについて教えていただいた。

また、夕方には、在ベトナム日本大使館でお世話になった福島氏と田中氏、鹿島建設の佐藤所長と平須賀氏、そして、あけぼの化成(株)でお世話になった高崎社長とその職員の方々、にご出席いただき、夕食交流会を開いた。どの方からも私達の質問に分かりやすく気さくに答えていただき、とても有意義で楽しい時間を過ごすことが出来た。

夕食交流会の後、私たちはホテルで荷物を整え、ハノイノイバイ空港に向かい、帰路に着いた。



#### <まとめ>

私たちはこのベトナム海外サイエンス研修において、本当に多くのことを学ぶことができた。異なった文化や価値観をもった人々との交流をするということで、私たちの中には、うまくコミュニケーションをとることができるのだろうか、また、どのように接していけばいいのだろうかといったような不安が少なからずあった。人とのコミュニケーションにおいて、どれだけうまく言葉が話せるかといったことはもちろん重要である。しかし、この研修における様々な人々との交流やたくさんの方々からのアドバイスを通じて、相手の文化や価値観を理解した上で、どれだけ相手とコミュニケーションをとろうとする意欲をもつのかということがいかに大切であるかが分かった。実際に私たちの方から積極的に話しかけると、ベトナムの方々はその気に気軽に答えてくれ、とても話が弾んだ。私たちも積極的に話しかけたつもりであったが、まだまだ足りないと感じた。また、この研修を通じて多くの世界で活躍する日本人の方々にお会いした。お会いした方は、それぞれまったく違う分野で活躍されているものの、みなさん同じように固い信念を持っておられた。そんな方々に私たちは強い憧れを抱き、その一員になりたいと強く感じた。

このベトナム海外サイエンス研修を通じて、私たちは本当にたくさんの方々のお世話になりました。様々な面で支えてくださった皆様に心から感謝いたします。私たちは、この経験をこの一回限りのもので終わらせてしまうのではなく、これからの人生の糧としていきたいと思えます。

## V その他

### SSH系生徒・SS研究チーム・科学部・矢田の丘里山支援チーム活動の記録

No.	生徒区分				日 程	内 容 結 果 等
	SS 発展生徒	SS 研究チ ーム	科学部 ・他生 徒	里山 支援チ ーム		
1	○	○	○	○	5月 7日(土)	エンシェウムヨウラン個体群動態調査
2	○	○	○	○	6月 4日(土)	コ克蘭, イチヤクソウ個体群調査
3	○	○		○	6月13日(月)	京都府立大学サギソウDNA調査
4			○	○	6月15日(水)	高校1年生田植え
5	○	○	○	○	6月18日(土)	校内ホテル調査観察会(保護者を含む)
6		○	○		6月26日(日)	市田塾主催学校見学会 化学実験教室(60名)
7	○		○	○	7月 2日(土)	奈良植物研究会との連携協議
8		○	○		7月 3日(日)	京都市男女共同参画センター 化学実験教室
9				○	7月10日(日)	里山支援チームによる学校見学会里山教室1開催(160名)
10						同 科学教室開催(160名)
11	○				7月10日(日)	物理オリンピック県予選(2名参加)
12	○	○			7月17日(日)	生物オリンピック県予選(4名参加)
13	○				7月18日(月)	化学オリンピック県予選(6名参加)
14	○			○	7月30日(土)	第1回 中学校1年生環境研修
15			○	○	7月30日(土)	里山支援チームによる第1回奈良学塾開催(60名)
16			○	○	7月31日(日)	里山支援チームによる学校見学会里山教室2開催(70名)
17		○	○		7月31日(日)	能開センター主催学校見学会 化学実験教室(70名)
18		○	○		8月 2日(火) ～ 4日(木)	「サイエンススクエア2016」に実験出展(国立科学博物館)
19		○			8月 6日(土)	第33回みんなのくらしと放射線展 於大阪科学技術センター 審査員特別賞受賞
20		○	○		8月 9日(火) ～ 11日(木)	SSH全国生徒研究発表会参加並びに見学会の実施 ポスター発表(インテックス大阪)
21		○	○		8月12日(金)	奈良県私学フェア ポスター発表(やまと郡山城ホール)
22		○	○		8月16日(火) ～ 18日(木)	福島県立福島高校との研究交流・福島市内調査(福島市内)
23	○				8月19日(金)	京大サマースクール(京大大吉田キャンパス)
24	○	○	○	○	8月22日(月)	サギソウ観察会1(個体群動態調査)
25	○	○	○	○	8月25日(木)	サギソウ観察会2
26	○	○			8月30日(火)	日本ストックホルム青少年水大賞応募
27		○	○		9月 3日(土) ～ 4日(日)	なら奈良まつり(奈良商工会議所主催)でキッズサイエンス コーナー化学実験出展(平城宮跡大極殿前)
28	○				9月10日(土) ～ 11日(日)	日本地質学会第123年学術大会全国大会高校生ポスター発表(日本大学)
29				○	9月11日(日)	文化祭での里山教室開催
30	○	○			9月17日(土) ～ 18日(日)	日本植物学会第80回全国大会高校生ポスター発表 (那覇, 優秀賞受賞)
31	○				9月25日(日)	京大への架け橋(研究発表, 京都大学)
32	○	○		○	10月 4日(火)	サギソウ結果数調査会
33		○	○		10月23日(日)	奈良県歯と口腔の健康フェスティバル(奈良県歯科医師会主催) 実験出展
34				○	10月27日(木)	平成27年度地域貢献サポート基金成果報告会(奈良文化会館)
35	○	○	○		11月12日(土)	まほろばけいはんなSSHフェスティバル参加発表
36			○	○	11月13日(日)	日能研サイエンスフェスタ(グランフロント大阪)
37			○	○	11月19日(土)	日能研学校見学会里山教室3開催(60名)
38		○	○			日能研学校見学会化学実験教室開催(80名)
39		○	○		11月19日(土)	敦賀・原子力の科学館あっとほうむ 実験出展

40		○	○		11月20日(日)	青少年のための科学の祭典2016 奈良大会「チョークから絵の具作り・消える墨汁」の2つの化学実験出展 (奈良女子大学)
41	○	○	○	○	11月26日(土)	奈良植物研究会例会開催 (本校学校林)
42				○	12月10日(土)	なら環境教育ミーティング発表 (奈良教育大学)
43		○	○		12月10日(土)	京都府山城教育局主催タカラフェスティバル 実験出展
44	○				12月17日(土) ～22日(木)	S S Hベトナム海外サイエンス研修派遣
45		○			12月24日(土)	日本化学会・高等学校中学校化学研究発表会 口頭発表 (大阪科学技術センター)
46		○			12月25日(日) ～27日(火)	福島市内調査と飯舘村表敬訪問
47	○		○		2月2日(木)	理科課題研究学年発表会
48	○			○	2月3日(金)	中学校1年生 第2回環境研修
49	○	○		○	2月18日(土)	本校S S H研究発表会でプレゼンテーション参加
50				○	2月25日(土)	第2回奈良学塾 地域交流事業「小学生科学教室」T A
51	○	○			3月12日(日)	奈良S S Hフェスティバル (西大和学園高校主催)
52		○			3月14日(火) ～16日(木)	第18回環境放射能研究会ポスター発表 (高エネルギー加速器研究機構)
53	○	○			3月23日(木)	グローバルサイエンスフォーラム (高槻高校主催) ポスター発表

