

**OLYMPUS**

オリンパスは、未来を担う子どもたちの“科学する心”を育てるため、「自然科学観察コンクール」に、60年にわたって協賛しています。

**しぜこん**

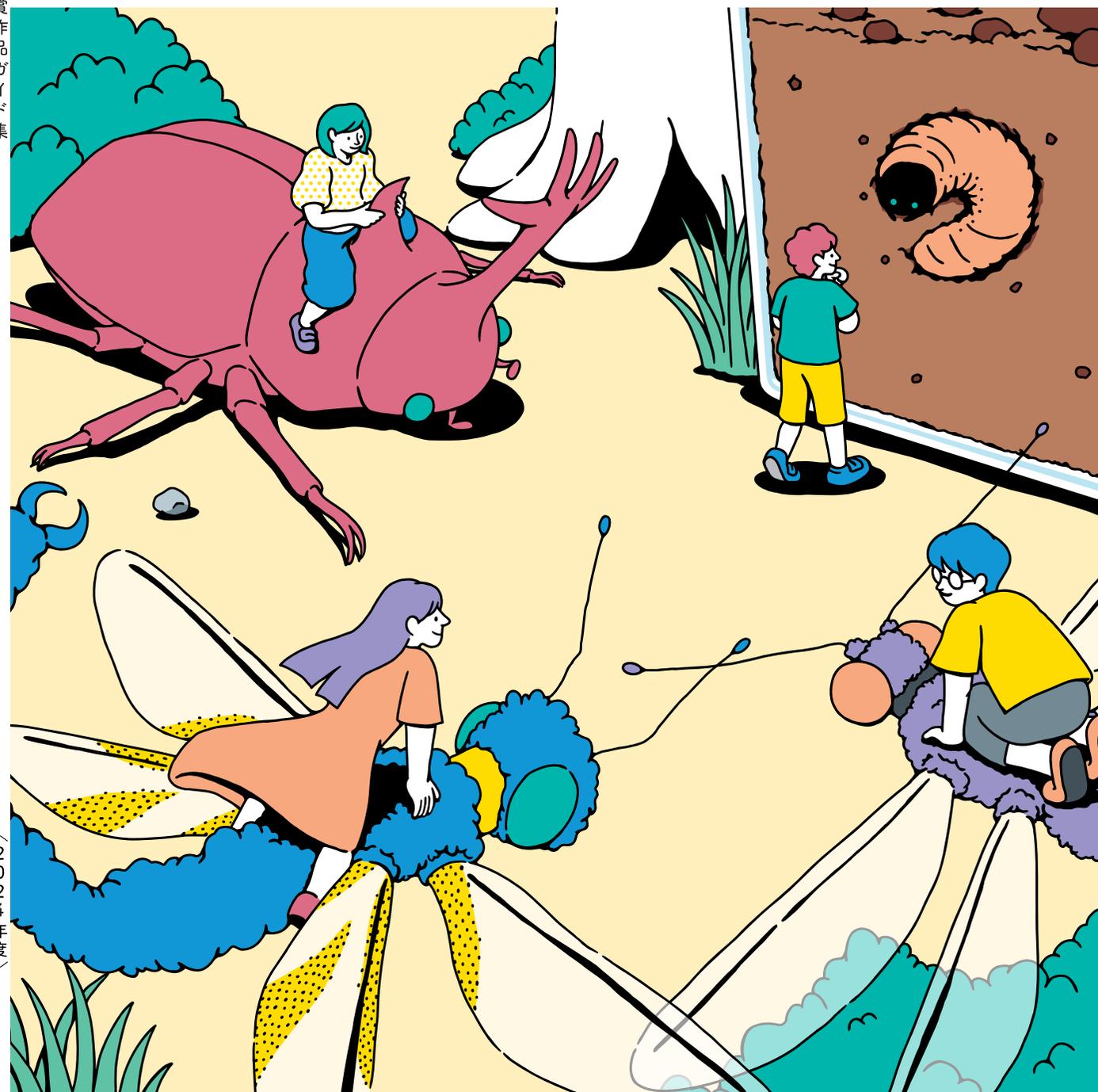


第65回 自然科学観察コンクール

# 入賞作品ガイド集

〈2024年度〉

第65回自然科学観察コンクール  
入賞作品ガイド集



〈2024年度〉

**しぜこん**

<https://www.shizecon.net/>

## 第65回自然科学観察コンクール入賞作品ガイド集

編集発行：自然科学観察研究会 〒100-8051 東京都千代田区一ツ橋1-1-1 TEL.03-6265-6817 2025年3月発行

主催： 毎日新聞社 自然科学観察研究会 後援： 文部科学省 協賛： OLYMPUS

# 新たな時代を築く 力強い作品が 集まった第65回。

胸が躍る出来事が続いた2024年。スポーツ界では、大谷翔平選手がメジャーリーグで前人未踏の「50-50」を超える記録を打ち立て、多くの人に夢を与えてくれました。科学技術の分野では、日本の宇宙開発が進み、H3ロケットの打ち上げに成功。私たちの身の回りでもAIを使ったサービスやロボットが身近になり、未来の生活が少しずつ見えるようになっていきました。世界的な記録の更新や革新的な技術の普及など、新たな時代の訪れを予感させる1年だったといえるのではないのでしょうか。

小・中学生の部を合わせて7,857点という多数の作品が集まった第65回「自然科学観察コンクール」。カブトムシのフンをきっかけに雌雄・齢ごとの糖度の違いを分析する野心作や、絶滅危惧種に指定されているキバネツノトンボの生態を追った5年におよぶ研究の集大成など、新たな時代を築いていく力強い作品が選出されました。

本ガイド集は審査員の指導のもと、主な入賞作品の趣旨や魅力をできる限り伝え損なわないように配慮しダイジェスト化したものです。また、子どもたちを指導された先生方のお話、審査員の講評など、作品づくりのプロセスや作品への評価を含め、研究の成果をさまざまな観点から紹介するようつとめました。ガイド集としてだけでなく、一冊の理科の参考書として興味深く読んでいただけるものと思います。小・中学生のこれからの自然科学や研究活動に、そして第66回コンクールへの応募に役立てていただければ幸いです。

主催：毎日新聞社 自然科学観察研究会 後援：文部科学省 協賛：オリンパス株式会社

## ●目次

序文	1
第65回(2024年度)自然科学観察コンクール 課題／審査員／賞	3
審査の総評	4～5
第65回自然科学観察コンクール入賞作品(中学校の部)	6～7
第65回自然科学観察コンクール入賞作品(小学校の部)	8～9
文部科学大臣賞(中学校の部)	12～15
1等賞(中学校の部)	16～17
2等賞(中学校の部)	18～19
3等賞(中学校の部)	20～21
秋山仁特別賞(中学校の部)	22～23
オリンパス特別賞(中学校の部)	24～25
継続研究奨励賞(中学校の部)	26～27
佳作(中学校の部)	28～31
文部科学大臣賞(小学校の部)	34～37
1等賞(小学校の部)	38～39
2等賞(小学校の部)	40～41
3等賞(小学校の部)	42～43
秋山仁特別賞(小学校の部)	44～45
オリンパス特別賞(小学校の部)	46～47
継続研究奨励賞(小学校の部)	48～49
佳作(小学校の部)	50～53
学校奨励賞受賞の言葉(中学校の部)	55
学校奨励賞受賞の言葉(小学校の部)	55
指導奨励賞受賞の言葉	56～57
健闘賞(中学校の部・小学校の部)	58～59

## 第65回(2024年度)自然科学観察コンクール

### 課題

動・植物の生態・成長の観察記録、鉱物、地質、天文、気象の観測など、テーマは自由

### 審査員

●東京理科大学栄誉教授 理学博士	秋山 仁
●東京学芸大学名誉教授 工学博士	小澤紀美子
●東京大学名誉教授 理学博士	邑田 仁
●全国中学校理科教育研究会顧問	田中央人
●全国小学校理科研究協議会会長	飯田秀男
●文部科学省 初等中等教育局 教科書調査官 博士(理学)	木部 剛
●国立科学博物館名誉館員・名誉研究員 学術博士	友国雅章
●毎日新聞客員編集委員	元村有希子
●毎日新聞社営業総本部事業推進室長	番場 誠

### 賞<中学校の部、小学校の部とも同じです>

<中学校の部、小学校の部とも同じです>

- 文部科学大臣賞……1点<最優秀作品に>  
作品＝文部科学大臣賞の賞状、副賞(図書カード)  
学校＝副賞(図書カード)
- 1等賞……1点  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 2等賞……1点  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 3等賞……1点  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 秋山仁特別賞……1点<発想・視点の面白い優秀作品に>  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- オリンパス特別賞……1点<人間の身体・健康・医療に関する優秀作品に>  
作品＝賞状、副賞(図書カード・「Nintendo Switch」+「Nintendo Switch Sports」)
- 継続研究奨励賞……1点<複数年にわたって研究を続けた優秀作品に>  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 佳作……10点  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 学校奨励賞……1校  
学校＝賞状、副賞(図書カード)
- 指導奨励賞……3名程度  
先生＝賞状、副賞(図書カード)
- 健闘賞……数点  
作品＝賞状、副賞(図書カード)
- 参加賞……応募者全員に記念品

## 審査の総評

東京学芸大学名誉教授  
工学博士 小澤 紀美子



第65回を迎えた伝統ある自然科学観察コンクールに多くの応募をいただき感謝いたします。特に、新型コロナ禍以降、応募数が減少傾向にありましたが、応募学校が増えてきていることに審査員一同安心し、応募いただいた作品を読み込む至福の時間を過ごすことができました。

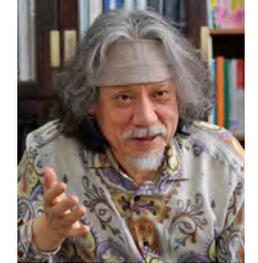
審査に当たっては事前に応募作品を読み込む予備審査を行い、最終審査会では一堂に会して、審査員の専門性の視点からの意見を交換しながら各賞を選びました。受賞された皆さまには、心からお祝いを申し上げます。

応募作品の内容や方法が年々多様化を増しています。きょうだいでのご取り組みやグループでの取り組み、さらに探究心あふれる取り組みや失敗に学び新しい視点からの挑戦、粘り強さや知的好奇心満開での取り組み、さらにはSDGsの視点など、しっかりと「問い」をたて、さらには「物語性」を構築している作品など、仮説の検証、科学的論理性、粘り強さや継続する力を十分に発揮した多くの力作や感動的な作品を読ませていただき、審査員として粘り強い探究へのエネルギーに脱帽しておりました。さらに作品を新たな視点で読み学ぶ機会に感謝する時間を過ごすことができました。

なお、今回受賞された作品のみならず、残念ながら賞を逃した作品にも敬意を表したいと思います。未来を担い、科学する意欲に燃えている取り組みの姿勢を持続させ、今後とも多くの作品が寄せられることを願っています。

## 次代を担う若者たちへ

東京理科大学名誉教授  
理学博士 秋山 仁



今年も、レベルが高く興味深い作品が多数寄せられ嬉しく思います。

30年以上、自然科学観察コンクールの審査員をお引き受けしていますが、時代の変化を痛切に感じざるを得ません。特に大きな変化は以下のことです。

1. かつてはシゼコンの独壇場であった課題探求型の研究活動が学校の授業にも取り入れられ、指導者も増え、大いに普及したこと。
2. コンピュータ、スマホ、デジカメ、3Dコピー、顕微鏡などの文明の利器が大幅に普及し、データの収集、実験精度の向上、きめ細かい分析が可能になったこと。
3. パソコンやVTRなどを利用した結果、プレゼンの技術が進歩したことで、研究成果が手に取るように表現できるようになったこと。
4. AIにより、関連する事項や過去の研究成果が瞬時に明らかにされるので、研究を深化させ易くなったこと。

などです。

これらの変化を上手に利用すれば研究の質が向上します。しかし、それでも、研究の魂は人の真似でなく独自の視点で良いテーマを見つけ、工夫を凝らした分析法や実験を行うことにあります。このことは時が流れても変わることのない科学研究の本質だと思います。これからも、あなたにしかできない科学の研究の成果がたくさん寄せられることを期待しております。

# 第65回自然科学観察コンクール入賞作品

## [中学校の部]

文部科学大臣賞 「キバネツノトンボの研究 5th season ―生態・生活環の総括と種間比較―」  
茨城県小美玉市立小川南中学校 3年 内山旬人

1等賞 「ストロー飛行機を科学する 2ndシーズン  
よく飛ぶストロー飛行機を作ろう!調べよう!9年目 The Final」  
山形県酒田市立鳥海八幡中学校 3年 池田蒼空・池田滯央

2等賞 「イモリの研究V～5年間の観察データから イモリの謎を読み解く～」  
静岡大学教育学部附属島田中学校 1年 伊藤映人

3等賞 「ヌートリアの研究 Part4」  
静岡県浜松市立篠原中学校 3年 山下颯梧

秋山仁特別賞 「災害時に役立つワイヤレス給電技術」  
石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校 2年 佐村木康太

オリンパス特別賞 「心臓病で苦しむ人を助けたい!安価で高性能な血液ポンプの開発」  
富山大学教育学部附属中学校 3年 張 契洙

継続研究奨励賞 「トンボのひみつを見つけようパート7 ―トンボの羽の図形を自動で判別―」  
富山県入善町立入善西中学校 1年 笹島浩聖

佳作 「トロッコ問題を解決してみた」  
茨城県つくば市立吾妻中学校 2年 福島千嬉

佳作 「最強の雑草『メヒシバ』の弱点を探せ!」  
茨城県水戸英宏中学校 3年 森口暁文

佳作 「オシロイバナの赤色の出現について パート3 株の特性とDNA, 土壌と花の色」  
千葉県千葉市立小中台中学校 3年 高橋柚菜

佳作 「三浦半島におけるウミホタルの分布調査と発光目的の解明」  
東京都桜美林中学校 科学部  
3年 井川奏志・畠中 蒼  
2年 福井宙彦  
1年 田中大耀・中山玲寿・林 真弘

佳作 「アサガオの研究8年目 花粉管の伸長と人工授粉の受精率と種子数」  
石川県金沢市立鳴和中学校 2年 寺山貴大

佳作 「おじぎ草6『おじぎ草、極地体験』-30℃の世界へ」  
岐阜大学教育学部附属小中学校 8年 岩田康誠

佳作 「イシクラゲの研究part3 ～培養実験と探究の旅(沖縄県宮古島市)～」  
静岡県御前崎市立浜岡中学校 1年 河原崎 希

佳作 「金属のひずみと温度の関係の研究part4～イオの火山の不思議～」  
静岡大学教育学部附属浜松中学校 2年 柴田千歳

佳作 「塩の研究～塩が壁を登る原理を解明せよ!～」  
愛知県刈谷市立雁が音中学校 科学部 塩班  
3年 梅田大智・川崎直斗・海野稜太・岡本清考・上敷領拓渡・蘇鉄 蓮・村井貴光・鈴木蒼空・  
近藤彩美・酒井愛実・大原一真・山本沈河・今村健人・薄井大輔・神尾嘉穂・村松 蒼・櫻井楓芽  
2年 外山亮羽・大橋一稀・時田霧月・岩田悠希・横山呼春・北村虎琉・木元照人・武田浩人  
1年 岡本恭誠・成田律貴・西村謡歩・岡本妃七子・高山 蒼・長島陵太・岡本帆香・工藤大和・  
佐々木駆空・瑞慶覧廉恩・岡本夏希・山田龍星・伊藤琥珀・大塚愛菜・近藤彩扶真

佳作 「朝顔の研究パート② ～交配種からどんな朝顔が誕生するのか～」  
熊本県山鹿市立鹿北中学校 3年 中島のあ

# 第65回自然科学観察コンクール入賞作品

## [小学校の部]

文部科学大臣賞 「カブちゃんと僕の成長記録⑤～フンの秘密に迫る～」  
京都府京都市立西院小学校 4年 矢野翔大

1等賞 「ヤドカリはどのように貝がらを脱いだのか？—三番瀬の溶存酸素量と生き物たちの研究—」  
千葉県千葉市立緑町小学校 6年 中村蒼太

2等賞 「ヤエヤマツダナナフシ3年間の挑戦」  
京都府京都市立西院小学校  
1年 矢野愛春香  
4年 矢野翔大

3等賞 「ぼくとクロゴキブリのちえくらべ」  
千葉県四街道市立みそら小学校 4年 太田竜暉

秋山仁特別賞 「空気の流れて高くとべ!! ぼくのオリジナルドローン」  
富山県高岡市立牧野小学校 3年 鼎 聡史

オリンパス特別賞 「お口の中を見てみよう —PART3—」  
茨城県リリーベール小学校 3年 木住野稜一郎

継続研究奨励賞 「ニホンイシガメの`利き、の研究 PartⅢ」  
宮城県聖ドミニコ学院小学校 5年 阿部英明

佳作 「メダカの卵がふ化するまでの日数 PART4」  
茨城県日立市立中小路小学校  
6年 宮本花帆  
3年 宮本悠平

佳作 「カブトムシの生存競争 大きい方、小さい方どちらが有利？  
～食べられやすさ、フェロモンから調べる～昆虫の研究part.4」  
茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校 6年 岩本紗和

佳作 「『いつもきれいな水槽づくり』アオミドロぼく滅大作戦」  
東京都港区立青南小学校 6年 葉山楓悟

佳作 「アオムシが好きな色はなんだろう？～ナミアゲハ5齢幼虫の色覚に関する研究～」  
東京都玉川学園小学部 5年 鶴代叶夢

佳作 「魚の幽門垂の数は何が決めるのか？」  
神奈川県慶應義塾横浜初等部 2年 小森園陽生

佳作 「洗濯ボールは知っている 水とお湯の音のちがい」  
石川県金沢市立泉野小学校 5年 安藤灯里

佳作 「バッタはどんな姿で寝るのかな？～赤外線カメラと動体検知で見つけたよ～」  
岐阜県岐阜市立常磐小学校 4年 本間拓実

佳作 「カラスの研究4」  
静岡県浜松市立篠原小学校 6年 山下瑞喜

佳作 「未知にあふれた水生昆虫の世界」  
静岡大学教育学部附属静岡小学校 5年 池田結翔

---

中学校の部

---

# キバネツノトンボの研究 5th season

## 一生態・生活環の総括と種間比較一

茨城県小美玉市立小川南中学校 3年 内山旬人

### 研究のきっかけと目的

キバネツノトンボは、アミメカゲロウ目ウスバカゲロウ科ツノトンボ亜科の昆虫だ。全国16都道府県でレッドリスト（絶滅危惧種）に記載されている。小美玉市には限られているが、豊かに生息している場所がある。

キバネツノトンボと出会ったのは、小学3年生で入会した『小美玉生物の会』の活動中のこと。2020年春の定例調査会で藪探しを行い、その時、この昆虫の基礎的な生態や生活史がほとんど明らかでないことを知った。ならば自分で生態を解明しようと考え、2020年度から研究を始めた。24年の今年度は研究5年目となる。

過去の研究ではキバネツノトンボの「成虫の生態について」「羽化について」「幼虫期について」の順に調査を重ね、知られていなかった多くの生態や生活環の特徴、特性を明らかにしてきた。今年度の研究目的は調べたその生態をより明確にし、総括すること。そのためにまず、過去の研究で発見したキバネツノトンボの生態情報を、実験やフィールドワークで再確認した。さらに他のツノトンボ亜科の昆虫も観察対象として種間比較をし、亜科共通、またはキバネツノトンボだけに見られる特徴、特性を探してみた。

### キバネツノトンボという昆虫

キバネツノトンボはトンボの仲間ではなく、ウスバカゲロウ（アリジゴク）の仲間だ。不完全変態のトンボやカゲロウと違い、蛹を経て完全変態で成虫になる。肉食で飛行中に他の飛行中の小昆虫を捕食する。



モダンな翅の色や柄から「美麗種」と称される。全身が鮮やかな黄色と黒のツートンカラーで、前翅はほぼ透明なのに、後翅は黄色と黒の独特な図柄の模様で透けていない。胴は頭から腹まで真っ黒な毛に覆われ、オスのおしりの先にはさみ状の突起がある。

幼虫はアリジゴクに似ているが、丸いシルエットで黒っぽい。

はさみ状の大あごを持ち、体の背面は突起や毛で覆われる。表面に枯れ草などを織り込んだ球形の繭を作って蛹になる。蛹はファレート成虫（羽化前の動ける蛹）の状態です繭に穴を開け、羽化に至ると考えられる。

### ① 生態や生活環の再確認

#### ●実験1～2

キバネツノトンボの成虫は、日中の日が高い時間帯にしか飛翔活動をしな。夕方から翌朝にかけては一切飛翔せず、止まった草本や小枝などに留まって、触ってもほぼ動かない。キバネツノトンボがこのように極端な夜間休止をすることは、研究初年度から気づいていたが、実験1～2でより明確にした。

実験1では夜間休止している成虫の翅をつかんで捕獲し、その場で放り投げて反応を見た。研究初年度から今年度まで年に2～3回、いずれも20時以降の真っ暗な時間帯にこの実験を行った。投げ方は「ほぼ垂直に落とすだけ」「1mほど離れた場所へ放る」のふた通り、各回とも何度か繰り返した。

その結果、手を離せばそのまま直下に落下する。放り投げれば小石を投げるのと同じように、重力のまま放物線を描いてボトンと落下する。落ちた直後の成虫は、翅を開いたり何かをつかもうとしたりすることはあるが、少し落ち着くともう動かない。結果はすべて同じで、およそ翅を持った虫とは思えなかった。

実験2は初年度から今年度まで年1回、成虫生息シーズンに生息地内で行ったライトトラップ調査だ。ライトトラップは白い布を布団干しなどにかけて固定し、蛍光灯ライトを当てて夜行性の昆虫を集めるもの。20年6月15日、21年6月5日、22年5月14日、23年5月4日、24年4月28日の19～23時ごろまで、ポイントAやMにトラップを設置して、実験を行った。

5回ともライトトラップには多くの昆虫が集まったが、キバネツノトンボがいたことは一度もなかった。あの極端な夜間休止を考えると、寄ってくるはずがないと思っていたが、予想通りだった。

オオツノトンボやツノトンボも活動休止状態の時はあまり敏感に反応しないが、つかんで投げれば飛んで逃げる。夜にまったく動かないキバネツノトンボは、基本的に夜は外敵が多い草原には留まらず、周囲の高い樹上に避難し、強い力でつかまっていると考えられる。再び日光が当たり飛べる

条件になるまで、雨に濡れても風に揺られても攻撃されても決して動かないことで、外敵から逃れる習性があるといえる。

#### ●実験3

キバネツノトンボの卵塊から孵化させた幼虫を飼育ケースで育てる実験的飼育は、初年度の研究から始めた。昨年度の飼育で初めて3匹が繭を作って蛹化したが、羽化には至らなかった。それでも羽化を成功させる要因として、日照と湿り気が不可欠だという仮説が得られた。今年度も実験3として幼虫を飼育し、羽化前の時期に終齢幼虫となった個体を羽化用セットの飼育ケースへ移し、営繭・蛹化から羽化の経過を観察した。

過去の研究から繭の期間は3週間から1か月前後、羽化シーズンは早くも4月中旬ごろだと推察できる。営繭が近い終齢幼虫を羽化用飼育ケースへ移す日を、24年3月3日と決めた。日照を考え、飼育ケースは悪天候時以外は屋外で管理した。可能な時は蓋の網戸も外し、日光を当てた。水没しない程度の雨ならそのまま濡らし、好天が続く時は霧吹きで补水して乾燥しすぎないようにした。

4月2日、飼育ケースにひとつ、繭と思われるものを見つけた。しかし羽化の兆候がないまま羽化時期終盤を迎え、なかばあきらめてしまった。5月3日にケースごと生育地に移し、蓋も外した。そのまま5月6日までは毎日観察し、変化がないため5月9日にケースを回収した。回収して確認作業をしたところ、繭だと思っていたものは水苔などの丸い塊だった。改めて調べると、脱出孔のある本物の繭が見つかった。繭に羽化の時につく羽化殻はついていない。繭のなかには幼虫から蛹になった際の脱皮殻だけがあり、羽化殻はなかったが、生息地に移してから羽化して成虫が飛び去ったとも推察できた。羽化のための環境には日光と湿気が必要だという仮説を、裏付けることができたと思う。

#### ●実験4～5

キバネツノトンボの幼虫は、地面に巣を作らず周囲にまぎれて潜む、待ち伏せ型の狩りをする。これまでの実験的飼育で、体のサイズに合った窪みに体を埋めるように潜む様子が観察できた。そのまま体の上を通る獲物をひたすら待ち、通った瞬間にあごで挟んで捕獲する。しかし獲物が幼虫の前方から近づいた場合、反応することはほぼない。後方から近づき上を通った場合には、ジャストタイミングで獲物を捕まえる様子が観察できた。

これを検証するため、実験4では飼育ケースに規則的な窪み模様がついたキッチンペーパーを敷き、20匹の初齢幼虫を飼育した。24年8月7日から3週間観察したが、キッチンペーパーの裏にまわってしまった4～5匹を除き、常に約8割の個体が窪みに体を沈めていた。



屋外に置いた羽化用セット、羽化時に上るための立ち枯れを何本か挿す

実験5では24年8月31日、大きさなどの条件がほぼ同じ初齢幼虫10匹を選び、前からと後ろから給餌した。ピンセットでつまんだ餌を1個体ごとに前後各5回、背面をなでるようにして与え、食いつきを観察する。この実験中に餌の捕獲に成功したのは10匹中7匹、すべて後方からの給餌に対する反応だった。

この捕獲の傾向から、幼虫が獲物を感知する主要な感覚器は、背中であると考えられる。背中で獲物の動きを感じて初めて、ぴったりのタイミングで仕留めることができる。幼虫の背中には突起があり硬い毛に覆われているが、そのものが感覚器（感覚毛）である可能性もある。

### ② 種間比較のための観察と調査

#### ●フィールドワークと実験的飼育からの調査

研究初年度から、キバネツノトンボの仲間であるオオツノトンボとツノトンボにも興味を持っていた。観察フィールドに3種とも生息しているポイントがあるため、機会があれば観察して記録を残してきた。初年度は成虫の生息している環境や出現時期を記録し、3年目の22年にはそれぞれの卵塊の見分けがつくようになり、4年目の23年は産卵場所の条件も把握していた。

蓄積した情報からオオツノトンボとツノトンボの生活史を予想できたことから、今年度はその予想に基づいた観察をし、卵塊の状況や初齢幼虫の形態・行動など、多くのことを確認できた。2種の成虫は夜行性（または薄暮性）とされ、成虫については限られた時間帯しか観察できなかったが、雌雄差など形態の特徴は再確認できた。

また、昨年度からオオツノトンボとツノトンボの卵塊も採集し、孵化した幼虫の実験飼育を始めた。羽化まで育てていないが幼虫は順調に育ち、初齢から終齢（1～3齢）まで行動を観察しつつ、形態を記録した。

#### ●フィールドでのオオツノトンボとツノトンボの発見数（概算）

		2020	2021	2022	2023	2024
オオツノトンボ	成虫個体	7～8	4～6	7～8	20	10
	卵塊			10	30	80以上
ツノトンボ	成虫個体	2～3	4～6	4～6	4～6	10
	卵塊			30	100以上	100以上

#### ●文献やX（旧Twitter）を利用した情報収集

オオツノトンボやツノトンボも、その生態や生活史、または形態が詳しく掲載された文献は少ない。分布については『日本昆虫目録』（日本昆虫学会）などを参考にした。

分布の傾向は、X（旧Twitter）のポストからも明らかにした。ツノトンボ亜科の昆虫は珍しいらしく、画像付きで「もしかして新種？」などというポストが少なからず見つかる。その目撃情報を集めるだけで、生息域が推定できた。気になるポストには質問するなどし、発見した地区名や状況まで教えていただいた。

以上の観察や調査から明らかにしたのが、次の特徴だ。

## オオツノトンボ

### ● 成虫

活動時期は5～7月ごろ、ほぼ毎年5月下旬に初個体を確認している。肉食で、おもにガの仲間を食べるのではないかと検証中。生活環境は林縁、林のすぐ外の草地で見つけることが多いが、林内側に多い可能性もある。

体長は31～40mm、個体差はあるがメスのほうが少し大きく、羽化直後でなければ太い。複眼は段差がなくツルツと丸い。翅は基本的に透明、全体的にはモノクロのような色。オスは黒っぽく体下面にワックス質の白い縦ラインがある。メスはオスより灰色がかっている。

### ● 卵

産卵は6～7月ごろ、卵期間は1か月前後。産卵場所は林縁のおもに林内側。光が差す程度の林内から林外の草地（林からおよそ3m以内）にかけての範囲。産卵材は樹木下側の日陰で枯れた小枝の細い部分を最も好み、まれに草。地上0.3～2m程度。

卵塊の長さは40～50mmが平均的。卵塊は2列だが直線ではなく螺旋状に産みつける。垂直ではない角度のある枝や茎でも産む。産卵当初は山吹色に近い黄褐色だが、他種と違って翌日にすぐ焦げ茶色になる。また、他種と違って卵の殻の色が表裏で異なり、内側面が黒褐色。

### ● 幼虫と蛹

幼虫の期間は3齢まで。多くは2年（早ければ1年）で成長。肉食で営巣せず、周囲にまぎれて待ち伏せ型の狩りをする。生活環境は林縁、おもにリター（地面に堆積した葉や枝）の中だと思われる。

繭を作るのは4月下旬から5月上旬ごろ、繭の期間は約1か月間。繭の直径は約10～12mm、外側にリターの枯れ葉のかけらを織り込む。

### ● その他の特徴

おそらくいわゆる北方系（寒い時代に北から日本に移動してきた昆虫）で、山地性の性質と思われる。本州、四国、九州に分布するとされ、北海道には記録がないようだ。三重、滋賀、大阪でレッドリストに載っている。Xでは東北や関東の山沿い、甲信地方周辺が目撃情報が多い。近畿、中国、四国、九州での目撃場所は、いずれも山地のようだ。周囲が森の道路にある街灯など、光に寄ってきた個体が見つかりやすい。観察活動でもライトトラップで見ることがあり、走光性が強い印象だ。

夕方、林縁の草原や草地で草に止まり、独特の姿勢で全く動かずじっとしている個体を見ることも多い。触れるまで動かない個体がほとんどで、捕まえると独特のにおいがする。外敵に対する防御のために発するにおいと推察される。数回、午後羽化直後の個体を



独特の姿勢

見つけたことがある。羽化直後のキバネツノトンボの足元でも繭が見つかるが、この時もその足元に繭を見つけた。オオツノトンボは夜行性と考えられ、活動時間までに羽化後の翅を乾かして固めていたのだと思う。

## ツノトンボ

### ● 成虫

活動時期は6～9月ごろ、ほぼ毎年6月下旬から7月上旬に初個体を確認。肉食で、おもにハエやカを食べると予想し検証中。生活環境は林縁の草地、灌木草原、池や川、湖などの近くに多い。海の近くにも多いと聞く。

体長は30～38mm、個体差はあるがメスのほうが少し大きく、羽化直後でなければ太い。

複眼は段差があり2段。翅は基本的に透明、体上面の背に黄色い縦ラインがある。オスは尾端にはさみ状の突起がある。



### ● 卵

産卵は7～9月ごろ、卵期間は1か月前後。産卵場所は林縁の草地側、林縁から10mあたりが多い。草地内の低木から1～2mあたりも好む。産卵材は草地内の草本の上部。周囲から飛び出した背丈の草が好き。地上0.5～1mあたり。

卵塊の長さは40～45mmが平均的。卵塊は2列で直線の産みつける。垂直が好きだが、少し角度のある茎でも産む。産卵当初は山吹色に近い黄褐色だが、だんだん焦げ茶色になり、孵化直前は白っぽくなる。ほんの短い期間、中の幼虫の形が透けて見える。

### ● 幼虫と蛹

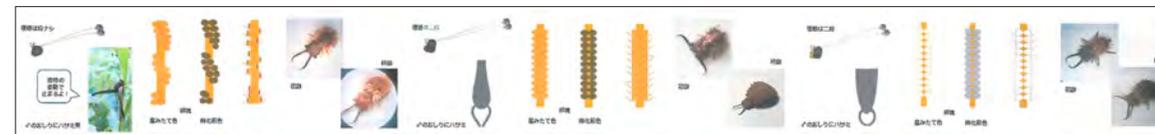
幼虫の期間は3齢まで。多くは2年（早ければ1年）で成長。肉食で営巣せず、周囲にまぎれて待ち伏せ型の狩りをする。生活環境は林縁、おもに林に近い草地内の地面だと思われる。草の根に近い窪みなど。

繭を作るのは5月下旬から6月上旬ごろ、繭の期間は約1か月間。繭を見つけたことはないが、キバネツノトンボと似たものと考えられる。

### ● その他の特徴

おそらくいわゆる南方系（暖かい時代に南から日本に移動してきた昆虫）で、平地性の性質と思われる。本州、四国、九州、佐渡島、伊豆諸島や大隅諸島の一部に分布するとされ、北海道には記録がない。宮城県、山形県、千葉県でレッドリストに載っている。Xでは関東以南の海沿い、平野部や島での目撃情報が多く、最北は宮城県だった。霞ヶ浦沿岸（茨城県）の低木緑地にも生息しており、水場の近くを好む印象だ。走光性が強くライトトラップにもく。

午後から夕方、林に近い草地で見かける。大抵は止まっているが、1mまで近寄ると飛んで逃げる個体が多い。捕まえると独特のにおいがする。外敵に対する防御のた



めに発するにおいと推察される。目撃情報から夜行性に近い薄暮性と考えられ、本来の活動時間にはかなり活発に飛び交うとも聞く。

## キバネツノトンボ

### ● 成虫

活動時期は4～6月ごろ、ほぼ毎年4月中旬に初個体を確認。肉食で、飛行中に他の飛行中の小昆虫（甲虫、羽虫など何でも）を捕食する。生活環境は周囲に林がある草地、灌木草原、池や川の近く、湿気のある地面を好む。

体長は22～25mm、個体差はあるがメスのほうが少し大きい。複眼は段差があり2段。前翅は透明、後翅は黒と黄色の鮮やかな柄模様で不透明。オスは尾端にはさみ状の突起がある。

### ● 卵

産卵は5～6月ごろ、卵期間は1か月弱。産卵場所に林は必要だが、林縁分から離れた草地の中央部。よく日が当たる場所。産卵材は草地内の草本の上部。草が混んで生えていない場所を好む。地上0.5～1mあたり。

卵塊の長さは40～45mmが平均的。卵塊は2列で直線的に産みつける。絶対ではないが、地面に対し垂直な草を強く好む。産卵当初は白いクリーム色だが、だんだん黒っぽくなり、孵化直前は白っぽくなる。ほんの短い期間、中の幼虫の形が透けて見える。

### ● 幼虫と蛹

幼虫の期間は3齢まで。多くは2年（早ければ1年）で成長。肉食で営巣せず、周囲にまぎれて待ち伏せ型の狩りをする。生活環境は、おもに林縁から離れた草地内の地面だと思われる。草の根に近い窪みなど。

繭を作るのは3月下旬から4月上旬ごろ、繭の期間は約1か月間。繭の直径は10～12mm。外側に枯れ葉のかけらや苔を織り込む。

### ● その他の特徴

おそらくどちらかといえば北方系で、山地性の性質と思われる。国内では本州のみに分布していると考えられる。甲信地方のほか、中国山地にも生息地が点在する。海近くには生息地が少ないが、近年生息域を沿岸方面平野部に広げながら増やしている印象だ。外来種の植物メリケンカルカヤを非常に好むため、メリケンカルカヤの分布とともに生息地を拡大させているのではないかと推察される。

晴れた日中の日の高い時間帯のみ活発に飛び交う。休止時には徹底して動かず、歩行能力はほぼない。捕まえると独特のにおいが少しする。昼行性で飛翔能力は高い。

## 種間比較の考察

3種の成虫は出現時期が1か月ずつずれている。活動時間帯も夜行性、薄暮性、昼行性に分かれていると考えられる。3種とも肉食で、餌も似ている可能性が高い。幼虫はさらに形態も生態もよく似ている。好む産卵環境は微妙に違うが「水場が近い」「林縁」「開けた草地」など、大きく見れば実は共通している。3種に共通するところが多いため、競合を避けているようにも感じられた。

## 指導について

本研究がほぼ何も分からないところからスタートしたことは、過去の研究履歴にも詳述のとおりです。たくさんの幸運とお力添えに恵まれ、新発見に満ちた5年間で、この昆虫の生態や生活環全体を総括として報告するまでに至ることができました。

素人ながらサポートするにあたり、なるべく子ども扱いの線引きで思考や行動を制限してしまうことなく、また逆に分不相応な難しい知識や技能等を求めることなく、大人の頭の固さを排し、且つ大人ならではの情報収集、交流・交渉、言語化などで応援できればと考えてきました。研究の継続および進展、また子どもの伸長のために、何をどの程度すべきか判断や匙加減に悩みつつ、微力ながら背を押してきたつもりです。

研究の成果やその歩みの中での子どもの成長は本当に嬉しく、彼と数多の喜びの瞬間を共にすることができて、とても幸せな研究活動でした。改めまして、ご協力くださった全ての皆さまに心より感謝申し上げます。 内山 えりか

## 審査評

キバネツノトンボは全国的に非常に珍しい昆虫で、16以上の都道府県で絶滅危惧種に指定されています。一方で、キバネツノトンボは全国的にこれまで基礎的な生態や生活の様子がほとんど明らかになっていません。小学5年生から継続して研究を行っている内山君は、自ら調査を行い研究を進め今まで分からなかった部分について明らかにしています。研究成果を読んでいると、自ら課題を見つけ研究計画をていねいにたてることで、楽しみながら研究を進めている様子うかがえます。基本的な情報が少なかったため、調査の段階では、SNSやX等も活用し全国からのデータ収集、整理も行いました。卵から幼虫、蛹、成虫と変化していく過程も、とてもいねいに観察しその様子を分かりやすく記録しています。フィールドにも積極的に足を運び観察していることで、キバネツノトンボに対する熱い思いが伝わってきます。今後はキバネツノトンボだけでなく、オオツノトンボやツノトンボなどこれまで研究が行われていなかった種類についてもさらに研究を進め、新たな研究の扉を開くことに期待します。 審査員 田中史人

## ストロー飛行機を科学する 2nd シーズン

## よく飛ぶストロー飛行機を作ろう！ 調べよう！ 9年目 The Final

山形県酒田市立鳥海八幡中学校 3年 池田蒼空 池田滯央

## 研究の動機と前回まで

小学1年生の時、ストローの両側にリング状の羽を付けただけのストロー飛行機がよく飛んでいることに興味を持ち、この研究を始めた。より速くへ飛ぶ飛行機を作ること目標に研究を始め、今年で9年目となった。

ストロー飛行機とは、ストローの前後にリング状の羽を持った飛行機だ。画用紙やプラスチックで作った前羽（円周150mm・幅20mm・厚さ0.2mm）と後羽（円周250mm・幅20mm・厚さ0.2mm）を、ストロー3本（それぞれ長さ220mm・外径7mm・内径6mm）で等間隔に接続する。



- 前回までの研究でわかっていることは、次のとおり。
- ・ストロー3本を使用し、ストローを羽の外側に取り付けた飛行機がよく飛ぶ。
- ・羽の素材は画用紙、プラスチックがよく飛ぶ。
- ・発射角度0～30度がよく飛び、15度が最も飛ぶ。
- ・発射速度（推進力）が大きいほどよく飛ぶ。
- ・発射速度65km/時で飛ばした場合の落下時間は約3.3秒で、羽の素材が違ってても変わらない。
- ・ストロー飛行機は推進力を得て揚力が働く。
- ・揚力が大きすぎると上昇し、飛距離が伸びない。
- ・揚力による過度な上昇を抑え、なるべく水平に飛ばすと飛距離が伸びる。
- ・羽の素材が画用紙の機体は、前後の重心が中心から後ろ13.5mmの位置にある。他の素材の機体も、重心が同じ中心から-13.5mmに調整するとよく飛ぶ。

前回は画用紙、硬質塩化ビニール（以下、硬質塩ビと記載）、ポリプロピレン（以下、PPと記載）、ポリエチレンテレフタレート（以下、PETと記載）で羽を作り、前後の重心を-13.5mmに調整し、揚力を抑えて飛ばした。その結果、8年目の実験でようやく画用紙以外の羽で作った飛行機を、画用紙より飛ばすことに成功した。

## 上下の重心を下げた飛行実験

前回の飛行実験では機体の前後の重心を調整しただけで、左右の重心や上下の重心は変えなかった。例えば、

上下の重心を機体の上下の中心線より下に調整できれば、より安定して飛距離が伸びるのではないかと。今回は、ストロー飛行機の上下の重心に着目し、より安定して速くへ飛ぶ機体づくりに取り組んだ。

## ●上下の重心を定める

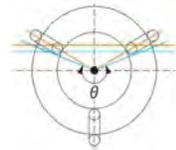
重心はその点を境に、前後、または左右、または上下の質量が同じとなってつり合う点のこと。前後の重心は今回も中心から-13.5mmになるようにし、画用紙以外の素材を使って機体を作る時は、前方にビニールテープの重りを取りつけ調整する。

上下の重心線は、機体上部にストローが2本、下部にストローが1本ある影響で、機体を前から見た時、羽の円の中心より上に位置する。使用する羽の素材により羽の質量が変わるので、上下の重心の位置もそれぞれ変わってくる。羽の素材ごとに重心の位置を計算で求め、考察する必要がある。

試みに、前回の実験で計測したPP厚さ0.5mmの機体の質量データを基に、上下の重心の位置を求めてみた。ストロー補強用のビニールテープとストロー固定用のクラフトテープ、重りの質量はストローの質量に含めて考える。

計測したPP厚さ0.5mm飛行機全体の質量は8.21gだから、重心下の質量は半量の4.11gとなる。計測したストロー全体の質量4.23gを3で割り、ストロー1本の質量を求めると1.41gとなる。4.11gから1.41g引くと重心下の羽の質量2.70gが求められた。前羽の長さは10mmの重ねしろを含め160mm、後羽の長さは10mmの重ねしろを含め260mmで、全羽では420mm。計測した全羽の質量は3.98gだから、羽1g当たりの羽の長さは420mm ÷ 3.98g = 105.53mmとなった。これを基に先ほど求めた重心下の羽の質量2.70gを長さに変換すると105.53mm × 2.70g = 284.93mmだ。前後の重ねしろ10mm × 2 = 20mmを引いて264.93mm、重心下の羽の長さは264.93mmと求められた。

ここで、上下の重心の位置を円中心からの角度θで求めてみる。まず、（重ねしろを含まない前羽150mm + 重ねしろを含まない後羽250mm） ÷ 360 × θ = 264.93mm という式が成り立つ。400 ÷ 360 = 1.11だから、1.11 × θ = 264.93mmとなる。θ = 264.93 ÷ 1.11となり、角度θは238度と求められた。ただし、θ ≤ 240で結果が成立するものとする。



## ●前回の飛距離と実験1で求めた各素材の重心角度

	画用紙	PP0.5	PP0.75	PET0.5	硬質塩ビ 0.5
飛距離 m	23.7	23.79	25.07	27.24	27.77
上下の重心角度 θ	240度	238度	223度	222度	222度

## ●実験1

考察1で求めた重心角度θが正しいかどうかを検証してみた。前羽、後羽それぞれに求めた重心角度θの印をつけ、ストロー飛行機を組み立てる。重心角度の位置で飛行機を上下に切断し、切断した上の質量と下の質量を比較した。PET厚さ0.5mmと、硬質塩ビ0.5mmの2機で検証したが、上下の質量差は0.03g、0.00gで、角度θは正しく求められていると証明できた。

考察1と同じ計算方法で羽の素材ごとに重心角度θを求め、前回の実験の飛距離と比較したのが上の表だ。上下の重心が最も低い硬質塩ビが最も飛び、重心が最も高かった画用紙が最も飛んでいなかった。すべての機体で上下の重心が羽の中心より上にあるため、飛行時に機体が安定しないと予想できる。重心を羽の中心より下の位置に調整することで、安定した機体構造になると考えた。

## ●実験2

上下の重心を調整した機体を製作して飛行実験を行った。作った機体はPP厚さ0.5mm、PP厚さ0.75mm、PET厚さ0.5mm、硬質塩ビ厚さ0.5mmの羽を使った4機体だ。下のストローだけに重り用のビニールテープを取りつけ、上下の重心を下に調整した。

前回と比較するため、前回と同じ発射台2号機、発射高さ1.4m、発射角度0度の条件で実験する。1機体30回の飛行を記録し、飛距離と発射速度の平均を求め、その機体の実験結果とする。発射速度はスピードガンで計測、飛行軌道は動画撮影し、スロー再生して機体ごとの軌道図を作る。実験は無風環境の体育館で行った。

飛距離が伸びると予想していたが、実験2では予想どおりの結果とならなかった。すべての機体で発射直後に急激に下降する軌道となり、安定しているとはいえなかった。PP厚さ0.5mmとPP厚さ0.75mmの機体の飛距離は伸びたが、前回のPET厚さ0.5mmや硬質塩ビの飛距離には届かなかった。

## ジャイロ効果を利用した飛行実験

実験2の飛行実験中、本来なら重りのついたストローを下にして発射台にセットするところを、斜め上にセットして発射するという間違いがあった。実験2のデータとしては無効にしたが、その際の軌道が真すぐで飛距離も伸びたため、改めて実験3を行うことにした。

## ●実験3

実験2と同じ上下の重心を調整した4機体を重りのついたストローが斜め上にくるように発射台にセットし、

## ●前回から実験3までの飛行記録

機体の種類	前回の結果		実験2の結果		実験3の結果	
	飛距離	発射速度	飛距離	発射速度	飛距離	発射速度
PP0.5	23.79m	65.0km/h	24.28m	64.9km/h	27.32m	67.1km/h
PP0.75	25.07m	65.8km/h	26.79m	65.8km/h	27.28m	65.5km/h
PET0.5	27.24m	64.4km/h	15.44m	63.6km/h	27.69m	65.4km/h
硬質塩ビ 0.5	27.77m	64.3km/h	18.71m	63.8km/h	28.38m	66.6km/h

残りは実験2と全く同じ条件、方法でそれぞれの飛行能力を確かめた。その結果、すべての機体の飛距離が伸びて、過去最高の結果となった。すべての機体は発射直後の下降が少なく、20m付近まで水平な軌道となった。すべての機体が発射してから下降するまで、ゆっくり回転しながら飛んだ（約3回転/3.3秒）。物体が自転運動をすると姿勢が乱されにくくなる効果が生まれる。この現象をジャイロ効果というが、偶発的なジャイロ効果の影響で最高飛距離を記録する面白い結果となった。

## 指導について

【もっと速くへ】この一心で9年間実験に取り組んできました。研究を始めた9年前には3m程しか飛ばなかった機体が9年という時間と実験を経て20mを余裕で超える結果が出るようになりました。小1だった彼らが中3になり我が子の成長と共に徐々に伸びた飛距離に嬉しさを覚えます。『なぜこの機体が飛ぶの？』という2人の疑問に家族で向き合った9年間。予想を立てて実験を行いデータから検証する、をひたすら繰り返してきました。時には予想通りの結果にならない事も多く、挫折を経験し悔し涙を流した事もありました。親のサポートだけではどうにもならず三沢航空科学館の指導員の方から専門的なご指導を頂いた事、沢山のご縁に恵まれ研究を続けられた事に改めて感謝申し上げます。彼らと一緒に見た二十数メートル先の景色を私たちは一生忘れる事はないでしょう。何よりも彼らが諦めず9年間という長期間にわたり1つのテーマについて追究し研究を続けられた事に誇りに思います。

池田友和・佑子

## 審査評

小学校から始めた9年目の研究です。常に飛距離を伸ばすことを目標に、理論的かつ実験的に研究を進めてきました。これまでに、機体はストローが3本で羽の外側に位置、羽の素材は画用紙とプラスチック、発射角度は15度、発射速度が大きい、揚力による過度な上昇を抑える、さらには前後の重心を中心から後ろの位置に調整することなどで飛距離を伸ばしてきました。

今年度は機体上下の重心に着目し、理論的に導いた構造を検証し実験を進めましたが、重心を調整することでかえって飛距離が短くなったものがあり、思うような結果とはなりません。このとき、偶発的に発射台へのセット向きを間違えた機体が遠くまで飛んだことから、この出来事を考察し、さらなる実験を行うことによりすべての機体で最長飛距離を記録するに至りました。常に疑問をもち、それを理論や実験で検証していく真摯な姿勢が最終的に最長の飛距離をもたらすことに繋がったのだと思います。

審査員 木部 剛

## イモリの研究V

## ～5年間の観察データからイモリの謎を読み解く～

静岡大学教育学部附属島田中学校 1年 伊藤映人

## 研究の動機

この研究の始まりは2020年5月、飼ってみたかったイモリをイモリ師匠から譲り受けたことがきっかけだった。次の日には卵が生まれ、イモリとともに過ごす日々は驚きと発見の連続だった。そのころ読んだ本には、陸に上がった子供のイモリがどこでどんな暮らしをしているかは、よくわかっていないと書かれていた。研究は今回5年目になるが、毎日エサを数えて与え、脱皮を気遣いながら水替えをし、室温や様子を記録し、事実に基づいた正確なデータを集め続けてきた。その蓄積したデータから、イモリの謎を解き明かしていきたい。



イモリは両生類なので、池や川よどみ、水田など流れのない水域で産卵する。オタマジャクシと同じように孵化した幼生は水中で過ごす。やがて脚が生え、生後5～6か月で外鰓が消えて幼体となって陸へ上がる。森林などで数年間暮らし、成体は水域へ戻ってくる。

24年の研究では、イモリ師匠に譲り受けた大の成体4匹「首ハート」(オス)、「コアラのマーチ」(オス)、「しまうま」(メス)、「かぶきやくしゃ」(メス)と、20年に大が産んだ卵から成長した中の成体3匹「ごくぶと」(メス)、「ハラマンダー」(メス)、「茶」(メス)、21年に大が産んだ卵から成長した小の成体4匹「キロのすけ」(オス)、「ワッキー」(オス)、「四つ星」(メス)、「みかん」(メス)、23年4月に祖母の家近くの枯れ葉の下で発見した野生イモリ1匹「発見イモリ」を飼育した。エサを食べた量、脱皮した回数や様子、体重、気温、飼育場所の室温、湿度、天気、産卵、その他成長の変化を観察し、記録した。

今回、追究したいのは、イモリの再生、模様、冬眠、産卵、孵化、生存率などについてだ。5年間の研究でわかった事実や調べたことを基にしながら、自分なりに考えたことをまとめる。

## 追究1～4

## ●追究1 イモリの体の再生を確認する

20年、21年と産卵、孵化を観察できたが、その後の

2年はメスが卵を産まなかった。しかし24年は大中小すべてのメスが産卵し、孵化した幼生を観察することができた。大の合計産卵数は315個、中が223個、小が166個だった。そのうち孵化した数は大が196個、中が180個、小が118個で、全体の孵化率は71.3%だ。

孵化した幼生同士の共食いがあり、死んでしまったり、手足などを失ってしまったりする個体があった。成体のイモリは手足や臓器を失っても再生することができるが、幼体もできるのか。手足などを失った多くの幼生を1匹ずつ、水温27度以下に設定した中の水槽内に網で隔離して、確実にエサを与えながら観察した。



1匹ずつ網で隔離し観察する

すると手足半分からは6～17日で再生、手足がない状態からは10～18日、尾は4日と6日で再生した。手足の再生速度に違いはなかった。失われた部分は同時に治っていく。尾の回復が早いのは外敵から逃げたり、泳いだり、最も必要な部分だからだと思う。中の成体「ごくぶと」も目と目の周りにけがをしていたため観察したが、1年かけて目の内部出血は治り、再生したといえる。

## ●追究2 お腹の色と模様の変化を確認する

飼育しているすべての成体と、発見イモリのお腹の色を1か月ごとの体重測定の際、写真に撮って観察した。その結果、どのイモリもお腹の色は変わらない。野生出身の大や発見イモリは身を守るため攻撃的な赤、安全な環境で育った中と小のイモリは黄色やオレンジ色。お腹の黒い模様は不定期に増えたり減ったりするが、同じ世代で変化の傾向が似通う。世代が違えば同じ親から生まれた個体でも、同じ模様や変化の傾向にはなっていない。

## ●追究3 24年度は冬眠があったのか

過去の観察からイモリが冬眠をする条件は「室温16度以下の日が12日間続き、冬眠後は10度以下が続く」ことで、冬眠中はほとんどエサを食べない状態になると考えていた。室温10度以下の日が8日しかなかった23年度は冬眠が観察できなかった。24年度は室温の条件もクリアし、冬眠中はほとんどエサを食べないという状態にも当てはまっていた、冬眠があったと判断した。しかしエサを食べない判断に関わる室温については、因果関係が曖昧なため、今後明らかにしていきたい。

## ●追究4 体重からわかること

研究を始めた当初も不定期にイモリの体重を量ってきた。22年8月からは毎月末に体重測定をしている。集まっ

た体重の記録からわかったのは、冬眠や卵を作る栄養を蓄えるため、10～11月にメスの体重が増えること。メスは産卵をすると卵の重さ分、体重が減ること。2～3歳から体重増加が鈍くなり、成長が止まることなどだ。

## 追究5～8

## ●追究5 オスとメスが会って何日で産卵するか

23年は、産卵する年齢になったと思われた中の個体が卵を産まなかった。中はすべてメスで、オスと同居させていたら産卵したかもしれないと、この時思った。24年は中の水槽にオスのコアラのマーチを入れて様子を見た。残りの大小の水槽にはそれぞれオスとメスがいるため、そのままにした。コアラのマーチを入れてから15日間で、中のすべてのメスが産卵した。オスとメスが会わないと卵が産まれないという予想が、裏づけられた。

## ●追究6 卵の孵化率はどう変化するか

24年は4月下旬から6月下旬にかけて、大中小すべてのメスが繰り返し産卵した。イモリの産卵を邪魔しないように、毎日採卵するのではなく、1週間に1度、水替えのタイミングで水槽を動かして採卵して観察した。週ごとに集まった卵を世代ごとに分けて保管し、何日目にいくつ孵化したかを記録する。24年の卵の孵化率は全体で71.3%だが、大は62.2%、中は80.7%、小が71.1%の孵化率だった。大は中盤に向けて孵化率が上がったが、最後は0%に落ちた。中の孵化率は50～100%で、半数以上が孵化する完全な卵を多く産んだ。小は最初と最後は50%以下の孵化率だったが、中盤に高い孵化率の時期があった。20～21年と比べ24年の大の孵化率は最低で、年齢が高くなって卵を産む力が衰えた可能性がある。全体的には産卵時期中盤の卵の孵化率が高かった。

## ●追究7 幼生の生存率はどう変化するか

幼生の生存率は、「その日生きていた幼生の数」÷「いまままで孵化してきた累計総数」で求める。中が生まれた20年の生存率は産卵が始まって28日目に約46%の生存率となり、55日目で約9%、24年8月現在生存率は約1%だ。小が生まれた21年は55日目で約19%、24年8月現在約3%だった。比べて24年の55日目は約55%と最も高かった。24年8月現在の数字も約16%だ。いままでの経験から、エサや共食いの問題に重点的に対策できたからだと考えられる。

## ●追究8 幼生イモリの大量死の原因

24年は過去と比べて高い幼生の生存率を記録しているが、それでも7月17～24日に24匹、8月6～8日に58匹の幼生が死んでいる。その原因を検証してみた。

どちらもエサのブラインシュリンプ交換のタイミングだったため、卵にまぶしてある鉄粉が飼育ケースの中に混入した可能性がある。また、やはりブラインシュリンプのせいで水槽の塩分濃度が上がった可能性もあった。

## 研究の感想

23年までの自分の定義、お腹の模様の変化は親から遺伝するなどに疑問が生じ、同じ親から生まれても世代によって模様の傾向は異なると、今回は全く違う結論を導き出した。自分の予想に対し、時に批判的に考察することが重要だと、この研究を通して学べた。



## 指導について

イモリを飼育して6年目。小学生から飼育・研究を続け、疑問を科学的に解決するために、気温・湿度・餌の食べ具合・体重・模様・脱皮・産卵等、毎日測定・観察して5年間の記録が集まりました。今年は、1年ごとに結論付けていた過去の自論を否定的に捉え、5年間のデータを俯瞰して分析しました。その追究姿勢に、曖昧にせず真実を明らかにしたい中学生らしい遅しさを感じました。自動温度計を導入して温度管理を徹底し、餌による死因を突き止め、真夏の幼生の命を守りました。また、共食いにより死んでしまう幼生を減らそうと隔離して給餌し、再生のプロセスを解明し、史上最多23匹の幼体上陸まで命を繋ぎました。実験対象でなく、研究パートナーとして命を大切にしている映人だから解き明かせた謎がたくさんあります。

今後も冬眠・産卵のメカニズムや模様経過等、何年も研究を重ねたからこそ明らかになる事実に向き合い、柔軟な発想で追究を続けてほしいと期待します。 伊藤 愛

## 審査評

大量のイモリ(正式にはアカハライモリ)を5年間飼育し、その間に様々なデータを取った。そのデータと今年の記録から、イモリの再生、腹部の模様の変化、冬眠はするか、卵の孵化率などを分析した。さらに過去の分析結果を再検討したものもある。その結果、手足より尾の方がより速く再生すること、手足の再生では部位による違いがなく、どの部位でも同じ速さで再生すること、腹部の色は変わらないが、黒い模様は条件によって不定期に変化すること、長期間餌を食べない状態を冬眠と判断した、どのような条件で餌を食べなくなるのかはよくわからなかったこと、成体の年齢により、産んだ卵の孵化率に違いがあること、などの興味深い事実が明らかになった。

観察と実験を通じて、幼生も成体もきちんと個体識別がなされているので、得られたデータの信頼性は高い。伊藤君は論文の中では触れていないが、環境の変化に敏感なアカハライモリを、これほど多数5年間も飼育続けた高い飼育技術も評価したい。少し残念なのは、まとめ方がやや散漫なことである。もう少しテーマを絞って書いた方が良かったと思われる。 審査員 友国雅章

## ヌートリアの研究 Part4

静岡県浜松市立篠原中学校 3年 山下颯梧

## 研究の動機

小学5年生の時、自分の住んでいる地域で、交通事故で死んでしまったヌートリアを見つけた。それまで近くでヌートリアを見たことがなかったため、ヌートリアがどんな生活をしているのか、興味を持って研究を始めた。

ヌートリアはヌートリア科、南アメリカ原産の大型の水辺ネズミだ。日本には戦中戦後に毛皮をとるために輸入され、後に飼育放棄されておもに西日本エリアで野生化した。池や流れの穏やかな河川などに生息する。泳ぎや潜水が得意で水生植物や水辺の植物、淡水二枚貝のドブガイなどをエサとするほか、イネなどの農作物を食べる被害を与えることもある。現在では人間や日本の生態系に悪影響を及ぼす特定外来生物に指定されている。



しかし、研究中にヌートリアが捕獲される現場を見ることが、ヌートリアは人間に利用されただけで、私たちと変わらない尊い命を持つ生き物だと痛感させられた。ヌートリアの命を、むやみやたらと奪うのは正しくない。そのためにも、これまであまり知られていなかったヌートリアの生態を解明して、これ以上生息数を増やさないようにしたいと思った。

研究1年目は、交通事故死したヌートリア2個体を解剖し、調べた。胃腸から抽出したプラントオパール（植物が根から吸収したケイ酸を体内の細胞に蓄積させて作るガラス質の植物ケイ酸体、植物の種類ごとに形状が異なる）を電子顕微鏡で観察し、ヌートリアがイネ、ヨシ、ヤシを食べていたことを知った。2年目はプラントオパールからエサの植物の生育範囲を調べ、ヌートリアの生前の行動範囲を予想した。3年目はヌートリアが汽水域で生息する動植物を食べていること、電子顕微鏡で毛を観察すると汽水域での生活に適していること、目撃情報のある地域の塩分濃度が日本の平均海水塩分濃度に近かったことなどを突き止めた。

## ヌートリアの声の録音

## ●今回の研究目的

これまでに聞いたヌートリアの声は複数の種類があ

り、使い分けられているように感じた。仲間とコミュニケーションをとる時と、警戒している時の声では、声の高さや大きさ、音色が違う。声の使い方を解明すれば、殺すことなくヌートリアの数を減らせるかもしれない。今回は、ヌートリアの鳴き声を分析しようと考えた。

まず、ヌートリアの鳴き声を収録し、どんな種類の鳴き声を発しているかを調べる。続いてどんな場面でその声を使うのかを調べ、音響生態の状況を解明してヌートリアの駆除に役立てる。

## ●直接観察法による生態調査

浜松市環境政策課からヌートリアの目撃情報を提供してもらい、目撃情報が特に多かった5地点の地図座標を作った。毎週土曜日と水曜日に各地点を回り、ヌートリアを探した。見つけて鳴き声が発せられた場合は場所と状況、時刻などを記録する予定だったが、どの地点でもヌートリアは確認できなかった。1回だけ川の対岸にヌートリアらしき動物がいるのを目撃したが特定できず、鳴き声も聞こえなかった。

## ●足跡の探索による生態調査

直接観察することはできなかったが、ヌートリアの足跡を手がかりに生活の場を探し、センサーカメラで鳴き声を録音することはできる。センサーカメラは赤外線を使って自動で動物を検知撮影する機器で、録音もできる。毎週土曜日と水曜日に、直接観察法と同じ5地点の水辺を回りながら、ヌートリアの足跡があるかを調べた。ヌートリアの足跡かどうかは、指の数（5本）や水かきがあるか、尾を引きずった跡があるかで判断する。探索の結果、7か所で足跡が確認できた。最も目撃情報が多かった座標番号523705内では、5地点で足跡を発見した。

## ●足跡探索の結果

日にち	地図座標番号	足跡の数	備考
2023年12月2日	523705 足跡群A	30個	水かきが確認できない足跡もあった（石膏を使って立体化して調べ、ヌートリアと確認）。別の哺乳類の足跡もあった。大小の個体の足跡があった。
2023年12月24日	523705 足跡群B	5個	足跡群Aに近い大きさの足跡だった。足跡のそばにカニの死骸が落ちていたが、ヌートリアとの関係は不明。
2023年12月25日	523705 足跡群C	13個	足跡群Aに近い大きさだった。後足に水かきの跡と思われるものがくっきり残っていた。
2023年12月26日	523715 足跡群D	6個	足跡群Aとは直線距離4km離れ、水辺経由の場合9km離れていた。後足に水かきの跡があった。
2024年2月24日	523714 足跡群E	4個	前足と後足、尾の跡が見られた。
2024年2月27日	523705 足跡群F	8個	くっきりした足跡も残されており、ルートがある程度わかった。
2024年3月2日	523705 足跡群G	6個	後足の足跡のみ見つかった。

## ●センサーカメラによる生態調査

足跡を発見すると、センサーカメラを設置して鳴き声の収録を試みた（足跡群A、B、D、E、F、Gに設置）。カメラの設置位置は獣道の場所も考慮した。

2023年11月20日から24年3月15日に設置したセンサーカメラには、足跡群Bで2回、足跡群Eで3回、足跡群Gで1回、ヌートリアが撮影されていた。そのうち声を収録できたのは24年1月に撮影した足跡群Eで、写っている2個体が向き合っている時に声を発していた。



## ヌートリアの音響生態調査

## ●過去の音声との比較

24年1月に録音できたヌートリアの声（以下「今回」と呼ぶ）を、別の機会に録音した声と比較してみた。比較したのは、23年4月に録音したオス同士の「縄張り争い」の声、23年6月に録音した捕獲され「おびえている」声、24年5月に録音した親子間の「コミュニケーション」の声だ。アプリケーション「Sonic Visualiser」を使って音圧と周波数を可視化し、比較した。さらに、声の周波数の変化もそれぞれ可視化し、比較してみた。

その結果、ヌートリアの鳴き声には①断続的で高音な鳴き声、②継続的で低音な鳴き声、③単発的で低音な鳴き声の少なくとも3種類があった。3種類は波形が異なり、音色も違っている。ヌートリアはこの3種類を組み合わせで鳴くことで、バリエーションを作っていた。「今回」は①～③のどの性質とも一致せず、中間的な声だった。過去の「縄張り争い」と共通点があり、「今回」と「縄張り争い」は周波数の変化の形もM字で共通していた。

## ●2個体は成熟年齢に達しているか

「今回」が本当に縄張り争いの声なら、ヌートリア2個体が縄張りを持つ成熟年齢に達していなければならない。自宅にあるヌートリアの標本サンプル5体と「今回」2個体の足跡を使って、推定年齢を求めた。標本サンプル5体の第一大臼歯の歯根分岐部を研磨し、電子顕微鏡で年輪を数えて年齢を調べる。標本作成時に5体の後足のデータを残していたため、「年齢：後足の長さ＝推定年齢：今回の足跡（後足）の長さ」で今回2個体の推定年齢が調べられる。ヌートリアの後足の長さは、年齢とともに長くなることがわかっている。

2個体のうちの1個体は後足の足跡を収集できていたが、もう1個体の足跡が収集できていなかった。そのため足跡群Eにセントステーション（エサでヌートリアを誘い、消石灰でゴム板に足跡を残させる道具）を設置して、後足の足跡を収集した。

データを揃えて調べた結果、2個体の年齢は1個体が

推定11歳、もう1個体が推定10歳だった。録音した「今回」の声は、縄張り争いの威嚇だった可能性が高い。

## 今後の課題

縄張り争いの鳴き声を詳しく調べるために、別の個体に見立てたぬいぐるみや鏡を設置し、センサーカメラで声の録音を試みた。ぬいぐるみを見たヌートリアは引き返したり逃げたりして、声を発することはなかった。鏡に映る自分の姿に気づき、においをかいだり警戒したりする個体もいたが、やはり声を発することはなかった。

今回の研究から、ヌートリアは単独で行動しているが、縄張り争いの威嚇の声など他の個体が反応する鳴き声を持つことがわかった。新たに生じる疑問もあり、今後も研究を続けていこうと考えている。

## 指導について

この度は、山下颯梧さんが3等賞という名誉ある賞をいただきありがとうございます。颯梧さんが小学校3年生のときヌートリアの解剖という研究物を浜松市理科自由研究審査会に提出したのを私が審査委員長をしていたので初めて見ました。解剖をしましたというもので研究の体をなしていませんでしたが将来性があると感じたので学校の先生にお願いをして連絡を取ってもらいました。その後静岡STEAMフューチャースクールや個別に指導をしてきました。

指導の回を重ねるごとにまとめ方が改善されたり新しい研究が出てきたりし研究に幅と深みが出てきました。その結果英語で研究発表ができるようになったりアメリカの高校や大学で発表する機会を得ることができたりしました。努力の成果が出ていると思います。今は研究内容を分かりやすく表現できるように小説を読むように言っています。

静岡STEAMフューチャースクール シニアメンター 大石隆示

## 審査評

この研究は大型の外来哺乳類ヌートリアがどのように生活しているか、たまたま交通事故死個体と出会ったことをきっかけとして、その生態を明らかにする目的で始められたもので、part4は4年目の観察結果をまとめています。観察可能な範囲のどこに何頭生活しているか不明な状態で、一人で、学業の合間の限られた時間で、目的を達成することは非常に難しいことだと思います。実際、肉眼による直接観察ではほとんど情報が得られていませんが、足跡探索、センサーカメラ、セントステーション（餌におびき寄せる仕掛け）などの手法を用いて、間接的に生態を明らかにしようとしているのがこの研究の特色と言えるでしょう。Part4では特に、ヌートリアの鳴き声にどんな意味があるのかを明らかにするため、録音した鳴き声を5種類に分別するとともに、自動装置によりその声を聞かせて反応を見ている。論文ではそれぞれの手法について結果をまとめ、さらにその結果を組み合わせ、ヌートリアの鳴き声には意味があると考察しています。論文は長大なものになっていますが、示されたデータを読者がどのように理解したらいいかの説明が少し足りないように思います。このことは論文の信頼度をあげるために重要なことだと思います。観察の事例を増やして、さらに説得力のある結果を示すには巣穴の発見が期待されますが、害獣として捕獲されるかもしれないことを考えると、難しいかもしれません。審査員 邑田仁

# 災害時に役立つ ワイヤレス給電技術

石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校 2年 佐村木康太

## 研究の動機

2024年元日、能登半島地震の日、海拔1mもない祖母の家で津波警報を聞き、家族で避難した。その時、とっさに逃げることの難しさを痛感させられた。スマートフォンの充電ケーブルを持たずに避難した人もいたと聞いたが、気持ちはわかる。避難所では多くの充電難民が発生し、コンセント不足のため交代で少しずつ充電したり、タコ足配線でのいだりしたという。スマートフォンの普及率は97%を超え、災害時のインフラとして欠かせない。充電できなければ、情報の入手や電話、メールもできず、照明としても利用できない。

複数台まとめて充電できるワイヤレス給電器があれば、ケーブルの心配もなく安全で便利ではないか。しかし、充電ケーブルを使った充電よりもワイヤレス充電のほうが時間がかかる。充電時間の短縮は、技術的に難しいのだろうか。

趣味で電子工作をしていることもあり、ワイヤレス給電の仕組みに興味を湧いた。家にあるワイヤレス充電器を解体したり、本で仕組みを調べたりして、電子工作でワイヤレス充電器の再現実験をすることにした。

## 予備知識

### ● 電磁誘導方式の仕組み

ワイヤレス給電にはいくつか方式があるが、主流になっているのは電磁誘導方式だ。「磁石同士を近づけると磁界が発生して電流が流れる」という原理を利用する。ワイヤレス充電器でいうと、充電器に内蔵されている送電用コイルに電流を流すと磁界が発生する。その磁界の中にスマートフォンを置くとスマートフォン内部の受電用コイルが反応し、磁力を電力に変換する仕組みだ。

送電コイルに電流を流すと磁界が発生する現象をアンペールの法則、周囲の磁力が変わると受電コイルに電流ができる現象をファラデーの法則という。しかし、送電

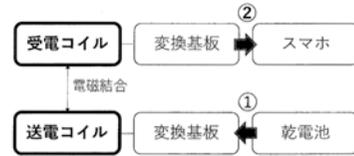


ワイヤレス充電器の中身

側の電圧・電流が一定だと磁力が変わらず、受信コイルに電流が起こらなくなる。そこで、脈流や交流（電流・電圧の大きさが周期的、または不定期に変わる電流のこと、電圧が0以上の正の範囲で変わる電流を脈流、0以下の負の範囲にもなる電流を交流という）を送電側コイルに流すことで磁力を変化させ、受電コイルに安定的、継続的に電流を発生させる必要がある。

### ● 実験方法

この研究では、①コイルそのもの、②コイルに流す電流を変化させることで効率化することを目指す。そのため右の図の①「乾電池」から「変換基板」、②「変換基板」から「スマートフォン」の完成を目標とする。



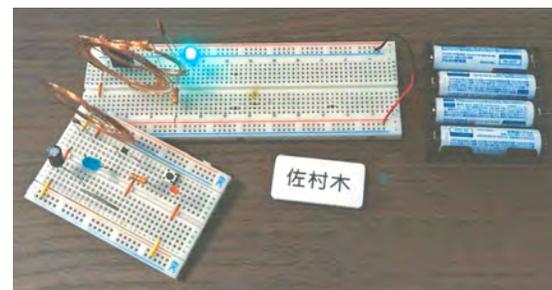
## 実験 1～3

### ● 実験1 = ウェブサイトの送受信基板の作製

インターネットで、交流を利用したワイヤレス充電の送受信基板をすでに完成させ、紹介している大学のウェブサイトを見つけた。そのウェブサイト「電磁誘導方式の非接触給電技術を用いた充電実験」で紹介されていた方法で基板を作り、送受電できるかどうかを調べた。

その結果、送電コイルに磁場ができず、送受電できなかった。受電側が壊れているか、送電側が壊れているか、どちらかに原因がある。受電側を調べたところ、回路は正しくコイルも電気を流しているのですが、おそらく問題はない。送電側が壊れていることが、ほぼ確定した。

ウェブサイトで送電側に使われていたMOS-FET（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ）と全く同じもの



ウェブサイトを参考に完成させた基板

が入手できず、代替品を使ったことが原因かもしれない。MOS-FETはゲート (G) とドレイン (D)、ソース (S) の3つの端子からなるスイッチデバイス的一种だ。Gに電圧がかかる時、DからSに電気を流す。

ウェブサイトと同じMOS-FETを取り寄せて試してみたが、やはり送受電はできなかった。MOS-FETそのものに電気が流れているかも確かめると、流れていなかった。結局、失敗の原因は特定できなかったが、送電側のコイルの直径や太さ、作り方など、何か違うポイントがあったのだと思う。

### ● 実験2 = マイクロビットを使った送受信

実験1がうまくいかなかったので、実験2ではマイクロビットで脈流を作り、送受電させることにした。マイクロビットは子供のプログラミング学習向けに開発されたマイコンが搭載された基板で、LED、押しボタン、加速度センサー、磁気センサー、Bluetoothによる無線通信機能などを備えている。電流を制御するプログラムを作り、マイクロビットのGND（-極）とP2（+極）をLEDとつないで、脈流が作れているかを調べてみた。その結果、LEDは点滅し、脈流を作ることはできた。

次に、マイクロビットのGNDとP2を送信コイルにつなぎ、送信コイルが磁力を持っているかを調べた。方位磁石で確かめるところ反応がなく、磁力は発生していなかった。さらに調べると送信コイルに電気は流れていたが、P2が1の時の電圧は4V、脈流なので数値が上下するが、磁場を作るのに十分な電流ではない。

足りない電流を補うため、MOS-FETのスイッチング作用を使ってP2が1の時だけ乾電池の電源回路につなぎ、送信コイルに電気を流してみた。すると送信コイルには磁場が発生したが、送電ができなかった。原因は不明だが、周波数が違っていただけかもしれない。

### ● 実験3 = 555 タイマー IC を使った送受信

実験3では、555 タイマー IC を使って脈流を作り、送受電させてみた。555 タイマー IC は息の長い集積回路のひとつで、おもにタイマー回路と発振回路に利用される。動作電源電圧の範囲が広くて使いやすく、出力電流もパワフルだ。555 タイマー IC から、一定周期で0と1を出力する回路を作った。LEDとつないで光るかどうかを試したところ、LEDは点滅し、脈流を作ることができた。

続いて、送電コイルに磁場ができているのか、確かめた。回路の緑色の線と乾電池の-極を送信コイルにつなぎ、受信コイルキットを送電コイルの近くに置いてLEDが光るかどうかを調べる。そ



555 タイマー IC (上) と実験3の様子 (下)

の結果、LEDは点灯した。送電コイルにきちんと脈流が流れ、磁場も作れていた。

## 研究のまとめ

今回の研究では、送電の効率化まではいかなかったが、送電回路を作ることができた。555 タイマー IC を利用して脈流を発生させ、電磁誘導を再現するための装置を作製できた。実験2のマイクロビットを使う方法では、周波数を細かく変えることができる。実験3の555 タイマー IC を使う方法は、省スペースで熱が少ない。

今回は具体的に電磁誘導の効率を高めるための条件、コイルの巻き数や材質、導線の太さなどを検証したい。ワイヤレス給電の効率化が達成できれば避難所だけでなく、自動車などでの活用も期待できる。

## 指導について

指導した生徒の佐村木さんは、昨年発生した能登半島地震を受けて、避難所における充電の不便な状況を解決できないかと考え、この研究を行うことにしました。自然災害が多い日本では、災害時に安全を確保するためのインフラとなるスマホなどへの効率的な給電技術が、今後ますます重要になると思います。今回の研究では、効率的な給電方法を調べるために、まずワイヤレス充電器の仕組みを調査し、実際にその製作を行いました。電子工学のかなり専門的な内容で、私はほとんど専門的な指導はできませんでしたが、彼自身が主体的に調査し、電子工作やプログラミングを組み合わせながら試行錯誤を重ね、最終的にワイヤレス充電器のほとんどの回路を作ることができました。正直、彼の探究心と専門的な知識には驚かされました。今後は、この装置を利用して効率的な給電方法を探る実験ができるので、これからの進展が非常に楽しみです。

金沢大学 自然科学研究科 生命理工学専攻修士1年 甘利俊樹

## 審査評

24年1月の能登半島地震の被災体験から生じた、極めて意義深い研究である。スマホは持ったがケーブルを忘れる「充電難民」が続出したそうだ。ワイヤレスの給電器は市販されていない。そこで、ワイヤレス給電の再現と装置の製作に向け、研究を開始し、555 タイマー IC を用いて脈流を発生させることに成功している事実は評価に値する。

また、電磁気学の基本的法則（アンペールの法則やファラデーの法則など）を踏まえて、多くの電子部品の発光ダイオード、各種抵抗、トランジスタ、コンデンサ、555 タイマー IC などを使いこなし、実験を正確に行っている。

「必要は発明の母」を裏付ける研究で、STEM教育の典型です。佐村木君は本当に深く物理、特に電気について勉強していて驚嘆しました。

この研究が進めば、電気自動車への給電の効率化が進み、今後、更なる発展が望まれる。最後になりましたが、院生の甘利俊樹様の指導に敬意を表します。 審査員 秋山仁

# 心臓病で苦しむ人を助けたい！ 安価で高性能な血液ポンプの開発

富山県富山大学教育学部附属中学校 3年 張 契洙

## 研究の動機

小学3年生の時、手塚治虫著の歴史的漫画で完全人工心臓（半永久的に手術のいらぬ人工心臓）が未開発であることを知り、人工心臓に興味を持った。人工心臓には心臓を摘出してポンプ機能を代行する全置換型人工心臓と、心臓を温存して補助する補助人工心臓がある。現在、日本国内を含め、世界で実用化されている人工心臓の多くは、無拍動型の補助人工心臓だ。心臓と同じような拍動で血液を流すのではなく、インペラ（羽根車）を高速回転させて血液を流す、連続流型が主流になっている。

しかし、流通している連続流型の補助人工心臓はほとんど左心用に作られ、右心用の開発は後れをとっている。左心は右心より約5倍圧力が高く、左心用補助人工心臓を取り付けると、左心がより血液を吸い上げて右心機能が損なわれる可能性もある。右心は左心に比べ疾患が少ないとはいえ、無視できない数の疾患があるため、右心用補助人工心臓（Right Ventricular Assist Device）を開発したいと考えた。

## 研究の目的

この研究の最終目標は、完全人工心臓を発展途上国に無償で提供すること。発展途上国では心臓移植を待つ間、補助人工心臓を植え込み、延命措置を受けられる例が少ない。現在の研究テーマは右心用補助人工心臓の開発だが、今後は左心用補助人工心臓も作り、最終的に完全人工心臓を製作することが夢だ。

無拍動の連続流型補助人工心臓には、遠心ポンプと軸流ポンプの2つのタイプがある。遠心ポンプは円盤状のインペラを内蔵したポンプで、中心に血液の入り口、外周部に出口がある。インペラは、回転軸に対して垂直についている。

軸流ポンプのほうでは血液の出入口が両端にある円筒形で、円筒の中の回



自作ポンプ6  
インペラを内蔵した遠心ポンプ、上が血液の入り口、右が出口

転軸に放射状に羽根を並べた構造だ。

人工心臓ポンプの最大の問題点は、血液の溶血（血液中の赤血球膜が破壊され、ヘモグロビン溶液が血漿へ溶け出した状態）と血栓の発生である。血液成分を壊さない性能が課題となる。

今年度の研究では、血液成分を壊さない右心用遠心ポンプ型の補助人工心臓を作ることを目指す。そのために、3つの目標を立てた。

目標1は、右心用人工心臓として使用可能な全揚程25mmHgの圧力を持ち、最大流量5L/分を達成すること。揚程というのはポンプが液体を吸い上げる高さのこと。全揚程は高さだけではわからない、圧力や摩擦損失などをすべてを含めた吸い上げる力のことだ。

目標2は、騒音を極力なくし、熱を発生させず、溶血を起こしにくくすること。

目標3は、実験結果から全揚程など遠心ポンプ自体の工学的な性能評価も行うこと。

## 過去の遠心ポンプ作り

遠心ポンプ型の補助人工心臓は、インペラの回転で血液を送り出す仕組みだが、回転を安定させるためにインペラの軸をケーシング（インペラを設置する血液ポンプ容器）で支える必要がある。従来の遠心ポンプは、モーターから伸びた回転軸をインペラに取り付けて支えるものだった（軸受式）。

この研究でも、2022年度から軸受式の遠心ポンプの製作を始め、血液を流すのに最適な羽根の枚数やケーシングの高さなどを実験で確かめながら開発を進めた。最終的に、インペラとケーシングを3DCAD（コンピュータで設計やデザインを行うこと）のソフトfusion360を使って改良し、光造形3Dプリンタで造形した軸受式の遠心ポンプを組み立て、電圧2.5Vで4L/分の流量を達成した。成人男性の全身に血液を送ることができる能力だったが、溶血が起こった。回転軸とケーシング下部が高速回転して熱を発生させるため、血液が入ると簡単に溶血してしまう。溶血を減らすためには、軸のないポンプの開発が必要不可欠だと考えた。

軸受式の失敗を経て開発したのが、No.3マグネットポンプだった。インペラに永久磁石を埋め込み、その対面に設置した永久磁石をモーターで回すことで、軸のないインペラを回転させる。マグネットポンプは従来、2

つの磁石の反発力を利用してインペラを回転させるが、磁力の調整が難しかった。2つの磁石が引き合う力、吸引力も難易度は高いが、次の手が考えられたことから、吸引力を利用することにした。No.3マグネットポンプは永久磁石をインペラ下部に取り付け、インペラ下部を吸引しながら回す方式にした。軸受機構はピボット式を採用（インペラ表面とそれを支える部分に凹凸機構を設け、インペラがずれないようにする。上下2か所に設置）し、実験で能力を確かめた。

結果、電圧2.5Vで2L/分の流量を達成したが、下部の摩擦で溶血が発生してしまうことがあった。磁石の吸引力が強すぎてケーシング下部が湾曲した。

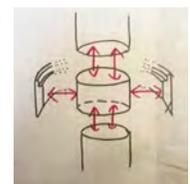
## No.6 マグネットポンプ作り

今年度の研究ではNo.3の課題を克服するため、No.6マグネットポンプを開発した。軸受機構はピボット式をやめ、非軸受式と動圧軸受を併用することにした（磁石の力でインペラを浮かす機構と、狭いくさび形隙間やステップ形隙間に入り込む血液が隙間を押し広げる時に発生させる流体力を利用してインペラを安定させる機構を併用）。

さらに、血液の成分を傷つけず十分な流量を得るため、形状や羽の枚数を変えたインペラ1～4を用意した。

改良型	インペラ-1	インペラ-2	インペラ-3	インペラ-4
羽根枚数	8	7	6	5
※「血液ポンプの最適」の ※最適な羽根の枚数の変更 ※最適な羽根の枚数の変更 ※最適な羽根の枚数の変更 ※最適な羽根の枚数の変更				

No.3は下方向だけだったが、No.6マグネットポンプにはインペラの上と両脇方向にも永久磁石を設置し、三方向との吸引力でバランスを取りながらインペラを浮上させた。ところが動作確認をしたところ、上下の吸引が強すぎてインペラが動かず、上の永久磁石を一部取り外すことになった。三方向といえなくなるのではと心配したが、砂鉄を使い確認したところ、上方向にも磁力線が発生しており、三方向からの吸引は達成されていた。



## 研究の結果

最終的に、最初の目標は達成できたのか。全揚程25mmHgの圧力、最大流量5L/分が目標1だったが、No.6マグネットポンプ（インペラは3を使用）が全揚程25.3mmHg、最大流量3.1L/分を達成した。右心室が作

り出す圧力は25mmHgだ。揚程面では右心室を完全に補助できる結果となった。目標2については、No.6マグネットポンプ（インペラ3）が、内部で擦れる部分がなくなり、小さなドローン用モーターに変えたこともあって、騒音も極力なくすることに成功した。市販のポンプと比較実験で確かめたところ、No.6マグネットポンプ（インペラ3）が溶血を起こす割合は2倍だった。しかし手術で使用することを仮定した計算でもヘモグロビン濃度が正常だったため、ポンプとして安全であることはわかった。目標3については、CFD解析と流体力学や磁性計算で性能の証明ができた。

以上のことから、仮に手術中に使用しても、流体力学的観点からは、人に使えるレベルの機能を得た。



No.6 マグネットポンプ（インペラ3）

## 指導について

このたびは栄誉ある「オリンパス特別賞」受賞の一助となることのでき大変光栄に存じます。誠にありがとうございました。指導者という位置付けなのかもしれませんが私にとりましては「指導」しているというよりも「伴走」しているという感覚です。この研究では血液ポンプという特殊なテーマに取り組みましたので、1冊で済むような体系的な教科書がありません。そこでまずポンプの観点から工業用ターボポンプの教科書をソルス君自らが探してきて読破しながら設計を進めました。

かつ血液は脆弱な赤血球を多数含んでいるため、赤血球を壊さないようにポンプの羽根とケースとの間隔を敢えて広くしたり、羽根をマグネットカップリングで非接触駆動したりした結果、たくさんのポンプを設計・試作・実験した試行錯誤の記録が今回の大作に繋がったと考えています。今回の受賞を励みとして今後も研鑽することで立派な研究者が育っていくのが楽しみです。 杏林大学 保健学部 臨床工学科 教授 磯山 隆

## 審査評

継続してのオリンパス特別賞の受賞おめでとうございます。小学3年生から手塚治虫さんの歴史的なマンガに触発されて「未開発である完全人工心臓」に興味を持って関心を持って探究してきた研究で、多様な分野の方からの支援や助言をいただきながら研究者としての初心を忘れず、追究している姿には頭が下がります。

今回の論文では、3つの仮説を明快に設定して、それらをクリアしている研究者としての姿勢に感動しております。この研究の背景には、工学系では流体工学、流体工学、電磁気学が、医学系では循環器分野の知見が不可欠で、本研究は、それらの知見を統合していく研究者自身の「熱量とつなぐ力」、さらに「完全人工心臓を開発途上国に無償で提供すること」としての「静かな情熱と力量」が研究をここまで推進させてきていると推察できます。

高校生になっても継続して研究を進め、「静かな情熱と力量」で、実用化を目指していただきたいと期待しております。 審査員 小澤紀美子

# トンボのひみつを見つけよう パート7 —トンボの羽の図形を自動で判別—

富山県入善町立入善西中学校 1年 笹島浩聖

## 研究のきっかけ

この研究を始めたのは、小学1年生の時だ。トンボの羽には翅脈というものが広がっている。羽の中に翅脈で縁取られた三角形や四角形など小さな多角形が数多く並んでいるのに気づき、不思議に思ったことから研究を始めた。小学1～3年生では、羽の多角形の分布傾向と、体の大きさや特徴に何か関係がないか、トンボの種類ごとに調べてみた。



小学4年生の時には多角形の分布傾向とトンボの飛ぶ速度に関係がないかと思い、ギンヤンマの飛ぶ速度を調べた。連続撮影した写真を使って速度を求めると、ギンヤンマの最高速度は時速50kmだということがわかった。小学5～6年生では羽の多角形のうち四角形の割合が高くなると飛ぶ速度が遅くなり、五角形の割合が高くなると速くなることもわかった。

ただ、トンボの羽の多角形をそれぞれ調べるには膨大な時間がかかってしまうため、これまでの研究では12匹しか扱えなかった。そのためデータが少なく、個体差があったかもしれない。たくさんのデータを集め、これまでより正確な結果を導くため、今回の研究ではコンピュータを利用した方法を開発することにした。

## 研究の目的と方法

### ● 研究の目的

トンボの羽の中にある多角形の数が、早く簡単にわかるコンピュータプログラムを作成すること。羽の写真上の三角形や四角形などが、自動でそれぞれの色に塗られて色分けされるようにし、それぞれの数も集計できるようにする。

### ● 研究の方法

- ①プログラムは本やインターネット上のウェブページを参考にしながら作成する。プログラミング言語は「Python」を使い、画像認識や画像処理に利用される「OpenCV」を使用した。
- ②作成したプログラムを実行して得られる結果と、過去に自分で多角形を塗り分け集計した結果とを比較する。
- ③正しい結果が出るように改善する。

## 作成したプログラム

作成したプログラムのソースコードは、下記のとおりだ。

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# 写真をカラーで読み込む
img_bgr = cv2.imread('ginyama_R.jpg', cv2.IMREAD_COLOR)

# グレースケールに変換する
img_gray = cv2.cvtColor(img_bgr, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# contoursには個々の輪郭の形状(登録のリスト)が、hierarchyには輪郭の階層情報(親子関係)が入る
contours, hierarchy = cv2.findContours(img_gray, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_TC89_L1)

# ボロノイ以外のものは数えないようにする
# 面積が一定以上の領域のみにする
contours = list(filter(lambda x: cv2.contourArea(x) > 150, contours))
# 面積が一定未満の領域のみにする
contours = list(filter(lambda x: cv2.contourArea(x) < 45000, contours))

# 輪郭の描画
result_img = cv2.drawContours(img_bgr.copy(), contours, -1, (0, 255, 0), 1)

# プログラム実行途中の画像を表示する
titles = ['Grayscale', 'cv2.threshold', 'Result']
images = [img_gray, img_bin, result_img]

fig = plt.figure(figsize=(24,6))

for index, (title, img) in enumerate(zip(titles, images)):
    ax = fig.add_subplot(1, len(images), index+1)
    ax.title.set_text(title)
    ax.imshow(img, 'gray')
    ax.axis('off')
plt.show()
```

図形の数の変数  
 triangle = 0  
 rectangle = 0  
 pentagon = 0  
 hexagon = 0  
 other = 0

図形の判定  
 for cnt in contours:  
 approx = cv2.approxPolyDP(cnt, 0.02\*cv2.arcLength(cnt, True), True)  
 cv2.drawContours(result\_img, [cnt], 0, (255, 255, 255), 1)

もし辺の個数が3だったら  
 triangle += 1

もし辺の個数が4だったら  
 rectangle += 1

もし辺の個数が5だったら  
 pentagon += 1

もし辺の個数が6だったら  
 hexagon += 1

もし辺の個数が7つ以上(6より大きい)だったら  
 other += 1

塗りつぶし  
 塗りつぶす色 (青, 緑, 赤)

線の太さ  
 線の色 (青, 緑, 赤)

```
# 六角形を塗って、個数を数える
if len(approx) == 6:  
    hexagon += 1  
    result_img = cv2.drawContours(result_img, [cnt], 0, (248, 165, 254), -1)
```

```
# 七角形以上の図形を塗って、個数を数える
if len(approx) > 6:  
    other += 1  
    result_img = cv2.drawContours(result_img, [cnt], 0, (7, 231, 7), -1)
```

```
# 結果の画像作成
cv2.imwrite('output_shapes.png', result_img)
```

```
# 図形の数の結果
print('Number of triangle = ', triangle)  
print('Number of rectangle = ', rectangle)  
print('Number of pentagon = ', pentagon)  
print('Number of hexagon = ', hexagon)  
print('Number of other = ', other)
```

## プログラムの実行結果

完成したプログラムに、写真の羽の多角形を色分けさせてみた。しかし、翅脈の写りが細く薄かったことが原因で、図形をうまく認識できなかった。プログラムの数値を調整してもうまくいかなかったため、写真上の翅脈の線をペンでなぞって太く、濃くすることにした。プログラムの数値も少しずつ変えて調整した。そして、再びコンピュータでトンボの種類ごとに、写真の羽の多角形をそれぞれ色分けしたのが下の表だ。自分で色分けした写真と並べて、比較してみた。

自分で多角形を塗り分けた結果とコンピュータで塗り分けた結果は、ほとんど同じであることがわかった。

種名	自分で塗ったもの	プログラムが塗ったもの
アキアカネ (メス)		
キイトトンボ (オス)		
ハラビロトンボ (メス)		
オニヤンマ (オス)		
ギンヤンマ (オス)		

## 研究の結果と課題

自分で塗り分けた結果とコンピュータで塗り分けた結果は、多角形それぞれの割合もほぼ同じになった。コンピュータで正しく色を判別して、色を塗り分けることに成功したことになる。これまで羽の多角形をひとつずつ判別して集計するのに何日もかかっていたが、早く簡単に調べることができた。

課題は写真の翅脈をペンでなぞらなくても判別できるように、翅脈がはっきり映るように撮影することだ。生きて動くトンボではなく、死んでしまったトンボの羽を利用することも考えたい。今後は完成したプログラムを使ってより多くの種類のトンボを調べ、多角形の分布傾向に個体差があるのかどうか研究したい。

## 指導について

本研究は、小学1年生から7年間続けてきたトンボの羽の中にある図形に着目した研究です。小学1年生の時にアキアカネとシオカラトンボの調査を行い、これまで12種類のトンボを調査しました。トンボの羽4枚の図形総数は約5000であるため、毎年、数日かけて地道に作業をしていたのが印象的です。今年度は、その作業の自動化を目標にしました。本人は授業でScratchに触れていたものの、本格的なプログラム言語を学んだ事はなかったため、画像を扱えるプログラム言語であるPythonを教え、Webサイトを参考にしながらプログラムを作成するよう指導しました。完全自動化を目指していましたが、羽の脈の認識がどうやっても上手くいかないところを、羽の脈をペンでなぞってしまうというアナログな作業を加えたところが子どもらしい発想だと感じました。今後も柔軟な思考力を生かし、継続して研究に取り組んでほしいと思います。

笹島浩平

## 審査評

トンボの羽を構成している様々な形について、小学校1年生の時からこつこつと研究を進めてきた成果が継続研究奨励賞を受賞しました。トンボを捕まえたときに、羽の中にある四角形や三角形などいろいろな形があることを不思議に思いその謎を解明しようと、本研究がスタートしました。トンボの種類や体の大きさ、飛ぶ速さなど、羽を構成している図形がどのように関係しているかについて調べています。羽を構成する四角形の割合が多いと飛ぶ速さが遅くなり、五角形の割合が多いと早く飛べることについても考察しています。1匹のトンボの羽の中にある図形の数を数えるには、とても多くの時間がかかってしまうため今回コンピュータを活用して多角形の数を数えるプログラムを作成しました。今後はプログラムを活用し、より多くの種類のトンボについて、個体差の有無なども視野に入れ調査を進めてください。時間をさらに有効に活用し次の研究にステップアップすることを期待します。

審査員 田中史人

## トロッコ問題を解決してみた

茨城県つくば市立吾妻中学校  
2年 福島千嬉

### 【研究の動機】

誰かを助けるために、他の誰かを犠牲にするのは許されるのか？と問うトロッコ問題を知り、本当に考えるべきは誰を犠牲にするかなのではないかと思った。そこで、電車の速度や、助ける人と自分がどのくらい離れた位置にいるのか、計算で求め、実際に人が認識できる距離がどのくらいなのか実験してみることにした。本当に犠牲者を生むことしか選べない状況なのか知れたかった。

### 【結論と感想】

想定していたよりずっと近かった。照明があっても、人は見えない。光は見えるが、何の光か判別できない可能性がある。助ける人との距離が近いので、助けられる場合はかなりの余裕があり、助けられないほどだったら、自分も危険で、誰かの犠牲を考える余裕さえないことが分かった。与えられた選択肢だけにとらわれることなく、どのような状況なのか把握するために勉強が必要なんだと分かった。

## 最強の雑草「メヒシバ」の弱点を探せ！

茨城県水戸英宏中学校  
3年 森口暁文

### 【研究の動機】

自宅の庭には毎年7月になると雑草が生い茂っていました。休みの日には家族で草むしりをしていましたが、すぐに生えてきてしまいます。庭には家庭菜園もあるので除草剤は使いたくありませんでした。除草剤を使用しないで雑草を取り除くにはどうしたらよいか考えた結果、対照実験を行うことで一番良い方法を見出そうと考えました。

### 【結論と感想】

私は、透明マルチシートの活用が除草には一番だと考えました。また、そこで刈り取った雑草を家庭菜園で育てている野菜の周りにかぶせることで、その雑草は徐々に腐って土に戻りました。やがて野菜の肥料となるはずですが、社会科で学習した循環型農業にも似ていると感じました。総合的な学習でSDGsについて学んでいますが、そのことが常に環境に優しい取り組みをしたいという考えにつながり、自宅の雑草にも高い関心を寄せたのだと思いました。

## オシロイバナの赤色の出現について パート3 株の特性とDNA、土壌と花の色

千葉県千葉市立小中台中学校  
3年 高橋柚菜

### 【研究の動機】

第3世代のオシロイバナの発芽した苗の中に茎の赤色の苗と緑色の苗があり、この赤色の茎の苗が、真っ赤な花を多く咲かせるオシロイバナになるのか？緑色の茎の苗はどのような花を咲かせるのか？株ごとによる花の色の観察を継続した。また、アジサイ同様に土壌の性質により花の色が変化することがあるのか調べてみたくなり、継続観察の途中で鉢の土を酸性土壌とアルカリ性土壌に変化させて、株（茎や葉）と花の色の変化を観察することにした。さらに、冬休みには大学の研究室に行きDNAの検出を教わることもできた。本年度は、その視点でも研究の考察を試みようと考えたのでこの研究を継続した。

### 【結論と感想】

第三世代の株は全て赤色が咲く遺伝子を引き継いだのではなく、第一世代の白色と赤色が混ざった花の遺伝子も脈々と引き継いでいることもわかった。株4、5、7は、赤白混色の花が咲いているが全ての株で赤色の花が咲いた。このことから、この株は一つ一つの花がトランスポゾンの影響を受けたり受けなかったりする株であると考えられる。赤白混色の花は、酸性やアルカリ性の強度が強い土壌だと花の白色の割合が高くなるといえる。酸性土壌の株は、花の数が減少し花の大きさも小さくなった。このことから、土壌の性質を急に変化させると花の大きさや色などに影響を及ぼすといえる。赤色の株と赤白混色の株のDNAには違いがあり、これが、茎や葉、咲く花の色などの違いであるとわかった。

## 三浦半島におけるウミホタルの分布調査と 発光目的の解明

東京都桜美林中学校 科学部  
3年 井川奏志・畠中 蒼  
2年 福井宙彦  
1年 田中大耀・中山玲寿・林 真弘

### 【研究の動機】

桜美林中学校科学部では、一昨年度からウミホタルの生態に関する研究を行っている。研究を重ねる中で、私はウミホタルの採集地について疑問を抱いた。これまでウミホタルの採集は千葉県館山市の海岸で行ってきたが、他の海岸ではウミホタルは採集できるのだろうか。特に学校や自宅から比較的近い三浦半島は、ウミホタルが、初めてドイツ人研究者ルゲンドルフによって採集された

## おじぎ草6 「おじぎ草、極地体験」-30℃の世界へ

岐阜大学教育学部附属小中学校  
8年 岩田康誠

### 【研究の動機】

さわるとパタパタと葉を閉じる様子が面白く、小学2年生の時からおじぎ草の研究を始めた。今回が第6弾の研究になる。さまざまな刺激におじぎ草がどう反応するのか、研究第2弾までにはたくさんの実験をした。その結果、おじぎ草は刺激を受けると反応するけれど、自然界で当たり前の雨や風、虫による刺激にはあまり反応しないことが分かった。特に興味深かったのは、雨への反応だ。水への反応を確かめる実験の最中に雨が降ってきた。すると水の刺激では葉が閉じていたのに、水の刺激がなくなり雨粒が当たると葉が開いた。そこで研究第3弾は、雨がおじぎ草にとって刺激ではないのかを調べてみた。その結果、おじぎ草にとって雨は閉じるための刺激ではないことが分かった。刺激について考えるうち、もしおじぎ草に刺激された感覚がなかったら、と思うようになった。研究第4弾ではおじぎ草の感覚を麻痺させる実験を行うことにした。おじぎ草の反応を麻酔薬、低酸素、低温といった条件により麻痺させることができるのか、またその麻痺が回復するかどうか実験して観察した。その結果、1位が麻酔、2位が酸欠状態、3位は冷たさだった。ただ実験直後の反応の顕著さで順位をつけると酸欠状態、冷たさ、麻酔だった。最も興味深かったのは酸欠状態だった。そこで研究第5弾ではそれを確認するために標高2,300mある高山に行くことにした。しかし当日台風で中止になり、近隣の標高1,350～1,600mの4か所で実験をした。その結果、おじぎ草の刺激への反応はなかった。しかし当日は気温が17～21℃ととても寒かったため、刺激に反応しなかったのは、気温が低いからなのか標高が高いからなのか分からなかった。そこで今回研究第6弾（前半）として、気温低下時の刺激への反応を調べるために秋から冬にかけて観察をすることにした。その結果、11月下旬から刺激への反応がぶくなり、12月に入ると刺激への反応がなくなった。しかしこれは寒さだけが原因か疑問に思った。12月中旬にはおじぎ草は枯れかかっていたからだ。よって、研究後半として次の年の夏、おじぎ草が元気な時に寒い環境で刺激への反応を見てみたいと思い、名古屋市科学館さまご協力のもと、「極寒ラボ（-30℃）」で実験をさせてもらうことにした。

### 【結論と感想】

名古屋市科学館の理工館にある「極寒ラボ」は日本初の-30℃を体験できる施設である。本来貸し出しはされていないが、そこで実験をさせてもらえないか館長にお願いの手紙を出し、快諾いただいた。実験はおじ

地だという。三浦半島のどこの海でウミホタルは生息するのか、採集して調べたい、そして採集できる海に共通点はあるのだろうか、明らかにしたいと思った。また、昨年度までの研究では、ウミホタルの発光理由の解明を目的として青、赤色光に対する行動について実験を行った。今年度は、ウミホタルは、緑色光に対してはどのような行動を取るか調べたいと思い、研究を始めた。

### 【結論と感想】

観音崎、森戸、久留和、金田海岸を調査地としてウミホタルの採集を行った。その結果、観音崎、金田海岸にてウミホタルを採集することができた。水質の調査、砂の粒子サイズ測定、海流の速度調査、地質図の調査を通して、ウミホタルが生息する海と生息しない海との違いを調べたことで、ウミホタルが生息する条件を考察した。さらに、ウミホタルは青色光だけでなく、緑色光に対しても逃避行動を取ることが明らかとなった。

本研究を通して、私たちはフィールドワークの面白さ、難しさを知った。また、生物研究における環境条件の検討の重要性、条件調整の難しさを知った。悪天候、悪条件にも関わらず、多くのウミホタルが採集できた時の喜びは格別だった。これからもウミホタルの採集や実験を通して、その生態の解明に関する研究を続けたいと思う。

## アサガオの研究8年目 花粉管の伸長と人工授粉の受精率と種子数

石川県金沢市立鳴和中学校  
2年 寺山貴大

### 【研究の動機】

これまで、アサガオの花色を変えたくて、異なる色のアサガオを交配させて花色の変化を研究してきた。その中で、人工授粉では、自家受粉よりも実の中の種子の数が少なく、受精率も低いということに気づいた。花色の変化を追究する実験では多くの種子を必要とする。そのため、今年は人工授粉の種子を増やし受精率を上げるため、花粉管の伸長に着目し、柱頭部分に砂糖水を塗布したり、柱頭部を切除したりするなど有効な方法を見つけることにした。

### 【結論と感想】

今年の研究で、①アサガオの人工授粉で2%の砂糖水を柱頭に塗布し授粉すると種子の数が増える、受精率が上がる②柱頭を切断した状態では、アサガオは種子をつくらることができない、という2つのことが分かった。

今年の研究から、アサガオの人工授粉の受精率を上げる、種子の数を増やすためには、柱頭部に砂糖水を塗布する方法が有効と言える。

ぎ草が一番よく開いている朝9時から実施し、①常温25℃、②-30℃、③-10℃の3ヶ所で、葉の様子、刺激への反応をみることにした。予想では、刺激にはもちろん反応しないが、何もしなくても入った瞬間に寒さが刺激となり葉が閉じると思った。もしくは急激に冷やされることで、葉が閉じる暇なく開いたまま反応しなくなるとも考えた。極端な環境に置くことで想像を超える何かがあるかもしれないと思うとわくわくした。結果、①常温25℃では少し葉が閉じかかった。外の気温が34℃だったのに対し、10℃ほど気温が低かったことが影響した可能性はある。②-30℃（部屋の実際の温度は-34℃）では、部屋に入ってすぐに葉が閉じ始め、全て閉じた。2分後、閉じた葉が曲がりだし、その後驚いたことに下の方の葉が開きかかった。20分後には葉は凍り、触るとバリバリと落ちた。③-10℃では、部屋に入ってすぐに葉が閉じ始め、全て閉じた。そして下の方から葉が開き始めた。葉の開き方にはいくつかの種類があり、外向きにカールしたり、とげとげしい開き方になったり、一枚一枚の小葉が反り返っているものもあった。葉は柔らかかったが、刺激への反応はなかった。結果をうけ、改めておじぎ草の葉が動くしくみを調べなおし、自分なりに考えた。急に葉を閉じた原因はやはり冷気が刺激になったのではないか。その後の葉の動きは、葉の中の水分が凍る時に膨張して葉を少し動かしたのではないか。また-10℃で変な開き方になったのは、葉の水分が少しずつ凍り出したことで時間差で変な開き方になったのではないか。6年におよぶおじぎ草の研究は一旦今年で終了にした。今回は寒さに特化した研究をしたが、極端な環境下におくことで気が付くこともあり、それが大きな発見につながるような気がした。今回の研究で改めておじぎ草が寒い場所に持つていくことでも葉を動かす動きを一時的に止めることができることが分かった。可能であればいつかおじぎ草の刺激への反応がなくなる気温をさらに詳しく調べることができたらと思う。

## イシクラゲの研究 part3 ～培養実験と探究の旅（沖縄県宮古島市）～

静岡県御前崎市立浜岡中学校  
1年 河原崎 希

### 〔研究の動機〕

私の母校の小学校の校庭には、雨上がりによぶよよになる危険な「藻」が生息していました。小学5年生の時（2年前）「イシクラゲを無くし、安全な校庭にしよう。」と思ったのがきっかけです。まず1年目では、イシクラゲの生態について探ろうと、探究活動を始めました。2年目にはイシクラゲのげきたい方法を見つけるために実験をしました。そして今年、イシクラゲを、嫌われものの存在から、好かれる存在に変えようと思いました。そこで、イシクラゲを食用としている鳥があることを知っ

たので、何かヒントになるものを探しに、沖縄県宮古島市に探究の旅に行くことにしました。

### 〔結論と感想〕

1年目の研究では、水はけの悪い場所に生息し、光合成をしていることがわかりました。2年目の研究では、浸透圧を利用して、クエン酸と消石灰をかけることでげきたいことができることがわかりました。そして3年目の今回の研究では、一番よく育つ土を探る実験をしましたが、どれもあまり育たず、原因もあいまいでした。そこで宮古島に行って調査したところ、水道水をあたえていたから育たないことがわかりました。また、宮古島では昔からえんぎの良い食材とされ、さまざまな調査方法があることもわかりました。来年の研究では、培養実験を行いながら、利用方法を考案したいです。

## 金属のひずみと温度の関係の研究 part4 ～イオの火山の不思議～

静岡大学教育学部附属浜松中学校  
2年 柴田千歳

### 〔研究の動機〕

私は宇宙が好きです。小学4年生の時、「宇宙人が存在する可能性のある太陽系内の惑星・衛星」について調べた際、木星の衛星のイオという星がその候補に上がりました。イオでは火山活動が活発なので、生物をつくる材料となるアミノ酸などが作られている可能性があります。火山活動が活発な理由は、イオの地殻が鉄金属でできていて、木星の引力の変化によって、その部分にひずみが繰り返り起こり、火山のマグマとなる熱が発生しているからです。私はそれを知って「金属がひずむと熱が発生する」ということに興味を持ち、研究を続けてきました。

### 〔結論と感想〕

〈研究概要〉金属をひずませることで、より高い温度を出すことを目的に研究を行いました。実験1では温度を高くするために、『金属の板にくびれを作る』『万力に木を挟む』『より速く曲げ伸ばしを行う』などの熱の散逸を防ぐための工夫を行いました。1番温度上昇が大きくなった測定は、SUS304のくびれの幅が15mmの金属の板を木に挟み、150回/分で曲げ伸ばしをした時で、平均194.8℃でした。予想通り、n値が高く、くびれの幅が広く、木を挟んで速い速度で曲げ伸ばしをしたものが一番温度上昇が大きくなることがわかりました。実験2では装置により、鋼のブロック状の金属にひずみを加え198.7℃の温度上昇も観測できました。  
〈感想〉長時間猛スピードで曲げ伸ばしを行うのは大変でしたが、昨年度よりも高い温度が出て嬉しかったです。考察を行う際、自分でも知らないことが多く、理解をす

## 朝顔の研究パート② ～交配種からどんな朝顔が誕生するのか～

熊本県山鹿市立鹿北中学校  
3年 中島のあ

### 〔研究の動機〕

昨年、朝顔の花の色、形と軸、子葉、本葉の関係性について調べた。また、姉の研究を参考にして、朝顔の交配実験をした。今年、交配してできた種子を蒔き、どんな朝顔が誕生するのか調べることにした。朝顔の花弁の色や模様に興味があるので、花弁の色、形、模様に着目して子世代へどう遺伝していくのか調べた。

### 〔結論と感想〕

朝顔は、青並葉青丸咲（野生型）の正常な遺伝子が壊れ、劣性変異により色や形が変化することで変化朝顔が誕生する。朝顔は自家受粉で種子を増やしていくが、野生型の遺伝子の中に劣性遺伝子が加わると、親世代と子世代では、親と同じ朝顔もあれば違う朝顔も誕生する。これほど変異が現れやすいのは、トランスポゾン（動く遺伝子）の影響である。正常な遺伝子にトランスポゾンが入ることで変異を誘発し、抜けると正常に戻る。朝顔に見えない朝顔は誕生させることはできなかったが、交配実験をして失敗もあったが雌株とは違う朝顔を誕生させることができてよかった。子世代では劣性変異は優性変異に隠されているので、来年どんな朝顔が誕生するのか楽しみである。一度の交配で多くの色の朝顔を観察できたのは、姉の研究があったおかげである。朝顔の花の基本4色を姉の研究と合わせて通算5年で誕生させることができてうれしかった。また、毎日観察することで、今までに見たことのない模様の出方の観察ができ、朝顔の謎はまだまだ多いと感じた。

るのに苦労しましたが、自分なりに理解できたと思います。高い温度を出すために、また金属のひずみと温度の関係について深く知るために、今後も研究を続けていきたいです。

## 塩の研究 ～塩が壁を登る原理を解明せよ！～

愛知県刈谷市立雁が音中学校科学部 塩班  
3年 梅田大智・川崎直斗・海野稜太・岡本清孝・上敷領拓渡・蘇鉄 蓮・村井貴光・鈴木蒼空・近藤彩美・酒井愛実・大原一真・山本洸河・今村健人・薄井大輔・神尾嘉穂・村松 蒼・櫻井楓冨  
2年 外山亮羽・大橋一稀・時田霧月・岩田悠希・横山呼春・北村虎琉・木元照人・武田浩人  
1年 岡本恭誠・成田律貴・西村謡歩・岡本妃七子・高山 蒼・長島陵太・岡本帆香・工藤大和・佐々木駆空・瑞慶覧廉恩・岡本夏希・山田龍星・伊藤琥珀・大塚愛菜・近藤彩扶真

### 〔研究の動機〕

理科室に置いてあった水槽を見てみると、食塩水が半分だけ入っていたのに、後日確かめると水槽から溢れそうなところまで塩が付いていた。この不思議な現象を「塩の壁登り」として、どうして「塩の壁登り」が起こるのか疑問に思ったので、科学部で研究していくことにした。

### 〔結論と感想〕

#### 〈結論〉

- ・塩が壁を登るのは、蒸発した水に塩が含まれており、その塩が壁に付くからである。
- ・『溶質が水に溶けたときに、イオン化する』『水が蒸発しやすい環境が整っている』『水溶液の濃度が25%くらいである』この3つの条件がそろっているとよく登る。

#### 〈感想〉

今回の研究では、身近にある現象を様々な角度から追究していくことができた。「塩の壁登り」で見つけた条件を生かすことで、海水で看板などが錆びるのを防ぐことができるようになると思う。これからの研究でも、今回のように複数の角度から様々な現象の原因を見つけるようにしていきたい。

---

小学校の部

---

# カブちゃんとおぼくの成長記録⑤

## ～フンの秘密に迫る～

京都府京都市立西院小学校 4年 矢野翔大

### 研究のきっかけ

3歳になる直前まで虫を触ることができなかったが、イベントからオスメス2ペアのカブトムシを持ち帰ったことがきっかけで、カブトムシを飼育する楽しさと魅力を知った。カブトムシの研究を始めたのは2020年、今年度は5年目の節目となった。3歳から育て続けたカブトムシも24年秋には、10世目が誕生した。

カブトムシは幼虫期に、大量のフンをする。多い年はフンの総数が27万個近くにもなり、両親はフンの処理に悩まされていた。そんな両親の悩みを解決したいと思い、「カブちゃんのためになるもの」「僕のためになるもの」「人のためになるもの」の3つの目標を掲げ、フンを何かの役に立てられないか、研究や実験を始めた。

●過去の研究で数えて記録したフンの数 数=個

年度	オス		メス		全体の平均
	フンの数	平均	フンの数	平均	
2020～2021 6世	110,337 28匹分	3,940	52,602 15匹分	3,507	3,789 43匹分
2021～2022 7世	124,542 23匹分	5,415	103,576 22匹分	4,708	5,069 45匹分
2022～2023 8世	94,176 16匹分	5,886	63,590 15匹分	4,239	5,089 31匹分

各年度の幼虫の数は個別飼育で成虫になった数



### 過去の研究

1年目の研究の目標は「カブちゃんのためになるもの」



フンをオーブントースターで焼いているところ

で、カブトムシの幼虫のフンを食べてくれる生き物を飼育した。2年目の目標は「ぼくのためになるもの」で、カブトムシの幼虫のフンで「炭」や「着火剤」などを作ってみた。3～4年目の目標は「人のためになるもの」で、「線香」などを作った。フンの無菌化に成功し、「フン茶」「うっそば」(フンを練り込んだうどん)「素揚げ」など食品も作った。プロに協力していただいて、餅米にフンを混ぜ「うんめいあられ」の開発にも成功した。

4年目の研究では、餌となるマット(土)に野菜パウダー(ニンジン、コマツナ、ニンニク、ショウガ)、塩や砂糖を混ぜたらフンがどうなるかも研究した。

過去の研究でフンを焼いてみた時、さつまいもを焼くような甘くて食欲をそそる香りが立つことを知った。焼く回数を重ねるうち、甘い香りがするフンと、しないフンがあることがわかった。毎年発生するフンは、まとめて米袋に入れて保存しているのだが、保存中に熟成して甘みが出る可能性を考えた。天日干しで乾燥させる時に甘みが出る可能性も考えて、さまざまな方法で調べてみたが、どちらもうまく結果が出なかった。

### フンの糖度を調べる実験1～3

甘い香りの原因を確かめる実験の失敗から、もう一度原点に戻り、カブトムシのフンにだけ集中して研究することに決めた。そして今年度は、実験1～5でフンの糖度を詳しく調べてみた。

#### ●実験1

まず、カブトムシの幼虫のフン(天日干し乾燥などの処理を施したもの)に、糖度があるのかを検証した。

実験道具としてオーブントースター、乳鉢とすり棒、スポイト、試験管、目視糖度計を用意した。方法は、幼虫のフン5粒(1g)をオーブントースターに入れて加熱後に粉砕する。粉砕したフンを試験管に入れ、精製水10mlを加える。試験管をそのまま120分置いてから、

目視糖度計で糖度を測定する。120分後に測定したのは、市販の水出し茶の水出し時間を参考にした。

実験1の結果、カブトムシの幼虫のフンには糖度があることがわかった。昨年度、ペランダに保管していた幼虫のフンにカメムシが群がっていたが、甘い香りに引き寄せられていたのだと思う。

#### ●実験2

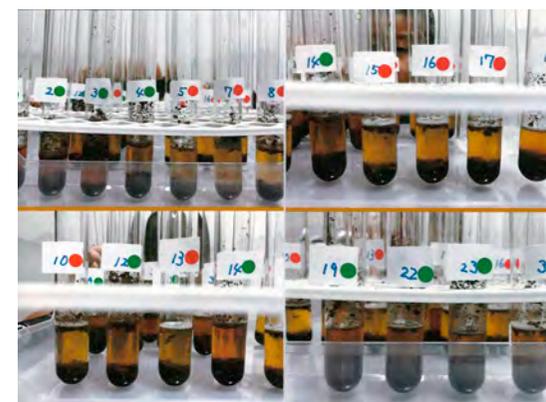
カブトムシの幼虫のフンに糖度があることはわかったが、フンには甘い香りがあるものとないものがあった。フンによって糖度の違いがあるのか、検証した。

雌雄の違いで糖度が違うという仮説を立て、実験1と同じ方法で、23～24年に飼育した9世目の終齢幼虫(3齢)オス10匹とメス10匹、計20匹のフンの糖度を調べてみた。

実験2の結果、オスの幼虫の糖度は平均0.54%、メスの幼虫の糖度は平均2.92%、差があることが判明した。

●実験2の結果 糖度=%

オス				メス			
番号	糖度	色	香り(似た香り)	番号	糖度	色	香り(似た香り)
1	0.6	濃茶	薄い香り	5	2.4	金茶	薄い香り
2	0.8	濃茶	薄い香り	7	3.0	金茶	たい肥臭
3	0.6	濃茶	薄い香り	8	2.8	金赤	たい肥臭
4	0.4	薄濃茶	薄い香り	9	3.0	薄茶	たい肥臭
12	0.4	濃茶	放置した金魚水槽	10	2.8	金茶	たい肥臭
14	0.4	濃茶	水の香り	13	3.2	金茶	強い発酵臭
18	0.4	薄濃茶	田んぼ	15	3.0	路考茶	ルイボスティ
19	0.8	薄濃茶	田んぼの土	16	3.2	路考茶	ルイボスティ
22	0.6	濃茶	香りなし	17	2.8	路考茶	ルイボスティ
23	0.4	濃茶	香りなし	31	3.0	金茶	たい肥臭



実験2の試験管



目視糖度計で糖度を測定する

●実験3の結果 糖度=%

番号	オス			メス			
	1.5～2 齢の糖度	2～3 齢の糖度	終齢3 齢の糖度	番号	1.5～2 齢の糖度	2～3 齢の糖度	終齢3 齢の糖度
1	0	0	0.6	5	0	0	2.4
2	0	0	0.8	7	0	0	3.0
3	0	0	0.6	8	0	0	2.8
4	0	0	0.4	9	0	0	3.0
12	0	0	0.4	10	0	0	2.8
14	0	0	0.4	13	0	0	3.2
18	0	0	0.4	15	0	0	3.0
19	0	0	0.8	16	0	0	3.2
22	0	0	0.6	17	0	0	2.8
23	0	0	0.4	31	0	0	3.0

#### ●実験3

実験2では、終齢幼虫のフンの糖度に雌雄差があることがわかった。実験3では終齢に育つ前の1.5～3齢幼虫のフンに、雌雄や齢による違いがあるのかを確かめた。

実験2と同じ20匹の幼虫のフンを、24年8月(1.5～2齢の時)と、10月(2～3齢の時)にそれぞれ測定して結果を求めた。糖度の測り方は、8月と10月それぞれ幼虫20匹ずつのフンを乳鉢とすり棒で粉砕し、20本の試験管に入れる。すべてに10mlの精製水を加えて120分置き、目視糖度計で糖度を測定した。その結果が上の表だ。終齢幼虫になる前の1.5～2齢、2～3齢の幼虫のフンからは糖の値は出なかった。



実験3の様子

### フンの糖度を調べる実験4～5

過去の研究で、砂糖を混ぜたマットを食べて成虫になった8世目のメスが、成虫になってから1週間以内に死滅してしまったことがあった。メスのフンの糖度が高いという実験2の結果と、関係があるのかもしれないと考えた。今年度の9世目のメスの一部に、砂糖を摂取させて育ててみると、やはり成虫になってから早い個体で2日、遅い個体でも10日までに死滅してしまった。2日で死んでしまったのは上の表のNo.16の個体、そのほか

No.17が4日、No.7が6日、No.15が9日で死んでいる。どのメスも見た目や様子に異状はなかったため、糖の過剰摂取が原因ではないかと仮説を立てた。

人間の母親も妊娠中、通常より血糖値が高くなる。カブトムシのメスも卵を産むため、高血糖の状態になっているところに、さらに糖を摂取してしまって短命に終わったことが考えられる。

以上の仮説から実験4では、以前家族が使っていた医療用血糖測定器ワンタッチウルトラビューを使って糖度の測定をした。

●実験4

実験2～3と同じ20匹の幼虫のフンを、実験3と同じ方法で試験管に入れ、精製水10mlを加える。120分置き、スポイトで液体部分を数滴取って血糖測定器で糖度を計測した。



ワンタッチウルトラビューでの測定

その結果、人間が使う血糖測定器でも糖を測定することができた。メスはすべて人間ならば意識がなくなるレベルの高血糖で、特に砂糖を摂取したメスの数値が高かった。逆にオスはすべて、人間ならば意識がなくなるレベルの低血糖だった。このことから、もともと多くの糖を保持しているメスの個体に糖を与えると、さらに糖の値が高くなる例があることがわかった。

●実験5

実験1～3は8歳の誕生日にもらった目視糖度計を使って糖度の測定をした。24年9月の誕生日には、父にお願いして、デジタル糖度計を買ってもらえることになった。幼虫のフンはすべての固体のものを粉砕し、精製水に溶かして冷凍保存してあるため、実験5ではデジタル糖度計を使ってさらに詳細な数値を確認した。

実験2～4と同じ20匹の幼虫のフン（3齢の終齢幼虫



デジタル糖度計と冷凍保存していた幼虫のフン

●実験4～5の結果

番号	オス			メス			
	実験2の糖度%	実験4の値 mg/dl	実験5の糖度%	番号	実験2の糖度%	実験4の値 mg/dl	実験5の糖度%
1	0.6	20未満	0.6	5	2.4	92	2.4
2	0.8	20未満	0.9	7	3.0	355	2.9
3	0.6	20未満	0.6	8	2.8	280	2.8
4	0.4	20未満	0.5	9	3.0	415	3.0
12	0.4	20未満	0.4	10	2.8	230	2.7
14	0.4	20未満	0.5	13	3.2	404	3.1
18	0.4	20未満	0.4	15	3.0	402	3.0
19	0.8	20未満	0.9	16	3.2	528	3.3
22	0.6	20未満	0.6	17	2.8	304	2.8
23	0.4	20未満	0.4	31	3.0	389	3.0

のもの)を冷凍保存状態から解凍し、デジタル糖度計で糖度を測定した。その結果、デジタル糖度計で測定したオスのフンの平均は0.58%、メスのフンの平均は2.90%だった。デジタル糖度計で身近にある飲料や野菜の糖度も測って比べてみると、オスの3齢幼虫のフンはショウガの糖度に近く、メスの3齢幼虫のフンはニンジンの糖度に近い。

実験5の結果、メスのフンはオスに比べて2.32%糖度が高く、メスがオスより糖を多く含んだフンを排出していることが証明できた。加熱すると、甘い香りがするフンとしないフンがある理由も理解できた。

研究の最後に

今回の研究は過去に飼育していたメスが、成虫になって数日で死滅したことがきっかけとなった。前例がなく原因が漠然としているなか、考えもまとまらないところからのスタートだったので、糖に原因があるという仮説を立てるまで試行錯誤の連続だった。

実験1には、フンに糖が含まれていなかったら研究が終わってしまうという、不安な気持ちで臨んだ。けれどもフンには確かに微量な糖が含まれることが判明し、「この方法や考え方は間違っていない」と思い、改めて研究を続ける決意ができた。

過去の研究で毎回、フンを調理したり熱を加えたりすると甘くよい香りがしたので、実験2には家族ともども最も興味があった。いままではオスもメスもすべてのフンをまとめていたため、実験2がなければ雌雄のフンで糖や色合いに違いがあることがわからなかったと思う。フンの香り問題ではいつもモヤモヤしていたので、「やっぱり香りの有無がある」と、すっきりした。

実験3と4では、幼虫の齢によってもフンの糖度が違うこともわかった。さらに、実験1～4でわかった事実について、もっと詳しく最後まで知りたいという気持ちが強くなっていった。結果を確実にするために、実験5では誕生日プレゼントのデジタル糖度計を使った裏付けも行った。

この研究結果から、新しい幼虫の雌雄の判別法を手に入れた。幼虫の場合、どこにいるのか探したり、掘り起こしたりして、腹部のV印を確認しなければ雌雄がわからなかったが、今回の研究からフンの糖度の測定値で判別できるようになった。

フンに糖があることは、これまでのカブトムシ研究ですでに世界の誰かが発見していることかもしれない。ただ、10世目まで累代飼育したカブトムシを研究することは、僕にしかできない。今回の新発見や新事実は、歴代カブトムシが教えてくれたメッセージだと思う。丁寧な実験は大変なこともあるが、正確な結果をもたらしてくれ、その人にしか味わえない喜びがある。

研究や実験内容が年々変わっても、カブトムシや生き物を大切にする気持ちや、生態を傷つけない行動は変えないようにしたい。高学年になって、学校からの帰宅時間が遅くなり、昆虫に触れ合える時間が減るストレスを感じた年でもあった。夕方寝ることで深夜に生き物の世話をする時間を作り、バランスを保つようにしている。



10世目へとつながる卵

●カブトムシと僕の成長記録

歴代カブトムシの平均体長 cm と平均体重 g			
年別	雌雄	平均体長	平均体重
2019～2020年 (5世目)	オス	6.16/20匹	9.46/20匹
	メス	4.34/19匹	5.64/19匹
2020～2021年 (6世目)	オス	6.39/41匹	7.55/41匹
	メス	4.51/30匹	6.22/30匹
2021～2022年 (7世目)	オス	6.86/22匹	10.82/22匹
	メス	4.88/24匹	8.27/24匹
2022～2023年 (8世目)	オス	7.31/16匹	10.08/16匹
	メス	5.12/13匹	10.68/13匹
2023～2024年 (9世目)	オス	7.45/10匹	11.82/10匹
	メス	4.77/10匹	9.33/10匹

僕の身長 cm と体重 g			
年別	性別	身長	体重
研究① 6歳未就学	男	112.0/1人	18000/1人
研究② 7歳1年生	男	115.4/1人	19900/1人
研究③ 8歳2年生	男	122.2/1人	22200/1人
研究④ 9歳3年生	男	128.3/1人	24300/1人
研究⑤ 10歳4年生	男	134.2/1人	29000/1人

いまでもこの研究に、「フンは汚い」「子供が研究する題材にふさわしくない」と批判的な意見もある。けれども不要と思われているものほど、身近に必要なだったり、解明されていないことがあると思う。研究を応援してくれている家族から今回の研究を、「真面目に生き物と向き合った成果だね」「10世目まで命をつないだ事実は、これからの人生で役立つと思うよ。経験と自信を忘れず成長して行ってほしい」とほめてもらい、とてもうれしかった。自分ひとりではあきらめていたが、家族の協力のおかげで結果が出たこともたくさんある。

これまで家で育ててくれた生き物すべてが、会話はできないけれども新しい発見をプレゼントしてくれた。今回の研究をさらに追究していくと、カブトムシに必要な医学的な事実も見つかる気がする。これからもカブトムシのため、自分のため、みんなのために役立つ研究を続けていく。今年もカブちゃん、大・大・大・大・大好き!!

指導について

2歳10カ月から始めた飼育と研究が7年目を迎えました。ご評価いただいた事を大変嬉しく思うとともに、諦めずに最後までやり遂げた我が子を褒めてあげたいです。

「カブトムシのフンを食べてみたい」と言った時に「汚いから、お腹が痛くなるからダメ」と、一言で片付けるのは簡単ですが、それは大人の考え方や先入観であって、子供の純粋な気持ちや向上心を否定する事になります。

我が家では出来る限り、子供の視点に立って「なぜ?」という疑問に対して、「やってみる・挑戦してみる」気持ちを大切にしてきました。

しかし、ほとんどの実験や研究が予想外の結果に終わり、もがき悩むのですが、意外とその失敗が新たな発見に繋がりました。これからも新たな「なぜ?」に向かって、挑戦し続けてほしいです。

最後に、本作品の審査に携わっていただいた関係者の皆様方やこれまで応援してくださった皆様方に心から感謝申し上げます。 矢野伸也・聡美

審査評

文部科学大臣賞の受賞おめでとうございます。3歳未満児の時にイベントでいただいたカブトムシの飼育から、その飼育と魅力にはまり、難しい累代飼育に挑戦し、10世目まで飼育した探究心にあふれる研究成果です。3つの研究目標、①カブトムシのため、②自身のため、③人のため、という明快な目標設定を行い、カブトムシが出すフンの「甘い香り」に気づき、甘い香りを出すカブトムシがメスであることを見いだします。さらに人間でもメスが出産にむけて高血糖の状況を生み出すと推察し、「雌雄により、さらに年齢ごとの糖度の違い」を分析し、フンとの格闘が始まっています。昨年、3等賞を受賞していますが、医療用血糖値測定器で糖度を測り、ていねいに実験4と実験5を重ねてフンのデータを分析し、5作目の論文での受賞と不思議への解明への挑戦力に脱帽です。歴代の飼育してきたカブトムシへの感謝の言葉から、ご自身の成長を垣間見ることができ真実を追究する研究者としても尊敬できます。

審査員 小澤紀美子

# ヤドカリはどうして貝がらを脱いだのか？ — 三番瀬の溶存酸素量と生き物たちの研究 —

千葉県千葉市立緑町小学校 6年 中村蒼太

## はじめに

本物のヤドカリが貝がらを脱いで、新しい貝がらに引っ越しするのを見てみたい。そう思って、干潟へ行ったことがきっかけだった。初めて干潟へ行ったのは2023年12月、寒い日だったから、その時は生き物を見つけることができなかった。けれども干潟にはヤドカリ以外にも生き物たちが暮らしていることを知り、会ってみたいと干潟へ通い始めた。この研究は47回干潟へ通って、気づいたこと、考えたことをまとめたものだ。

## ヤドカリ・ハダカ事件

### ● ヤドカリとの出会い

ぼくが通ったのは、千葉県にある三番瀬という干潟だ。家から車で40～50分の距離にある。初めて行った日に、干潟にはスコップを持ってきてよいこと、見つけた生き物をつれて帰ってよいことを知ってうれしくなった。

2024年2月中旬くらいまでは、砂の中に隠れているコマツキガニを見つけるのに夢中になっていた。100匹以上のコマツキガニを観察した。2月下旬になると、アラムシロやハゼの稚魚が姿を見せ始めた。24年3月になって、会いたかったヤドカリにとうとう会うことができた。

3月5日、岩場に近い潮だまりで1匹のヤドカリを見つけた。ヤドカリがどう動くのかがわかってくると、他の個体もどんどん見つかった。50匹ほどのヤドカリを捕まえてつれて帰り、家で育てることにした。この時、見つけたヤドカリはユビナガホンヤドカリだった。

ヤドカリをつれて帰り、家の水槽に入れると、1匹のヤドカリがいきなり貝がらを脱いだ。本物のヤドカリを初めて見た日にヤドカリの体も見られるなんて運がいいぞと、うれしくなった。貝がらを脱いだヤドカリを別の入れ物に隔離し、新しい貝に入りたければ入れるように貝がら2種をそばへ置いた。

しかしそれからまもなく、他のヤドカリたちも次々と貝がらを脱いでいった。別の水槽に隔離すると、なかにはぼくが用意した貝が



千葉県にある三番瀬と溶存酸素量を測定する様子(右)

らをチェックして、ヒュッと入って引っ越ししてくれたヤドカリもいた。ヤドカリはこんなに貝がら脱ぐものなのかと思いつつ、さらにしばらく観察していると、そのうち1匹が目の前で脱皮した。

### ● ヤドカリはどうして貝がらを脱いだのか

ヤドカリが貝がらを脱いだのは、脱皮をするためかもしれない。そう思って、調べてみることにした。つれてきたヤドカリを3つの水槽に分けた。水槽①には貝がらを脱いで他



脱皮したヤドカリ

の貝がらに引っ越ししたヤドカリを入れた(5匹くらい)。水槽②は貝がらを着たまのヤドカリを入れた(30匹くらい)。水槽③には貝がらを脱いだままのヤドカリと空の貝がらを入れた(15匹くらい)。ザリガニの水槽に使っていたエアレーション(水に酸素を送り込む機材)がひとつだけあったので、①の水槽に入れた。

予想では、水槽①と②の様子は変わらず、水槽③のヤドカリは脱皮をするのではないかと考えていた。しかし翌朝、水槽②のヤドカリはすべて死んでいた。水槽③のヤドカリもほとんど死に、2匹が生きていたが脱皮はしていなかった。水槽①のヤドカリだけは元気だった。

しかもその翌日、ヤドカリを入れた水槽ふたつのうち、エアレーションが入っていない水槽にいたヤドカリが貝がらを脱ぎ始めた。また死んでしまうかもしれないとあせり、ひとつしかないエアレーションを移してみた。すると、ヤドカリは脱いだ貝がらを着てくれた。ところが今度はエアレーションがなくなった水槽のヤドカリが貝がらを脱ぎ始めた。この時、ヤドカリは溶存酸素量(水に溶けている酸素の量)が少ないと、貝がらを脱ぐのではないかと思った。

溶存酸素計を使って、ヤドカリが貝がらを脱いでいる

水槽の溶存酸素量を測定した。溶存酸素量は1.2mg/Lだった。エアレーションを戻してみると、しばらくして水槽のヤドカリはすべて貝がらを着た。この時、水槽の溶存酸素量を測定すると5.1mg/Lだった。エアレーションをいったりきたりさせて、何回か同じことを調べると、ユビナガホンヤドカリは溶存酸素量が1.2mg/Lになると貝がらを脱ぎ、約5.0mg/Lになると貝がらを着ることがわかった。エアレーションを買い足して両方の水槽に入れてからは、どちらの水槽のヤドカリも貝がらを脱がなくなった。溶存酸素量が少ないと貝がらを脱いだほうが呼吸しやすいのかもしれないし、息苦しくなると貝がらが重くて背負えないのかもしれない。

## 干潟の溶存酸素量

### ● 干潟の溶存酸素量を調べる

ここまでの研究で、ヤドカリにとって溶存酸素量が大事だということはわかった。干潟にはさまざまな生き物がいるが、干潟の溶存酸素量は高いのではないだろうか。それを確かめるために24年5月5日から7月31日までの間に13回、三番瀬の①～⑤の地点で溶存酸素量を測定して記録することにした。



その結果、全期間の干潟全地点の平均溶存酸素量は7.2mg/L、エアレーション入りの水槽の濃度より高いことがわかった。月ごとの全地点平均は5月7.8mg/L、6月7.1mg/L、7月7.0mg/L。暑くなると溶存酸素量が減るのがわかる。気温が上がると水温が上がると溶存酸素量が減ることは、前回の研究でも確かめた。7月の地点別平均溶存酸素量を見ても岩にさえぎられて水温が上がりにくい⑤(岩場)が、他の地点より高い結果が出た。

### ● 溶存酸素量が高い地点に生き物が多い？

干潟の溶存酸素量を測定する時、干潟のなかでも溶存酸素量が多い地点に生き物が多いのではないかと予想していた。しかし、結果はそうではなかった。5月にはまだ⑤(岩場)の溶存酸素量は低かったのだが、たくさんの生き物が棲んでいた。生き物にとって酸素は、ある一定量は必要だが、あればあるほど暮らしやすいものではないからだと思う。

### ● 干潟の地点別平均溶存酸素量 mg/L

	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤
全期間平均	7.5	7.4	7.1	7.3	7.0
5月	10.0	8.8	8.0	7.3	6.7
6月	7.5	7.0	6.8	7.7	6.7
7月	7.0	6.7	6.7	7.0	7.4

## その他の研究

24年7月7日、東京湾に青潮が発生した。溶存酸素量や水質などがどうなるか、千葉ポートパークの海水を調べたが、酸素量や水質に影響はなかった。海藻や植物プランクトンが酸素を補うと予想して実験で調べたが、立証できない。ただ、植物プランクトンは明るい間は光合成をして酸素を発生させるけれど、暗くなると逆に呼吸で酸素を使っていることがわかった。植物プランクトンの異常発生は赤潮の原因にもなる。植物プランクトンが増えすぎないようにプランクトンのエサとなるチッ素やリンを食べて水を浄化するのが、アサリなどの二枚貝だ。米の研ぎ汁でにごらせた海水にアサリを入れて調べると、アサリが多いほど早く澄んだ海水へと浄化した。

## 指導について

「ぼくが溶存酸素に興味を持ったのは、かっこいい理由ではなく、悲しい出来事がきっかけです。」蒼太が干潟の生き物を守りたいとプレゼンテーションした時の言葉です。ヤドカリの飼育がうまくいかず、どうしてだろう、かわいそうなことをしたなという気持ちからこの研究が始まりました。

蒼太は3年生の時に干潟に出会い、初めて見る生き物たちの世界に引き込まれていきました。毎週干潟に通い、リビングは水槽で埋まり、学校から帰ってきてはずっと生き物の世話をしていました。夜中にエアレーションが抜けていないか心配になって水槽を見に行く息子に驚いたり、逃げ出したカニのカサコソという音で目が覚めたりしたこと一度や二度ではありません。

研究では思ったように結果が得られず落ち込んだこともありましたが、小さな発見の積み重ねを楽しむ姿勢が表れた研究になったと感じています。息子を応援してくださいました皆様にお礼申し上げます。

中村いずみ

## 審査評

この研究は東京湾の三番瀬で採集して飼育したヤドカリが一斉に貝がらを脱いで死んでしまうという事件をきっかけとして行われました。最初、貝殻を脱ぐのは脱皮するためという仮説を立てましたが、そうではなく、何かの原因で死んでしまう前触れであるということに気づきました。そして、飼育条件を変えて比較観察することにより、その原因は飼育環境に溶存酸素が不足することにあるという結論に達しました。この実験は論理的にうまく組み立てられており、この研究でも評価される点です。

さらに、三番瀬の生態系が海水の溶存酸素とどのような関係にあるのか考える目的で、溶存酸素量の地理的変化や季節変化、実際に起こった青潮の時の溶存酸素量や水質を調べました。また、植物プランクトンが酸素を供給しているのか、二枚貝の海水浄化作用などを実験的に調べています。こうしたことはすでに明らかになっていることの追試験ですが、今後、生態系について調べ、考えていく上でなくてはならない基礎知識であり、本人にとって貴重な体験となったでしょう。 審査員 邑田仁

# ヤエヤマツダナナフシ3年間の挑戦

京都府京都市立西院小学校 1年 矢野愛春香 4年 矢野翔大

## 研究のきっかけ

私の兄は3歳になる前から昆虫や生き物を飼育していて、いまはカブトムシのフンの研究をしている。私は生まれた時から昆虫や生き物と一緒に生活していて、いつか兄のような研究をしたいと思っていた。ある時、兄が書いたカブトムシの論文が賞を受け、その副賞としてもらった2匹のヤエヤマツダナナフシがわが家にやってきた。2021年3月、2匹のナナちゃんに初めて出会った。

早速、体長を測ってみると、12cmと15cmだった。

図鑑で確認すると、ナナちゃんの体長は102～119mmとあるから少し大きいのかな。ナナちゃんが発見されたのは比較的最近の1989年、沖縄県の西表島や石垣島などで暮らしている。亜熱帯や熱帯の海近くに生えるアダンという植物が好きで、アダンの葉を食べたり隠れたりする。隠れていると、葉に溶け込んでいて見つけるのが難しい。ナナちゃんはメスだけで繁殖ができるからほとんどがメスで、オスは滅多に見つからない。わが家のナナちゃんもメス、いつかオスに出会えたらいいな。

今回は2021年から現在まで、その生態があまり知られていない、ナナちゃんの飼育記録をまとめてみた。



## 謎だらけのナナちゃんを育てる

### ● ナナちゃん1世の飼育記録

初めて会ったナナちゃんを狭いプラスチックケースから出したら、のびのび歩いてくれた。手に乗せたら思ったより速い動きで腕まで登ってきた。ナナちゃんに触るとナナちゃんはブシュッと白い液を噴射し、それが手にかかった。湿布のような強いにびにびっくり!!

どの昆虫も狭い虫かごで一生涯を終えるのはかわいそうだから、家族みんなでナナちゃんのために手作りの昆虫ハウスを作った。縦35cm×横42cm×高さ91cmで、上からも横からも開けられる。21年3月19日に、ナナちゃんを昆虫ハウスに移した。沖縄から空輸したアダンの鉢を入れると、葉っぱの隙間に上手に隠れていた。

2匹のナナちゃんはとても臆病で、みんなが寝静まると暗くなると、カリカリ音を立ててアダンの歯を食べて

いる。毎日よく食べるので4月24日には、たくさんあった鉢の葉っぱがほとんどなくなってしまった。新しいアダンの鉢植えを買ってもらって、交換した。

なついてくれるとかわいいけど、なつくまでに時間がかかった。手を入れるとブシュッ、体に触れるとブシュッ、白い分泌液をかけられる。ある時、夜に白い液をかけられなくなり、スポイトや硬い葉を口元に近づけると飲んだり食べたりしてくれた。とてもうれしかった。

白い液は上半身から噴射していて、観察すると頭部のつけ根にムニユム動く部分がある。そこにはスクリューが中にあるような開閉する突起があった。

そのころ、ハウス内に脱皮した皮を見つけた。ナナちゃんは皮の一部を食べているようだ。おいしいのかな。脱皮が終わると羽が伸び、成虫になっていた。

そして、ナナちゃんが成虫になってまもなくの5月5日、フンにまぎれて4個の卵を発見!! こどもの日に見つけた。卵はフンや土と同じ色で、見つけるのは宝さがしのような感じだった。それからナナちゃんは、全部で42個の卵を産み続けてくれた。卵はケースの仕切りに1個ずつ入れて、乾燥しないようにキッチンペーパーに含ませた水で湿らせて、観察を続けた。

ところが卵が孵化する前の7月20日と7月31日、母親のナナちゃんが2匹とも死んでしまった。だんだん動きがぶくぶくなって、最後は水やすりつぶしたアダンを口元に持って行ってあげていた。とても悲しかった。

### ● ナナちゃん2世の飼育記録

ナナちゃん1世が死んでしまった後、8月21日に初めて2世が誕生した。体長2.2cm、No.14の卵。卵の大きさ7mmに比べ、大きいことにびっくりした。生まれた幼虫はケースの仕切りが狭すぎて、動きにくくしんどそう。心配になって残りの卵もすべて、より広いカップにそれぞれ移した。その後、幼虫は動くようにはなつたけれど、アダンも食べずに生まれて3日で死んでしまった。

8月22日、ナナちゃん2号が生まれた。今度の幼虫はとっても元気に動いていた。やったー!! おめでとう。2号は前足を入れて体長3.4cm、葉っぱの軟らかいところを口元に近づけたけど食べてく



噴射の瞬間



仕切りに1個ずつ入れた卵



れず、キッチンペーパーの水を飲んだ。次の日の朝、虫かごの下にフンを見つけた。フンがあるということは、アダンを初めて食べてくれたんだね。その後は次々と卵から幼虫ナナちゃんが孵化した。

幼虫には、最初からアダンを食べられる子と、食べられない子がいた。食べられない子には孵化直後、①水よりもアダンをすりつぶした汁をあげる、②アダンの汁と、すりつぶして軟らかくしたものの両方をあげる、③新芽をちぎって置き、これが①②と同じアダンだとしておいでわからせるようにする。毎日2時間かかるけど、この作業をやらないと、食べない幼虫はそのまま死ぬことがわかった。生まれて4日目までが、勝負だった。

生後20日目に、ナナちゃん2号は脱皮して2齢幼虫になった。脱皮する前はあまりフンをしなくなる。その後、成虫になるまでナナちゃんは7回の脱皮を繰り返し返す。12月15日にどきどきしながら観察した幼虫の脱皮(5齢から6齢へ)時間は42分間、22年4月17日に観察した幼虫の脱皮(7齢から成虫へ)時間は24分間だった。

ナナちゃん1世は2世に会う前に死んでしまったから、卵を産んだ後の2世を少しでも長生きさせようとがんばってお世話をした。すると、会えたね。長生きしてよかったね。ナナちゃんママだよー。2世ママと3世幼虫の親子と一緒にハウスに入れるのは心配だったけれど、仲よく問題なく過ごせた27日間だった。元気だったナナちゃんママも、食欲がなくなって動きがぶくぶくなる。ナナちゃんとお別れは成虫になってから、1世目が111日目、2世目が131～238日目だった。

### ● ナナちゃん2世から3世へ

ナナちゃん2世は42個の卵から14匹が孵化して、4匹が7回脱皮して成虫になった。生後何日目に脱皮するかは幼虫によって違ったけれど、4匹は生後204～218日目に成虫になった。成虫になった4匹の2世は合計333個の卵を産んでくれた。333個の卵から今度は206匹のナナちゃん3世が孵化して、58匹が成虫になった。成虫の数は増えただけれど、孵化した幼虫が成虫になる率を2世と3世で比べてみると、2世が28.5%、3世が28.1%で大きく変わらなかった。

## 実験でわかったこと

この研究では、ナナちゃんの生態をもっとよく知るために、実験も行った。実験1ではナナちゃんのエサになるアダンの葉に酢、酒、砂糖水(1対1)、塩水(1対1=海水濃度に合わせた)を塗って、ナナちゃんが葉を食べるのかを調べてみた。その結果、酢、酒、砂糖水、塩水

が塗られた部分だけは48時間たっても食べなかった。

実験2では、ナナちゃんがアダン以外の物も食べるのかを調べた。一般に、ナナちゃんはアダンしか食べないといわれている。わが家はアダンを沖縄から取り寄せて育てているけれど、夏は枯れたり冬は育たなかったりと大変だった。代わりに野菜があれば心強い。ナナちゃんにミニレタス、ニラ、ツバキ、コマツナ、ユッカ、ネギ、コマツナ、ユズをあげて観察した。その結果、ニラとユズを食べることがわかった。一番よく食べたのがユズで、フンがユズの香りになった。

実験3と実験4では、ナナちゃんが噴射する分泌液の色が温度の違いで変わること、分泌液は酸性で加える液体の成分によっても色が変わることなどがわかった。

最後に、今回は兄と研究ができて楽しかった。ナナちゃん、3年間いっぱい教えてくれてありがとう。死んでしまうと泣いてしまうから、少しでも長生きしてね。

## 指導について

参考資料や文献が少なかつた為、試行錯誤しながら手探りで飼育を続けてきました。全ての事が未知の体験ばかりで、虫から教わりながら成長した3年間でした。昆虫好きな兄の影響で、娘も物心ついた頃から家中の生き物と関わり育ちました。その中でもヤエヤマツダナナフシは、特にお気に入り大切に育てた分だけ死に直面した時の感情移入は、幼いながらの葛藤がありました。それだけ我が家では、虫と人間の垣根を越えた関係でした。その体験と記憶を忘れないよう、記録だけに留まらず、娘らしい感性と観点で、区切りには分かりやすく伝えるよう、折り紙や絵を交えて表現した作品となりました。結果に関係なく、常に好奇心と探究心を持ち続け、不思議や驚きを全身で受け止めて表現する娘は愛おしく、これからも生き物に対する愛情を持ち続けてほしいです。

最後に、本作品の審査に携わっていただいた関係者の皆様方から心から感謝申し上げます。 矢野伸也・聡美

## 審査評

愛春香さんとお兄ちゃんの翔大さんが共同で取り組んだヤエヤマツダナナフシの3年間の飼育記録です。この兄妹が住む京都は冬に寒くなるので、ヤエヤマツダナナフシのような亜熱帯性の昆虫の飼育には適していません。また、このナナフシの餌となるアダンを沖縄から取り寄せるなど、二人はさまざまな工夫と努力をして3世代目までの飼育に成功しました。その間に、産卵の様子や卵の孵化、幼虫の脱皮などを詳しく観察しました。また、ヤエヤマツダナナフシがアダンのほかにユズとニラの葉も食べることを実験で突き止めたり、刺激を受けた時に体から噴き出す白い液体の性質を調べたりしています。この二人の観察力は優れていて、見逃してしまいそうな細かいことまで記録できています。ヤエヤマツダナナフシの生活史はあまりよく分かってはいないので、この飼育記録は専門家にも貴重なデータになると思われます。

まとめの文章には年齢的な拙さもありますが、全編を通して二人のほのぼのとした「ナナフシ愛」が感じられ、とても好感が持てました。 審査員 友国雅章

## ぼくとクロゴキブリのちえくらべ

千葉県四街道市立みそら小学校 4年 太田竜暉

## 研究のきっかけ

小学2年生の時、モリチャバネゴキブリの研究を始めた。小学3年生の時は、クロゴキブリについて調べた。クロゴキブリは、家の中でよく見かける種類のゴキブリだ。ゴキブリ研究の楽しさは、発見や驚きがたくさんあること。他の虫に比べて情報が少ないから、小さなことでも大発見に思える。その発見を周囲に話すと、とてもびっくりされる。それだけゴキブリの情報は、知られていないんだなと感じる。嫌な面だけでなく、かわいい一面も知ればゴキブリの見方は変わる。ゴキブリの命も、人間と同じ命だ。見方が変わればゴキブリが無駄に殺されずにすむので、ゴキブリ嫌いな人にも読んでもらえる論文を書きたいと思った。

## 産み落とされる卵鞘の研究

クロゴキブリに限らずゴキブリは、1度交尾すると一生分の卵を産むことができる。クロゴキブリの卵はがま口のような形の卵鞘に数十個入っていて、卵鞘は卵を乾燥や天敵から保護する役割を持っている。メスは卵鞘を腹の端にしばらく保持した後産み落とす。産み落とされた卵鞘から、数週間から1か月で幼虫が孵化する。

前回の研究で、クロゴキブリが卵鞘を産み落とすところが見たくて、腹に卵鞘を持ったゴキブリを空の透明プラスチックケースに移して観察した。しかしなかなか産み落とさないので紙の屏風を入れると、すぐに屏風の下に卵鞘を産んだ。メスが卵鞘を産むには、隠し場所が必要なかもしれないと思った。

## ●卵鞘の観察1

今回は、卵鞘を産むには隠し場所があるという仮説を確かめるための観察をした。観察の方法は、飼育ケースのゴキブリが卵鞘を持ったら、ピックアップして空の透明プラスチックケースに入れる。プラスチックケースのなかで卵鞘を産み落とすまで観察を続ける。観察したゴキブリは学校で捕まえた建物系ゴキブリと、森林公園で捕まえた森林系ゴキブリだ。隠し場所がないケースで卵鞘を産み落とすことはなく、腹の端の卵鞘から幼虫が生まれてくるのではないかと予想していた。

2024年8月2日、建物系ゴキブリ①に卵鞘を確認し、



建物系ゴキブリ①

プラスチックケースに移して観察を始めた。卵鞘の色がクリーム色から茶色になったが、8月5日になっても産み落とされてはいない。フンをしていたので8月6日の夜に粉末状のエサをあげようと思ったら何と、卵鞘が床に落ちていた。ケースを持ち上げたらコロコロと転がった。

続いて森林系ゴキブリ①に卵鞘を確認したため、8月4日にプラスチックケースへ移した。ところが8月6日の昼、わずか2日後に卵鞘を産み落とす。ただ森林系①の場合、産み落とす卵鞘をケースの底に固定していた。産みっぱなしではなかった。

森林系ゴキブリ②の場合は8月6日にケースに移したが、翌日の昼過ぎにコトーンという音とともに産み落とす。森林系②は張りついていたケースの天井から下りてきて、慌てた様子でケースの中を歩き回っていた。そして卵鞘のそばに行くと、卵鞘をペロペロとなめ回す。あまりに驚いたため時間を計り忘れたが、たぶん10分くらいはなめていたと思う。



卵鞘をペロペロとなめる

ゴキブリはこうやって卵鞘を固定するのかな、と思った。森林系②が卵鞘から離れたので、ケースを斜めにしてみたら、卵鞘は落ちなかった。調子に乗ってケースを逆さまにしたら、コトーンと落ちてしまった。すると森林系②は卵鞘を口にくわえて動かし、いまは底になっているふたの中央にペロペロと卵鞘を固定した。もうくっついたと思ってケースを元に戻すと、コトーン、またやってしまった。3度目はペロペロはしてくれず、固定しようとしなかった。

## ●卵鞘の観察2

隠し場所がなければ卵鞘は産まないという予想を外れてしまったが、建物系ゴキブリと森林系ゴキブリでは卵鞘を産むまでの日数や、産んだ後に固定するかしらないかの違いがあった。この違いは生活環境の違いからくるのではないかと。学校や家など建物にすんでいるゴキブリの最大の敵は人間だから、卵鞘を産む安全な場所を時間をかけて探すことが大事で、産むまでに時間がかかる。安全な場所に産むなら固定する必要もない。森林にすむゴキブリの天敵は多い。自然災害の影響も受ける。卵鞘はなるべく早く産み、固定する。

そう予想して観察を続けたが、建物系も森林系もみな

## ●卵鞘の観察1と2の結果

ゴキブリの種類と名前	腹の端から離れた日数	卵鞘を固定したか
建物系	建物系①	5日 固定しない
	建物系①か②	4日 固定しない
森林系	建物系①か②	不明 固定した
	森林系①	3日 固定した
	森林系①	1日 固定した (はがれた)
	森林系①	3日 固定した
森林系②	2日 固定した (妨害され失敗)	

さん、卵鞘を産まなくなりました。空の透明プラスチックケースで1匹ずつ暮らしているせいで、ストレスがかかっているのではないかと。ももとの生活環境に近い飼育ケースを作り、それぞれ集団で飼育することにした。建物系ゴキブリの飼育ケースは紙のたまごパックを床に置き、壁にも立てかける。森林系ゴキブリの飼育ケースは腐葉土やくんたなどを混ぜたものを床材にし、木の皮や枯れ葉を入れる。エサはどちらも昆虫ゼリーを使用した。



建物系(上)と森林系飼育ケース

ゴキブリを移して飼育をスタートさせると8月23日、森林系飼育ケースの森林系ゴキブリ①に卵鞘が確認できた。ところがその日の夕方、森林系ゴキブリ①の卵鞘は消えていて、どこを探しても卵鞘は見つからなかった。森林系①自身が食べた、仲間のゴキブリが食べた、幼虫が食べたなどさまざまな可能性が考えられる。

8月25日には建物系ゴキブリの飼育ケースで、たまごパックに産みつけられた卵鞘を見つけた。今度は卵鞘を持っている個体を確認できていなかったため、産むまでの日数はわからなかった。ただ、卵鞘は芸術的に産みつけられていた。たまごパックのくぼみにきれいに納まり、表面にはたまごパックがくっついていて、カモフラージュされているようだった。

その後も森林系ゴキブリが卵鞘を産むところを観察でき、すべての観察結果をまとめたのが上の表だ。森林系ゴキブリが建物系ゴキブリより早く卵鞘を産むという予想は正しかった。建物系ゴキブリは卵鞘を固定しないという予想は間違っていた。ゴキブリは卵鞘を固定するだけでなく、周りのものでカモフラージュすることがわかった。

## ゴキブリツリーの探索

今回の研究では、他にもさまざまな観察や実験を行ったが、思ったような結果が出ないものが多かった。

成果を上げたのはゴキブリツリーの研究だ。ゴキブリツリーというのは、ぼくがつけた名前です。屋外の公園などにあってなぜかゴキブリが集まる木のことだ。この研

究が始まるまで、4本のゴキブリツリーを探しあてたが、人からヒントをもらって発見したものだった。今度は自分の力で見つけ出すことを、夏の間のミッションにした。

昼間にゴキブリがいそうな木を探しておく。ゴキブリの気持ちになって、ウロや隠れスペースがある木を探す。昼に目星をつけた木の元へ夜に行き、ゴキブリがいるかどうかを確かめる。発見済みのゴキブリツリーのところも訪れて、手がかりを探った。すると、予想が大当たり、新しいゴキブリツリーを発見した!!

発見したゴキブリツリーの特徴は、樹液はなし、ウロなし、隠れスペースあり、カブトムシはいない、落ち葉はないが雑草はあるという木だった。新しく見つけたゴキブリツリー



## 指導について

「ゴキブリをすきな人をふやして、ゴキブリがごろされないようにまもってあげたいとおもいます」、これは、ゴキブリ研究を始めた頃に息子が記した研究動機です。生け捕り用の罠を作るところからスタートした研究も、今年で3年目になりました。夜の森に一緒に行ったり、実験中にゴキブリが脱走しないように目を光らせたりと、指導とは程遠いサポートではありましたが、無限に広がっていく自由な発想や、自分の手と目で確かめたいという強い気持ちを大切に、一番近くで息子の研究を見守ってきました。試行錯誤を繰り返し、少しずつ進んでいく研究。その中で偶然目にするゴキブリの生態に魅了され、生まれる新たな疑問、更なる実験…と、研究はどんどん深まってきて感じます。今回の「ぼくとクロゴキブリのちえくらべ」では、ゴキブリに軍配が上がったようですが、幅広い知識を携えて、ぜひ再挑戦してほしいです。ワクワクする実験と驚きの結果に期待します。

太田千絵

## 審査評

2年前から始まったゴキブリの研究。研究の動機には、「調べれば調べるほど、新たな発見や疑問が生まれてくる」「ゴキブリの命を大切にしたい」「ゴキブリ嫌いな人に読んでほしい」など、研究の動機からも継続してゴキブリの研究を進めることができた原動力を感じることができました。

身の回りで捕まえたゴキブリと自然の中で捕まえたゴキブリを比べながら、卵しょうの産み落とし方について調べることができました。自然の中で、ゴキブリが集まる木を見つけたことから、ゴキブリが1つの木に集まる理由についても様々な角度から調べることができました。研究のまとめでは、自分の考えだけでなく、ゴキブリの気持ち予想図として、ゴキブリの気持ちになって実験結果からの考察を書いている所も研究に対する思いが伝わってきました。

審査員 飯田秀男

## 空気の流れて高くとべ!! ぼくのオリジナルドローン

富山県高岡市立牧野小学校 3年 鼎 聡史

### 研究の動機

小学2年生の前回、スーパータケコプターを作る研究をし、最も高く飛ぶ羽を見つけることができた。今年度はその成果を生かし、ドローンを作る研究をしたいと思った。スーパータケコプターの羽は軽い素材で作ったため、飛行中にゆがんだり、飛ばし続けるうちに角度がずれたりした。この課題を解決するため今年度は、3Dプリンターを使ってドローン作りを追究したいと思った。

### 最適な羽を見つける実験

研究は実験でドローンに適する羽を確かめながら進めるが、その方法は以下のとおりだ。

- ①3Dプリンターで作った羽を小型モーターで回し、回転の前後で軽くなった重さを浮いた重さとする。
- ②測定はひとつの羽に対し20回行い、平均を求めらる。
- ③それぞれの羽に3枚羽なら①②③、2枚羽なら①②と識別番号をつける。
- ④同じ条件の羽を3つ作り、合計60回の測定から考察する。

#### ●3枚羽を試す実験1～2

実験1でまず、3枚羽を作って性能を確かめた。3枚の羽の長さそれぞれ3cm、幅1cm、厚み2mm、傾き30度の3枚羽を3Dプリンターで作製した。羽を支える台は直径8cm、厚さ1cm、中心の支柱の長さは10cm、直径1cmだ。支柱に小型モーターを入れる穴を設け、完成させた羽と台を電子ばかりの上にセットして実験を始めた。実験2では実験1から羽の傾きだけを10度、20度、30度と変えたものも作り、その性能を確かめた。

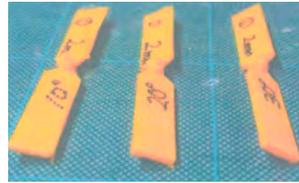
実験1ではモーターを回転させると最初はカチカチ音がしていたが、そのうち音がしなくなった。少しずつ浮いているのだと思う。羽の枚数や形、長さ、厚みを改善し、全体に軽くできればもっと高く飛ぶのではないか。羽の角度も変えて、最も効率のよい羽を探す。

羽の角度を変えた実験2では20度が最も浮き、30度より浮いたので、羽を傾けすぎてもよくないとわかった。しかし20度の羽でも3g程度しか浮かない。前回の研究で2枚羽はバランスが悪く、左右に飛んで上がらなかつ

たが、今回は羽を最終的にドローン本体とつなぐため左右に飛ぶことはない。今回は軽い2枚羽を中心に研究することにした。

#### ●2枚羽を試す実験3～7

実験3では2枚の羽の長さそれぞれ3cm、幅1cm、厚み2mmで羽を作った。羽の傾きは10度、20度、30度と変えて、それぞれ性能を確かめた。結果、どの羽もあまり浮かなかった。2枚羽は浮力をうながす空気が生まれにくいかもしれない。

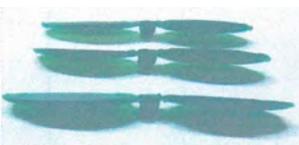


実験4では2枚の羽を三角形に折り曲げ、空気が中心に集まるようにした。長さや幅、厚みが実験3と同じ羽に、10度、20度、30度の三角形の傾きをつけ、それぞれ性能を確かめた。その結果、すべて少ししか浮かず、この羽の形では違いがないことがわかった。羽の先を折り曲げれば、もっと空気を取り込めるかもしれない。

実験5では2枚の羽の幅と厚みは同じだが、羽の長さを4cmにして羽の先を折り曲げた。折り曲げる角度を10度、20度、30度、40度と変え、性能を確かめる。その結果、三角に折り曲げたより、先端を折り曲げたほうがよく浮くことがわかった。なかでも10度と40度が浮きやすい。しかし、ドローン本体を持ち上げるほどの力ではなかった。次は羽の形を楕円にしようと思った。

実験6は羽の形を楕円に変えた。羽の長さ3cm、幅1cm、厚み1mmとし、羽に10度、20度、30度の傾きをつけ、それぞれ性能を確かめた。その結果、羽の形は四角より楕円がよいとわかった。羽の傾きは10度の方が最も浮いた。しかし、まだドローン本体を持ち上げる力はない。本物のドローンや飛行機、ヘリコプターの羽を図鑑で調べたところ、羽の上が少しふくらみ、下は平べったい形をしていることに気づいた。

実験7は長さや幅は実験6と同じ。羽の厚みを2mmに変え、羽の上にふくらみをつけた。羽に0度、10度、20度、30度の傾きをつけ、それぞれ性能を確かめた。その結果、傾き10度の羽が平均3g浮いた。羽が回っている様子がそれまでで最もきれいだった。空気がスムーズに流れているからだと思う。この結果を生かし、モーターを大きくしてドローンにすることにした。



### 最適なドローンを見つける実験

実験7で作った羽を本体に取り付け、ドローン本体が浮くかどうかを調べる実験は、次の方法で行った。

- ①3Dプリンターでドローン本体を作る。
- ②本体に羽とモーターを取り付け、電子ばかりにのせてテープで固定する。
- ③モーターの回転前と回転中の重さを調べ、軽くなった重さを浮いた重さとする。
- ④ひとつの条件について20回データを取り、平均で比べる。

#### ●実験8～9

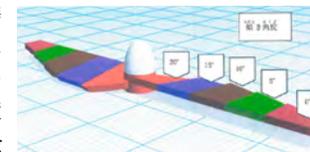
実験8ではドローン本体に実験7の楕円形でふくらみのついた長さ3cm、幅1cm、厚み2mm、傾き10度の2枚羽4枚を取りつけた。モーターを使って1Vの電圧で1.2A、1.6A、2Aの電流を流し、その性能を確かめた。1.2Aから1.6Aに電流を上げた時、かなり軽くなった（浮いた）ため、2.0Aではもっと軽くなると予想したが、羽が折れて取り替えるとかえって重くなった。替えた羽の回転が悪かったことが原因と考えて羽を磨き、なめらかにして同条件で試してみると、1.2Vの電圧2.0Aで初めてマイナスの重さとなった。マイナスの分だけ、本体が浮いたといえる。2枚羽4枚ではなく、3枚だけ取りつけるドローン本体でも確かめたが、4枚ほどの浮力はなく、回転中に本体が震えることがあった。実験9で2枚羽3枚と2枚羽4枚ではどちらが横ずれするかを調べると、3枚のほうが横ずれする結果となった。

#### ●実験10以降

実験10以降は、2枚羽4枚搭載のドローン本体を使い、横ずれを防ぐ安定性を求め、4枚のうち向かい合う2枚の羽を逆回転するように設定して実験を進めた。そのうえで、羽の厚みを増やしたり、羽の傾きを15度にしたりにして確かめたが、安定してよく浮く結果は出なかった。

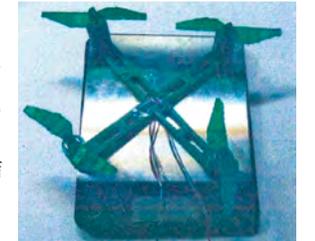
風の専門家である富山高等専門学校の榎伸司元教授にうかがうと、回転するプロペラの羽の形は中心近くの傾きを深く、先端に行くほど水平にし、浮力がほとんどない先端は軽くするため細くしたほうがよいそうだ。風の流れをよくするために、羽をなめらかに磨くことも大切だという。

実験13以降は、下の図のように羽に20度から0度の傾きをつけ、羽を磨かなかった場合、磨いた場合それぞれで性能を確かめた。羽の傾きを15度から0度に変え、磨かなかった場合、磨いた場合でも試してみた。その結果、中心の傾き20度で先が0度の羽は浮く力が15.8g



あった。傾きを少しずつ変えた羽は本物のドローンの羽と比べ、67.5%の浮く力があることがわかった。磨くと回転は滑らかに音も小さくなったが、この研究の実験の場合は磨いたからといって著しくよい結果が得られたわけではない。回転も速ければ浮くというわけではなく、その羽にとって最もよい回転数があるとわかった。

ドローン本体は実験を進めるにつれ軽量化し、最終的にはモーター台の高さ2cm、四角形の穴を空け軽量化したうえで1cm×0.5cm×6cm、全体12cm×12cm×2cmの4モータードローン4号を作るようになった。ドローン本体はなるべく軽量化したほうがよい結果だった。



### 指導について

本人が昨年度取り組んだプラコプターの研究成果を活かし、空飛ぶ車を作りたいという願いから始めました。研究では、実証性、再現性、客観性を担保するため、同じ設計図で作った羽を複数用意し、1つの羽につき20回の実験を行いました。また、同じ形状の羽を製作したり、昨年度の課題であった強度を改善したりするために、3Dプリンターを利用していました。考察では空気がどのように羽の表面を流れているのかを考えるようになりました。そして、空気がスムーズに流れるように無駄な抵抗を無くすこと、かつ羽に上向きの力が働くために空気を捉えるような抵抗が必要であることを考えていました。さらに、回転しながら浮力を得るために羽の根元と先端の幅や傾きが重要になることが分かってきていました。このように、見えない風の流れを意識して細かく条件を整えていくことを大切に組み立てていました。研究を通して、ドローン技術がいかに高度であるかを実感し、一層追究意欲を高めていました。

鼎 裕憲

### 審査評

作品として送られてきた箱の中にドローンに用いるオリジナルな部品がたくさん入っていましたが、それらの精緻さに感心しました。ドローンを飛ばすために、羽の形、全体のバランス、羽の回転数などについて実験をくり返し、詳しくデータを取り最適条件を求めていました。それによると、羽の形はだ円より山形、厚み2mm、長さ3mm、幅1cm、傾き10°のとき自重より強い浮く力をもつこと、回転速度は羽によって決まること、4つの羽をつけるとバランスが良く、本体を回転させないためには4つの羽の相対する組で回転の向きを反対になるようにモーターをつなげることなどを調べています。

自らの興味関心に基づく研究は、好きこそものの上手なれ。のたとえのように、概して良い成果をもたらせますが、本研究もその一例だと思います。

今後、農業、災害、工業、医療、福祉などの幅広い分野での応用があるドローンの研究が進むことを期待します。

審査員 秋山仁

# お口の中を見てみよう

## — PART3 —

茨城県リリーベール小学校 3年 木住野稜一郎

### 研究のきっかけ

ほくは幼稚園の時、歯医者さんから「口の中には生き物（菌）がいる」という話を聞き、菌に興味を持った。

小学1年生の時、口の中の菌を顕微鏡で観察し、小さな菌を見ることができた。

2年生の時は口の中のどの部分に菌が多く存在するのか、場所によって存在する菌が違うのか、菌みがきやマウスウォッシュで菌を減らすことができるのかを調べた。その結果、口の中の菌は菌や唾液より舌の上に多く存在して、ゼロにすることは難しくても菌みがきや舌みがきで減らすことができるとわかった。

口の中に存在する菌の種類は、場所や年齢、食べているものによっても違いがありそうだ。さまざまな菌が口の中でコミュニティを作っており、清潔を保つためには毎日の菌みがきケアが大事だとわかった。

今回の研究は、どんな場合に菌が増えるのか、また菌は本当に菌を溶かすのかを、母に協力してもらい調べた。

### どんな場合に菌が増えるか

#### ●実験1の方法

父、母、ほく、第1、第2の菌垢をつまようじでかき出し、それぞれ水400mlが入った1.5mlチューブに入れてよく溶かす。それぞれの菌垢水溶液を60mlずつ、粉寒天と水を火にかけて作った固形寒天培地にまぶして培養した。培養する時、「砂糖水溶液」「塩水溶液」「酢水溶液」「重曹水溶液」「砂糖と塩の水溶液」「砂糖と酢の水溶液」「砂糖と重曹の水溶液」「塩と重曹の水溶液」「水」をそれぞれ、菌垢の固形寒天培地に加えたものを用意した。砂糖などの水溶液濃度はいずれも30%だ。

固形寒天培地を37度に設定したたまご孵化器で24時間培養し、できたコロニー（菌の塊）の数を数えた。コロニーの数が多きほど、菌が多いと判断する。そのほか培養の前後に、pH試験紙でそれぞれの培地のpH（液体がアルカリ性か酸性かを示す尺度）を調べて記録した。「甘いものを食べると虫菌になるよ!」とよく言われていたので、砂糖を加えたもので菌がよく増え、砂糖に酢や塩、重曹を混ぜたものは砂糖だけの場合より菌が増えると予想していた。

#### ●実験1で集計したコロニーの数とpH値

	砂糖	塩	酢	重曹	砂糖+塩	砂糖+酢	砂糖+重曹	塩+重曹	水		
父	21	41	82	55	7	54	97	5	18	0	0
母	22	40	193	156	74	57	252	6	70	0	0
ほく	49	87	100	73	29	116	141	21	13	0	0
弟1	87	92	170	250	73	119	200	12	11	0	0
弟2	19	16	27	39	2	21	45	2	10	0	0
pH	6→6 ~6.5	6→6.5	3→5~6	8→9	6→6	3→5	8→7	7→8	6→7		

\*酢と水は2回培養した、pHは培養前→培養後の数値

実験1の結果、砂糖より塩や酢の水溶液のほうがコロニーが増えていた。砂糖より塩が多かったのは、使用した海水塩に含まれるミネラルが原因かもしれない。最も多かったのは酢で、酢だけより砂糖と酢を加えたもののコロニーが多い。酢を加えたもののコロニーはくりっとして大きかったが、他は小さなコロニーだった。また、水だけを加えたものには、コロニーが形成されなかった。

pHは培養前と培養後で著しい変化はなかったが、酢の水溶液を加えたものは培養前の3から培養後5や6になっていた（7が中性、7より小さい数字は酸性、7より大きい数字はアルカリ性）。そのほか砂糖と重曹だけが培養後にやや酸性方向へ傾いたが、ほとんどは培養後にややアルカリ性方向へ傾くという結果だった。

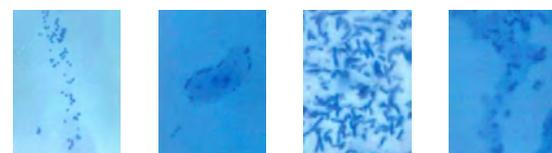
#### ●実験2

実験1で培養したコロニーを顕微鏡で観察した。観察したコロニーは菌垢に「砂糖水溶液」「塩水溶液」「酢水溶液」「重曹水溶液」を加えてできたものだ。

砂糖と塩を加えたものは円形や楕円形の菌、酢を加えたものは細長い菌が観察できた。重曹を加えた菌は酢の菌よりも小さかった。

#### ●実験1と2の考察

酢の水溶液を加えたものにコロニーが多くできたのは、固形寒天培地の性質が酸性に傾いていたからではないかと考えた。酢のpHが培養後、酸性から中性に近づいたのは、菌が増えることで酢が分解された可能性がある。砂糖と重曹を加えたもので唯一、pHが8から7と酸性方向に傾いたのは、砂糖で増える菌と重曹で増える



実験2の左から砂糖水溶液、塩水溶液、酢水溶液、重曹水溶液の顕微鏡写真

菌の性質が違うことが原因ではないか。顕微鏡写真を見ると、砂糖と塩、酢、重曹で菌の形や大きさが違う。菌によってコロニーが増えやすいpHの値も違うのではないかと思う。砂糖+重曹、塩+重曹でコロニーがあまり増えない結果から、菌はアルカリ性だと増えにくい可能性がある。

### 菌は本当に菌を溶かすのか

#### ●実験3の方法

菌に見立てた薄皮を取ったたまごの殻を、「砂糖水溶液」「塩水溶液」「酢水溶液」「重曹水溶液」「砂糖と塩の水溶液」「砂糖と酢の水溶液」「砂糖と重曹の水溶液」「塩と重曹の水溶液」「水」にそれぞれ沈め、たまご孵化器に36時間入れ、殻が溶けているかどうかを調べた。砂糖などの水溶液濃度はいずれも10%だ。

たまごの殻にフッ素入り歯磨き粉をまぶして軽く洗い流した場合、父や母、僕、弟1、弟2の菌垢を加えた場合など条件を変え、たまごの殻がどうなるかも調べた。たまごの殻がどのくらい溶けているかは、減少率を使って求める。

(元の重さ - 36時間後の重さ) ÷ 元の重さ × 100

減少率が大きいほど、溶けた量が多いものとした。

実験3の結果、砂糖と酢の水溶液に入れたたまごの殻は溶けていたが、他のものでは溶けなかった。フッ素入り歯磨き粉を加えたものは、どの水溶液でも溶けていない。酢の水溶液に菌垢を加えたものと、酢と砂糖に菌垢を加えたものは、フッ素があるなしにかかわらず、36時間後に水溶液がにごっていた。

#### ●実験4

実験3では「酢+菌垢」「酢+砂糖+菌垢」の水溶液はなぜにごっていたのか、顕微鏡で観察した。すると、菌が



実験の顕微鏡写真

#### ●実験3で求めたたまごの殻の減少率とpH値

培養の条件	砂糖	塩	酢	重曹	砂糖+塩	砂糖+酢	砂糖+重曹	塩+重曹	水
①各種水溶液とたまごの殻	2.41	0	5.31	0	1.49	2.45	0	0	0
①に父の菌垢を加える	0	0	0	0	0	0	0	0	0
①に母の菌垢を加える	0.48	0	4.46	0	0.98	3.98	0	0	0
①にほくの菌垢を加える	0.48	0	1.95	0	0.49	3.36	0	0	0
①に弟1の菌垢を加える	0.48	0	0.99	0	0.49	3.92	0	0	0
①に弟2の菌垢を加える	1.98	0	2.96	0	0.49	4.43	0	0	0
pH	6→7 ~8	6→6	3→6	8→9	6→6 ~7	3→6	8→7 ~9	7→7 ~8	6→7 ~8

\*下段は同じ条件で殻にフッ素をまぶして軽く洗い流した場合、pHは元→36時間後の数値

増えているのが確認できた。

#### ●実験3と4の考察

実験3の酢の結果から、水溶液が酸性の場合、菌が溶けやすい可能性があると考えた。砂糖だけでも、砂糖に菌垢を加えたものでも殻が溶けたことから、砂糖も菌も菌を溶かし、虫菌を進行させる働きがあると考えられる。にごっていた水溶液では菌が増殖していたが、フッ素が加わっている場合、にごっていても殻は溶けなかった。フッ素には溶け出したたまごの殻を、元に戻す働きがあるのかもしれない。アルカリ性の重曹が入った水溶液でも殻は溶けなかったため、菌を溶かす菌は酸性の環境で増えるのではないかと思う。口の中のpHは通常アルカリ性に保たれていて、食後は酸性に傾くことも実験で確かめた。歯磨きをするとアルカリ性に戻るため、歯の健康のために歯磨きや、だらだらと食べ続けられない習慣が重要だとわかった。

### 指導について

「口の中にバイ菌がいる、と言うけど本当にいるのかな?」という息子の疑問がきっかけで始まった自由研究も今年で3年目になりました。

1年目に顕微鏡で初めて口腔内細菌を見ることができた時は家族皆で喜んだのを覚えています。2年目では口の中のどの部分に菌が多く存在するのか、歯磨き粉やマウスウォッシュで菌を減らすことができるのか、口の中の場所によって存在する菌は違うのか、を調べました。3年目となる今年は、菌は歯を本当に溶かすのか?というのをメインテーマに実験を進めました。

小学生でもできる実験方法で試行錯誤しながら研究を進めました。予想と違う結果になることも多かったのですが、その度に頭を悩ませ考える姿はさながら小さな博士でした。泣き言を言うこともありましたが、諦めずに研究を続けたことで息子も一回り成長することができたと感じています。

これからも身近にある疑問に興味を抱き、探究し考えることを楽しんでほしいと思っています。 木住野貴子

### 審査評

幼稚園の時に歯医者さんから聞いた口の中の菌のななしをきっかけに始めた研究です。これまでの2年間で口の中の菌の存在や種類について調べたことから、3年目の研究は菌を減らす方法やその働きについて調べました。

実験では、塩や砂糖など9種類の水溶液を使ってどのような条件で菌が増えるかをpHと関連付けながら調べ、考えをまとめることができました。菌が歯を溶かすのかを調べる実験では、家族全員の菌垢を使って卵の殻が溶ける様子を観察し、菌は、酸性の環境で増えるのではないかと考えをもちました。続く実験では、家族全員の食前、食後と歯磨き後の口内のpHを調べ、食後に口内が酸性になっていることを確認しました。それぞれの取り組みから家族の健康も大切にしたいとの思いが伝わってきました。実験で分かったことを日々の健康な生活と結び付けることができた素晴らしい研究になりました。 審査員 飯田秀男

# ニホンイシガメの`利き、の研究 Part III

宮城県聖ドミニコ学院小学校 5年 阿部英明

## 研究のきっかけ

2018年11月から、家でニホンイシガメを飼っている。18年8月生まれのオスで、名前をぼんちゃんという。ぼんちゃんには3歳まで、一口で食べられる大きさの「カメのエサ」を与えていた。

22年になるとぼんちゃんは体長10cmとなったので、一口では食べきれない大きさのエサを与えるようになった。5～6cmの煮干しの無塩カタクチイワシ、生きたメダカ、生きたタニシ、キャベツ、きゅうり、小松菜など野菜を刻んだものなどだ。すると、ぼんちゃんは手（前足）でエサを押さえて食いちぎるようになったが、左右どちらを使うのかを見てみると、右手（右の前足）のほうが多い気がした。ニホンイシガメにも利き手があるのではないかと考えるようになった。



## 前回の研究

ニホンイシガメに利き手がある可能性を調べるため、カメを飼っている人たちのブログを参考にした。脊椎動物の`利き、の研究である北海道大学の竹内勇一准教授に直接質問すると、竹内先生からニホンイシガメに利き手がある可能性は十分あると回答をいただいた。竹内先生と、仙台市八木山動物公園の高田頌子飼育員からアドバイスをいただいて、ぼんちゃんの利き手があるのかどうかを確かめる実験を行うことにした。

ニホンイシガメは、エサを手（前足）から直接口へ運ぶことができない。一口では飲み込めないエサは、手（前足）で押さえ、口にくわえて引きちぎって食べることが多い。実験では5～7cmの大きい無塩カタクチイワシ（煮干し）を竹串の先に刺し、ぼんちゃんの顔の正面、顔の右側、顔の左側に置いて、左右どちらの手（前足）を使って食べるのかを観察し、集計した。集計するのは、エサを置いてから10分間に使った手（前足）だ。

また、カタクチイワシのエサから時間を置き、生きたメダカやタニシを水槽の中に入れ、メダカやタニシを捕まえる時、捕まえたメダカやタニシを食べる時、ぼんちゃん

が左右どちらの手（前足）を優先的に使うのか調べる実験も行った。ぼんちゃんに利き手があるなら、時間がたっても使う手（前足）は変わらないはずだ。

その結果、どの場所の竹串のエサも、時間を置いた生きて動くエサも、ぼんちゃんは右手（右前足）を優先的に使って食べていた。ぼんちゃんは、右利きであることが明らかになった。

利き手の実験を行ううち、ニホンイシガメのシッポにも`利き、があるのではないかと思うようになった。ニホンイシガメは驚くとシッポを左か右に曲げ、コウラに沿って隠す。ぼんちゃんのシッポが真っすぐ出ている時、コウラをやさしく手でさわって少しびっくりさせ、左右どちらへ曲げることが多いのかも集計した。すると、シッポを隠す方向は90%の確率で右が多く、ぼんちゃんの利きシッポは右の可能性が高かった。

## 今回の実験 1～2

北海道大学の竹内先生から、さまざまな動物に利き手がある理由は、利き手がある生き物のほうが、利き手がない生き物より生存上有利だからだ、と教えていただいた。しかし、ぼんちゃんは1匹だけで暮らして、競争相手は存在しない。それなのになぜ、利き手を優先的に使うのか、理由を知りたいと思った。

ぼんちゃんは結婚適齢期でもあるので、今回の研究では新たにもう1匹のメスのニホンイシガメを家に迎え、食事の競争相手になってもらうことにした。メスのニホンイシガメにびよんこちゃんと言った名前をつけ、ぼんちゃんとびよんこちゃんの食事の様子から、`利き、の研究をもっと深めることにした。



ぼんちゃん・オス・実験時5歳7か月・甲長10.5cm・体重125g、おっとりしてやさしい性格、水槽の水が冷たくてもよく動き、餌も食べる



びよんこちゃん・メス・実験時推定6歳6か月・甲長12.5cm・体重210g、活動的で野生的だが神経質な面もある、水槽の水が冷たいとほとんど動かない、脱走の名人

### ●利き手を調べる実験1～2

前回と同じ方法で利き手を調べる実験を行いたかったが、びよんこちゃんは人の手からエサを受け取ろうとはしなかった。そこで、水槽に入れる生きたエサだけで実験を行うことにした。

①生きて動くエサに最初に触れる時、どちらの手（前足）を先に使うか。

②食べ始めてから10分間に、右手（右前足）、左手（左前足）または両手（両前足）をそれぞれ何回使ったか。

別の日に生きて動くエサを再び水槽に入れた時、前回の①～②と同じ結果になるかを確かめる。

実験1は、メスのびよんこちゃん単独で①～②について10回調べた。実験2はぼんちゃんとびよんこちゃんに1匹の生きたエサを与え、どちらがエサの争奪戦に勝つかを5回調べた。実験2では競争に勝ったカメの①～②も調べてみる。今回の実験は生きたエサに、動きが速くより競争が激しくなるマジジョウを使った。

実験1の結果、びよんこちゃんが①最初にどちらの手（前足）でエサに触れるのか、その割合は10回合計で右44.44%、左55.55%だった。びよんこちゃんが②食べ始めてから10分間に使った手（前足）の回数は10回合計で右52回、左42回、両手（両前足）7回、右51.48%、左41.58%、両手（両前足）6.93%の使用率だった。前回のぼんちゃんの同じ実験の結果が右70%、左20%、両手（両前足）10%の使用率だったため、びよんこちゃんには明らかな`利き、があるとはいえなかった。

実験2の結果は下の表のとおり。食事競争に勝ったのはオスのぼんちゃん、ぼんちゃんがエサを食べる時、やはり右手（右前足）を使うことが多かった。“利き”がないびよんこちゃんに対し、ぼんちゃんが速く正確に利き手（右前足）を使って競争に勝ったと考えられる。

### ●実験2の結果

実験した日	飼育ケース内温度	水槽の水温	勝者	勝者が最初に使った手（前足）	10分間に使った手（前足）	
					右	左
2024年4月4日	21℃	17℃	ぼんちゃん	左	25回	17回
2024年4月4日	21℃	18℃	ぼんちゃん	右	21回	13回
2024年4月7日	19℃	18℃	ぼんちゃん	右	23回	17回
2024年4月9日	22℃	18℃	ぼんちゃん	右	11回	9回
2024年4月10日	21℃	16℃	ぼんちゃん	右	25回	36回

## その他の発見

実験1を始めた4月上旬、びよんこちゃんもぼんちゃんも突然エサを食べなくなってしまった。この時、繁殖の季節に入っていたらしく、繁殖期間のニホンイシガメはエサを食べないことがわかった。食欲が戻るまで実験は中断したが、その間にぼんちゃんの求愛行動や、ぼんちゃんとびよんこちゃんの交尾の様子を観察できた。求愛行動はオスが手（前足）を振るようにしてメスに触れ

るが、観察するとこの行動には右も左も関係なかった。ぼんちゃんはびよんこちゃんを追いかけ、常にびよんこちゃんに近いほうの手（前足）を振っていた。

また、びよんこちゃんが驚いた時、シッポをコウラの左右どちら側に隠すのかも調べたが、90%の確率で右だった。びよんこちゃんの利きシッポも右かもしれない。シッポはカメにとって、重要な役割を果たしていることもわかった。カメは裏返しになって命の危険にさらされた時、シッポを折り曲げてテコのように使い起き上がっていた。

来年はびよんこちゃんに卵を産んでほしい。赤ちゃん誕生を観察したいと思う。



シッポを使って起き上がる様子

## 指導について

この度、子どもの研究が伝統ある自然科学観察コンクールに上位入賞できましたことは、親としまして大変感慨深く、御審査の先生方に厚く感謝申し上げます。

事務局から、作品指導ということで原稿依頼がありましたが、私は、ただ子どもが好きなように、やりたいように研究するのを見守っていただけです。観察や実験の進め方、レポートのまとめ方について、子どもから質問されれば、私なりの回答はしましたが、自然科学に関し、まったくの素人ですので、的確な回答にはなっていないかと存じます。それでも子どもがニホンイシガメの研究を数年にわたり続けられたのは、子どもにも好奇心と探求心・知識欲、情熱、なによりもニホンイシガメという小さな命を思う優しさがあったからで、ニホンイシガメが指導者だと思います。

受賞を機に、さらに科学に関心が増した子どもを、これからも見守っていきたく存じます。誠にありがとうございました。阿部潤一郎

## 審査評

飼育しているニホンイシガメの給餌の際の行動に興味を持ち2022年に始めた研究の3年目です。初めは与えた餌を右前足で押さえて食べる行動が多いことに気付き、2年目では専門家の助言を得て「利き手」が固定されているのかを確かめる実験を進めました。さらに、単に餌に近い方の足を使っているという可能性の有無や、動く餌（生餌）の影響を実験的に検証し、結果、飼育個体は「右利き」に固定されている可能性が高いことを見出しました。

今年度は1個体を追加して同様の実験を行うことにより個体差について検討しました。新個体では明瞭な「利き手」は見出されませんでした。これら2個体を用いて、生存における利き手の有利さを実験的に確かめたところ、利き手の認められた個体が食餌競争に勝つ結果となり、有利さが強く示唆されました。初めの着眼点がユニークであり、専門家の助言を得て実験に客観性を持たせるなど工夫が見られます。今後の展開が楽しみです。審査員 木部 剛

## メダカの卵がふ化するまでの日数 PART4

茨城県日立市立中小路小学校  
6年 宮本花帆  
3年 宮本悠平

### 【研究の動機】

小学3年生の時にかっていたメダカが卵をうみ、赤ちゃんがうまれました。その時にメダカの卵がふ化するまで何日かかるか疑問に思い研究をはじめました。去年はメダカの卵の中をけんび鏡でふ化するまで毎日観察しました。その時に卵の中の稚魚の中には他の稚魚と比べて心臓の動きがゆっくりな稚魚がいました。そこで今年は何けんび鏡で観察する時に心拍を数えて、心臓の動きがゆっくりな稚魚の成長を観察しようと思いこの研究をしました。また今まで疑問に思っていた、飼育水、容器の色によって卵の成長は異なるのかもあわせて研究しました。

### 【結論と感想】

今回の研究で、メダカには好みの色がある事が分かりました。また、卵の中の稚魚も親メダカと同じ色が好きで、好きなら早くふ化するのではないかと思いましたが、産卵床に付着していた色と同じ容器に入れた卵（番号1）も違う卵（番号2）も、ふ化日数は変わりませんでした。しかし、卵のふ化数とその後の成長は少し影きょうがあるのではないかと思います。（実験2-2）飼育水ごとの日数では予想どおりカイロをまいた容器に入れた卵が一番早くふ化しました。しかし、塩浴に使われる塩水で飼育した卵はふ化率も高いと予想していましたが8個中2個しかふ化せず8月10日時点で生きている魚も塩水だけ一匹もいませんでした。次回は塩水の濃度も考えながら研究したいと思います。

## カブトムシの生存競争 大きい方、小さい方どちらが有利？

～食べられやすさ、フェロモンから調べる～昆虫の研究 part.4

茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校  
6年 岩本紗和

### 【研究の動機】

森林総合研究所でたくさんのカブトムシやノコギリクワガタの死がいを見つけた。兄と3年前にたくさんの生きているカブトムシやノコギリクワガタを調べた時に、体長の大きい個体は角の長さやあごの長さが大きいことがわかったので、死がいの角やあごの長さを調べることで、大きい方が食べられやすいか、小さい方が食べられやすいかがわかるのではないかと考えた。兄のカブトムシについての学術論文を読んで、カブトムシのオスの体の大きさによって仲間を呼び寄せ方に違いが出るのではないかと考え、フェロモンの実験も行い、カブトムシは大きい方が生存に有利か、小さい方が有利かについて研

究した。

### 【結論と感想】

カブトムシもノコギリクワガタも大きくて立派な個体が動物に狙われやすいことがわかった。メスよりもオスのほうが圧倒的に多かったので、オスの方が大きくて目立ちやすいから狙われるのではないかと考えられた。大小のカブトムシのオスによる誘引の違いを検証する室内でのフェロモン誘引実験では、70%以上の確率でエサありのオスの所に集まり、集まった5回のうち4回は小さいオスに集まったので、小さいオスの方が誘引する力が強いのではないかと考えた。交尾後のメスについてもフェロモン誘引実験を行い、エサありのオスの所に5回中3回誘引されたが、誘引された3回のうち2回は交尾をしたパートナーの所だった。パートナーに誘引されるとしたら面白い現象だと思った。

## 「いつもきれいな水槽づくり」アオミドロほく滅大作戦

東京都港区立青南小学校  
6年 葉山楓悟

### 【研究の動機】

ほくは、3年生の時（2021年）に陸生植物の蒸散作用について調べ、4年生の時（2022年）に水草の光合成について研究を発展させて、第63回のコンクールでオリパス賞を受賞する事ができました。5年生の時はコケの光合成について調べていて、ずっと葉緑体を持つ光合成のできる生き物について研究をしています。去年の冬頃から、水槽の中のアオミドロが気になりはじめました。アオミドロは藻類の種で、当然葉緑体を持っています。アオミドロが増えすぎると、メダカなどが、からまって動けなくなってしまうし、かと言って、アオミドロも生き物なので全滅してほくはないので、どうしたらコントロールできるのか調べる事にしました。

### 【結論と感想】

アオミドロは光を求めて、水面上がったり、魚などが動きまわってちぎれてしまっても、弱るところか、より増えやすくなったりする、というすごい能力がある事が分かり、おどろきました。アオミドロを増やしすぎないためには、水槽に入る日光の量を調整して光が入りすぎないようにしたり、アオミドロを食べるヤマトマエビなどを入れたりする事が効率的です。他には水槽の中の生き物をおどろかせず静かに暮らさせてアオミドロがちぎれないようにしたり、マツヤニを入れたりする事も効果的だと分かりました。プランクトンも魚も生きられて、アオミドロも増えすぎず、バランスの取れた水槽は管理もしやすく、水生生物も、人間もうれしい、みんなが喜ぶ環境なので、これからもアオミドロや水質などの研究を続けていきたいと思いました。

## アオムシが好きな色はなんだろう？ ～ナミアゲハ5齢幼虫の色覚に関する研究～

東京都玉川学園小学部  
5年 鶴代叶夢

### 【研究の動機】

わたしは5年前からアオムシをかっています。最初はボルネオの動物を守るためにミカンの種を植えたことがきっかけでした。そのミカンの種から芽がでて、アオムシがやってきました。そして、毎年観察しているうちにアオムシが同じ色の場所でサナギになる傾向があるのではないかと発見しました。しかし、アオムシは目が見えないと言われていました。誰も私の仮説を信じてくれませんでした。でも、私は絶対に目が見えている好きな色があると思っています。そのことを証明するために、唯一私のことを信じてくれた総研大の蟻川先生に研究の相談をしながら毎年実験を続けてきました。

### 【結論と感想】

これまで1000匹以上のアオムシを観察しました。年度によって、明るい中での実験、真っ暗間での実験などいくつかの異なった実験条件での実験をした結果、「アオムシは絶対に目が見えています。そしてピンク・緑・青・茶色の4色の中では青色が一番好きだと思われます」。今年（2024年度）の実験結果はまだ出ていませんが、いつか世界中の図鑑に「アオムシは目が見えていて好きな色がある」というふうに書いてもらいたいと思います。この研究をまとめていて、たくさんの人に協力してもらっていることを改めて感じました。私の研究をあたたく見守り、応援してくれているすべての人に感謝します。

## 魚の幽門垂の数は何が決めるのか？

神奈川県慶應義塾横浜初等部  
2年 小森園陽生

### 【研究の動機】

ほくは2歳の時からサメが好きで、魚全般に興味を持つようになりました。幼稚園生の時に、魚の胃袋がどうなっているか不思議に思い、夏休みに自由研究をしました。そこで魚には無胃魚と有胃魚がいることと、有胃魚の多くには胃と腸の間に幽門垂という器官があることを知りました。その時に幾つかの魚を解剖して胃と幽門垂を観察しました。すると魚によって幽門垂の形や本数が違っていることが分かり、なぜ違っているのか疑問に思うようになってこのテーマで研究することにしました。

### 【結論と感想】

三つの仮説を立てて研究を始め、結果を考察しました。以下の三つが今回の結論です。

- ①古くから生息する種の方が、多くの幽門垂を持つ傾向がある。（仮説と逆）
- ②体長が大きい魚の方が、幽門垂の数が多く、胃も長い傾向がある（仮説と同じ）
- ③エサと幽門垂の数の関係は、今回の研究でははっきり分からなかった。研究してみて幽門垂のことをもっと知りたいと思いました。これからも研究をつけて幽門垂のなぞをときたいです。

## 洗濯ボールは知っている 水とお湯の音のちがい

石川県金沢市立泉野小学校  
5年 安藤灯里

### 【研究の動機】

冬の寒い日、お風呂で遊んでいた時、水とお湯で聞こえる音に違いがあるように感じた。ストローで息を吹き込むと水の方は「プクプク」、お湯の方は「バクバク」。洗面器をたたいて音をたてたら、水は「バシャバシャ」、お湯は「バシャバシャ」。やはり違って聞こえる。本当だろうか、なぜだろうか？と思いこの研究をはじめた。

### 【結論と感想】

音質のちがいを周波数で表すことができないかと考え、いろいろと試したところ、ボールを水面に落とした時、上手く周波数を取ることができた。冷水と常温と温水で比べたところそれぞれの周波数のちがいが、冷水では音が高く、温水では音が低いことがはっきりした。インターネットで調べていくうちに、水温によって水の粘度が変化することがわかった。音質のちがいは粘度によるのではないかと考え、冷水と同じくらいの粘度の水溶液を作って実験したところ常温でも高い音になった。このことから、音の高さは水の粘度と関係があることがわかった。水溶液の種類によっては、粘度以外にも原因がありそうなので、さらに研究を続けていきたい。

## バッタはどんな姿で寝るのかな？ ～赤外線カメラと動体検知で見つけたよ～

岐阜県岐阜市立常磐小学校  
4年 本間拓実

### 【研究の動機】

去年、バッタがいつ寝るのかの研究をして（バッタのフンを数えた）、バッタはだいたい真夜中に寝るということがわかった。その研究のために図書館で借りた本に、昆虫には種類ごとに独特の寝姿があると書いてあったので、バッタがどんな姿で寝ているのかを調べることにした。それと、去年の自由研究で残ったなぞ（一日中明るくてもバッタは寝るのか）についても、解き明かしたいと思った。

### 【結論と感想】

赤外線モードのついた防犯カメラでバッタを一日中さつえいし、動体検知で寝ていそうな時間帯をしばらくこんだ。そして、それらの常時録画を高速再生で確認して、バッタが寝ている姿を特定することができた！ バッタの寝姿に共通していたのは、1.草の上にいることが多い 2.草の上にいるときは頭は上（空側）向き、ということだった。また、バッタは寝ているときだんだん体の力が抜けていくようだ。さらに、3.バッタは主に夜に寝ているが、昼も少しは寝ているようだ。4.バッタを1日中明るい環境にすると、睡眠のパターンに影響が出た。そして、体調も悪くなるようだ。ということも分かった。今回、動体検知に失敗したり、ずっと明るくしたらバッタがほとんど動かなくなってしまうたりするなど、実験がなかなかうまく行かなかった。もしかしら今年もバッタの寝姿をみることは無理なのかもしれないとも思ったけど、ついにバッタの寝姿をみられて感動した。

## カラスの研究4

静岡県浜松市立篠原小学校  
6年 山下瑞喜

### 【研究の動機】

家の庭の巣箱に来たシジュウカラのヒナが巣立った時に、ヒナがカラスに食べられてしまったことに衝撃を受けたので、カラスに興味を持ちカラスがどんな生活をしているのか研究を続けている。

- ①ペリット（歯がない鳥が消化できないものをまとめてはき出したもの）を拾って、季節ごとに何を食べているのか知りたい。
- ②カラスの観察をしていたらカラスの巣を見つけたので、どんな巣なのか知りたい。また、他の鳥の巣と何が違うのか比べたい。
- ③去年の研究に続き、カラスが熱中症にならない秘密を

知りたい。今年は、実際に生きているカラスの体温を測定したい。また、去年の研究から羽をパタパタさせると表面温度が下がることが分かっているので、今年は扇風機の風を利用してどれくらい体温が下がるのか実験したい。

### 【結論と感想】

- ①一年中同じような食べ物を食べていると思ったけど、季節ごとに食べているものに違いがあった。
  - ②カラスの巣材は、地域や時代によって変わっていった。主に木の枝でつくられていたが、都市部の巣には針金ハンガーがたくさん使われていた。さらに、2014年の巣材は針金ハンガーだけだったのが、2016年の巣材には針金ハンガーに加えてプラスチックハンガーも使われていた。クリーニング店に聞いたところ、針金ハンガーは10年前まで使用していたが、10年ほど前からプラスチックハンガーに変更したそうなので、その影響で針金ハンガーが減ったのだと考えられる。カラスの巣とシジュウカラ、メジロの巣と比べたら、巣材も大きさもまったく違っていった。
  - ③サーモグラフィーカメラでは、羽よりも顔や胴体の方が温度が高いことが分かった。これは、羽毛におおわれた表面温度が34度と体温よりも低く羽毛の少ない顔や胴体部分の体温の方が高かったからだ。また、サーモグラフィーカメラで調査したカラスは毛づくろいをたくさんしていた。毛づくろいをすると、表面温度が下がったので、毛づくろいは表面温度を下げるためにも行っている可能性があると思った。さらに、実験からカラスの羽は、扇風機の風を当てると10℃くらい温度が下がることが分かった。
- ・カラスにはあまり好きではない物があると思うので、カラスが近づかなくするものを調べてみたい。
  - ・カラスが熱中症にならない理由が羽にあると思うので研究をしてきたが、カラスの羽が熱を逃がしやすい構造になっていないことが分かったので、ますますカラスがどのように熱中症を防いでいるのか探究したくなった。
  - ・実はカラスはそれほどゴミを食べていないことが分かった。ゴミをあさる等カラスの悪いところだけでなく、今後はカラスの良い部分も調べてみたい。

## 未知にあふれた水生昆虫の世界

静岡大学教育学部附属静岡小学校  
5年 池田結翔

### 【研究の動機】

東山動植物園（名古屋市）にある水生昆虫コーナーで僕は、水の中を優雅に泳ぐゲンゴロウや水の中でもじっと暮らせるタイコウチなどの水生昆虫を目の当たりにして、普段見る昆虫の生態とは全く異なる生態をもつ水生昆虫に関心をもち、魅力を感じました。水生昆虫との出

会いをきっかけに、多様性いっぱい未知にあふれた水生昆虫についてもっと調べてみたいと思いました。そこで、コオイムシのえさと成長の関係、前あしを器用にするミズカマキリの利き手（あし）の有無、タイコウチの擬死時間・解除条件、タイコウチの色の好み、ゲンゴロウの能力等を調べてみることにしました。

### 【結論と感想】

- ・コオイムシは同じえさを与え続けても成虫になり、繁殖することも出来ました。巻き貝のみを与え続けた個体は成虫まで成長しませんでした。飼育個体と天然個体は身体づくりがちがいました。
- ・ミズカマキリの利き手（あし）実験では最終的にえさを特定のあしを使って食べている傾向があるのではないかと思います。
- ・タイコウチの擬死実験では、擬死時間の長さに驚きました。また、直接加わる刺激（触覚、風、霧吹き）にはよく反応して擬死解除することがわかりました。
- ・ゲンゴロウ5種の歩く、泳ぐ、飛ぶ能力を総合的に評価すると、ナミゲンゴロウの身体能力が1番優れている結果が得られました。

## 学校奨励賞・指導奨励賞

### 学校奨励賞（中学校の部）

茨城県  
小美玉市立小川南中学校  
校長 荘司宏征



この度は、学校奨励賞という栄えある賞をいただき、心より感謝申し上げます。本校は2020年度（第61回）にも学校奨励賞を、内山 旬人さんは本年度（第65回）と2021年度（第62回）に文部科学大臣賞をいただき、改めて「継続は力なり」を実感しています。

本校は今年、創立60年目を迎え、施設隣接型の小中一貫教育校として教育目標「自ら学び 仲間とともに未来を切り拓く」の実現を目指して日々、教育活動に励んでおります。

内山さんは小学生の時から昆虫に興味を持ち、「キバ ネットンボ」の生態が解明されていないことを知ると持ち前の集中力・行動力で研究に勤しみ、様々な成果を収め、発表してきました。

今後も多くの生徒が主体的に探究する活動の充実を図り、科学的に探究する力や知的好奇心を育成してまいります。本当にありがとうございました。

### 学校奨励賞（小学校の部）

千葉県  
千葉市立緑町小学校  
校長 三橋 勉



この度は、栄えある学校奨励賞を賜り誠にありがとうございます。本校は創立以来60年にわたり千葉市の理科教育センター校として科学が好きな子供を育てるため、理科教育の推進に努めてまいりました。その業績としては、文部科学大臣より創意工夫育成功労学校賞科学技術分野を頂いた他、県内外において数多くの受賞歴を重ねております。令和8年度には、こうした成果を発表させていただくため全国小学校理科教育研究協議会全国大会の会場校となり、生活科・理科の公開研究会を開催する予定となっております。

なお、今回1等賞を受賞した中村さんは、東京湾に残る貴重な干潟である「三番瀬」に通い続け、自主的に研究を積み重ねてくれました。本人にはこの受賞を励みとし「未来の科学者」を目指して、ぜひ楽しみながら研究を続けてくれることを願っております。

末筆ではございますが、改めて心より感謝の意をお伝えさせていただきます。

## 指導奨励賞

茨城県水戸英宏中学校  
教諭 前田眞里



この度は、栄えある「指導奨励賞」をいただきまして、心より感謝申し上げます。

本校では学校裏の放棄地を整備し、ホタルが息するビオトープづくりを行うなど、生物多様性の保全活動を行っています。環境整備活動を通して、自然に対する豊かな感受性と高い科学的素養をもった生徒の育成を目的とし、教育活動に励んでいます。

今回佳作をいただいた森口さんは環境整備活動から、農薬を使用しない雑草の除草方法に着目し、研究を行いました。様々な除草方法が開発されている現代に改めて一から無農薬の除草方法を考案し、試行錯誤を重ねて観察を行った本研究は、高い発想力と鋭い着眼点を備えた素晴らしい研究だと感じております。

今回の受賞は森口さんの努力と継続力、そしてご家族の支援があつてのものであります。本校では今後も生物多様性の保全活動を継続し、生徒が自然環境と触れ合える学校づくりに努めていく所存です。ありがとうございました。

## 指導奨励賞

東京都港区立青南小学校  
教諭

この度は、栄えある指導奨励賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校では、校内サイエンスコンクールを実施し、優秀な作品の発表会を行うとともに、先輩の作品を例に、自由研究の進め方についての指導を行っております。その中で、理科好きの子供たちは、先輩を目標に研究を進めるようになりました。今回賞をいただいた児童もその一人です。この度の受賞は、本校児童の新たな目標となることと思います。

今回の研究は、魚のいる水槽といない水槽での水草の育ち方の違いが研究のきっかけとなっています。日々の生活の中での子供たちの発見力に驚かされています。このたくさんの発見や疑問が、小学生が自分自身の手で解決できるテーマとなるよう助言を重ねていきたいと思っております。研究の成果を認めていただく機会は、児童にとって大きな自信となり、後に続く児童にとっても追究する喜びを味わうきっかけとなると感謝しております。

## 指導奨励賞

静岡県御前崎市立浜岡中学校  
教諭 宮下滉平



このたびは、栄えある指導奨励賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校では「光り輝く学校」を教育目標に掲げ、「光り」は生徒の個性や良さを、「輝く」は成長を意味し、生徒一人一人の個性や良さを尊重し、成長を支える指導を心がけています。生徒が安心して挑戦や失敗を重ねられる環境づくりを大切にしています。特に授業では、学び合い活動を積極的に取り入れ、生徒が主体的に学べる場を学校全体で推進しています。

今回佳作を受賞した河原崎さんは、小学校から積み重ねてきた「イシクラゲの研究」を、中学校でも継続し、更に探究を深めようとする姿が見られました。また、SDGsと絡めて、食糧危機に関して考える視点も素晴らしかったです。

今後も引き続き本校の生徒が、様々な興味を持ち、新たな疑問に挑戦し、探究を深められるよう努力してまいります。ありがとうございました。

## 指導奨励賞

静岡県静岡 STEAM  
フューチャースクール  
シニアメンター 大石隆示



この度は、栄えある「指導奨励賞」をいただきまして、心より感謝申し上げます。

私たちは、理科好きな児童生徒を集め科学的な探究力の育成を目的に取り組んでいます。

颯悟さんが小学5年生のときヌートリアの解剖をしたという研究物を提出しました。その研究を見たとき面白く将来性があると感じ学校の先生に連絡を取ってもらい指導が始まりました。研究がここまで進化し素晴らしい賞を受賞するまでになったのも本人の努力の賜物です。弟の瑞喜さんはお兄さんの指導のとき傍らにいて話を聞いていました。その後兄弟の研究を見ることになりました。これからもより良い研究となっていくようアドバイスを続けていけたらと思っています。

日本のものづくりを絶やさないように疑問を持ち、考え、何でもやってみる子供の育成に努めてまいります。ありがとうございました。

## 指導奨励賞

石川県  
公益財団法人 金沢子ども科学財団  
事務局長 田村和弘



この度は、栄えある指導奨励賞をいただきまして、心より感謝申し上げます。当財団ではジュニア科学者養成講座を開き、生徒各自が身の周りの興味のある疑問を研究テーマに選び、その問題解決に取り組み、成果をまとめ、発表するまで継続して活動をサポートしています。

秋山仁特別賞を受賞した佐村木さんは令和6年元日の能登半島震災を体験し、携帯電話の充電の不便さの解消から着想を得て、ワイヤレス給電技術の改良に取り組んでいます。佳作の寺山さんはアサガオの人工授粉の受精率と種子数について、8年間にわたり粘り強く、挑戦的な研究を続けています。また、佳作の安藤さんは入浴時に水とお湯を用いた際の音の違いを、独創的な実験により解明しています。これらの作品は課題解決の最終ゴールへの途上にあり、さらなる進展が期待できるものです。

今回の受賞を励みに、引き続き子供たちの科学的な探究心の育成に一層努めていく所存です。ありがとうございました。

## [中学校の部]

「自然界の現象を利用した二酸化炭素吸収装置について」  
東京都東京都立小石川中等教育学校 3年 杉浦芳乃香

「宇宙日本食開発への道～探究 1,2,3～」  
静岡大学教育学部附属静岡中学校 2年 増田結桜

「セミの羽化に必要な条件は何？ Season1 Season2」  
兵庫県赤穂市立赤穂西中学校 2年 池淵翔月

「我が家の愛犬はなぜ『もののけ姫』を歌うのか」  
兵庫県神戸市立井吹台中学校 3年 元山心葉

## [小学校の部]

「地球に根をハレ！～小さなボールの大きなボールへの挑戦～」  
秋田県秋田市立保戸野小学校 5年 菊谷ありさ

「廃棄食品からエネルギーは取り出せるか」  
福島県郡山ザベリオ学園小学校 5年 結城希和子

「声かけと はどうの じっけん」  
福島県郡山ザベリオ学園小学校 1年 圓谷健太

「ことわざ『柳の下のだじょう』から環境問題を考える実証研究 2」  
千葉県日出学園小学校 6年 渡邊 光

「カブトムシ・クワガタは夕方どこにいるのか～成虫越冬するかどうかが鍵?!～」  
東京都練馬区立小竹小学校 3年 田中清太

「小象が飛ぶにはどれくらいの耳の大きさが必要か」  
東京都東京中華学校 6年 石井利孔斗

「バッタのだっぴ Part4 ～バッタが見ている色はどんな色～」  
石川県金沢市立小坂小学校 5年 大磯 駿

「金魚の研究パート2 1ぴき1ぴきすきなものはちがうのかな」  
石川県金沢市立小坂小学校 3年 西谷夏帆

「割れにくい風船を作ろう」  
石川県金沢市立米丸小学校 4年 三上葉璃

「魚的思考～エサが落ちる前に集まる理由～」  
石川県金沢大学附属小学校 6年 木場 瑛

「ぼくのひまわり5 ～効率よく大きく育てるには～」  
静岡県浜松市立雄踏小学校 5年 有蘭朋希

「クッキーの甘さの謎 ～砂糖の量の割に甘くないのはなぜ?～」  
愛知県名古屋市立西山小学校  
3年 谷 久揮  
1年 谷 大智

「ぐるり森のかくりつ」  
大阪府大阪狭山市立南第二小学校 4年 梶本藍史

「算数の力でバスケットを上達」  
大阪府大阪市立春日出小学校 4年 大上和馬

「塩の結晶の観察Ⅱ」  
大阪府高槻市立如是小学校 3年 小松侑樹

「＜電池を使わずかい中電灯は光るのか PART Ⅱ＞  
磁石とコイルふってふって大作戦！～発電の次は小型化と蓄電への挑戦だ～」  
岡山県総社市立清音小学校 5年 椎葉篤規

「3年目のクワガタ研究」  
広島県広島市立皆実小学校 5年 坂本健太郎



過去の入賞作品がみられます。  
研究対象で作品を検索することも  
できます。



「秋山先生の特別授業」や  
研究の進め方について、  
動画でみることができます。



「研究のきっかけ」や  
「自由研究攻略マニュアル」といった  
研究のヒントを紹介しています。



半世紀を超えて続くシゼコンの  
過去受賞者のインタビューが  
掲載されています。

シゼコンのWEBサイトには  
面白いコンテンツが盛りだくさん！



ぜひご利用ください！

<https://www.shizecon.net> 詳しくは

《お断り》

作品のダイジェスト化にあたっては、できるだけ作品の  
持ち味をお伝えするとともに、読者にとってわかりやすい  
作品集となるように再編集しました。

## 編集を終えて

今回の「自然科学観察コンクール入賞作品ガイド集」  
の作成にあたり、審査にあたった先生方および作品  
の指導をされた先生方、保護者の皆様の多大なるご  
協力に深く感謝し、厚く御礼申し上げます。

編集発行 自然科学観察研究会