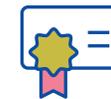


**OLYMPUS**

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66回 自然科学観察コンクール

# 入賞作品ガイド集

〈2025年度〉

第66回自然科学観察コンクール  
入賞作品ガイド集



〈2025年度〉

**しぜこん**

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

第66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 2026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

# 未来への扉をひらく 探究心が集った第66回。

未来を「想像する」から「体感する」へ——そんな変化を実感した2025年。大阪・関西万博が開幕し、最先端の科学技術や多様な価値観が世界から集まりました。生成AIをはじめとする技術も学びや暮らしに浸透し、社会は大きな転換期を迎えています。こうした時代に、自然を見つめ、自ら問いを立てて観察を重ねた子どもたちの作品は、驚きと発見に満ち、科学の原点と未来への可能性を力強く示しています。第66回のシゼコンには、次の時代を担う芽が確かに息づいています。

小・中学生の部を合わせて7,172点という多数の作品が集まった第66回「自然科学観察コンクール」。エサの条件の違いがプラナリアの成長に及ぼす影響を多角的に検証した意欲作や、恐竜の足跡の化石を追った9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66回(2025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66回自然科学観察コンクール入賞作品(中学校の部)	6～7
第66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66回(2025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顧問	飯田秀男
●文部科学省 初等中等教育局 主任教科書調査官 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
●毎日新聞社営業総本部コンテンツ室長	高橋宏明

### 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・Amazonギフトカード)
- 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



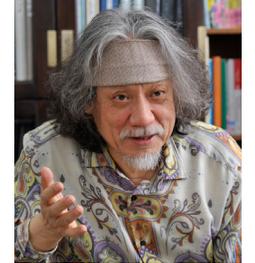
第66回を迎えた自然科学観察コンクールに多くの応募をいただき、審査員として応募いただいた作品を読む至福の時間を過ごすことができました。応募いただいた児童・生徒さんの探究への姿勢に感動するとともに、自然科学の解明に真摯に向きあい、自然の事象に学び、実験の失敗にもめげず仮説設定と実験、実証を繰り返していく姿勢に深い感動を覚えました。

応募いただいた作品を読む前に日本人2人のノーベル賞、生理学・医学賞と化学賞の受賞のニュースがありました。未来の科学者を目指す応募作品を読むにも力が入りました。応募いただいた作品には、多様な視点から観察力を発揮している作品、探究を楽しんでいる姿勢や課題をしっかりととらえ、次のステップに取り組む意欲に燃えている作品、大学生をこえる論文執筆能力にたけた作品、学校の先生からのアドバイスやご協力、さらに友人たちと討議を深め、博物館や科学館、学会の先達からのアドバイスなど多様な方々の力を「引き付けていく力」を発揮して進めている作品など、次の時代を担う若い方々の確かな挑戦する力に未来への希望とともに深く感動しました。

応募作品の幼児期に始まる探求・探究の作品を読んでいますと、自然に学び、科学的な探究や研究に意欲を発揮できる社会や研究環境の構築を持続的に進めていかなければならない責任を感じておりました。来年も多くの作品が届くことを期待しています。

## 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



30年以上にわたり、シゼコンの審査に携わってきて、科学技術の進歩を感じています。1990年頃はパソコンやスマホも無かったので、応募作品のほとんどが手書きでした。習い立ての漢字を一生懸命に書いている姿が目につきました。植物や昆虫などが写真の代わりにデッサンで詳しく描かれている作品も登場し、その芸術性の高さに感動したこともありました。

その後、小・中学生もパソコンを使うようになり、文章は読み易く審査の労力は大幅減りました。また、スマホで撮った写真がふんだんに使われるようになり、ビジュアルに訴えたものも多数現れました。かつては作品を作るに当たって大人が関与しすぎていないかを見定めることに神経を使いましたが、最近はChatGPTやAIが使われるようになり、審査員は大人の手だけでなくAIの手の入り方もチェックすることが大切になってきました。

このように、たった半世紀の間に審査のチェックポイントは大幅に変化してきましたが、シゼコンの精神は不変でした。すなわち、身の回りの自然の中に不思議を見だし、その不思議を解き明かすため、実験や観察を行い、不思議の源を突き止め、それを上手にまとめて発表するという「シゼコンの基本精神」は、今も昔も全く変わっていません。シゼコンを通して、科学的素養を身につけた多くの人材が現在、社会の至る所で大活躍していることは、とてもうれしく、また頼もしい限りです。

# 第66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	「恐竜の足跡の研究～僕の9年間の研究成果総括編～」 静岡県藤枝市立高洲中学校 3年 小崎 惇	佳作	「車を1km走らせるには何個のペットボトルキャップが必要か」 茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校 8年 武井諒太
1等賞	「マッチョ・シルク～プロテインで育てたカイコ～」 東京都東京学芸大学附属竹早中学校 3年 土屋光伸	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、環境の違いから調べる～ 昆虫の研究Part5」 茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校 7年 岩本紗和
2等賞	「分光色差計を使ったAGEスケールの開発～誰でも簡単にできる糖化反応の評価方法～」 大分県大分県立大分豊府中学校 2年 宮崎香帆	佳作	「カラタチのトゲのつき方にはどのような規則性があるか」 茨城県茗溪学園中学校 科学部 生物班 3年 道上瑞涼・鳥山 權・田中蒼一郎・小林亮也・鬼澤吏玖
3等賞	「アゲハ蝶類の蛹化成長曲線と開翅長との関連について」 静岡県焼津市立大村中学校 1年 青木 聡	佳作	「バイオエタノール製造の最適条件の探究～廃棄野菜のアップサイクルを目指して～」 千葉県千葉市立都賀中学校 科学技術部 3年 山本佳音・加藤咲菜・地引明良・大谷 颯・野口陽菜・中田 光・湯浅那央・横田大智
秋山仁特別賞	「アリの嗅覚能力と孤立アリが抱えるストレスについて アリの研究パートⅢ」 福井県福井大学教育学部附属義務教育学校 9年 八木詩月	佳作	「2年間の観察で絶滅危惧種を見つけた！関東地方野鳥生息場所調査」 神奈川県川崎市立御幸中学校 3年 鈴木陽矢
オリンパス特別賞	「両利きになることを支援する装置の開発3」 静岡県静岡大学教育学部附属静岡中学校 2年 辻 知里	佳作	「ムクドリ飛び立ち距離と環境の関係」 神奈川県逗子開成中学校 3年 加藤 匠
継続研究奨励賞	「遠州、東三河地域におけるニホンアカガエルとヤマアカガエルの繁殖条件とすみ分け」 静岡県浜松市立可美中学校 3年 伊藤壮太	佳作	「幼虫のマット環境と成長について～コクワガタの幼虫の飼育を通して～」 愛知県名古屋市立城山中学校 3年 白木 壮
		佳作	「えっ？何で漏れないの!？」 愛知県西尾市立鶴城中学校 タンクプロメリア班 3年 グェン カンアン・山根悠嗣・小林蒼空 1年 馬場陽大・レ ファイ バオ・馬場崇帆
		佳作	「ホタルの光学構造を模倣した高効率LED設計～生物発光に学ぶ都市光害削減技術～」 京都府京都市立西京高等学校附属中学校 1年 サジド ムハンマド アマール
		佳作	「漢方薬の原料を自宅で栽培してみよう！」 兵庫県須磨学園中学校 3年 相川彩恵

# 第66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	「エサ条件によるプラナリアの成長と自切に及ぼす影響」 東京都荒川区立第四峡田小学校 4年 佐藤大悟	佳作	「いろいろな液体によるウミホタルの光り方研究」 山形県酒田市立八幡小学校 6年 信夫遥一郎
1等賞	「柿崎漁港の海岸の貝の研究Part2～海水温上昇との関係～」 新潟県上越市立春日新田小学校 5年 樋口葵人	佳作	「アリですりこみがおきる条件とは」 茨城県東海村立中丸小学校 4年 尾形風音
2等賞	「テントウムシの研究パート3～自然界でのサバイバル能力～」 茨城県つくば市立吾妻小学校 5年 川瀬美羽	佳作	「干からびた田んぼによみがえるいのち～ミジンコの小さなきせき～」 千葉県柏市立十余二小学校 2年 藤本健太
3等賞	「カブトムシの観察パート5 ～カブトムシの飛翔力を明らかにする～」 富山県高岡市立牧野小学校 5年 田中晴斗	佳作	「セスジスズメは、お話ししているか？友だちの声をたよりに迷路を突き進め！」 富山県富山大学教育学部附属小学校 4年 笹山颯仁
秋山仁特別賞	「スーっと動く味そ汁のひみつPart2～断続的な動きの理由&面にまく液体の条件～」 石川県金沢市立大徳小学校 4年 田嶋花帆	佳作	「地球にやさしいエネルギーを作りたい！PARTⅢ ～太陽エネルギーで動かす！発電から充電に挑戦する～」 静岡県浜松市立中郡小学校 6年 袴田知生
オリンパス特別賞	「暑い夏を乗り切ろう！体のクールダウン大作戦！part2」 富山県富山大学教育学部附属小学校 4年 中山桃嘉	佳作	「ナミアゲハの春型を作れるか？ Ver.5」 静岡県藤枝市立葉梨西北小学校 6年 小長谷咲月
継続研究奨励賞	「世界に広まれ、『しがきん』の発こう力！～乳酸きんの救出と長期保存に成功～」 京都府同志社小学校 6年 清水結香	佳作	「びっくり！カブトエビ②～乾燥卵の目覚まし大作戦！～」 滋賀県大津市立中央小学校 3年 中嶋絃花
		佳作	「泳ぐとできる波について」 京都府京都市立京極小学校 6年 吉崎十杏
		佳作	「9種類の虫の脚を比べる！ガラスをのぼれる虫とのぼれない虫の脚の違いは何だろう？」 兵庫県神戸市立美野丘小学校 3年 鈴木宜親
		佳作	「薬が飲みやすくなるコップ形状の研究とその効果の実証実験」 広島県AIC国際学院 広島初等部 4年 広沢嵩政

---

中学校の部

---

# 恐竜の足跡の研究 ～僕の9年間の研究成果総括編～

静岡県藤枝市立高洲中学校 3年 小崎 惇

## 研究のきっかけと経緯

幼稚園に通う頃から恐竜が大好きで、小学1年生の時から化石や恐竜についての自由研究を毎年、続けてきた。生物としての恐竜がどのような生活を送っていたかに興味があり、その生態を知るための研究を続けた。

小学1年生の研究では、福井県野外恐竜センターの化石発掘体験でシダ植物の化石を見つけた。福井県立恐竜博物館で白亜紀のシダ植物の化石を観察し、現代に生えるシダ植物と比較してみた。2年生の研究では紙粘土でティラノサウルス（肉食恐竜）やスピノサウルス（肉食恐竜、おもに肉食とされる）、パラサウロロフス（草食恐竜）の歯のレプリカを作った。作った歯で肉や魚、野菜を切って、歯の作りでそれぞれ切れ方に差があることを確認した。3年生では恐竜のしっぽの研究を行った。博物館の標本などから、恐竜の類ごとにしっぽの骨の数を調べ、その役割を推察した。4年生では恐竜の化石を磨き、顕微鏡で断面構造を調べた。骨の化石からは、骨組織や血管を観察できた。

そして小学5年生から、恐竜の足跡化石に着目した研究を続けた。恐竜の生態を知るには生痕化石が大きな手がかりだが、最も多く残る生痕化石は足跡だと思い、研究のテーマにした。

## 研究の目的

恐竜は骨盤の特徴から2つのグループに分けられる。鳥に似た骨盤を持つ鳥盤類と、トカゲに似た骨盤を持つ竜盤類だ。鳥盤類はさらに、全身を鎧のような骨で覆う装甲類（ステゴサウルスなど）、大型種は二足歩行も四足歩行もできる鳥脚類（イグアノドンなど）、頭の骨が後ろに張り出し顔に角やこぶが並ぶ周飾頭類（トリケラトプスなど）の3つのグループに分けられる。竜盤類は、巨大な体と小さな頭、長い首を持つ竜脚類（ブラキオサウルスなど）、二足歩行で足が速い獣脚類（ティラノサウルスなど）の2つのグループに分けられる。この5つのグループも骨格の違いなどから、さらに細かい分類がなされている。

陸上に生息し歩行していた恐竜は骨格化石の復元から、二足歩行と四足歩行の2パターンがあったと考えら

れている。近年は骨格化石をもとにデジタル技術を駆使し、歩行の様子を復元する研究もある。しかし、骨格化石は恐竜の死んだ時の状況をいまに伝えるものだ。実際に恐竜が動いた状況をそのまま残す足跡化石から、生きていた当時の姿や生態、最終的には生息環境にまで迫ることができないかと考えた。

足跡化石の複数のくぼみには、違いがあるように感じる。くぼみの深さや形状、歩幅の違いなどから、恐竜の種類や体格、歩行状況まで見分けられるのではないかと。足跡化石から何がわかるのかを調べることを、この研究の目的とした。

## 足跡化石の観察

現存する足跡化石を観察するために、博物館などを訪ねた。複数の足跡化石から、恐竜の種類や生態などについて、推察を行った。

### ● 東海大学自然史博物館

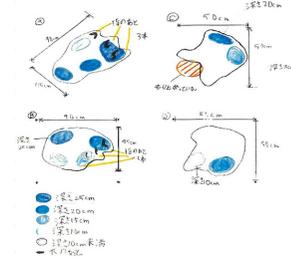
アメリカのテキサス州で見つかった白亜紀の竜盤類・竜脚類の足跡化石を観察した。竜脚類は四足歩行で最も体が大きく、体重が重い恐竜のグループだ。前足2つ、後ろ足2つ、合計4つの足跡があった。前足の足跡は三角形で、凹みがある。後ろ足の足跡は、まるかった。前足より後ろ足のほうが大きく、後ろ足にはそれぞれ細長い爪の痕があった。前足に爪の痕は見当たらない。ひとつの前足の後方に、盛り上がっている部分があった。このふくらみは何なのか、前足と後ろ足とは足の形が違うのか、疑問が残った。

### ● 豊橋市自然史博物館

アメリカで見つかった3本指の足跡を観察した。同じくらいの大きさの2つの足跡が並んでおり、同じ個体の左右の足だと思われる。どちらも3本の指と鋭い爪の痕がはっきり残り、竜盤類・獣脚類の足跡だと推測できた。中央の指が最も太く、凹みも深かった。

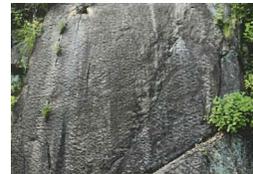
### ● 神流町恐竜センター

群馬県で見つかった白亜紀前期の足跡を観察した。日本で最初に恐竜の足跡と認定された「瀬林の漣痕」と呼



東海大学自然史博物館の足跡化石のスケッチ。㊶と㊷が後ろ足、㊸と㊹が前足

ばれるもので、国道299号の建設時に発見され、群馬県の天然記念物に指定されている。現地で実物が観察できるほか、神流町恐竜センターにはレプリカが展示されている。



「瀬林の漣痕」上が竜脚類、下が獣脚類の足跡化石

崖の上部に竜盤類・竜脚類のまるい足跡が3つあり、下部には竜盤類・獣脚類の3本指の足跡が複数確認できた。四足歩行の竜脚類の足跡が3つしかないのは、工事で破壊されたか、そこで歩幅が変わったか、判断できなかった。竜脚類の足跡は周囲が激しくひび割れているのに対し、獣脚類の足跡にはひび割れがほとんどない。大きな竜脚類の足は地面に強い力を加えているが、獣脚類の足はそこまでの力を加えられていない。獣脚類の足跡の主は、体重が軽いタイプだったと推察できる。

### ● 神奈川県立生命の里・地球博物館

アメリカのコネチカット州で見つかったジュラ紀前期の竜盤類・獣脚類の足跡化石を観察した。おびただしい数の足跡がついており、同じ3本指の足跡でもさまざまな種類があるように思えた。足跡の形状から個体の大小は知ることができるとは、短時間で詳細はわからない。足跡周囲のひび割れは、この化石からも確認できた。

### ● 岐阜県博物館

岐阜県で見つかった白亜紀前期の鳥盤類の足跡化石を観察した。35個のイグアノドン系の恐竜の足跡で、ほとんどが同じ方向を向き、規則的に並んでいた。3本指の形から竜盤類・獣脚類だと思ったが、学芸員さんから鳥盤類であることを教わった。

### ● 足跡化石からの考察

足跡の大きさや形、歩幅から、恐竜の種類とおおよそのサイズ感、足の動かし方は推察できると思った。ただ足跡から、恐竜の肉付きや重さの見当がつかなかった。最近の研究では恐竜の3Dモデルを作製することも多いため、恐竜の体重や体積こそ重要なのではないかと。そこで、恐竜の歩き方、体長や体重がどう足跡に残るのかを、実験を通して考えることにした。

## 5つの仮説

実験の前に、5つの仮説を立ててみた。

### ● 足跡と歩き方についての仮説

仮説① 恐竜が走っていたか、歩いていたかは足跡化石の歩幅からわかる。

仮説② 二足歩行、四足歩行をしているかは足跡のつき方からわかり、現生生物と同じように右左交互に足を前

に出して歩いている。

### ● 足跡と体長や体重についての仮説

仮説③ 足跡化石の歩幅には法則性があり、その法則から恐竜の体格がわかる。

仮説④ 足跡化石の凹みやふくらみは、恐竜の体格と関係がある。

仮説⑤ 足跡化石の凹みから恐竜の体重がわかる。

## 仮説①～②のための実験A～C

家の近くで足跡化石の観察ができないため、家族で大井川海岸へ行き、砂浜を裸足で走ったり歩いたりして、砂に残る足跡を調べてみた。

### ● 実験A

体格に差がある父、母、僕、弟の4人で砂浜10mを走ったり歩いたりし、それぞれの足跡を比較した。歩いてついでそれぞれの歩幅をそれぞれの身長、体重、足の長さ、足の大きさと割った値も算出した。

その結果、歩いた時は全員、かかと部分が地面に深く食い込んだ痕が残り、重心がかかとにあることがわかった。走ると親指から薬指までが地面に食い込み、重心が前へと移る。骨のある部分は、足跡になると凹んでいる。

また、全員が歩いた時より走った時のほうが歩幅が広くなった。子供より大人のほうが歩幅が広く、走るスピードも速かった。歩行時の歩幅を身長で割った値は5%程度と、全員近い数字になった。歩行時の歩幅を足の長さで割る値と、足の大きさと割る値もほぼ全員が近い数字となり、歩幅と足には比例の関係があると思われた。

### ● 実験Bと実験C

実験Bでは、二足歩行と四足歩行の恐竜の動き方をそれぞれ3パターンずつ予想した。その歩き方で自分ひとりで大井川海岸の砂浜10mを移動して、ついた足跡を観察した。試した歩き方は下の表のとおりだ。

実験Cでは、恐竜に実験Bの足跡のような動きが本当にできたのか、日本平動物園で飼育されている哺乳類(ワ

### ● 実験Bで試した歩き方

	二足歩行			四足歩行		
	パターン1	パターン2	パターン3	パターンI	パターンII	パターンIII
歩き方	カンガルーのように両足でジャンプしながら進む	人間のように右左交互に足を出す	つま先だけで右左交互に足を出す	ウサギのようにまず前足を地面につけ、それから後ろ足を前足近くに足で着地させる	イモリのように右右手足を同時に前に出し、次に左手足を同時に前に出す	サイのように右手を前に出した後に左手を前に出し、続けて左手を前に出した後に右足を前に出す
砂に残る足跡の模式図						

ラビー、アジアゾウ、サイ、キリン、ハイエナ、レッサーパンダ）、鳥類（ダチョウ、タンチョウ）、爬虫類（カメ）と、身近な環境にいた両生類（アマガエル、イモリ）を観察して確認した。各動物の動き方は実験Bのパターン1と3、パターンⅠ～Ⅲに一致し、現生動物は現実に実験Bの動きをしていることがわかった。

### 仮説③～④のための実験D

#### ● 実験D

実験Dでは実験Aと同じように、大井川海岸で体格差のある父、母、僕、弟の4人が砂浜10mを走り、それぞれの足跡を比較した。実験Aと違うのは4人それぞれ、「かかとをつけて走る」「かかとを浮かせて走る」「つま先だけで走る」の3パターンで走る。ついで足跡で歩幅や凹みの深さ、体格との関係を調べる。結果は、下の表のとおりだ。

実験Aの時より走るスピードが速かったが、砂の硬さが影響したかもしれない。実験Dの時のほうが、海岸の砂が軟らかかった。足跡の深さで見ると、かかとを

#### ● 実験Dの結果

体格	年齢(歳)	弟	僕	母	父
		8	11	40	46
時間(秒)	身長(cm)	123	142	156	173
	足の長さ(cm)	69	74	86	90
	体重(kg)	23	42	秘密	90
	足の大きさ(cm)	18.5	22	24	27
速さ(km/h)	かかとをつけて走る	3	2.48	2.59	2.48
	かかとを浮かせて走る	3.15	2.6	2.5	2.35
	つま先だけで走る	2.8	3	2.42	2.33
	歩く(前年度計測)	4.2	3.55	3.06	2.8
歩幅(cm)	かかとをつけて走る	110	110	125	130
	かかとを浮かせて走る	90	90	115	120
	つま先だけで走る	85	100	115	120
	歩く(前年度計測)	60	60	70	80
歩幅÷身長	かかとをつけて走る	0.89	0.77	0.80	0.75
	かかとを浮かせて走る	0.73	0.63	0.74	0.69
	つま先だけで走る	0.69	0.70	0.74	0.69
	歩く(前年度計測)	0.49	0.42	0.45	0.46
歩幅÷足の長さ	かかとをつけて走る	1.59	1.49	1.45	1.44
	かかとを浮かせて走る	1.30	1.22	1.34	1.33
	つま先だけで走る	1.23	1.35	1.34	1.33
	歩く(前年度計測)	0.87	0.81	0.81	0.89
歩幅÷体重	かかとをつけて走る	4.78	2.62	2.50	1.44
	かかとを浮かせて走る	3.91	2.14	2.30	1.33
	つま先だけで走る	3.70	2.38	2.30	1.33
	歩く(前年度計測)	2.61	1.43	1.40	0.89
歩幅÷足の大きさ	かかとをつけて走る	5.95	5.00	5.21	4.81
	かかとを浮かせて走る	4.86	4.09	4.79	4.44
	つま先だけで走る	4.59	4.55	4.79	4.44
	歩く(前年度計測)	3.24	2.73	2.92	2.96

足の長さは足のつけ根からかかとまで、かかとをつけて走る時の歩幅はかかとからかかとまでを計測、それ以外はつま先からつま先までを計測

つけて走った時のほうが、つま先にもかかとも力をかけることができ、重い体重でも支えやすいのではないか。かかとをつけずに走る場合はつま先の痕だけが深く残るが、かかとをつけている時のつま先の深さと大差はない。

速く走るにはかかとを上げて狭い歩幅で足を回転させる必要があるが、指が長いほうがよりかかとを高く上げられる。指が長いほうが、砂のかたまりや指の形、竜脚類の足跡化石にあった三角形の凹みなどもきれいに残る。砂に足の強い力が加わると、指の関節の位置に横線の痕が残ることもわかった。歩幅を身長で割った値、足の長さで割った値が全員似ていることから、係数がありそうだ。歩幅と体重にも比例の関係がある可能性が高い。

### 仮説⑤のための実験E

実験Dで、足跡と体重に何らかの関係があることはわかった。実験Eでは、砂の硬さの影響を受けないように条件を一定に保ち、仮説⑤について確かめることにした。

足跡化石から恐竜の体重がわかるというのが仮説⑤だが、ここまでの研究結果からさらに細かく3つの仮説を立てた。

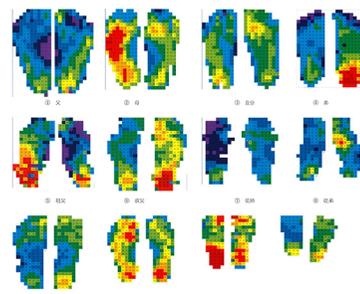
- 仮説⑤・A 足跡の面積と体重は比例する。
- 仮説⑤・B 足跡の深さと体重は比例する。
- 仮説⑤・C 足跡の各部分の深さから身体的特徴を予測できる。

#### ● 実験E

足跡の面積と深さ(圧力)を測り、体重との相関性を求めた。調査対象は家族4人に加え、祖父、叔父、従姉、従弟、大叔父、大叔母、はとこ兄、はとこ弟の合わせて12人だ。

実験用具は「砂遊びサンド(天然の砂)」「砂を入れるための箱」「移植ごて」「砂を平らにするヘラ」「水準器」「デジタルノギス」「アルミ製の餅網(縦横1cm間隔にアルミが組まれた焼き網で縦横1cmメッシュを計測)」。

実験方法は、まず箱の中に砂を敷きつめ、水準器で測りながらヘラで平らにならす。方眼用紙に足を乗せ、足形をとる。砂の上に素足のまま両足で立ち、足跡をつける。ついで足跡に餅網を当て、縦横1cmのマス目ごとにデジタルノギスで深さを測る。足跡が方眼1マスあたりに占める割合を目測し、用意した足形に計測値を記入していく。足の面積は、方眼の数を数えて求める。足跡の深さについては計測した深さの違いで色分け



をし、足全体の深さ分布図を作成した。

家族4人の実験結果を比べると、足の面積が最も広がったのは体が大きい父、狭かったのは体が小さい弟だった。母より僕のほうが身長も低く体重も軽いが、足の面積は僕のほうが広がった。足跡の深さが最も浅かったのは父で、最も深かったのは母だった。足跡の面積×深さを足跡の体積とするが、体積が最も大きかったのは母で、最も小さかったのは弟だった。

仮説⑤・Aで足跡の面積と体重は比例するとしたが、実験結果から正しいことがわかった。標準体重の人たちの体重÷足跡面積を求めるとおよそ0.14になり、0.14が係数となる。ただ体重が重い人は、この数値が上がる。

仮説⑤・Bで足跡の深さと体重は比例するとしたが、こちらも正しいことがわかった。標準体重の人たちの体重÷足跡体積はおよそ0.01となり、0.01が係数となる。足跡の深さと身長にも係数は存在しており、そちらは身長÷足跡体積がおよそ0.03。0.03が係数となった。

仮説⑤・Cで足跡の各部分の深さから身体的特徴を予測できるとしたが、それも裏付けられた。腰痛や魚の目持ちの足跡は、問題がある部分の深さが際立った。運動習慣があると土踏まずが深くなり、小学生までの子供は土踏まずがあまり足跡に現れていなかった。

### 実験A～Eからの考察

#### ● 歩き方

足跡から推察すると、恐竜は独自の歩き方をしておらず、現生生物の二足歩行、四足歩行と同じ歩き方だった。

#### ● 歩幅

歩いた時より走った時、スピードが速い時ほど歩幅が広がる。歩行時も走行時も、体が大きいほど歩幅は広い。大人も子供も、かかとをつけて走った時が歩幅は広い。かかとが浮いている時、歩幅は狭くなる。子供より大人のほうが走るスピードも速く歩幅も広い。

#### ● 恐竜の体格を知る係数を求める

これまでの実験結果から、歩幅と身長、歩幅と足の長さには比例の関係が存在することがわかっている。歩幅がわかれば、恐竜の体長や体重がわかる可能性があるわけだ。そこで、これまでの実験結果から家族4人の歩幅÷身長、歩幅÷足の長さの平均値を求めてみた。歩幅÷身長の家族4人の平均値は歩行時が0.46、走行時が0.71、歩幅÷足の長さの家族4人の平均値は歩行時が0.87、走行時が1.31だった。

#### ● 二足歩行の生物の体格を知る方法

上で求めた係数を使って、歩幅から恐竜の体格を計算する方法を考えてみた。実験Eの結果から得られた係数からも、恐竜の体重の計算式を考えた。

二足歩行恐竜の体格を知る計算式は、次のとおりだ。  
① 足跡化石の歩幅を測り、凹みの形などから歩いてい

たか、走っていたかを判断する。

② 恐竜の足の長さを歩幅÷0.87(歩行時)、または歩幅÷1.31(走行時)で求める。

③ 恐竜の身長を歩幅÷0.46(歩行時)、または歩幅÷0.71(走行時)で求める。

④ ③-②で胴体の長さを求める。

⑤ 恐竜は足に重心があるので、胴体の長さが頭からの重心までの長さに等しいと推察できる。頭から重心、重心からしっぽの先までの比率がわかれば、全長が求められると思う。

二足歩行恐竜の体重を知る計算式は、次のとおりだ。

① 体重(kg) = 足跡面積(cm<sup>2</sup>) × 0.14

② 体重(kg) = 足跡体積(cm<sup>3</sup>) × 0.01

いずれも体重が重くなると係数は増加する。

足跡体積からは恐竜の身長(cm)も、足跡体積(cm<sup>3</sup>) × 0.03で計算できることになる。

### 指導について

「恐竜が好き!」を原動力に、9年間研究を続けています。記念に講評をいただけたらうれしいなと思い、初めて応募いたしました。我が家の研究方法は一風変わっています。実験・観察以上に、絶滅した生物へのアプローチの模索とアウトプットが苦手な彼の頭の中をどう表現するかについて、多くの時間をかけて対話を重ねます。彼ならではの視点や知識の具現化に協力する形です。当初、彼の中の恐竜像は、図鑑の挿絵や展示化石等の静止した姿でしたが、研究を進めるにつれ躍動的な生物の姿へと変化し、その生存環境も思索するようになりました。継続研究の成果であるとともに、彼の成長記録でもあり、研究の苦楽を弟の晃も一緒に家族で分かち合えたことは最高の宝物です。講演会等でお会いした際に耳を傾けてくださった研究者の方々、静岡STEAMフューチャースクールの先生方、応援して下さった皆様に、この場をお借りして心より感謝申し上げます。 小崎 晋・裕美

### 審査評

本自由研究は、幼稚園の頃から大好きだった恐竜をテーマに、9年間継続して取り組んできた研究です。恐竜の足跡化石からは、恐竜が生きていた当時の姿や生態、自然環境を知ることができ、また足跡のくぼみの様子から体格や種類などを推定しています。研究を進めるために、多くの博物館や恐竜センターなどに足を運び、気付いたことや疑問に思ったことから仮説を立て、検証を行いました。恐竜の足跡と現在の動物の歩き方を比較し考察しました。また、砂浜で実際に家族の協力を得て歩いて走り走ったりし、その際に残った足跡から恐竜の動きを考察しています。走行時に得られた足跡については、かかとをつけた場合と浮かせた場合の違い、歩幅、体重、速さなどを比較してデータを集めています。さらに、砂を利用して足跡の面積や砂に沈んだ深さなどをデータ化し、足跡から法則性を導き出しています。小崎さんは、「研究をすればするほど、わからないことが出てくる。今後も学びながら研究を継続していきたい」と述べています。本研究が今後さらに発展し、さまざまな場面で研究成果が役立てられることに期待します。 審査員 田中史人

# マッチョ・シルク ～プロテインで育てたカイコ～

東京都東京学芸大学附属竹早中学校 3年 土屋光伸

## 研究の動機

近年、鉄ほど頑丈だといわれるクモの糸が、新素材として注目されている。ただ、クモの糸を集めて加工するには数年単位の時間がかかり、共食いをするクモの飼育は難しい。ある企業は、飼育に適したカイコにクモの遺伝子を組み込み、カイコからクモの糸の代用品を得るプロジェクトを始めたという。しかし遺伝子操作をしたカイコの糸に、クモほどの強度はなかったようだ。

その理由について、カイコの摂取するたんぱく質の量が、クモのそれに及ばなかったからではないかと考えた。クモのほとんどは肉食で、定期的に動物性たんぱく質を摂取する。クモの糸もたんぱく質でできており、糸のたんぱく質構造はカイコよりも高度だ。カイコがクモの糸に近い強度の糸を出すためには、餌の桑から得られるたんぱく質では不十分なのではないか。この仮説が正しいなら、遺伝子操作をしていないカイコでも、たんぱく質を多く摂ることでより強い糸を出すようになるはずだ。

そこで、入手できる通常のカイコに、たんぱく質を多く与えて飼育してみようと考えた。その結果、出す糸の強度に影響が出るのかどうか、調べてみる。

## たんぱく質の選別

カイコが食べる桑の葉は、それ自体が高たんぱくなので、比較対象のカイコに大きな差を持たせるには、大量のたんぱく質を摂取させなければならない。余分なものが含まれず、乾燥しているという点から、プロテインなどの粉末を使うことにした。また、カイコのサナギの粉末も使い、人為的に共食いをさせてみたいと思った。カイコの多くは繭を作れば殺されてしまうが、サナギには豊富なたんぱく質が含まれ、昆虫食としての価値も見いだされている。同種の体に蓄積されたたんぱく質なら、カイコが消化しやすいとも考えた。

## 研究の方法

餌に加えるたんぱく質は3種類、①大豆プロテイン（以下「大豆」）、②鶏のささみの乾燥粉末（以下「ささみ」）、

③釣り餌用のさなぎ粉（カイコのサナギの粉、以下「サナギ」）と決めた。添加物がないものを用い、1g当たりのたんぱく質含有量は大豆が0.863g、ささみが0.841g、サナギが0.349g。各粉末を、シルクメイトという粘土状の養蚕用人工餌に混ぜて与える。桑の葉を餌にしていたカイコはシルクメイトを食べないそうで、カイコを卵から孵化させ飼育する必要があった。

卵を購入し、ついてきた説明書を参考に飼育環境を決めた。濡らしたキッチンペーパーを敷いた大きいシャーレの中央に卵を入れた小さいシャーレを置き、穴の空いたラップをかける。カイコが孵化したら、よったティッシュで餌の上にやさしく移動させる。少し大きくなったら湿度を保てる環境で、大きな箱などに入れて飼育する。カイコが大きくなると脱皮のために動かなくなる「眠」という期間が定期的に訪れるが、眠に入ったらできるだけ動かさない。さらに大きくなると、それまでにため込んだ尿を排泄し、あたりに糸を散らしながら上へ上へと入れ組んだ足場を探しに動き始める。これを上簇じょうさくというが、この頃にまぶしという格子状の足場が入った飼育容器に入れる。まぶしのなかで糸を吐き始めて1～2日が経つと、繭が形成され始める。そこから1週間ほどで繭が完成するため繭を収穫し、冷蔵庫のチルド室で保管する。繭のなかのサナギは、この時に死亡する。

### ●第1実験

室温27℃、電灯のついた部屋で、2025年6月29日から実験を始めた。購入したカイコの卵を18～19粒ずつ3グループに分け、孵化させる。3グループのカイコにそれぞれ大豆、ささみ、サナギを加えた餌を与え、どの程度の栄養負荷に耐えられるのか確かめた。シルクメイト15gに対し、3種類の粉末を1g、2g、3gと増やしながら与えて飼育し、その生育状況を観察した。

### ●第2実験

第1実験を追いかけるように2025年7月9日から、室温27℃、電灯のついた部屋で、購入した卵を18粒ずつの7グループに分けて実験を始めた。第1実験の餌は単純に粉末の質量を揃えたが、第2実験ではたんぱく質の含有量を揃えてシルクメイトに混ぜる。この頃、第1実験のカイコはシルクメイト15gに対し粉末2gの餌を食べていたため、サナギ2gのたんぱく質含有量を基準に、大豆とささみの添加量をそれぞれ0.83g、0.81gとした。この添加量を2倍にするグループと、シルクメイトだけ



で飼育するグループも観察することにした。

7つのグループには餌に応じて、大豆（多）、大豆（少）、ささみ（多）、ささみ（少）、サナギ（多）、サナギ（少）、プレーンと名をつける。（多）はたんぱく質が2倍量、プレーンはシルクメイトだけを与えるグループだ。

## 実験の経過と結果

### ●実験の経過

7月5～7日にかけて、第1実験の卵のほとんどが孵化し、シルクメイト15gに対し1gのたんぱく質添加の餌に食いついた。その後、15gに対し2g添加の餌にも食いついたが、7月12日にはささみグループの6匹が死亡した。同じ12日には第2実験の卵の多くが孵化し、決めていた配合の餌を与え始める。しかし翌13日に、第1実験のカイコの多くに異常が発生した。肛門からフンと一緒に糸を出している。通常カイコが糸を出すのは繭を作る時だけで、それも口から出す。これでは移動が難しくなったり、眠の妨害になったりするおそれがある。

そこで、第2実験のカイコに与えるたんぱく質を減らした。全体に添加するたんぱく質の割合を半分にしたが、それでも後日、口から糸を出すことがわかった。大豆>サナギ>ささみ>プレーンの順に大きな症状が出た。

7月23日になると、第1実験ささみグループの生存個体は5匹まで減った。第2実験のささみ（多）とサナギ（多）の死亡数も多かった。それでも7月31日には第1実験大豆グループの1個体が糸を吐き出しながら上簇を始め、8月1日にはまぶしのなかに繭を作った。8月6日には第2実験の個体も上簇を始め、次々と繭を作って8月10日には最初の繭を収穫できた。

### ●第1～2実験の結果

第1実験ではシルクメイト15gに対し4gのたんぱく質添加まで試したが、ささみグループは最終齢の幼虫にも育たず全滅した。その他の各グループの繭のうち、健康繭（貧弱形成を排除）の大きさや重さの平均を下を表にまとめた。第2実験の途中で大豆（少）とプレーンの8～9匹ずつを誤って一緒にしてしまったため、大豆（少）とプレーンの繭数は他の半数から収穫したものだ。

糸の強度は、次のように調べた。各グループからなるべく上質な繭を選び、沸騰した湯に繭を沈めてほぐし、

### ●各グループから採集した健康繭平均の大きさと重さ

餌	繭全体の数 (健康繭の数)	縦	横	重さ
大豆	13 (10)	34.20mm	19.80mm	1.771g
サナギ	6 (4)	36.00mm	19.50mm	2.186g
大豆 (少)	9 (9)	41.11mm	21.77mm	2.700g
大豆 (多)	13 (12)	43.92mm	21.54mm	2.504g
ささみ (少)	10 (5)	40.60mm	22.40mm	3.091g
ささみ (多)	6 (1)	39.00mm	21.00mm	2.716g
サナギ (少)	14 (14)	38.86mm	20.86mm	2.735g
サナギ (多)	6 (5)	33.80mm	16.20mm	1.680g
プレーン	8 (8)	37.25mm	20.60mm	2.179g

●それぞれの糸が耐えた紙の枚数と紙と金具の重さ 単位は枚とg

餌	大豆	サナギ	大豆 (少)	大豆 (多)	ささみ (少)	ささみ (多)	サナギ (少)	サナギ (多)	プレーン
枚数	5	9	17	19	11	10	18	8	10
重さ	4.690	5.862	8.406	9.042	6.418	6.180	8.724	5.544	6.180

1500m近くある糸を巻き取る。巻いた糸から太さが均一な1本をほぐし取り、鍋の直径部分に渡しかけて固定する。糸に暗記用のリングメモをぶら下げ、糸が切れるまで紙の枚数を増やした。結果は上の表のとおり、たんぱく質摂取量の増加で糸が強くなることが確認できた。

カイコにとって動物性より植物性たんぱく質のほうが安全で、効果が高いとわかった。第2実験の大豆（多）の糸は、プレーンの糸より約1.5倍も強い。サナギ（少）の糸も大豆（多）とほぼ同等の強度が確認でき、共食いがよい効果を生んだといえる。ただ、たんぱく質はどれも与えすぎると、特殊な健康被害が出ることもわかった。

## 指導について

中学校での3年間、長期にわたった研究の共通テーマは「生物の遺伝的要素と環境(後天的作用)では、どちらが優勢か」ということでした。まだ誰もやったことのない実験にこだわり、多様な生物を対象として挑み続けたことで、「遺伝的なものを引き継いで生きる生物(人)は、環境(努力)によって生体能力(未来)を変えられる」というロマンを、科学で少しは実証できたのではないのでしょうか。この度の実験では、サンプル採取のためにカイコを多頭飼いいし、モニター管理、温度調節やこまめな餌付け作業などを家族みんなで手伝いました。我が家がまるで養蚕場にもなったかのように、桑の匂いに包まれて過ごしたあの夏が思い出されます。研究を通じてたくさんの方々から激励やご指導を賜り、その宝物のような経験によって、今でも研究への情熱や希望を抱き続けていられることに、心からの感謝と喜びを感じています。

土屋多恵子

## 審査評

クモの遺伝子を導入したカイコに高強度の糸を作らせる取り組みに興味を持ち、糸の強度と餌に含まれるたんぱく質との関係に着目した研究です。餌の種類と量を変えてカイコが出す糸の強度を比較する実験を行いました。その結果、餌が大豆のものは多く生き残り高強度の糸、ささみのものは死亡率が高いが通常強度の糸、サナギのもの生き残りは前者の中間程度で比較的高強度の糸となりました。これらの結果から適量の植物性たんぱく質の摂取は強い糸の生成に有効であること、自己と同じ組成ではない動物性たんぱく質は消化されにくく生き残りに影響すること、「共食い」の悪影響はみられずかえって生存には好影響だったことなどが明らかになりました。着想から実験に至るまでの流れや、養蚕技術をよく調べ工夫しながら実験を行ったことなどが高く評価されました。カイコの肛門から糸が出るという予想外の現象の解明が次なる課題となりました。今後の展開が楽しみです。

審査員 木部 剛

# 分光色差計を使った AGE スケールの開発 ～誰でも簡単にできる糖化反応の評価方法～

大分県大分県立大分豊府中学校 2年 宮崎香帆

## 研究のきっかけ

お菓子教室の先生が試作を食べるせいで、糖化してシミが多くて困ると話していた。どういう意味か不思議に思って調べると、糖化というのは過剰に摂取した糖が体内のたんぱく質と結びつくことだった。糖化したたんぱく質は劣化し、最終的にAGE（終末糖化産物）になる。AGEは細胞や臓器に炎症を引き起こし、老化を早める要因になるという。誰の体にも加齢とともにAGEが溜まるが、個人差がある。蓄積度が高い人は糖尿病をはじめ、がん、心筋梗塞、脳梗塞、アルツハイマー型認知症など、多くの病気にかかりやすくなることも知った。

## 研究の目的

多くの人に糖化の危険を知ってもらうきっかけを作るため、何かできることはないか。リトマス紙やpH試験紙のように、糖化の進行具合を簡単に判断できるものがあれば、理解が進むのではないかと考えた。

トーストやホットケーキを焼くと、表面がきつね色に変わっていく。糖とたんぱく質による化学反応（メイラード反応）で起こった色の変化で、体のなかでこれと同じことが起こるのが糖化だ。トーストと同じように糖化が進むにつれてたんぱく質の色が変わるため、色の変化から糖化の進行具合がわかる。

最初は糖化に応じて変わる何色かの色に感覚的に点数をつけてみたが、それでは科学的に糖化度を示したとはいえない。今回は、糖化が始まってからその最終段階までの色見表を90色まで増やす。90色それぞれを、大分産業科学技術センターの分光色差計を使って、同じ基準で数値化したい。分光色差計は測定対象に光を照射し、反射（または透過）した光を波長ごとに分解して色を数値化する機器だ。90色を科学的な数値にすることで、糖化の進行度を正しく知ることができるAGEスケールを作る。

## AGEスケール

### ● AGE カラーコードの制作

糖化が始まってから最終段階までの90色の色見表（以

下、「AGEカラーコード」）は、自作することにした。AGEカラーコードの色を決めるため、実験で糖とたんぱく質を糖化させ、色の変化を観察した。

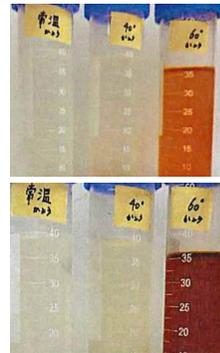
用意したのは果糖、ゼラチン、水、容器、ヨーグルトメーカーだ。人体を構成するたんぱく質の30%はコラーゲンで、実験ではゼラチンをコラーゲンに見立てて使う。水300mlを80℃に温め、ゼラチン5gを混ぜる（この液体を以下、「コラーゲン基本液」とする）。コラーゲン基本液に果糖を10%の濃度で混ぜた10%果糖溶液を用意した。10%果糖溶液を3本の容器に分けて入れ、1本は常温に置き、残りの2本は40℃と60℃に設定したヨーグルトメーカーで保存した。右が6日目、19日目の3本の写真だ。写真中央の40℃で保存した容器は、19日目でも少し黄色味を帯びただけだった。右の60℃で保存した容器は、時間の経過とともに薄黄色、茶褐色、焦茶色と色が変わっていった。濃い褐色になった10%果糖溶液に紫外線を当てるとAGEの特徴である光を放ち、糖化が進んでAGEができていることが証明された。

常温と40℃の10%果糖溶液の色がほぼ変わらなかったのは、糖化は糖とたんぱく質に熱が加わって起こるからだ。トーストも、焼かなければきつね色にはならない。体内では体温で糖化が起こりAGEが蓄積するが、口から入る食品のきつね色の部分にもAGEは含まれている。加熱する温度が高いほど多くのAGEが含まれ、とんかつ、唐揚げ、ステーキ、焼き鳥など、揚げたり焼いたり炒めたりした動物性脂肪食品に多い。

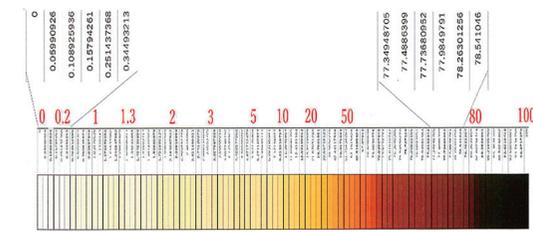
### ● AGEスケールの完成

AGEカラーコードはエクセルのグラデーション機能を使って作ることにした。糖化が始まった直後の様子が細かくわかるように、薄い色を多めに割り当てる。糖化の進行具合をより正確に表すことができるように、色の追加と補正を繰り返した。16作目によく、納得のいく90色のAGEカラーコードが出来上がった。

完成した90色を、分光色差計で3回以上測定した。ソフトウエアを使い色ごとに、色の濃さの指標であるK/S値（450nm＝褐色成分が光を吸収する波長）の平均値を出す。糖化の反応開始時を0、終了時を100として、



上が6日目、下が19日目



K/S値の相対値を90色分求めた。こうして完成したのが、上のAGEスケールだ。

## 糖化反応の分析

完成したAGEスケールを使って時間や温度、濃度などの条件をさまざま変えながら、糖化反応の分析をした。

### ● 糖の種類ごとに時間や温度、濃度への依存性を分析

コラーゲン基本液に砂糖、ブドウ糖、果糖をそれぞれ混ぜ、保存する時間（日数）や温度（常温、40℃、60℃）、糖の濃度（0～10%）の違いで、糖化反応がどう変わるかを調べた。保存時間が長く、温度は高く、糖の濃度が高くなるほど糖化度は高かった。砂糖に比べて果糖やブドウ糖の反応速度が速く、果糖が最も糖化を進めた。

コラーゲン濃度の違いでも、糖化反応を確かめてみた。コラーゲン濃度1.7%の基本液より、水120gにゼラチン12gを加えた10%コラーゲン溶液のほうが、糖化度が上がった。糖化度はコラーゲン濃度にも依存していた。

### ● 糖化と固まりやすさ、融けやすさの関係

糖化がゼラチンの固まりやすさや融けやすさに与える影響を調べてみた。コラーゲン基本液に使うゼラチンは、冷えると固まる。コラーゲン基本液にそれぞれ0～10%の濃度で果糖を混ぜ、容器に入れて60℃のヨーグルトメーカーで保存する。3日後に冷蔵庫へ移して3時間後、取り出した容器を横に倒して固まり具合を比較した。その結果、果糖が入っていないコラーゲン基本液は固まったのに対し、10%果糖溶液は固まらなかった。この時の10%果糖溶液は薄黄色で、糖化度は1.17だった。

上の実験と同じ方法で作ったコラーゲン基本液と果糖溶液のすべてを冷蔵庫でしっかり固めた後、常温に戻して15度傾けて置く。10分後に直立させて底から固まっている部分までの長さを測った。また、AGEスケールで各容器の糖化度も確認した。すると糖化度が高い溶液ほど固まり部分の長さが短く、融けやすいことがわかった。

### ● 市販の飲料水（透明なもの）による糖化反応を分析

コラーゲン基本液の水を市販の炭酸水、果糖ブドウ糖液糖入りミネラルウォーター、サイダーに置き換えたものを用意し、60℃のヨーグルトメーカーで保存して糖

化度を比べた。その結果、7日目の糖化度は炭酸水は0、ミネラルウォーターも1未満だったが、サイダーは1.75もあった。10%果糖溶液の7日目は1.4だったから、それより高い糖化度となった。

### ● 色つきの飲料水の糖化反応を測る

市販の飲料水は色のついたものが多く、色で判断するAGEスケールを使うのは難しい。そこで、糖化度が進むとコラーゲンが融けやすくなる性質を利用する。3種類の色つき飲料水を用意した。3種とも含まれる果糖濃度は10%程度だ。コラーゲン基本液と、コラーゲン基本液の水を3種に置き換えたものをヨーグルトメーカーで糖化させ、2日間経過したところで冷蔵庫で固めた。常温に出して傾けて置き、70分後に底から固まったところまでの長さを測った。基本液が2cm弱の長さがあったのに対し、飲料水は3種とも0.5cmもなく、ほぼ同じ長さだ。同程度に糖化が進んでいることがわかった。

## 指導について

宮崎さんは、4年間の研究活動を通して、基礎的な知識と技術を着実に身に付けるとともに、科学的に考えて行動する力を育んできました。お菓子教室の先生から「試作品をたくさん食べるので糖化でシミがでやすい」という話を聞いたことをきっかけに糖化について学び始め、やがて家族の健康への関心、さらには超高齢社会における健康問題へと視野を広げていきました。

日頃から「ないものは自分で作る」という姿勢で研究に向き合い、AGEスケールの作成や糖化度の解析方法を考案しました。対照実験や再現性を確認する地道な作業にも丁寧に取り組み、探究心と使命感を深めていく姿が印象的でした。常に次の課題を見つけ挑戦し続ける姿勢は頼もしく、「研究は答えが分からないからこそ面白い」という言葉に、大きな成長を感じました。予防医療の発展、健康寿命の延伸を思い研究を続ける大志ある若き共同研究者に感謝します。

うらば 加世田国与士

## 審査評

小学校時代の自分の病気の経験から、糖化の進みにくい食事方法、生活習慣や病気の予防や治療に関して意欲的に取り組んできた研究です。身近な方（お菓子教室の先生）の「試作をたくさん食べるので糖化してシミが多くて困る」というつぶやきを不思議に思い調べ、簡単に糖化の進行具合を判断できるAGE（体内で生成される老化物質）スケールを策定し、糖化のこの理解促進に役立てようとした研究です。砂糖、ブドウ糖、果糖の時間経過・糖の濃度の違い・温度・コラーゲン濃度の違いによる糖化反応の比較実証、さらに糖化がたんぱく質の分解酵素に与える影響分析を行い、市販の飲料水（透明）、ジュースに含まれる糖化の実証実験を行い、体内でできるAGEの量は血糖値×時間で決まることや調理の際に高温のほうが多くAGEが形成されることを明らかにし、一般人でもAGEの量を確認する安価で安全に実験できるスケールの提案が評価されました。

審査員 小澤紀美子

# アゲハ蝶類の蛹化成長曲線と開翅長との関連について

静岡県焼津市立大村中学校 1年 青木 聡

## 研究の動機

自分の将来の目標は、生物学者になることだ。アゲハ蝶類の飼育の研究は、今回が2年目になる。前回の研究で自宅の庭に「蝶ドーム」を設置し、ジャコウアゲハやカラスアゲハ、ミヤマカラスアゲハを飼育し観察した。真夏の暑さで蝶類が死んでしまうため、途中からエアコンのきいた多目的室での観察が中心となったが、アゲハ蝶類の飼育観察は楽しさがたくさんあった。今回の研究ではおもにジャコウアゲハの飼育観察を行い、成果を基礎にして飼育の経験値を上げていきたい。将来は地域全体でジャコウアゲハを育てていく環境づくりを、生物学者として実践したいと思っている。



ジャコウアゲハの成虫

## 研究の目的

前回の研究では、「アゲハ蝶類の蛹化と成長直線について」報告できた。前回、アゲハ蝶類の幼虫には体長20mmあたりに生死の壁があり、無事に羽化した個体は幼虫の時、2段階の成長をしていることがわかった。1段階目では緩やかに、2段階目で急速に成長して蛹化していると考えられた。前回の蛹化成功率はジャコウアゲハ34匹中17匹で50%だった。今回の研究では飼育観察する幼虫の数を増やし、発見した2段階成長を踏まえ、蛹化成功率を上げるための条件を見つけていきたい。

## 研究の方法

自分で育てて越冬中のジャコウアゲハの蛹と、購入したジャコウアゲハの蛹を蝶ドーム内で羽化させ、その後の交尾、産卵で生まれた幼虫の飼育観察を行う。幼虫の飼育方法は、伊丹市昆虫館で指導いただいたカップでの単独飼育が基本となる。幼虫を健やかに育てる方法はさまざまあるが、最もわかりやすいのが、食草のウマノス

ズクサの与え方を工夫することだと思う。食べた量＝幼虫の糞量を確認し、幼虫の成長カーブは「体長mm」「重量g」「糞量g」のデータを記録して解析する。「命」を預かる飼育なので、無駄に幼虫を殺す対照実験はしない。

蝶ドーム内で交尾し、産卵後の親の蝶はマークペイント後に放蝶する。地域の蝶層を確認しつつ、自然界で生活するジャコウアゲハも観察したいと思う。

## 103グループの飼育観察

2025年1月、茨城県の2施設から8頭ずつのジャコウアゲハの蛹を購入した。自分で育てた越冬中のジャコウアゲハの蛹は3頭だけであったし、人工飼育集団に新しい血が必要だからだ。春が来て蝶ドームで、越冬中のジャコウアゲハ1頭（オス）と茨城産の2頭（メス）が羽化した。2日後の4月14日には交尾に成功し、ドーム内のウマノスズクサの葉裏に卵も確認した。4月26日までにウマノスズクサの鉢植え2鉢に103個の卵が産みつけられたことから、このグループを103グループとした。鉢植え2鉢を多目的室へ移し、次々と孵化する幼虫を経過観察する。蝶ドームで羽化した親世代の3頭は、感謝の気持ちを込めて放蝶した。



庭の蝶ドーム

前回の実験では「比較的サイズの大きい幼虫」と、それより免疫力のない「体長8mm以下の小さな幼虫」に分け、比較観察を行った。今回、103グループは「比較的サイズの大きい幼虫」の担当として、ある程度のサイズになってから飼育カップへ移し、体長や重量などを測定する。確認した103個の卵のうち、孵化に成功した幼虫は74頭だった。そのうち15頭は1頭のみ単独で、残りは5頭ずつ飼育カップに入れ、5月6日から体長、重量、糞量の測定を開始した。

### ●103グループ幼虫の大きさと糞量（平均値）

		5月6日	5月11日	5月13日	5月11～13日	
					増減差	アップ率
5頭飼育 (全59頭)	体長 mm	14.24	23.65	30.35	6.7	128%
	総重量 g	0.21	0.84	1.42	0.6	170%
	総糞量 g	0.13	0.64	1.46	0.8	228%
単独飼育 (全15頭)	体長 mm	14.75	22.31	27.00	4.7	121%
	総重量 g	0.20	0.72	1.31	0.6	183%
	総糞量 g	0.00	0.40	0.96	0.6	239%

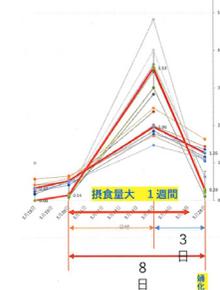
その結果、前回の2段階成長直線は103グループでも再現した。5月6日から始まった比較的緩やかな成長直線が11日を境に急角度で上がっている。左下が、幼虫の大きさや糞量平均値の変化をまとめた表だ。5頭1パックで飼育した59頭の平均を見ると、5月13日の糞量は自分たちの体重を上回っていた。11日ごろからウマノスズクサの爆食を始め、13日までに急激に重くなったことがわかる。単独飼育の例でいうと、13日の3日後には15頭中7頭が前蛹または蛹化し、5日後の18日には12頭が蛹化している。つまり、11日からの急成長は、蛹化1週間前からの事象だと推測できる。

## 183グループの飼育観察

2025年4月に、茨城県の越冬蛹を新たに10頭購入した。この茨城由来の蛹からも羽化、産卵が確認でき、卵の数から183グループと名前をつけた。183グループは「8mm以下の小さな幼虫」の担当として、幼虫の成長を待つことなく順次5頭ずつ飼育カップに入れていった。5月18日に孵化した130頭の幼虫で103グループと同じ測定記録を始めることにし、ここからは130頭を1頭ずつ単独飼育パックへ移し替えた。

183グループでは5月28日に蛹化した8頭のみを対象に、5月18日、20日、25日、28日の平均データをグラフにした。すると、幼虫の蛹化までの急成長勾配がよりはっきりした。蛹化の3日前、25日が糞量の最大ピーク時で、自分の体重の1.8倍の糞をしている。25日の糞量は20日の25倍、アップ率は2569%だ。食欲旺盛度に限度がなく、蛹化の1週間前にはウマノスズクサを限りなく用意する必要がある。幼虫は前蛹になる直前、おしりから不要物を排泄する（ガットバージ）ため、25日のピークをすぎると成長線は下降する。成長直線が急角度に上がる起点となっている20日から、爆食が続いたのは1週間程度だろうか。実際の幼虫を見てもいきなり摂食行動をやめて、あたりを動き回って納得がいく頃合いに不要物を排泄、前蛹になる。

今回、103グループ74頭のうち蛹化したのは71頭、95.9%の蛹化率だった。71頭の蛹のうち2頭が死亡、残った69頭はすべて羽化している。そのうち35頭の蛹は焼津東小学校の小学3年生に教材として寄贈した。教室で次々と羽化し、生徒たちが大歓声で見送ったという。183グループ130頭の幼虫は122頭が羽化し、羽化率は93.8%だ。こちらは92頭の蛹を大井川東小学校の3年生に寄贈した。



183グループ8頭の蛹化までの成長線

## 開翅長とFG指数

人工飼育したジャコウアゲハの標準サイズは、どのくらいの数値だろうか。蝶が翅を広げた長さ（開翅長）は、幼虫の摂食量によって変わると経験からわかっている。

今回は67頭分（オス35頭、メス32頭）の①開翅長、②体長、総重量、糞量（いずれも蛹化前の最大値）、③蛹化日、羽化日のデータを得ることができた。各個体の②の糞量を②の総重量で割り、四捨五入して求めた数値をFG指数とし、幼虫の摂食度を示す指数とした。67頭のFG指数と羽化後の開翅長の関連性を見ると、標準的な開翅長は100mmだった。FG指数が1.0を超えると開翅長105mm以上の立派な成虫となり、1.0未満なら開翅長90～95mmの小型サイズになることもわかった。

## 指導について

本研究は、昨年度のアゲハ蝶類の飼育で見いだした新たな課題に基づき、ジャコウアゲハの成長過程を対象としたものです。昨年からの越冬の観察や食草ウマノスズクサの栽培など、関連する事柄に根気強く取り組んできました。

本年度は、越冬個体の産卵から孵化した個体の詳細な観察に加え、ケースを用いた個体管理など多角的なアプローチを試みました。研究に必要な情報も自ら積極的に収集し、手法に取り入れています。特に「蛹化成長曲線の検証」においては、200頭を超える個体を飼育し、日々丁寧にデータ測定を行いました。庭への蝶ドーム設置や室内への飼育スペース確保など、家族の理解と協力による充実した環境が研究をより深化させ、今回の成果につながったと言えます。何より、こうした粘り強い取り組みは、聡さんの蝶に対する深い愛情があってこそ成し得たものでしょう。今後も、蝶の研究を通じて新たな課題を見だし、探究し続けることを期待しています。静岡県焼津市立大村中学校 教諭 大塚昌裕

## 審査評

この論文は、ジャコウアゲハを人工的な飼育環境で安定的に飼育する条件について、体験的に実験と観察を重ね、その成果をまとめたものと見られます。比較的大規模な飼育環境のもとで実験が行われていることに感心します。この論文で注目している蛹化という現象について、素早く成長するショウジョウバエでは、幼虫が蛹化できる域値（限界の大きさ）があり、域値を超えた後の成長が成虫の大きさに関係することが知られていますが、アゲハチョウのような大きな幼虫についてははっきりした知見はないかもしれません。データはできているので、FG指数を問題にする前に、一定の成長段階の幼虫の大きさと成虫の大きさをまず比較してみたらどうでしょうか。なお、写真から推定すると、ウマノスズクサとして挿し木の実験に使っている植物はオオバウマノスズクサではないかと思われます。

審査員 邑田 仁

# アリの嗅覚能力と 孤立アリが抱えるストレスについて アリの研究 パートIII

福井県福井大学教育学部附属義務教育学校 9年 八木詩月

## 研究1～2のきっかけ

アリはコロニーと呼ばれる家族集団で生活する社会性昆虫で、なかでも高度に役割分担が進んだ真社会性を持つ。メスが大多数を占め、女王アリが産卵を担当、ワーカー（働きアリ）など不妊の集団がコロニーの維持を担っている。嗅覚が発達したアリにとって、重要なコミュニケーションの手段がフェロモンだ。アリの体には外分泌腺があり、警報フェロモンや道しるべフェロモンを出して、においてコミュニケーションを取っている。

フランスの研究チームによると、アリはがん細胞と健康な細胞のにおいをかき分けられる嗅覚と記憶力を持つという。優れた嗅覚を持つアリに、論文を参考にしながらアプローチし、その潜在能力を検証しようと思った。

## 研究1～2の実際

前回の研究中、コロニー内のアリの死骸を外へと運ぶワーカーを観察した。死骸は死の直後ではなく、死後2～3日たつと運ばれることが多かった。今回の研究では、仲間の死骸をコロニー外へ搬出する目的を探りたい。

アリは視力が弱く、視覚で仲間の健康状態が判断できるとは思えない。死骸から出るにおいを探知して、運び出している可能性がある。運ばなければならない理由は何か、死骸がコロニーの生きたアリの健康に悪影響を与えるのか。命の危険がなければ死骸を食用にすることも可能で、巢外に運び出す必要はない。

### ● 研究1

福井市松本地区に生息するクロアリの生体20匹と、クロアリの死骸10匹を同じコロニーから採集した。どちらもワーカーのアリで、死骸は死んでから6時間未満のものを選んだ。石膏でそれぞれ縦横10cm×10cmのコロニーAとコロニーBを作り、自宅室内（気温25～27℃、湿度60～65%で管理）に置く。コロニーAは縦横7cm×6cmのエサ場と長さ30cmのチューブでつなぎ、エサ場へ出入りできるようにした。コロニーBには出入り口はない。コロニーAとBにそれぞれ生体10匹と死骸5匹を入れ、生きたワーカーの行動や生存状況を観察する。この観察を5回繰り返した。

を観察する。この観察を5回繰り返した。

コロニーAのワーカーは死骸をエサ場へと運び出し、死骸を搬出できないコロニーBのワーカーは生存できないと予想したが、そのとおりであった。下が時間経過とワーカーの生存数を示すグラフだ。生存数は、5回の平均値で表している。

研究1の結果から、死骸を搬出する行動はコロニー内で生きるアリの命を守るためだと推察できる。入れた死骸が死後48時間を経過したころから、コロニーBでの死亡率が上がった。生きたワーカーの健康に影響が出るのは、死後48時間以上がたった死骸だと考えられる。

### ● 研究2

前回の研究中、「死骸から出るのは蟻酸ではないか」とアドバイスをいただいた。文献を調べると、アリの死骸はオレイン酸を放出することがわかった。そこで、生きたワーカーとオレイン酸を含むオリーブ油を染み込ませた麩をコロニーAに入れ、研究1と同じ観察を行った。

オリーブ油を含んだ5mm角の麩5片を、コロニーAに入れる。その他の条件はすべて研究1と同じだ。5回観察を繰り返し、平均値を求めた。研究1と研究2のコロニーAの平均値を比較したグラフは、下のとおり。

死骸と違って、麩は最初からオリーブ油のオレイン酸のにおいがするため、即刻搬出すると予想したが、すべての麩が搬出された。麩を食べたアリもいたが食後2～3時間以内に死亡し、麩と死んだアリは同じ場所へ運び出された。研究2の生存状況が悪いのは、麩が死骸より早くからオレイン酸を放出したからだと考えられる。

## 研究3～5のきっかけ

アリの研究を始めたころ、コロニー内に死骸が増えていくなかで1匹残ったアリが、間もなく死んでしまうこ

とに気がついた。アリを単体で飼育した時も、長く生きられない様子が観察できた。社会性昆虫であるアリが環境の変化にどう対応するのか、確かめたいと思った。

## 研究3～5の実際

### ● 研究3～4

研究3では、福井市松本地区に生息するクロアリのワーカー31匹を同じコロニーから採集した。石膏で縦横10cm×10cmのコロニーを2セット作り、自宅室内（気温25～27℃、湿度60～65%で管理）に置く。コロニーはどちらも縦横8cm×6cmのエサ場と長さ30cmのチューブでつなぎ、エサ場へ出入りできるようにした。同じ条件のコロニーの1つにワーカー1匹を入れ、もう1つにはワーカー30匹を入れて観察した。2つのコロニーには、同じタイミングでエサを与えるようにする。

1匹だけのワーカーは同条件で8回観察したが、最も生存時間が長かった個体でも48時間だった。8回平均（最大値と最小値を除く）の生存時間は9.75時間しかない。これに対し、30匹を入れたコロニーでは半数の15匹が死亡するまでに35日以上かかった。

研究4は研究3と同じコロニーに10匹のワーカーを入れ、飼育途中の4日目に1匹を残して他を取り出し、孤立する状態を作った。同条件で5回観察したが、孤立後のアリの寿命は平均10.6時間だった。グループで生活していたアリでも孤立すると寿命が縮まり、周囲に死骸がないことから寿命が縮まる原因はオレイン酸ではない。

孤立アリの生存時間については他にも、抗酸化作用のある脱酸素剤などをコロニーに入れて観察したり、種類が違うクロヤマアリで試したりした。なぜ抗酸化作用のあるものを入れたかという、アリの寿命には「酸」が大きく関わると考えられ、孤立アリは酸化ストレスを感じていると仮定したからだ。結果、生存時間が多少は延びたケースもあったが、どれも長くは生きられない。すべての孤立アリはエサに興味を示さず、石や木の影に隠れていることが多かった。

### ● 研究5

研究5では、集団で暮らしているアリがどんな生活を送るのか、1日の時間経過とともに観察した。

早朝から午前中は活動量が増え、正午前後は活動しない傾向がある。夕方以降は活動量が落ち、夜中は2～3匹しか活動しない。1回の休憩時間は10分程度、休憩中に動き出す個体がいる。また戻ってきて仲間たちと休む様子が見られた。

早い段階で、コロニー内にゴミ捨て場が設置されるのも観察できた。食べかすや死骸、老廃物がたまり始めると、生活圏内から離れた場所へ数時間かけてゴミ捨て場を移していた。元のゴミ捨て場は、きれいに片付けられている。ゴミ捨て場担当のワーカーは常に3～4匹いて、コロニー内を清潔に保つ重要な役割を担っていた。

エサを見つけると仲間を呼び、巣に持ち帰って口移しで仲間に配っていた。エサに反応しない孤立アリとは大変な違いだ。孤立アリは強い酸化ストレスを受け、仲間を探すうちに力尽きてしまう印象だった。社会的な生き物にとって種別関係なく、孤立は心理的、身体的健康にデメリットをもたらす可能性がある。アリのストレスを単純にヒトに当てはめるのは安易だが、アリの細胞内に起こる変化を追及し、孤立に屈しないヒントを得たい。

小さなアリを見続けた日々は私にとって、大きな宝物である。

## 指導について

「アリの嗅覚には、ヒトのがん細胞と健康な細胞を嗅ぎ分けられる能力がある」という論文に出会い、興味を持ったことが、この研究のきっかけです。親子そろって何の知識もなく、手探り状態でのスタートでした。最初はアリ1匹をつかまえるのにも一苦労でしたが、今ではアリの細かな動きや表情の変化が見えるようになりました。初年度は論文の研究内容を参考に、2年目以降はコロニーを自作し、前年の反省を踏まえながら観察する中で、アリの嗅覚や記憶力についてたくさんの新しい発見に恵まれ、また、アリの生命維持方法や複雑な社会構造を垣間見ることができました。これからも、環境に応じてアリの細胞内に起こる変化を追及し、彼女の最終目標である「ヒトに応用できる日」がくることを願っています。4年間、1日に何時間もアリを見つめ続けた娘と共に、私もアリに夢中になれた宝物のような日々を過ごすことができ、大変幸せに思います。

八木美沙子

## 審査評

本研究の動機は、「アリにはがん細胞と健康な細胞をかき分ける嗅覚と記憶力がある」という論文があることを知ったことである。この興味深いテーマに触発され、アリのもつ潜在能力を検証し、それがどのようにアリの寿命の変化や社会性に影響するかを、予想や仮説を立て、実験しながら、結論を導いている。それによると、アリは死骸から微生物やオレイン酸を放出するので、コロニー内の衛生保全のため死骸を外に運び出していることを突き止めた。また、アリは集団から脱却して孤立すると、酸化ストレスを感じ、食欲も減衰し、早や死にする傾向があることも観察している。この種の研究は予想や仮説を立証することは至難ではあるが、私たち人間もアリから学ぶことがありそうなので、今後も是非研究を続けてほしい。また、線虫のがん細胞を探し出す特別な嗅覚を持つことに注目し、がんの早期発見法が研究されているので、医学への応用も視野に入れて研究していただきたい。

審査員 秋山 仁



死骸を運ぶ様子



仲間とかがたまって休憩中

# 両利きになることを 支援する装置の開発3

静岡県静岡大学教育学部附属静岡中学校 2年 辻知里

## 研究の動機

3年間、みんなの生活効率をより良くすることを目指し、「両利きになることを支援する装置の開発」というテーマで研究を行っている。左利きの私は、日常生活で不便を感じることもある。ペットボトルの蓋や、フライ返しなどのキッチン用品、ドアノブの位置など、右利き用に作られているものが多いからだ。利き手でない右手で、さまざま行わざるを得ないこともある。

利き手がふさがっていても、もう片方の手で同じように作業を進められる両利きなら、効率良く生活ができて便利なのではないか。そう考えて、非利き手でもの操作する困難を解決し、両利きになることを支援する装置の開発を始めた。

## 研究の目的

1年目の研究では、非利き手の動きをサポートするトンガ型の補助箸や、親指が軸になる補助箸を製作した。補助具で非利き手の角度を利き手と同じに固定することで、非利き手で箸を使う動作を改善させることができた。

それでも最初は、自分が両利きになるための装置作り研究であり、非利き手から補助具をはずしても利き手同様に動かせるようになることを目標にしていた。研究を進めるうち、病気が怪我などで利き手が使えなくなった人をサポートできる可能性を考えはじめ、装置をつけた状態で利き手同様の動きができるなら、多くの人により簡単に使ってもらえると思うようになった。

そこで2年目の研究は、装置をつけて利き手と同等の動きができることを両利きの定義とした。また書くことに注目し、書くことをデザインする装置を作った。手の動きを動画に撮り、利き手で書く時とペンの角度や動きを同じにするための補助装置を4号まで製作した。試行錯誤して目標に近い装置を作ることができたが、今年度はより多くの人に使いやすい装置の開発を進めたい。

## 基準となるデータを集める

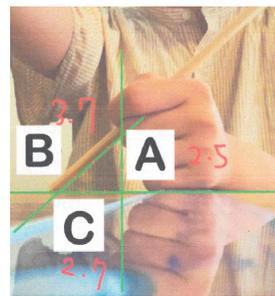
過去の研究から、利き手で書く時とペンの角度や動き

が同じになる装置をつければ、非利き手でもスムーズに形の良い字を書くことができるという仮説が立てられる。仮説を裏付けるためにはまず、基準となる利き手で書く時のデータが必要だ。実験1では、多くの人から、利き手で書く時の画像データを集めた。

### ●実験1

実験の方法は次のとおりだ。

被験者のおおよその年齢と利き手を確認し、利き手でペンを持って書く構えを撮影する。写真のように、机からペンを持つ指までの高さをA、Aの指からペン先までの長さをB、ペン先からAの起点まで机上の長さをCとした。A～Cの長さを測定し、机に対してペン



利き手でペンを持ち書く構えをする

がどれだけ傾いているか、傾きの角度も測定する。手のひらを撮影し、手首から中指の先までの長さも測定した。

撮影や長さの測定には写真のアプリケーションを使い（長さは描画機能の定規の目盛りで測定）、カメラからペンを持った手の手首までの距離を30cmと統一した。Google フォームを使ってアンケート形式で集めたり、被験者を直接撮影したりして、最終的に44名分の利き手データを収集した。

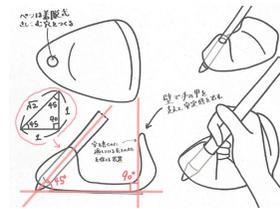
集まったデータを見ると、44名のA、B、Cの平均値はそれぞれ2.6cm、2.6cm、3.7cmだった。A、B、Cで作る三角形3辺の比率は1:1:1.4となり、三平方の定理 $1:1:\sqrt{2}$ と一致することから、ペンの傾きの角度は45度となる。この値が最適なものかどうか、44名のBの長さや、ペンの傾きの角度を散布図にして確かめた。するとBの長さは2～3cm、ペンの傾きの角度は40～50度に多いことがわかった。この実験1の結果から、3辺の比が1:1:1.4、ペンの傾きの角度が45度になるように、手の形を維持する装置を作ることになった。

## 装置1号の製作

今回の装置の素材は粘土にしようと考えた。塊として製作できるため衝撃に弱い接続部分が減り、強度が増す。設計図に合わせ、簡単に加工できる利点もある。あらか

じめ、木粉ねんど、オープンねんど、紙ねんど、素焼き調ねんど、石粉ねんど、軽量樹脂ねんど、軽量紙ねんどの7種類を用意した。重さや加工のしやすさを比べた結果、紙ねんどを使うことにした。乾燥後も重量があつて手に装着した時に浮く心配がなく、カッターの刃は入らなかったがやすりで削っても崩れなかった。

製作を目指す装置1号の設計図は右のとおり。手の甲側に壁を作り、手を支えて適切な角度を保つ。軽量紙ねんどを水につけて少し溶かし、隙間に詰めて補強した。紙ねんどの粉っぽさが気になったため、スプレータイプのニスで塗装し、完成させた。



### ●実験2

装置1号の効果を確かめるため、実験2を行った。40代右利きの被験者1と、10代左利きの被験者2が、利き手、非利き手、装置1号をつけた非利き手それぞれで「AIによる手書き文字の採点アプリ Letters」に平仮名の「ほ」を書き、出された点数を比較した。「ほ」はとめ、はね、縦線、横線、むすびが含まれ、利き手と非利き手で書いた時に差が出やすい文字だ。被験者1～2は利き手、非利き手、装置1号の非利き手でそれぞれ10回ずつ30回、いずれも5秒以内にほの字を書いた。

その結果、被験者1には装置1号の効果が認められたが、被験者2には1号による改善がほとんど認められなかった（右上の表）。装置をつけた写真を比較すると、被験者2はペンの部分を握っているが、被験者1は装置そのものを握って字を書いている。被験者2の装置の壁が手の甲をあまり支えていない様子も確認でき、装置との一体感の差が結果につながったと推察できる。



左が被験者1、右が被験者2が書く様子

## 装置2号の製作

改良型の装置2号を製作した。装置2号は人差し指と親指で直接装置を握って書くように形を変え、手と装置を固定するバンドを取りつけた。

### ●実験3

装置2号を使って実験2と全く同じ



改良した装置2号

方法で実験を行った結果が、下の表だ。

実験3では被験者1も被験者2も非利き手だけで書くより、2号をつけた非利き手で書いたほうが平均点が高かった。非利き手で書いた字は1号が10回連続して書くと点数が下がっていくのに対し、2号の字は最後まで下がらない。非利き手でも、正しい手の形を保つことができた。

この装置は右利きでも左利きでも同じように使え、手の大きさが違っていても効果がありそうだ。シンプルなデザインで使い心地の良いものになり、多くの人に使ってもらえる装置を作る目標が達成できたと思う。

### ●実験2と実験3の「ほ」の点数

	40代右利き被験者1				10代左利き被験者2			
	右手	左手	1号	2号	左手	右手	1号	2号
平均	80.3	74.4	91	86.8	96.4	78.3	77	83.9
最小値	64	30	85	56	93	48	51	57
最大値	90	96	96	96	99	96	93	99
中央値	83.5	81	91.5	90	97.5	82.5	81.5	88

## 指導について

静岡STEAMフューチャースクールを受講して3年目の中学生です。知里さんは自分が左利きのため、非利き手である右手も自由に使えたらとの理由で研究を始めました。当初は自分が両利きになりたかったのですが、補助具を作れば病氣やけがで利き手が使えなくなった人の生活のサポートになると思うようになり、研究を進めていきました。被験者が少なかったので「被験者を可能な限り増やす」というアドバイスをし、Google フォームを使って、学校の仲間、STEAMの受講生、家族など44人分のデータを集めました。知里さんが工夫した点は、そのデータをもとに補助具を設計し、紙粘土で作製したやろやA1による手書き文字の採点アプリを使い、非利き手で書く手書き文字の採点です。装置を1号から2号と改良していくことで、文字の採点が上がるだけでなく、人が使いたくなる使い心地やデザインまで追究したことは素晴らしいと思います。

静岡STEAMフューチャースクール 安本重幸

## 審査評

本研究は3年間継続して行ってきた研究です。日常生活の中で、ペットボトルの蓋を開ける方向やキッチン用品などについて、左利きの辻さんは日用品の多くが右利き用に作られていることによる使用時の不便さを感じており、そこから本研究がスタートしました。左利き用の商品を開発するのではなく、両利きになることを支援するための装置の開発・研究を行いました。実験装置についても、実験を進めていく上で生じた課題を改善するため、進化した装置2号を製作しました。ペンの傾きの角度を調整したり、紙粘土の滑りが悪かったため底にブラバンをはったりするなどの工夫を行いました。実験の実施にあたっては40名を超える被験者の方々の協力を得て、本研究を進めることができました。楽しみながら研究に取り組むことで、より良い装置の製作を進めることができた点は、非常に評価できる研究です。今後はさらに研究を進展させ、将来的には多くの人々が利き手と非利き手にこだわることなく日常生活を送ることができる装置の実用化に向けて開発を進められることを期待します。

審査員 田中史人

# 遠州、東三河地域における ニホンアカガエルとヤマアカガエルの 繁殖条件とすみ分け

静岡県浜松市立可美中学校 3年 伊藤壮太

## 研究の動機

小学5年生の時、ヌマガエルの飼育をきっかけに、カエル類に興味を持った。静岡県西部の遠州地域、愛知県東部の東三河地域をおもなフィールドに、モリアオガエルの人工繁殖、ナゴヤダルマガエルの生息条件などを調べるようになった。小学5年生の冬、佐鳴湖西岸の湿地でニホンアカガエルの卵塊を見つけ、アカガエル類に興味を湧いた。調べてみると、アカガエルの仲間にヤマアカガエルという種類もいることを知った。それからヤマアカガエルを探してさまざまな場所で調査を行い、多くの生息地を発見した。しかし、ニホンアカガエルとヤマアカガエルの両方が生息する場所はほとんどなかった。今回の研究では、ニホンアカガエルとヤマアカガエルの繁殖条件を調べた。それから、なぜニホンアカガエルとヤマアカガエルの生息地は重ならないのか、その原因を探ってみた。

## ニホンアカガエルとヤマアカガエル

### ● ニホンアカガエル

ニホンアカガエルはアカガエル科アカガエル属、褐色の背面をした中型のカエルだ。成体は40～60mmで、メスのほうが大きい。眼の後ろから線（背側線）が一直線に体の端まで延びている。鼻先から鼓膜後部にかけて、黒色の斑紋がある。下あごには模様がない。卵塊（数百、数千の卵の集まり）は壊れにくく、卵塊ごとの境界がはっきりしている。オスの成体でも鳴う（カエルが鳴く時にふくらませる頬やあごの袋）がなく、「キュクク」とくぐもるように鳴く。



水田やため池、湿地の浅い水域で繁殖する。繁殖期は年によってばらつくが、1月末～3月にかけて。雨の後の暖かい日など、多くの個体が集中して産卵する。繁殖を終えた個体は水辺を離れ、周辺の林や草地で生活する。

### ● ヤマアカガエル

ヤマアカガエルはアカガエル科アカガエル属、体は褐色、赤褐色または暗褐色。成体は50～80mm、メスのほうが大きい。ニホンアカガエルと似てい



るが、背側線が鼓膜の後ろで大きく外側に曲がっている。暗褐色や黒褐色の斑紋が散在し、下あごにも斑点がある。卵塊は崩れやすく、卵塊ごとの境界がはっきりしない。オスに鳴うのうがあり、「ニャッニャッニャッ」と鳴く。

山地に多く生息し、標高1900m以上も生息地だ。繁殖期は2～4月だが地域によって異なり、早い場合は1月、遅い場合は6月下旬となる。繁殖場所は湿原、湿地、水たまり、池、水田などの日当たりがよく浅い止水が選ばれる。弱い水流のあるところもある。非繁殖期は森林周辺で生活している。

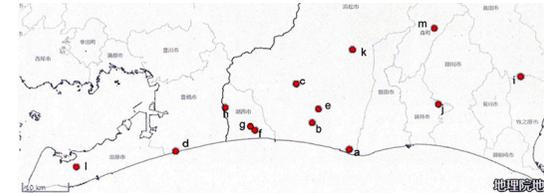
## 研究Ⅰ 生息地の調査

2021年12月～2025年5月まで、遠州地域と東三河地域内で、ニホンアカガエルとヤマアカガエルが生息しているような60地点を調査した。調査場所は、国土地理院の地図で山間部の水辺を探したり、Googleマップの航空写真を見て湿地や池を探したり、登山中にアカガエルがいそうな場所を探索したりして選定した。調査して成体、卵塊、オタマジャクシのどれかを確認できた場所を生息場所とした。所有者がいる敷地内で調査をする場合は、必ず許可を得てから行った。

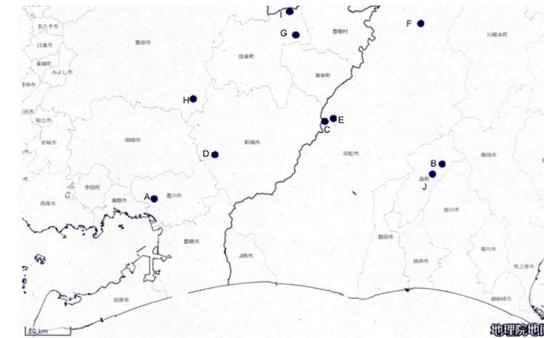
調査の結果、ニホンアカガエルは右ページ上の地図のa～mの13地点で確認した。遠州地域や田原市、豊橋市の遠州灘沿いの林など平野部の多くの地点に生息していた。ヤマアカガエルは同下の地図のA～Jの10地点で確認できた。遠州地域でも東三河地域でも、かなり奥の山間部まで行かないと見つからないことがほとんどだった。浜松市の都田川水系や浜名湖周辺の森林、弓張山地などでの生息は確認できなかった。ただ、地点Aは標高100mもないのにヤマアカガエルが確認でき、ニホンアカガエルは確認できなかった。とても不思議である。

## 研究Ⅱ 繁殖条件

ニホンアカガエルとヤマアカガエルは、どんな環境条件で繁殖のため水辺に集まってくるのか。条件がわかればカエルを見つけやすくなり、今後の調査に役立つ。ニホンアカガエル、ヤマアカガエルそれぞれ、卵塊を確認した日（同じ年に何度も確認した場合は最初に確認した日）、繁殖場所、湧水の有無、標高を記録するようにした。



ニホンアカガエルの生息地分布図、国土地理院の白地図を加工して作成



ヤマアカガエルの生息地分布図、国土地理院の白地図を加工して作成

2022～2025年まで記録した結果が、下の表だ。

卵塊を確認した繁殖日がヤマアカガエルのほうがやや遅いのは、標高が高い高地で産卵するからだと考えられる。また、繁殖日はどれも雨の翌日だった。繁殖日前後の天気や最低気温、平均気温と卵塊数も調べ（ニホンアカガエルを中心に調査）考察した結果、アカガエルの産卵条件は、①時期は1月上旬～3月上旬、②雨の日の後、③平均気温が高い日、④林に隣接した場所、⑤湧水がある場所の5つだと考えた。①は天敵のヘビや他の種のカエルが冬眠している時期であり、競争を勝ち抜くため、②は卵塊の乾燥を防ぐため、③は卵が凍結死するのを防ぐとともに、他の種類のカエルより早く成体になってエサを独占するため、④はアカガエルは林床で生活するため、⑤は卵塊の乾燥と凍結を防ぐためだと思う。

### ● ニホンアカガエルの繁殖場所の記録

地点	a	b	c	d	e	g	m
繁殖日	25/3/25	22/2/12 23/2/10 24/1/31 25/2/5	22/2/21	22/1/26 23/2/1 24/1/3 24/12/30	22/2/12 23/2/10 24/1/31 25/2/2	25/3/16	25/2/2
繁殖場所	湿地の浅い止水	湿地の浅い止水	谷津田	湿地の浅い止水	谷津田	谷津田	谷津田
湧水	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
環境	林に隣接	林に隣接	林に隣接	林に隣接	林に隣接	林に隣接	林に隣接
標高	1.6m	2m	3.4m	5m	14m	25m	161m

### ● ヤマアカガエルの繁殖場所の記録

地点	A	B	C	D	E	F
繁殖日	21/2/16 22/2/26	25/3/29	25/3/31	23/2/18 24/2/14	25/3/31	25/3/31
繁殖場所	ビオトープ	湿地	谷津田	ビオトープ	湿地	水路
湧水	あり	あり	あり	あり	あり	あり
環境	森林に囲まれている	森林に囲まれている	森林に囲まれている	森林に囲まれている	森林に囲まれている	森林に囲まれている
標高	52m	297m	418m	476m	490m	515m

## 研究Ⅲ すみ分け

ニホンアカガエルとヤマアカガエルは、種や繁殖方法、生息場所が似ているが、生息地が重ならない。生息地を決める何かの条件が違い、すみ分けをしていると考えた。そこで生息地の標高、水質（pHや水温）、地質の違いを調べてみた。その結果、絶対的要因と言いつけるものは見つからなかった。ただ、ニホンアカガエルの生息地の8割は標高100m以下、ヤマアカガエルはほとんどが標高250m以上の場所にある。ヤマアカガエルの生息地は88%が中生代、ニホンアカガエルの生息地は88%が新生代の地質にある。このことから、ヤマアカガエルがニホンアカガエルの祖先であり、一部が平野部に進出してニホンアカガエルになった可能性もあると僕は思う。

## 指導について

伊藤壮太君との関わりは市内の公園の湿地でひたすらカエルを追っている中学生の彼との出会いからです。彼は小学生時代から自然や野生動物に強い関心を示し、観察・飼育を重ねてきました。中でも魚類や両生類・は虫類などの水生の生物に愛着を持っており、かなりの知識を備えています。今回、研究テーマとした「カエル類」について研究・観察力などの洞察力は中学生の域を超えた素晴らしいものがあります。近年、生息数が激減し、絶滅危惧種にも指定されるニホンアカガエルと近縁種のヤマアカガエル2種の生態、繁殖方法、分布などを広範なレベルで調査・観察しています。特に分布域調査の中で両者の分布要因が単に標高差だけでなく、中央構造線にも制約されているのではと仮定して調査を続けています。年間を通じて、事あるごとに大学などの専門家に相談し、常に持論を持って尋ねる姿は素晴らしく、今後の活躍が大いに期待されます。指導に当たっては、文献や専門家のアドバイスをうのみせず、自らの足で稼ぎ、得られた結果が真実であることを強く助言しています。

遠州自然研究会 藤森文臣

## 審査評

小学5年生から継続しているカエル類の研究です。佐鳴湖西岸でニホンアカガエルの卵塊を見つけたことからアカガエル類に興味を持つようになりました。調べていく上で同じアカガエル類であるヤマアカガエルにも興味を抱き、この研究では2種について遠州・東三河地域のさまざまな場所で生息の有無を調査しました。その結果、多くの生息場所を確認することができ、両種の生息分布は重なっていないことがわかりました。分布域を分けている要因として標高、水のpH、水温、地質についても調べたところ、およそ標高200mを境にすみわけが見られました。他の地域では両種の分布の重なりがしばしば見られるようですので、はっきりしたすみわけがこの地域特有の現象なのか興味深いところです。また概ね中央構造線が両種の分布の境界となっているかについてもさらに調べてみると面白いと思います。各所の個体の遺伝的特徴が調べられると良いですね。今後の展開を期待します。

審査員 木部 剛

## 車を1km 走らせるには 何個のペットボトルキャップが必要か

茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校  
8年 武井諒太

### 【研究の動機】

僕はガソリンで走る車やバイクが大好き!! しかし、これらに欠かせない燃料は石油からできており、石油は40年後に尽きるといわれている。燃料がなければ車は走らない。このままだと僕は好きなガソリンで動く車やバイクはいずれ乗れなくなってしまう。そんな中、僕は使用済みプラスチックから原油を取り出せる「ケミカルリサイクル」を知った。もし、ペットボトルキャップから燃料を作るなら、どれくらい燃料が生成できて、どれくらい車を走らせられるのかと疑問に思い、この研究を始めた。

### 【結論と感想】

実験で生成した生成物をそのまま燃料としたとき、生成物の質量をもとに計算すると、車を1km走らせるには33個のペットボトルキャップが必要だと結論付けられる。最初はキャップがガソリンになる仕組みの勉強から始まった今回の研究。自分が理想としていた「液体の自動車用の燃料の生成」にはたどり着けなかったが、それまでの過程で精度の高い装置の構想や、実験の条件をもとに生成物の性質が異なった原因の解明、生成率の安定化を実現することができた。また、プラスチックを油化して生成した燃料以外にもバイオ燃料やe-fuelといった自動車用の再生燃料の開発が進んでおり、e-fuelはそのまま一般のガソリン車に使用できるとのことだ。もし、環境負荷のかからない燃料を発明できればガソリン車は永遠に乗り続けられる乗り物になるかもしれない。

## 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、環境の違いから調べる～ 昆虫の研究 Part5

茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校  
7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。どれも体がなく、頭だけだった。以前、兄とカブトムシやノコギリクワガタの体長と角やあごの長さを調べた時に、角やあごが大きいほど体長が大きいこともわかったので、死がいの角やあごの長さから、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推測できるのではないかと考えた。今年調査をしていく中で疑問に感じた、公園の設備や気

温の上昇などの環境の変化がカブトムシに影響があるのかどうかについても研究することにした。

### 【結論と感想】

死がい調査の結果、森林総合研究所の7月の調査では樹木園もクヌギ林も死がいの数が極端に少なかった。8月の調査では樹木園のノコギリクワガタの数は昨年より多くとれたが、体長は例年よりも小さいものが多かった。クヌギ林では昨年よりもカブトムシの死がいの数が大幅に減少しており、体長も昨年までより小さいものが多かった。カブトムシの発生のピークや環境の変化による影響を調べるため、フェロモントラップ実験を行った。この実験の結果から、カブトムシの発生のピークが以前よりも短くなっている可能性があることがわかった。

## カラタチのトゲのつき方には どのような規則性があるか

茨城県茗溪学園中学校 科学部 生物班  
3年 道上瑞涼・鳥山 權・田中蒼一郎・  
小林亮也・鬼澤吏玖

### 【研究の動機】

多くの植物の葉や花卉、集合果（松かさ、パイナップルなど）は、フィボナッチ数列からできる並びでついているといわれている。そこで今回私たちは葉ではなくトゲはどのような並びが見られるかということを考えて。カラタチは発達したトゲをもっている。このカラタチのトゲについて文献を探した。詳しく書かれているものがなかったため、研究し、明らかにしようと考えた。

### 【結論と感想】

カラタチのトゲの回転角は142.1°であり、これはフィボナッチ数列の5分の2葉序とほぼ一致した。つまりトゲは5本で茎を2周するということであり、規則性があることが明らかになった。トゲの角度は俯角が104.9°で下向きであり、トゲとトゲの間隔は2.4cmで、トゲの長さは3.3cmである。このトゲの角度、トゲの間隔、トゲの長さはトゲの位置によらずほぼ一定である。カラタチのトゲの意義について考えると、カラタチのトゲはアゲハチョウの幼虫を盛んに食べるシジュウカラなどの小鳥を守っているのではないかと考えた。シジュウカラの外敵となるネコヤヘビは下向きのトゲに阻まれて小鳥が捕れないというわけだ。シジュウカラなどの小鳥を守る代わりに外敵となるアゲハチョウの幼虫を食べてもらうという共生関係が生まれているのではないだろうか。

## バイオエタノール製造の最適条件の探究 ～廃棄野菜のアップサイクルを目指して～

千葉県千葉市立都賀中学校 科学技術部  
3年 山本佳音・加藤咲菜・地引明良・大谷 颯・  
野口陽菜・中田 光・湯浅那央・横田大智

### 【研究の動機】

私たちは地理の授業で再生可能エネルギーについて学び、ブラジルなどで再生可能エネルギーの1つとしてバイオエタノールが製造されていることを知った。昨今、気候変動などによる大規模な災害によって、多くの農作物が被害を受けている。被害を受けたことにより、食べられなくなってしまう農作物をバイオエタノールとして活用することができれば、野菜を無駄にせず、新たなエネルギーを生み出すことができると考えた。そこで、規格外野菜に着目し、燃料化に適した野菜の種類や加工（保存）方法について探究することで、新たなエネルギー源の発見のきっかけにできればと思い、研究を始めた。

### 【結論と感想】

①酵母のエサとなる砂糖の量、働く酵母の量が増えること、酵母が活動しやすい温度（40度）になることでアルコール濃度が高くなる。②野菜を乾燥させる、焼くなどの加熱処理をすることで、アルコール濃度が高くなる。乾燥させる加工が最もアルコール濃度が高くなる加工方法である。また、腐敗させるとアルコール濃度が低くなる。③炭水化物や不溶性食物繊維が多く含まれる乾燥させた果物や菌類を使うことで、高いアルコール濃度のバイオエタノールを作ることができる。

約1年間、部員と協力を続け、研究を行ってよかった。この研究を通して、今世界が抱えている課題を少しでも改善できるようなヒントにつながればいいなと感じた。

## 2年間の観察で絶滅危惧種を見つけた！ 関東地方野鳥生息場所調査

神奈川県川崎市立御幸中学校  
3年 鈴木陽矢

### 【研究の動機】

小学6年生から鳥図鑑を見て、野鳥に興味を持ちました。観察していましたが、せっかく観察するなら記録を残した方がいいと先生からアドバイスされました。鳥図鑑を見ていて、猛禽類のミサゴに興味を持ちました。多くの猛禽類は陸上の動物を食べるのに、ミサゴは魚を食べると知り、とらえるところを見たいと思いました。ミサゴから、絶滅危惧種にも興味を持ち、自分で見てみたいと思いました。

### 【結論と感想】

生息場所（市街住宅地、河川・湖沼・池、海、森林、草地）、別の生息のようす、季節ごとの生息のようす、渡り鳥、絶滅危惧種などを写真の形で記録を残すことができた。特にコウノトリ（絶滅危惧IA類）、サンカノゴイ（絶滅危惧種IB類）などとてもめずらしい野鳥の生息を確認できた。サンカノゴイの場合、東京都内で観察できてオスの野生繁殖個体であれば初めての観察になる。

## ムクドリの飛び立ち距離と環境の関係

神奈川県逗子開成中学校  
3年 加藤 匠

### 【研究の動機】

僕は鳥の生態について学ぶことが好きだ。野鳥がどのような生活をしているのか観察するため毎週探鳥会に行っている。ある日、公園内の広場で野鳥の採餌を観察していたところ、茂みにいるウグイスは間近の距離でも飛び立たなかったが、広場にいるスズメやムクドリでは少し距離を詰めただけで飛び去ってしまった。そのとき、環境の違いが野鳥の飛び立ち距離に影響しているのではないかと疑問に思った。そこで、環境の違いが野鳥の反応に影響するのか文献を調査したが、太陽光や地面などの環境条件によって人間に対する野鳥の飛び立ち距離にどのような違いが生まれるのかを数量的に述べていた文献は私の調べた範囲ではなかった。野鳥の飛び立つ理由は危険や天敵が迫ったため、ねぐら入りをするため、餌を取りに行くためなどさまざまな目的があるが、この研究では、人間が近づいたときの野鳥の飛び立ち距離に注目して実験した。この実験をすることで、太陽光や地面の環境条件によって人間が近づいたときのムクドリの飛び立ち距離にどのような違いが生まれるのか調査した。

### 【結論と感想】

この研究から、人間が近づいたときのムクドリの飛び立ち距離は曇りの環境下において予想通り芝の環境の方が下草の環境より短いことが分かった。また、ムクドリの飛び立ち距離は予想に反して下草の環境下において曇りの環境の方が日陰の環境より短いことが分かった。一方で、光の条件については日陰の環境で行った実験のデータが集中しているところが明確ではないため条件を追加して再度実験を行いたい。この実験のデータをまとめた時期、複数の種類の野鳥で実験を行ったため、データ数の足りない種類があり、環境ごとに比べることができるほどのデータ数が十分ある種類はムクドリしかなかった。そこで、実験を始める前に自分が今後どれくらい実験できるか考えて、何を実験対象にするか絞っておくべきだということを痛感した。

## 幼虫のマット環境と成長について ～コクワガタの幼虫の飼育を通して～

愛知県名古屋市長城山中学校  
3年 白木 壮

### 〔研究の動機〕

市販されているクワガタの幼虫用のマットには値段の高いマットや低いマットがある。高いマットでは、安いマットで飼育するより大きなクワガタが羽化しやすいという。では値段の安いマットでマットの成分以外の条件で大きなクワガタの生育を促進させる要因はないのかと疑問に思った。もし今回の実験でマットの成分以外の条件で大きなクワガタが生まれやすい科学的に適切な条件が分かれば、値段の安いマットでも大きな個体を作り出すことができるのではないかと思ったので、今回の研究を行った。

### 〔結論と感想〕

クワガタのマットは、微生物の数が4600CFU/mlから6500CFU/ml程度で、64種程度、含水比は30%から50%程度。マットの量は1500cm以上で深さは15cm程度が適していると分かった。そして、ハエの発生とマットの交換時期はクワガタの成長に影響しないことが分かった。

現在の研究では1500cm程度のマット量が適切と分かったが、マットをより経済的に運用するためにさらに正確な最小必要量を特定したい。そして、マット内に存在する微生物の種類を特定し、それぞれがクワガタの成長にどのような影響を与えるかを調査していきたい。もし特定の微生物が幼虫の成長促進に良い影響を及ぼしていることが明らかになれば、意図的にその微生物を含むマットを設計することで、より高効率かつ安定したマット環境を作ることができると考えたからである。また、ほかの種類クワガタでは、今回と同様の研究をしてどのような結果になるのかも調べてみたいと思った。クワガタは種によって生育環境などの特徴が大きく異なるため、コクワガタで得られた結果が他種にも当てはまるかは限らないからだ。

## えっ？何で漏れないの!?

愛知県西尾市立鶴城中学校 タンクプロメリア班  
3年 ゲン カンアン・山根悠嗣・小林蒼空  
1年 馬場陽大・レ ファイ バオ・馬場崇帆

### 〔研究の動機〕

私が修学旅行初日にディズニーランドで友人と楽しんでいるときに不思議な植物が目に入った。その植物は地面から生えているのではなく、大きな木の幹に張り付いていた。普通の植物は根から水と無機養分を吸収して、

光合成をして生きていると理科の授業で学習した。しかし、この植物は土に生えていないため、根から水を吸収できないはずである。よく観察すると、植物の中央にくぼみがあり、中に水がたまっていた。葉が重なっているだけのくぼみになぜ水が漏れ出さずに、ためることができるのだろうと疑問に思い研究をすることにした。

### 〔結論と感想〕

タンクプロメリアは水が漏れない量しかたまってないわけではなかった。また、水をはじいており、水をためているのではないかと予想し実験したが、ハスの葉のような細かい突起や、葉自体に油の膜のような特殊な構造がないことも分かった。タンクプロメリアが水をためられるのは、葉と葉の間に隙間はあるが、たまった水による水圧によって中心付近の葉が外側へ押されて葉と葉の間の隙間が狭くなること、そして葉が何枚も重なることで強度が高くなり変形しにくくなるためだと分かった。

## ホタルの光学構造を模倣した高効率LED設計 ～生物発光に学ぶ都市光害削減技術～

京都府京都市立西京高等学校附属中学校  
1年 サジド ムハンマド アマル

### 〔研究の動機〕

2025年7月末、部活動の一環として、大阪市立科学館を訪れた。プラネタリウム特別上映において、都市照明が夜空に与える大きな影響を目の当たりにした。映像は自然の満天の星から始まり、天の川がくっきりと輝く美しい夜景を映し出していた。しかし、都市の夜景へと切り替わる瞬間、星の数は激減し、ついには天の川の姿が完全に消失した。この劇的な変化は、小学生の時に先生から教わった、都市の人工照明が夜空に与える「光害」の深刻さを如実に物語っていた。私の住む京都市内でも同様の現象が顕著に見られる。幹線道路沿いや主要観光地では、夜間にも昼間のように強烈な照明が点灯し続けられており、これが周辺環境に与える影響は計り知れない。特に京都のような歴史都市においては、夜空の美しさそのものが重要な文化的資産であるにもかかわらず、過度な人工照明によってその価値が失われつつある。この問題意識から、私は自然界で最も効率的な発光システムの一つであるホタルの生物発光に着目した。ホタルは数百万年の進化の過程で、極めて高効率かつ環境調和的な発光システムを完成させており、この自然の叡智を現代の照明技術に応用することで、光害削減と省エネルギーの両立が可能になると考えた。

### 〔結論と感想〕

本研究では、都市光害という深刻な環境問題に対し、自然界で極限まで最適化されたホタルの発光器官の光

学構造を模倣することで、高効率かつ低減に寄与するLED照明の設計を提案した。

ホタルの非対称ピラミッドナノ構造を再現し、発光波長を約558nmに最適化することで、従来のLEDに比べて光取り出し効率を大幅に向上させつつ、短波長光の削減により天空散乱光 (skyglow) を劇的に抑制できることを理論的かつシミュレーションで示した。

特に京都市の光害指標 (SBI) を用いた解析では、中心部での光害を約40%削減できる見込みであり、これにより生態系保護、歴史的景観の保存、住民の健康維持という複数の社会課題解決に貢献可能である。本提案は、生物模倣工学 (バイオミメティクス) を活用し、既存の半導体製造技術との親和性も高く、実用化・大量生産の道を開く。今後は実証試験を経て、都市規模での段階的導入を進めることが急務である。この革新的なホタル型LED は、持続可能な社会の光環境を創造し、未来の夜空を取り戻すための力強い一歩となるだろう。

## 漢方薬の原料を自宅で栽培してみよう!

兵庫県須磨学園中学校  
3年 相川彩恵

### 〔研究の動機〕

身近なもので生薬 (漢方製剤) を自分で作ってみたいと思い立ったのは「葛 (くず)」が道路脇や空き地などあちこちに大量に生えており、その根の部分が漢方薬「葛根湯」や葛餅の原料になると知ったからです。家の近くにも大量に生えている場所があり、葛だと分かって、これに役に立つ薬草だと知った時、何かできるのではないかとひらめきました。栽培可能な草本から生薬の原料となる候補を選び、3カ所の薬用植物園に行き情報を集めました。実際にみることで興味がわき、自宅で野菜や果物を作るように、漢方薬を作ることができたら面白いと考えたからです。そして、自宅で薬草を育てている人は今まで聞いたことがなかったので、私が初めにやってみようと思ったのが研究の動機です。

### 〔結論と感想〕

中学1年生の秋からこの研究はスタートしました。1年目は知識が無かったために栽培がうまくいかないこともありましたが、大学や学校の先生、町にある漢方薬局の方などにたくさん質問をしながら約2年かけて栽培しました。指導の先生からもよく続けて育てていると褒めていただいたことがとてもうれしく、失敗しながらでも、諦めずに研究して良かったと思っています。

神戸薬科大学でTLC解析まで協力していただき、実験の結果から考えると、甘草もショウキョウどちらも生薬として十分使える可能性が高いという結論になりました。自分で栽培して実際に使えるものができてうれしかっ

たですし、自分の予想以上の結果が出て感動しました。

中学3年間をかけてこの研究は必ずやり遂げたいと目標を持っていたので達成感があります。これは指導の先生をはじめたくさんの方の支えがあって実現したと思っています。

---

小学校の部

---

# エサ条件によるプラナリアの成長と自切に及ぼす影響

東京都荒川区立第四峡田小学校 4年 佐藤大悟

## 研究のきっかけ

目の不自由な方と交流する機会があった。目が見えないことで生じる困りごとを少しでも減らしたいと思い、カメラを搭載した白杖を開発した。その白杖には、カメラで撮影した文字を読み上げる機能がある。けれども、ものに頼らず、目の機能そのものを再生できたらどんなに喜ばれるかと思った。そんな時、「免疫ふしぎ未来2024」という科学イベントで、プラナリアという無脊椎動物を5匹いただいた。プラナリアは三岐腸目に属する体長1cm前後のナミウズムシの一種だ。川などに生息し、岩や石の下など暗所を好む。高い再生能力を持ち、体が切断されてもそれぞれの断片が再生して、個体が増える。「免疫ふしぎ未来2024」でいただいた5匹のプラナリアも、飼育するうち1000匹に増えた。プラナリアの再生の仕組みを学べば、人間の失われた機能の回復に役立つかもしれないと考えて、この研究を始めた。

## プラナリアの生態

プラナリアの体の特徴は、次のようなものだ。眼点は18°に傾いていて、光しか感知しない。プラナリアは光を避ける行動をとる。耳葉は聴覚器官ではなく、水中のにおいや味を感じる感覚器官である。食事をする時は咽頭から管を出す。排泄物も咽頭から出している。体表はじゅう毛と粘液で覆われている。腸は3つに分かれていて、血管がないため腸が体のすみずみまで栄養を届ける働きをしている。プラナリアは、自切と呼ばれる無性生殖をする。自分で体をちぎり、ちぎれた断片がそれぞれの個体へと再生

する。自切ではまず、体の一部が細くくびれる。体の中央よりやや尾側がくびれることが多い。次に頭と尾に分かれるが、最後は自らの消化液で切り離す。自切後の断面は滑らかで、人工的に切断した場合（断面が整わず体液が多くもれる）とは違う。前後に分かれた頭部と尾部はそれぞれ新しい尾部と頭部をつくって、7～10日後後に再生する。頭部も尾部も、再生の途中で動き始める。今回の観察では、尾部から頭部をつくって再生するほうが日数がかかった。頭部の脳神経や感覚器官を再生するのに、時間がかかったと考えられる。

## 研究の目的

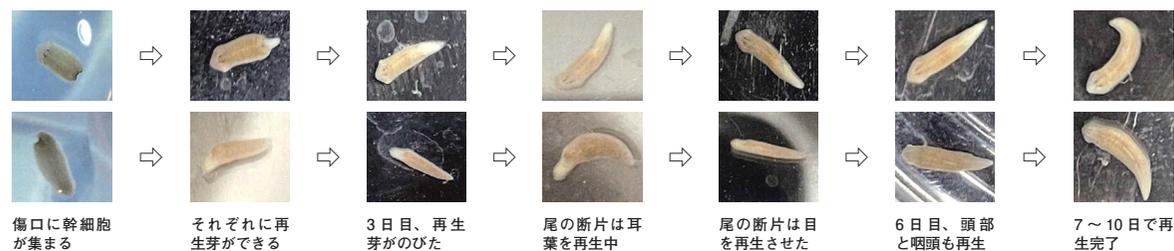
プラナリアが日常的に食べているエサが、再生能力にどう影響しているのか、知りたいと思った。プラナリアが摂取するエサの違いで、自切の回数や個体数の増え方が変わるのか、よくわかっていない。プラナリアに赤虫と豚レバーという異なるエサを与えて、自切の回数、個体数の増え方に違いが出るのかどうか、実際に確かめることにした。

## 研究①～②

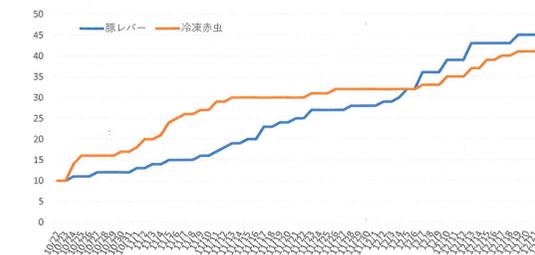
研究①では、飼育しているプラナリア20匹で実験を行った。プラナリア20匹を1週間絶食させた後、10匹ずつの2群に分けて飼育シャーレに入れた。片方にはエサとして研究でよく使われる豚レバーを与え、もう片方にはエサとして自然界に近い冷凍赤虫を与える。2つの群で自切の起こり方に違いがあるか、観察した。

●実験1  
2つのシャーレにはカルキ抜きした水道水を入れ、水

●プラナリアの自切から再生まで 上の段が頭の断片、下の段が尾の断片



●実験1の結果 日付ごとの個体数



は毎日交換した。水温は21℃前後を保つようにする。エサは3日に1度、17時から3時間ほど与えて全匹満腹になるようにし、残ったエサはすべて取り除く。2024年10月22日から12月22日まで観察し、自切の有無と個体数の変化を毎日記録した。

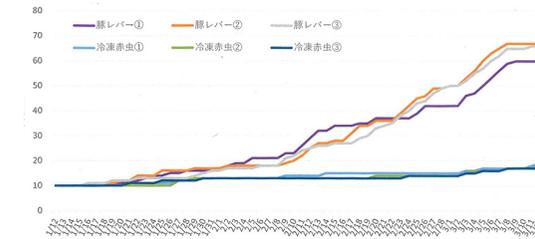
実験前の予想では、赤虫群のほうが自切の回数は多いと思った。赤虫は川や池に生息するユスリカの幼虫で、自然界に近いエサである。プラナリア本来の生態に合った栄養や刺激を与えることで、活発に自切が起こるのではないかと予想した。

実験の結果は、上のグラフのとおりだ。自切の回数は予想とは違い、豚レバー群のほうが多かった。11月下旬までは赤虫群のほうが多く自切していたが、12月に入ると豚レバー群の自切が増加した。12月22日の最終日までに豚レバー群が10匹から45匹、赤虫群が10匹から43匹に増えていた。

豚レバーには脂肪やビタミンが豊富に含まれ、短期間で体が大きくなりやすいため、多くの自切につながったのかもしれない。自然界のエサに近い赤虫はたんぱく質を多く含むため、赤虫群には安定した成長傾向が見られた。2つの群の違いはエサが影響した可能性もあるが、同じ群でも個体によって自切のタイミングや回数に差があった。エサ以外に、個体の体質の違いが影響しているのかもしれない。そこで、より信頼性を高めるため、観察する赤虫を増やした追加実験をすることにした。

●実験2  
実験1と同じプラナリアを使い、同じ方法で行うが、最初の個体数を60匹へ増やした。30匹ずつ2群に分け、各群10匹ずつ3つのシャーレを用意、合計6つのシャーレで観察した。観察期間は2025年1月12日から3月14

●実験2の結果 日付ごとの個体数



日までだ。実験1と同じように、最終的には豚レバー群が多く増えるかと予想した。観察の終わりには、1シャーレ50～60匹になると期待する。

実験の結果は、左下のグラフの通りだ。赤虫群は1～2月は個体数の変化が少なく、3月に入ってから少しずつ増加したが、最終的に17匹、18匹、21匹と微増レベルにとどまった。豚レバー群は2月初めまでほとんど変化がなかったが、その後は急に増え始め、3月に50匹を超える最終的には60匹、67匹、67匹となった。赤虫群は体長12mm以上を

●冷凍豚レバーと冷凍赤虫の栄養素

栄養素	豚レバー	赤虫
エネルギー Kcal/100g	128	-
たんぱく質 g/100g	20.4	3.5以上
脂質 g/100g	3.4	0.2以上
炭水化物 g/100g	2.5	-
水分 %	72	95以下
ビタミンA μg	13000	-
ビタミンB1 mg	0.34	-
ビタミンB2 mg	3.6	-
ビタミンB6 mg	0.57	-
ビタミンB12 μg	25.2	-
葉酸 μg	810	-
鉄 mg	13	-
亜鉛 mg	6.9	-
リン mg	340	0.03以上
カリウム mg	290	-

保つ個体が多く、豚レバー群は8mm前後の小さい個体が多くなるのも特徴的だった。両群の増え方の違いは、エサに含まれる栄養素の違いと推測できるため、冷凍豚レバーと冷凍赤虫に含まれる栄養素も調べてみた。すると冷凍豚レバーにはたんぱく質に加え、ビタミンAや鉄分など多くの栄養素が含まれていた。冷凍赤虫は水分が多く、栄養素は少なめだった。2つのエサの栄養素の違いが自切の回数に影響し、個体数の差になったと考えられる。自然界のプラナリアは水生生物を食べるため、豚レバー群のように栄養価が高いエサを食べる機会は少ない。赤虫群の増え方が自然界の生態に近いといえるが、豚レバー群の結果は摂取する栄養素によってプラナリアが個体数を大きく増やせる可能性を示している。栄養素の影響をさらに詳しく確かめるため、与えるエサを既存のものとは替え、増え方がどう変化するかも確かめてみる。

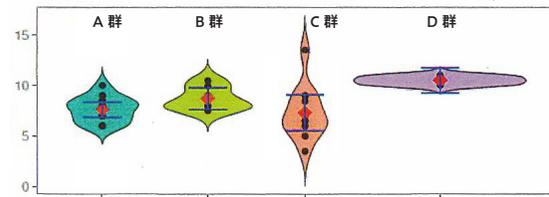
## 研究③～④

●実験3  
実験3は、豚レバーだけを与えた群、赤虫だけを与えた群から合計40匹を選んで使った。40匹のプラナリアをA～Dの4群に分け、4つのシャーレで飼育する。A群はもともと冷凍赤虫を与えていたプラナリアで、この実験では冷凍豚レバーを与える。B群はもともと豚レバーを与えていたプラナリアで、この実験では赤虫を与える。C群はもともと豚レバーを与えていたプラナリアで、今回も豚レバーを与え続ける。D群はもともと赤虫を与えていたプラナリアで、今回も赤虫を与え続ける。実験方法は実験1～2と同じ、2025年2月11日から5月11日まで、各群の個体数と、それぞれの体長を記録した。

実験を前に、最も個体数を増やすのは豚レバーだけを与えるC群、次いでB群、A群と続き、最も少ないのは赤虫だけのD群という予想を立てた。ところが実際は、最も個体数を増やしたのは赤虫から豚レバーへエサを切り替えたA群だった。3月10日に50匹に到達し、最終日には210匹となった。次いで多かったのは豚レバーから赤虫に切り替えたB群、4月6日に51匹に到達し、最終日には93匹となった。最も多いと予想していた豚レバーだけのC群は76匹までしか増えず、急激な増加は見られなかった。赤虫だけのD群は予想どおり最も少なく29匹までの増加で終了したが、他の群のプラナリアが体長8mm前後なのに対し、12mm前後の際立って長い個体が多かった。

この体長の違いをよりわかりやすく示すため、各群10匹ずつの体長測定値をもとにバイオリンプロットを作成した。D群は最も体が長く、個体ごとのばらつきが少ない。反対にC群は体が短い個体が多く、ばらつきも大きい。これは栄養価の高いレバーを食べることで短い体長のまま自切がくり返され、個体差が大きくなるためだと考えられる。途中でエサを替えたA群とB群も、すぐに体長は回復せず、豚レバーの影響が続いているように見える。この実験から、エサの違いが体の大きさにも影響することが、わかってきた。実験4ではA～D群それぞれの自切の様子をさらに詳しく、個別に観察することにした。

●実験3の体長のバイオリンプロット 単位 mm

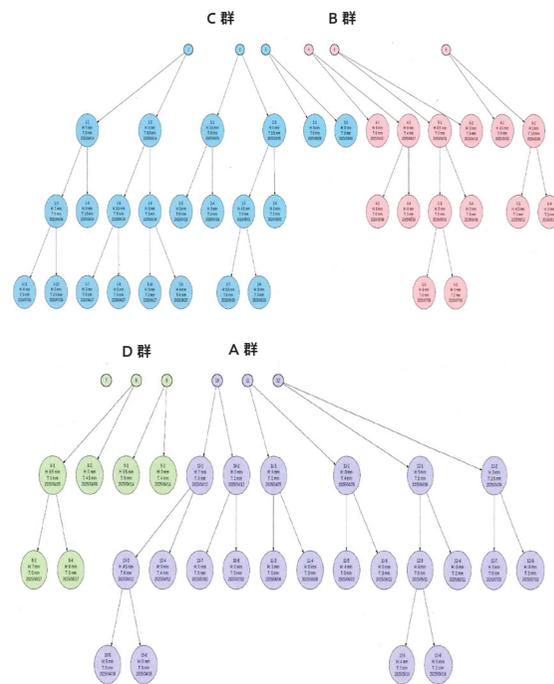


左から「赤虫→豚レバー」「豚レバー→赤虫」「豚レバーだけ」「赤虫だけ」のバイオリンプロット、中央の黒い点は実際に測った個体の体長データ、赤い菱形は平均値、青い線はデータのばらつき幅、左右に広がる曲線はその体長の個体数を表し横に広い部分ほどその長さの個体が多いことを示す

●実験4

実験3のA～D群からそれぞれ3匹ずつを選び、12穴プレートに1匹ずつ入れて、他の個体と接触しないようにしながら観察した。水はカルキ抜きした水道水を使い、毎日交換する。冷凍豚レバーと冷凍赤虫をエサにすることなどは、実験3と同じだ。2025年3月28日から7月28日まで毎日19時に観察し、自切が起こった日や回数、体長を記録する。最初の12匹の個体には、あらかじめ1～12の番号を振った。例えば1番の豚レバーだけを与えていたプラナリアが自切した場合、2つの断片をあらかじめ用意した新しい12穴プレートに移して1-1、1-2と番号を振り、それぞれ同じエサ（この場合は豚レバー）を与えて同条件で観察を続けた。再生した1-1が自切した場合も2つの断片を違う穴に移し、1-3、1-4と

●実験4の自切の樹形図

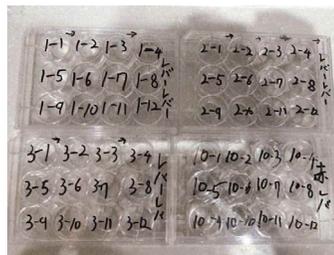


上の1～3から伸びる樹形図は豚レバーだけのC群のもの、4～6は豚レバー→赤虫のB群、下の7～9は赤虫だけのD群、10～12は赤虫→豚レバーのA群

いうように番号を振り、同条件で観察を続けた。

実験4の結果が、上の図だ。最も自切が多かったのは、赤虫から豚レバーにエサを切り替えたA群だった。第3世代までは完璧に進み、第4世代まで進んだ個体もあった。豚レバーだけを与えたC群も自切が多く、第4世代まで進んだ個体は最も多かった。それに続くのが豚レバーから赤虫に切り替えたB群、最も自切が少なかったのは赤虫だけを与えたD群で、第3世代までしか進まなかったのに加え、1個体は1回も自切をしなかった。自切した時のそれぞれの平均体長を比べるとやはり、豚レバーを食べていた群が短く、なかでも豚レバーだけの群が最も短いことがわかる。逆に赤虫だけの群は最も長い。

この結果からも、豚レバーに含まれるたんぱく質やビタミンなどの栄養素が細胞の働きを活発にし、再生の速度を高めたと推察できる。豚レバーを食べた群は自切回数は多いが、自切するたびに小型化していき、赤虫だけの群は長さを保って着実に成長を続けている。赤虫だけの群がなぜ長い体を保ちながら成長できるのか、研究⑤では遺伝子の働きの違いを調べて明らかにしたい。



12穴プレートでの観察の様子

研究⑤

研究⑤では、RNA-seq（RNAシーケンス）という手法を使い、プラナリアの遺伝子発現を解析する実験を行った。RNAはリボ核酸と呼ばれ、生物の体内にある核酸という分子の一種。体の設計図である遺伝子情報は細胞内にある核のなかに、二重らせん構造のDNA（デオキシリボ核酸）として入っている。DNAの情報をもとにたんぱく質が作られ、できあがったたんぱく質の違いでその生物の最終的な体の形や機能が決まる。RNAにはDNAをもとにたんぱく質が作られる時、遺伝子情報やたんぱく質の材料を運んだり、たんぱく質工場の部品になったり、遺伝子の働きを調節したりする役目がある。

今回のRNA-seqは、まずプラナリアからRNAを抽出するところから始めた。次に、蛍光色素を混ぜ光を測る方法で、取り出したRNAの量や質を調べる。調べた後にRNAからDNAを合成する働きのある逆転写酵素を使い、RNAをDNAに換えて解析に使うサンプルを作った。作ったサンプルを、次世代シーケンサー（遺伝子の配列を短時間で調べられる装置、数百万の断片を一度に読み取ることができる）で解析する。この解析には、東邦大学理学部の鹿島誠教授の協力をいただいた。

解析から明らかになった各遺伝子の発現量からバイオリンプロットを作成し、さらに詳細に傾向を調べた。

●実験5

実験を始めた2025年7月28日、冷凍赤虫だけを食べていたプラナリア110匹を2つの群に分け、50匹には冷凍赤虫を与え続け、60匹には冷凍豚レバーを与えた。実験開始日から7日間（7月28～31日、8月1日、4～5日）、それぞれの群からプラナリアを8匹ずつ選び、RNAを抽出した。60匹の群に豚レバーを与えたのは、実験開始日の7月28日と、7月31日、8月3日だった。

最終的にRNA解析の結果が届いたのは、2カ月以上がたった10月9日だ。解析結果から、豚レバー群では再生や代謝に関わる遺伝子の発現が高いことがわかった。幹細胞の活性を示す*piwi*や、細胞間の連絡を担う*inx*群、脂質代謝を調整する*hmf4*などの発現が特に高い。筋肉形成や組織再構築に関わる遺伝子の発現も高く、豚レバー群でより活発な成長、修復が進んでいることが示された。

赤虫群では*p53*、*xbp1*など、細胞の安定化やストレス応答に関わる遺伝子の発現がやや高く、体を安定した状態に保つ遺伝子が働いていると考えられた。



RNAを抽出する

この結果から、エサの違いは再生力に違いを生じさせる一因になる、と考えられる。

まとめと感想

この研究を通して、プラナリアがどんな栄養を使って体を再生させるのか、仕組みの一部が理解できた。今後はRNA-seqの結果をさらに詳しく調べ、どの遺伝子がどんな条件で働くのか、突き止めたい。研究を続けることで、将来の「人の再生医療」にもつながると思っている。

研究は大変なことも多かったが、変化に気づけたり、うまくいかないことから新しい発見もあったりして楽しかった。この研究を進められたのは、プラナリアたちのおかげである。プラナリアへの感謝と敬意を忘れずに、人のために役立つ研究を進めていきたい。

指導について

佐藤君から初めて研究の相談を受けたのは小学3年生の時でしたが、実際に会い、その知的な好奇心と研究姿勢に強い衝撃を受けました。分からないことを率直に問い、聞いた話を自分の疑問へ結びつける姿勢は、プロの研究者顔負けです。雑談の中で彼から餌を変えるとプラナリアがよく自切すると聞き、半信半疑ながら再現実験を提案したところ、餌依存的に自切頻度が増加する結果が得られました。その後、大学研究室での再実験では自切が再現されず困難に直面しましたが、その夜、「あきらめきれないので遺伝子発現解析をぜひやらせてください」とメールで直談判してきました。この熱意に心を動かされ解析を行った結果、餌によって遺伝子発現状態が変化することが明らかになりました。議論からヒントを得て、生成AIを活用しながら自ら問いを深めるという彼の姿勢は、今後の研究指導の受け方の一つのモデルであり、研究への情熱こそが原動力であると改めて実感しています。

東邦大学理学部生物分子科学科 講師 鹿島 誠

審査評

文部科学大臣賞の受賞おめでとうございます。目の不自由な方との交流を通して発想したテーマ「もし、人間の目を再生出来たら多くの人々を幸せにできる」という視点での取り組み、とても興味深く作品を読ませていただきました。日本免疫学会主催の「免疫ふしぎ未来2024」に参加しながら専門家の力を自らの土俵に引き付けて、課題探究していく姿勢は小学生と思えないほどであり、すでに未来の科学者としての基本的能力を備えていると感嘆しました。プレ実験として冷凍豚レバーと冷凍赤虫の2種類のエサによる個体数の自切の変化を観察し、プラナリアの体長と自切の起こり方の違いを押さえたうえでエサの栄養の豊富さによる再生の違いを明らかにしています。こうした再生の実態を踏まえて、次の実験ではRNA解析による遺伝子の働き（発現）の違いを明らかにする段階へと実験を進めていき、プラナリアの体の大きさやRNA量の個体差を反映していると考察し、RNAは次の逆転反応やRNA-Seqライブラリー作成の十分な品質を備えていることを確認していく実験・研究プロセスは既に科学者としての資質を十分に証明していることを審査員一同高く評価しました。 審査員 小澤紀美子

# 柿崎漁港の海岸の貝の研究 Part2

## ～海水温上昇との関係～

新潟県上越市立春日新田小学校 5年 樋口葵人

### 研究の目的

僕は貝が好きで、新潟県上越市にある柿崎漁港の海岸へ3歳のころから通っている。貝の標本作りに取り組んだり、自由研究にも挑戦したりして、これまで多くの貝を見てきた。2024年秋に、海の異変を感じる出来事があった。珍しいはずのササノツユ(カメガイ科)が大量漂着し、大きいサイズのネジガイ(イトカケガイ科)を拾い、貝がらだけでも珍しいヒオウギ(イタヤガイ科)が中身のある状態で漂着しているのを見つけた。こんなことは今までになく、とてもびっくりした。

どうしてこんなレアな貝が拾えるのかと図鑑を調べると、見つけたのはどれも暖かい場所にすむ貝だった。調べうちに日本を含め世界中で海水温(海面水温)が高い状態が続いていることを知り、海水温上昇が貝に影響しているのではないかと考えた。そこで今回は、「海水温上昇と貝拾いの関係」について、研究してみる。

### 研究の方法

気象庁のウェブサイトで、日本近海の海面水温の状態を確認することができる。2024年の日本近海全海域の海面水温平均値は、それ以前100年の間に+1.33℃の割合で上昇していた。この上昇率は世界全体の同条件の値(+0.62℃)よりも大きい。日本の海域別に見ると、柿崎漁港に近い日本海中部が100年の間に+2.01℃の割合で上昇し、特に上昇率が大きいことがわかった。しかも日本海中部は冬季(1~3月)に限ると、100年の間に+2.64℃の割合で上昇していた。

この海水温上昇と貝拾いの関係を確かめるため、柿崎漁港の海岸で8年間続けた貝拾いの記録を利用する。

日本の貝類は生息域ごとに、暖流系貝類、広温系貝類、寒流系貝類に3種類に分けられる。暖流系貝類のおもな生息域は黒潮や対馬海流が流れる温暖な海域、一般的に太平洋では千葉県房総半島、日本海では秋田県の男鹿半島より南の海とされる。広温系貝類は幅広い海水温に適応可能な系統で、寒流系貝類はおもに寒冷な海域に生息する系統だ。

研究ではまず、2023年9月~2024年8月(以下、「2023年」という)に行った貝拾いで集めた漂着貝を図鑑で調べ、



柿崎漁港(上越市柿崎区直海浜)と、貝がらだけでも拾うのが珍しいヒオウギ

各月にどの生息系統の貝が拾えたかを集計する。2024年9月~2025年8月(以下、「2024」という)にも毎月貝拾いを行って同じ集計をし、海水温上昇との関係を分析したい。拾う漂着貝には貝がらだけでなく、中身があるまま死んで打ち上げられた貝(死貝)も含まれる。

### 研究①~②

#### ●研究①

2023年も2024年も貝拾いは毎月2回行うのが基本だが、天候次第でばらつきがあった(2023年の10月と1月、3月は3回、2月は4回、8月は1回、2024年の10月と6月は3回、1月は4回、2月と8月は1回)。

拾った貝の種類数をまとめたのが下の表だ。まず系統にこだわらず拾った貝の合計を見ると、2023年は9~10月に増えて、風の強い12月ごろに少し減り、年が明けるとまた増えている。これが続けてきた貝拾いの季節感で、違和感がない。2024年は拾える貝の種類は全体的に増えて、季節感がなくなった印象だった。

また柿崎漁港の海は暖流系貝類の生息域のため、どちらの年も寒流系貝類はほとんど見つからなかった。

#### ●研究②

研究②では、どの生息域の貝が増えているのかを正確

#### ●2023年と2024年の漂着貝の生息系統別種類数

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
暖流	2023	24.0	30.7	32.0	27.5	32.0	39.3	41.0	38.5	21.0	15.0	11.0
	2024	32.0	31.7	51.0	34.5	44.3	32.0	54.0	36.0	35.5	28.0	12.0
広温	2023	32.5	41.3	38.0	33.5	39.7	49.5	44.0	43.5	28.5	21.0	5.0
	2024	25.5	30.0	48.5	41.5	50.8	47.0	64.0	47.0	47.0	37.3	11.0
寒流	2023	0.5	0.0	0.0	0.5	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2024	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
合計	2023	57.0	72.0	70.0	61.5	72.0	89.3	85.0	82.0	49.5	36.0	16.0
	2024	57.5	61.7	99.5	76.0	95.0	80.0	119.0	83.0	82.5	65.3	23.0

に知るために、研究①の月ごとの種類数を割合で表してみた。すると、2023年は拾えた貝が少なかった7、8月を除き、どの月も広温系貝類が50%以上を占めて最も多かった。ところが2024年では9~11月にかけて、暖流系貝類が50%以上を占めるようになっていた。50%まではいかなかったが5~7月でも、暖流系貝類の増加傾向が認められた。

### 研究③~⑤

#### ●研究③

柿崎漁港の海は暖流系貝類の生息域なため、暖流系貝類が拾えてもおかしくはない。けれども、本来ならもっと速くで生息し、柿崎漁港の海にいないはずの貝があるかもしれない。2023年と2024年に拾った貝の生息域分布を図鑑で調べ、柿崎漁港の海にいてもおかしくない貝を「範囲内」、本来いないはずの貝を「範囲外」とした。

暖流系貝類と広温系貝類それぞれ、範囲内と範囲外でどれだけの種類を拾っていたのか、下の表にまとめた。2023年も2024年も暖流系貝類は、範囲内のほうがむしろ種類が少なかった。また、暖流系貝類は範囲内、範囲外ともに、2023年より2024年のほうが種類が多い傾向にあった。

2025年2月の新潟日報に、佐渡で生きたイセエビが見つかった記事が載っていた。本来、温暖な海に生息するイセエビが海水温の上昇により、海を漂いながら移動する浮遊幼生期に対馬海流ののってたどりつき、生き延びた可能性が高いという。研究③の集計を見ると暖流系貝類も、2023年の一年にはすでにたくさん種類が南の生息域から流れてきていると考えられ、2024年には海水温の上昇により、さらに種類を増やしたのだと思う。広温系貝類も範囲内ではあるものの、対馬海流ののって、遠く南の海にすむ貝が流れ着いているのだと思う。

#### ●研究④~⑤

流れ着いた範囲外の貝は柿崎漁港の海で成長できているのか、2023年と2024年に拾った死貝の種類も集計した。中身があるまま打ち上げられるのは、近くの海で生きていた証拠だからだ。すると2023年も2024年も広温系貝類の範囲外の死貝は、ほぼ拾っていなかった。暖流

#### ●2023年と2024年の漂着貝の生息系統別・分布範囲別種類数

	範囲	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
暖流	2023 内	6.0	9.3	9.0	6.5	4.7	8.0	10.7	9.0	7.0	6.0	0.5	3.0
	2023 外	18.0	21.3	23.0	21.0	27.3	31.3	30.3	29.5	14.0	9.0	0.5	8.0
暖流	2024 内	9.0	6.7	10.0	9.0	9.8	9.0	16.0	11.5	12.5	8.3	12.5	3.0
	2024 外	23.0	25.0	41.0	25.5	34.5	23.0	38.0	24.5	23.0	19.7	17.5	9.0
広温	2023 内	32.0	41.0	36.5	33.0	38.0	48.0	42.7	42.0	28.0	20.0	1.0	5.0
	2023 外	0.5	0.3	1.5	0.5	1.7	1.5	1.3	1.5	0.5	1.0	0.0	0.0
広温	2024 内	25.5	30.0	47.0	40.5	49.5	46.0	62.0	45.5	45.5	36.3	33.5	11.0
	2024 外	0.0	0.0	1.5	1.0	1.3	1.0	2.0	1.5	1.5	1.0	2.0	0.0

系貝類の範囲外の死貝は、まず2023年の10、1、2、3、4月に0.5~4.0種類を拾い、2024年になると毎月必ず0.3~4.0種類を拾うようになった。拾った暖流系・範囲外の個数を示すと、2024年9月23日にカバザクラの死貝を15個(貝がらは408個収集)、9月29日にもカバザクラの死貝を18個(貝がら240個)、10月22日にはベニハマダリの死貝を7個(貝がら4個)、10月26日にもベニハマダリの死貝を2個(貝がら5個)。2025年7月23日にもマダラチゴトリガイの死貝を11個(貝がら3個)収集している。珍しかった範囲外の暖流系貝類はすでに、柿崎漁港の海に集団で定着していたことがわかった。



研究の結果、海水温上昇と貝拾いには関係があり、すでにさまざまな影響が出ていると結論づけた。

### 指導について

元気あふれる息子は、幼い頃より海で遊びながら貝拾いを楽しみ、小学1年から貝の研究と標本作製を続けてきました。今回のテーマは、珍しい貝を見つけることが続いて喜んでいただけ、次第に「何かおかしいよ?」と疑問を抱いたことがきっかけです。貝拾いは楽しいですが、採集した膨大な数の貝の洗浄・同定・保管・軟体部の肉抜きなど、かなりの手間がかかります。今回は自主学习として年間を通して新聞記事や採集記録を自分の視点からまとめ、夏休みの課題として仕上げるため春からパソコンと奮闘して研究を作成していました。たくさん時間と努力を費やした結果、海水温上昇と貝の関係の導くことができ、息子にとって大きな成長につながったとうれしく思います。私自身は指導という立場ではなく、貝が大好きな息子と同志である姉さくらの熱意に引っ張られて家族として応援したにすぎません。研究に関わって下さった皆様に心より感謝申し上げます。 樋口優子

### 審査評

樋口君は地元柿崎漁港の海岸で8年間貝拾いを続けています。2024年にはササノツユ、大型のネジガイ、中身が残ったヒオウギなど、これまでに見つからなかった珍しい貝が拾えました。これらの貝は温かい海にすんでいる種類だと分かり、海水温の上昇と見つかった貝の関係について研究しました。

2023年と2024年に拾った貝を暖流系貝類、広温系貝類、寒流系貝類の3つのグループに分けて、それぞれの種類数とその割合などいくつかのテーマについて分析しました。その結果、漂着貝の種類数が増えていること、暖流系貝類の割合は2023年より2024年の方が増えていること、暖流系貝類は海水温上昇の影響を受けていると思われることなどが明らかになりました。

このような成果は樋口君の過去8年間の経験があってこそ得られたものです。「継続は力なり」とよく言われますが、自然を対象にした研究はとくに継続が重要であることをこの研究は示しています。この地域の貝類、とくに暖流系の貝類がこの先どのような変化をするかを調べ続けていってほしいものです。

審査員 友国雅章

# テントウムシの研究パート3 ～自然界でのサバイバル能力～

茨城県つくば市立吾妻小学校 5年 川瀬美羽

## 研究の目的

小学1年生と4年生の時に、テントウムシの研究をした。テントウムシは甲虫の仲間で、卵から幼虫、蛹を経て成虫となる完全変態の昆虫だ。幼虫は3回脱皮して1～4齢幼虫まで成長する。以前の研究では、家で育てた幼虫が本に書かれているより早く成虫になること、冷蔵庫で幼虫を育てると成長速度が遅くなり、長生きはするけれども次の齢数へ成長しないことなどが観察できた。

今回の研究では、どんな条件がテントウムシの幼虫の成長に関係しているのか、詳しく調べたい。また、エサになるアブラムシがいない場所で、テントウムシの幼虫を見ることがよくある。飛ばない幼虫がどうやってアブラムシを探しているのかも、詳しく知りたいと思った。

実験を通してテントウムシの成長条件を知り、そのサバイバル能力を考察することにした。



ナミテントウの幼虫

## 研究の方法

実験①～②はナミテントウとナナホシテントウ、ヒメカメノコテントウの幼虫を対象とし、実験③はナミテントウとナナホシテントウを対象とした。実験①のグループI以外はエサのアブラムシを十分に与えて行った。

### ●エサと成長の関係を調べる実験①

家の幼虫の成長が早かった原因として、エサの量が考えられた。幼虫をエサの量が少ない(1日にアブラムシ3匹ほど)グループIと、アブラムシを十分に与えるグループIIに分けて飼育し、幼虫の大きさ(長さ)と齢数を記録する。グループIの幼虫は共食いしないように1匹ずつ容器に入れ、グループIIは数匹ごとにまとめてケースに入れ、成長に合わせ容器を大きくしていく。

### ●明るさと成長の関係を調べる実験②

明るい時間の長さも、家のなかと自然界では違っている。幼虫をそれぞれ、6～23時まで明るい場所に置き、それ以外は暗い場所に置くグループI、自然の日の出日没に合わせて明るくするグループII、ずっと真っ暗な引き出しのなかに置くグループIIIに分けて飼育し、幼虫の大きさ(長さ)と齢数を記録する。

上の実験でたくさんの共食いが起きてしまったので、追加実験を行った。6～23時まで明るい場所で、それ以外は暗い場所で育てるグループIV、1匹ずつ容器に入れて真っ暗な引き出しで育てるグループVに分けて飼育し、幼虫の大きさ(長さ)と齢数を記録した。

### ●気温と成長の関係を調べる実験③

気温の高さも、家の内外の違いのひとつ。冷蔵庫では成長できなかったが、もう少し暖かい環境を調べてみる。幼虫を、室温で育てるグループIと、保冷剤を入れたクーラーボックス(15℃を想定)で育てるグループIIに分けて飼育し、幼虫の大きさ(長さ)と齢数を記録する。グループIIのクーラーボックスのなかが暗いので、グループIも暗い場所に置いた。

### ●幼虫の捕食方法を調べる

エサがない時に幼虫がどれくらいの距離を移動し、どうエサを見つけているのかを調べる。幼虫の齢数ごとに、15cmを何秒で移動しているか、定規で測った。3～4齢幼虫は進む方向をすぐ変えてしまうので、広げた紙の上でどう動いたか、ペンでなぞって記録した。また、幼虫の近くにアブラムシを置いて、どう探すのかを観察した。幼虫にさまざまなサイズのアブラムシを与え、食べるかどうかを観察した。

### ●幼虫の再生能力を調べる

育てている幼虫のなかに1匹だけ、足2本が途中で切れている個体がいることに気がついた。幼虫の足はカナヘビのように再生することができるのか、観察してみた。

### ●交尾の組み合わせを調べる

オスとメスの成虫を数匹ずつ同じ容器に入れた場合、相手を替えて交尾することが多いのか、ずっと同じ相手と交尾するほうが多いのか、観察してみた。

## 実験と観察の結果

### ●エサと成長の関係

どのテントウムシも、エサが少ないグループIの幼虫はエサが十分なグループIIに比べ、成長が遅く体も小さめだった。ナミテントウのグループIの幼虫は24～30日で蛹になり、29～34日で成虫になった。ナミテントウのグループIIの幼虫は13～16日で蛹になり、18～20日で成虫になっている。このようにエサが多いグループは少ない



同じ4齢幼虫で大きさにこれだけの差がある

グループより、ナミテントウとナナホシテントウでは2倍ほど、ヒメカメノコテントウでは1.5倍ほど成長が早かった。ナミテントウとヒメカメノコテントウは1日アブラムシ3匹の少ないエサでも成虫になれることが多かったが、ナナホシテントウは成虫になれない個体が多かった。ただ、成虫になれたとしてもグループIIと比べると、体が小さい個体が多かった(ヒメカメノコテントウは写真の撮り忘れで検証できず)。

### ●明るさと成長の関係

ナミテントウとナナホシテントウはどちらも、真っ暗な場所で育てたグループVが、6～23時まで明るい場所で育てたグループIVに比べ、少しだけ成長が遅く、少しだけ小さかった。グループVの幼虫はグループIVの幼虫に比べナミテントウで平均30匹ほど、ナナホシテントウで平均26匹ほど、食べたアブラムシの総数が少ない(いずれも追加実験の観察結果)。ヒメカメノコテントウは、暗い場所で育てた幼虫のすべてが成虫になれず、明るくないと成長できないのかもしれない。明るさはテントウムシの成長に、関係している可能性がある。

### ●気温と成長の関係

ナミテントウは、室温で育てたグループIより、涼しい15℃で育てたグループIIのほうが2.5倍ほど、成長が遅かった。ナナホシテントウは、グループIよりグループIIのほうが3.7倍ほど、成長が遅かった。これまでの研究でも、気温が高い季節のほうがテントウムシの成長は早い。気温が低すぎると幼虫は成長できないが、気温15℃だとゆっくりでも成長できることがわかった。しかも、成長が遅いおかげで15℃のグループIIの幼虫は、食べたアブラムシの総数がグループIより多かった。ナミテントウは平均50匹ほど、ナナホシテントウは平均90匹ほどと多く、どちらも室温で早く育ったグループより大きめの成虫になった。この大きさの違いは、気温ではなくエサの量が影響したと考える。



上が室温、下が15℃で育った成虫

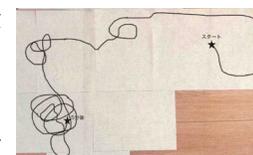
室温と15℃で卵の孵化までにかかる日数も比べてみたところ、室温では3～3日半、15℃では8～9日だった。気温が低い時は孵化までの時間をかけ、暖かくなってアブラムシが増えるのを待っているのかもしれない。

### ●幼虫の捕食方法

15cmを移動するのにかかる時間は平均で、1齢幼虫が54.8秒、2齢幼虫が22.6秒、3齢幼虫が15.3秒、4齢幼虫が10.0秒だった。生まれて間もない1齢幼虫のなかには、30cm以上移動できる個体もいた。

幼虫は生まれてすぐエサがないと死んでしまうので、アブラムシの近くで孵化する。3齢幼虫くらいになると共食いをするようになり、遠くまでエサを探しに行くようになる。空腹時は遠くまでエサを求めて移動し、遠くへ行くかどうかは方向を変える回数で決まっているように見えた。アブラムシを何匹か食べた後は、近場を探していた。視覚や嗅覚ではエサを見つけれず、目の前

にアブラムシを置いても食べないこともある。むしろ、アブラムシのいそうな植物を目標にしているようだった。1齢幼虫は小さなアブラムシしか食べられないが、4齢幼虫の空腹時の移動



4齢幼虫の空腹時の移動

何匹かで大きいアブラムシを捕まえるのを観察できた。

### ●再生と交尾

2本の足が切れた幼虫は、4齢幼虫までそのまま成長した。ところが蛹から羽化した後に見てみると、足は完全に再生していた。テントウムシには再生する力がある。

2匹のオスと3匹のメスを同じ容器に入れて、交尾する順番を観察した。オスは相手を替え、たくさんのメスと交尾して子孫を残そうとしていた。アブラムシがいないと成虫は交尾をせず、卵もうまなくなった。これは、エサがなければ幼虫が育たないからだと思う。

## 指導について

本研究は、娘が見たことのない模様のテントウムシを見つけ、興味を持ったことをきっかけに始まりました。1年生の頃は観察研究でしたが、学年が上がるにつれて生態や自然環境との関係へと発展していきました。家庭にある限られた道具で試行錯誤を重ね、新しい発見をすることに研究の面白さを感じている様子が見えました。指導としては、娘自身の気付きにつながるような問いかけを意識しましたが、想定以上の答えが返ってくることも多く、その成長に驚かされました。高学年になった今年は多忙な中で最後までやり遂げられるか不安もあったようですが、新たな発見をすることができ、また、その結果をこのように評価していただいたことが大きな達成感となり、今後の学びへの糧になったと感じております。自然科学の面白さや考察の大切さを日々指導くださっている学校の先生方、ならびに審査に携わってくださった皆様に、心より感謝申し上げます。

川瀬美奈子

## 審査評

私たちの身の回りには多くの動植物が生きていますが、それらの姿や名前は知っているにしても、どのように生きているか知っていることは少ないのではないのでしょうか。まず育ててみることをきっかけとして、観察が深まり、そこで出てきた疑問点が研究のテーマに発展していくことが多いと思います。この論文は、テントウムシについてこれまでに行ってきた先行研究の経験をふまえて、餌の量が成長に与える影響、明るい時間の長さが成長に与える影響、温度が成長に与える影響などを調べています。実験計画が的確に組み立てられており、説得力のある結果を生み出しています。餌となるアブラムシの量が疋数で数えられることも、この実験をわかりやすいものにしていただいていると思います。また、複数の種類について実験することで、結果を一般化するのに役立っています。

審査員 邑田仁

# カブトムシの観察 パート5 ～カブトムシの飛翔力を明らかにする～

富山県高岡市立牧野小学校 5年 田中晴斗

## 研究のきっかけ

僕は6年前からカブトムシを育てている。小学1～4年生の自由研究ではおもに飼育ケース内のカブトムシを観察し、生態を調べてきた。前回の研究では地球温暖化に着目し、初めて野外でのマーキング調査を行った。カブトムシが樹液に集まり、猛暑の中でも元気いっばいな姿を見て、とてもうれしかった。しかし翌日、同じ個体に出合えることはほとんどなく、別のカブトムシが飛んでくる。周りを見渡しても死骸はないから、一度エサを食べたら別の場所へ移動しているようだ。

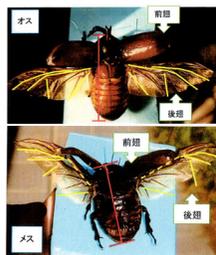
ある日の野外調査で、飛んでいるカブトムシのオスを見つけた。何分間もぐるぐると空中を飛び回る姿を見て、こんなふうに飛ぶんだ！と驚いて感動した。昆虫の中でもカブトムシは、飛ぶのが下手だといわれるけれど、本当にそうなのか。そこで今回の研究では、カブトムシの飛翔力の解明を目標にした。解明した上で他の昆虫と、その飛翔力を比較したい。

## 飛び方の観察

### ●実験1 飛翔標本で翅を観察

カブトムシの飛翔力を知るにはまず、体のつくりを知ろうと思った。カブトムシのオスとメス、翅を開いた状態の飛翔標本を作る。お亡くなりになったカブトムシのオスとメスを50～60℃の湯に1時間ほどつけ、発泡スチロールの上に置く。昆虫針で胸を刺し、前翅を開いた状態に上げ、針で固定する。後翅をゆっくり開き、こちらも針で固定する。

飛翔標本を観察すると、前翅は中胸の根元についていて、後翅と腹を守る硬いカバーのようにカーブしている。後翅は後胸の根元についていて、腹に沿ってカーブし、広げて羽ばたくことで空気をたくさん集める構造をしている。後翅はとても薄く長さは体長とほぼ同じ、4カ所で折りたためる。前翅がついた中胸、後翅がついた後胸はどちらも中に筋肉があり、筋肉を使って



オスの体長 47.67mm、メス体長 45.47mm、後翅にある翅脈は飛翔時に翅を支える

翅を動かしている。

翅の構造はオスとメスで変わらない。体長はオスのほうが長い、翅の長さはメスのほうが長かった。

### ●実験2 カブトムシの日常を確認

次に、カブトムシは1日のどんな時によく飛ぶのかを調べたい。飼育ケースは狭くて、カブトムシがのびのび飛ぶことができない。そこで、家族と協力してカブトムシの小屋（床から上の高さ150cm×横53cm×奥行き39cm）を作った。床に昆虫マットをたっぷり敷きつめ、中央に木材を置き、木材には隠れるための造花の葉も取り付けた。天井にトレイルカメラを設置して、24時間小屋の中を撮影できるようにした。

カブトムシのオス6匹、メス6匹を小屋で飼育する。15分おきに1回15秒の動画を撮影してSDカードに保存するようにトレイルカメラを設定、夜間も赤外線撮影できる。小屋の中の温度もデータロガーが1時間おきに測定し、測定値を自動で保存する。

エサをマットの上だけに置く日を3日間、木の上にも置く日を3日間撮影し、カブトムシ6匹の動き方、飛翔の有無などを動画を見ながら記録する。エサは朝、新しいものを与え、なくなったら補充した。

観察の結果、エサがマットの上にはかない時はオスはマットの上について、オス同士でエサを取り合いすぐにケンカをした。エサが木の上にもある時も、オスは木の上でエサをめぐるケンカをしていた。メスはほとんど土の中にいる。エサ場が空いていたらタイミングを見計らって、土から出て食べていた。飛翔するのはオスもメスもエサ場が埋まっていたり、エサがなくなってきた時など、時間帯は午後9時～午前4時ごろが多かった。エサが木の上にもある時、飛翔する個体が多かったことから、自然界ではエサを食べたら次のエサ場を求めて飛んでいくと思われる。

### ●実験3 飛翔を始める動作を確認

小屋とは別に飼育ケースで育てているカブトムシが飛翔する時の動画を撮って、動作を確かめた。オスとメスの両方を観察したが、飛び方は共通していた。

まず足踏みをして頭を持ち上げ、地面からの角度45度で一度びたっと動きを止める。前翅を広げ、両側の中脚を浮かせてから後翅を広げる。羽ばたきを始める。地面から脚が離れる。が、そのまま45度上へと飛び上がるのではなく、水平方向へ飛び始めていた。

せっかく45度の角度を決めたのに、カブトムシはなぜ水平に飛び始めるのだろうかという疑問に思った。



脚を踏み締めて頭を起こしびたっと止まる（左）、前翅を広げてから両側の中脚だけを浮かせて後ろ翅を広げる（中）、上ではなく前に飛び出す（右）

### ●実験4 昆虫が飛ぶ時に必要な力

昆虫が空を飛ぶ時、どんな力を働かせるのか、調べてみた。昆虫も鳥も飛行機も飛んでいる時、上方向に揚力、下方向に重力、前方向に推力、後方向に抗力が働いているという。カブトムシは昆虫のなかでは体重が重いので、飛翔する時は重力に逆らう大きな揚力と、抗力に逆らう大きな推力を働かせる必要がある。飛行を始めたばかりの後翅は、まだ体を引き上げるほどの大きな揚力を得られていない。だから水平方向に飛びながら、少しずつ後翅を高速に羽ばたかせて、揚力を高めている。

### ●実験5 大きな揚力を得るための翅の動き

カブトムシの翅が大きな揚力を作る時、どのように動かしているのか、観察したいと思った。ただ、高速度カメラでも記録できないほど速かったため、インターネット上の飛翔動画を参考に、翅の動かし方のスケッチを取り、揚力がどう生まれているのか調べてみた。

するとカブトムシだけでなく昆虫は、翅の動きで「前縁渦」という小さな竜巻のような渦を発生させて、揚力を得ることがわかった。カブトムシの後翅は左右対称に、羽ばたきの軌道を8の字型に動かしている。羽ばたきは1秒間に約30往復と超高速、翅脈に支えられた膜は翅の動きに合わせて空気の流れをとらえ、しなやかに動く。後翅は前進する時に前縁渦を発生させ、この渦が揚力を効率よく生み出す。前翅は飛翔中は開いたままで、ほとんど動かない。それでも、下向きにカーブした前翅を広げておくことも揚力を得るのに役立っていて、空中での安定した飛行につながっている。

## 飛翔力を比べてみよう

カブトムシと他の昆虫の飛翔力を比べるため、フライトミル（昆虫の飛翔能力を測定する回転装置）を自作した。スマートフォンの固定スタンドに、竹ひごを垂直に取り付け（竹とんぼのような形）、接合部はボールベアリングでくるくる回転するようにした。竹ひごの片端にホットボンドで昆虫を取り付け、反対側の端には昆虫と同じ重さの粘土を取り付ける。竹ひごの長さは25cmなので、1回転で25×円周率3.14=78.5cm飛んだことになる。

カブトムシはオス5匹、メス7匹を取り付けて飛翔実験をし、他の昆虫も試すことにした。昆虫が羽ばたき始めてから羽ばたき終わるまでの回転数と時間を記録し、飛翔距離と飛翔速度を求める。記録した各昆虫



### ●カブトムシと他の昆虫の飛翔（最高記録）

	回転数	飛翔時間	距離	飛翔速度（時速）
カブトムシ（オス）	348	2分40秒	273.2m	6.2km/h
カブトムシ（メス）	3902	44分35秒	3602.0m	4.1km/h
ノコギリクワガタ（メス）	3281	39分45秒	2574.8m	3.9km/h
アブラゼミ	210	1分21秒	164.9m	7.3km/h
シオカラトンボ	1510	18分10秒	1185.4m	3.9km/h
ショウリョウバッタ	10	9秒	7.85m	3.1km/h

ショウリョウバッタは1回分の飛翔記録、飛翔と休憩（1秒）を繰り返す

の最高記録をまとめたのが上の表だ。

飛翔距離の1位はカブトムシのメス、2位はノコギリクワガタのメス、3位はシオカラトンボだった。カブトムシの前翅の長さや飛翔距離は関係がないようだ。カブトムシのオスの飛翔距離が300mもないのが気になったので、改めて角をつまんで20分間でどのくらい羽ばたけるかを調べた。すると、羽ばたいては止めを繰り返せば、約1400mの距離を飛翔できることがわかった。

## 指導について

5歳の頃からカブトムシの飼育を続け、命のつながり、尊さを体感しながら現在に至ります。今年は飛翔能力に着目し、5年目となる研究を開始しました。翅を広げた標本から、オスは体長が長い一方で、前翅および後翅の長さはメスの方が長いということを発見しました。そこからオスとメスで飛翔能力に違いはあるかという疑問が生まれました。フライトミルを用いた実験では、オスとメスの間に飛翔距離の大きな差が認められました。しかし本人には「オスももっと飛べるはずだ」という強い信念があり追加実験を行いました。昨年までの研究を通し、自分の目と手で確かめた記録と経験こそが、探求を深める原動力となっていました。カブトムシに合わせて夜遅くに観察をしてもすぐ飛ぶわけではなく、試行錯誤の日々が続きましたが、本人は弱音を吐くことなく取り組み続けました。最後までやり遂げる力と諦めない心を大切に、今後の活動にも活かしてほしいと思います。

田中 茜

## 審査評

田中君はカブトムシに興味を持ち、6年前からその生態について研究を続けてきました。今回の研究は、カブトムシの飛翔力にテーマを絞り、さまざまな実験と観察によってそれを明らかにしたものです。中でも、高さが150cmもある手作りの飼育小屋にカブトムシを放してその行動を詳しく観察し、よく飛ぶ時間帯を明らかにしたのは大きい成果です。カブトムシが飛び立つ時の行動を動画で撮影し、体を45度に起こしてから羽ばたいてほぼ水平に飛び立つことがわかりました。すぐに45度に飛び立たないのは、十分な揚力が得られないからだということを文献で調べて理解しました。自作したフライトミルを用いて、カブトムシだけでなくノコギリクワガタ、シオカラトンボ、アブラゼミ、ショウリョウバッタなどの飛翔力を比較したのも面白い研究です。その結果、カブトムシは飛ぶのが下手ではなく、高い飛翔能力を持っていることがわかりました。このコンクールにはカブトムシをテーマにした作品の応募が多くありますが、その中でも田中君の研究は優れていると思います。これからも研究を続けてください。

審査員 友国雅章

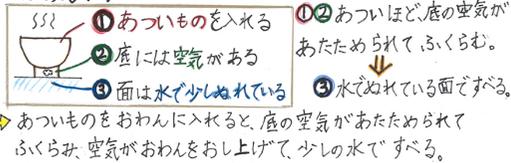
## スーッと動く味そ汁のひみつ Part2 ～断続的な動きの理由&面にまく液体の条件～

石川県金沢市立大徳小学校 4年 田嶋花帆

### 研究の動機

昨年、IHクッキングヒーターの上に置いた味噌汁のおわんが動く現象について研究してきた。昨年の研究で、「おわんが動く仕組み」と、「動きやすいおわんの形」を発見した。詳細は、下の図のとおりだ。

#### 「おわんが動くしくみ」



#### 「動きやすいおわんの形」

形と重さのちがうおわんに、同じ量のお湯を入れて（動かす）を比べた。動かすの長さはおわんの重さには関係ない。底の容積（空気の量）が大きいほどよく動くことが分かった。

ただ昨年の研究では、2つのことを不思議に思った。「おわんが動いては止まり動いては止まり、とぎれとぎれに動くこと」と、「トッププレート（面）の状態によって、おわんの動き方が違うこと」だ。今回は、おわんの動く様子をより詳しく観察し、2つの不思議について突き止めることにした。今回の研究では、前回の研究で動く距離が最も長かったおわんを使用した。

### 実験1～2

#### ●実験1～2でおわんの動き方を確認

実験1では、おわんの動く方向を確認した。これまでIHの上で実験を行うと、おわんは必ず手前から奥へと動いた。トッププレートに傾きがあるのかどうか、水平器で確かめる。すると、手前のほうが少し高かった。おわんをどこに置いても奥へ動くのは、ほんの少しの傾きでも、高いところから低いところへすべるからだった。

実験2では、水の役割を確認した。水はおわんをすべらせるだけの役割だと思っていたが、それ以外の働きがあるのだろうか。トッププレートを霧吹きでぬらし、おわんを置く。90℃の湯を注いだ場合と70℃の湯を注いだ場合で動き方を比較した。すると、90℃のおわんの底からぶくぶくと空気がもれ、ぶくぶくしている間はおわんは動かなかった。70℃のおわんのほうは底にぶくぶく

が見られず、よく動いている。70℃の湯を注ぐとおわんの底の空気が温められふくらんで、おわん自体が少し浮き、わずかなかたむきでもスーッと動くと考えられる。その時、トッププレートの水は底から空気がもれないように閉じ込める役割がある。90℃と湯の温度が高すぎると、空気が急にふくらみすぎて水の壁を壊し、結果的に空気がもれてしまう。70℃のおわんが動いては止まるのも、空気がふくらみすぎると空気がもれて止まってしまう。止まっている間にまた空気がふくらみ、また動き始める。これが、とぎれとぎれに動く原因だと考えた。

### 実験3～4

#### ●実験3～4でおわんの動き方を観察

実験3ではおわんに80℃の湯を注いだ時、どう動くのかを観察した。トッププレートを霧吹きの水で20回ぬらし、おわんを置いて80℃の湯を80g注ぐ。おわんは動いては止まり動いては止まりをくり返すが、止まる度に最初の位置からの距離とその時の湯の温度を計る。別に、動かさないおわんも用意した。動くおわんと同時に80℃の湯を80gを注ぎ、動いたおわんが最後に動かなくなった時、動かさないおわんの温度も計って比較した。この実験を5回行い、距離も温度も平均値を求めた。

実験4では60℃の湯を80g注いだおわん、70℃の湯を80g注いだおわんで、実験3と全く同じ観察を行った。実験3と実験4の結果が下の表だ。

#### ●実験3～4の結果（温度も距離も5回の実験の平均値）

		①最初 の位置	①静止 1回目	②静止 2回目	③静止 3回目	④最後に 止まった 位置	動いてい ないおわ んの④の 時の温度
80℃	温度(℃)	81.0	72.9	67.7	61.4	57.1	58.0
	距離(cm)	0	7.8	11.4	15.6	19.3	-
70℃	温度(℃)	70.9	64.9	60.1	55.2	50.1	50.5
	距離(cm)	0	3.8	5.9	7.4	8.3	-
60℃	温度(℃)	60.5	58.8	56.1	52.9	48.8	49.8
	距離(cm)	0	3.3	6.0	9.0	12.4	-

温度が高い湯を注ぐと、最後におわんが止まる温度も高い。温度が低い湯を注ぐと止まる温度も低い。注ぐ湯の温度と最後に止まる湯の温度に、決まった温度差があるわけではなかった。しかし最後に止まった時の温度は、動いていなかったおわんの同時刻の温度より低い場合が多い。湯の熱がおわんを動かすために使われていると考えた。また、湯の温度が高いほうが動く距離は長かった。

### 実験5～8

おわんが動いたり止まったりするには、水の働きも重要だ。実験5～8では、トッププレートにぬる液体の種類を変えて、おわんの動きを観察することにした。

#### ●実験5～8

実験5ではトッププレートに水（25℃）、氷水（1.5℃）、食器洗い用洗剤と水を混ぜたもの、オレンジジュース、油、さとう水（水100gにさとう30gを溶かす）をそれぞれ、霧吹き20回分まいた（油はキッチンペーパーにしみこませてトッププレートに塗った）。その上に70℃の湯を90g注いだおわんを置いて3分間観察し、動いた距離を比較する。その結果、最も動いたのが氷水で37cm、さとう水20cm、水18cm、食器洗い洗剤と水を混ぜたもの16cm、油10cm、オレンジジュース6cmの順だった。氷水とさとう水は、おわんの底の空気を閉じ込める力が強いから、動く距離が長くなると考えた。

実験6はトッププレートに氷水（1.5℃）、水（15℃と25℃）、湯（40℃）をまいて、実験5と同じ方法で動く距離を観察した。5回の平均で比べたが、結果はやはり氷水がトップで32cm、最下位は湯で12.4cmだった。

実験7では、さとう水の濃度を変えて動き方を確かめた。100gの水にそれぞれ10g、20g、30g、40g、50g、100gのさとうを溶かしたもので調べたが、最も動いたのは10gの27.8cm（実験5回の平均値）、濃度が上がるに従って動く距離は短くなった。実験8では水100gにそれぞれ10g、20g、30gの塩を溶かして調べたが、塩水はどの濃度でも水よりも距離を出せなかった。

### 実験9～11

#### ●実験9～11

前回の研究で、トッププレートにまく水の量が多すぎると、おわんが動かないことがわかっている。実験9では20度に傾けた机を霧吹きの水でぬらし、机の上方に空のおわんを置いて手を離すと、おわんがどれだけ下へ動かすかを確かめた。机をぬらす水の量を霧吹き30回、60回、100回分と変えて調べたところ、30回では20cm、60回は13cm動いたが、100回は6cmしか動かなかった（机を水でぬらさない場合は31cm動いた）。

実験10は実験9の水の抵抗を、写真のような自作の実験道具を使って数字で表した。机に置いた重さ40gの保存容器と右下の容器をたこ糸でつなげる。テーブルの滑車を経てぶら下げた容器に1円



玉をゆっくり1枚ずつ入れていき、何枚入れると保存容器が動くのかを観察した。保存容器を置いた机に霧吹きで30回、60回、100回と水を吹きかけ、それぞれおもりが何gなら保存容器が動くのかを確かめる。すると、30回は20g、60回は24g、100回は27gで動くことがわかった（台を水でぬらさない場合は15gで動いた）。

実験11では、実験6～8で動く距離を比べた氷水と湯、濃度の違うさとう水、濃度の違う塩水を使って、実験10と同じように保存容器が動く重さを比べた。すると、軽いおもりで動き始めるのは水の分野では氷水、さとう水の分野では100gに10gを溶かしたものの、塩の分野でも100gに10gを溶かしたものだ。氷水を霧吹き30回吹きかけた場合17gのおもりで保存容器は動き、60回は20g、100回は22gで動いた。さとう水10gは、30回は14g、60回は19g、100回は20gで動く。塩10gは30回は22g、60回は24g、100回は25gで動き始めた。

### 指導について

田嶋さんは温かい味噌汁を入れたおわんが勝手に滑り出すという身近な出来事に興味を抱いて研究をされていました。生活の中で見られるありふれた出来事を見過ごさずに、研究の対象にする視点は素晴らしいのだと思います。このような現象を目にしたとき、大人は温められた空気の膨張の側面に目が行きがちです。私もそうでした。しかし、田嶋さんは空気の膨張だけでなく、おわんの底が接触する面の状態、特に濡れ方に着目していました。常識にとらわれない発想に感心するとともに、指導するときは、彼女の自由な発想を妨げないようにすることが大事だと感じました。そして、田嶋さんは摩擦力を測定する装置を自作し、研究を行いました。彼女がその装置を用いた実験をとても楽しんでいたので印象的です。指導する立場として、研究を楽しんでくれたことはなにより嬉しいです。これからも彼女が自由な発想に基づいて、楽しみながら研究を進めていくことを願っています。

金沢大学大学院自然科学研究科機械科学専攻 修士1年 薬師功哉

### 審査評

IHコンロ（磁力で発熱させる電気調理器）の上におわんを置いた時、おわんが勝手に動いたり止まったりする現象に不思議を感じたことによって、本研究は始まりました。数多くの実験や観測を行うことによって、その原因が、水がおわんの底の空気を閉じ込め、空気が膨らみ、おわんが少しだけ浮くことによって面を押す力が減少し、少しの傾きでも動くことを突き止めました。さらに、面にどんな液体をまくと滑りやすいかを調べ、氷水や砂糖水が動きやすいことも明らかにしています。

本研究は身近な生活の中にある不思議に注目し、筋道を立てて結論を導いた4年生の見事な研究成果であり秋山仁賞にふさわしい作品です。

余談ですが、この作品を読んでウィンタースポーツの花形のスピードスケートがなぜ500mを40秒弱で滑れるかの理由も関連事項として調べてみると良いと思います。

審査員 秋山仁

# 暑い夏を乗り切ろう！ 体のクールダウン大作戦！ part2

富山県富山大学教育学部附属小学校 4年 中山桃嘉

## 研究のきっかけ

2024年に暑い夏を乗り切るため、体を早くクールダウンさせる研究をした。保冷グッズを使ったり、冷たい水を飲んだりして、体のどの部分をどう冷やすと体温が早く下がるのかを研究した。

2025年も夏休み前から暑く、24年より猛暑日が多い。24年の研究結果を実行に移し、保冷グッズを使ったり、家ではエアコンをつけたりしていた。のどがかわいたら私は麦茶や大好きなトマトジュースをゴクゴク飲んでいますが、母はよく緑茶を飲んでいる。飲み物の種類が違くと体温の下がり方も違うのかなと、ふと思った。違うのなら普段から飲み物の種類を意識し、体をクールダウンさせたい。そう考えて、今回の研究を始めた。

## 実験を始める前に

今回の研究では、身近にある飲み物のいくつかを私が実際に飲んで、体温がどう変化するのか、比べる実験をする。身近な飲み物として思いつくのは、水、麦茶、緑茶、ほうじ茶、ウーロン茶、紅茶、ルイボ스티ー、スポーツ飲料水、牛乳、炭酸水、野菜・果物ジュースだ。このうちまず、麦茶、緑茶、ほうじ茶、ウーロン茶、紅茶、ルイボ스티ーの茶類にどんな違いがあるのか、農林水産省のホームページで調べてみた。

●身近にあるお茶の違い カフェインの含有量は100mlあたり

	麦茶	緑茶	ほうじ茶	ウーロン茶	紅茶	ルイボスティー
主成分	大麦	茶			茶	ルイボス
製造方法	大麦を発酵させず焙煎する	葉を発酵させず蒸して乾燥	葉を発酵させず焙煎する	葉を半発酵させ焙煎する	葉を完全発酵させる	ルイボスの葉を発酵させる
カフェイン	なし	約20mg			約30mg	なし

スポーツ飲料水には何が含まれているのか、ラベルを確認した。製造会社によって含まれるものは違うが、あるスポーツ飲料水の材料は、砂糖（国内製造）、果糖ぶどう糖液糖、果汁、食塩、酸味料、香料、塩化K、乳酸Ca、調味料（アミノ酸）、塩化Mg、酸化防止剤（ビタミンC）となっていた。

実験に使う飲み物は最も身近な水のほか、主成分の違いや発酵の有無、カフェインの有無、ゴクゴク飲めるか

どうかを基準に選びたい。最終的に1「水」、2「麦茶」、3「緑茶」、4「ウーロン茶」、5「ルイボスティー」、6「スポーツ飲料水」、7「牛乳」（生乳100%）、8「トマトジュース」（食塩無添加）を選んだ。

## 体温の比較実験

### ●実験の方法

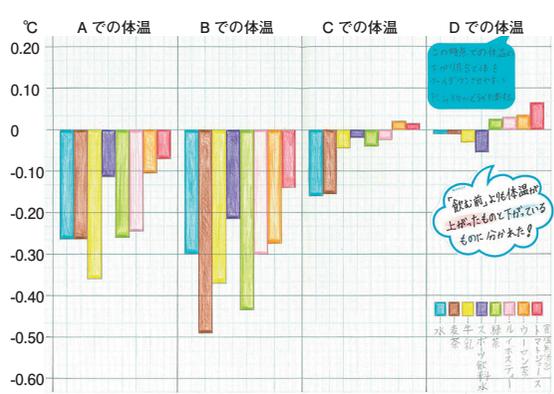
実験では8種類の飲み物を、それぞれ100mlずつ2度飲んで体温を測る。飲むタイミングと体温を測るタイミングは次のとおりだ。まず実験直前に体温を測る。それから100mlの飲み物を飲み、10分後のタイミングAで体温を測る。測定が終わったら再度同じ飲み物を100ml飲み、その10分後のタイミングB、Bから20分後のタイミングC、Cから20分後のタイミングDで体温を測った。1種類の飲み物について日にちを変えて2回、この測定を行い、各タイミングでの体温の平均を求めた。

実験は気温26℃前後、湿度50～60%の室内で行った。飲み物はすべて冷蔵庫で1日以上冷やしたもの。飲む私の服装は素材が同じ物を選び、実験開始前の2時間は食事をせず、1時間前からは静かに過ごして何も飲まないようにした。実験中も静かに過ごし、8種の飲み物は普段どおりの飲み方で飲んで、体温は口の中で測った。

### ●実験の結果

8種類の飲み物を飲んだことによる、体温の変化を表したのが下のグラフだ。飲む直前の体温を0とし、各タイミングでの体温は平均値で示している。どの飲み物も飲んですぐに体温が下がり、特に2度目

### ●8種類を飲んだ後の体温の変化



の100mlを飲んでから10分後のBで最も下がっている。が、時間が経過したDでは、実験前より逆に体温が上がった飲み物と、下げ幅は減るもののがあったままの飲み物に分かれた。Dの体温から元の体温を引いた値が低いほど、体をクールダウンさせる飲み物と定義した。

その結果、体をクールダウンさせる飲み物の1位はスポーツ飲料水、2位は牛乳、3位は麦茶、4位は水となった。飲む前より逆に体温を上げたのが5位の緑茶、6位のルイボスティー、7位のウーロン茶、最下位のトマトジュース（食塩無添加）だった。

### ●実験の考察

スポーツ飲料水のタイミングCとDとでの体温の変化を見ると、時間がたったDのほうが低くなっている。これが偶然なのか、同じ方法でもう1回、スポーツ飲料水の3回目の体温測定をした。すると同じように、CよりDのほうが体温は低くなった。

夏になると「水分補給」のほかに「塩分補給」という言葉をよく耳にする。スポーツ飲料水にも塩分が含まれているが、塩と体温を下げる仕組みに関係はあるのだろうか。成績上位だったスポーツ飲料水、牛乳、麦茶、水に含まれる塩と糖の量を調べてみた。すると、どちらもスポーツ飲料水に最も多く含まれていた。麦茶と水は糖を含まなかったが、塩は4種類の飲み物すべてに含まれ、量が多いほどDの体温が低くなっていた。

塩と体温の関係をさらに確かめるため、低塩のトマトジュースと、経口補水液で同じ実験を試してみた。飲んでみると経口補水液は塩が入っていることがはっきりわかるしよっぱさで、スポーツ飲料水より塩分が高い。どちらにも高いクールダウン能力があると予想した。

ところが結果は予想に反し、低塩のトマトジュースは塩分無添加と同じようにDの体温を逆に上げ、経口補水液はスポーツ飲料水ほどにはDの体温を下げなかった。

## 医師への確認

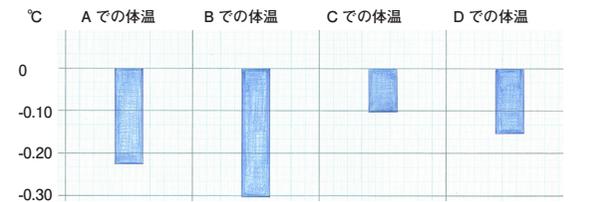
ここまで実験を通して考察したこと、疑問に思ったことについて、医師に話を聞いてみた。

すると、飲み物に塩分があったほうが、腸から血管へ送られた水分が外へ逃げにくくなり、血液に十分な水がめぐると体のクールダウンにつながる、と教えられた。ただ塩分濃度が重要で、高すぎると血管に水分がたくさん入りパンパンになって負担がかかる。経口補水液の塩分は高いが、健康体とは違う脱水症状を改善させるための飲み物だ。逆に塩分のない水を飲みすぎると、水分が血管の外へ逃げ、血流が悪くなってしまう。

糖分も同様だ。糖はエネルギーになったり、腸から水分を吸収させやすくしたりするが、摂りすぎは体によくない。スポーツ飲料水は糖分が高いものが多く、日常で飲むには注意が必要だという。

経口補水液は塩分、スポーツ飲料水は糖分が高いなら両方の長所をとり、いつでも飲める「体のクールダウンドリンク」を作ってみようと思った。塩分はスポーツ飲料水、糖分は経口補水液の濃度に合わせ、ミネラルウォーター1000mlに、食塩1.2g、ブドウ糖18gを混ぜた。このオリジナルドリンクで同じ体温測定をしたところ、飲む前よりDの体温が低く、CよりもDの体温が低かった。スポーツ飲料水と同じ変化となった。作戦大成功!!

### ●オリジナルドリンクを飲んだ後の体温の変化



## 指導について

昨年度の研究をきっかけに、暑い夏に体を効率よくクールダウンさせたいという思いを大切にしながら、本研究に取り組んできました。日常生活の中で、家族それぞれが選んでいる飲み物に目を向け、「飲み物の種類によって体温の下がり方に違いがあるのではないかな」という身近な疑問を出発点としているところに、探究心の育ちが感じられます。研究では、体温測定の条件をできるだけそろえ、実験を繰り返しながら丁寧にデータを集めていました。結果を表やグラフで分かりやすく整理しようとする工夫や、飲み物の成分にも着目している点から、自分なりに視点を広げながら探究を深めていく姿が見られました。さらに、専門家の話をもとに体のクールダウンドリンクを考案するなど、研究を生活に結び付けようとする姿に成長が感じられます。今後も、日常の中の「なぜ」や「～を明らかにしたい」という思いを大切にしながら、学びを広げていくことを期待しています。

富山大学教育学部附属小学校 教諭  
山崎裕文 保井海太郎

## 審査評

昨年度、暑い夏を乗り切るために保冷グッズなどを使って体温を下げる研究をしたことを発展させて、飲み物と体温の関係について調べることができました。初めは、身近な飲み物を飲んだときの温度変化を調べました。実験をするにあたり、条件を一定にすることを意識しながら体温の変化について丁寧に記録しており、120回を超える検温を行ったことも評価すべき点です。実験を通して塩分が関係しているのではないかと考え、新たな課題を見出すことにつながることができました。次の実験では、塩分量と体温低下の関係について調べるとともに、実験を通して感じた疑問をお医者さんに聞いて確かめている点も評価できます。最終的にオリジナルのクールダウンドリンクを作り、日常生活の中で活かすことができているところもよい研究になりました。今回の研究からも新たな課題が見いだされていますので、暑い夏を乗り切るための今後の研究が楽しみです。

審査員 飯田秀男

# 世界に広まれ、「しがきん」の発こう力！ ～乳酸きんの救出と長期保存に成功～

京都府同志社小学校 6年 清水結香

## 研究の背景

「はたらく細胞」というテレビアニメを観て、乳酸菌ががん細胞を攻撃するNK細胞を助けているのを知ったのが、この研究を始めるきっかけだ。

私が住む滋賀県には、「ふなずし」という伝統食がある。塩漬けのニゴロブナ（世界で琵琶湖にしか生息しない）とご飯（飯という）を漬けて発酵させたもので、昔から薬代わりに食べられる。ふなずしの飯には約200種類の乳酸菌が生きていて、私はこの乳酸菌に「しがきん」と名前をつけた。小学3年生の研究で、しがきんは生きて腸へ届き、腸内環境を整えることを知った。腸内のNK細胞が乳酸菌を捕まえて樹上細胞に渡すと、インターフェロンという細胞間で情報を伝える物質が作り出される。インターフェロンに反応して活性化したNK細胞が、がん細胞の中身を溶かすことも知った。1990～2015年の統計を見ると滋賀県の平均寿命と健康寿命は日本一で、他の自治体と比べがんでの死亡率も低い。

小学4年生の研究では、しがきんのなかからNK細胞を活性化する特定の乳酸菌を発見することに挑戦した。そのためにまず国立国会図書館の既刊の乳酸菌図鑑を探したが、乳酸菌の一覧が載った文献は存在しなかった。そこで、しがきんの乳酸菌を同定（その乳酸菌の種や株を明らかにする）して、日本初の乳酸菌図鑑を自作することにした。同定した乳酸菌を図鑑に掲載していく作業は、大手食品メーカーや株式会社ヤサカ、琵琶湖博物館に協力をいただき、小学5年生でも続けた。

## 研究の目的

私には、しがきんでがんを治すという大きな夢がある。そのために図鑑だけでは、しがきんからNK活性を高める乳酸菌を発見することはできないと気がついた。乳酸菌の株まで調べる同定は、世界に80億人いる人（乳酸菌という属）から、1億数千万人の日本人（乳酸菌という種）を特定し、さらにそこから清水結香という名の個人（乳酸菌という株）を明らかにする作業だ。せっかく乳酸菌を同定することができても、株そのものを残しておかなければ、同じ株を再度探し出すのは不可能に近い。小学6年生でも、乳酸菌の図鑑作りは続けていく。そ

れに加えて、収集した株の長期保存を目指すことにした。また、これまでの研究で集めて放置していた乳酸菌の株を、もう一度培養して保存することにも挑戦してみる。

## 研究の方法

これまでの研究で実験に使っていたしがきんのサンプルは、小学3年生の時に私が手作りしたものだ。塩漬けのニゴロブナと飯をたるに敷きつめて、水を張って発酵させる昔ながらの手法で作った。このふなずしがなくなったため、新たなふなずしを作る必要があった。

昔ながらの手法は初夏から冬にかけて毎日、たるの水を入れ替えなければならない。滋賀県漁業協同組合連合会と龍谷大学の田邊公一先生の協力でもっと簡単に手作りするのを知り、2025年春に食品圧縮袋で漬けるクラフトふなずし、夏に水の入替えが不要なたる漬けふなずしを作った。

①新しいサンプルで図鑑作りのためのしがきん培養実験を行い、②放置していた過去のしがきんの救出実験をした。さらに①と②で培養したしがきんを③同定するための実験をし、④それを保存する実験を行った。

## 実験①～④

### ①しがきん培養実験

これまでの研究で収集に成功したしがきんは、ラクトバチルス属の乳酸菌だった。培養のための培地にはラクトバチルス属が増殖しやすいMRS寒天培地を使うことにし、シャーレに作った。サンプルには、クラフトふなずしとたる漬けふなずしそれぞれの、フナの腹中の飯と、フナにはふれていない外側の飯を使う。合わせて4種類のサンプルを生理的食塩水で10倍、100倍、1000倍、10000倍、100000倍に薄めて個別に培地へ植菌し、37℃に温めたインキュベーターで培養した。

24時間培養後、たる漬けふなずしのすべての培地にはコロニー（乳酸菌の塊）ができていて、特にフナ腹中のシャーレのほうで多くのコロニーが増え育っていた。



水の入替えが不要なたる漬けふなずしを作る様子

クラフトふなずしのほうはすべてのシャーレでコロニーが確認できず、48時間培養した。するとようやく多くのシャーレにコロニーができたが、薄く希釈したシャーレはコロニーができないものもあった。これは、2カ月でできあがるクラフトふなずしを、乳酸菌が増えると考えて半年以上も発酵させたからだと思う。



分離培養したクラフトふなずしのコロニー（上）とたる漬けふなずしのコロニー（下）

同定実験に備え、シャーレに現れたコロニーのうちのひとつを別のMRS寒天培地に分離培養する。コロニー同士が密集する場所を避け、ポツンと現れたものを別の培地に塗り広げてインキュベーターで48時間培養し、冷蔵庫で保存した。

### ②しがきんの救出実験

今回救出するのは、小学4年生の時に分離培養した7株のしがきんのMRS寒天培地と、小学3年生の時に手作りしたふなずしの飯で、どちらもずっと冷蔵庫に放置していた。7株の培地からは新たな培地へ植菌してコロニーを復帰させる植えつぎを、飯からは新たな培養を試みる。これだけ長く放置していると救出は難しい作業で、龍谷大学の田邊先生に指導していただいた。

植えつぎではMRS培地のほか増殖が難しい細菌に使われる栄養価の高いBHI培地も使い、30度のインキュベーターで96時間培養した。しがきんのコロニーが復帰するまで、何回も試してみる。私が植えつぎをしたのは2回だったが、その後も田邊先生が複数回試みてくださり、冷蔵庫にあった7株のうち4株の培地から何かの細菌のコロニーが復帰した。飯の培養でも、大きく分けて3種類のコロニーが観察できた。

### ③～④しがきんの同定実験と保存

同定はまず、乳酸菌の特徴を備えているかを調べる。グラム染色法（染色することで細菌を2種類に分ける）が陽性（紫）であること、細胞の形が棒のような桿菌か、丸い球菌であること、カタラーゼ試験が陰性であること（過酸化水素を滴下した時に泡が発生しない）。次にラクトバチルス属と関連する乳酸菌を同定できるキット「アピ50CHL培地」と「アピ50CH」で、簡易同定を行った。最後にPCR法（DNAの特定領域を増幅させる）で増やした16s rRNA 遺伝子の塩基配列をシーケンサーで解析し、インターネットサービス「BLAST」のデータベースでしがきんの種を同定した。

その結果、サンプルを採集した場所に関係なく、①のクラフトふなずしの細菌はすべて「ワイセラ ピリデセンス」、たる漬けふなずしはすべて「リモシラクトバチルス ファーメンタム」という異なる乳酸菌だった。②で培地から救出した細菌からは「ラクチカゼイバチルス パラカゼイ」という乳酸菌1種だけが確認できた。飯から培養したものほとんどが魚由来の細菌で、「レンチラ

クトバチルス ヒルガルディ」という種の乳酸菌（菌株が違う2株分）が見つかった。今回、同定した乳酸菌の培地はすべて龍谷大学発酵醸造食品機能研究センターで液体培養し、ディープフリーザーに凍結保存した。



飯から見つかったレンチラクトバチルス ヒルガルディ種2株の簡易同定の判定結果、同じ種でも反応が全く違った

2025年の夏、小学3年生の時から変わらず研究に全面協力していただいた株式会社ヤサカの八坂正博会長が亡くなった。大切な人が天国へ行ってしまうのは、とても悲しい。身近な人を亡くした世界中の人もきっと、同じ気持ちだと思う。がんで天国へ行く人が世界からいなくなるために、これからもしがきんの研究を続けていきたい。

## 指導について

結香さんから乳酸菌の冷凍保存について相談を受けた際、滋賀県の発酵食品であるふなずしの研究を通して、将来的にがん治療に生かしたいという純粋で真摯な想いをうかがいました。地元へ根付いた伝統食品の長所を科学的に捉え、医療分野へと結びつけようとする発想は大変素晴らしいと感じました。また、結香さん自身が研究計画を具体的に立て、実験内容の説明を正しく理解したうえで的確な質問をされていた点にも驚かされました。実験操作や結果の整理、考察に至るまで丁寧に取り組み、妥協せず目標を達成しようとする姿勢には強い感銘を受けました。すでに研究者の仲間入りを果たしている結香さんですが、中学・高校・大学と学びを深める中で、さらに新しい研究テーマに出会うことでしょう。今回の経験を糧に、今後も興味を持った分野（微生物研究であつたらうれしいですが）で存分に活躍してくれることを期待しています。

龍谷大学農学部食品栄養学科 教授  
応用微生物学研究室 田邊公一

## 審査評

小学校3年生から、NK細胞の活性化に寄与することをねらいとして、自然免疫である乳酸菌に関する研究を継続して行った実践です。4年生から「しがきん」に焦点を当て、「しがきん」図鑑を策定するために、5年生まで継続して取り組み7種の株を同定することができました。今年は、ふなずしを作って研究をさらに進めました。さまざまな方法を駆使しながら、菌を同定することができました。さらに、見つけた乳酸菌を活用するために長期保存に取り組み、成果を残しました。民間の会社の方や大手の企業などの研究所の研究員や大学の先生からのアドバイスや協力を得ながら、自分のものとして継続して研究されたことは素晴らしいことです。がんで亡くなる人を減らしたいという思いと、身近にある「ふなずし」を関係付けた素晴らしい研究となりました。今後も乳酸菌をはじめとした食と健康の関係を追究し続けることで、研究のきっかけとなった「がんをなくす」という願いをかかえてほしいと思います。

審査員 飯田秀男

## いろいろな液体による ウミホタルの光り方研究

山形県酒田市立八幡小学校  
6年 信夫遥一郎

### 【研究の動機】

小学2年生から4年生まで、さまざまな液体の光り方、蓄光物質の光り方について研究した。昨年から、自ら光る発光生物の発光に興味がわき、生き物が光る秘密に迫りたいと思い、この研究を始めた。

はじめは「ホタル」について調べたが、その過程で「ウミホタル」も発光することが分かり、乾燥ウミホタルを用いた研究を進めようと考えた。書籍で調べると、ウミホタルは水の温度が高すぎると発光しなくなることが分かったが、どのような液体でよく光るかは分からなかった。調べていこうと考えた。

### 【結論と感想】

さまざまな液体で乾燥ウミホタルを光らせてみたが、液体によって光り方が全然違った。酢、レモン水、重曹、カビハイターなどの液体を使って実験した結果、酸性、中性、アルカリ性、さらにはpHに関係していることが分かった。一方、その明るさは「酸性>アルカリ性>中性」の順になっており、中性が一番光らない理由が大きな謎だった。その謎に迫るべく専門家に相談しながら新たな仮説をつくり、たくさんの実験を行った。液体を入れてからの時間と光の量について計測することで、光り方の特徴をグラフで捉えることができたが、今度は以前の実験結果との矛盾が生じてしまった。その矛盾を原動力に研究を進め、最終的に結果のグラフと実験方法を照らし合わせることで謎を解き明かすことができた。

この研究で多くの驚きや新たな疑問に出会って楽しかった。またウミホタルの青く澄んだ儂い光の美しさには心が動かされた。謎が解けた時は達成感を味わうこともできた。この研究はたくさんの方々に支えられてできたので、感謝の気持ちでいっぱいである。これからも発光生物、光についての研究を続けていきたい。

## アリですりこみがおきる条件とは

茨城県東海村立中丸小学校  
4年 尾形風音

### 【研究の動機】

小学1年生の時、クロオオアリの飼育をしているとき、マユから羽化するのを見た。羽化は自分でマユを破るのではなく、破ってもらって出てくる。そして驚いたのは、羽化している最中に動く気配もないのに、成虫のワーカーが羽化してくるアリのクチをなめはじめた。その時、も

しかするとこの最初の「キス」がアリの家族形成で重要な行為なのではないかと考えた。マユやサナギを入れかえたら、すりこみが起こるのではないかと考えた。サムライアリとクロヤマアリのように異種のアリでも子供を育てる行為がみられることがわかっており、クロオオアリを使って実験をしてみた。

### 【結論と感想】

クロオオアリを使って異種のアリでも「すりこみ」がおきた。しかし、条件がある。それは、クロオオアリへの「すりこみ」が成功するためには、卵・幼虫・マユ・サナギの匂いが似ているか、無いこと、そして家族臭がまだできていない状態の卵・幼虫・マユ・サナギでなければならぬこと。ムネアカオオアリの新女王のワーカーが生まれる前の卵・幼虫・マユをクロオオアリは育て「すりこみ」がおきた。

## 干からびた田んぼによみがえるいのち ～ミジンコの小さなきせき～

千葉県柏市立十余二小学校  
2年 藤本健太

### 【研究の動機】

田んぼが干上がって生き物がいなかったが、土に水を入れると数日後にミジンコが現れた。そこで休眠卵の存在に着目し、どのような条件で孵化が進むのか調べた。

### 【結論と感想】

実験では、光の有無や色、水質、水温、音楽や空気の有無等を比較し、さらに博物館研究員の助言を受け、光の実験では照度計で明るさをそろえた。追加の実験では、茶色瓶と透明瓶を用いて紫外線との関係を調べ、卵の茶色い殻には、紫外線防御の役割がある可能性が示唆された。これらの実験結果をもとに「ミジンコ孵化ステーション」を自作し、孵化促進を試みた。

## セシジズメは、お話ししているか？ 友だちの声をたよりに迷路を突き進め！

富山県富山大学教育学部附属小学校  
4年 笹山颯仁

### 【研究の動機】

いつも、虫の不思議に興味があり、昨年は「バッタにいろいろな刺激を与えるとどうなるか？」。自ら実験方法や装置を考えて研究した。7月上旬、庭のハウセンカに真っ黒なイモムシが大発生して、父を困らせていた。父が9匹のイモムシを灼熱の駐車場のブロックに置いて

いったところ、それぞれ違う動きを始めたのである。特に疑問を持ったことは、始め花壇を目指していたあるイモムシが、途中で別の道に行き、先に日かげに着いたグループへ合流したのである。イモムシがどうやって仲間と合流できたのか知りたくなり、調べてみたいと思った。

### 【結論と感想】

#### 実験1の方法と予想

迷路に空腹のセシジズメとエサのハウセンカの葉を置き、観察した。実験前に予想される「お話ししていると考えられるイモムシの動き」を全て書きだし、点数化した。きとお話ししながらエサへ着けると予想した。

#### 結果

3回の実験で、1匹目のイモムシがエサをみつけた少し後に、2匹目のイモムシが後を追ひ、迷わずエサへ着いた場面が3度も見られた。

#### 感想

エサを見つけたら仲間へ何らかの方法で伝える習性を持っているのだろうかと感じた。

#### 実験2の方法と予想

実験1のセシジズメがいなくなったので、大きな違いはないと考え、実験2はオクラにいたワタノメイガで、仲間の後を追う要因別に実験した。1匹目の足跡の匂いをたどっていくと思っていた。

#### 結果

予想と違って、全くエサへ近づかなかった。

#### 全体のまとめ

葉から葉へ食べ歩くセシジズメと、葉に包まり過ごしているワタノメイガを比べて、「お話し」する虫としない虫がいるのは、生態の違いが深く関係しているのではないかと感じた。次は、イモムシが何をたよりに後を追うのか調べたい。

## 地球にやさしいエネルギーを作りたい！ PART Ⅲ ～太陽エネルギーで動かす！発電から充電に挑戦する～

静岡県浜松市立中郡小学校  
6年 袴田知生

### 【研究の動機】

ほくは生き物が好きで小学1年生から3年生までは虫の研究をしていました。その時に温暖で越冬できず羽化してしまった蛹が増えていたことで温暖化問題に興味を持つようになりました。

今年も世界各地で災害があり、生き物の特集番組では温暖化による生息地減少やエサ不足が多く取り上げられていました。改めて地球環境を守る大切さを感じています。

そこで、生き物の環境を守りたいと考え4年生から太陽熱エネルギーや身近な材料で作れる発電システム作製

に挑戦し、災害時にも困っている人の役に立つことを目指しています。

### 【結論と感想】

今回の研究では、初めて太陽熱エネルギーを充電することに成功しました。

発電機の発電量はコイルの太さ・巻き数・鉄心の種類によって変化し、さらにエンジンの出力とのバランスがあった時に効率よく発電できることが分かりました。その先の「充電」を実用化するには倍電圧整流回路を入れたいと考えていますが、そのためには最低でも5Vの発電量が必要です。エンジン・発電機・回路全体の見直しを行い、今後はより効率的に発電できるシステム作りを目指していきたいと思います。

## ナミアゲハの春型を作れるか？ Ver.5

静岡県藤枝市立葉梨西北小学校  
6年 小長谷咲月

### 【研究の動機】

小学2年生の時、学校の帰り道で初めてアゲハの幼虫を見つけた。見守り隊の方が「毒があるからさわったらだめだよ！」と言ってくれましたが、私は凶鑑を見たことがあるのですぐにアゲハだと分かりました。家に帰ってすぐ自転車で幼虫を採りに行きました。これが研究の始まりです。今年で5年アゲハの観察と実験を続けています。

4年生の時に「アゲハの幼虫は最低どのくらい陽（日光）にあたれば生きられるのか？」を実験し、「1、3、6時間陽にあてて育てる」と12匹/12匹すべてが越冬蛹になりました。このことから、5年生では「アゲハの春型（越冬蛹）と夏型の境目はいつだろうか？」と実験しました。結果「日照時間の他に、照度が関係しているのではないかと？」という疑問がでてきました。今年、5年生の研究より、「日照時間・照度を調整しアゲハの春型（越冬蛹）を作る」実験をしました。

### 【結論と感想】

昨年、アゲハも夏は暑いだろうと思いカーポートの下で育てていました。「日照時間が長いのに、越冬蛹になる。日照時間が短いのに、羽化した」ものが出て、日照時間の他に照度が関係しているのではないかと（カーポートの下では照度が弱かったのだろうか？）と考えました。

自然のなかではアゲハの幼虫はカーポートの下のような環境ではなくみかんの木にいたので、今年はみかんの木の下にネットをぶら下げて自然の照度を作り、また人工的に秋の照度を作りました。日照時間を調整しながらその中で幼虫を育てて比べると、日照時間と照度が春型に関係していることが分かったと考えました。

しかし予想とは違い、夏の照度でみかんの木の下で育てていたものが越冬蛹になったことで、幼虫は木の中よりも長い時間陽（日光）に当たるところにいることが分かりました。また、予想通り照度の影響で越冬蛹になることも分かりました。

他に、秋の照度でも羽化したり・一度サナギになり約80～100日後羽化したものがありました。

このことから、サナギになっても気温が下がらないと、羽化してしまうのではないかと考えました。アゲハの春型には日照時間・照度の他に気温が関係しているのではないかと気が付きました。

新しい疑問ができて、来年の研究を進めることが楽しみです。

## びっくり!カブトエビ②

～乾燥卵の目覚まし大作戦!～

滋賀県大津市立中央小学校  
3年 中島紘花

### 【研究の動機】

①カブトエビの乾燥卵を目覚めさせたい!

昨年の研究で、カブトエビから卵を採取してふ化させる実験をした。未乾燥の卵からはふ化したけれど、乾燥させた卵からは1カ月待っても1匹もふ化しなかった。そこで今年は、乾燥卵を目覚めさせる方法を調べることにした。

②タイリクカブトエビを見つけたい!

滋賀県にはアメリカカブトエビとタイリクカブトエビがいるらしい。しかし昨年調査ではアメリカカブトエビしか見つからなかった。タイリクカブトエビを見つけるために、調査範囲を変えて大搜索した。

### 【結論と感想】

①乾燥卵の目覚めさせ方

最初「乾燥させる時間を変える」「紫外線を当てる」「水にエサを混ぜる」「シリンジで卵の中に水をしみこませる」「カラを傷つける」ことで、ふ化率を上げられるのではないかと予想し、実験した。その過程で、ふ化で大切なのは「卵の中に水があるか（しみこんでいるか）どうか」なんじゃないかと予想し、追加で実験を行った。結果、乾燥卵を5分間お酢につけることで、ふ化率を上げられることを発見した。

②タイリクカブトエビの搜索

180カ所の田んぼを調査し、11カ所の田んぼでタイリクカブトエビを見つけることができた。

## 泳ぐとできる波について

京都府京都市立京極小学校  
6年 吉崎十杏

### 【研究の動機】

水泳の大会に出場すると、同じ組の中で速い人が、プールの中央の4レーンか5レーンで泳ぎます。これは、日本水泳連盟のルールで決められています。

理由のひとつに波の影響があると聞きました。

なぜこのようなルールができたのか、泳ぐときにどんな波ができていのかを調べてみたいと思いました。

### 【結論と感想】

実験により、波の大きさはピースを動かす速さと、水に接する面積に比例することが分かりました。4レーンで泳ぐと波の影響が少なく、端のレーンでは波が壁に当たり、泳ぎにくさが増すことが分かりました。

一昨年、昨年、今年と3年間にわたり、波や水に関する研究をしてきて、身近な水泳のことで科学に関するはたらきがたくさんあることを知り、理科が大好きになりました。これからも科学を意識して水の抵抗を受けにくい泳ぎでベストタイムを出したいです。

## 9種類の虫の脚を比べる!

ガラスをのぼれる虫とのぼれない虫の脚の違いは何だろう?

兵庫県神戸市立美野丘小学校  
3年 鈴木宜親

### 【研究の動機】

ほくが育てている虫の中では、ガラスをのぼれる虫とのぼれない虫がいる。例えば、脚が8本のハエトリグモはガラスの壁でジャンプしても落ちないが、ダンゴムシは脚が14本もあるのに全くのぼることができない。同じトビイロケアリでも、働きアリはガラスをのぼることができるが、女王アリはのぼることができない。

とても不思議に思い、その脚の違いが気になったので、9種類の虫を生息場所・食べ物・脚の数で分類し、8種類の足場をのぼれるか実験した。次に、それぞれの脚の接地面を顕微鏡で観察し、その仕組みを調べた。

### 【結論と感想】

予想では肉食の虫は獲物をとるために、いろいろな場所をのぼることができると考えていたけれど、草食のバッタも8種類の足場全てをのぼることができた。また、顕微鏡で見た肉食のカマキリと草食のバッタの脚の先は似ていたため、食べ物の種類は脚の違いに関係ないと分かった。同じクモの仲間でも、動き回って狩りをするクモと、網を張って獲物を待ちかまえるクモとでは、のぼれる足場に違いがあり、脚の毛の量や

ツメの数も違った。今回の実験と観察から、「何を食べるか」ではなく、「どのように食べ物をとるか」ということが脚の違いに関係していると分かった。

最後に、クモなどの脚に働くファンデルワールス力を確かめるために、ファンデルくんを作ってみた。ファンデルくんの実験では、濡れるとつるつるした面にくっつきやすくなるが、でこぼこした面にくっつくにはツメが必要だと確認できた。いつかどこにでものぼれる六足歩行のファンデルくんを作りたい。

## 薬が飲みやすくなるコップ形状の研究とその効果の実証実験

広島県 AIC 国際学院 広島初等部  
4年 広沢嵩政

### 【研究の動機】

僕は小さいころから風邪をひいたり、熱がでたりすることが多く、薬を飲むのがとても苦手でした。特に体調が悪いときは薬の味がつらく、吐き出してしまうこともありました。

そこで、「薬の味を感じにくくする方法はないか」と考えていました。ある日、家にあったおもちゃのプラスチックのコップで薬を飲んだところ、いつもより味を感じにくいことに気づきました。これをきっかけに、「形を工夫すれば、舌に当たる液体の流れが変わり、味の感じ方も変わるのではないかと考え、そしてより味を感じにくいコップの形を作り、みんなの役に立つものを作りたいと考えました。

### 【結論と感想】

今回のことをきっかけに3Dプリンタを使ったり、パソコンでCADデザインができたりするようになりました。自分で予想したことが、実験で同じ結果になってうれしかったです。アンケートを取ったりするのは難しかったですが、研究は楽しく、僕の夢である、環境や命などの役に立つという目標に少し近づいたと思いました。

## 学校奨励賞・指導奨励賞

### 学校奨励賞（中学校の部）

愛知県  
西尾市立鶴城中学校  
校長 半田憲生



この度は、栄えある学校奨励賞をいただき、心より感謝いたします。本校科学部は2011年度にも顕微鏡研究特別賞をいただいております、継続して研究を評価し、励ましてくださったことにも深く感謝しております。

本校は今年度で創立73年目。校訓「和とがんばり」の下、豊かな人間性の育成を目指して、教育活動に取り組んでいます。直近15年間は生徒数1000人を超える大規模校であり、スポーツ、文科系とも部活動が盛んです。

その中であって、科学部には科学のおもしろさに興味をもつ生徒たちが集まり、熱心に活動しています。日常の小さな気づきを検討し合って課題にまで高め、追究し、発見に胸をときめかせ、時には思うようにはいかず視点を変えながらも、得られた成果を論理的に組み立てて、発表しています。

今後も、科学部を柱に、生徒たちの主体的な探究活動の充実を図り、知的好奇心や科学的に考察する力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）

茨城県  
つくば市立吾妻小学校  
校長 園田浩美



本校は創立以来、子供たちが理科分野に興味を持ち、理科や科学教育に力を入れ受賞経験を重ねてきました。この度、全国の小・中学校で各1校のみが選出される「学校奨励賞」を受賞し、大変な誉れと喜びを感じています。川瀬さんは、1年生からテントウムシの研究を継続し、今年は餌の有無による飛距離の違いについて研究を行いました。研究の過程で常に問いを持ち探究する姿は、つくば市が掲げる「自立的な学習者」そのものです。川瀬さんには、将来「科学の街つくば」の科学者として活躍してほしいと願っています。

本年度、本校ではつくばスタイル科（総合的な学習の時間）において、児童の興味関心に合わせた16のラボを持つ「吾妻総合研究所」を立ち上げました。理科の分野では、JAXAや筑波大学と連携し、探究を通じて「自分を更新」する旅を支援しています。教員チームの協働性も本校の強みです。今後も、子供たちが楽しく研究に励む風土を大切にしていきたいです。

## 指導奨励賞

東京都  
東京学芸大学附属竹早中学校  
教諭 金子真也



このたびは、栄えある賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校では、全校生徒が4月から約半年間かけて自由研究・卒業研究に取り組み、秋の文化研究発表会でその成果を発表しています。土屋さんは、1年生の頃から大好きな生物を対象とした研究に熱心に取り組んでいました。自由研究発表会や、卒業研究発表会でも、生き生きと、うれしそうに生物の研究について話をする姿が大変印象的でした。その姿は、本学が取り組んでいる「未来の学校みんなで創ろう。PROJECT」のキャッチフレーズである「好きに、挑む」そのものでした。土屋さんの発表に刺激を受けた後輩たちが、きっとまたそれぞれの「好き」に挑み、魅力的な研究発表を創りあげてくれるだろうと期待しています。

私自身も今回の受賞を励みに、引き続き自由研究で理科を選択した生徒たちのサポート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

静岡県  
焼津市立大村中学校  
教諭 大塚昌裕



この度は、栄えある「指導奨励賞」を頂き、心より感謝申し上げます。また、研究に取り組んだ青木聡さんのたゆまぬ努力に深く敬意を表します。

本校では「こころざし、共に高める」を教育目標に掲げ、生徒の「学びたい」があふれる授業を目指しています。生徒自らが課題を設定し、解決に向けて「考動」し、自ら調整していく姿を理想として日々の教育活動に取り組んで参りました。

研究の過程では、時に失敗や試行錯誤もありましたが、青木さんはそこから課題を見だし、納得いくまで突き詰めていくという、本校が理想とする学びを体現したものです。

今後も、青木さんのように自身の興味・関心から主体的・創造的に課題へ取り組む生徒を育て、その歩みを全力で支えていきたいと考えております。

## 指導奨励賞

富山県  
富山大学教育学部附属小学校  
教諭 山崎裕文・保井海太郎



この度は、栄えある指導奨励賞を賜り、心より感謝申し上げます。

本校では、毎年多くの児童が科学作品づくりに意欲的に挑戦し、継続的に優秀な作品を出品してまいりました。これまでの取り組みを通して、科学的に探究する姿勢が児童の中に確実に育まれていると感じております。

本校の理科教育では、「おや?」「あれ?」といった子供自身が感じた身近な矛盾や不思議を出発点として問題をつくり、理科の見方・考え方を働かせながら解決していくことを大切にしています。また、実際に目で見て、手で触れて得た実感や、子供が元々もっている素朴概念を尊重するとともに、観察・実験を通して得たデータを基に、科学的に考察を深めていく学習を重ねております。

今回の受賞は、こうした日々の学びの成果が評価されたものと、ありがたく受け止めております。今後も科学的に問題解決に取り組む児童の育成に努めてまいります。



## 指導奨励賞

石川県  
金沢大学大学院自然科学研究科  
機械科学専攻  
修士1年 薬師功哉



私のような学生に、大変名誉ある指導奨励賞を授与していただき、身が引き締まる思いです。心より感謝申し上げます。

私は、金沢子ども科学財団の取り組みである「ジュニア科学者養成講座」の指導員として数年間活動を続けてきました。子どもたちに研究のアドバイスをする指導員は学生が務めています。そのため私たちは学校の先生のような教育のプロでも、大学の研究者のような科学の専門家でもありません。しかし、私たち自身が日頃、大学で先生方から研究の指導を受けており、子どもたちと同じような立場に立てることが強みになっているのではないかと考えています。そして、子どもたちと一緒に研究に取り組むなかで、私たちが学び、成長していることを強く実感します。これは学生の指導員ならではのことだと思います。

今回の受賞を胸に刻み、私自身の今後の成長につなげていく所存です。また、この受賞と一緒に活動する仲間への励みとなることを願っています。

## 指導奨励賞

大分県  
うちらば  
加世田国与士



この度は、栄えある指導奨励賞を賜り、心より感謝申し上げます。新型コロナウイルスの感染拡大による全国一斉臨時休校を機に、不安の中にいる子どもたちに少しでも寄り添いたいと思い、妻と二人でオンラインにも対応した科学教室を始めました。50歳での新たな挑戦は困難の連続でしたが、多くの方々のご支援を受けて活動しております。生徒たちがそれぞれの研究テーマに真剣に向き合う姿が私たちの原動力となっています。今回、宮崎さんが2等賞を受賞したことは、関係者一同に大きな感動を与えてくれました。他の生徒や学校の友人にも刺激を与えてくれて、感謝の念に堪えません。ご家族、学校の先生方、本コンクールの運営・審査にご尽力いただいた方々に感謝いたします。最後に、これまでご指導いただいた国内外の先生方、元教師であり私たちを支え続けてくれた亡き父に深く感謝し、受け継いだものを次世代へとつないでまいります。

## 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 増田俊彦



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。

私達は、Society5.0の未来社会をめざして、子どもたちが日常生活の中から見つけた不思議や疑問を、問題解決的に探究活動することを支援しています。

小長谷さんは、小学2年生からナミアゲハ蝶に興味を持ち観察調査を続けてきました。そして昨年から静岡 STEAM フューチャースクールで、探究活動に継続して取り組んでいます。特に、観察装置を自作し、データを集積して試行錯誤を繰り返し、春型・夏型が出現する条件を見つけようと粘り強く取り組み、新しく出てきた疑問を次の年のテーマとして取り組むなど探究の姿勢は素晴らしいものがあります。

私たちは、小長谷さんのように夢中になって科学探究活動に取り組む子どもたちの支援を継続して取り組むことで、基礎的な科学的探究力を育成していこうと考えています。

## [中学校の部]

「108の実験データから・・・(追加実験+14)手を洗う+手を拭く 汚れを落とす最適条件とは！」

神奈川県川崎市立御幸中学校 3年 鶴川ゆり

「昆虫の肥満度と元気予報」

兵庫県淳心学院中学校 3年 飯野稜真

「蚊に刺される人はどんな人？菌をヒントに見つけ出せ！パートⅡ」

広島県近畿大学附属広島中学校福山校 3年 河野凌士

## [小学校の部]

「食材が微生物発電に及ぼす影響に関する研究 PART Ⅱ」

福島県郡山ザベリオ学園小学校 6年 結城希和子

「コンブ液の与え方の違いがかわれ大根に及ぼす影響 —アルギン酸を使った比較実験—」

福島県郡山ザベリオ学園小学校 4年 結城永和子

「声かけとねんじる波動の実験③」

福島県郡山ザベリオ学園小学校 2年 圓谷健太

「バッタ、バッタ、なぜはねる？」

茨城県つくば市立研究学園小学校 3年 浅野瑞樹

「マグマ上昇のモデル実験 ～地盤の硬さ・外から加える力の大きさを変化させて～」

茨城県取手市立永山小学校 6年 京相彩奈

「セスジスズメのふしぎなせかい 寄生虫にまけず元気にそだて！！」

千葉県日出学園小学校 2年 本多峯忠

「ハス・キャベツ・大葉の葉のはっ水性の比かく実験」

東京都港区立青南小学校 4年 富田俊介

「昆虫の体の部分別研究パート6 トンボの翅脈のトゲと飛行能力の不思議」

神奈川県横浜市立西柴小学校 6年 二瓶圭之助

「アリの観察パート6 ～アリの進化を追う～」

長野県佐久市立中佐都小学校 6年 土屋秀人

「前歯がない！シカの歯のナゾ大ちょうさ」

愛知県蒲郡市立中央小学校 3年 はのなのラボ 山田葉乃・山田菜乃

「比えい山の不思議2nd」

京都府同志社小学校 6年 山田莉奈

「東広島市下見地域で出会える甲虫たち」

広島県東広島市立三ツ城小学校 6年 中村 翼

「視力(近視)の低下をおさえる方法～一生見える目に～」

高知県高知市立秦小学校 6年 高橋拓己

「菌から食べ物を守ろう！～葉っぱ選手権～」

福岡県敬愛小学校 4年 吉永瑛翔



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