

# 第 65 回広島県科学賞

## 研究作品の紹介



広島県立教育センター

## 紹介作品



### 【小学校の部】

- |             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| ① 特選 第1学年   | かにのあるくむき ~かにさんあるきはよこあるき?~        |
| ② 特選 第2学年   | みみずの動き ~みみずは、どこでも動けるの?~          |
| ③ 特選 第3学年   | 僕とアニサキスの闘いの記ろく ~おいしい魚を安全に食べるために~ |
| ④ 特選 第4学年   | 似てるを科学する ~顔が似るとはどういうことか~         |
| ⑤ 特選 第5学年   | 缶を洗ってリサイクルへ ~流れる水のみみつ~           |
| ⑥ 特選 第6学年   | ヒザラガイはいつ動くのか!? ~ヒザラガイの動きに迫る~     |
| ⑦ 科学賞委員会特別賞 | 水の移動大実験 ~気泡はなぜ出てくるのか?~ Part3     |

### 【中学校の部】

- |                   |  |
|-------------------|--|
| ⑧ 特選 物理           | 不連続に流れる水                                     |
| ⑨ 特選 物理           | ピンポン球の回転を科学する                                |
| ⑩ 特選 地学           | 土石流の発生について                                   |
| ⑪ 科学賞委員会特別賞<br>生物 | 過齢幼虫の発生原因に親の遺伝は関係するのか<br>~ヤママユの過齢幼虫を発生させるには~ |

### 【高等学校の部】

- |         |                                   |
|---------|-----------------------------------|
| ⑫ 特選 物理 | 雪平鍋はなぜ穏やかに温めることができるのか             |
| ⑬ 特選 化学 | ストームグラス内における結晶変化の要因解明             |
| ⑭ 特選 生物 | 魚の「不安」は繁殖に影響するのか -ゼブラフィッシュを用いた検証- |



\*作品名は、原本どおりに記載しております。

\*紹介画像は、研究内容を分かりやすくパネルにまとめていただいたものです。

パネルの現物は、広島県立教育センター 本館 2階ロビーに掲示してあります。

当センターへお越しの際は、ぜひ、足を運んでください。

# かにもあるくむき ～かにさんあるきはよこあるき?～

呉市立呉中央小学校 1年 兼澤 圭一郎

## 1 けんきゅうしようとおもったわけ

おんどのおばあちゃんのいえのにわやちかくのどろで、あいかかにをよくみかけていた。よこにあるいているあいかかにをみて、そういえば、かにさんあるきをするときはよこあるきをするのを思い出した。「なぜ、かにはよこにあるくんだらう。」とふしぎにおもい、かにもあるくむきについてくわしくしらべることにした。

## 2 けんきゅうのけいかく

(1)かにもあるくむきを4つのばしよで3かいかんさつする。(2)じっけんそうちをつくり、かにもあるくむきをじっけんする。

## 3 かんさつ

【かんさつばしよ(4つ)】

- ①おんどのどろ ②おばあちゃんのにわ  
③うみのちかくのかわ ④ぼうはてい

【かんさつした日】

- ①8月8日 ②8月15日 ③8月18日



おいたむき	かむき
よこ	7
まえ	1
ななめ	1
うしろ	0

【わかったこと】

かにもあるくむきは、よこだけではなくて、まえやななめにもあるくことがわかった。その中でも、よこのむきがーばんおおいこともわかった。

## 4 じっけん①

かんさつから、よこにあるいたときは、せまいところがあったことがわかったので、せまいところとひろいところのじっけんそうちをつくり、かにもあるかせる。

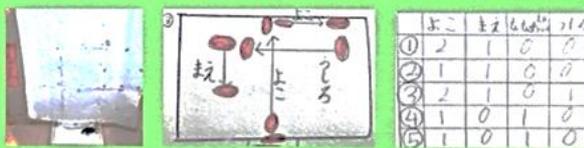


【わかったこと】

あるくむきは、せまいみちではよこにあるき、ひろいばしよでは、よこだけではなくて、まえやななめ、うしろもあることがわかった。

## 5 じっけん②

かんさつから、かべがあるところはよこではなく、まえやななめにのぼっていたので、かべのあるそうちをつくってあるかせる。



【わかったこと】

あるくむきは、かべでもよこがーばんおおかっただけで、よこだけではなくて、まえやななめ、うしろもあることがわかった。

## 6 まとめ

かには、「よこにしかあるくことができないだらう。」とよそうをたて、かにもあるくむきをかんさつしたり、じっけんそうちをつくってかにもあるくむきをたしかめたりすると、このよそうは、はずれていた。かにもあるくむきは、よこだけではなくて、まえやななめ、うしろにもあるくことがわかった。さらに、ひろさによっても、あるくむきかわるのもわかった。

## 7 これから

- ・あるいているかにもをかんさつしていたら、あるくむきには、あしのうごきかたにひみつがあるのかなとおもった。
  - ・じっけんでは、かにはせまいところへいっていたので、せまいところがすきなのかなとおもった。
- このひみつについてまたしらべてみたい。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・「かには横にしか歩くことができないだろう。」という予想を立てて、かへの歩く向きを観察し、その観察から分かったことが本当かどうかを確かめるために、さらに実験装置を使って実験でも確かめていった。
- ・観察は、4つの場所にいるかのを3回観察し、信頼性を得るようにした。また、観察から分かったことを表や数で分かりやすくまとめた。さらに、観察から分かったことや更なる課題を確かめるために、実験装置を2種類作り実験を行った。

### ○ 分かった点

#### 【観察から分かったこと】

- ・かへの歩く向きは、横だけではなく、前や斜めもある。
- ・後ろには歩いていなかった。
- ・かへの歩く向きは、横が一番多い。

#### 【実験から分かったこと】

- ・かへの歩く向きは、横が一番多い。
- ・かへの歩く向きは、横だけではなくて、前や斜め、後ろもある。
- ・かへの歩く向きは、後ろが一番少ない。
- ・かへの歩く向きは、狭い道では、横に歩く。
- ・かへの歩く向きは、広い場所では、横だけでなく、前や斜め、後ろもある。
- ・かへの歩く向きは、壁でも横に一番多く歩いた。
- ・かへの歩く向きは、壁でも横だけではなくて、前や斜め、後ろもある。

### ○ もっと追究したい点

- ・歩いているカニを観察していたら、歩く向きには、足の動き方に秘密があるのかなと思った。実験では、かには狭い所へ行っていたので、狭い所が好きなのかなと思った。この秘密についてまた調べてみたい。

## 《審査評》

様々な場所でカニの歩き方を観察したり、実験装置を手作りしたりして検証し考察するなど、随所に工夫が見られる優れた作品である。

《研究作品の概要》

# みみずの動き

～みみずはどこでも動けるの?～ 庄原市立西城小学校 2年 新田 真矢

## 1. 研究のきっかけ

① 1年生の時、みみずは、よつくし先生のおいで生活しているのがわかりました。しじも目の朝、エコトウキに5cm2mmくらいのみみずがつかっていました。みみずは、昨年見たのと同じように体は白くなって、体の節は黒い色になって、エコトウキのほうりおりに入っていました。おじりの入れ物に入りました。

② みみずが父のしじも目の朝の顔を覗き込んで、きつな面をおろすに、のぼりたりおりにして、いすからどしておらぬのか、うしてして、ほくは、なせ、みみずおらぬのか、おぼけたりました。(みみずには、まがいのかな?) エコトウキのほうりおりに入っていました。おじりの入れ物に入りました。

③ ろと、みみずは、おじりの入れ物を覗き込んで、ほくは、つるつるしたものに、みみずは、のぼりたりおりにして、いすからどしておらぬのか、うしてして、ほくは、なせ、みみずおらぬのか、おぼけたりました。また、みみずは、味のりのおぼりおりに入りました。でも、まがいの入れ物に入りました。なにかたに、いすからどしておらぬのか、うしてして、ほくは、なせ、みみずおらぬのか、おぼけたりました。ろと、みみずは、自分で下り、紙の上へおぼりおりました。

④ (ぼくは、みみずはどこでも動けるのかを調べたいです。)

写真1  
エコトウキにみみずがつかっていました。

写真2  
エコトウキについたみみずの写真を撮りました。

写真3  
おじりの入れ物にみみずがつかっていました。

みみずのこうも(粘土絵画)

## 2. 研究で調べたいこと

みみずをいろいろな所へおせて、みみずがおちるかおちないか、前へ進むか調べたい。

調べたい物

つるんとした物の組	紙の仲間組	穴があいている組	れいかい
㊦ 牛乳パック ㊧ サランラップ ㊨ ビニールぶくろ ㊩ おすしのトレイ ㊪ ビールの缶	㊫ ざらし ㊬ コピー用紙 ㊭ ダンボール ㊮ 新聞紙 ㊯ カレンダー	㊰ ミカンぶくろ ㊱ ざる(かね) ㊲ かご	㊳ ざらざらした盆 ㊴ タオル

(1) 調べたい物の上へみみずをのせて、立てる。  
(2) 調べたい物の上へみみずをのせて立ててから、きりふきで水を5回かける。  
(3) 調べたい物の上へみみずをのせて立ててから、ドンドンと3回たたく。

## 3. 研究方法

- みみずの子ども(5cmくらい)を3びきようにする。
- ㊦から㊲までの調べたい物を2こずつようにする。
- みみずの子ども1びきを調べたい物の上へおせて、立てる。
- きりふきで、みみずにお水をかける。(5回)
- ドンドンと調べたい物をたたく。(3回)
- 調べたい物の上へみみずをのせて立てて、みみずがのぼりたりおりにできるかできないか、おちないか調べる。
- 調べたい物の表面がかんげいあるかないか調べる。
- 水をかけていない時と、きりふきで水をかけた時のかんげいがあるかないか調べる。
- みみずのおなかを虫メガネでかんさつして調べる。
- 図かんてみみずのおなかについて調べる。(足があるかないか)

## 4. 実験結果 [(1)~(3)]

よどうと3回の実験結果表

調べたい物	水かけ回数	たたき回数	みみずの動き
㊦ 牛乳パック	0回	0回	おちた
㊦ 牛乳パック	5回	0回	おちた
㊦ 牛乳パック	0回	3回	おちた
㊦ 牛乳パック	5回	3回	おちた
㊧ サランラップ	0回	0回	おちた
㊧ サランラップ	5回	0回	おちた
㊧ サランラップ	0回	3回	おちた
㊧ サランラップ	5回	3回	おちた
㊨ ビニールぶくろ	0回	0回	おちた
㊨ ビニールぶくろ	5回	0回	おちた
㊨ ビニールぶくろ	0回	3回	おちた
㊨ ビニールぶくろ	5回	3回	おちた
㊩ おすしのトレイ	0回	0回	おちた
㊩ おすしのトレイ	5回	0回	おちた
㊩ おすしのトレイ	0回	3回	おちた
㊩ おすしのトレイ	5回	3回	おちた
㊪ ビールの缶	0回	0回	おちた
㊪ ビールの缶	5回	0回	おちた
㊪ ビールの缶	0回	3回	おちた
㊪ ビールの缶	5回	3回	おちた

## 5. 写真、図かんより

① みみずの口は、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

② みみずの口は、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

③ みみずの口は、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

④ みみずの口は、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

## 6. 分かったこと

- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

## 7. 感想・反省

- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。
- みみずは、おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。おぼりおりに入りました。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・調べたいものへみみずをのせて立てたり，霧吹きで5回水をかけたりドンドンと3回たたいたりして，みみずが落ちるのか，どのようになるのかを調べた。
- ・食品用ラップフィルムやビニール袋など透けて見えるものは，後ろに白い紙を重ねてよく見えるようにして写真を撮りやすくした。
- ・みみずの剛毛がよく分かるように，紙粘土で造形化した。

### ○ 分かった点

#### 【動きについて】

- ・みみずは，物を立てて壁みたいにしても，畑や道の時と同じように動く。
- ・みみずは，表面がつるんとしている所でも，動くことができる。
- ・みみずは，同じ紙の仲間でも，ダンボールだけが落ちずに動くことができる。
- ・みみずは，物を立てて霧吹きで水をかけても，畑や道の時と同じ動きをする。
- ・霧吹きでみみずに水をかけても，剛毛の力で落ちない。
- ・ザルのような穴があいた物へみみずをのせてたたくと，剛毛や口があっても落ちる。
- ・みみずをのせる物をタオルにして実験した時，同じタオルでも，その日の天気・温度・湿度でみみずの落ち方が違う。
- ・みみずは，穴があると穴の中にもぐってしまう。

#### 【体について】

- ・みみずの体には，頭からおしりまで小さいとげとげ（剛毛）が，びっしりと生えている。だから，物の上へのせて立てても落ちずに動くことができる。
- ・みみずの口は，吸いつく力がある。

### ○ もっと追究したい点

- ・みみずの食べものとうんちの関係を調べたい。
- ・みみずの卵（白い粒）が，どのように成長していくのか調べたい。

## 《審査評》

実験や観察を繰り返す過程で，新たな課題を見つけ出し，予想と結果を比べながら考察を導き出し，ミミズへの愛着が高まっていったことが感じ取れる優れた作品である。

《研究作品の概要》

# 僕とアニサキスの闘いの記録

## ～おいしい魚を安全に食べるために～



広島大学附属小学校 2部3年 中田 慧 2021年8月

### 第1章 研究のきっかけ

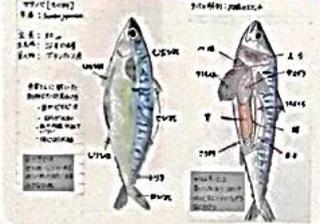
ある日、近所のスーパーで母さんが生のサバを買ってきた。サバの調理を始めて内臓を取り出すとしたら「ギャー!!」と悲鳴をあげた。内臓にはうずまき状になった白い虫のようなものがくっついていて、それに、まな板の上にはびっくりするくらいうねうねと動く2cm位の長さの白い虫がいた。これが、ぼくとアニサキスとの出会いだった。お父さんが、「ブラックライトで照らすとアニサキスは光るらしいよ」と教えてくれたので、ブラックライトで照らしてみると、アニサキスは青白く光った。



### 〈アニサキスとの闘い〉

アニサキスについて本で調べてみると、食中毒をおこす原因の寄生虫だということがわかった。そんな危険生物がスーパーに売っているなんてびっくりしたので、この研究をしてみようと思った。

### 第2章 実際に魚を解剖してアニサキスの生息位置を調査する



実際に魚を解剖してアニサキスの生息位置を調査する

〈調べ方〉  
 ①包丁で内臓を取り出せるようにする。  
 ②手で取り出す。  
 ③傷つけないようにばらばらにする。  
 ④場所と数を記録。

調査結果表

魚の種類	部位	生息数
サバ	内臓	222
	肌	19
	骨	0
	尾	0
アジ	内臓	15
	肌	0
	骨	0
	尾	0

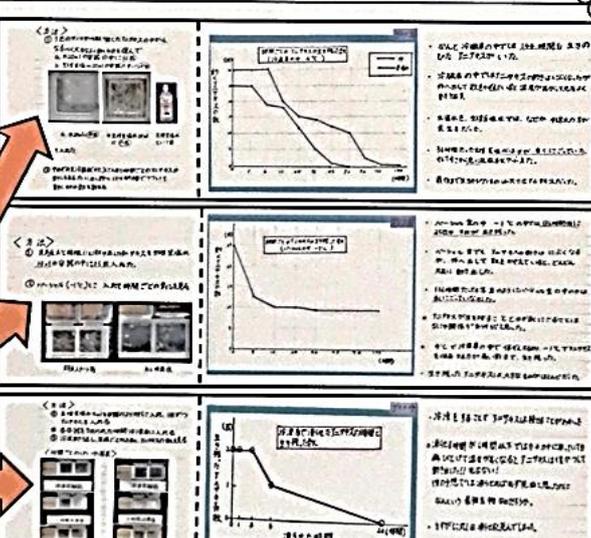
実際に魚を解剖してアニサキスの生息位置を調査する

〈調べ方〉  
 ①凍つけたアニサキスを顕微鏡を使って観察する。  
 ②部位ごとにスケッチと記録を行う。

観察結果

### 第3章 アニサキスに対する実験

- ギモン1 寒い場所にいるのに、なぜアニサキスは暖かい場所を好んでいるのか？
- 実験1 魚の肉に凍らせたアニサキスを冷蔵庫に入れておくと、どのくらい生きてくるのか？
- 予想1 1週間経過後、ほとんどは死んでいる。
- 実験2 冷蔵庫の冷凍庫に凍らせたアニサキスを冷蔵庫に入れておくと、どのくらい生きてくるのか？
- 予想2 半日以上経過後、ほとんどは死んでいる。
- 実験3 さらに温度を下げて凍らせたアニサキスを冷蔵庫に入れておくと、どのくらい生きてくるのか？
- 予想3 凍らせたアニサキスはほとんど死んでいる。



アニサキスって本当に寒い場所を好んでいるの？ サバ、アジ、イカ、イシイ、タラ、サケ、カマツキなど(サカナ)が動かない場所(冷たい場所)を好むのか？

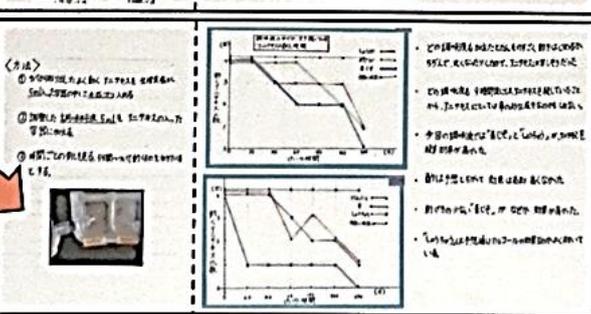
ギモン2 実験1に対する考え 冷蔵庫に入れて常温よりも長生きさせることに成功した食塩水は、白くにごらなかった。アニサキスが生き残ることは、水が白くにごることと関係があるのかもしれない。温度が低いときのアニサキスはほとんど動かなかった。温度はアニサキスが長く生きることと関係していると思った。長時間凍らせておくとアニサキスが死んだのは、呼吸ができなかったり、体がこわれてしまったからかもしれない。

ギモン2 実験2に対する考え 冷蔵庫の冷凍庫に入れておくと、アニサキスが死んでしまうことがわかった。今回の成分をうまく使えば料理をする中で殺すことができるかもしれない。

ギモン2 実験3に対する考え 冷凍庫に入れておくと、アニサキスが死んでしまうことがわかった。今回の成分をうまく使えば料理をする中で殺すことができるかもしれない。

実験4 魚の肉に凍らせたアニサキスを冷蔵庫に入れておくと、どのくらい生きてくるのか？

魚の種類	部位	生息数
サバ	内臓	222
サバ	肌	19
サバ	骨	0
サバ	尾	0
アジ	内臓	15
アジ	肌	0
アジ	骨	0
アジ	尾	0



今回の研究の全体まとめ

アニサキスの多くが内臓の近くについて、身にはほとんどいなかった。また、新鮮さがなくなるとアニサキスは内臓から身に移動することも分かった。魚を買ったらすぐに内臓を取り出すことや、魚を冷やして保存することが、安全に食べることにつながっていた。

《研究作品のポイント》

○ 工夫した点

- ・食中毒を起こす原因であるアニサキスを退治する方法について、4つの実験を通して根気強く調べ丁寧に考察を行っている点。

疑問1 魚を新鮮にするために、魚屋さんと漁師さんは常に魚を冷やしている。その中でアニサキスは、どのくらい生き続けることができるのだろうか。

**実験A** 魚から取り出したアニサキスを冷蔵庫の中に入れて、どれくらい生き続けるか。

**実験B** 実験Aより温度の低い冷蔵庫のパーシャル室の中でどのくらい生き続けられるか。

**実験C** さらに温度を下げて凍らせる。時間によって、生き残るアニサキスは変化するのか。

疑問2 疑問1での実験の結果アニサキスは、冷凍すれば死ぬことがわかった。でも、ぼくはお刺身が大好きなので、冷凍せずに安全に食べられる方法はないだろうか。

**実験D** 台所にある調味料でアニサキスは殺せるのか。どのように変化するのか。

○ 分かった点

【疑問1について】

4℃の冷蔵庫では6日間、-1℃のパーシャル室の中では4℃と比べて多くのアニサキスが生き残った。冷凍した場合、6時間程度では生き延びたが、長時間凍らせると死んだ。温度が低いときのアニサキスはほとんど動かず、温度が高くなると動き出した。温度変化はアニサキスが生きることに関係していることがわかった。

【疑問2について】

今回の実験の中では「青じそ」「しょうちゅう」がアニサキスを殺す効果が高かった。どの調味料で実験しても、調味料を加えない食塩水のみとくらべると、アニサキスを殺したり動きを鈍くしたりすることができた。今回の調味料(薬味)の成分をうまく使うことができれば、料理をする中でアニサキスを殺せるかもしれない。

○ もっと追究したい点

アニサキスの種類の違いは顕微鏡で形を見ても分かるらしい。次の研究では、また顕微鏡を覗いてアニサキスの比較をしたい。そして、ぼくたちが住んでいる瀬戸内海でとれる魚にもアニサキスはいるのか、もし、いればどのような様子なのかも今後の研究で解明してみたい。

《審査評》

日常生活の一コマから課題を見付け、観察・実験を繰り返し、数多くのデータをまとめ考察した優れた作品である。

《研究作品の概要》

# 似てるを科学する

～顔が似るとはどういうことか～

呉市立警固屋小学校 第4学年 川口 結子



## 1 この研究をしようと思ったわけ

妹とティッシュペーパーの箱で遊んでいたときに、箱の穴からのぞく自分の顔と母の顔が似ていると思った。似ているとは科学的にどういうことなのか分析してみることにした。

## 2 実験・分析のヒント

立体的な顔の計測は難しく、似ている人を診断するアプリを参考に、写真を使って測定することに決めた。家族4人と、それぞれ似ているとされた著名人4人の合計8枚の写真分析した。

## 3 写真データの測定方法

【測定データ】

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1 顔の横幅(タテヨコ比) | 11 唇の厚さ       |
| 2 目の高さ        | 12 眉間の長さ      |
| 3 目の位置        | 13 眉毛の長さ      |
| 4 鼻の高さ        | 14 眉山の位置      |
| 5 口の高さ        | 15 眉山の太さ      |
| 6 黒目の大きさ      | 16 眉毛の高さ(眉頭下) |
| 7 目の幅(目尻)     | 17 眉毛の高さ(眉山)  |
| 8 目の幅(目頭)     | 18 眉毛の高さ(眉山)  |
| 9 鼻の幅         | 19 口下の顔幅      |
| 10 口の幅        | 20 鼻下の顔幅      |
|               | 21 あごの長さ      |



写真を拡大コピーして、トレース紙に写したものを計測する。

同じサイズで比べるために、比率を出して、顔のタテの長さ10cmの場合の数値に揃える。



## 4 レーダーチャートで比較

測定データ1,2,3,4,5を使い、一人ずつのレーダーチャートを作って形を比べた。

【レーダーチャート】

8人の平均値が正五角形になる軸を作った。

【家族ごとの比較】

クリアファイルに描いたチャートを重ねて比べる。

【私の親族の比較】

友人家族9人と、私の親族24人のレーダーチャートから、親子は形に近いことが多いが、血のつながりのない他人同士でも形に近い場合もあると分かった。

## 5 100人のデータをグラフ化

新聞紙面の著名人の顔写真を使い、合計100人のデータを集めて測定した。年齢別、男女別でグラフにまとめて分析したところ、歯科医の先生に教えてもらったあごの発達の話と、グラフの年齢ごとの特徴が同じだった。

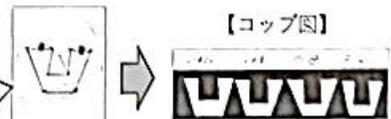
あごの発達は13才ごろまで。現代人はあごが小さい。



## 6 コップ図で比較

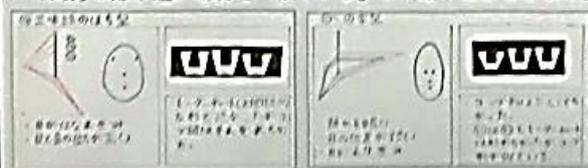
顔認証カメラのデータの取り方を参考に、レーダーチャートで使わなかった測定データを利用して別の図形で表した。点をつないだ図形がコップのような形なのでコップ図と名付けた。

測定データ 2,4,5,7,8,9,10の点を線でつなく。



## 7 レーダーチャート+コップ図での分析

レーダーチャートの形に近い人を集め、さらにコップ図を比べて両方の形に近い場合を「似ている」と判断することにした。



## 8 まとめ、感想

7の方法で100人を分析した結果、最も似ていたのは俳優と脳科学者の組み合わせだった。二人の写真を見て似ているとは思われないが、遠目でぼんやり見ると似ているように感じる。今回の研究では目や鼻などの形を含まないため細かな部分は違うけれど、大まかな「似ている」を科学的に分析することができたと思う。

この研究を通して、人間の感覚と科学的な結果が一致するとは限らないことが分かった。



## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・よりたくさんのデータを集めるために、100人分の写真を使い、年齢や男女のバランスがとれるよう考えた。
- ・レーダーチャートをA4サイズのクリアファイルに一人分ずつ書き、形が近いかどうかを重ねて比べられるようにした。

### ○ 分かった点

- ・レーダーチャートは血のつながりのある関係で近い形になることもあるが、他人同士でも近い形になることもある。レーダーチャートは顔のタイプ分けに使えると分かった。
- ・顔認証のデータの図が新聞にのっていたので、それを参考にコップ図で分析をした。
- ・レーダーチャートは顔のバランスを表すが、コップ図は顔のパーツの位置関係を表していることが分かった。
- ・絶対にこうという結論がなく、これが科学的な研究かどうか自信のないまま提出したけれど、研究を進めるほど分からない問題が出てくる事こそが「科学的」なのだと知り、たくさん分析することの大切さが分かった。

### ○ もっと追究したい点

- ・今回は顔を平面で分析したが、顔の模型を作るなど立体的にも分析してみたい。
- ・外国人のデータをとって国による顔の違いを分析してみたい。

## 《審査評》

膨大なデータを根気強く精緻にまとめ、多面的な考察と客観的な判断を重ねた、創意工夫の見られる優れた作品である。

<⑤ 特選 第5学年>

《研究作品の概要》

# 缶を洗ってリサイクルへ ～流れる水のひみつ～

神石高原町立神石小学校 5年 小塩 清花

## 1. 研究しようと思ったわけ

空き缶をリサイクルに出す際、缶の中を水で洗う。缶を洗う作業は、①缶の中に水を入れる②缶を逆さまにして水を出すといった簡単な作業であるがなかなかスムーズに進まない。どうしたらすばやく缶を洗うことができるのだろうかと思っていると、缶の傾きによって水の出るスピードが変化することに気づいた。そこで、どの角度がより水をすばやく出せるのか調べてみたいと思いこの研究を行うことにした。そして、この研究から少しでも効率よく缶を洗える方法を見つけ、快適なゴミ出しを目指したいと思った。

## 2. 研究したこと

### (1) 缶のふたの種類について

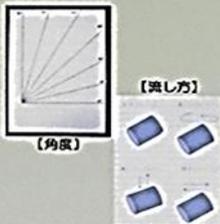
- ①方法  
・自動販売機やスーパーマーケットなどで目にする飲料缶（12種類）のふたの形を調べる。
- ③分かったこと  
・同じ会社の缶でもふたの形はちがう。・ふたの形は左右対称ではない。  
・ビールの缶は、ジュースの缶に比べてふたが大きい。

②結果



### (2) 缶から水を早く出す方法について

- ①実験方法  
缶の中に水をいっぱいになるまで入れて、全部出し切るまでの時間を測る。  
○缶の傾きの角度を0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°と変える。  
○流し方をⅠ傾けるだけ、Ⅱくるくる回しながら、Ⅲ上下にふりながら、Ⅳ左右にふりながらと変える。



②結果

傾度	傾き方	時間
0°	Ⅰ	1分30秒
	Ⅱ	1分30秒
	Ⅲ	1分30秒
	Ⅳ	1分30秒
15°	Ⅰ	1分20秒
	Ⅱ	1分20秒
	Ⅲ	1分20秒
	Ⅳ	1分20秒
30°	Ⅰ	1分10秒
	Ⅱ	1分10秒
	Ⅲ	1分10秒
	Ⅳ	1分10秒
45°	Ⅰ	1分00秒
	Ⅱ	1分00秒
	Ⅲ	1分00秒
	Ⅳ	1分00秒
60°	Ⅰ	50秒
	Ⅱ	50秒
	Ⅲ	50秒
	Ⅳ	50秒
75°	Ⅰ	40秒
	Ⅱ	40秒
	Ⅲ	40秒
	Ⅳ	40秒
90°	Ⅰ	30秒
	Ⅱ	30秒
	Ⅲ	30秒
	Ⅳ	30秒

- ③分かったこと  
・缶の種類や大きさに関わらず、60°～75°に傾けたときが一番早く水が出た。  
・流し方は、傾けるだけが一番早く流れた。  
・角度をつけることによって水の出る時間は早くなるが、60°～75°をさかいに出る時間は遅くなった。

### (3) 缶以外の容器ではどのようになるのか

- ①実験方法  
ピン、ペットボトル、飲むヨーグルト、しょう油入れ、牛乳パックを用意し、上記の実験と同様に傾きの角度と流し方を変え、水を全部出し切るまでの時間を測る。
- ③分かったこと  
・ピン、ペットボトル、飲むヨーグルトのような口が丸い形の物は、60°～75°が一番早く水が出た。  
・しょう油入れの容器は水がスムーズに出なかった。90°の時は水の流れが止まることもあった。  
・5つの容器の中で牛乳パックが一番早く水が出た。・牛乳パックのように注ぎ口がある物は、水の流れる様子がきれいだった。

②結果

容器	傾度	傾き方	時間
ピン	0°	Ⅰ	1分30秒
	15°	Ⅰ	1分20秒
	30°	Ⅰ	1分10秒
	45°	Ⅰ	1分00秒
ペットボトル	0°	Ⅰ	1分30秒
	15°	Ⅰ	1分20秒
	30°	Ⅰ	1分10秒
	45°	Ⅰ	1分00秒
飲むヨーグルト	0°	Ⅰ	1分30秒
	15°	Ⅰ	1分20秒
	30°	Ⅰ	1分10秒
	45°	Ⅰ	1分00秒
しょう油入れ	0°	Ⅰ	1分30秒
	15°	Ⅰ	1分30秒
	30°	Ⅰ	1分30秒
	45°	Ⅰ	1分30秒
牛乳パック	0°	Ⅰ	30秒
	15°	Ⅰ	30秒
	30°	Ⅰ	30秒
	45°	Ⅰ	30秒

### (4) 水の動きを観察してみよう

これまでの実験により角度をつけることによって水の流れる時間は早くなるが、60°～75°をさかいに遅くなるのが分かった。そこで、水がどのような動きをしながら流れているかを観察し、水の動きと流れる早さについて調べてみた。

- ①実験1  
缶の傾きの角度60°と90°の時の水の動きを比べる。水の動きを分かりやすくするために色水を使用する。
- ②実験2  
缶（容器）の中の水の動きを調べるため、中が見えるペットボトルで調べる。
- ④分かったこと  
・空気の通り道ができると水が流れることが分かった。  
・容器の口が小さくなるほど流れようとする力が口に集中するため、うすがしやすい。  
・うすの巻きがゆるやかなほど水は早く流れる。

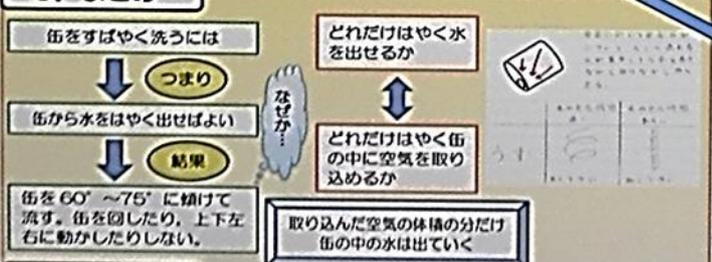
③結果(実験1)



③結果(実験2)



## 3. まとめ



仮説 水が流れるということは空気が動いて容器の中の空気がふえる？

★仮説を確かめる

①実験  
500mLのペットボトルを2本とペットボトルを連結させるコネクタを準備する。1本だけに色水を入れて2本のペットボトルをつなぎ合わせて水の流れを観察する。

③考察  
ペットボトルをつなげているため空気が自由に動けなくなり、水が流れ落ちなかった。ペットボトルを回すことで空気の通り道ができて、水が流れ落ちたと考えられる。

## 4. 感想

私は、缶を洗う作業を早く終わらせたいと思い缶を90°にして水を出していました。しかし、この研究で空気の出入りする通り道がないと水は早く出ないことが分かりました。また、ペットボトルを使った実験から中に入っていく空気の体積とペットボトルから出る水の体積（容積）は等しいことを発見しました。今後は、早く空気を送り込む方法についても調べ、より効率よく缶を洗える方法を追求していきたいと思っています。

## 《研究作品のポイントなど》

### ○ 工夫した点

- ・ 缶の傾きの角度を正確にして実験するために、画用紙に目盛りを書いて桶に貼り付けた。
- ・ 缶から水を出す実験で結果の正確性を高めるために、それぞれ3回ずつ実験を行った。
- ・ 水の動きを観察する実験では、水の動きを分かりやすくするため、水に色（赤）を付け、背景を黒にして撮影した。

### ○ 分かった点

- ・ 一番早く水が出る角度は、 $60^{\circ}$  ~  $75^{\circ}$  ということが分かった。
- ・ 空気の入る通り道がないと、水は早く出ないことが分かった。
- ・ ペットボトルの中に入って行く空気の体積と、ペットボトルから出て行く水の体積は等しい。
- ・ 容器の口が小さいと、水が一気にそこへ流れようとするため、渦ができることを見つけた。

### ○ もっと追究したい点

- ・ 早く水を出すために、容器の中に早く水を送り込む方法を見付けたい。
- ・ 水が容器から出るときにできる渦の大きさや向き、巻きの強さなどを調べてみたい。
- ・ 缶のふたについても研究してみたい。

## 《審査評》

生活体験から得た疑問を、条件制御をするとともに工夫しながら様々な実験を行い、実験中に新たに見いだした疑問に対しても、丁寧に追究している優れた作品である。

<⑥ 特選 第6学年>

《研究作品の概要》

# ヒザラガイはいつ動くのか?!～ヒザラガイの動きに迫る～

呉市立広南小学校6年 工藤 樹

## 研究の目的

岩に張り付いて動く姿を観察出来ないヒザラガイがいつ、どれくらいの距離を移動するのかを調査と実験で調べる。

## 研究対象とした生物

多板綱というグループの貝の1種。潮間帯という潮の満ち引きがある場所にすむ。岩などに着いた藻類やフジツボを磁石の歯でこそぎ取る。



ヒザラガイ

①野外調査 呉市仁方の海岸にある岸壁で令和3年5月～8月まで調査を干潮時に実施した。調査区域の中のヒザラガイの個体数、大きさ、天候、気温を記録した(写真左:調査場所遠景,写真右:調査の様子)。



図1 ヒザラガイの個体数の増減

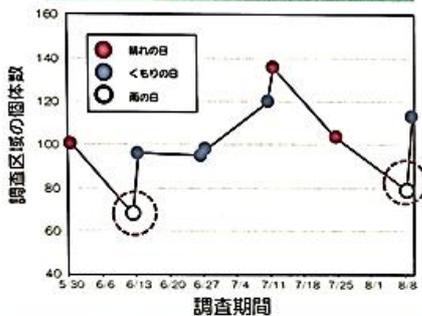
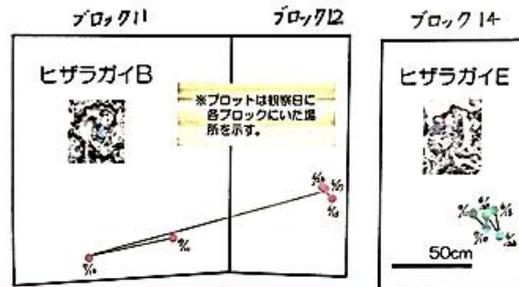


図2 岸壁でのヒザラガイBとEの追跡観察



●分かったこと ヒザラガイは雨の日に個体数が減少した(図1)。天気が悪いとカキ殻の裏や溝の中に移動するようだ。標識個体の追跡から1日の平均移動距離は2.3cmだった。大きく移動する個体と動かない個体があった(図2)。潜水観察も実施したが、目の前で動く姿を見ることは出来なかった。そこで水槽での室内実験に切り替えて観察を続けた。

②室内実験 水槽に採捕したヒザラガイを1個体入れ、約1日間水槽内で原則1時間おきに水槽のどの場所にいたかを記録した。

図3 ヒザラガイUの移動(7/31~8/1)

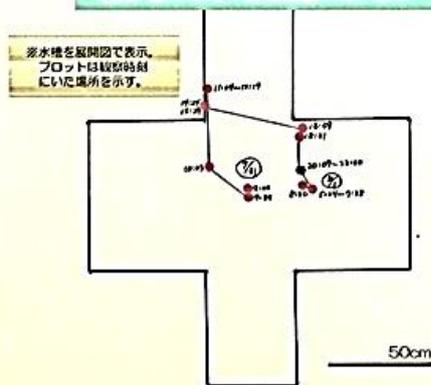
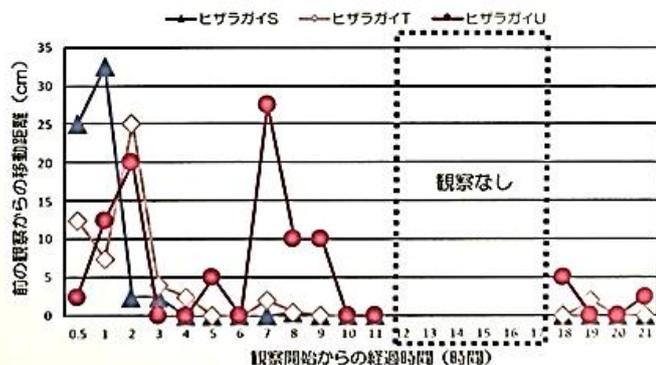


図4 観察開始からのヒザラガイT, S, Uの移動(7/31~8/1)



●分かったこと 水槽内で初めて動くヒザラガイを観察することが出来た(図3)。観察した個体の1日の平均移動距離は84.7cmだった。どの個体も水槽に入れた時に良く動いたが、その後の動き方に時間帯による規則性はなかった(図4)。

●研究を終えて 野外調査では雨の日にヒザラガイが減少したが、淡水そのものが移動の要因ではないことが分かった(水をかける実験から)。潜水観察も含めて、延べ約30時間にわたって観察を実施したが、野外で動く姿を見ることは出来なかった。室内実験では意外と簡単にヒザラガイの動く姿を見ることが出来、1日に約80cmも動くことが分かった。水槽には餌がないので、今回の結果がどれくらい野外の行動を反映しているかは分からないが、この程度移動する能力があることが分かったことは大きな前進だと感じた。観察出来ていない早朝や夜間、気温の低い時期の調査も加えることで野外でのヒザラガイの行動をさらに追求したい。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・野外で動く距離を調べるため、標識をつけた。
- ・水を雨に見立てて、移動が始まるか水かけ実験を行った
- ・動きを実際に見るために、室内で水槽実験を行った。

### ○ 分かった点

- ・雨の日には、晴れやくもりの日に比べて見付けることができる数が減った。(野外調査)
- ・大きく移動する個体と小さく移動する個体がいた。(野外調査)
- ・1日に約 80cm も動く。(室内実験)

### ○ もっと追究したい点

- ・今回は、野外では動くところが見られなかったなので、観察できていない時間や季節で動くのかも調べ、目の前で動くところを観察したい。

## 《審査評》

野外調査と室内での実験に根気強く取り組み、得られたデータを適切に処理して、結論を論理的に導き出した優れた作品である。

《研究作品の概要》

# 水の移動大実験Part3 ～気泡はなぜ出てくるの?～

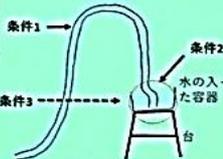
なぎさ公園小学校  
5年 岡本 權

## はじめに

**きっかけ1:**  
・3年生の時、「そのめん漬し」の水を動力を使わずに高いところにくみ上げたいと思ったことがきっかけで、水がチューブの中を移動する「サイフォンの原理」に関する研究を行った。  
・その研究から、チューブの中を水が移動する3つの条件が分かった。

### 3つの条件

1. チューブに水が満たされている。
2. 片方のチューブの先が水の入った容器に入っている。
3. もう片方のチューブの先が、水面より低いところにある。



### きっかけ2:

・4年生の時、5m以上サイフォンの原理で水が上がることが分かり、何mまで水が上がるかを調べるために、学校の校舎で実験した。すると、10m38cmまで水が上がった。それ以上の高さでは、チューブがつぶれていて、水が通ることが出来なくなっていた。  
・その実験の途中、3m以上の高さで、気泡のようなものがたくさん出ていることに気づいた。最初は実験のミスでチューブに空気が入ってしまったのだと考え、泡を抜いたが、何度抜いても次々に出てきた。



### 昨年の実験結果より

高さ	0m	3m	10m
水の状態	水溜り中 水量が多い	チューブの中 水量は少ない	チューブは 完全に潰れた
気泡	気泡なし	気泡あり	気泡あり
気圧	1気圧	0mよりは 低圧?	真空?
水温	25℃くらい	0mよりは 低?	ほとんどなく 低い程度まで 上がった

温度や圧力が  
気泡の出現と関係?

そこで、今年の研究テーマを、「**気泡はなぜ出てくるか**」に決定した。  
今回は下記について調べてみることにした。

1. 気泡が出現する理由や条件
2. チューブの中の気泡が出なくなる方法

### 方法: 気泡の数え方

- ・牛乳パック2面に、1cm<sup>2</sup>の穴をあけた測定シートを作った。
- ・測定シートをペットボトルやチューブにあて、気泡を数える。
- ・気泡の多い3ヵ所を選んで測定し、その平均を計算した。



## 家での実験 ～気泡が出現する条件① 温度の変化～

### 温める:

**目的:** 温度を上げたときの、気泡の数の変化を調べる。  
**方法:** ガスコンロで鍋の水を煮、水道水を入れたペットボトルやチューブを入れ、1.0℃上がるごとに気泡を数える。  
**予想:** 水が沸騰するとき、泡が出ているのをよく見かけるので、温度が上がると気泡が多く出てくる。

結果	Start	1.0℃	2.0℃	3.0℃	4.0℃	5.0℃
気泡の数の平均値	0	30.0	31.3	29.6	10.0	
気泡の数の最大値	0	11.7	49.0	55.0	23.0	

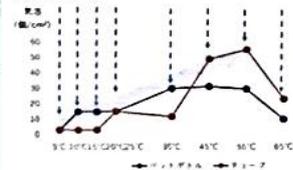
### 冷ます:

**目的:** 温度を下げたときの、気泡の数の変化を調べる。  
**方法:** 鍋の水を水で冷やし、水道水を入れたペットボトルやチューブを入れ、5℃下がるごとに気泡を数える。  
**予想:** 先ほどと反対に、温度が下がると気泡が少なくなる。

結果	Start	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃
気泡の数の平均値	3.0	15.0	15.0	15.0	0	
気泡の数の最大値	3.0	3.0	3.0	15.0	0	

**結果:** 温度が上がると気泡の数が増え、温度を下げると気泡の数が減った。

### 結果のまとめ:



↑ 空気が水に溶けたと  
考えられる量

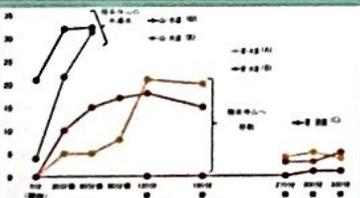
**家での実験から考えたこと:**  
温度については、水温が高くなると空気が水に溶ける量が減り、その結果、気泡の数が減るのではないかと考えた。

標高の高いところで実験したら、圧力だけ低くできるかもしれない  
→ 次に極楽寺山(580m)で実験した

## 極楽寺山での実験 ～気泡が出現する条件② 圧力の変化～

### 気圧を下げる:

**目的:** 極楽寺山(580m・940hPa)で実験を行い、気圧を下げた状態で気泡の数がどうなるかを調べる。  
**方法:** ① 水道水(ペットボトル:A,B)と一度沸騰させた水(コップ:C)を3時間家で観察する。それを持って極楽寺山に移動し、それぞれ1時間観察を続ける。  
② 極楽寺山で水道水を入れ(ペットボトル:D,E)、1時間観察する。  
**予想:** 圧力を下げると気泡が増える。



○ 山の水は家の水と比べて、気泡が多く出現した。山は家より気圧が70hPaも低く水にかかる圧力が減ったため、空気が水に溶ける量が変化した結果だと考えた。

○ 家から山に持って行くと、予想に反して気泡が減った。時間がたつと気泡が少なくなったのかもかもしれない。

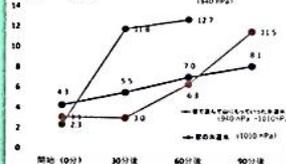
○ 沸騰させた水は時間がたつてもほとんど気泡がでなかった。水に溶けていた空気が蒸発したのではないかと。

### 方法の変更:

- 「家から山に持っていった水(=急激に圧力を下げた水)」と「家の水」・「山の水」の3種類で比較した。
- ペットボトル → 観察しやすいようにチューブを引出してみる。
- 水道水をチューブに直接入れコネクターを使い丸にする(4.4cmφ)。 ※ 空気が触れないようにしてやる。
- 観察は90分までにする。 ※ 移動に30分かかるため、極楽寺山でくんだ水は90分まで観察。

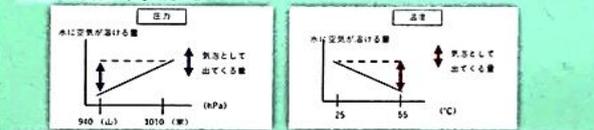


### 結果



- 山の水は家の水と実験1と同じように、すぐに気泡が増えた。
- 家の水は山の水と比べて、今度は予想した通り気泡の数が減った。やはり水にかかる圧力が下がることと空気が水に溶ける量が減り、気泡が多く出てきたのではないかと。
- 空気が触れないように丸にしたチューブで行った実験2では、常に空気が触れていた実験1のペットボトルより、気泡の増え方が少なかった。

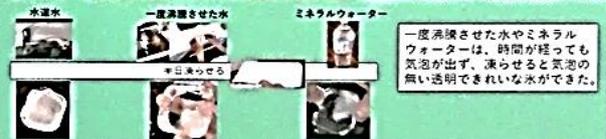
### これまでの実験から考えたこと



- 圧力が低くなると、空気が水に溶ける量が減り、その結果気泡の数が減るのではないかと。
- 温度と圧力は逆の関係にあるといえる。
- 山の水の方が気泡が多く出現した。ポンプで圧力をかけて山の上までくみ上げているため、元々空気が多く溶けている可能性も考えられる。
- 追加実験の結果から、一度沸騰させた水やミネラルウォーターで昨年の実験を行うと、温度や圧力が変化しても気泡が出なくなるのではないかと。

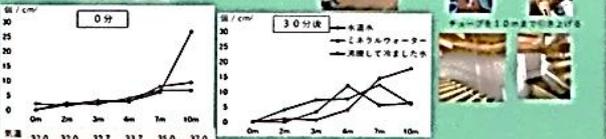
## 追加実験 ～水の種類と気泡の出現～

実験1では一度沸騰させた水はほとんど気泡がでなかった→3種類の水を凍らせて気泡を観察してみる



## 学校での実験 ～チューブの中の気泡が出なくなる方法～

**目的:** 3種類の水(水道水、ミネラルウォーター、沸騰させた水)を使い、昨年の実験と同じようにサイフォンの原理で10mの高さまでチューブを使い水を引き上げた時の気泡を観察する。  
**方法:** エアポンプを使いチューブに水道水を満たし、0・2・3・4・7・10mの高さで気泡を観察し、30分後に観察した。同じ方法でミネラルウォーター、沸騰させた水も実験した。  
**予想:** 気泡の量 水道水 > ミネラルウォーター > 沸騰させた水



- (高さ) 高いほうが気泡の数が多く、1.0m上がると気圧が5℃より水温に影響したこと、また1.0mに近づくとチューブがつぶれ上に行くほど圧力が低くなると考えられ、これらの影響が考えられる。
- (時間) 全体的に7mまでは、時間の経過とともに気泡の数が増えていた。これは今までの実験と同じ傾向だった。7mをこえると、気泡が大きくなりつつ様子が変わり、数に影響した可能性がある。
- (水の種類) 「水道水」が予想通り一番気泡の数が多く、水道水には空気がたくさん溶けていると考えられる。「沸騰させた水」は30分後には7m・10mで急激に増えた。ポリタンクから水槽に入れる時に泡立って空気が入ってしまったことが影響したかもしれない。「ミネラルウォーター」は一番変化が少なかった。

### 気がついたこと(上りと下りの気泡の違い):

- 実験の途中で上りのチューブの方が気泡がたくさん出現していたことに気がついた。
- 上りは急に圧力が下がるため、気泡が多く出るのかもしれない。
- しかし、上りと下りを区別せずに数えてしまい、今回は分けて結果を出すことが出来なかった。

### まとめ

- ・今年の研究のきっかけは、昨年の実験で、「気泡」が不思議だと思ったことだった。実験の失敗かと思っていたチューブの中の気泡も、調べてみると、新しい発見だった。
- ・また水をふとうさせ、あらかじめ空気を蒸発させておくことで、気泡が出にくくなることも分かった。
- ・工夫したことは、水にかかる圧力を下げたいと思い、極楽寺山に行つて実験したことだ。標高の高いところで実験することにより、圧力のみ低下した条件にできた。
- ・学校の実験では真夏の暑い中での実験になったが、今年冬の寒い時に同じ実験をしらどうか、調べてみたい。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・水にかかる圧力を下げるために、標高の高い極楽寺山へ行って実験を行った。
- ・極楽寺山で実験を行うことで、圧力のみを低下させた環境にすることができた。

### ○ 分かった点

- ・気泡は「水の温度を上げた時」「水にかかる圧力を下げた時」に増え、「水の温度を下げた時」に減った。このことから、温度と圧力は、逆の関係にあることが分かった。
- ・水道水よりミネラルウォーターを沸騰させた水の方が、気泡が少なかった。これは、一度空気を抜いているからだと考えた。

### ○ もっと追究したい点

- ・学校で行った実験では、真夏の暑さのため気温が水温に影響したかもしれないので、気温の低い時に同じ実験をして、どんな結果になるのかを調べたい。

## 《審査評》

疑問を解決するため、予想を立てて、観察、記録し、気体の出現を温度や気圧と関連付けて論理的に考察している優れた作品である。

《研究作品の概要》

# 不連続に流れる水の研究 広島県立広島中学校3年 黒木 理宇

## 研究目的

段差状の構造を持つ物(例:波板)に水を流すと、水が不連続に流れることがある。段差上の構造を持つ物に水を流した時に、どうふるまうのかを研究する。

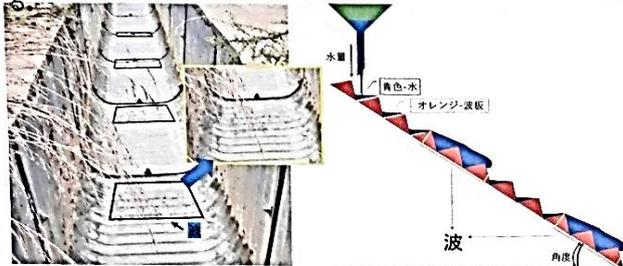


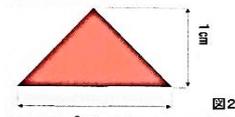
写真1 波板に水を流した時の様子。

図1 実験の模式図

上から水を連続的に流すと、下のほうでは不連続に、水が塊となって流れる。本研究ではこの一つの塊を、波と呼ぶ。

## 実験方法

波板、流す水の条件を変化させたときに、水がどのようにふるまうのかを実験する。本研究では波のふるまいを、波と波の間隔(ある点を波が通過するときの時間の差)から観察する。



水を流す物体(イメージ図は図1)は図2の底辺が底辺2cm、高さ1cmの三角柱を並べたものを使う。

写真2 実験装置

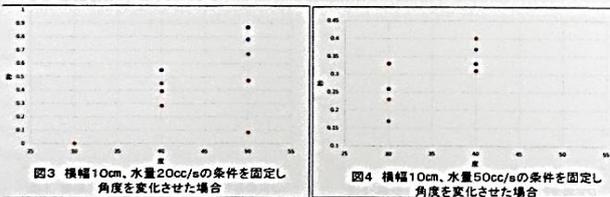
## 実験結果

### 実験1.波板の角度

・角度が低いほど波が発生せずに水が連続して流れることが多い。回数は30度の時は5通り、40度の時は3通り、50度の時は2通りだった。

・図2のように角度が大きくなるほど波同士の間隔は大きくなり、とる値の範囲も大きくなった。多くの場合において、これが成り立った。

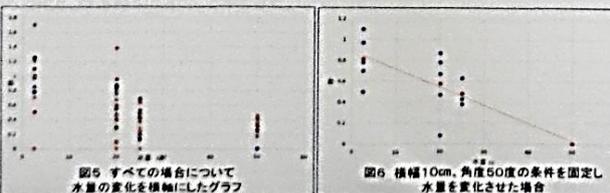
・例外として、図4のような場合もある。角度50度の時に水が連続して流れた時のグラフである。



### 実験2.水量

・データの散らばりは、1秒当たりの水量が多くなれば多くなるほど、小さくなった。また、データの最大値も1秒当たりの水量が多くなれば多くなるほど小さくなった。

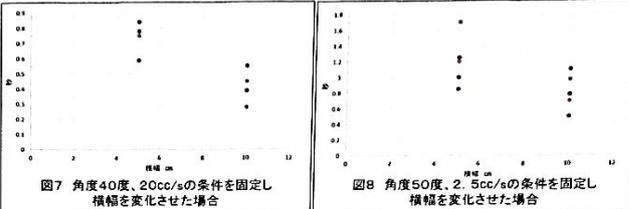
・図6を見ると、図5と同様水量が多くなるほどそれぞれの波の間隔は狭くなっていくことが分かった。図6のそれぞれのデータの平均値(オレンジの点)の近似曲線を引くと、ほぼ線型に引くことができた。



### 実験3.横幅

・ほとんどの場合で波と波の間隔は横幅10cmの時のほうが5cmの時よりも少なかった。

・波と波の間隔(横幅5cmの時):波と波の間隔(横幅10cmの時)≒1.5:1がほとんどの場合で成り立った。



## 考察

波が発生する過程は、

- ① 波板に水がたまる。
- ② 漏斗によって水が供給される。
- ③ 貯められる量の限界に達し、水が流れる。
- ④ 水が、重力によって勢いをつけ、たまった水にぶつかる。
- ⑤ その勢いで、たまっていた水の一部が流れる。
- ⑥ ④・⑤のループで水が増え、波となる
- ⑦ ⑤で流れた水をまた限界まで貯める。限界まで貯めるまでの少し時間がたると①の状態に戻る。

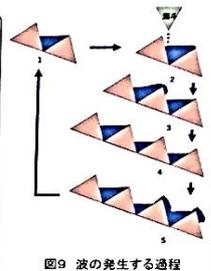


図9 波の発生する過程

①～⑦の繰り返し、だと考えた。

### 実験1.波板の角度

図10、11から分かるように角度が低いと水はたまりやすく、流れる勢いは弱い。このことを踏まえて考察を行った。

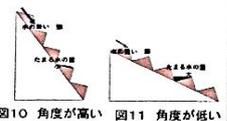


図10 角度が高い 図11 角度が低い

・波が発生するには、上記の過程の⑤で、ある程度の水が流れなければならない。角度が低いときに波が発生しないことがあるのは水の勢いが弱いためだと考える。

・角度が高いほど、ためる水の量がすくないため、波が発生しやすくなる。しかし、多くの波が発生すると、それらの波が重なって一つの大きな波になることがある。その結果、最終的に角度が高いほうが波と波の間隔は大きくなったのだと考える。

### 実験2.水量

・過程の⑦で、限界まで貯めるのに要する時間は水量が多いほど短くなる。そのため、水量が多いほど波と波の間の時間は短くなる。

・水量が少ないほど水を動かす勢いは弱いため、水量が少ないときは一度流れても表面張力によってせき止められることがある。水量が少ないときは、波がせき止められる時とそうでない時があるため、データの散らばりが大きかったのだと考える。

### 実験3.横幅

・過程の⑦でためるべき水の量は、横幅が5cmのほうが10cmのほうが少ない。波板の横幅が狭い時は、角度が高いときと同様、波が発生しやすくなる。波が一つの波になっている。そのため、横幅が狭い時のほうが波と波の間の時間は短かったのだと考える。

・波が合体しなかった時にかかった時間は、2つの波が合体した時にかかった時間の2倍になる。横幅5cmの時は、かかった時間が1.5倍になっているため、5cmの時では3つの波、10cmでは2つの波が合体しているのだと考えられる。

### 波が発生しない条件

・角度が高く、単位面積当たりの水量が多い場合  
過程の⑥で、たまった水が一度流れ、また限界までまた貯める時間がため。

・角度が低い場合  
水の勢いが弱く、水のたまる量が多いため、水が一気に一度に流れない。

## まとめ

波と波の間隔が大きいのは、角度が大きいとき、水量が少ないとき、横幅が狭い時である。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・結果の誤差を減らすために、周りの環境に気を付けて、測定の回数を増やした。
- ・組み立てた理論が正しいか、きちんと検証を行った。

### ○ 分かった点

- ・結果として、波と波の間隔が大きいのは、角度が大きい時、水量が少ない時、横幅が狭い時だった。
- ・波が発生する過程は、
  - ① 波板に水がたまる。
  - ② 漏斗によって水が供給される。
  - ③ ためられる量の限界に達し、水が流れる。
  - ④ 水が重力によって勢いをつけ、たまった水にぶつかる。
  - ⑤ その勢いで、たまっていた水の一部が流れる。
  - ⑥ ④・⑤のループで水が増え、波となる。
  - ⑦ ⑤で流れた水をまた限界までためる。限界までためるまでの時間が経過すると①の状態である。

### ○ もっと追究したい点

- ・粘性を変化させた場合の波のふるまい方。
- ・波板の形状をさらに変化させた時の波のふるまい方。

## 《審査評》

身近な現象から疑問を抱き、仮説を設定し、丁寧な観察や測定値等の分析により、水のふるまいのメカニズムを解明しようとした優れた作品である。

《研究作品の概要》

# ピンポン球の回転を科学する

熊野町立熊野中学校 第1学年 安宗 栞那

## 研究の動機

卓球は「回転のスポーツ」、「回転が分からずして勝つことはできない」等とされています。中学進学を機に始めた卓球の練習や試合の中で、このことを体感する毎日ですが、科学的にそれを実証することにより、今後のスキルアップにつなげたいと思い、本研究に取り組むことにしました。

## 研究課題

## 工夫点

## 結果・考察

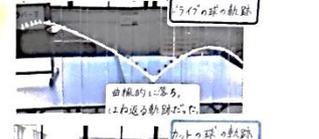
### 1 回転のかかった球はどのように飛んでくるのか？

実験

ドライブ回転(上から下方向の回転)とカット回転(下から上方向の回転)を生み出す実験器具を製作し、軌道の特徴を明らかにする。



球を向の内壁に斜め方向からノーバウンドで接触するように発射することで、ドライブとカットそれぞれの回転を生み出す。



<ドライブの軌道> 曲線的に落ちる感じ。バウンドは比較的高い。

<カットの軌道> 直線的に伸びる感じ。バウンドの高さはドライブほどではない。

### 2 ドライブやカットをレシーブするとき、球はどのようにはね返っていくのか？

ラケット面の角度  
角度①  
角度②  
角度③

ラケット面の角度	実験1 ドライブ回転を固定してカット回転で発射し、はね返り方を調べる。	実験2 ドライブ回転を固定してカットの軌道で発射し、はね返り方を調べる。	実験3 カット球を固定してドライブ回転に向けて発射し、はね返り方を調べる。
角度①			
角度②			
角度③			

相手コートに打ちやすい打ち方  
相手コートに打ちにくい打ち方

ドライブ  
△かぶせる角度で打つ。  
×すくい上げる角度で打つ。

カット  
△ラケットを真横に立てて打つ。  
×かぶせる角度で打つ。

### 3 実験結果をふまえて、ドライブやカットを実際にレシーブしてみる

ドライブサーブをレシーブする		カットサーブをレシーブする	
①ラケットを真横の角度で	打ちやすかったです。	まあまあ返せました。	
②かぶせる角度で	ネットにかかりやすかったです。	ネットにかかりやすかったです。	
③すくい上げる角度で	空中に浮かすやすく、返しやすかったです。	球速はあまりでなかったが、返しにくくはなかった。	
④ドライブ回転をかける	返しやすかったです。①より軽く打ち返せました。	ドライブ回転をかけて返すと返しやすかったです。	
⑤カット回転をかける	空中に浮かすやすく、ネットにも届きやすかったです。	少し浮き気味にはなかったが、返しやすかったです。	

回転するサーブをレシーブするとき、ラケットの角度によっては、はね返り方が違うのは、実験器具による結果もヒットによる実際のレシーブの結果も同じだった。

しかし、レシーブに回転をかけた場合、相手コートに返しやすくなる場合とそうでない場合があるという結果になった。この要因としては、次のようなことが考えられる。

レシーブに回転をかけることで、相手サーブの回転が止まり、逆にレシーブ側がかけた回転に変えることができたときに、相手コートに返しやすいくという結果が生まれる。つまり、相手サーブの回転力を上回るレシーブの回転力に働きかけることが試合を優位に運ぶ秘訣だと言えるのである。

## 研究を終えて

実験器具を製作し再現することで明らかになったピンポン球の回転のメカニズムを実際に打って確かめてみることで、さらにコツのようなものが明らかになり、改めてピンポン球の回転の奥深さを感じました。

## さらに追究したいこと

今後は、ドライブとカット以外の様々なバリエーションの回転のメカニズムとそれを打つときのコツについても明らかにし、自身のスキルの向上につなげていきたいと思っています。

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- 球の回転の種類をドライブ回転（上から下方向への回転）とカット回転（下から上方向への回転）の2種類にしぼった。いずれの回転についても再現したり、その際の球速のばらつきを解消したりできる実験器具を制作した。
- ドライブ球やカット球が、ラケット面に当たる角度によって、はね返りがどう違うのかを調べる実験器具を制作したこと。また、ラケットをスイングした時のはね返り方についても調べられるようにした。
- ドライブ球やカット球の軌道及びそれを打ち返す時の軌道をはっきりと捉えるために、タブレットを使って録画し、スロー再生したりコマ送り再生したりした。

### ○ 分かった点

- ドライブ球の軌道は、曲線的に落ちる感じ。バウンドは比較的高い。
- カット球の軌道は、直線的に伸びる感じ。バウンドの高さはドライブ球ほどではない。
- ドライブサーブをレシーブする時
  - ① ラケットをかぶせるような角度にただけではネットにかかりやすいが、これにドライブ回転をかけると、相手コートに鋭く返すことができる。
  - ② ラケットをすくい上げるような角度にすると、球が浮き、相手コートに届きにくくなる。また、その状態でカット回転をかけても、同様に相手コートには届きにくい。
- カットサーブをレシーブする時
  - ① ラケットをかぶせるような角度にただけではネットにかかりやすいが、これにドライブ回転をかけると、相手コートに返しやすくなる。
  - ② ラケットをすくい上げるような角度にすると、球が浮き気味になるものの、相手コートに返しやすくなる。また、その状態でカット回転をかけても同様に相手コートには返しやすい。
- 以上のことから、レシーブに回転をかけることで、相手サーブの回転が止まり、逆にレシーブ側がかけた回転に変えることができた時に、相手コートに返しやす球を打ち返せることが分かった。

### ○ もっと追究したい点

- ドライブとカット以外の様々なバリエーションの回転のメカニズムとそれを打つ時のコツについても明らかにし、自身のスキルの向上につなげていきたい。

## 《審査評》

自作の発射装置や固定ラケットを使って調べる際に、球の回転や軌道に対するラケットでの上手な打ち方を予想し、写真や動画として撮影したものをコマ送りの連続写真で分析しながら丁寧にまとめた優れた作品である。



## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・水を流すごとに溝がぬれるなど、ちょっとした条件の変化があったので、それを最小限に減らすよう工夫した。
- ・表からグラフを作り、見やすいようにまとめた。

### ○ 分かった点

- ・傾斜が大きいほど、速く・大量に土砂が流れる。
- ・雨が強いほど、速く・大量に土砂が流れる。
- ・土砂から先に水が漏れるものと、土砂ごと動き出すものがある。

### ○ もっと追究したい点

- ・今回は、真砂土だけで実験を行ったが、他の種類の土砂も調べたい。

## 《審査評》

昨年度の研究からの疑問について、自作の装置で条件制御を行い、多くの結果をグラフで表現しながら分析する等、土砂災害について科学的な手法で結論を導いた優れた作品である。

《研究作品の概要》 中学校・生物



## 過齢幼虫の発生原因に親の遺伝は関係するのか

～ヤママユの過齢幼虫を発生させるには～

広島市立翠町中学校 2年 篠原 虎之介



### 〈研究の動機〉

2年前までヤママユの繭の色について研究していたが、その研究の過程で過齢幼虫が発生した。昨年はその過齢幼虫の発生原因について兄と共同研究を行い過齢幼虫を意図的に発生させることができた。そこで、過齢幼虫が産卵した卵から孵化した幼虫は、遺伝により自然に過齢幼虫になるのか疑問に思った。

### 〈昨年までの研究のまとめ〉

- ・ 5年前…ヤママユの幼虫を飼育・観察する過程で、通常よりも多く脱皮する幼虫のことを『過齢幼虫』と呼ぶことがわかった。
- ・ 4年前…過齢幼虫の発生原因には食草となる葉の硬さと幼虫の成長段階が関係していることがわかった。
- ・ 3年前…発生原因には葉の硬さだけではなく日照時間も大きく関係していることがわかった。
- ・ 2年前…過齢幼虫が発生する最適な日照時間を調べたが、条件が過酷すぎたためたくさんの幼虫が死んでしまい、個体数も少なく詳細なデータを得ることができなかった。
- ・ 昨年…2年前の失敗をもとに飼育方法を改善し、齢数と日照時間の関係調べ詳細なデータを得ることができた。過齢幼虫の発生には日照時間が1日に22時間が最適だとわかった。

### 〈研究方法〉

自宅の一室で日照時間の違う4つのグループに孵化した幼虫を各10頭づつ振り分けて、観察をする。孵化した幼虫は油性ペンで印をつけて個体管理をし、脱皮直後に必ず印を付けなおすことで全ての個体が混ざらないようにする。

- ・ Aグループ… 過齢幼虫の卵を日照時間22時間
- ・ Bグループ… 過齢幼虫の卵を日照時間12時間
- ・ Cグループ… 通常幼虫の卵を日照時間22時間
- ・ Dグループ… 通常幼虫の卵を日照時間12時間



個体識別用  
マーク



### 〈仮説〉

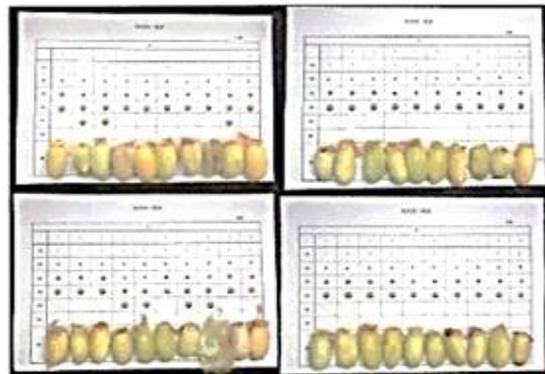
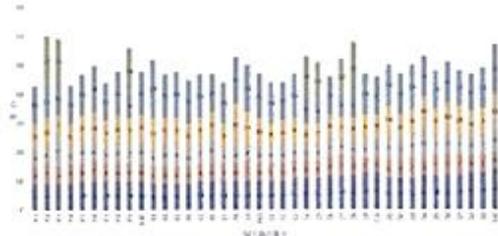
過齢幼虫の発生原因に親の遺伝は関係するのか、または環境の変化に適応するためにその態度、過齢幼虫になるのかを昨年までの研究をもとに仮説をたてた。

- ・ Aグループ…遺伝と環境により全て過齢幼虫になる。
- ・ Bグループ…遺伝により全て過齢幼虫になる。
- ・ Cグループ…環境により過齢幼虫になる。
- ・ Dグループ…全て過齢幼虫にならない。

### 〈結果〉

- ・ Aグループ…過齢幼虫が発生した数は少なく仮説と大きく異なった。
- ・ Bグループ…仮説と大きく異なり過齢幼虫は発生しなかった。
- ・ Cグループ…仮説通り過齢幼虫が一部発生した。
- ・ Dグループ…仮説通り過齢幼虫は発生しなかった。

過齢幼虫の発生率



### 〈考察〉

研究の結果から、過齢幼虫の発生に親の遺伝は関係なく自然環境となる日照時間によるストレスが原因であると考えた。しかし遺伝には伝わりにくい形質や何世代かにおいて出現する形質などがあり、ヤママユの過齢もこのどれかに当てはまる可能性もある。継続的に研究をしていくことにより、さらなる発展に繋げていけたらと思う。

今回の研究がすぐに過齢幼虫の発生原因の解明につながることはないかもしれないが、この先には必ず活かすことができると信じてこれからも研究を継続していきたい。

### 〈参考文献〉

- ・ ヤママユが観察辞典
- ・ わかっちゃう図鑑 遺伝子
- ・ イモムシの教科書

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・ 昨年失敗した原因を追究し，飼育方法を改善した。
- ・ 個体を区別できるように，個体識別用マークを考案し，使用した。
- ・ 頭幅の大きさと齢の相互関係が分かりやすいように，脱皮殻をすべて標本にした。

### ○ 分かった点

- ・ ヤママユの過齢は，一代だけでは遺伝しない。
- ・ 第4過齢幼虫の発生原因は飼育環境のみであった。
- ・ 過齢は遺伝しにくい性質か，何世代かおいて遺伝する性質のどちらかであると考えられる。

### ○ もっと追究したい点

- ・ 過齢は遺伝しにくい性質か，何世代かおいて出現する性質であるかもしれないため，来年以降も継続して研究していきたい。

## 《審査評》

仮説に基づいて，継続的にデータを収集し，着実に分析を重ねて結論を導き出した優れた作品である。



## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・鍋底に発生する模様を観察の精度を上げるため、光学的むらを可視化するシュリーレン法を採用した。
- ・熱拡散や温度分布を調べる実験では、再現性を高める方法として熱源にはんだごての過熱部分を使用した。
- ・サーモグラフィーによる温度の計測の精度を上げるために、金属試料に黒体スプレーを塗布した。

### ○ 分かった点

- ・雪平鍋と平鍋の表面積には、ほぼ差がなかった。
- ・鍋底に現れる模様は、その凹凸形状に依存して発生する。
- ・金属の凹凸部分で温度差が生じることで、鍋底を伝わる熱の拡散が穏やかになる。

### ○ もっと追究したい点

- ・熱をできるだけ均一に拡散させる形状としての使用の可能性。
- ・アルミ、銅以外の種類の金属での熱拡散（特に強度を必要とされる場合）。
- ・発生する流体模様を立体的に可視化する観察方法の開発。

## 《審査評》

身近な現象から気付きや疑問を持ち、自作装置による工夫を凝らした実験に粘り強く取り組み、実験や観察により得られた結果を適切に分析して論理的に考察している優れた作品である。

《研究作品の概要》

## ストームグラス内における結晶変化の要因解明

広島大学附属高等学校 3年 兼森きの 権田雅貴 柴崎結子 土肥音葉 原田哲平 藤井瑛子 指導教員 平松敦史

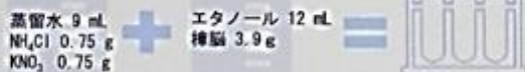
### 1. 概要

<目的>

ストームグラス内で析出する結晶の詳細や析出条件を解明する。

先行研究より、気温などの変化により様々な形状の結晶を析出させることはわかっている。しかし、その詳細は不明である。

先行研究を参考に以下の成分でストームグラスを作製した。これを、溶液Sとし、ふた付き試験管内に密閉した。



ストームグラス (溶液S)

### 2. 予備実験

自作した溶液Sについて、予備実験を行い、下記の結果が得られた。

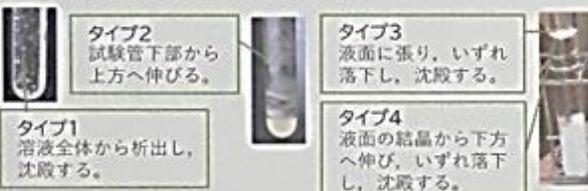
① X線回折により、析出する結晶は樟脳のみであることが分かった。

② 約3か月間観測し、析出する結晶の量は気温に依存することが確認できた。

③ 析出する結晶のタイプは複数あることが分かった。

➡ ①～③は、先行研究の結果と一致する。

➡ 先行研究と同じ結果が得られる溶液Sを、ストームグラス内の溶液として実験を行うこととした。



**タイプ2**  
試験管下部から上方へ伸びる。

**タイプ3**  
液面に張り、いずれ落下し、沈殿する。

**タイプ1**  
溶液全体から析出し、沈殿する。

**タイプ4**  
液面の結晶から下方へ伸び、いずれ落下し、沈殿する。

### 3. 実験1

<目的>

溶液S内で塩化アンモニウム $\text{NH}_4\text{Cl}$ と硝酸カリウム $\text{KNO}_3$ が、析出する結晶に与える影響を調べる。

<方法>

表1のように、加える $\text{NH}_4\text{Cl}$ と $\text{KNO}_3$ の質量を変え、それぞれを組み合わせて、25種類の溶液を作製した。析出した結晶を遠心分離を行って1日1回圧縮し、試験管の底から結晶の最上部までの高さを測定した。この作業を6回繰り返した。

<結果>

表1は、6回の測定結果を平均したものである(表中の-:試験管の破損により測定できなかった)。また、表1の結果について不偏分散を求めた。

表1 6回分の結晶の高さの平均

平均 [mm]	KNO <sub>3</sub> (g)	NH <sub>4</sub> Cl (g)				
		0	0.19	0.38	0.56	0.75
0	0	2.6	3.1	3.1	3.2	3.3
	0.19	2.7	3.3	2.8	4.1	3.4
	0.38	3.1	3.2	3.8	3.9	3.8
	0.56	3.1	-	3.3	3.3	3.9
	0.75	3.3	3.6	3.4	3.8	3.8
	-	-	-	-	-	-

<考察>

不偏分散より、1つの試験管に注目して観察を続けた場合、塩化アンモニウムと硝酸カリウムの量が多い方が析出量のばらつきが抑えられると考えられる。

### 4. 実験2

<目的>

タイプ1とタイプ3とタイプ4は、試験管底部に堆積することで押し固められて区別できなくなるため、まとめて土台と呼ぶこととし、この土台の高さとタイプ2の高さと温度の関係を調べる。

<方法>

溶液Sの成分のうち蒸留水・エタノール・樟脳のみ(3成分)を同じ分量入れて密閉した試験管2本(A、B)と溶液S(蒸留水・エタノール・樟脳・塩化アンモニウム・硝酸カリウムの5成分)を入れて密閉した試験管2本(C、D)を同一環境下に置き、およそ1か月間連続して観測し、高さや温度を記録した。

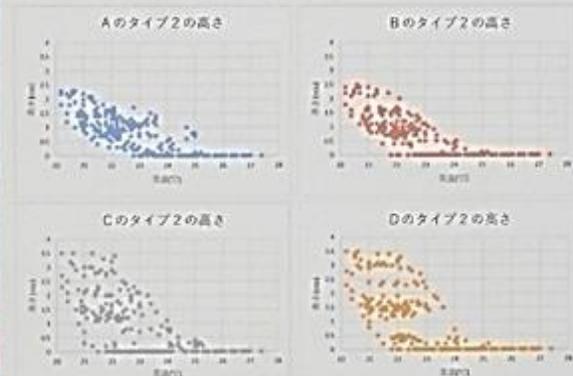
<結果>

図1は、A～Dの各試験管の土台とタイプ2それぞれの高さについて、2時間ごとの変化を表したものである。



図1 土台及びタイプ2の高さのグラフ

図1より、開始188時間後から土台の高さが一定になることが分かる。その土台の上部にタイプ2の結晶が析出してくる。そこで、188時間後からについて、A～Dの各試験管のタイプ2の高さと気温の関係を表す散布図を下記に示す。



<考察>

・上記のタイプ2の散布図より、3成分と5成分いずれにおいても気温と結晶の高さには負の相関関係があると言える。  
・5成分(CとD)の方が、3成分(AとB)よりも、同じ気温における結晶の高さが全体的に高い。このことは、硝酸カリウムと塩化アンモニウムが樟脳の析出量を増やすことに影響を与えていると考えられる。

### 5. 結論

・塩化アンモニウムと硝酸カリウムを適切な量加えることで、気温の変化による結晶の量のばらつきが小さくなる。  
・タイプ1は急激な冷却によって析出するが、タイプ2・3・4は急激な冷却以外の原因によって析出する。  
・タイプ2の高さは気温に強く影響を受ける。  
・土台の高さと時間との関係は作製から188時間以内においては3次関数に近似できる。

### 6. 今後の展望

・塩化アンモニウムと硝酸カリウムが結晶の形状に与える影響について確認するため、結晶の形状を詳細に分類する方法を確立したい。  
・タイプ3とタイプ4について、明確な析出条件と析出量の関係を明らかにしたい。  
・土台の高さの3次関数近似の結果から、具体的にどのような現象が起きているのか詳しく分析したい。

### 7. 参考文献

- [1] 廣瀬里佳, 「不思議なストームグラス」, 『化学と教育』, 66巻, 9号, 2018年, 436-437.
- [2] Tanaka, Y. et al, "Pattern formation of crystals in storm glass", *Journal of Crystal Growth*, 310, 2008, 2668-2672.
- [3] 中本泰任, 廣井正男, 「気象に関する資料と試作天気管による実験観測報告(1)」, 『神戸商科大学紀要 第2類 商船・理工学篇 第38号』, 1990, 143-155.

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・ ストームグラス内の結晶の様子を長時間継続して観察できる環境や撮影方法を工夫した。
- ・ 量・形・高さといった複数の観点から研究を行った。
- ・ データを多くとった。

### ○ 分かった点

- ・ 塩化アンモニウムと硝酸カリウムを適切な量を加えることで、気温の変化による結晶の量のばらつきが小さくなる。
- ・ 急冷によって析出する結晶とそれだけでは説明できない結晶がある。
- ・ 塩化アンモニウムと硝酸カリウムは樟脳樟腦の溶解度に影響を与え、樟脳のみを溶かしたときよりも、結晶を析出しやすくさせる効果がある。

### ○ もっと追究したい点

- ・ 塩化アンモニウムと硝酸カリウムが結晶の形状に与える影響について確認するため、結晶の形状を更に詳細に分類する方法を確立したい。

## 《審査評》

ストームグラス内における結晶変化の要因について、析出した結晶を4タイプに分類し、条件制御や統制分析を基にその析出条件や析出の仕方を明らかにすることができた点で優れた作品である。

《研究作品の概要》

# 魚の「不安」は繁殖に影響するのか —ゼブラフィッシュを用いた検証—



写真1：ゼブラフィッシュ

広島大学附属高等学校 3年 角谷明日香 長村陽香 中山陽南子 吉田実加 指導教員 井上純一

## 動機・先行研究

本校ではゼブラフィッシュを継代飼育している。給餌の際に、餌場にすぐ近づいてくる個体としばらくして落ちた餌を食べる個体の2つのタイプがいることに気がついた。そこで、ゼブラフィッシュの性格に興味を持ち、ゼブラフィッシュの性格と繁殖に関する先行研究を探索した。

### 【先行研究で分かっていること】

- 体表の均一性や鮮やかさより、行動の積極性の方が繁殖に大きな影響を及ぼす。
- 積極的な行動を見せる個体の方が繁殖に適している。

## 研究の目的・仮説

### 繁殖に適した魚の特徴を明らかにする。

- 仮説1：ゼブラフィッシュは不安様行動によっていくつかのグループに分けることができる。→**検証1**
- 仮説2：不安を感じにくい個体の方が繁殖に適している。→**検証2**

## 検証1 —ゼブラフィッシュを不安様行動でグループ分けすることは可能か—

### 【実験と検証の方法】

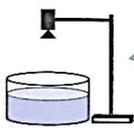


図1：OF装置

### オープンフィールドテスト(OF)

魚の水平方向の動きを計測  
1匹入れて3分間馴致⇒6分間の行動を観察

- 行動指標
- 境界<sup>1)</sup>を通過した回数(回)
  - 接触走性の累計時間<sup>2)</sup>(秒)
  - 総移動距離(m)

- 1) 直径14.5cmの同心円を、水槽を2つに分ける境界とした。
- 2) 水槽の縁から2cmより外側を泳いだ累計時間とした。

### タンクダイptest(TD)

魚の水平方向の動きを計測  
1匹入れて3分間馴致⇒6分間の行動を観察

- 行動指標
- 水槽の下層<sup>3)</sup>に滞在した累計時間(秒)
  - 境界を通過した回数(回)

- 3) 水槽の底から4cmで水平な線を引き、その線を水槽の上層・下層に分ける境界とした。

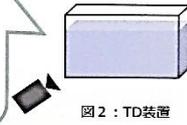


図2：TD装置

- ①同じ系統のゼブラフィッシュ47匹に対して、OF、TDをそれぞれ行い、先行研究をもとに設定した5つの行動指標を計測した。(図3～図7)
- ②得られたデータから基準値<sup>4)</sup>をとり、主成分分析<sup>5)</sup>を行った。
- ③第一主成分得点と第二主成分得点を座標平面にとった後、クラスター分析を行い、先行研究をもとに2つのグループに分けた。(図8)
- ④2つのグループのそれぞれの第一主成分得点を用いてt検定を行った。(図9)
- 4) 基準値はデータの平均値と標準偏差から求めた。
- 5) 複数の指標を総合的に考察する、また個体ごとの特徴を視覚化する目的で行った。

### 【実験結果(個体A～Dの結果を抜粋)】

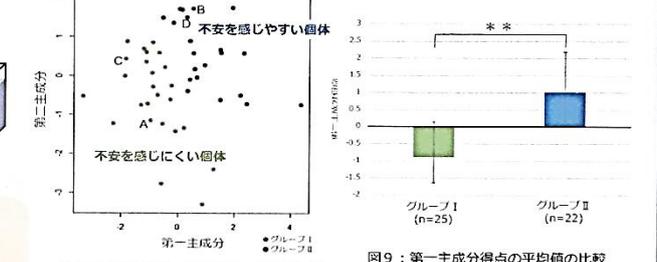
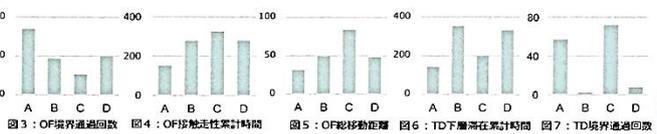


図8：主成分分析・クラスター分析の結果

図9：第一主成分得点の平均値の比較

**ゼブラフィッシュは不安様行動で2つのグループに分けることができる。**

## 検証2 —不安を感じにくい個体の方が繁殖に適しているのか—

- ①検証1のグループIとグループIIから雌雄各10匹を無作為に選んだ。
- ②同時に、グループごとの稚魚の孵化率<sup>7)</sup>と孵化後1週間の生存数<sup>8)</sup>の推移を調べた。
- ③グループIとグループIIの稚魚の孵化後1週間の生存数<sup>8)</sup>を計測し、生存率に差があるのかを調べるため、カプランマイヤー検定及びログランク検定を行った。

6) 産卵数は個体が産んだ卵の数(未受精卵を含む)と定義する。

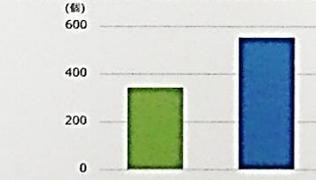


図10：グループごとの産卵数

**不安を感じやすい方が産卵数が多い**

7) 孵化率の計算に用いた式：孵化率 = 産卵数 - 未受精卵の数 / 孵化した稚魚の数



図11：グループごとの孵化率

**不安の感じやすさは孵化率に関係がない**

**不安を感じにくい個体の方が繁殖に適している。**

8) 生存数は孵化した当日を0日目とし、その日の午前8:30時点で生存が確認できた稚魚の数と定義する。

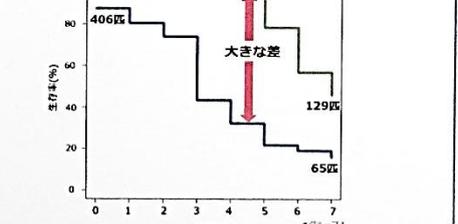


図12：グループごとの生存曲線

**不安を感じにくい方が生存率が高い**

## 新たな仮説

検証2の結果から以下のように考察した。

1. グループIは、稚魚の生存率が高いため、少ない産卵数で一定数の子孫を残すことができる。
2. グループIIは、稚魚の生存率が低いため、一定数の子孫を残すためにはより多くの卵を産む必要がある。

⇒ **不安を感じやすい個体の方が産卵数が多い。**

## まとめ

1. ゼブラフィッシュは不安様行動で2つのグループに分けることができる。
2. 不安を感じにくい個体の方が繁殖に適している。
3. 検証1の結果に基づいて分けた2つのグループで交配実験を行った結果、稚魚の生存率には有意差がある。

⇒ **グループ分けの方法は適切である。**

## 今後の展望

- 不安様行動以外の情動や行動の特徴(好奇心など)を用いてグループ分けを行う。
- 交配実験(検証2)の試行回数を増やす。
- 検証2とは異なる組み合わせ(不安を感じにくい個体と不安を感じやすい個体)での交配実験を行う。

## 参考文献・引用文献

① W. Vagstad et al., Same at first sight: The effect of personality and cognitive ability on the preference for conspecifics in a social fish, *Journal of Animal Ecology*, 2010, Vol. 79, No. 2, pp. 210-218. doi:10.1111/j.1365-2656.2009.01611.x  
 ② M. S. Sakuma et al., Personality and cognitive ability in a social fish, *Journal of Animal Ecology*, 2010, Vol. 79, No. 2, pp. 210-218. doi:10.1111/j.1365-2656.2009.01611.x  
 ③ M. S. Sakuma et al., Personality and cognitive ability in a social fish, *Journal of Animal Ecology*, 2010, Vol. 79, No. 2, pp. 210-218. doi:10.1111/j.1365-2656.2009.01611.x  
 ④ M. S. Sakuma et al., Personality and cognitive ability in a social fish, *Journal of Animal Ecology*, 2010, Vol. 79, No. 2, pp. 210-218. doi:10.1111/j.1365-2656.2009.01611.x  
 ⑤ M. S. Sakuma et al., Personality and cognitive ability in a social fish, *Journal of Animal Ecology*, 2010, Vol. 79, No. 2, pp. 210-218. doi:10.1111/j.1365-2656.2009.01611.x

## 《研究作品のポイント》

### ○ 工夫した点

- ・実験装置をすべて自分たちで制作した点。
- ・課題解決に向けて、様々な視点から研究を行った点。
- ・「不安」グループ分けにおいて、主成分分析を用いて検証した点。
- ・信頼度を高めるために、複数の指標を用いて実験を行った点。

### ○ 分かった点

- ・ゼブラフィッシュは、不安の感じやすさ（不安レベル）によって2グループに分けることができる。
- ・不安レベルの低いゼブラフィッシュの方が繁殖に適している。

### ○ もっと追究したい点

- ・ゼブラフィッシュの「不安」以外の情動（好奇心など）について。
- ・性格は先天的（遺伝要因）か、それとも後天的（環境要因）か。
- ・雄と雌では、どちらの性格がより繁殖に影響するのか。

## 《審査評》

魚の情動に着目するという着眼点に新奇性があり、主成分分析とクラスター分析を行った結果から論理的に考察している、優れた作品である。