

**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64回 自然科学観察コンクール

# 入賞作品ガイド集

〈2023年度〉

第64回自然科学観察コンクール  
入賞作品ガイド集



〈2023年度〉

**しぜこん**

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

## 第64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 2024年3月発行

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

# 新たな時代の 幕開けにふさわしい ユニークな野心作が 集まった第64回。

“AI元年”とも称されるほど、生成 AI が世界中を席卷した 2023 年。ビジネスだけでなく、教育や行政サービスなどにも活用され始め、今後さらに身近になっていくことが予想されます。また、スポーツ界では「ワールド・ベースボール・クラシック」(WBC)で、日本が 14 年ぶり、大会最多となる 3 度目の優勝を果たし、将棋界ではプロ棋士・藤井聡太氏が史上初めて 8 大タイトルを独占する「八冠」を達成。革新的な技術の普及や前人未到の偉業など、新たな時代の幕開けを予感させる 1 年となりました。

小・中学生の部を合わせて 8,157 点という多数の作品が集まった、第 64 回「自然科学観察コンクール」。郷土料理である「鮎ずし」を使って日本初の乳酸菌図鑑を作ろうとする野心的な試みや、河川に集まる石の違いを独自の視点で追った 9 年におよぶ研究の集大成など、今年もシゼコンらしいオリジナリティあふれる力作が選出されました。

本ガイド集は審査員の指導のもと、主な入賞作品の趣旨や魅力をできる限り伝え損なわないように配慮しダイジェスト化したものです。また、子どもたちを指導された先生方のお話、審査員の講評など、作品づくりのプロセスや作品への評価を含め、研究の成果をさまざまな観点から紹介するようつとめました。ガイド集としてだけでなく、一冊の理科の参考書として興味深く読んでいただけるものと思います。小・中学生のこれからの自然科学や研究活動に、そして第 65 回コンクールへの応募に役立てていただければ幸いです。

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

## ●目次

序文	1
第64回(2023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64回自然科学観察コンクール入賞作品(中学校の部)	6～7
第64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(中学校の部)	56
指導奨励賞受賞の言葉(小学校の部)	57
健闘賞(中学校の部)	58
健闘賞(小学校の部)	59

## 第64回(2023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
●全国小学校理科教育研究協議会会長	杉山 勇
●全国中学校理科教育研究会顧問	田中史人
●文部科学省 初等中等教育局 教科書調査官 博士(理学)	木部 剛
●国立科学博物館名誉館員・名誉研究員 学術博士	友国雅章
●毎日新聞社 論説副委員長	元村有希子
●毎日新聞社 教育事業室総括	富樫光正

### 賞 <中学校の部、小学校の部とも同じです>

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

## 審査の総評

東京学芸大学名誉教授  
工学博士 小澤 紀美子



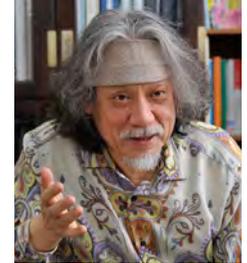
伝統ある自然科学観察コンクールに多くの応募をいただき感謝申し上げます。応募いただいた作品を読みこなしながら感動と未来への希望を見いだした至福の時間を過ごすことができました。審査員は科学する意欲に燃えている児童・生徒さんに逆に励まされて、感嘆するとともに作品に多くの共感と共鳴を持ちながら予備審査の時間を過ごすことができました。審査にあたり、まず、審査員が各自に応募作品を読み込み一次審査を行いました。そうした上で、最終審査会では審査員が一堂に会して意見を交わして、各賞を選びました。

応募いただいた作品には、探究の確かな道すじや取り組むべき対象への概念を明確にして進めている作品、身近な不思議に「なぜ」という「問い」を発想し、そのための基礎情報を収集、実験方法を考え追究している作品、継続してきた研究に別の角度から磨きをかけている作品、災害の事象を実験によって解明しようと挑戦している作品、見えない事象の「見える化」に力点をおいた作品、追究のプロセスに他の方の協力を得ながら思考回路をより一層ひろげ深化させて取り組んだ作品など、児童・生徒さんの知的好奇心や意欲、粘り強さに感嘆しました。

今後も想像力と創造性の翼を広げ、科学する意欲を持続させ、平和で安全な社会構築にむけて活躍していただけることを期待しています。さらに来年も多くの作品が寄せられることを願っております。

## 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



この数年のうちに、今ある仕事の大半を、AIが人間に替わってできるようになるそうです。このような時代の到来に備え、次代を担う若者たちに、どのような能力を培ったらよいのでしょうか？ 直ぐに思いつくのは、想定外の事態に適切に対応することができる能力、新しい分野を切り拓く能力や先を見通す力、人々と国境を越えて協力できる能力などです。

これらの能力をより具体的に詳しく分析すると、自らの頭で課題を探ことができ、多くのことに興味・関心を抱き、柔軟な発想や多角的なものの見方ができ、失敗しても諦めないGrid力（やり抜く力）をもつ若者の育成が急務です。

これらは、かつての知識注入型や教師主演型の教育ではなかなか培うことができません。自ら不思議や疑問を感じ、試行錯誤を繰り返し、創意工夫しながら筋道を立ててものごとを考えていく課題探求的学びが大切になります。

シゼコンは、今から64年も前からその重要性に気づき、未来を担う若者を育て続けてきた先見性に敬意を表します。シゼコンを通して、科学する面白さや態度を身につけた多くの若者たちが、これからの困難な時代に果敢に立ち向かい、世界の平和と発展をもたらすキーパーソンになることを期待します。

# 第64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	「河床粒径の変化 ～9年間の研究の歩み～」 静岡県立清水南高等学校中等部 3年 河原崎 朱	佳作	「光とウミホタル ー視覚の謎に迫るー」 東京都桜美林中学校 科学部 2年 川口屋 奏・井川奏志・伊藤仁菜子 1年 福井宙彦・山田理紗・本田絢音
1等賞	「ラムネ笛からオリジナル笛を作る」 富山県魚津市立西部中学校 3年 中村昌樹	佳作	「目指せさび博士！鉄バクテリアの謎を探る」 新潟県南魚沼市立六日町中学校 1年 今井秀音
2等賞	「ストロー飛行機を科学する 2nd シーズン よく飛ぶストロー飛行機を作ろう！調べよう！8年目」 山形県酒田市立鳥海八幡中学校 2年 池田蒼空・池田滯央	佳作	「ヌートリアの研究 part3」 静岡県浜松市立篠原中学校 2年 山下颯梧
3等賞	「ナメクジの生きる知恵 ～チャコウラナメクジの粘液の役割・学習能力・再生能力について～」 茨城県立並木中等教育学校 1年 横川史佳	佳作	「朝顔の観察 8－2 ～種を漂白剤に浸けると～」 静岡県浜松市立雄踏中学校 2年 有蘭彩奈
秋山仁特別賞	「もったいないをやっつけろ！！僕だって油職人！！6年目の挑戦」 愛媛県新居浜市立角野中学校 2年 松本琉希	佳作	「静岡食材で『宇宙日本食』開発への道 ～探究2, JAXA 宇宙日本食サンプルを完成させる～」 静岡県静岡大学教育学部附属静岡中学校 1年 増田結桜
オリンパス特別賞	「右心用補助人工心臓 RVAD」 富山県富山大学教育学部附属中学校 2年 張 契洙	佳作	「セミの幼虫はどの器官で光を感じているか？ーセミの羽化の観察記録 6ー」 滋賀県立命館守山中学校 1年 上野諒子
継続研究奨励賞	「キバネツノトンボの研究 4th season ー幼虫期についてー」 茨城県小美玉市立小川南中学校 2年 内山旬人	学校奨励賞	静岡県立清水南高等学校中等部
佳作	「茨城県における季節来遊魚の到達から『暖水舌』発生の可能性を探る ～黒潮も遠い、台風も来ないのに季節来遊魚は必ずやって来る～」 茨城県水戸市立第三中学校 2年 宮本悠誠	指導奨励賞	石川県金沢大学理工研究域フロンティア工学系 教授 小松崎俊彦
佳作	「光ってる場合じゃない?! 紫外線による栄養損失とその推定 ～紫外線の研究パート7～」 茨城県つくば市立谷田部東中学校 2年 須田陽矢	指導奨励賞	茨城県立並木中等教育学校 教諭 前田邦明
佳作	「線虫の記憶のしくみを探る」 茨城県土浦日本大学中等教育学校 3年 太田ことま	指導奨励賞	安久工機 社長 田中 隆・杏林大学 教授 磯山 隆
佳作	「カタツムリの観察パート8」 埼玉県昌平中学校 2年 稲葉慶仁 埼玉県松伏町立松伏第二中学校 2年 松井花緒・今 朱花・石田峻敏・五十嵐勇真・山口大和 埼玉県松伏町立松伏中学校 2年 松田海南翔 埼玉県越谷市立新栄中学校 2年 黒柳樹希		

# 第64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 「世界に広まれ、『しがきん』の発こう力! ～日本初のにゅうさんきん図かん～」  
京都府同志社小学校 4年 清水結香

1等賞 「～シマミミズちゃんのカもおかりして～ わたしだけのオリジナルひりょう」  
富山県富山大学教育学部附属小学校 2年 中山桃嘉

2等賞 「ナミアゲハのサナギになる場所の見つけ方」  
大阪府堺市立平尾小学校 6年 藤岡まどか

3等賞 「カブちゃんとぼくの成長記録④」  
京都府京都市立西院小学校 3年 矢野翔大

秋山仁特別賞 「目指せ! 全国大会制覇!! 私の走幅跳5m計画」  
東京都青山学院初等部 6年 大川舞美

オリンパス特別賞 「家族の健康を守る」  
東京都港区立麻布小学校 6年 玉村海俐

継続研究奨励賞 「ネジバナの特徴から探る様々な植物の進化 ～花粉塊崩壊と赤白の花の意味～」  
東京都千代田区立九段小学校 4年 熊谷緋沙子

佳作 「自然と生活を回る水 2」  
宮城県仙台市立東二番丁小学校 5年 佐藤剛人

佳作 「イタイのイタイの飛んでいけ ～五感を使って注射の痛みを減らせるか?～」  
秋田県秋田市立保戸野小学校 4年 菊谷ありさ

佳作 「カブトムシとクワガタムシを食べた犯人はだれ? ～歯形や食べ方の違いについての考察～ 昆虫の研究 Part.3」  
茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校 5年 岩本紗和

佳作 「植物ってヤバイ! アイビーの気根のはたらきと生長の流れの研究」  
千葉県千葉市立花園小学校 3年 谷 葉織

佳作 「アリの行動パズルを読み解く ～アリの光と温度に対する応答を探る\_2023～」  
理数系教室すうりもん  
東京都小平市立小平第十一小学校 6年 高地 蓮  
東京都西東京市立谷戸小学校 6年 金丸芽生  
東京都東久留米市立第五小学校 4年 ヴァシレブキリル

佳作 「プラナリアの生殖と再生、記憶の転移について」  
東京都聖徳学園小学校 4年 松岡碧泉

佳作 「カラスの研究 3」  
静岡県浜松市立篠原小学校 5年 山下瑞喜

佳作 「どうしてアルファベットのOとすうじの0は、ひだりまわり? ～かきやすさってなんだろう～」  
静岡県聖隷クリストファー小学校 1年 佐藤本尚

佳作 「外来種がおそってくる?タンポポの生態を調べよう」  
長崎県諫早市立長田小学校 3年 藤岡美雨

学校奨励賞 京都府同志社小学校

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

指導奨励賞 静岡 STEAM フューチャースクール シニアメンター 大石隆示

指導奨励賞 理数系教室すうりもん 矢守那海子

---

中学校の部

---

# 河床粒径の変化 ～9年間の研究の歩み～

静岡県立清水南高等学校中部部 3年 河原崎 朱

## 研究のきっかけ

小学1年生の時、家族で川へ遊びに行くことがあった。川原にとてたたくさんの石があるのを見て、「この石はどこからやってきたのだろうか?」と思ったことが、この研究のきっかけとなった。小学6年生までは「川の石はどこからやってくるのか?」という、最初の疑問そのままの題名で研究した。中学1年生からは「河床粒径の変化」と題名を変えたが、それぞれの年の調査結果から生まれる新たな疑問を翌年の出発点としており、9年間つなごうとした研究となっている。

## 小学生時代の研究

### ●小学1～2年生の研究

小学1～2年生の調査は、自宅から最も近い一級河川の大井川で行った。

1年生の研究では、大井川の上流と中流、下流の3地点で川原の様子や石の大きさを調べ、上流へ行くほど流域の石が大きいことを知った。上流の山にある大きな石が、川を流れる水の力で転がりながら下流へ運ばれるうちに、削られて小さくなるのではないかと考えた。

2年生の研究では4つの調査地点を加え、合計7地点(A～G地点)の石の大きさを調べた。上流に行くにつれ、石が大きくなることを改めて確認できた。自分で名づけた「あつまり石」(ケツ岩入りのレキ岩)という石が、大井川のどこからやってくるかも調べ、河口から77～87kmにあるF～G地点の露頭から運ばれると考えた。

### ●小学3～4年生の研究

3年生の研究では、一級河川の安倍川を調査した。4地点で石の大きさを調べ、大井川と同じように上流に向かって石の大きさが必ず大きくなっていくことを確認した。石の種類では、大井川と安倍川の両方に見られる石と、安倍川だけに見られる石(セキエイハン岩やジャモン岩)があることがわかった。

4年生の研究では、比較的川の長さが短い二級河川の瀬戸川で調査を行った。3年生までの調査で大井川(全長168km)と安倍川(全長51km)を比べ、安倍川のほうが下流の石が大きいことがわかってきた。ここから、長い川のほうが石が削られやすく、河口付近の石の大き



さが小さくなるという仮説が生まれた。瀬戸川(全長26km)の下流に安倍川よりもっと大きな石がある可能性を考えていたが、予想に反して瀬戸川より安倍川の下流ほうが石は大きかった。

### ●小学5～6年生の研究

5年生の時、それまでの調査結果を見返すうち、大井川と安倍川、瀬戸川の3河川に共通して、石の大きさが急激に変わる場所があることに気がついた。大井川は河口から70km、安倍川は30km、瀬戸川は20km付近だった。3河川の上流端からそれぞれの地点まで、石は大きく削られ急激に小さくなっていく。しかし、それぞれの地点から河口に向かっては、石の大きさの変化はゆるやかになる。その原因は、地形や河床勾配(川底の傾き)の影響で川の流れの速さが変わるからだ。

6年生の研究では、その場所より上流と比べ石の平均値が大きい、逆転現象が起きている地点に注目した。大井川と安倍川、瀬戸川すべての河川で、上流から下流に向かって石がだんだん小さくなることに疑いはない。ところが安倍川の河口から20km付近では、それより上流と比べ石の平均値が大きかった。なぜその逆転現象は起きるのか、河口から20km地点より少し上流に流れ込む支川の中河内川から、本川の安倍川より大きな石が流入しているためだった。4年時の研究で「川の長さで石の大きさが変わる仮説」が立証されなかった原因も、中河内川から流入する石の大きさにあったことがわかった。

さらに一級河川の本川にも、安倍川と同じような逆転現象が見られる2地点があった。天竜川の逆転現象の原因は、ダムでの放水だった。ダムの直下では、蓄えた水の放流時に川の掃流力(水の流れが土砂を運ぶ力)がとても大きくなる。本来の流れでは動かない大きな石まで下へ動かされ、止まった場所に残されたと考えた。

## 中学1年生の研究

### ●研究の目的と仮説

小学生時代の調査では、より上流に比べ石の平均値が

大きくなる逆転現象が起こる地点が、安倍川と天竜川にはあり、大井川と瀬戸川、中河内川にはない、という結果が得られた。支流もダムもない瀬戸川と中河内川で逆転現象起きないのは納得できるが、天竜川と同じようにダムがある大井川で逆転現象が確認できないことに疑問を持っていた。小学生時代には手つかずだった大井川のさらに上流へ行き、本当に逆転現象が起きていないかどうかを調べることにした。

調査の前に立てた仮説では、天竜川と同じように大井川でも、まだ調べていないダムの上流と下流とで石の大きさに逆転現象が起きていると考えた。

### ●大井川での逆転現象の調査方法

上流の新たな調査地点へ行き、任意に決めた場所に立って30cm四方の段ボールの枠をfrisビーのように投げる。枠が落ちた場所で、中へ入った石のうち大きいほうから10個を選ぶ。枠の一部が入っていれば、その石も候補とした。選んだ10個の石のそれぞれ最も長い部分(長径)を測定する。

これを1セットとし、各地点で2セットの調査を行う。2セット目は1セット目から5～10m離れた場所で行った。各地点での2セットの測定結果から長径の平均を求め、記録する。この記録方法は小学1年生から全く変えず、データを蓄積させているものだ。



### ●大井川での調査結果

大井川上流の新たな2か所の調査地点(HとI地点)で石の大きさを記録し、より下流のA～G地点と比較したのが下の表だ。

大井川9地点での石の大きさ(平均)			
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	石の大きさ
A地点・東名下	20m	6km	8.45cm
B地点・神座小前	95m	24km	12.8cm
C地点・深徳橋下	240m	57km	15.3cm
D地点・千頭駅前	295m	68km	15.8cm
E地点・川根両国駅前	305m	70km	16.2cm
F地点・八木キャンプ場	340m	77km	24.1cm
G地点・奥泉駅下	360m	80km	28.5cm
H地点・接叡大橋下	455m	89km	14.6cm
I地点・畑薙第二発電所北	675m	114km	21.5cm

表からもわかるとおり大井川のG地点で、より上流のH地点に比べ石が大きくなる逆転現象が起きている。G地点からH地点にかけて、本川に流れ込む大きな支流はないが、大井川ダムと長島ダムというふたつのダムがある。逆転現象の原因は天竜川と同じように、ダムの放流による圧倒的な掃流力で本来は動かない大きさの石が流され、G地点へ取り残されたからだと考えられる。

ただ、H地点とI地点の間にも奥泉ダムと井川ダムが

あるのだが、ここでは逆転現象が起っていない。理由の検証という課題が残った。

## 中学2年生の研究

### ●研究の目的と仮説

河床勾配は普通、上流ほど大きく急斜面になり、下流に行くにつれて小さく緩斜面になる。が、河床勾配の変化を表すのに、「遷急点」という用語がある。例えば山の尾根から麓にかけての斜面は一定の角度ではなく、多くの場合、傾斜が急になる地点がある。この点を遷急点と呼び、遷急点が連なった線を遷急線と呼ぶ。上流から河口まで流れる川の底にも、ダムや滝ほど急でなくても遷急点があり、より上流に比べ河床勾配が大きくなる地点が存在する。この川底の遷急点が逆転現象に影響を与えているのかどうか、調べてみたいと思った。

仮説として、遷急点も逆転現象の原因となる可能性が高いと考えていた。逆転現象が起こる原因のひとつは、ダムの放流などで川の掃流力が強まることだ。掃流力は河床勾配が急変する遷急点でも強まり、本来その場に残るはずの大きな石まで下流へ流す可能性がある。

### ●遷急点と逆転現象の調査方法

過去7年間に調査した33地点(大井川9地点、安倍川7地点、瀬戸川6地点、中河内川3地点、天竜川8地点)の標高と河口からの距離から、それぞれの河床勾配を求める。標高と河口からの距離は国土地理院の地図で調べ、各川ごとに表にまとめることにした。

地点・ポイント名	標高	河口からの距離	石の大きさ
A地点・東名下	20m	6km	8.45cm
B地点・神座小前	95m	24km	12.8cm

例えば上の表の数値から、河口からA地点の河床勾配を求めてみる。河口を「標高0m、河口からの距離0km」とすると、河口からA地点までの高低差は20m、距離は6km(6000m)となる。

河口からA地点までの河床勾配を1/Xとすると、

$$1/X = 20/6000$$

となるので、

$$X = 6000 \div 20 = 300$$

となり、河口からA地点までの河床勾配は1/300と求められる。

つまり河口からA地点まで、河床が1m高くなるためには300m上流へ行かなければならないことを表し、分母の数字が小さくなるほど勾配はきつい。

A地点からB地点までの河床勾配は、AB間の距離(24000m - 6000m) ÷ AB間の標高差(95m - 20m)でXを求めることができる。

同じ方法ですべての観測地点間の河床勾配を求め、各河川で河床勾配が大きくなっている遷急点を探し、逆転現象との関連性を考察した。

## ● 遷急点の調査結果

これまで逆転現象が確認されていなかった瀬戸川、中河内川の2河川には、遷急点の確認できなかった。

天竜川、大井川、安倍川の3河川には、下記の表と図のように、遷急点の確認できた。

遷急点が見つからなかった瀬戸川と中河内川は、上流から下流へ向かって決まって河床勾配が緩やかになっているため、河川の流速（水の速さ）も下流へ向かうに従って緩やかになると考えられる。掃流力も下流方向へ小さくなって、石がふるいにかげられたように選別され、石の大きさに逆転現象が起こらなかったのだろう。

## ● 天竜川の遷急点

天竜川で見つけた遷急点は図の青い▼のA、C、E、F、H地点だ。天竜川で逆転現象が起きているのは、ダムの上流すぐ下流にあるE、G地点（図の赤い▼）だった。このことから、逆転現象が起きる地点のひとつ上流地点に、必ず遷急点があることがわかった。

しかし、遷急点がある地点のひとつ下流地点に、必ず逆転現象が起こっているわけではない。逆転現象が確認できないA、C、E地点の遷急点は、海岸段丘の段丘崖

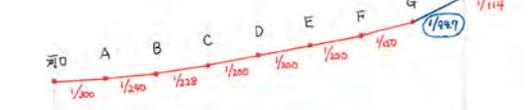
天竜川8地点での石の大きさ（平均）と河床勾配				河床勾配
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	石の大きさ	
A地点・掛塚付近	4m	3.5km	8.25cm	1/1875
B地点・天竜川橋付近	10m	12km	11.2cm	1/1417
C地点・浜北橋付近	25m	18km	11.75cm	1/400
D地点・飛龍大橋付近	30m	23km	12.45cm	1/1000
E地点・船明ダム付近	50m	30km	23.7cm	1/350
F地点・横山トンネル付近	65m	39km	14.75cm	1/600
G地点・竜山大橋付近	70m	48km	19.5cm	1/1800
H地点・原田橋付近	130m	73km	15.1cm	1/416.7

天竜川の河床勾配イメージ図



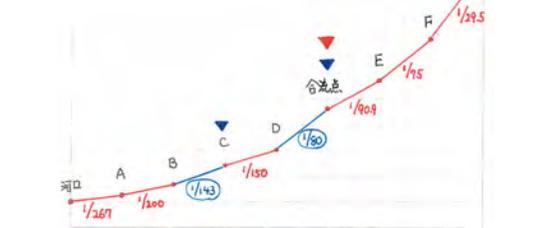
大井川9地点での石の大きさ（平均）と河床勾配				河床勾配
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	石の大きさ	
A地点・東名下	20m	6km	8.45cm	1/300
B地点・神座小前	95m	24km	12.8cm	1/240
C地点・滄徳橋	240m	57km	15.3cm	1/227.6
D地点・千頭駅前	295m	68km	15.8cm	1/200
E地点・川根両国駅前	305m	70km	16.2cm	1/200
F地点・八木キャンプ場	340m	77km	24.1cm	1/200
G地点・奥泉駅下	360m	80km	28.5cm	1/150
H地点・接阻峡大橋下	455m	89km	14.6cm	1/94.74
I地点・畑薙第二発電所北	675m	114km	21.5cm	1/113.6

大井川の河床勾配イメージ図



安倍川7地点と合流地点での石の大きさ（平均）と河床勾配				河床勾配
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	石の大きさ	
A地点・安倍川橋下	15m	4km	7.1cm	1/266.7
B地点・安西橋下	25m	6km	9.4cm	1/200
C地点・北部体育館付近	60m	11km	11.8cm	1/142.9
D地点・竜西橋北付近	120m	20km	13.65cm	1/150
中河内川との合流地点	145m	22km	14.35cm	1/80
E地点・大河内小中付近	200m	27km	12.55cm	1/90.91
F地点・渡本北付近	320m	36km	13.6cm	1/75
G地点・三河内南付近	760m	49km	16.0cm	1/29.55

安倍川の河床勾配イメージ図



なのではないかと考えた。地震が多い静岡県は、昔から巨大地震によって地面の隆起を繰り返している。海岸線だった場所が隆起して急斜面の段丘崖となり、海底だった場所は緩やかな段丘面となって、海岸線が遠ざかっていくような現象が何度も起こっている。天竜川の川底にも海岸段丘による遷急点があるが、逆転現象を起こすほどの掃流力は生み出せないということだろう。改めて、ダムの掃流力の大きさに驚いた。

## ● 大井川の遷急点

大井川でもダムを挟んで上流に遷急点、下流に逆転現象があるという関係性が確認できた。そもそもダムは洪水や渇水対策、発電に役立っているため、多くの貯水量が得られる急斜面に建設される。そのために、ダムの上流には遷急点があるとも考えられる。ただ、大井川には天竜川のような海岸段丘と見られる遷急点を確認できなかった。これは大井川で、標高70m以下の地点をほとんど調べていないからではないか。標高70m以下の地点を調べ、遷急点があるかどうかを確かめる必要があった。

## ● 安倍川の遷急点

安倍川の場合、支流の中河内川の合流地点で逆転現象が起こり、同じ場所に遷急点も確認できた。崩れやすい山の斜面を流れる中河内川は、土砂の生産量が豊富な川だ。大量の土砂で合流地点の標高を上げ遷急点を作り、さらに本川より大きな石を流入させていると考えられた。下流C地点の遷急点は、天竜川と同じような海岸段丘の段丘崖だと思われるが、追加の調査が必要だ。

## 中学3年生の研究

### ● 研究の仮説と方法

巨大地震による大地の隆起や海退は、広範囲で大規模に起こることが多い。天竜川の標高70m以下の河床で

確認できる遷急点が本当に海岸段丘の段丘崖であるなら、天竜川からそれほど遠くない大井川や安倍川にも標高70m以下の河床に遷急点が見つかる可能性が高い。

標高70m以下の天竜川の調査地点7か所(A～G地点)を基本とし、大井川と安倍川の同じ標高地点でも河床勾配を算出した。河床勾配の算出方法は、中学2年生の研究と同じ方法を採用している。

## ● 大井川と安倍川の標高70m以下の遷急点

大井川のほうはb地点、c地点、f地点に遷急点があることが確認できた。大井川は仮説のとおり、天竜川と同じような海岸段丘の段丘崖が遷急点になっていることがわかった。安倍川のほうは、新たに遷急点を確認できたのはa地点だけだった。海岸段丘が原因と考えられる、階段状の複数の遷急点は存在しないことがわかった。

大井川標高70m以下7地点での河床勾配				標高差	距離	河床勾配
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	河床勾配			
a地点・AGCテクノグラス工場前	4m	1.2km	1/250	4m	1200m	1/300
b地点・富士フィルム工場前	10m	2.7km	1/280	6m	1500m	1/250
c地点・はばたき橋上流	25m	6.9km	1/280	15m	4200m	1/280
d地点・新幹線高架付近	30m	8.4km	1/300	5m	1500m	1/300
e地点・横井運動場公園付近	50m	13.2km	1/240	20m	4800m	1/240
f地点・新金谷駅付近	65m	16.2km	1/200	15m	3000m	1/200
g地点・新大井川橋下流	70m	17.5km	1/260	5m	1300m	1/260

安倍川標高70m以下7地点での河床勾配				標高差	距離	河床勾配
地点・ポイント名	標高	河口からの距離	河床勾配			
a地点・南安倍川橋付近	4m	1.0km	1/250	4m	1000m	1/250
b地点・静岡大橋付近	10m	2.8km	1/300	6m	1800m	1/300
c地点・安西橋付近	25m	6.2km	1/226.7	15m	3400m	1/226.7
d地点・スポーツ広場付近	30m	7.2km	1/200	5m	1000m	1/200
e地点・狩野橋上流	50m	10.5km	1/165	20m	3300m	1/165
f地点・諸岡山前	65m	12.7km	1/146.7	15m	2200m	1/146.7
g地点・新安倍川橋付近	70m	13.4km	1/140	5m	700m	1/140

## ● 大井川と安倍川の仮説についての考察

標高70m以下の大井川には海岸段丘の段丘崖だと考えられる遷急点が見つかったが、気がかりなのは天竜川のようにきれいな階段状になっていないことだ。大井川は天竜川より河床勾配がきつく水の流れが速いため、段丘崖が早く浸食されたのかもしれない。

今回の研究では静岡河川事務所や浜松河川国道事務所を訪れ、さまざまなことを教えていただいた。浜松河川国道事務所であらった話のなかに、河川が流路を変えることで遷急点ができる可能性がある、という指摘があった。今後は河川の流路の変遷と遷急点の関係を課題として追究し、確かめる必要があると感じた。

遷急点が1地点しか確認できなかった安倍川だが、天竜川や大井川の標高70m以下の遷急点が海岸段丘ゆかりのものならば、もっと多くの遷急点が見つかるはずだった。大井川と安倍川は20kmほどしか離れていない。

なぜ、安倍川の遷急点は少なかったのか。その理由については、静岡河川事務所であらった話にヒントがあった。ひとつは安倍川は土砂の供給量が大量で、階段状の遷急点が埋まってしまう可能性が高いこと。もうひ

つは、大量の河床材料が採取されているため、遷急点があったとしても削られてしまった可能性が高いこと。静岡河川事務所による計画的な土砂採掘が行われた結果、遷急点がなくなってしまったと推察できた。

## 終わりに

「川原の石について9年間も調べることもあるの？」と、聞かれることがある。しかし、川原の石を調べれば調べるほど、新たな疑問が次々と生まれ、終わりを想像することができない。何千何万年と流れ続けている川の時間に比べれば、9年間はほんの一瞬にすぎない。

これからも静岡河川事務所や浜松河川国道事務所の方に教えていただきながら、川の謎について、さまざまな視点から解明していきたいと思う。

## 指導について

小学生の時に、6年間の研究のまとめとして初めて応募し、今回は中学を含め9年間の研究の集大成として応募させていただきました。中学の研究からは、主に河床勾配が急激に変わる遷急点のできる原因について追究していきました。調査から得た数値データをイメージ図という視覚的に表す方法を思いついたことで、「遷急点の原因は、海岸段丘の段丘崖ではないか。」という新たな仮説や考察につなげることができたことが大きな成果でした。得たデータや資料をどのように分析したら、より深い考察につながるのか、どのように表現したら、多くの人によりわかりやすく伝える論文になるのかを娘に問い続けてきました。この9年間の研究を通して得た、何事に対しても自分で考え、切り開いていく力をこれからも大切にしたいと願っています。静岡河川事務所、浜松河川国道事務所の先生方からアドバイスをいただいたお陰で、より深い研究につながったと感謝しています。 河原崎智成

## 審査評

本研究は小学校1年生からの9年間継続して行った研究です。川の石がどこからやってくるのかといったことに小学生の時に興味を持ち、中学生では調査結果から生じた疑問を、河床を構成する河床粒径に変えて河床の勾配や地形の変化による違いなどについても調査し研究を行いました。調査結果から生じた疑問を解決するために、仮説を立て研究を行いました。川の調査する地点を上流から下流に変え、調査する川も増やしています。上流よりも下流の石の方が大きくなる可能性があるという逆転現象も発見しました。自身が行った調査結果について、「なぜだろう」という疑問をもとに河川事務所を訪ねて話を聞くなど納得するまで取り組む姿勢にはとても好感がもてます。

また、独自の方法で行った調査方法を継続して行ったことで、得られたデータの量はとても多く、より一層信頼がおける結果を得ることができています。結果を表やグラフ、地図等を使いとてもわかりやすくまとめ、その努力は高く評価されました。今後は、現在の川と昔の川の違いをもとに過去に起きた事実を知ること、本研究が将来起きるかもしれない災害を予測し、適切に対応できるよう発展していくことを期待します。 審査員 田中史人

## ラムネ笛からオリジナル笛を作る

富山県魚津市立西部中学校 3年 中村昌樹

## 研究の動機

小学5年生の時に金沢大学ジュニアドクター育成塾に参加し、「音速」の実験をしたことで「音」への興味があった。ちょうどそのころ、円形で真ん中に穴が開いたお菓子の「ラムネ笛」は、誰が吹いても同じ音に聞こえることに気がついた。単純な作りをしたラムネ笛でも穴の大きさや数、材質などを変えることで、新しい笛を作ることができるのではないかと考えるようになった。

## 2022年までの研究結果

①吹き込む息の強さ、②穴の大きさ、③笛の空洞の幅、④笛の空洞の大きさ、⑤穴の開いた板の材質、⑥穴の開いた板の厚み（同じ、または異なる板厚の組み合わせ）の6つの要素で、ラムネ笛から鳴る音がどう変わるのか、実験で確認した。その結果、吹き込む息に対する音の変化に最も影響を与えるのは④空洞の大きさ、周波数の変化域に最も影響を与えるのは⑥板の厚みだった。

また、ラムネ笛の音が安定する要因は⑦吹き込み口の形と、⑧空洞の形にあるのではないかと考えた。3Dプリンタで作った笛で確かめたが、⑦吹き込み口の形は高風速域で風速（吹き込む息の強さ）の変化から起こる、音の周波数の変化を緩やかにする効果があった。⑧空洞の形は④空洞の大きさを変化させた時と同じ特性が見られ、空洞の体積が音に影響を与えていると考えられた。

ラムネ笛の音がなぜ安定するのか、その要因をつかむことはできなかったが、ラムネ笛の特性に近い笛を作っても新しい楽器とはいえないため、今回は「新しい楽器製作に向けた要素の検討とイメージの確立」「ラムネ笛から鳴る音の原理の探究」を研究方針とした。

## 新しい楽器製作に向けた検討

## ●ソプラノリコーダーの音を分析

新しい楽器製作に向け、ソプラノリコーダーの音を調

べることにした。ソプラノリコーダーを選んだ理由は、吹き込む息の強さをさほど調整しなくても、指で穴をふさぐだけで目的の音が出せる楽器だからだ。

音を調べる実験装置は、ソプラノリコーダーにポンプをつなぎ、ポンプにつないだ電流調整器で笛に送る空気を調整できるようにしたもの。リコーダーの先に騒音計を置き、騒音計はパソコンとつないでリコーダーの音を分析する。ソプラノリコーダーで出せる音はド(C5):523.251Hz～レ(D7):2349.318Hzなので、ド5(C5):523.251Hz、ド6(C6):1046.502Hz、ド7(C7):2093.005Hzの3音を選び、送る空気の量を変えながら、それぞれの音のピーク周波数と音圧レベルを確認した。

実験の結果、次のことが分かった。ひとつは、高い音ほど吹き込む息を強くしなければ出せないこと。もうひとつは、ソプラノリコーダーも吹き込む息の強さによって音が不連続に変化するが、ある程度の区間（風量にして最低でも8L/分）では安定した周波数で音が鳴ること。

ソプラノリコーダーの出す音は523.251～2349.318Hzなのに対し、ラムネ笛のそれは3000～6000Hzと高音なことから、楽器として使うためには現状より低い音が鳴る必要があることも分かった。穴の大きさなどを大きくした低音向けの笛を作製し、実験を行うことにした。

## ●低音笛の音を分析

ソプラノリコーダーで使った実験装置に、ピトー管（流体の流れの速さを測定する機器）を加えて実験を行った。②穴の大きさを10mm、④空洞の大きさを20mm、⑤板の材質をアクリルに固定し、③空洞の幅が10～20mm、⑥板の厚みが0.5～1.1mmのそれぞれ異なる低音笛4種類（笛の外径は40mm）を用意した。ポンプで送る空気量を変えながら、それぞれの音を騒音計で計測し、笛の穴の5mm前に置いたピトー管を差圧式マンメーターとつないで風速を計測する。ピトー管が音に影響を与えることも考えて、ピトー管を離して音だけの計測も行った。

実験の結果、次のことが分かった。これまで調べた笛とは違い、ピーク音が不連続に変化することが圧倒的に少なかった。風速（吹き込む息の強さ）の増加とともにピーク音の周波数が直線状に変化するため、うまく風速を制御できれば幅広い音が鳴る楽器となる。低風速域で1000Hz以下の音が鳴った。特に③空洞の幅10mm、⑥板の厚み1.1mmの笛は、ほぼ空気の流れのない3.0m/秒以下の状態で70～80dB程度の音が鳴っており、これまでの笛と異なる原理で音が出ている可能性が高い。③空洞の幅が大きくなると風速の増加に伴うピーク音の

周波数変化の割合が減ることから、音の発生要因は「キャビティ音」（空気などの流れのなかにある“くぼみ”から発生する音）であることが有力だ。今回の実験で安定した音を出すには③空洞の幅は15mm、少ない空気量で音を出すには⑥板の厚みは0.5mmが最適だった。

低音笛の実験で風速制御の重要性に気づいたため、実験装置自体が空気の流れに影響を与えていないかも実験で確かめた。笛とポンプをつなぐ2mパイプや笛の固定装置を取り外したり、固定装置を大きいものに替えたりして確かめた結果、笛に吹き込む空気の流れを狭くして、均一な流れができやすくなるべきことが分かった。

## 鳴る音の原理を探究

これまでの実験で吹き込む空気の量の増加に伴い、笛の音が不連続に変化したり、不安定になったり、響いたりかすれたりする現象が多く見られた。穴の開いた板の固有振動数が原因ではないかと考え、アクリルとアルミの板で解析を行った。その結果、アクリルの板の固有振動数が原因で音が変化している可能性は低かった。アルミの板も不連続な音の変化の原因となる可能性は低かったが、風速16～28m/秒程度の領域で音が響くことに固有振動数が関係している可能性があった。

また、低音笛の実験で音の発生源として有力になったキャビティ音の周波数 $f$ は、文献では次の式で表される。

発生するキャビティ音の周波数  $f = \frac{cU}{B(c+U)}$

風速(息)、 $U$   $U = aU$  ( $a \approx 0.5 \sim 0.65$ )  $c$ :音速

キャビティ幅、 $B$  深さ、 $D$

本当にキャビティ音が発生源なのか、上の式で求めた計算値と、2021年の実験でベースとした基準笛の実験結果で得た値とで、比較検証を行った。するとキャビティ音の周波数の計算値と、実験で得た値は、よく一致している領域が多かった。しかしポンプで送る空気が風速18～30m/s程度の領域では一致せず、異なる値となっていた。さらに調べたところ、一般的にキャビティで生じる流れではキャビティ内の音響場と自由せん断層（せん断層とは接続方向の流速が異なるふたつの流体が接する時にできる層のこと、自由せん断層は特に自由噴流などの自由な流れでできた層）が相互に作用し自励振動（外力がないところに特定の振動数の振動が発生する事象）が生じて音が発生するが、このせん断層の自励振動には振動モードがある。そして文献で調べたピーク周波数の予測式は、次のとおり。

$$St = \frac{fL}{U_0} = \frac{m-a}{1/k+\beta m}$$

さらに定在波（共鳴）による音の周波数も文献で調べたが、それは次のとおりとなっている。

$$\frac{fL}{c} - \left\{ 1 + 0.65 \left( \frac{L}{B} \right)^{0.75} \right\} = 0.25$$

St: ストローク数（流体の振動現象） $f$ : ピーク音の発生周波数  
L: キャビティ長さ  $U_0$ : 主流流速  $m$ : 自由せん断層の振動モード数  
 $\alpha$ : 膨張波がキャビティ前端に達し渦が形成されるまでの時間に関する補正係数  
 $\beta$ : キャビティ内部で音響共鳴が生じる場合を考慮した補正係数  
 $k$ : 渦の対流速度  $U_0$  を  $U$  で無次元化したもの  
 $M$ : 主流マッハ数、主流流速  $U_0$  を音速  $c$  で無次元化したもの

この計算式で求めた値と過去の実験で得たデータを比較検証したところ、次のことが分かった。

ラムネ笛の音の基本原理はキャビティ音だが、空気の自励振動による音と共鳴による音の2種類がある。どちらにどの程度依存するかは、吹き込む息の強さや音を変える要素によって変化する。周波数が風速の違いで不連続に変化するの、風速増加に伴う自励モードの変化と、自励振動が共鳴側に向かう変化のふたつが原因だ。共鳴による現象は④空洞の大きさを1/4波長とした音で、ラムネ笛から鳴る音は、その共鳴による音に大きく依存することもある。②穴の大きさが大きいと共鳴による音に依存しなくなることも明らかで、新しい笛のヒントと考えている。

## 指導について

世代を超えて今でも愛されるロングセラーのお菓子として、笛ラムネをご存知の方は多いと思いますが、この笛の音はどのようなメカニズムで鳴るのか、その仕組みを応用して新しい楽器は作れないかと、私が中村さんに会った当時、小学5年生だった彼がこのテーマを提案しました。音の周波数が風速に依存するので空力だろうと予想はしていましたが、人間の目で直接的には捉えられない流れと音の現象に対して再現性の悪さが問題を複雑にしました。再現良く実験データが得られるまで装置に改良を重ねるとともに、空洞のかたち、穴の大きさ、材質などの異なる模擬笛ラムネをプラスチック等で作製して非常に多くのパラメータスタディを実施し、笛の音を特徴づける要因を明らかにしました。中村さんの探究力にはとても感心させられましたが、この取り組みを通じて科学研究における仮説と実証のプロセス、再現性確保の重要性への理解も深まったものと確信しています。

石川県 金沢大学理工研究域フロンティア工学系教授  
小松崎俊彦

## 審査評

中村君が小学5年生の時に興味を持った「ラムネ笛」の音についての研究も5年目になる。昨年までの研究で、ラムネ笛の穴の大きさ、笛の空洞の大きさ、吹き込む息の強さなど、音を変化させる6つの要素に着目して細かく測定した。その結果、笛の音が安定するのは吹き込み口の形と空洞の形が影響すると考えられた。そもそもこの研究は、ラムネ笛の特性を分析してオリジナルの笛を作るのが最終目標である。そこで今回はこれまでの実験データを元に、3Dプリンタで4種類の笛を作製し、その特性と音を安定させる要素を詳しく調べた。音の測定に用いた実験装置は多くの部品を組み合わせで自作しており、中村君が中学3年のレベルを超えた電気と音響に関する知識を持ち合わせていることが判る。今回も多くの実験を繰り返し、笛の形と音の安定性に関していくつもの新しい発見があった。ラムネ笛という単純な構造のお菓子から出る音を、これほど深く追求した人は他にはおそらくないだろう。このような探究こそが科学の面白さの醍醐味である。それを見せてくれた中村君の今後が大いに楽しみである。

審査員 友国雅章

# ストロー飛行機を科学する 2nd シーズン

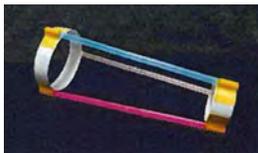
## よく飛ぶストロー飛行機を作ろう！ 調べよう！ 8年目

山形県酒田市立鳥海八幡中学校 2年 池田蒼空 池田滯央

### 研究の動機と前回まで

小学1年生の時、ストローの両側にリング状の羽を付けただけのストロー飛行機がよく飛んでいることに興味を持ち、この研究を始めた。より遠くへ飛ぶ飛行機を作ること目標とし、今回で8年目の研究になる。

ストロー飛行機とは、ストローの前後にリング状の羽を持った飛行機だ。



画用紙やプラスチックで作った前羽（円周150mm・幅20mm・厚さ0.2mm）と後羽（円周250mm・幅20mm・厚さ0.2mm）を、ストロー3本（それぞれ長さ220mm・外径7mm・内径6mm）で等間隔に接続する。

- 前回までの研究でわかっていることは、次のとおり。
- ①ストロー3本を使用し、ストローを羽の外側に取り付けた飛行機がよく飛ぶ。
  - ②羽の材質は画用紙がよく飛ぶ。
  - ③ポリプロピレン（以下PPと記載）厚さ0.5mmも画用紙と同じくらいよく飛ぶ。
  - ④発射角度0～30度がよく飛び、特に15度が一番飛ぶ。
  - ⑤ストロー飛行機は推進力を得て揚力が働く。推進力が大きいほどよく飛ぶ。

ストロー飛行機は発射の際、大きな空気抵抗を受ける。画用紙の羽などは、空気抵抗を受けて飛行中に少し変形してしまう。前回の実験では羽の変形を小さくする目的で6種類の異なる素材で羽を作り、飛距離や飛び方の違いを比較した。異なる素材で変形を防ぎ、大きな揚力を働かせ、最高到達点を高めて飛距離を伸ばす目的だった。

しかし、期待した硬質塩化ビニール（以下硬質塩ビと記載）厚さ0.5mm、PP厚さ0.75mm、ポリエチレンテレフタレート（以下PETと記載）厚さ0.5mmは発射してすぐ大きく上昇する軌道を描いたが、飛距離は伸びなかった。やはり、羽が少し変形する画用紙とPP厚さ0.5mmがよく飛び、PP厚さ0.2mmの羽は変形しすぎて飛ばなかった。また、どの素材の飛行機も発射から落下までにかかる時間は約3.3秒だった。

そして前回の実験で最も注目すべき点は、画用紙の羽の機体が低空で、それまで最も距離を伸ばす結果を得たことだ。このことから、ストロー飛行機は揚力をほどよく抑え、水平に飛ぶ機体が最もよく飛ぶのではないかと

という仮説が生まれた。今回は発射直後の揚力を抑え、より水平によく飛ぶ機体について研究したい。

### 研究の考察

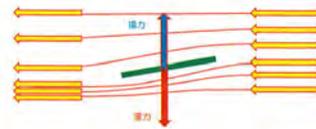
#### ●推進力と揚力

ストロー飛行機はどんな原理で揚力を得ているのか。発射されて機体に前へ進む推進力が働くと、その推進力と同じ力の空気の流れが前方から後方へと働く。推進力が大きくなるのに比例して、空気の力も大きくなる。

ストロー飛行機は2本のストローが上部で水平に並んで飛ぶため、発射されると機体はわずかに後ろへ傾く。傾いた機体に空気の力を受けると、羽の下部を通過する空気は圧縮され圧力が高くなり、羽の上部を通過する空気は圧力が低くなる。圧力が高い空気は圧力が低い方向へ流れるため、その力が揚力となって機体を上昇させる。後ろへ傾く機体の角度が大きいと揚力も大きくなり、機体が水平になれば揚力は発生しない。機体が前へ傾けば下向きの力が発生し、自由落下より早い速度で落下する。

#### ●重力と揚力

重力と揚力が同じ大きさの場合、ストロー飛行機は一定の高度を保つ。重力より揚力が大きい場合は、飛行機は上昇する。重力より揚力が小さい場合は、飛行機は降下する。



今回の実験では、過度な揚力を抑えて水平に飛ぶ機体を製作しなければならない。水平に飛ばすためには、機体に重力と同じ力の揚力を発生させる必要がある。重力と揚力をつり合わせるために、機体の前端、または後端に重りをつけて角度を調整しようと考えた。

この実験では機体の数ミリの誤差が、実験結果に大きな影響を与えてしまう。そこで、これまでの実験でも計測してきた機体の質量に加えて、機体の重心も計測することにした。重心は機体の前後の重さがつり合った場所で、前後の羽の大きさが違うストロー飛行機の場合、ストロー中央よりやや後ろにある。重りで前が重くなれば重心は前へ移動し、後ろが重くなれば重心は後ろへ移動する。画用紙やPP、PETなど比重の違う素材の機体でも、重りで調整して同じ重心位置となった機体は、同じ揚力を生み出して同じ飛び方になると予想できる。

### 実験 1

#### ●ストロー飛行機の重心を求める

6種類の異なる素材を使ったストロー飛行機の重心をそれぞれ求め、各機体の重心と軌道図から飛び方の関係を考えることにした。各機体の重心は、その機体を作るすべての素材の質量を計測し、計算で求める。

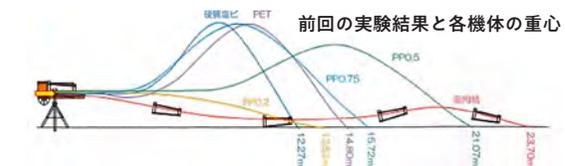
前羽+前側ストロー補強ビニールテープ+前羽固定用クラフトテープの質量 = fw、後羽+後ろ側ストロー補強ビニールテープ+後羽固定用クラフトテープの質量 = rw、ストローの質量 = sw、飛行機全質量 = fw+rw+sw=w、ストロー長さ = 220mm、重心前質量 = w/2、とすると、重心前ストロー質量 = w/2 - fw、重心前ストロー長さ = 220mm ÷ sw × (w/2 - fw) = fsl となる。中心点からの距離で重心を表すと、重心が中心点と重なった場合は重心 = 0 となり、重心が中心点より後ろにある場合は -（マイナス）で表記する。

重心 (g) の位置を求める式は、下記のとおりだ。  
 $g = 220\text{mm} \div 2 - \text{fsl}$

実証実験で計算式の正しさを確かめた上で、画用紙厚さ0.2mm、硬質塩ビ厚さ0.5mm、PP厚さ0.2mm、PP厚さ0.5mm、PP厚さ0.75mm、PET厚さ0.5mmの機体を5機ずつ作り、すべての機体の重心を求めた。素材ごとに求めた5機の重心の中央値を代表値とする。

#### ●前回の実験結果と算出した重心との考察

前回の飛行実験結果と重心との関係を確かめてみた。



	画用紙0.2	硬質塩ビ0.5	PP0.2	PP0.5	PP0.75	PET0.5
飛距離	23.7m	12.27m	13.53m	21.07m	15.72m	14.8m
落下時間	3.34秒	3.2秒	2.1秒	3.31秒	3.29秒	3.3秒
発射速度	66.4km/h	64.3km/h	64.6km/h	65km/h	65.8km/h	64.4km/h
機体重量	5.4g	9.6g	5.2g	7.5g	9.4g	9.5g
重心	-13.50	-68.5	-18.50	-43.00	-68.62	-66.00

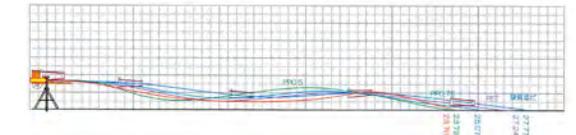
重心が後ろにあって上を向きやすいPP厚さ0.75mm、PET厚さ0.5mm、硬質塩ビ厚さ0.5mmの機体は揚力が働きすぎ、飛距離が伸びないのではないかと。変形が激しいPP厚さ0.2mmを除き、すべての機体を画用紙と同じ重心位置に調整し、飛び方を比べることにした。

### 実験 2

画用紙の重心「-13.50mm」の重心前後の重さから、

各素材につける重りの質量を求め、重心の位置を揃えた。改めて行った飛行実験の結果が下記のとおりだ。

#### ●重心調整後の飛行軌道の比較



重心を調整したすべての機体は、調整前と比べて飛距離を伸ばし、発射速度と落下時間はほぼ同じ、飛び方の軌道もほぼ同じだった。調整後の飛行距離は上から硬質塩ビ厚さ0.5mmの27.77m、PET厚さ0.5mmの27.24m、PP厚さ0.75mmの25.07m、PP厚さ0.5mmの23.79m。調整前と調整後で飛距離の順位が全く逆になり、8年目の実験にしてようやく羽の素材を変えた飛行機を画用紙より飛ばすことに成功した。

### 指導について

小学校6年間の自由研究として取り組み、中学校でも継続している8年目の研究です。今年は前年度の結果から機体の重心に着目し研究を進めました。重心を揃えて実験を行ったことで前年度とは全く違う結果となり、今までの最長飛距離を記録したことが大きな収穫となりました。指導というよりも家族と一緒に研究を行って参りました。研究の中での疑問を一緒に考え、子供達との貴重な時間を共有出来た事、何よりも楽しく研究を続けられた事を嬉しく思います。「継続は力なり」とよく言いますが、この研究を続けた時間こそ彼らにとってその言葉の意味を実感する事でしょう。この度の素晴らしい賞の受賞は、彼らが歩む人生の中で大きな成長に繋がる事と思います。

研究を続けるにあたり専門的なアドバイスを下さる青森県立三沢航空科学館の指導員の皆様、安定した研究環境を提供して下さい出身小学校の皆様、この研究に携わりご指導頂いた皆様に感謝申し上げます。 池田友和・佑子

### 審査評

ストロー飛行機に興味を持ち小学1年から取り組んだ8年目の研究です。昨年度までに飛行機の形状・素材、発射の仕方についての検討を行い、ストロー3本を羽の外側に取り付けた機体で、羽が画用紙製のもので低空で遠くまで飛ぶことが分かりました。一方、同じ形状でも硬質塩ビなどのプラスチック製のものは発射後すぐに上昇し飛距離は伸びませんでした。そこで、画用紙以外の素材でも発射後の上昇を抑えることができれば飛距離が伸びるのではないかと考え、今回の研究を進めました。まず画用紙と他の素材の比較から羽の変形と揚力との関係を探り、機体の重心の位置が飛行の仕方に影響すると予想しました。機体の重心の位置を求め、おもりをつけることで重心を調整し改めて飛行実験を行いました。前年度の飛行データを重心調整前、今回を重心調整後としてデータの比較をしたところ、重心を調整したすべての素材の飛行機について、低空でより遠くまで飛ぶ結果となりました。「なぜ画用紙製は遠くまで飛ぶのか？」という疑問が「他の素材でも遠くへ飛ばせるはず」という目標へとつながり、それが実現しました。新たな課題も見つかり今後の研究の展開が楽しみです。 審査員 木部 剛

# ナメクジの生きる知恵～チャコウラナメクジの粘液の役割・学習能力・再生能力について～

茨城県立並木中等教育学校 1年 横川史佳

## 研究の動機

ナメクジが認知症を治すのに役立つ可能性があること知り、その生態について調べてみると、とても興味深い生き物であることに気がついた。ところがナメクジは研究者に人気がなく、わかっている生態はほんの一部だという。ナメクジを私たちの生活に活かすには実験が必要で、ナメクジの生態をもっと知らねばならない。

ナメクジは脳が大きく賢い生物だから、ナメクジの知恵に着目して研究を行うことにした。今回は、粘液の役割、学習能力、再生能力の3つの視点から研究を進めた。

## 研究の目的と予想

### ●実験1～4の目的

実験1ではナメクジが好きな食べ物を調べ、ナメクジの行動の特徴なども観察する。実験2でさまざまな働きがあるナメクジの粘液に、身を守ること以外の役割があるかを調べる。実験3で栄養状態が違うナメクジの学習能力の差を確かめる。生命の危機に陥ったナメクジが、何を優先するのかを考える。実験4でナメクジが成長するのに必要不可欠なたんぱく質の有無で、ナメクジの再生能力に差が生まれるのかを調べる。

### ●実験1～4の予想

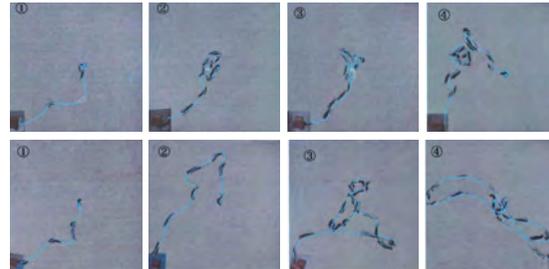
ナメクジは個体によって好みに差があるため、実験1はバラバラの結果になると思う。実験2は、ナメクジは粘液を道標とすることで、より確実に餌を見つけられるようにしていると思う。実験3は、ナメクジも栄養状態が悪いと学習能力が低下すると思う。実験4は、たんぱく質を与えているほうが再生スピードは早いと思う。

## 実験1～2

### ●実験1

ナメクジが好みそうな4種類の食べ物候補を選んで、1辺32cmの四角いトレイの四方の角に置き、中央に24時間絶食状態にしたナメクジ4匹を置いて、ナメクジがどう行動するかを観察した。同じ実験を2回行い、同室で飼育した計8匹の行動を検証した。

●実験1の8匹それぞれの進行路(上列が1回目、下列が2回目)



食べ物は飼育を含めたこれまでの経験や文献、ナメクジ被害のニュースなどから「にんじん」、「いちご」(いちごソースを使用)、「バナナ」、「もも」を選んだ。

実験結果は下記のとおり、8匹中7匹がにんじんを選び、1匹だけがいちごを選んだ。

実験	ナメクジの個体番号	到着までの時間	選んだ餌
1回目	①	5分	にんじん
	②	11分	にんじん
	③	12分	にんじん
	④	16分	にんじん
2回目	①	4分	にんじん
	②	6分	にんじん
	③	22分	にんじん
	④	23分	いちご

餌にまっすぐ進むナメクジ、行ったり来たりするナメクジ、一緒に行動しようとするナメクジがいた。迷っているナメクジは、中央に戻る傾向があるように見える。途中で触覚をしまい寝てしまう個体もあったが、他の個体が近づくと再び進め始めた。4匹のうちの1匹が餌にたどり着いたタイミングで、迷っていた1匹が同じ方向へ進み始めたことから、仲間の出す信号がある可能性が考えられる。ナメクジは嗅覚に優れ、粘液も嗅ぎ分けられるようなので、粘液を道標としているかもしれない。

### ●実験2

四角いプラスチックトレイの一角ににんじんを置いてナメクジを向かわせ、粘液をつけさせる。その後、他の3方の角にもにんじんを置き、中央に別のナメクジ1匹を置いて、どの餌へ向かうのかを確かめた。最初に粘液をつけた1匹と同室で飼育している6匹、別室で飼育している6匹で実験した。

その結果、同室も別室もすべてのナメクジが仲間の粘液を選び、その上を進んだ。同室も別室も粘液の上を進んでそのまま餌までたどり着いた個体が2匹、途中で止まってしまった個体が2匹、Uターンして元の位置へ戻

った個体が2匹で、全く同じ結果となった。

すべての個体が必ず粘液の上を進んだことから、ナメクジの粘液には、確実に早く餌にたどり着かせる役割を持つと考えられる。ナメクジが単純に湿った場所を選んで進んでいる可能性を排除するため、水の道と粘液の道のどちらをたどるかも調べたが、一度は水の道を選んで引き返し、最終的には粘液の道を進むことがわかった。

この実験の前の予備実験は、プラスチックトレイに粘液をつけさせて、その先ににんじんをラップで包み、餌のにおいがわからないようにして行った。するとナメクジは粘液の上を進んだことは進んだが、餌までたどり着ける個体がいなかった。粘液があったとしても、餌にたどり着くためにはにおいが必要なのだと思う。

### ●実験2で粘液のにおいを嗅ぎながら進むナメクジ



## 実験3～4

### ●実験3

5匹のナメクジを10日間絶食させた後、大葉のにおいで誘い、大葉を食べようとしたところでナメクジが嫌いな苦い青汁飲料をかける。この方法で大葉のにおいと苦い味を関連づける学習をさせ、その後に大葉のにおいだけで嫌がる行動をとるかどうかを検証した。比較対象として、非絶食状態の5匹でも同じ検証をする。

餌向きに個体を置いてもUターンした場合は、その後迷って食べようとしても「学習した記憶はあり」と判断する。絶食した個体が嫌がる様子を見せずに食べに行ってしまった場合、食べる前に強制的に終了させ、十分な他の餌を与えて再度確認する。再び嫌がらずに食べに行ったら「学習した記憶なし」と判断する。

その結果、非絶食の個体は学習後5日目からは忘れる個体が出てきたが、4日目までは大葉のにおい=苦いと覚えていた。絶食した個体は学習の翌日から、5匹中2匹が嫌がる様子を見せなかった。途中1匹が死んでしまったが、残りの2匹は実験最後の10日目まで嫌がる様子を見せ、記憶を再生できていた。つまり、絶食状態では60%の個体しか学習できないが、学習できた個体は非絶食より記憶が持続するという結果だった。生命の危機を感じるからこそ効率的に生活しなければならず、学習内容を忘れないように徹底しているのだと考える。

### ●実験4

ナメクジは大小2対の触覚(大触覚には目もある)など、その中枢神経組織が損傷、欠損しても、再生させる

ことができる。栄養状態によって、その再生能力に差が生まれるかを調べてみた。1本の触覚を切断した10匹のナメクジを5匹ずつ2グループに分け、片方にはたんぱく質の小魚とにんじんの餌、もう片方にはにんじんの餌だけを与え、再生過程に差がないかを観察する。その結果、どの個体も切除後15日ほどで変化が現れ、たんぱく質のあるなしで再生スピードに差は見られなかった。

## 今後の課題

今後は実験する個体数を増やし、確実なデータを得られるようにしたい。今回の研究では飼育場所が日中30℃を超え、暑さに弱いナメクジにとって過酷な環境だった。20℃前後の環境で調べれば、結果が変わるかもしれない。秋の産卵についても、調べてみたい。

## 指導について

ナメクジを知らない人はいないと思いますが、どんな生態であるかは多くの人が答えられないでしょう。最初に横川さんからナメクジの研究をしたいと聞いたときは驚きましたが、未知の部分が多い生物だからこそ強く惹かれたのだと思います。食べ物の嗜好や行動パターンをよく観察して丁寧に記録しており、研究対象への愛情を感じるとともに、新しい発見を面白い姿勢が伝わってきます。さらに、絶食状態による学習記憶能力や栄養状態による触覚の再生能力への影響まで調べ、ナメクジの生物として奥深さと魅力を十分に発信できました。移動の経路を記録したり、特徴ある行動の指標を見つけたりすることには困難もあったと思いますが、工夫をしながら粘り強く探究に取り組んで壁を乗り越えています。他に類を見ないこの研究を通して、ナメクジ人気が高まることを期待します。茨城県立並木中等教育学校 教諭 前田邦明

## 審査評

日本のある年齢層には生息している場所を思い浮かべてナメクジを忌み嫌う傾向にあります。本論文で①研究目的を具体的に設定し、②そのための研究仮説の設定と、③実験の内容を具体的に設定して、実験・実証にもとづく考察をしていくプロセスがとても明快です。ナメクジの粘液の役割・学習能力・再生能力の観点から4つの実験で確かめるために、①人参加が好みでナメクジの粘液と同じモノへたどり着く、②栄養状態による学習能力の比較でナメクジを絶食させた状況で実験する、③たんぱく質の摂取の有無による再生能力の差を比較検証するなど、実験によって確かめる探究のすばらしさを実感する研究です。

賢い生物としてのナメクジの「生きる知恵」に学ぶことが多くあるのではないかと共鳴すること大です。脳や触覚が切断されてもひとり再生していくことや学習能力とナメクジが残す粘液の役割など、人間の生活に活かすヒントが多くあるのではないかと推察できます。今後も実験対象となるナメクジの数を増やして新たな知見獲得に挑戦して下さい。

審査員 小澤紀美子

# もったいないをやっつけろ！！ 僕だって油職人！！ 6年目の挑戦

愛媛県新居浜市立角野中学校 2年 松本琉希

## 研究の動機

スイカの種から油を作る研究を5年間続けてきた。コロナ禍で手を洗う機会が増え、家事をする母の手がひどく荒れているのを見て、スイカ油で肌に優しい石けんが作れないかと考えるようになった。スイカ油を搾るには大量のスイカの種が必要なため、まず材料として十分な種を集めながら、石けんについて詳しく調べた。前回の研究でオリーブオイルを使って6回の予備実験を行ったが、実験を重ねるごとに疑問が生まれ、検証すべきことが残った。今回は疑問を解き明かし、肌に優しいスイカ石けんを完成させたい。

## 石けんとは

石けんとは、化学の現場では「脂肪酸のアルカリ塩」のことを指す。脂肪酸とアルカリを化学的に反応させた化学物質で、汚れを落とす界面活性剤のひとつだ。古代メソポタミアで使われていた植物の灰には炭酸カリウムが含まれ、脂肪酸とアルカリを反応させるという点では、5000年前からずっと作り方は変わらない。

石けんの主成分である界面活性剤は水と油、両方なじみやすい性質を持っている。水と油が反発しあう界面（水と油を一緒に入れた時にくっきり分かれる境目）で、両者を混じり合わせる役割を果たす。油になじみやすい部分が汚れに吸いついて取り込み、服や体などから汚れを引きはがす。そして汚れを細かい粒にして水中に散らし、水と一緒に流してしまう。

### ● 石けんの成分について

手作り石けんの主成分は一般的に、油脂と水分、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）だ。油脂と水を苛性ソーダで中和させることで石けんができる。油脂はオリーブオイルやココナッツオイルなど、水分は精製水や浄水器の水、ハーブ水などが使われる。石けんは脂肪酸をアルカリと反応させて作られるものなので、pH9～11程度の弱アルカリ性だ。市販されている弱酸性ソープは、正確には石けんではない。この研究では、pH8～10程度の弱アルカリ性の石けんを作ることを目指す。

### ● けん化率について

油脂とアルカリが石けんになる時の化学反応を「けん



①左がスイカ石けん、右はオリーブオイル石けん  
②③ファンデーションの落ち方を調べる実験④泡立ちを調べる実験⑤洗顔実験

化」と呼び、油脂を石けんに変える苛性ソーダの割合を「けん化率」と呼ぶ。油脂すべてを石けんに変える苛性ソーダの割合はけん化率100%、アルカリ過多だとけん化率は100%を超え、肌に優しい石けんではなくなる。肌に優しくするためには、けん化率を85～95%に設定して、石けんのなかに油脂成分が残るように仕上げる。

### ● 灰を使うことにした経緯

苛性ソーダは塩を電気分解することで得られる強アルカリ性の劇薬で、未成年は買うことができない。この研究のテーマは、捨てられてしまうものを生まれ変わらせることなので、苛性ソーダは使わず古代メソポタミアの人々のように灰を使うことにした。

前回までヒノキ、ホワイットウッド、スギ、パイン、タモの端材を灰にして精製水を加え、24時間置いて調べたところ、タモの灰1gに小さじ1の割合で精製水を加えたものがpH14強と最もアルカリ値が高かった。前回はタモの灰があまり作れず、pH14だったヒノキの灰と混ぜて使ったが、タモの割合が多いほうがよくけん化されていたため、今回はタモ100%の灰で実験したい。

## オリーブオイルでの予備実験

今回の研究では、スイカ石けんを次のように作る。

- ①タモ100%の灰で作ったアルカリ水を使い、予備実験としてオリーブオイルで石けんを作る。
- ②スイカ油を搾り、スイカ石けんを作る。
- ③洗って汚れの落ち方を確かめる。

前回の研究で、泡立つ石けんを作るには「水溶液を煮つめて濃くする」、「ミキサーでしっかりと混ぜる」、「温度、室温、風通しに注意しながら調整する」、「2か月ほどゆっくり熟成させる」ことが大切だとわかっている。

以上を踏まえオリーブオイルの予備実験を、前回の1

～6回に続き、7～10回行った。

### ● 予備実験に必要なタモ水溶液の作り方

燃やしたタモをふるいにかけ、さらさらの粉状の灰（30g～60g）に精製水（小さじ30・150ml～小さじ60・300ml）を加えて24時間置く。ペーパーフィルターで灰と水溶液に分け、水溶液を煮つめる。煮つめた容器の底に結晶が沈んでいたらスポイトで取る。

### ● オリーブオイル石けんの作り方

オリーブオイルを湯せんにつけ40℃弱になるまで混ぜ、タモ水溶液も40℃弱にする。オリーブオイルにタモ水溶液を少しずつ入れながら混ぜ、すべて加えたら30分ほど手早く混ぜる。混ぜ終わったらラップをかけ、トレースが出る（とろりとしてくる）まで様子を見ながら時々かき混ぜる。12～24時間ほどでトレースが出るので紙コップに流し込み、保温しながら24時間置く。24時間で保温はやめ、1週間寝かせて成型し、さらに1週間乾燥させる。最後に日の当たらない風通しのよい場所で1か月以上熟成、乾燥させる。

### ● 予備実験での考察

7～10回行った予備実験の結果をまとめた表は、下記のとおりだ。

	7回目	8回目	9回目	10回目	
灰の量	30g	40g	30g	50g	60g
精製水の量	150ml	200ml	150ml	250ml	300ml
こした後の水溶液の量	101.91g	145.35g	101.91g	187.44g	218g
煮つめた後の水溶液の量	8.69g	8.69g	8.69g	8.69g	8.69g
オリーブオイルの量	10g	10g	10g	10g	10g
使用した水溶液の量	3g	3g	3g	3g	3g
24時間の保温にカイロを使用	なし	なし	あり	あり	あり
アルカリ値	9	9	9	11	12
ファンデーションの落ち方	★★	★★★	★★	—	—
泡立ち	★★	★★	★★	★★	★★★
うるおい	★★★	★★	★★★	—	—

7回目の灰40g、精製水小さじ40（200ml）が、最もよい仕上がりになった。保温の時に靴用カイロを使ってゆっくり冷ましたほうがよいこともわかった。9～10回目は灰の量を増やし、固まりやすくしてみたが、アルカリ値が高くなりすぎて肌に優しい石けんにならず、洗顔実験を行わなかった。

## スイカ石けんを作る

予備実験の結果から、スイカ油10g、タモの灰40gと精製水200mlで作った水溶液を8.69gまで煮つめた水溶液3gを材料に、保温に靴用のカイロを使いながら、スイカ石けんを作ることにした。

スイカ油は、次のように搾った。油の酸化を進める酵素の働きを止めるためス



搾ったスイカ油

イカの種を15分ほど煎り、細かく砕いて20分蒸し、ジャッキで圧力をかけて油を搾る。搾った液体には水分が含まれるため台座につるして分離させ、油だけを取り出す。今回、オリーブオイルよりもさらさらとした濃いオレンジ色のスイカ油をこれまでで最多、14.34g搾り出すことができた。

2か月熟成させたスイカ石けんは、オリーブオイルとは比較にならないほど質がよかった。洗浄後しばらく経った時の肌のさらさら感も文句なく三つ星だ。母もその使用感に驚きながら、気に入ってくれている。

完成したスイカ石けん	
灰の量	40g
精製水の量	200ml
こした後の水溶液の量	154g
煮つめた後の水溶液の量	8.69g
スイカ油の量	10g
使用した水溶液の量	3g
24時間の保温にカイロを使用	あり
アルカリ値	10
ファンデーションの落ち方	★★★
泡立ち	★★★
うるおい	★★★

## 指導について

このような名誉ある賞を頂き大変光栄です。日常の中に埋もれそうな小さな疑問を拾い上げた琉希の感性を大切にしたい気持ちから始めた実験は、想像もしなかった成果と評価を頂きました。柔軟な発想を大切にされたので、6年間を通して指導と言えることは何もしていません。「どうしてこうなったと思う？」と声をかけることで考えを引き出すことにとどめ、琉希自身が話すうちに気づいたことを根気強く実験し、検証していくことで答えを探っていました。常に新しい遊びを思いついたと言わんばかりに、次から次へとやりたいことを伝えてくる琉希と一緒に全力で遊んでいると、科学への興味の第一歩を踏み出し、悩みながらも自分で考える楽しさを知ることが出来ていたという表現が一番私たちらしいと思います。

6年間で52.5玉ものスイカを食べ、たくさん話し合い、実験結果に一喜一憂したことは琉希を大きく成長させただけでなく、家族の大切な思い出となりました。 松本由佳

## 審査評

この研究は、スイカの種を利用して高品質な石けんをつくったという、6年間の継続的な探究活動の成果です。そもそもこの研究は、家事をするお母さんの手荒れを少なくしたいという思いから始まったそうです。石けんは、脂肪酸とアルカリ性の物質を化学的に反応させた化合物で、汚れを落とす界面活性剤のひとつです。脂肪酸とアルカリ性物質を反応させ、石けんをつくる方法は古代メソポタミア時代からよく知られていました。松本君は未成年なので劇薬の苛性ソーダを購入できないため、使用するアルカリ性物質として、古代メソポタミアの人々のように「灰を使って石けんをつくる」ことを考えました。そのため、まずヒノキ、ホワイットウッド、杉、パイン、タモの端材を灰にし、その結果、タモ水溶液1gがpH14強と最もアルカリ性が高いことを突きとめ、アルカリ性の物質としてタモ1g水溶液を採用しました。そして、もう一方の脂肪酸（油）の成分としては、オリーブオイルとスイカの種からとった油の2種類を採択し、それぞれに関して石けんづくりに挑戦しました。その結果、スイカの種から抽出した液を使ってつくった石けんは泡立ち、汚れ落ち、潤いの各観点からオリーブオイルでつくった石けんより優れていたという決断を得ています。「化学の学習」と「親学行」そして「ECO」の3つの成果を兼ね備えた素晴らしい作品でした。これからも工夫して皆に優しい成果をもたらす探究活動を行うことを期待しています。 審査員 秋山 仁

# 右心用補助人工心臓 RVAD

富山県富山大学教育学部附属中学校 2年 張 契洙

## 研究の動機

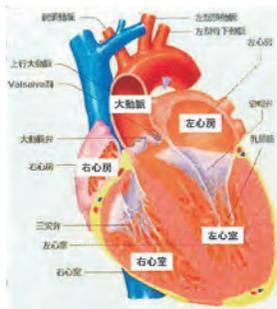
小学3年生のころ、1982年にアメリカで作られたJarvik7という完全人工心臓があることを知り、人工心臓を作ってみたいと思った。Jarvik7は完全人工心臓で、心臓を補助する補助人工心臓とは違う。重症心不全の場合、心臓移植までの待機期間中に延命のため補助人工心臓が使われる。試用期間は約5年で、その後は心臓移植を受けなければ生きることができない。もっと長く使える補助人工心臓の開発が必要だと考えて、研究を始めた。

目標は、右心用補助人工心臓（Right Ventricular Assist Device）の開発だ。右心は左心に比べ疾患が少ない。左心用補助人工心臓がたくさんあるのに対し、右心用は開発されていない。左心は右心より約5倍圧力が高く、左心用補助人工心臓を取り付けると、左心がより血液を吸い上げて右心機能が損なわれる可能性もある。それに加え、少ないとはいえ右心の疾患も無視できないため、開発したいと考えている。

また、現在主流の左心用補助人工心臓は無拍動型だ。心臓と同じような拍動で血液を流すのではなく、インペラ（羽根車）を高速回転させることなどで血液を流す、連続流型が主流になっている。連続流型では本来の心臓の拍動リズムにずれが生じるのではないかと考え、拍動型の右心用補助人工心臓を開発したいと考えた。

## これまでの研究

拍動型の補助人工心臓には、弁が必要だ。弁は開閉することで血液を逆流させないよう、決まった方向へ流すよう、うながす働きを持つ。心臓には、左心房と左心室の間にある僧帽弁、左心室の出口にある大動脈弁、右心房と右心室の間にある三尖弁、右心室の出口にある肺動脈弁と、4つの弁がある。開発を目指している拍動型右心用補助人工心臓は、遠心力を利用した遠心ポンプの入口と出口に逆流が少ない人



工三尖弁を取り付けたもの。三尖弁というのは名前のとおり、前尖、中隔尖、後尖の3枚の弁で成り立っている。

2021～2022年度の研究では理想の人工三尖弁の形や素材を研究したが、心臓を傷つける可能性があったり、血栓（血液が固まって血管をふさぐ状態）ができやすくなったりする問題点が残った。2021年度は遠心ポンプの試作品も作ったが、うまく動かなかった。

2022年度は、人体の血圧の損失がどの程度の大きさかを実験で確かめ、流体デバイスも作成した。流体デバイスとは、人体の圧力構造を小型化した模型のことだ。流体デバイスを使って実験を行うことで、動物実験を減らし、実験コストを抑えることが可能になる。

## 2023年度の人工弁実験

### ● 血栓ができにくい人工弁とは

人工弁には現在、機械弁と生体弁がある。機械弁というのは、パイロライトカーボン（黒いプラスチックのような素材）で作られた平面の弁だ。生体弁は牛や豚の心臓で作られている。機械弁の金属部分には血栓ができやすく、使用するには生涯にわたり抗凝固薬の服用が必要で、数か月おきに血液検査を受けなければならない。生体弁は生涯にわたってではないが、手術後3か月は血栓ができる可能性があり、抗凝固剤の服用が必要だ。

そこで、魚を人工弁の素材にすることを考えた。魚に多く含まれるEPAやDHAには抗炎症作用や心血管健康への影響などの効果がある。魚弁なら手術後も血栓ができず、抗凝固薬の必要がないのではないかと考えた。

### ● 魚弁の比較実験

実験で魚の肉片で弁を作り、豚の血液のなかへ浸した場合、どんな状態になるかを確かめてみた。弁の素材とする魚はふくらぎ（はまち）、真鯛、ストラウスサーモンを用意し、ゴアテックスやシリコン、天然ゴムでも同様の弁を作って比較する。

魚の肉片は大動脈弁の三葉弁の型で切り取り、消毒して縫合しやすくするため天日に干す。弁の枠は積層タイプの3Dプリンタを使い、伸縮するゴム素材で作った。干した魚などの弁の素材をそれぞれ、弁枠と縫合する。完成した弁を容器へ入れた豚の血液に浸けて蓋をする。1週間置いた後に取り出し、弁の様子を確認した。

### ● 比較実験の結果

魚弁を比較した結果は右ページの表のとおり。魚弁に

### ● 魚弁の比較実験の結果

番号	素材名	縫合糸	特性	
1	ゴアテックス	ゴアテックス	変化がない。水は通さず湿気は通す。	
2	ふくらぎ（生・魚の身の筋繊維を横向きで縫合）	釣り糸	特に裂けやすい。筋繊維は硬く脂肪が少ない。	
3	真鯛	釣り糸	裂けやすい。筋繊維は柔らかいが脂肪が少ない。	
4	ストラウスサーモン（生・身の筋繊維を横向きで縫合）	釣り糸	裂けにくい。筋繊維は柔らかいが脂肪が多い。	
5	ふくらぎ（半生・魚の身の筋繊維を縦向きで縫合）	釣り糸	特に裂けやすい。筋繊維は硬く脂肪が少ない。	
6	ストラウスサーモンの皮（乾燥）	釣り糸	裂けにくい。皮は硬く耐水性がある。	
7	ストラウスサーモン（半生・身の筋繊維を縦向きで縫合）	釣り糸	特に裂けやすい。筋繊維は硬く脂肪が少ない。	
8	シリコン 0.5mm	釣り糸	変化がない。耐水性があり泡を消す。	
9	天然ゴム 1mm	釣り糸	変化がない。機械的強度、伸縮性がよい。	

は血液に1週間置くことで裂けやすくなったもの、逆に裂けにくくなった素材があった。乾燥が進んで魚に含まれる脂肪の量が減っている素材ほど、裂けにくくなっていた。今後もさまざまな視点で実験を重ね、魚弁を開発したい。

血栓ができやすい問題を解決しようと調べる過程で、血栓の溶解が可能な脂肪酸を見つけた。この成分を含む魚弁の開発は、予想を超える発見となった。

## 遠心ポンプの開発

遠心ポンプは拍動型を目標としているが、まずは無拍動型遠心ポンプ作りから始めた。2022年度から、インペラとケーシング（羽根車を設置する容器）を3DCAD（コンピュータで設計やデザインを行うこと）のソフトfusion360を使って改良し、光造形3Dプリンタで造形した。組み立てた遠心ポンプは電圧2.5Vで4L/分の流量で、市販品と比べても見劣りしない。成人男性の全身に血液を送ることができる能力だったが、溶血（血液中の赤血球膜が破壊され、ヘモグロビン溶液が血漿へ溶け出した状態）が起こってしまった。

溶血はインペラを回す軸の部分で起こるため、解決するには軸のないポンプを作る必要があった。オープンソースのマグネットポンプを模倣し、マグネットポンプを作った。インペラとモーターにそれぞれマグネットを配置し、インペラを宙に浮かせて回転させる仕組みだ。

モーターとインペラの間  
の最適な距離や、アメリカ航空諮問委員会NACAの翼形データを用いた複数の形状のインペラ、最もパワーが出せるケーシングの形などを検証しながら、良好に動作するマグネットポンプ大を選んだ。そのポンプ大で豚の血を使った溶血実験をしたところ、電圧2.5Vで1L/分の流量を確保したが、インペラとモーター間の壁で擦れ続けることで、溶血が発生してしまっ



マグネットポンプの溶血実験（東京大学）

た。今後も溶血を防ぐため、改良を重ねる予定だ。研究を進めるのに欠かせない流体デバイスや拍動シミュレーターも自作して開発を進め、成果を得ている。今後も精度を高めていきたい。

## 指導について

張君から人工心臓の構造・駆動方法・拍動流循環回路等について質問されたときに、歴史・種類・構造とそれぞれの長所・短所等を説明し、関係する文献等も紹介しました。さらにその分野の専門研究者の話を聞きたいと相談されたときに紹介しました。いずれの場合も最終的な決定は本人の意思に任せました。また、1週間程度の作業工程を自分で計画し、来社して部品加工・装置製作・組立てまでまとめることができていました。

安久工機 田中 隆  
専門学会の研究者でも難しいとされる右心用補助人工心臓を作りたいという志にまず感動しました。課題を一つ解決すると別の問題が発生するという繰り返しの中で張君が何を考えて次の一手を打とうとするのかを私もある意味楽しく観させていただきました。ゴールはまだまだ先と言えますが、きっと良い思考訓練になっていたはずで今後の研究にも活かされると確信します。  
杏林大学 磯山 隆

## 審査評

小学生のころ、完全人工心臓のJarvik7を見て、自分自身で作りたいたいという志にまず感動しました。現在、左心用人工心臓は多く流通していますが右心用補助人工心臓は流通していません。また数は少ないですが、右心に疾患がある患者さんもいます。これまでの実験では、人工三尖弁や大動脈弁を数多く試作し耐久実験を行ってきました。今回は、機械式人工弁を使用することで、金属部分にできやすい血栓を防ぐために使用する、抗凝固薬を使用しないために魚弁を活用した研究を行いました。人工の素材と魚の素材を比較していく過程で、血栓の溶解が可能な脂肪酸を見つけることができました。また、弁拍動シミュレーターの制作では駆動装置の制御についても研究を進めています。研究を進めていくにあたり、様々な分野の先生方からの支援や助言をもとに、試行錯誤しながら開発を進めていく姿勢にはとても好感が持てます。今後さらに補助人工心臓の研究を進め、疾患がある方々のお役に立てるよう実用化に向け努力を続けてほしい。

審査員 田中史人

# キバネツノトンボの研究 4th season

## —幼虫期について—

茨城県小美玉市立小川南中学校 2年 内山旬人

### 研究の動機

キバネツノトンボは全国的には珍しい昆虫で、15都道府県でレッドリスト（絶滅危惧種）に記載されている。しかし小美玉市には、場所によって豊かに生息する。小学5年生だった2020年の春、キバネツノトンボの基礎的な生態や生活史がほとんどわからないことを知った。わからないなら自分で明らかにしようと考え、この年からキバネツノトンボを研究対象にした。キバネツノトンボは、アミメカゲロウ目ウスバカゲロウ科ツノトンボ亜科の昆虫だ。トンボではなく、ウスバカゲロウ（アリジゴク）などの仲間。カゲロウ目とも別の昆虫で、不完全変態のトンボやカゲロウと違い、蛹を経て完全変態で成虫になる。体長22～25mmでメスのほうが大きめ。



分布域は多くの文献で本州、九州とされているが、調べてみたところ九州には記録がないことがわかり、生息していないと考えている。茨城県でも生息地は局所的で、消滅した生息地もあり、どこでも見られる虫ではない。絶滅が危惧される昆虫の生態を明らかにすることで、キバネツノトンボにとってどんな環境が必要か、考えていきたい。

### 2020～2022年の研究成果

#### ●生息期間

成虫が出現するのは4月中旬ごろで、6月下旬ごろまで生息する。オスの成虫が少し早めに出現、寿命はオスが1か月、メスが1か月半～2か月ほどだ。

#### ●成虫の生活・活動

湿気がちな痩せた地面の草地で森林に隣接し、近くに水場がある「3点セットの環境」を最も好む。多数が盛んに飛び交うのは求愛期で、オスは低い高度で飛び、メスを探索する。植物の細い茎などに横から掴まって留まる。飛ぶか掴むかの生活で、平面を歩くことはほぼない。明るい日中以外は飛ばず、活発な活動時間は短い。肉食で、飛んでいる他の小虫を空中で捕らえ、飛びながら食

べる。獲物を脚で持ち、回して丸める様子が見られる。その行動パターンから縄張りを持つとは思えない。

#### ●羽化

時間は基本的に午前。日当たりのよい草地内、藨のすぐ近くの草木の低い位置まで上がり翅を伸ばす。

#### ●交尾と産卵

ペア成立は必ず空中でオスがメスに飛びかかって合体し、ともに地上の草などに下りて掴まり静止する。静止時間は3～5分ほど。オスが姿を消すのとほぼ同時期にメスの産卵が始まる。立ち枯れた細い草の、人間のひざくらいの高さに、卵を塊で産む。1mmほどの俵形の卵を50～70個、2列に産みつけていく。

#### ●孵化と初齢幼虫

産卵から孵化までは2～4週間、温度の高い環境ほど孵化が早まる。卵は孵化が近づくと黒っぽくなり、孵化の1～2日前には凹みができる。孵化するのは基本的に日中、2列の卵塊の外側へ蓋が開くように卵殻が切れ、幼虫が出てくる。殻から出た幼虫たちは茎の上へと移動し、地面のほうを向いて密集する。そこから孵化後1～3日の間に、生活の場である地面へ落ちる。体の準備が整うと、軽い刺激で散らばるように落ちていく。

### 幼虫期の生活の解明

2022年までに成虫の生態は、おおよそ把握することができた。羽化の状況を観察することで、その前の蛹の段階の様子も推察することができた。今回の研究はこれまで全く知られていないといえる、幼虫期の生活の解明を目的とする。

#### ●解明の方法

自宅での実験的飼育と、フィールド調査から幼虫の生活を解明する。飼育については、近縁種飼育を経験している静岡昆虫同好会の杉本武氏から飼育法を教わり、幼虫を分けていただくなど、多大なご協力をいただいた。実験的飼育は研究初年度から、フィールドから持ち帰った1卵塊を選び、孵化させて試みてきた。

### 実験飼育の結果

#### ●1～3シーズンの飼育結果

1年目のシーズンは33匹が2020年6月2日に孵化、同

じ年の8月中旬までに初齢幼虫のまま全滅した。2年目は31匹が2021年7月1日に孵化、同じ年の8月初旬までに初齢幼虫のまま全滅した。2021年は8月に杉本氏から3齢幼虫を7匹分けていただいて飼育したが、秋のうちに2匹、残りも営繭（繭を作る）前の2022年2月に全滅した。このシーズンに杉本氏が飼育していた幼虫は多数が営繭したが、羽化には至らず全滅したという。

3年目の2022年は23匹を飼育し、翌2023年春の営繭前の時点で10匹（うち3齢幼虫は3匹）が生存していた。2022年12月に杉本氏から4匹の3齢幼虫を分けていただき、合わせて7匹になった3齢幼虫の営繭をうながすため、2023年3月22日にオリジナルの蛹化・羽化用飼育ケースに入れて庭へ出した。その後、隣の土地に除草剤が撒かれ、孵化から自分で育てた3齢幼虫3匹のうち2匹が死んでしまった（除草剤との因果関係は不明）。自分で育てた3齢幼虫残り1匹も7月に死亡、杉本氏からいただいた4匹のうち3匹は営繭したが、羽化しなかった。

#### ●飼育法の変遷

2年目の前半までの飼育は、手探り状態で行っていた。2021年8月に杉本氏から分けていただいた幼虫から、杉本氏のアドバイスで飼育法を変えた。

半透明の円柱型食品保存容器を加工した容器を飼育ケースにし、園芸用の水苔（湿らせない）を容器の半分までふんわりと入れる。爬虫類のエサとして市販されているヨーロッパイエコオロギを別に育ててエサにしたが、幼虫に合ったサイズのものを選んで飼育ケースに入れるようにした。飼育ケースのなかにはヨーロッパイエコオロギ用のエサと水もセットして、生き餌として活動する状態にした。

2021年に自然界の羽化シーンを観察した際、健全な繭は上面がワラで覆われ、枯れ草のだんごのように見えることを知った。また、飼育を続けるなかで蛹化には太陽光を浴びることが必要らしいと気づいたため、アクリル板と網戸用の網で日が当たり風通しのよいオリジナルの蛹化・羽化用ケースを作った。飼育床は土の上にメリケンカルカヤのワラを敷き、立ち枯れ株を植えた。幼虫の飼育はおもに自宅玄関で行っていたが、太陽光の必要性に気づいてから急ぎオリジナル蛹化・羽化用ケースを庭に置き（3月22日）、3月24日に1匹、4月9日に2匹が営繭しているのを見つけた。除草剤が撒かれてからは、車で5分ほどの観察ポイントへ飼育ケースごと移した。繭



大きく育った3齢幼虫



庭に置いたオリジナルの蛹化・羽化用ケース

の様子を毎朝、登校前に観察したが、羽化はしなかった。

### 研究の結果

3～4年目にかけて初めて孵化から終齢まで自分で育て、蛹化までの幼虫期全過程を確認できた。やはり、生態・生活史は同じ科のウスバカゲロウ、なかでも徘徊性アリジゴクと非常によく似ている。幼虫の成長期間は3齢が終齢、2年が標準、栄養状態によっては1年でも羽化に至る。幼虫は草原の地表面で暮らしていると推察され、カモフラージュ材を使うなどして周囲に紛れて潜み、待ち伏せ型の狩りをする。羽化せず死なせたことが非常に悔やまれるが、羽化のポイントが光と水であることも判明した。成長の様子や習性の全容を解明できた収穫は大きい。来期は成虫まで育てて、飼育法を確立したい。

### 指導について

キバネツノトンボ研究4年目の今季は、昨年同様前年度レポートの中で「今後の課題」の筆頭としたテーマ、ついに、長年研究者の間でも謎のままとされてきた幼虫時代についての報告をまとめることができました。毎年一歩ずつ着実に前進が叶ってきていることは確かです。ただ、何と言っても残念だったのは、ようやく幼虫飼育が軌道に乗ってきて、安定的に育てられるところまで来たというのに、結果、1匹も羽化まで至らせてやれなかったことです。4年をかけてようやくここまで来て、最終的に待つことを断念し繭を切り開いて死んだ個体を確認した彼の悔しさは、筆舌に尽くしがたかったかと思えます。でも、うまくいかなかった時にこそ見つかる大きなヒントというものも確かにあり、これが研究を推進する要の力で、それをクリアするのが研究の醍醐味でもあるのだろうと、彼を見ていて感じます。

来季こそは羽化までを、彼の傍らで見届けられらるとても嬉しいです。 内山えりか

### 審査評

本研究はキバネツノトンボの生活史についての継続研究の4年目で、3年目の昨年は1等賞を受賞している。今年の論文も昨年に引き続いて新しい発見が示されているし、近縁なツノトンボやオオツノトンボとの比較も登場して、読み応えのあるものになっていることは言うまでもない。論文の「おわりに」に「1つのことを調べると、それが別のこの結果・考察・新たな仮説などにも繋がって広がるのが、とても面白い」と書かれている。これこそが継続研究の大切さであり、研究の進展とともに研究者としての資質を育てる原動力になっているのであろう。しかし、研究を続けていくうえで、試行錯誤の段階の次には、新たな仮説にもとづく実験的な問いかけも必要なのではないだろうか。ファーブルが昆虫達にユニークな問いかけをくりかえしたように。

審査員 邑田 仁

## 茨城県における季節来遊魚の到達から「暖水舌」発生の可能性を探る ～黒潮も遠い、台風も来ないのに季節来遊魚は必ずやって来る～

茨城県水戸市立第三中学校  
2年 宮本悠誠

### 【研究の動機】

夏になると、茨城県沿岸で、季節来遊魚が数多く確認できる。季節来遊魚とは、暖かい海に生息している魚が、黒潮や台風の影響で、茨城県沿岸に到達し、越冬できずに死滅してしまう魚のことである。しかし、黒潮が茨城県から遠くを流れていても、台風が1度も来ない年でも、毎年、季節来遊魚が採取できた経験から、黒潮本体とは別の流れがあるのではないかと調べたところ、黒潮本体から分離した「暖水舌」という潮の流れがあるという論文を見つけた。論文では、夏に「暖水舌」の発生は極めて少ないと書かれていたが、7月には黒潮に含まれる生き物である季節来遊魚が採取できていることから、黒潮は「暖水舌の発生」によって茨城県沿岸に到達していると仮説を立てた。

暖水舌の発生を確認するための指標として、季節来遊魚の到達を確認するとともに、季節来遊魚の到達前後の表面海水温度を「海洋速報」より調査し、海面温度のスポット的な上昇が確認できれば、暖水舌が発生した可能性が大きくなると考え、過去3年分の採取記録をもとに本調査に取り組んだ。

### 【結論と感想】

結果としては、季節来遊魚を確認した前後の海面温度は、周辺海面温度より上昇しているスポットが確認でき、暖水舌の発生が示唆された。なぜ、そのスポットが、周辺より海面温度が高いのか、河川の流れ込みの場合、水温は低下するはずであるし、太陽の熱といっても、これだけ広範囲に温度の上昇をさせるとは考えにくい。暖水舌が発生したと考ええるとスムーズに理解できる。また、暖水舌の発生以外にも、黒潮が流れ込む別のルートがある可能性を考えている。黒潮が派生した海流や鹿島灘は崖のように急激に深くなるため、海底部から上昇してくる黒潮の流れがあるかなど可能性は様々だ。今回に関しては暖水舌が発生した可能性が高いという結論に至った。

## 光ってる場合じゃない?! 紫外線による栄養損失とその推定 ～紫外線の研究パート7～

茨城県つくば市立谷田部東中学校  
2年 須田陽矢

### 【研究の動機】

理科の授業で「分解」を学習した際に茶色薬瓶の透光性について知り、家にある栄養ドリンクの瓶も茶色で

あることから、紫外線を照射するとどのような変化が起こるのか気になり試してみたところ、UV蛍光が見られ、内容物の色や香りにも変化が見られた。インターネットなどで調べた結果、UV蛍光はビタミンB<sub>2</sub>に起こり、またビタミンB<sub>2</sub>は光によって分解されてしまうことが分かった。このことからUV蛍光の強さが分かれば、ビタミンB<sub>2</sub>の量を測ることができるのではないかと思い、光電池を用いてUV蛍光の強さを数値化することを考えた。

### 【結論と感想】

栄養ドリンクにUVライトを当ててUV蛍光を起こし、そのUV蛍光を光電池のパネルに当てて発電させて得られた電圧を計測するという作業を、栄養ドリンクの濃度を変えて複数回行った。これらのデータから、栄養ドリンクに含まれるビタミンB<sub>2</sub>の量とUV蛍光による光電池の電圧との関係式を近似させて得ることができた。次に紫外線を継続照射した場合に栄養ドリンクに含まれるビタミンB<sub>2</sub>の量がどれくらい減少するのかを、この近似式を用いて計算し、特別な計測機がない自宅でもビタミンB<sub>2</sub>の測定に成功した。また家の中に他にもそのようなものがないか探したところ、ヨーグルトがUV蛍光を発すると分かったので、栄養ドリンクのときと同じようにUVライトを継続照射した結果、やはりUV蛍光が弱くなったため、同じ作業を行いデータをとれば、ヨーグルトについてもUV蛍光による光電池の電圧からビタミンB<sub>2</sub>の量を推定することが可能だと思われる。今後の課題としては、栄養ドリンクやヨーグルトといった扱う素材に応じてデータをとって推定するのはなく、素材が違って同様に推定できるように仕組みを考えることである。

## 線虫の記憶のしくみを探る

茨城県土浦日本大学中等教育学校  
3年 太田ことま

### 【研究の動機】

私は遺伝子について興味を持っていた。本校では、線虫を利用して研究を行っている。線虫はわずか302個の神経細胞からなるシンプルな神経回路しか持たず、様々な外部刺激を感知するため、線虫の嗅覚を利用して、大腸菌と納豆菌それぞれで育てた線虫が、飼育に使った餌を記憶するかを調べることにした。そして、記憶が成立するならば、飢餓状態に置くなどの刺激を与えて、記憶をなくさせて忘却のメカニズムについても調べたいと思った。また、この餌への条件付けがされていない幼虫を使って記憶が遺伝されるかについても調べ、記憶の伝達および記憶のメカニズムに迫りたいと考えた。

### 【結論と感想】

納豆菌で育てた線虫も、大腸菌で育てた線虫も餌を記

択では明るい方を好むことがわかった。このことから、私達の仮説は的中し、昨年の実験での結論が覆った。

## 光とウミホタル

— 視覚の謎に迫る —

東京都桜美林中学校 科学部  
2年 川口屋 奏・井川奏志・伊藤仁菜子  
1年 福井宙彦・山田理紗・本田絢音

### 【研究の動機】

中1で入部した科学部では、先輩方が過去にウミホタルの発光条件について調べた話を聞いた。初めてウミホタルが発する様子を見たときは、こんな不思議な生物がいることにとても驚いた。小学校のころも生物や科学についてたくさん研究していた私だが、科学部に入部するまでウミホタルという生物は知らず、謎にまみれたその生物を知り、興味が湧いた。ウミホタルの本を読んでみると、その小さな生き物の発光の目的が未だ詳しく解明されていないことを知った。そこで、実際に見て実験し、ウミホタルの光る理由を知りたいと考えた。また、小学校のころよりもレベルアップした場所で研究成果を発表したいと思い、研究を始めることにした。

### 【結論と感想】

ウミホタルは、青色光に対して素早く逃避行動を取ることが明らかになり、赤色光に対しては素早い逃避行動が見られなかった。この結果は、ウミホタルが光る理由を「他個体との危険のコミュニケーションのため」だとする説を支持した。得られた結果は、私たちの予想と一致し、とても興味深いと感じた。

本研究を通して感じたのは、実験は予想通りの結果を得られることもあるが、得られないこともあるということ、予想通りでないときも、考察し、また新しい実験を行い、前に進み続けることができること、そしてその繰り返しはとても面白いということである。身近な材料を使用しながら実験系を改良し続けることは楽しかった。また、長時間当て続けると赤色光にも逃避行動が見られ、生物の奥深さを感じた。

今後は、緑色など、他の色の光に対する行動や生きたウミホタルの出す光に対する行動にも興味がある。引き続き研究を続けて、ウミホタルの光に対する行動の謎を解明していきたい。

憶し、飼育時に与えられた餌の方向に移動することが分かり、その幼虫も100%親と同じ方向への移動が確認された。また、寒天への浸透の有無で化学走性に差が見られると考え、プラスチック板で餌と寒天を仕切り、餌の寒天への拡散を防いだが、線虫は空気を介して気体として餌の匂いを受容していると考えられた。線虫を飢餓状態に置いた後、餌の記憶を保持しているのか調べたが、親、子共に条件付けされた餌に向かうことが確認された。このことから12日間の飢餓では餌の記憶の忘却は起こらないことが分かった。

## カタツムリの観察パート8

埼玉県昌平中学校 2年 稲葉慶仁  
埼玉県松伏町立松伏第二中学校 2年  
松井花緒・今 朱花・石田峻敏・五十嵐勇真・山口大和  
埼玉県松伏町立松伏中学校 2年 松田海南翔  
埼玉県越谷市立新栄中学校 2年 黒柳樹希

### 【研究の動機】

ウスカワマイマイ（カタツムリ）を研究するきっかけは、7年前の2016年4月当時小学1年生だった稲葉慶仁が、通学路のコンクリートの上で、ウスカワマイマイを見つけたことから始まった。稲葉は、この小さくて身近な生き物がどんな生活をして、どんな特徴があるのか詳しく知りたいと思い、2016年夏から自由研究の題材として研究を始めた。それから3年生になるまで一人で実験を行っていたが、2019年から仲間を募り「カタツムリ研究調査隊」を結成した。現在は7名の仲間と共に月に3回集まり、学校のサポートを受けながらカタツムリの生態調査と、からだの仕組みや特徴に関する研究活動を行っている。8名それぞれが「身近にいるウスカワマイマイを研究すると、予想している姿が実験によって違う姿を見せてくれることに魅了され続けている」と意欲的に研究活動をしている。

### 【結論と感想】

生態調査では、ウスカワマイマイの個体数が多くみられる環境条件が気温20度前後、湿度70%前後であるということ、エビフラムを張って夏眠する条件は気温28度以上、湿度69%以下であること、エビフラムを張って冬眠する条件は気温11度以下、湿度63%以下であることがわかった。私達はこの結果を見て、夏は活動しているという予想が違っていたことがわかった。

昨年の実験で私達は「カタツムリは暖色を好む」と結論づけた。しかし、「本当にカタツムリの原始的な眼で様々な波長の光を判別することができるのだろうか」と、自分たちの研究結果に疑問を抱くようになった。今回の視覚実験では、「ウスカワマイマイは暖色を好むのではなく、強い光を好むのではないか」と仮説を立てた。実験結果から、ウスカワマイマイは、明るい・暗いの2

## 目指せさび博士！鉄バクテリアの謎を探る

新潟県南魚沼市立六日町中学校  
1年 今井秀音

### 【研究の動機】

小学校2年生の時に潜水艦のおもちゃが錆びたことをきっかけに錆に興味を持った。4年生の時に近所で錆びたような水たまりを見つけ、鉄バクテリアという微生物の存在を知った。鉄を酸化する生物がいることに感動し、それから鉄バクテリアをテーマに研究している。八箇峠の河原に鉄バクテリアの沈殿物が大量にあることが分かり、今年度は周辺の地層を含めた観察を行い、八箇峠の地層と鉄バクテリアの関係について考察した。昨年度から微生物発電を始め、鉄バクテリアがいる土の方が長期間安定して発電することが分かった。そこで、鉄バクテリアと発電菌が共存することで発電量が上がると予想し、日本科学未来館の「スーパー発電菌をみんなで探そうプロジェクト」にも参加して研究を続けた。

### 【結論と感想】

八箇峠には露頭が多く、鉄錆のような物が流れ出ている。露頭がある山側の川底は錆色で、露頭付近や河原の水たまりから鉄バクテリアが見つかった。地層には火山灰の鉱物が含まれ、鉄分が多い土地の可能性があると考察からこの地域は鉄バクテリアの生息に適していると考えた。微生物燃料電池の研究では、予想に反して鉄バクテリアの沈殿物を加えない田んぼの発電量が高かった。9月に入り加えた田んぼの発電量が上がってきたため、予想を完全には否定できない。田んぼにジオバクターなどの発電菌がいるなら、二価の鉄イオンを三価に変える鉄バクテリアは味方になるだろう。今後も鉄バクテリアと発電菌の関係について研究したい。

## ヌートリアの研究 part3

静岡県浜松市立篠原中学校  
2年 山下颯梧

### 【研究の動機】

小学5年生の時にヌートリアが自分の住んでいる地域で交通事故により死んでいた。本では、見たことがなかったため、ヌートリアがどんな生活をしているのか興味を持った。ヌートリアは、戦後に毛皮目的で南米から日本に輸入された動物である。そのヌートリアが自然界に放たれ野生化し、現在では、人間や日本の貴重な生態系に被害を与えてしまう動物とされ、特定外来生物に指定されている。

しかし、ヌートリアが捕獲される現場を見学するなど研究を進める中で、ヌートリアも私たちと変わらない生

きもので、人間に利用されただけの尊い命であるということを感じた。そのため、ヌートリアの命をむやみやたらに奪うことは正しくないと考えた。そのためには、これまであまり解明されていなかった、ヌートリアの生態を解明することが大切であると思い、今年の研究を行った。

### 【結論と感想】

今回の研究からヌートリアの生態について以下の11のことが分かった。主な内容は下記のとおり。

①ヌートリアは農作物のイネや海浜植物のハマゴウ、海洋に生息する動物性プランクトンの放散虫、海洋に生息する海綿を食べる。②ヌートリアは塩分濃度33.4%にまで生活できる。③ヌートリアは浜松市に進出するとき浜名湖(汽水湖)を泳いで渡ったと考えられる。④プラントオパールを抽出する方法でプラントオパール自体を溶かさず、鉄片が入らない過酸化水素水+塩酸法が最も有効である。⑤保護毛は水が反射して強くなった紫外線から身を守るため遮光性の役割がある。⑥保護毛は波、水の抵抗で変形しないようにするため毛の太さを太くし、中のコルテックス量を増やしている。⑦下毛は暖かな水、空気を蓄えるため複雑な構造にするため、先端をとがらせ、毛の太さを細くしている。⑧下毛は水を吸収しすぎないようにオルソコルテックス、バラコルテックスから成るバイラテラル構造になっている。⑨ヌートリアの毛は水をスムーズにおとし、体力の消耗を削減するために毛の先をつるつるさせている。⑩ヌートリアの毛は保護毛と下毛からなるダブルコート構造になっている。⑪ヌートリアの毛が海での生活に適していたこと、海のもの食べていたこと、高塩分濃度でも生活できるように適応していたことから、ヌートリアが海でも生活できることが分かった。

ヌートリア研究の第一人者である岡山理科大学の小林教授に聞いたところ、以上のことを証明した研究はないということが分かった。

## 朝顔の観察 8-2

～種を漂白剤に浸けると～

静岡県浜松市立雄踏中学校  
2年 有菌彩奈

### 【研究の動機】

小学1年生の時に2年生から朝顔の種をプレゼントでもらってから、8年間育てている。最初のころは芽が出たり、花が咲いたりするのがうれしくて毎日世話をして観察しているだけだった。小学3年生の時に「九州大学のホームページ」を見て、交配させると様々な朝顔が咲くことを知った。交配はなかなか成功しなかったが、成功した花が咲いた時には朝顔の美しさに驚いた。同時に自分が理想とする朝顔を育てたいと思った。そのために交配はもちろん、ほかの方法でも花の色、模様、形を変

形させるためにできることを調べてきた。

### 【結論と感想】

①種を漂白すると元の色には戻らない。②種を漂白した花の色は、全てピンク色、またはそれに近い色になった。③種を漂白する前は、花卉の色が1色だったが、色に濃淡が現れる花卉もあり、模様ができた花卉もあった。④漂白5回目は色があまり抜けなかった。

種を漂白剤に浸けただけでこんなにも花卉に変化を与えるなんて想像もしていませんでした。漂白剤の扱いを間違えると生態系に多大な影響を与えてしまうのではないかと感じてしまいました。漂白剤の使い方を考えて朝顔を作ってみたいです。

## 静岡食材で「宇宙日本食」開発への道 ～探究2, JAXA 宇宙日本食サンプルを完成させる～

静岡県静岡大学教育学部附属静岡中学校  
1年 増田結桜

### 【研究の動機】

私の夢は、「宇宙飛行士が幸せになる宇宙食を作ること」です。宇宙に興味を持ち、本を読み漁りました。その中の『宇宙のがっこう』（NHK出版）という本で、宇宙航空研究開発機構（JAXA）で働いている須永彩さんという方が、宇宙食の開発に関することをされている事が載っていました。

須永さんのメッセージの中で、「宇宙食の仕事は、宇宙飛行士に元氣と笑顔を届けられる仕事です」と書いてあり、私はその言葉に感動し、「私も宇宙飛行士が笑顔になるような宇宙食を作りたい!」と思うようになりました。私は、宇宙食の中でも「宇宙日本食」に注目し、私の大好きな「静岡みかん」が「宇宙日本食」に使えないかと思いました。私が作ったオリジナルの試作品をTV番組の企画でJAXAの審査チームの方や元宇宙飛行士の方に試食いただき、官能評価もしていただきましたが、結果はわずかに及ばず、不合格でした。

そこで今回は、本格的にJAXA宇宙日本食の認証に向けて、宇宙日本食の書類審査前に提出する「静岡みかんゼリー」のサンプル（試作品）のレシピを完成させることを目標にしました。

### 【結論と感想】

「探究1.最強の凝固剤を探せ!」「探究2.JAXA宇宙日本食サンプルを完成させる」とおして、適切な凝固剤、甘味料・糖度・粘度という面に着目し、実験や官能検査を行った。適切な凝固剤選びでは、4種類の凝固別の経時劣化状況を比較し、「アガー」を選定した。市販のゼリーに入っている甘味料の種類を調べたことで、多くのゼリーに入っていた「麦芽糖」「パラチノース」をみかんゼリーに活用することもできた。粘度の面では、アガー1～8g

を比較して最適な粘度を調べ、宇宙日本食である「リボビタンFOR SPACE」「LIFE STOCK」の粘度（スプーンから離れる速度）を調べることにより、宇宙日本食に適している粘度と食感を探究した。官能評価の感想で「やわらかすぎる」というコメントもあったため、経時劣化を観察しながら食感を確かめ、粘度の調節をしていきたい。

今後は、JAXAへの書類提出の仕様に合わせたみかんゼリーを引き続き探究して、今年度中に宇宙日本食のサンプルを完成させる。なお、私の宇宙日本食みかんゼリーは、本来廃棄するみかんの皮を入れることで食感やフレッシュさを実現している。みかんの皮は栄養価にも優れているためおいしく食べることでSDGsにも繋がる。また、私の宇宙日本食が認証された暁には、防災食や介護食にも技術が活かされる。

## セミの幼虫はどの器官で光を感じているか？

～セミの羽化の観察記録 6～

滋賀県立命館守山中学校  
1年 上野諒子

### 【研究の動機】

私は2018年から6年間、セミの研究をしてきた。2021、2022年には、セミの羽化と明るさの関係に注目し、セミがどのような明るさで羽化するかの実験を行った。その結果、セミの幼虫には明るいうちに集まる走光性という習性があること、セミの羽化に適しているのは強い明かりと影がセットになったところだということが分かった。しかし、なぜセミの幼虫が明るい羽化台に集まるのかは分からなかった。そこで、今回はセミの幼虫がどの器官で光を感じているのかを実験で確かめる。特に、セミの幼虫の触角、単眼、複眼と走光性の関係を明らかにしたい。そのために、①触覚なし、②単眼なし、③複眼なし、④触角・単眼・複眼すべてなし、⑤何も隠していないそのままという5種類の幼虫と、(A)とても明るい、(B)明るい、(C)暗いの3種類の羽化台を用意し、どの幼虫がどの羽化台で羽化に成功するか、実験することにした。

### 【結論と感想】

セミの幼虫は、光を感知する器官である単眼が使えなくても羽化に成功する確率は高く、他の器官を使って明るさを感知した可能性があること、触角はなくても羽化に成功する可能性が高く、触角はセミの羽化に大きな役割を果たしていないこと、触角・複眼・単眼のすべてが使えなくなると羽化の成功率はかなり低くなり、複数の器官が使えないと羽化に必要な機能を補いきれなくなることが分かった。また、セミの幼虫は、明るい場所の方が羽化の成功率が高くなることも改めて確認できた。

実験結果は仮説とは異なるものが多く、セミの幼虫の器官がどのように機能しているのか、さらに興味がわいた。今後は、昆虫の環境世界を理解し、昆虫の体表にある感覚器の働きについても考えたい。

---

小学校の部

---

# 世界に広まれ、「しがきん」の発こう力！ ～日本初のにゅうさんきん図かん～

京都府同志社小学校 4年 清水結香

## 研究の目的

私には将来、「しがきん」ですべてのがんを治したいという大きな夢がある。

私が住む滋賀県には、日本で最も古いおすし「ふなずし」がある。ふなずしは絶滅危惧種の琵琶湖固有種ニゴロブナと、ご飯を漬け込んで乳酸菌を発酵させる、世界でも滋賀県にしかない伝統食だ。「いい」と呼ばれるご飯部分には約200種類の乳酸菌が生きていて、その約



200種の乳酸菌に「しがきん」という名前をつけた。

そして、しがきんが「強い酸味と発酵力を持ち」、「胃酸にも負けず腸まで届いて」、「滋賀県の人たちの腸内

環境を整えて免疫力を上げ」、「滋賀県の人たちのNK細胞を活性化させてがん細胞への攻撃を助けている」という仮説を立てて研究を始めた。

なぜなら滋賀県は1990～2015年の統計で平均寿命と健康寿命が全国1位、2021年の統計でもがんによる死亡率やがん罹患率が全国的に低い。今回の研究からは約200種のしがきんを同定し、がん細胞への攻撃を手助けする可能性がある、しがきん図鑑を作りたい。

## 小学3年生の研究

コロナ禍でうち時間が長くなった時、「はたらく細胞」というテレビアニメを観て乳酸菌を知った。アニメでは乳酸菌が人の体の細胞と協力して、がん細胞を攻撃するNK細胞を助けていた。なぜ乳酸菌はNK細胞を活性化させ、がん細胞への攻撃を助けるのか、不思議に思った。そこで人の体のなかで乳酸菌がどう働いて、がんという病気を防ぐのか調べることにした。

しがきんの発酵力を調べる実験では、しがきんは「すっぱさ」「エサ（エサとする糖の種類）」「温度」「発酵」の4点でとても強いことがわかった。

また、参考文献『ウイルスに負けない免疫力を鍛える！』（エイ出版社）から順天堂大学の竹田和由先生を

知り、手紙を書いて指導をしていただいた。そして、しがきんはpH2.8（pHは酸性の度合いを表す値、7.0が中性で数値が低ければ低いほど酸性強度が高い）というとてもすっぱい乳酸を作ることで、他の菌が生きられない環境を作り出すことがわかった。また、生きたまま腸まで届いて免疫力を高めたり、NK細胞を活性化してがん細胞への攻撃を助けたりする可能性もあるという。

## 乳酸菌とは何か

### ● 乳酸菌の特徴

乳酸菌は糖類を発酵して乳酸を作り出す、小さな生物のことだ。乳酸菌の特徴は7つある。

①グラム染色はおもに細菌類を色素で染色し、細菌を分類する基準のひとつ。細胞壁の構造を確かめ、細菌類を大きくふたつに分類する。乳酸菌は細胞壁が分厚いため、青く染まったままの陽性となる。

②乳酸菌の細胞の形は細長い桿菌もあり、丸い球菌もある。代表的な桿菌の乳酸菌にラクトバチルス属、代表的な球菌の乳酸菌にラクトコッカス属がある。

③微生物が持つカタラーゼは過酸化水素を水と酸素に変える酵素だ。乳酸菌は空気が少なくとも生きていけるので、カタラーゼは持っていない。

④乳酸菌は芽胞（生きられない環境になった時に生きながらえるために作るカプセルのようなもの）を作らない。

⑤乳酸菌のほとんどは自分から動かない。

⑥乳酸菌は分解したブドウ糖の50%以上の乳酸を作る。乳酸菌がブドウ糖を発酵させるとpHを下げ、すっぱい環境が作り出される。

⑦乳酸菌は生きていくために糖類だけでなく、ビタミン類のナイアシンを必要とする。

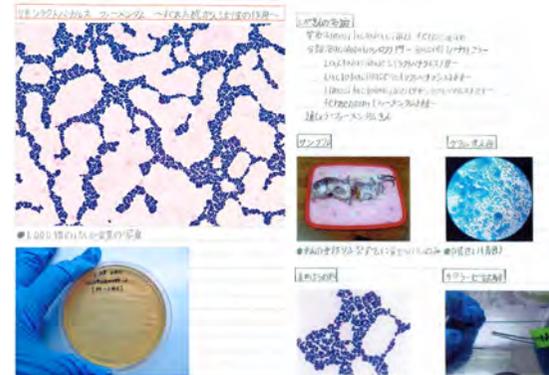
### ● 乳酸菌の分類

細菌には「門」「綱」「目」「科」「属」「種」「株」の分類階級がある。最上位が門、最下位が株で、株まで調べるのはとても難しい。人間に例えると「世界中にいる約80億人が属」「日本人約1億人が種」「清水結香というひとりの個人が株」というイメージだ。

### ● 乳酸菌の特徴

項目	性質
グラム染色	陽性
細胞の形	桿菌、球菌
カタラーゼ	陰性
芽胞	作らない
運動性	通常なし
乳酸	ブドウ糖比50%以上
ナイアシン	必要

● しがきん M コロニーの図鑑



2010年11月までに報告された乳酸菌の属は30を超え、2020年4月にはそのなかのラクトバチルス属が再分類されて、23の新しい属が提案されている。2020年3月時点でラクトバチルス属の細菌は261種あり、乳酸菌のなかでは大きな属となっている。

### ● 乳酸菌の同定と専門書

乳酸菌の同定とは、名前がわからない乳酸菌が、これまで発見されているどの乳酸菌なのかを決める作業だ。乳酸菌を同定するために、16srRNAという遺伝子配列を分析する方法が利用されている。

日本乳酸菌学会や腸内細菌学会の公式サイトや機関誌に、近年乳酸菌の培養や分析の研究が足りていないことや、新種の乳酸菌が増え続けていることが掲載されていた。そのせいか、滋賀県立図書館や国立国会図書館で調べても、乳酸菌の図鑑や専門書、乳酸菌の種の名前が掲載された日本語文献、論文は見つけられなかった。

## しがきんの図鑑づくりの準備

乳酸菌を分類するための専門書がないと、せっかくしがきんのなかから細菌を見つけても、それが何という菌なのかわからない。しがきんからNK細胞の活性化を高めてがん細胞の攻撃を手助けする乳酸菌を見つけ出すた

● しがきん SS コロニーの図鑑



めに、私がしがきんの図鑑を作ろうと思った。図鑑を作るためにはまず、しがきんを培養、生菌数を測定し、菌を同定することが必要だ。

## 培養と菌数の算出

しがきんの培養実験は、小学3年生の研究でも協力いただいた株式会社ヤサカのアレルノン食品事業部研究施設でやらせていただいた。今回の実験で使ったサンプルは、小学3年生の研究で私が手作りしたふなずしだ。ニゴロブナの塩漬けをご飯と一緒に漬けて、初夏から冬にかけて毎日水を替えて作った。

株式会社ヤサカの中井重人さんに教えてもらいながら、培養実験を行った。純水や寒天などの材料から、しがきんを培養する培地を作ることから始め、プラスチックシャーレにMRS寒天培地を作った。

次に、サンプルの私が手作りしたふなずしの「いい（ご飯）0.06g」へ生理食塩水を加えることで、サンプルを10倍、100倍、1000倍、1万倍、10万倍に薄めた検体を作った。MRS寒天培地に5種類の検体をそれぞれたらして植菌し、37度にセットしたインキュベーター（温度を一定に保つ装置）に24時間入れて培養した。

培養の結果、100倍に薄めた検体のシャーレに1個の

コロニー（培養して目に見える形にした菌の集まり）ができていた。しかし1万倍と10万倍の検体にコロニーはできず、10倍と1000倍にはコロニーかどうかわからない小さな点があるだけだった。検体を植菌する前、ガスコンロの火でコンラージ棒を焼いて滅菌した時に、よく冷まなかったことが原因だと考えられる。

この実験は失敗したため正確な数値を出すことはできないが、サンプルの生菌数は次の計算式で求める。

コロニーの数×薄めた倍数=検体0.1ml中の生菌数

通常、最もコロニーを数えやすい希釈率のシャーレを選んで算出する。今回は100倍の検体にコロニー1個しかできなかったのでコロニー1個×100倍=100、検体0.1ml中のしさがきん生菌数は100ということになる。

### 同定のための試験①

株式会社ヤサカは社内で菌の同定をしていなかったため、3年生時にもお世話になった順天堂大学の竹田先生に相談してみたところ、大手食品メーカーの乳酸菌研究所に協力いただけることになった。大手食品メーカー乳酸菌研究所へ「私が手作りしたふなずし」サンプルと、私が培養した希釈率100倍、希釈率1000倍のMRS寒天培地を届けると、コロニーがたくさん出ているMRS寒

天培地5枚を作っていただけで、

乳酸菌研究所からいただいた5枚のシャーレには、それぞれ1株だけのしさがきんのコロニーができていた。いったん培養してできたコロニーからひとつを選び、再度培養することを分離培養といい、分離培養すると1株だけのコロニーができる。分離培養は乳酸菌研究所の研究者、山本恵理さんと小泉明子さんにいただいた。そして、いただいた5枚のうち、私が培養した希釈率100倍・培養温度37度から分離培養したものを「Mコロニー」、私が培養した希釈率1000倍・培養温度37度から分離培養したものを「SSコロニー」と呼ぶことにした。残り3枚は山本さんや小泉さんが培養から分離培養まで手がけたもので、サンプル冷凍「いい」希釈率100倍・培養温度37度の菌は「①-1・37℃コロニー」、サンプル冷凍「いいと魚」希釈率1万倍・培養温度37度は「①-2・37℃コロニー」、サンプル冷凍「いいと魚」希釈率10倍・培養温度30度は「①-2・30℃コロニー」と呼ぶことにした。

#### ●乳酸菌の簡易同定

最初に、5株が乳酸菌の特徴を持っているのかどうか、調べてみた。まず株式会社ヤサカの指導で行ったのが、グラム染色だ。5株のコロニーの一部をそれぞれスライドガラスに固定し、青い染色液で染めた後に色を抜く。細胞壁が厚い陽性の菌ならば青、薄い陰性の菌ならば赤

色に染まる。400倍の顕微鏡で観察すると、5株はすべて青く染まっていて、乳酸菌の特徴を備えていた。

続いて大手食品メーカーの乳酸菌研究所の指導で、5株の細胞の形を確かめた。1000倍の顕微鏡で観察し、パソコンで写真を撮ると、5株は短桿菌、長桿菌、小桿菌、球桿菌、桿菌で、乳酸菌の特徴を備えていた。

過酸化水素を酸素と水に変えるカタラーゼの有無を調べる試験は、株式会社ヤサカで行った。コロニーの一部をオキシドールに入れると陽性なら泡が出るが、5株はすべて陰性で、乳酸菌の特徴を備えていた。

以上の3種の簡易同定試験の結果から、5株のしさがきんは乳酸菌と同定できた。

### 同定のための試験②

#### ●しさがきんはどの糖を食べているか

最後に、菌名検索用アプリケーション「アピウェブ」の簡易同定キットを使って、5株のしさがきんがラクトバチルス属の乳酸菌かどうかを調べてみた。5株のコロニーをキットを使ってさらに48時間培養すると、5株の菌が全49種類ある候補の糖のうち、どれをエサにして乳酸を作ったか、色でわかるようになる。その糖をエサにしたら黄色になり陽性、しなかったら紫色で陰性を表し

#### ●しさがきん①-2・30℃コロニーの図鑑

#### ●しさがきん①-2・37℃コロニーの図鑑

#### ●しさがきん①-1・37℃コロニーの図鑑

ている。この実験も、株式会社ヤサカで行った。

その結果、私の手作りしたふなずしから分離培養した5株のしさがきんはすべて、49種の糖のうちそれぞれのエサを選んで発酵し、どれかで陽性反応を示していた。

#### ●同定結果

アピウェブでそれぞれの菌がどの糖に陽性を示し、どの糖に陰性だったかを記入すると、その菌がアピウェブのデータベースにある菌種のどの分類群に近いかが、同定結果が示される。「%ID」（同定確率）と「T」（T値・その菌種の典型的特徴にどれくらい近いか）で、信頼できる同定結果かどうか判断でき、「%ID」は80以上で信頼でき、「T」は1に近いほど分類群の特徴が表れていることを示す。逆に、「T」が0に近くなるほど、その株が珍しい特徴を持っていることもわかる。私の手作りしたふなずしから分離培養した5株のしさがきんを検索したところ、すべてラクトバチルス属の菌種と同定できた。完成した日本初の図鑑は写真のとおりだ。

### 指導について

清水結香さん、「文部科学大臣賞」誠にありがとうございます。2022年にお会いした時は「お米のヨーグルト」を発酵させる夏休みの講座でしたが、多種多様な植物性乳酸菌の形状について矢継ぎ早な質問をされて困られましたね。

これは滋賀県の伝統食品の「ふなずし」の菌を応用した食品作りの体験講座でしたが有用性に着目され、その植物性乳酸菌を研究したいと思う意思是固く、2023年には研究の方向を菌群の同定へと示されました。

DNAの世界のお話をした所、自分で道筋をつけて来られたのには驚かされました。

私共の小さな培養室を提供した所、どんどん研究を進められたのには更に驚かされました。

乳酸菌を始め、菌の世界は謎が多くて分からない事ばかり。今後も研究に駒を進めて下さる事を願ってやみません。

株式会社ヤサカ 会長 八坂正博

### 審査評

文部科学大臣賞受賞おめでとうございます。病気で亡くなった親戚の方への自然免疫であるNK細胞の活性化に寄与することをねらった小学校3年生から始めた研究です。

ふなずしの飯(いい)に含まれる約200種類の乳酸菌「しさがきん」があるらしいことから、自らふなずしをつくり、その飯(いい)から5菌株の「しさがきん」の図鑑を策定している力作です。図鑑には、10の観点から探究して情報を掲載しています。その探究のプロセスで素晴らしいのは、研究の動機を裏付けとしてふなずしを多く食している滋賀県の統計的なデータに基づいて進めていること、追究の過程で出てくる培養、生菌数の測定などの概念と同定方法を明確にして進めていること、しさがきんの図鑑が策定されていないことを国会図書館まで検索して無いことを確認していること、実験など指導や方法を民間の会社の方や大手の企業などの研究所の研究者や大学の先生からのアドバイスや協力を得ながら確実に推進しているパワーは素晴らしい、かつ失敗にも学び緻密な探究心には、作品を読みながら感嘆の声をあげてしまいました。さらに、琵琶湖の沖島を訪れた時に分けていただいた「ふなずし」の味を思いだしながら作品を読ませていただきました。 審査員 小澤紀美子

# ～シマミミズちゃんの手もおかりして～ わたしだけのオリジナルひりょう

富山県富山大学教育学部附属小学校 2年 中山桃嘉

## 研究のきっかけ

おばあちゃんの家の裏庭で、大きなバケツをひっくり返したような謎の入れ物を見つけた。それはひいおばあちゃんが15年ほど前まで、庭の落ち葉を入れて使っていたコンポストだった。また、小学1年生の時の担任の先生は、野菜くずやコーヒー豆のかすを堆肥にしていた。さらにお母さんのアメリカの友人の家には、野菜くずを食べるミミズがいて、そのミミズが肥料を作ってくれるそうだ。そんな話を聞いて、落ち葉や野菜くず、コーヒー豆のかすから肥料ができるってどういうこと？面白そう！肥料を作ってみよう！と思った。野菜くずが肥料に変身したら、地球にも体にも時々生ゴミを出し忘れる家族にもよいことだらけ。オリジナル肥料を作ってみよう！と研究を始めた。

## 理想の肥料とシマミミズ

私だけのオリジナル肥料を作るには、何を指せばよいただろう。次の4つが理想だと思った。

- ①くさくならない
- ②早く肥料ができる
- ③手間がかからない
- ④育てたい野菜が元気に育つ

まず最初に、4つの性質を備えた理想の肥料は「ミミズが野菜くずを食べることができる肥料」なのではないかと予想した。野菜くずを食べるミミズがいないか調べると、ツリミズ科のシマミミズが野菜くずを食べ、ミミズ入りのコンポストに使われていることを知った。

シマミミズは畑や道路で見かけるフトミミズより細くて短く、体長は5～10cm。くさいにおいはせず、生ゴミや落ち葉、草などを食べる。土がない環境でも生きられ、糞は作らない。

ただ、シマミミズにも好き嫌いはあって、コナツの繊維(すみにかするとよい)、果物、野菜くずは好き。

たまねぎ、長ねぎ、にんにく、唐辛子、しょうが、味付けの濃いものは苦手。柑橘類の皮や水以外の液体(ジュース)などは与えてはいけないという。

## 理想の肥料を作るための実験

### ●比較実験の準備

まず、下のような構造の「ミミズあり」と「ミミズなし」のコンポストを、それぞれ4つずつ作る。



次に、肥料のもとになる4種類の素材「野菜と果物の皮やへた」「落ち葉」「草」「コーヒー豆のかす」を用意し、4つずつある「ミミズあり」「ミミズなし」のコンポストにそれぞれ入れる。

8つのコンポストの①において、②入れた素材がどれくらいの日数で分解されなくなるか(変化するか)、③将来的に十分な肥料ができたなら、その肥料で野菜がすくすく育つのか、を比べたいと思った。④「ミミズあり」と「ミミズなし」では、かかる手間に差があるかも比べる。

### ●比較実験の方法

8つのコンポストは自宅の室内に置き、室温はシマミミズが好む25℃に設定した。シマミミズが湿った環境を好むので霧吹きで水をかけ、湿っぽい環境も整えた。コンポストのにおいや見た目の変化を、素材を入れてから25日間、自分の鼻や目で確かめて記録した。

コンポストに入れる素材のうち「落ち葉」「草」「コーヒー豆のかす」は同じ実験を2回繰り返して比較し、「野菜と果物の皮やへた」は3回繰り返して比べてみた。

「草」「コーヒー豆のかす」は1回目の実験結果を考慮して、2回目は入れる量を減らした。また、「ミミズあり」のコンポストは、シマミミズが表面のものを食べるので、3回の実験ともコナツ繊維の上に素材を置くようにした。「ミミズなし」のコンポストのほうは、1回目の実験では素材をコナツ繊維のなかに入れて毎日かきまわし、2回目はコナツ繊維のなかに埋めたままに

し(時々掘った)、3回目は繊維の表面に置いてみた。

## 比較実験①②④の結果

### ● ① においの比較実験①の結果

8つのコンポストのにおいを毎日、目かくしをして確かめた結果、一番におわなかったのは「ミミズあり・野菜と果物の皮とへた」だった。「ミミズなし」のコンポストは2回目に素材を埋めるとあまりにおわなくなった。くさくなった場合でも、入れたものが細くなるにつれてにおいはなくなっていった。素材を入れてから25日後には、どのコンポストもおわなくなっていた。

### ● ② 変化の比較実験②の結果

8つのコンポストの様子を毎日観察し、室温やコンポスト内の温度をチェックした結果、「ミミズあり・野菜と果物の皮とへた」が最も早く分解された(早い時で5日でなくなった)。「ミミズなし」では、毎日かきまわすと早くなくなった。「ミミズなし」でも「野菜と果物の皮とへた」が7日目でなくなるなど、早く分解された。

そのほか、次のようなこともわかった。

ミミズは軟らかくて甘いものなら食べるのが早く、硬いものは食べるのが遅い。ミミズは「落ち葉」と「草」を腐ってから食べ、食べ終わるまで時間がかかる。ミミズがいるとコンポストの中に小さな生き物が増え、きのこが育ちやすい。ただし白かびはミミズがいなくても生えていた。ミミズは「コーヒー豆のかす」を入れると脱走しやすい。ミミズが集まる場所や、入れた素材が腐っている場所は、周囲に比べ温度が少し高い。ミミズのふんが増えると、表面が茶色からこげ茶色になる。

### ● ④ 手間の比較実験④の結果

「ミミズ入り」と「ミミズなし」コンポストにかかる手間を比べると、「ミミズ入り」は毎日かきまわさなくてよく、腐ったにおいもなく、できた肥料をすぐ使えるよ

さがある。「ミミズなし」のほうは、コンポストの仕組みが単純という長所はあるが、毎日かきまわす必要があり、腐ったにおいも、肥料が使えるまで3週間から3か月はかかってしまう。「ミミズあり」の欠点はミミズが脱走しやすいこと、ミミズが生きるために水分管理が必要で1週間以上は家を空けられないことだろう。

## 感想

できた肥料で野菜の栽培実験を行いたかったが、肥料も時間も足りなかったため、今後の実験でオリジナル肥料を完成させたい。最初は、「ミミズが野菜くずを食べることができる肥料」が効果がありそうだと思っていた。実験後のいまは、きのこがたくさん生えてきた「ミミズあり・落ち葉」のほうの効果的ではないかと考えている。

## 指導について

中山さんは、「肥料作り」に関心をもち、野菜や果物、花が元気に育つ肥料を作ることを目標にしました。条件設定の後、すぐには結果の出ない生物分野の問題解決に、粘り強く取り組んでいます。

肥料作りの手順や材料を調べ、シマミミズの有無の条件を整えて実験しました。また、事実を得る視点として、においの強さの比較、野菜くずや落ち葉を入れた物の様子の変化を定め、継続して観察しました。中山さんの問題解決は、まだまだ続いており、作った肥料を実際に使って植物の育ちを調べようと、目当てを新たにしています。自分の調べたいこと、興味のあることにとこののめり込んでいるのが、よく分かります。

日頃から何事にも全力投球する姿が光る中山さんのよさが、この研究を通して、さらに磨かれました。そのよさを、日々の授業や科学作品の作成等、これからの学びに生かしてほしいです。富山大学教育学部附属小学校 教諭 保井海太郎・山崎裕文

## 審査評

中山さんがおばあちゃんの家で見つけた「謎の入れ物」は、落ち葉から堆肥を作るための容器でした。学校の先生が野菜くずやコーヒー豆のかすを堆肥にしていたり、ミミズが野菜くずを食べる肥料にしてくれることも知りました。落ち葉や野菜くずが肥料に変身することに興味を持った中山さんはこの研究を始めました。肥料の材料として、野菜くずと果物の皮、落ち葉、草、コーヒー豆のかすの4つに、それぞれシマミミズを加えたものと加えないものの合計8つの実験装置を作りました。それから材料ごとのにおいの変化、材料が無くなるまでの日数などを毎日観察しました。その結果、野菜くずと果物の皮にミミズを加えたものが一番おわず、また一番早く無くなるのが分かりました。

これらの実験の手順は科学の手法に従っており、得られた結果の信頼性は高いと思われます。できた堆肥の量が少なく、肥料としての効果を確かめることができなかったのが残念でしたが、中山さんの熱意がよく感じられる作品になっています。中山さんのオリジナル肥料の効き目を今後の研究で明らかにしてくれることを期待します。 審査員 友国雅章

## ナミアゲハのサナギになる場所の見つけ方

大阪府堺市立平尾小学校 6年 藤岡まどか

## 研究の目的

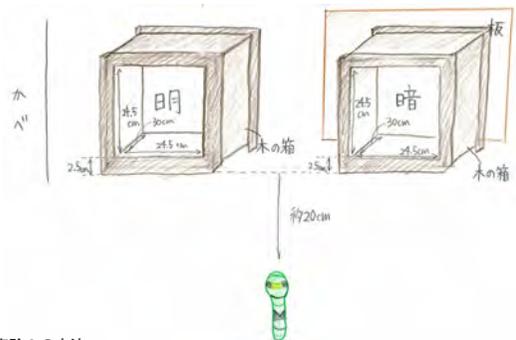
小学3年生の時から、ナミアゲハの幼虫を家の玄関で飼育している。ナミアゲハの幼虫はサナギになる直前に液状便（消化管に残る老廃物をすべて出す、以下ガットパーズと呼ぶ）をし、木を降りサナギになる場所を探しに出発する。場所を探して一生懸命歩く様子は、胸にぐっとくるものがあり、無事にサナギになってほしいと願う。しかし幼虫たちは隠れて歩くのがうまく、いつも見失う。サナギになる場所は予測不可能ともいわれている。

玄関の幼虫がサナギになる場所を探す時、外へ出られないと天井や机の脚、格子戸のすき間などでサナギになっていた。玄関が開いていたり、ちょうど見つけたりして外の地面に置くと、どの幼虫も必ず木や草のほうへ行き、家へ戻る幼虫は1匹もいなかった。それを見て、幼虫は行きたい方向があるのではないかと思った。場所の選び方は予測不可能ではなく、習性があるのではないかと、あるならば見つけたいと、実験をすることにした。

## 実験1～3

## ●実験1～3で調べたこと

実験1～3では幼虫は行きたい方向を「色で選んでいるのか」「材質や高さで選ぶのか」「明暗で選ぶ可能性はあるのか」について調べてみた。実験1は縦30cm×横21cmほどの黒、赤、緑、青、黄の色画用紙を、草むらに横一列に立てかけて並べ、ガットパーズをした幼虫を画用紙から50cm離れた場所に置いて自由に歩かせてみた。実験2は、高さ70cm×幅10cm×厚さ1cmほど



実験3の方法

の木の板を草むらに立てかけ、ガットパーズをした幼虫を50cmほど離れた場所に置いて自由に歩かせてみた。実験3は内部が明るい木の箱と暗い木の箱を壁の横に置き、ふたつの箱から均等に20cmほど離れた場所からガットパーズをした幼虫を歩かせた。

## ●実験1～3の結果

実験1の結果、幼虫は画用紙を避けるように草のほうへ歩いて行った。実験2の板には幼虫は昇った。最も高い地点まで昇って何かを探そうにしていたが下へ降り、再び昇って地面へと降りてしまった。実験3のふたつの箱に幼虫は入ろうとせず、箱の前を沿うように壁のほうへ歩いて行った。幼虫は、色や明暗だけで行く方向を選んでいないのかもしれない。

## 実験4～6

実験4ではまず、ほぼ同時刻（前後30分）にガットパーズをした幼虫2匹（R1号、R2号と命名）を家の軒下に置き、自由に歩かせるとどう行くかを調べた。家の壁から草むらまで2mの軒下で、壁が左、草が右にある地点から2匹並べてスタートさせた。すると2匹とも壁のほうへ歩いて行った。再度、スタート地点に戻しても調べたが、全く同じ進路を辿って壁へ歩いて行った。

そこで実験5では、幼虫は一度自分の通った道が分かるのかを調べてみた。実験4とは別の個体（R3号）がR2号の100分後にガットパーズをしたので、実験4と同じ位置から自由に歩かせてみた。前の2匹と同じように壁へと歩いたので、再度スタート地点に戻して観察したところ、やはり全く同じ道を通って壁へ向かった。ただ、R3号のスタート地点をR1号2号の中間にしたせいか、3匹は同じ方向へ向かったものの、それぞれ違う進路をたどった。このことから、幼虫は自分の通った道と他の幼虫が通った道を、区別しているのではないかと思った。

そこでR3号の30分後にガットパーズをしたR4号を、R3号のスタート地点に置いて自由に歩かせてみた。するとR3号の道から外れ、逆方向の草むらへと向かった。この結果から、幼虫は移動する時にガのフェロモンのようなものを出している、他の幼虫が通った道をあえて避けていると考えた。R4号の19時間25分後にガットパーズをしたR5号をR3～4号のスタート地点から歩かせてみると、R4号とは違う進路で草むらのほうへ向かった。さらにR5号を壁へ向けて置いてみると、Uターンして

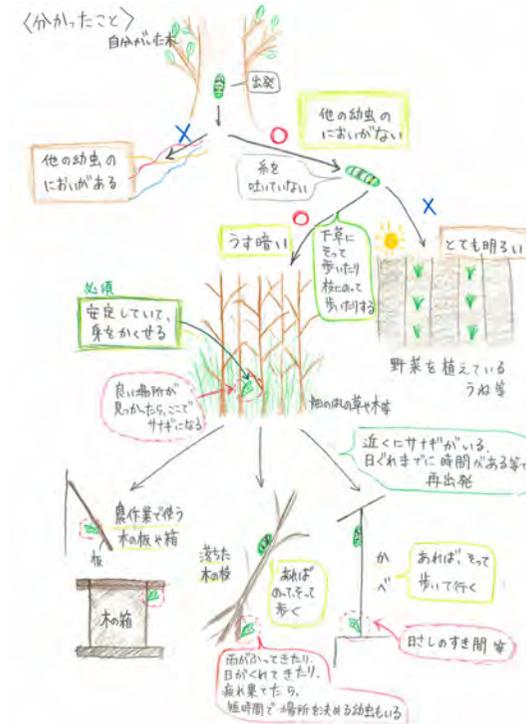
1回目の自分の道をたどり、草むらへ向かった。幼虫が、自他の進路を把握しているのは明らかだと思われた。

ナミアゲハの幼虫は歩く時に糸を吐き、その上を歩くといわれている。糸に個体のおいがついていて、においを頼りにしているのだろうか。実験6ではガットパーズをした幼虫7匹を黒い画用紙の上を歩かせ、糸を吐いているのかどうかを観察した。すると頭を振らず速く歩く時は、糸を吐いていなかった。頭を振ってゆっくり歩く時は糸を吐いていた。観察した7匹はすべて、黒い画用紙に置いた直後の10秒ほどに糸を吐いていた。

## 実験7～9

実験7では越冬する幼虫がどんな場所で落ち着き、サナギになるのかを調べた。実験3で使ったふたつの木箱をくっつけて並べ、箱と箱の間に3cmほどのすき間ができるようにし、ガットパーズをした幼虫をひとつの箱の上面に置いた。すると幼虫は箱のすき間の下のほうへ移動し、そのまま外へ出ようとしなかった。しかしひとつの箱をどけ、すき間がない状態にすると、幼虫は落ち着かず箱から降りようとした。サナギになる時の幼虫はすき間と安定した木、薄暗い場所を好むのかもしれない。

それを裏付けるために実験8では、ベニヤ板にガットパーズをした幼虫をのせ、幼虫が裏側になるように壁に立てかけてみた。薄暗く安定した木のすき間にいる格好



幼虫がサナギになる場所を見つける概要図

になった幼虫は少しウロウロしたもの、外へは出てこなかった。ただ、ガットパーズをした直後の幼虫は、同じ実験ですき間から外へ出てくるのが分かった。

実験9では、ガットパーズをした10匹の幼虫を対象に、進路が壁と草に加えて、木（高さ約2mのしゅろ竹）、庭石、庭木の選択肢がある場合、どこへ行ってサナギになるのかを調べてみた。すると、10匹すべてがしゅろ竹へと向かい、なるべく他の個体とは距離を置くようにサナギになった。ナミアゲハには、縄張りがあるようだ。雨天に2匹で同様の実験を試みたが、その時はしゅろ竹より近場の低い場所で前蛹になろうとした。しゅろ竹はそれなりの高さもあり、枝がそれほど混み合わず、羽化にも適しているのでは選ばれたのではないかと。雨の日は短時間で場所を選んでいないのではないかと思う。

今回の研究でわかった幼虫がサナギになる場所を見つかる概要図が、左下の図だ。

## 指導について

恩師から教えて頂いた「よく見て考えて、自分から見つけていこうとする力をつける」を念頭に、自然に向き合うようにしてきました。本研究における飼育や実験の環境は、少しでも自然に近い状態できるように、試行錯誤を続けました。屋外の飼育は蜂や鳥に食べられてしまって断念し、幼虫のいる枝や植木鉢ごと玄関に置き、昼間は戸を開放して飼育しました。

興味は沢山あったのですが、幼虫は家族の一員になっていたため、標本を作る等の実験はできないと本研究を行いました。各実験において、写真やビデオは撮影していたのですが、自分でよく見て表現させたかったので、あえて手書きやスケッチで続けました。

幼虫を飼育して実験や観察を行って5年になりますが、研究を続けるために、必要な食草の木を畑や庭に植えるなど、家族も沢山協力してくれました。多くの先生方にも支えて頂きました。皆様のおかげでできた研究です。心から感謝を申し上げます。

藤岡充代

## 審査評

3年生のときから続けているナミアゲハの研究です。これまでの飼育観察の経験から、幼虫が蛹になる場所をどうやって見つけるのに興味を持ち、実験を通して明らかにしようとしています。幼虫から蛹に変化する際の液状便排出（ガットパーズ）のタイミングに注目し、ガットパーズ後の幼虫が、におい、明暗、色、音、対象物の高さ形等の何かを感じて行きたい方向を選んでいるのではないかと考えさまざまな実験を行いました。これらの実験の結果を進める中で次なる疑問が生じ、幼虫がどこを通るのか、自分の通った道を認識するのにかについても実験的に明らかにすることを試みました。また、最終的にどのような場所で蛹になるかを実験的に調べた結果、すべての幼虫がシュロチクのそれぞれ別の程で蛹になりました。これらの結果から、ナミアゲハの幼虫は他の幼虫が通った道を何らかの物質で認識しそれを避ける行動をとることで、結果的に蛹化場所が分散したと考察しました。この研究では、自然の状態の観察から生じた疑問を、さまざまな視点の実験を積み重ねることで粘り強く明らかにしていこうという姿勢が高く評価されました。新たな疑問も湧いており今後の研究に期待します。 審査員 木部 剛

## カブちゃんとおぼくの成長記録④

京都府京都市立西院小学校 3年 矢野翔大

## 研究のきっかけ

3歳の時から6年間、カブトムシを飼育して観察している。カブトムシは幼虫期に、大量のフンをする。最初のころはフンを小分けにするなど工夫して、家庭用ゴミに出していた。でもフンばかり出すのも心苦しく、両親はフンの処理に悩まされていた。そんな両親の悩みを解決したいと思い、フンを何かの役に立てられないかと、研究や実験を始めた。今回は4年目の研究になった。

## これまでの研究

1年目の研究の目標は「カブちゃんのためになるもの」で、カブトムシの幼虫のフンを食べてくれる生き物を飼育した。2年目の目標は「ぼくのためになるもの」で、カブトムシの幼虫のフンで「炭」や「着火剤」などを作ってみた。3年目の目標は「人のためになるもの」で、「線香」や「うっそば」（フンを練り込んだうどん）を作った。フンの無菌化に成功して、食品化に一步前進した。

カブトムシの幼虫のフン研究を始めてから、フンを土に混ぜて、家庭菜園の野菜や果物（全25種類）を育てるためにも使ってきた。収穫した野菜を食べるだけでなく、カブトムシの幼虫のフンそのものはどんな味がするのか、食べてみたいという気持ちが研究の最初からずっとあった。3年目の研究ではフンを無菌化し、フンを食べることに成功した。

## 4年目の実験

## ●実験1

カブトムシの幼虫には以前、高野豆腐や納豆を食べさせたことがあった。家庭菜園で育った野菜をパウダー状にして、いつも使っているマット（土）に混ぜて食べさせたらどうなるか、調べたいと思った。フンは野菜と同じ色になるのか、においはするのか。フンに風味があれば食品化により役立つかもしれない。

混ぜる野菜パウダーには、ニンジン（赤）とコマツナ（緑）を選んだ。2022年8月から2023年5月まで、幼虫2匹ずつに3回、同じ分量を混ぜて実験した。

実験1の結果、コマツナパウダーを食べたカブトムシの幼虫のフンはいつものフンと同じで、色はつかないことが分かった。ニンジンパウダーを食べた幼虫のフンには、少しだけニンジンの皮が混じっていた。フンにニンジンの赤い色はつかなかったが、消化されなかったものはフンに残ることが分かった。

## ●実験2

これまでの実験で、カブトムシの幼虫のフンを煮たり蒸したり焼いたりしたが、オープンで焼くと焼きいものような甘くておいしそうなおいがある。家庭菜園ではニンニクやショウガも作っているため、ニンニクとショウガのパウダーを実験1と同じように混ぜ、においが残るか確かめることにした。

実験2の結果、ショウガパウダーを食べたカブトムシの幼虫のフンは、少しショウガのにおいがした。ニンニクパウダーのほうは強烈なニンニクのにおいが残り、目をつむっていたらニンニクと間違えうほどだった。フンの見た目はいつものフンと変わらなかった。

## ●実験3

幼虫に高野豆腐や納豆を食べさせたのは、成長の違いを観察するためだった。その時も乾燥させたパウダーをマットに混ぜたが、カブトムシの幼虫は乾燥させたものなら何でも食べるのだろうか。嫌いで食べないものがあるのかもしれない。ニンニクをマットに混ぜた時、慣れるまでいったんマットに潜ってもすぐ出てくる様子が確認できた。幼虫の好き嫌いを知れたら面白いと思った。

ニンニクやショウガを食べられるなら、塩からいものはどうだろうと思い、今度はマットに砂糖と塩をそれぞれ混ぜてみた。2023年6月の5日間、70gの砂糖と塩を用意し、同じ70gのマットとそれぞれ混ぜて実験した。

実験3の結果、塩マットの幼虫は容器を変えても場所を変えてもすぐにマットから脱走し、塩を好まないことが分かった。フンの大きさも小さいのがはっきりし、幼虫は塩マットを拒否しているように見えた。

砂糖マットのカブトムシの幼虫はいつもと変わらずマットを食べ、フンの大きさや全体重を見ても塩マットの幼虫よりたくさん食べていた。幼虫は砂糖を好むことが分かった。



## ●実験4

砂糖マットを食べたカブトムシの幼虫のフンを糖度計で測り、その糖度を調べた。通常のフンの糖度も測って比較した結果、通常のフンの糖度はゼロだったが、砂糖マットの幼虫のフンは少しだけ糖度があることがわかった。

## 4年間の研究の成果

2023年に飼育中のカブトムシは初代から数えて8世で、オスが16匹、メスは15匹だ。今回初めて、それぞれのフンの個数を数えてみると、オスが9万4176個、メスが6万3590個で、オスのほうがフンの量が多いことが分かった。

この研究を始めたころは「フンなんて食べられるかと思ってんの」「変な家族やな」と言われ、最近では「SDGsや昆虫食に乗かってるんやろ」と言われることもある。もともと「カブトムシや人のために役立てたい」と始めた研究なので落ち込んだこともあったが、あきらめずに続け、いまではたくさんの人から協力してもらえるようになった。試食アンケートに答えてくれる人は前回より増え、250人を超えた。

これまで、フンから作ろうと思って失敗したものには「虫除け」「濾過装置」「花火」「着火剤」がある。

大成功はしなかったが、作る過程から学ぶべきことがあったものに「炭」「炭のコンロ」「フン入り昆虫ゼリー」「フンのあげドーナツ」がある。

学んで成功したのは「フン茶」「素揚げ」「線香」「うっそば・うどん」だ。プロに協力していただいて、もち



左上から時計回りに、「フン茶」「素揚げ」「うっそば・うどん」「線香」

米にフンを混ぜ、「うんめいあられ」というせんべいの開発にも成功した。

その結果、2020年度産のフンをゴミに出した回数はゼロ、すべてを研究や実験、役立つものに使い切った。

## 新しい一歩

フンから作った「炭」からは「除湿剤」や「カイロ」「ミニコンロ」を試作し、失敗ではないが成功ともいえない中途半端な状態で制作をやめていた。その「炭」で電気を通すことができないかと実験を始めていたのだが、これまでうまくいかず、くやしい思いをした。

しかし今回、「炭」で電気を通す実験をようやく成功させることができた。今後はさらに研究を続け、フンで電気やエネルギーを作れることを証明したい。

## 指導について

2歳10か月まで、まったく生き物や昆虫に触れなかった我が子。イベントで持ち帰った2ペアのカブトムシを飼育したのがきっかけで命を繋ぐ楽しさ、難しさ、生死の感動と悲しみを身をもって体験して現在に至ります。飼育数が増えるにつれ、幼虫が排出する大量のフンに家族は悩まされ、本人は子供ながらに責任を感じつつも、フンが何かに役立てられないかと研究を始めてくれました。扱うものが「フン」だけに、また近年は「食べたい」と目標に掲げたので、周囲からの罵声、批判は避けられず肩身の狭い想いもたくさん経験しました。

しかし、本人の研究に対する熱意と信念、そして何よりも生き物や昆虫に対する真面目な愛情が評価していただいた結果だと思っています。

本人の努力と頑張りなので、指導らしいことはしておりませんが、やりたいことを自由にさせてあげること、どんな時も信じて寄り添ってあげては忘れませんでした。これからも、生き物や昆虫そして人のために、研究を続けてほしいです。また、これまで応援してくださった方々に感謝申し上げます。ありがとうございました。 矢野伸也・聡美

## 審査評

カブトムシの飼育から、カブトムシの幼虫のフンに着目した4年間にわたる研究の成果です。カブトムシの飼育は、累代飼育の難しさもありますが、8世代もの長期飼育を行いながらの研究で、「カブちゃん」と名付けたところからも、カブトムシに愛情をもって接している思いを感じます。毎年、研究は、誰かの役に立つという一貫したテーマがあり、観察や実験だけに留まらない意欲を感じました。

4年目は、3年目までの取り組みを踏まえ、幼虫のフンの食品化をより具体的に進めました。幼虫の餌とフンの関係性を、色、におい、味の視点で調べています。特に、味（砂糖）に着目し、糖度計を使いながら定量的に調べ、結果をまとめました。食品化へは、研究に協力した人たちとともに実現しています。予想通りにならない結果研究を真摯に受け止め、根気よく研究に取り組まれました。研究の取り組みや成果を、自らの成長とも関連付けられている点も素晴らしいです。幼虫のフンの活用の可能性を今後も追究する意欲があり、研究の発展に期待しています。

審査員 杉山 勇

# 目指せ！ 全国大会制覇！！ 私の走幅跳 5m 計画

東京都青山学院初等部 6年 大川舞美

## 研究の動機

小学2年生の時、大好きなかけこで初めて大きな陸上大会に挑戦し、1位になれず悔しい思いをした。陸上競技に興味を持ち始め、世界陸上などをテレビ観戦するうちに、トップアスリートたちが挑んでいる走り幅跳び（以下、走幅跳と表記）に魅了されるようになった。走幅跳を始めて4年目、小学6年生となり、2023年7月の東京都大会代表選考会に走幅跳選手として出場した。惜しくも僅差の2位に終わり、目指していた全国大会へ出場することはできなかった。

その反省と悔しさ、上手になりたいという強い思いから、走幅跳を科学的に検証しようと思った。大好きな走幅跳をより好きになるために、楽しくてたまらない練習をより楽しむために、当面の目標である「走幅跳5m」という高い壁を突破するために、科学的な検証から自身自身を進化させたいと、この研究を始めた。

## 実験検証1～3

走幅跳は①助走、②踏み切り、③ジャンプの連続する3つの動きから成り立っている。3つの動きそれぞれに、より遠くへ跳ぶための理論（右上の表）があるが、私自身の動きと理論を比べて検証し、今後の練習に生かしていきたい。

実験検証1～3は、2023年6～7月に行った試合や練習の動画20本以上をチェックして検証した。

実験検証1～2では助走を調べた。私はスタートから16歩目に左足で踏み切るのが、動画から1歩ごとにかかった時間と距離を測定する。次に、表計算ソフトのエクセルで歩数ごとの歩幅と速度の推移をデータ化し、グラフにまとめた。

### ●実験検証1 助走の加速

実験検証1では、歩数ごとの助走速度を検証した。0～5歩目、6～10歩目、11～16歩目と3段階で助走速度が上がっていた。6月は助走の途中で速度が上がったり下がったりし、ばらつきがあったが、7月は比較的スムーズに速度が上げられている。なかでも7月29日の助走は11～16歩目で8m/秒を超えている上、100m走のタイムもよくなっている。走りの質が高まってい

### ●走幅跳の理論と検証事項

動き	コツ	理論	検証事項
①助走	A 走り方	最初はゆっくり、徐々に加速し、最後は踏み切りに向けてリズムをつける。	どのような加速をしているのか。
	B スピード	全力の9割程度の速度で走ることがポイント。踏み切り時にスピードが落ちないように注意。	スピードは十分に出ているのか。
②踏み切り	C 目線	下ではなく少し上を向いているのが理想。	目線はどこを向いているのか。
	D 重心	かかとから踏み切ればごく自然に重心を落とせる。それ以上に、ひざで沈み込まないように注意する。	
③ジャンプ	E スイング	振り上げる足をいかに速く振り出すかが重要。体が踏み切り板の上を通過する時には足は体より前になるよう、フンテンポーズ早いタイミングで、できるだけ早く前に振り上げる。	正しいスイングができていないか。
	F ブロッキング	ブロッキングのポーズのなかでも重要なのが手のアッパー。空中で腕を大きく振り上げ、体を上に、そして前に押し出す力が働く。	正しいブロッキングができていないか。
	G 重心	ジャンプの頂上まで重心は前方の少し上という意識。着地の前には、振り上げた腕と足を前に出し、重心を前に移動させる。	

ブロッキングは跳び出す時に踏み切り直後の姿勢を崩さず固めて跳ぶ技術

ることが分かった。

### ●実験検証2 ストライドの安定性

走幅跳の助走は、前半からいつも同じ一定のストライドを刻み、手前で減速せずに踏み切ることが大切だ。実験検証2では、歩数ごとの距離、歩幅を検証した。すると、歩幅は0～5歩目、6～16歩目の2段階で広がっていた。6～16歩目はばらつきはあるものの、±10cmで走れている。7月は6月より平均歩幅が10cmほど伸びていた。コーチから「0～5歩目の助走がコンパクトになりがちだから、もっと大きく体を使うこと」というアドバイスをいただいているので、この結果と合っている。

### ●実験検証3 踏み切り時の目線

目線の角度は測れないため、踏み切ってから跳び出す時の跳躍角度を調べることにした。まず動画から踏み切直前の速度（助走10～16歩の平均速度）を計算した。その数字を初速度として放物運動シミュレーション式に入力し、跳躍角度が仮に10・15・20・25・30度だった場合それぞれの、理論上の滞空時間を計算した。次に動画から現実の滞空時間を計測し、理論値と比較することで跳躍角度を割り出した。

例えば私の7月29日試合本番の跳躍は、踏み切直前の初速度が7.6m/秒、滞空時間は0.60秒だった。この

数字から跳躍角度を推定すると21.3度となる。シミュレーション式からは理論上の到達距離も算出でき、初速度7.6m/秒、跳躍角度21.3度、滞空時間0.60秒なら4.59m跳べたはずだ。現実の跳躍結果が4.19mだったことから、上手に跳べていないことが分かった。

初速度7.6m/秒、跳躍角度21.3度、滞空時間0.60秒という跳躍の初速度を変えてみたり、跳躍角度を変えてみたりすることで、跳躍結果がどう変わるかも調べてみた。すると到達距離により影響を与えるのは、初速度であることが分かった。跳躍直前速度を上げれば、記録が大きく伸びるわけだ。これまでの練習は目線に重きをおいていたが、跳躍直前の速度を意識するようにしたい。

## 実験検証4～5

実験検証4～5では2023年8月の練習で行った44本の跳躍を動画で撮影し、スイングやブロッキングの良し悪しと滞空時間の関係を検証した。各跳躍のスイングやブロッキングに1～3の点数をつけ、点数が高いよい跳躍だと滞空時間が伸びるのかを調べてみた。

	1点	2点	3点
スイング			
踏み切り時にひざが伸びているか	曲がっている	少し曲がっている	伸びている
振り上げる足（遊脚・踏み切ると反対の足）が体より前にあるか	前にない	少し前にある	前にある
ブロッキング	1点	2点	3点
左手アッパー、右足ひざ蹴りのタイミングが一致しているか	ずれている	少しずれている	合っている
踏み切り足が巻いていない（ひざが曲がらず自然に伸びた状態）か	巻いている	少し巻いている	巻いていない

すべての跳躍にそれぞれ点数をつけて検証した結果、

## 実践検証

2023年8月27日、検証結果を踏まえた集大成として、大会に出場した。残った結果は4.24mの2位、自己ベストタイだった。望んだ結果ではなかったが、この大会の試技では4.40m、4.30mという記録も出た。検証してきた理論に基づいて練習を積み、間違いなく到達記録が伸びることが分かった。大好きな走幅跳で飛躍できるように、これからも楽しみながら全力でがんばりたい。

## 指導について

スポーツのパフォーマンスを数値化することは昨今では非常に重要と思います。大谷選手でも球の速度、回転数、回転軸を数値化して一球ずつ確かめて「球の質」を見極めているそうです。走幅跳競技において、自身が経験者であるコーチによるアドバイスは「もっと前半からスピード感を出して」「ぐぐぐと助走の踏み出しを強めに」「掛かり気味にならないように」等々、イメージは伝わるものの、「日にちや場所が変わった場合の再現性」「跳躍の質」といった点では難しく感じています。身体が覚えるまで反復することというのが答えなのかもしれませんが、小学生の体力・能力では「再現性」を出すのが難しいです。この研究では「小学生の跳躍を出来る限り数値として統計的に考察すること」、「数字で得た自分なりの考えを経験者のコーチに必ず確認すること」の2つを意識しました。数字で示すと小学生でも理解しやすい上、相手に伝えやすいからです。本実験をしているときも悩みましたが、スピード、歩幅、タイミング、風、身体の角度など多くの可変的な要素があるなか、何の条件を固定して何を改善するべきなのかを決めることが難しかったので、再現性を取りやすい要素から決めていくよう指導しました。今回の研究でも最も重視したのは、研究での良い成果を出すことよりも、いかに数値的に納得して再現性を出すことができるかを一緒に考えるところでした。最も苦労したのは、結果ありきではなく、多くのデータから理論と結び付ける数字を見つけるために、1日に50回以上跳んで動画を撮ることでした。「跳ぶ体力」と「膨大なデータ解析」が勝負なのです。この研究を通して、自然科学の事象を数字で見えるものに表すことの楽しさ、重要性を学んでもらえたと思っています。 大川 肇

## 審査評

本研究を始めたきっかけは、大川さんが走り幅跳び（以下、走幅跳と記す）東京都大会代表選考会で僅差の2位で終わり、その反省と悔しさだったそうです。「どんな練習をしていけばもっと遠くに跳べるのか?」、「当面の目標である「走幅跳5m」を突破するためには何が必要なのか」を科学的に分析し、それを練習に取り込み着実に進歩を遂げた実録です。普通はアスリートとコーチが一体となってやる仕事を大川さんは一人で成し遂げています。各回の跳躍を動画に撮り、助走のスピード、目線の角度などの9項目で評価し、レーダーチャートに表し、「見える化」した結果、次の弱点を発見している：「膝が曲がったまま踏み切っているため腰が落ち、つぶれた跳躍になっている」、「左手と右足が連動して動いていない」。実験で見つけた課題を克服するためのトレーニングに結びつけ、パフォーマンスの向上に繋げている。

スポーツジャーナリストの玉木正之さんは常日頃、「トップアスリートになるためにはこれからの時代、自分の頭で考えるインテリジェンスをもたなければならない」と述べているが、大川さんはまさにその典型であるように思いました。5mの壁を乗り越える日がやって来る日を期待しています。 審査員 秋山 仁

# 「家族の健康を守る」

東京都港区立麻布小学校 6年 玉村海俐

## 研究のきっかけ

僕の父は糖尿病の一步手前の状態だが、長生きしてほしいと思っている。だから糖尿病を治す方法をインターネットで調べて血糖値の重要性と便利な道具を知り、父に勧めて血糖値の計測を始めた。また、幼い妹が風邪を引きやすいため、家のなかのバイ菌の実態を調べ、家族の健康を守ろうと思った。

糖尿病は、血液中にブドウ糖が必要以上に滞留して体に障害を起こす病気だ。人間が活動する上で必要不可欠なブドウ糖は、常に血液中を流れている。すい臓から出るホルモンのインスリンが働かないと、糖は血液中にあふれてしまう。空腹時の血糖値（血液中のブドウ糖濃度のこと）が70～109mg/dl、食後2時間時の血糖値が200mg/dl未満の人は糖尿病でなく正常、空腹時が110～126mg/dl、食後2時間時が140～200mg/dlの人は境界型、血糖値が境界型を超えると糖尿病と診断される。

血糖が高い状態が続くと脳卒中、心筋梗塞、神経障害、腎障害、失明、その他の病気にかかりやすくなる。対処法は食事制限（特に糖分）や、運動で筋力をつけることだ。

## 血糖値を測る実験1

### ●実験1の目的

食べ物の種類や食べる順番、食事に費やす時間、運動の有無などで血糖値が変わるのかを確認する。どんな生活習慣が血糖値を上げにくいかわかり、実践する。

### ●実験道具

アボット社が提供するサービスで血糖値を測る。腕に装着したセンサーにスマートフォンをかざすと、スマートフォンにダウンロードされたアプリケーションに血糖値が記録される。センサーは血液中のブドウ糖ではなく間質液中の値を測り、不思議なほど痛みはない。間質液中の血糖値は数値の上下が少し遅れるが、血液と相関している。ただ、このサービスで分かるのはあくまで参考値で、数値を保証するものではないという。



### ●実験1-①～③の方法

まず、父の血糖値を2週間ほど測り、安全性をテスト

してから実験へと進んだ。父の血糖値を測った実験期間は約6週間だった。実験ではどんな場合に血糖値が上がるのか、その影響を確かめるため、1日数十回血糖値を測定して推移を見るようにした。

実験1-①では毎日の昼食で父に違う食品を食べてもらい、血糖値の変化を記録した。ホウレン草150gとシヤケフレーク90gを基本パックとし、毎食に必ず食べてもらう。基本セットに加え、日々違う食品を食べる血糖値を調べる。前日の夜は好きに食べてよいが、大食いや偏食はしない。次の日に影響が出るような運動もしない。朝は豆乳200mlだけを摂取して昼まで間食はせず、運動もしない。

基本パックのみ、白米（ご飯）、玄米、パン、ポークジンジャー、ゆで卵、納豆、さんま、うなぎというように食品を変えながら、21日間血糖値の変化を調べた。

実験1-②では、昼食をホウレン草150gとシヤケフレーク90gの基本パック+白米（ご飯）に固定し、食べ方を変えた。まず、30分で普通に食べる場合、5分で早食いする場合、90分かけてゆっくり食べる場合の血糖値を比較した。次に昼食の時間を遅らせ、空腹時間を長くして比較した。食物繊維のワカメ(150g)とキノコ(150g)を食べてから、基本パック+白米（ご飯）を食べた場合の血糖値も調べた。

実験1-③では、昼食をホウレン草150gとシヤケフレーク90gの基本パック+白米（ご飯）に固定し、昼食前に十分な運動をした場合、昼食を食べた直後に運動した場合の血糖値をそれぞれ調べた。

### ●実験1-①～③から分かったこと

あくまでこれは父の例で、万人に当てはまるわけではないが、起床後すぐは何も食べなくても血糖値が上がる（就寝中は90～100、そこから10～20は上がる）。運動直後は血糖値が上がり、時間が経つと下がっていく。運動でなくても、仕事などの影響で緊張感や闘争心が高まると血糖値は上がる。数日間、または数週間続けて糖分が余る状態になると、平均的に血糖値が上がるようだ。血糖値は食べ物だけでなく体調によって日々、変動する。

ソバ、ラーメン、パン、白米（ご飯）、玄米の主食は明らかに血糖値を上げる。思っていた以上に、肉や魚は血糖値に影響しない。焼肉やうなぎも影響は少ない。ジュースはもちろん、味噌汁やたれ、だし汁などにも糖分は含まれ、油断しがちなので最も注意が必要。ところが今回、チョコレートはほとんど血糖値を上げなかった。

早く食べてもゆっくり食べても、血糖値は155ほどま

で上がった。空腹時間を20時間作ってから食べるとなんと、176まで上がった。やはり朝食は少しでも食べたほうがよさそうだ。ワカメやキノコの食物繊維を食べてからの昼食も、血糖値は156まで上がった。野菜やキノコは肉や魚よりも糖分が多いから、たくさん食べると血糖値を上げるのかもしれない。

## バイ菌や細菌を調べる実験2～3

### ●実験2～3の目的

実験2では家のなかのどの場所がバイ菌が多く、危険な場所なのかを探った。実験3は飲料水の飲み残しに発生する細菌が時間の経過でどう変化するかを調べ、危険度を確認する。

### ●実験道具

菌がいるのかどうか判断するために、市販の寒天培地を使うことにした。綿棒でこすったり、スポイトで吸い取ったりして、家のあちこちの、または飲み残しの飲料水のなかの菌を採集する。採集したら綿棒やスポイトに余計な菌がつかないように注意しながら、培地へと移す。綿棒から菌を培地のシャーレに移す時は、アルコールランプで上昇気流を作ってから、培地をこするようになった。父の仕事部屋を夏休み限定で、菌の培養部屋にした。室温は常に30℃以上になるように設定した。

実験2は家のなかからそのまま菌を採集した場合、消毒用アルコールで消毒した後に採集した場合、まくらを日干し、タオルを洗濯した後に採集した場合など、条件を変えたものも培養した。実験3は飲んでから1時間放置した場合、2時間放置した場合など、放置する時間を変えて培養した。実験3ではそのほか、麦茶の飲み残しににんにく、しょうが、からし、わさび、酢をそれぞれ入れた場合なども調べてみた。

### ●実験2～3から分かったこと

トイレが汚いと思われがちだが、菌は家中にどこにも存在していた。毎日使うテーブルやスマートフォン、鉛筆にもいた。プラスチックなどつるつるした素材でできたリモコンなどは、消毒することで菌が消える。革や木でできているものは、消毒しても多少減る程度だった。日干し、洗濯でもあまり菌は減らない。ただ、母がちょくちょく手入れしているまな板、日々消毒されているエレベーターのボタンなどは、菌が少なめだった。

実験3では口をつけていない新品の麦茶やお茶も培養して比較したが、菌はいなかった。飲み残しの飲料水には口のなかの菌が混入して、ペットボトル、紙パックの



リモコンやトイレの床などから採集した菌を338時間培養したシャーレ

どちらでも菌がいることがわかった。

ただ例外はあるが、飲み残しを長時間放置すると、菌が消滅することがあることも分かった（ブラックコーヒー、コーラ

は3～5時間後、ぶどうジュースは8～12時間後に消滅）。コーヒーやぶどうに含まれるポリフェノールが影響しているのかもしれない。飲んでから30～50時間常温で放置した麦茶とコーヒーミルクからは菌が消滅していたのに、冷蔵保存で放置した麦茶とコーヒーミルクはいつまでも菌が消えないという例もあり、驚いた。

わさびや酢などの殺菌力は総合的に、わさび・からし>酢>にんにく・しょうがの順で殺菌力があつた。



飲んで1時間放置したブラックコーヒー(左)には菌がいるが、飲んで4時間放置したブラックコーヒーからは菌が消滅している

## 指導について

私に「血糖値計測器の被験者になってほしい」と言ってきた時には、少し戸惑いました。しかし、私の体を気遣うのことで理解しました。毎年自由研究に没頭している姿を見てきたので、私も被験者として協力し、血糖値について一緒に調べことにしました。家族や知人を被験者に加えることによって、データ分析の精度を高めることにも努めました。食事以外の変数がデータに与える影響を最小化するために、息子が生活上の制約を私に課してくるのが、とても辛かったです。しかし結果、被験者全員が健康習慣を手にするのができ感謝しています。

私としては、実験過程の厳密性を大切にするように導くことを心がけました。様々な菌の増殖について、それぞれ仮説をたて、条件を変えながら、息子はひとり黙々と何度も実験を繰り返していました。むしろ、真実を追求するための粘り強い姿勢をあらためて彼から教えられることになりました。

玉村剛史

## 審査評

家族の体調を気遣う思いから、生活改善の根拠と必要性について追究した研究です。その中で、血糖値の変化と家のなかや飲み残した飲料に関する菌に着目しました。

血糖値の研究では、機器を用いて血糖値の変化を、影響があると予想した食べ物の種類や食べる時間、運動の視点で調べています。実験の安全性に配慮し、家族や協力者の4週間から6週間の結果をまとめました。臨床的な取り組みであることを踏まえながら、要因と結果について考察できています。また、生活の中の菌では、家の中の衛生状況を14カ所について調べています。現状把握に留まらず、消毒後の実験も行い、生活改善につながるデータをとれています。飲料の飲み残しの菌の繁殖では12種類と多くの実験を行いました。結果を時間経過とともに分かりやすくまとめられています。

データを根気よく収集、分析しながら、根拠をもとに、生活の改善に関わる提案する点がすばらしいです。家族の健康を守る強い思いを感じることができる研究です。

審査員 杉山 勇

# ネジバナの特徴から探る様々な植物の進化 ～花粉塊崩壊と赤白の花の意味～

東京都千代田区立九段小学校 4年 熊谷緋沙子

## はじめに

ネジバナはラン科の多年草で、日本全国、芝生や湿地帯の明るい場所に生えている。株の中心から高さ15～40cmの花茎が伸び、花茎の周りに小さなピンクの花が、らせん階段のようにたくさんつく。花の奥には蜜と粘着性の高い花粉の塊があり、昆虫が花に頭を突っ込むと花粉塊が付着して運ばれる。図鑑や論文にはネジバナは、蜜を運んでくれる送粉者のハチとの関係でねじれていると書いてあった。ただ、ネジバナは香りが強く夜も咲いているから、ハチ以外の虫も来ているかもしれない。



前回までの研究で夜を中心に6万7083枚の写真を撮影して調べた結果、夜間のネジバナにさまざまな虫が訪れ、体に花粉塊を付けている様子が観察された。ダンゴムシやセマダラコガネなどの雑食の虫はしおれた花びらを食べた花粉塊を付け、クモやシテムシなどの肉食の虫は花のなかにいるアザミウマを狙って花粉塊を付けていた。このため、蜜を吸わない虫も花粉塊を運んでいる可能性があると考えた。そこで今回は、ネジバナのふたつの特徴からふたつの仮説を立てて研究をした。

## 今回の仮説

前回までの研究で、ネジバナには花が古くなると花粉塊がボロボロになって崩壊する特徴があることがわかった。またネジバナの花は上（空から見やすい）が赤やピンク色で、下（地面から見やすい）は白色をしている。このふたつの特徴から、ふたつの仮説を立てた。

仮説①=ネジバナが古くなった花粉塊を崩壊させるのは、たとえハチに花粉塊を送粉してもらえなくても、雑食の虫や小さな虫に送粉してもらったり、自家受粉を手伝ってもらったりするためではないか。例えば、粉状になった花粉を体に付けてもらい送粉する、花粉塊を崩してもらって自分のめしべに自家受粉させるなど。

仮説②=赤白の花は、日中飛ぶ昆虫に目立つよう上は赤色、夜に地面にいる昆虫に目立つよう下は白色に分か

れているのではないか。

このふたつの仮説を調べるため、今回は幅広い時間帯で合計1005時間、10万553枚の写真を撮影し、さまざまな花を訪れる昆虫を調べてみた。

## 仮説①の研究

ネジバナと同じように花粉塊が崩壊するランに、キンランとギンランがある。論文には、キンランは昆虫の送粉で受粉するが、ギンランは自家受粉しかしないと書かれていた。キンランもギンランも香りと蜜を持たず、ギンランは日中に訪れる昆虫も確認できないという。香りと蜜を持たないランが花粉塊を崩壊させるのには、何か意味があるのではないかと考えて、観察してみた。

### ●キンランの観察①～②

キンランは栽培ができない。博物館の観察会に参加したり、大きな公園の山道や雑木林を歩き回ったりして、関東で4か所の自生地を見つけた。

①2023年4月25日、5月1～2日に、見つけた自生地の1か所でカメラ1～2台を仕掛け、キンランをインターバル撮影をした。日中492枚、夜812枚の写真を撮影して、キンランを訪れる昆虫を記録した。②開花しているキンランの花を分解して、花粉塊を顕微鏡で観察した。

観察①の結果、キンランには日中、小さいハエやアリ、クモが少し来たただけだった。夜間に撮影された昆虫はいなかった。ハチの訪花も観察できなかった。アリが入り込んで動いていた花のなかで、花粉塊の一部が花粉塊を包む葯から飛び出していた。飛び出した花粉塊には穴が開いていて、虫が当たった可能性もある。

観察②で、キンランの若い花の花粉塊は、ネジバナと同じように固まって葯に入っているのを確認した。ピンセットで軽くつつくと、ネジバナは花粉塊ごと取れたのに、キンランの花粉塊は粉っぽく簡単に崩れた。花粉塊をピンセットで取り出すと、バナナの房のように縦に裂けた。

### ●ギンランの観察①～②

①ギンランも自生地を探し、管理事務所に実験の許可を取った。日中訪れる昆虫はいないということなので、5月2～5日に6台のカメラを仕掛け、夜間を中心に6329



粉状に崩れるキンランの花粉塊

枚を撮影した。②つぼみの状態からしおれたものまで、ギンランの7つの花を分解して、ルーペと顕微鏡を使って花粉塊を観察した。

観察①の結果、ギンランの花は撮影の間は閉じたままで、開いていなかった。クモが花の上を歩いていた。餌になる小さな虫が来ているのかもしれない。つぼみや若い花にアブラムシがたくさんいて、花のなかにも入っていた。花のなかで動くアザミウマやアブラムシを追って、花へ入るアリが観察された。



ギンラン上のアブラムシとアミアリ

観察②から、ギンランの花粉塊は若いうちから葯から飛び出し始め、花が古くなるほど大きく飛び出すことが分かった。崩壊した花粉塊がめしべの先の柱頭に付いている花もあった。しおれた花の花粉塊は縦に避けてボソボソだった。虫がぶつかるだけで崩れそうだったり、すでに崩壊して粉状になっていた。しおれた古い花5つは、すべて自家受粉しているようだった。

### ●雑食の昆虫によるネジバナの受粉実験

蜜を吸わない雑食の虫が本当に受粉に役立つのか、ネジバナで受粉実験もした。虫を通さない網のなかに、開花前のネジバナの鉢植えとダンゴムシ50匹、ダンゴムシの餌（市販の乾燥朴葉）を入れる。比較対象のもうひとつの網には、ネジバナの鉢植えだけを入れた。花がしおれた後に鉢植えを取り出し、めしべの根元にある子房を分解して、なかの胚珠（将来種になるところ）を顕微鏡で観察した。博物館の先生にもお願いして、胚珠がふくらんで受粉しているかどうかを判断した。

その結果、ダンゴムシを入れた網のネジバナだけ、一部の花が受粉していた。ダンゴムシに付いていた土のせいか、ダンゴムシ入りの網のなかにはアリもいた。ダンゴムシかアリ、どちらかが受粉させたと思われる。

今回、キンランとギンラン、ネジバナのすべての観察で、花のなかにアリなどが入り込んでいる様子が観察できた。受粉が確認できたネジバナの観察では、花のなかのアリの体に崩壊した粉状の花粉塊が付いているのも確認できた。ギンランは自家受粉しかないと論文にはあったが、アリなど小さな虫による送粉の可能性もあるかもしれない。そして、一部のランが花粉塊を崩壊させるように進化したのは、受粉を実現させる選択肢を増やし、受粉率を高めるためかもしれない。

## 仮説②の研究

赤色と白色の花の実験は2023年3～8月、星葉科大学の薬用植物園や北の丸公園で行った。ネジバナはもちろぬユキノシタ、ミズヒキなど、さまざまな花をカメラ

でインターバル撮影し、訪花する昆虫を観察した。

その結果、夜間や薄暗い場所で昆虫に対し目立つのは、やはり白い花だと思われた。ユキノシタには日中ハチやハエが来ていたが、夕方薄暗い時間帯になるとたくさんのカが集まった。だから、日中の送粉者に目立つ赤い花びらは上について、夕方活動するカに目立つ白い花びらは下側へ開くように進化したのではないか。

朝から昼までしか咲かないミズヒキの場合、おもな訪花昆虫はアリだった。薄暗い場所で咲くミズヒキは、上ってくるアリのために下側を白くしたのかもしれない。これまでの観察結果から、赤白の花と昼夜の訪花昆虫の関係は、植物全体に当てはまる科を超えた特徴かもしれない。



ユキノシタに来たヒトスジシマカ

## 指導について

熊谷さんとの交流は、私が過去に実施していたネジバナ研究について教えてほしいという2年ほど前の熊谷さんからの連絡から始まりました。その後、Webや対面での研究相談を通じて、日本で最も身近なラン科植物であるネジバナにはまだまだ研究材料としての魅力と世に知られていない面白いストーリーが秘められていることに私自身も気づくこととなりました。この面白さは、研究者が誰も予想せず、気にかけてもいなかった、夜間に訪花昆虫は来ているのだろうか？という、熊谷さんらしい視点と発想だからこそ得られたものでした。本年度は、ネジバナで得られた結果を他の植物にあてはめて、次の仮説を考え検証するというプロセスを自身で実施しています。この仮説検証では、蚊に刺されながらも夕方や夜間の訪花昆虫調査を行うなど、忍耐強い現地観察を実施している点も評価できるものです。

ふじのくに地球環境史ミュージアム 准教授 早川宗志

## 審査評

本研究はネジバナの送粉に関して5年間継続されており、昨年「ネジバナの研究2019～2020 ～新しい送粉者と送粉方法の発見～」のタイトルで文部科学大臣賞を得た研究の継続研究である。昨年に引き続き、自動撮影カメラによってネジバナおよび比較対象とする植物への訪花生物を撮影し、膨大な数のデータを得ている。これを「ネジバナの特徴から探る様々な植物の進化～花粉塊崩壊と赤白の花の意味～」という大きな視野で考察しており、継続研究の発展の一方向として評価できる。しかし、考察に一般性をもたせるために行われている比較方法や論述については、さらに厳密さがもためられるように思う。たとえば、花粉塊崩壊は花が古くなると促進されるということだが、その時期に送粉された場合にも花粉に発芽力があり、柱頭は感受性を保っているのだろうか？また、赤い花と白い花の比較に用いられた「白いユキノシタ」は雌蕊の形状や花弁の着色からみて別種ハルユキノシタではないかと思われ、本来の送粉者のスペクトルが違う可能性が否定できないと思われる。 審査員 邑田 仁

## 自然と生活を回る水2

宮城県仙台市立東二番丁小学校  
5年 佐藤剛人

### 〔研究の動機〕

ぼくは人が生活するために水が大切なことを知った。水は4℃で体積が最小になる。水素と酸素が104度の角度でやじろべえのような形をしている。だから、こおった湖の下でも魚は生きている。いろいろな形の六角形のような雪の結晶ができる。水はいろいろな物質とまじわることができる。

おとうさんが仙台市の浄水場や下水処理場ではたらいしている。仙台市に今後できる「ナノテラス」で水を可視化したいと思った。水について、ぼくは知りたいと思った。おとうさんに聞きながら、浄水、下水の実験そうちを作り、けんびきょうでかんさつし、それをぼくが絵にしてびせいぶつの名前をしらべたりした。

### 〔結論と感想〕

ぼくは浄水実験で料理に使うみょうばんとやきのりのかんそうざいの石灰で、だくだど150度の水もかんたんにきれいになることを知りました。下水の実験では同じ花山湖の水で、あたえられるエサ（実験こう目）でちがったびせいぶつがあらわれる、またびせいぶつはたまごなどで生きていてエサによってぼくはつてきにふえることがわかりました。浄水、下水の実験で生物の死がい、ドロなど自然のものはかんたんにきれいにできるが、石油、サラダ油、中性洗ざいなど現代の人が使っているべりな化学物質はかんたんにきれいにできないことがわかった。びせいぶつに、のうのような知性があるとぼくはこの実験で思った。だから、びせいぶつはぼくたち人げんとはべつな世界ではんえいしていると思った。ぼくたちはびせいぶつをきたないと、とおざけるのではなく、くすりでころすのではなく、びせいぶつとともに生きていくべきだと思いました。じょきん、こうきんといいますが、そうではなく、びせいぶつとともに生きることがわかったことがぼくのけんきゅうの結論と感想です。

## イタイのイタイの飛んでいけ ～五感を使って注射の痛みを減らせるか？～

秋田県秋田市立保戸野小学校  
4年 菊谷ありさ

### 〔研究の動機〕

オンラインの授業でヒトの感覚について実験をしたことがきっかけである。また、予防接種を受けてとても痛かったことを思い出し、注射の針で刺される痛みを、五感を使って減らせないかと実験することにした。

### 〔結論と感想〕

予想どおり五感を使うと痛みを減らすことができた。選択できる感覚が増えると、痛みをより軽減できる可能性があると考えた。もし、実際の病院などの現場で活用できたら赤ちゃんや子供たちが泣かない日がくるかもしれないと思った。

## カブトムシとクワガタムシを食べた犯人はだれ？ ～歯形や食べ方の違いについての考察～ 昆虫の研究 Part. 3

茨城県つくば市立みどりの学園義務教育学校  
5年 岩本紗和

### 〔研究の動機〕

森林総合研究所でカブトムシとクワガタムシの死がいを見つけたが、どれも体がなく、頭だけだったことから、死がいの角やあごの大きさ、残された食痕などから、食べた動物や食べられやすさと体の大きさの関係などを調査することにした。

森林総合研究所の樹木園とクヌギ林で採集を行った。落ちていたカブトムシの死がいの角の大きさや、ノコギリクワガタの死がいのあごの大きさを計測した。

### 〔結論と感想〕

計測結果から、カブトムシもノコギリクワガタも大きいほうが食べられやすく、メスよりもオスの方が食べられやすいのではないかとわかった。

樹木園ではノコギリクワガタの死がいばかりが落ちていて、死がい落ち葉の上ではなく、アスファルトの上で多く落ちていた。

これまでに集めた死がいにあった食痕とアスファルトに死がいが多かったことから、カラスが食べやすい所にノコギリクワガタを落として食べているのではないかと考えた。

クヌギ林ではノコギリクワガタよりもカブトムシの死がいが多く落ちていて、1本のクヌギの木の下に集中して死がい落ちていた。

これまでに集めた死がいにあった食痕と、1本のクヌギの木の下に集中して死がい落ちていていることから、タヌキが樹液の出ている木を狙って食べに来ているのではないかと考えた。

ミュージアムパークからタヌキ、アライグマ、ハクビシンの頭骨を借り、観察や歯型を取り、カブトムシとクワガタムシを食べている動物はどれかを考察することにした。

3つの頭骨を比べると、タヌキは臼歯がギザギザしていて、雑食だが肉食動物に近いような歯の形をしていた。

アライグマとハクビシンの臼歯が平らになっていて、雑食だが草食よりの臼歯をしていた。

タヌキの歯の形状から、アライグマとハクビシンの歯の形状より、タヌキの方がカブトムシなどの昆虫を好んで食べるのではないかと考えた。

## 植物ってヤバイ！ アイビーの気根のはたらきと 生長の流れの研究

千葉県千葉市立花園小学校  
3年 谷 葉織

### 〔研究の動機〕

飼っていたハムスターがなくなった。ハムスターのお墓を庭に作ってあげるため、生い茂っているアイビーを抜こうとしたら、壁にへばりついてなかなか抜けなかった。調べてみるとそれは気根と呼ばれるものであり、ツタ植物にはよく見られることが分かった。調べている中で家やお城などの壁にツタがからまる建物がいくつもあった。それがすごく素敵で、私も将来そういう家に住みたいと思った。どうやったらツタが家を覆うのか、詳しく調べたいと思い、研究することにした。

### 〔結論と感想〕

アイビーの気根は地面から垂直方向に伸びる特別な「登りツタ」に多く現れ、強い付着力を持っていた。実験では1cm当たり500gほどの重さを支えられ、「這うツタ」を支える「支柱」のような役割を果たしていることがわかった。

アイビーはまず横に「這うツタ」を伸ばし、一定量に達すると「登りツタ」を伸ばして「這うツタ」を支える。「登りツタ」の主な目的は上に伸びることではなく、「這うツタ」を支えることだと考えられる。

アイビーは上に伸びたがらないことに驚かされた。研究を通して、いくつもの植物の生長の仕組みを学ぶことができ、とても楽しかった。ぜひ他の植物も研究してみたくなった。

## アリの行動パズルを読み解く ～アリの光と温度に対する応答を探る\_2023～

理数系教室すうりもん  
東京都小平市立小平第十一小学校 6年 高地 蓮  
東京都西東京市立谷戸小学校 6年 金丸芽生  
東京都東久留米市立第五小学校 4年 ヴァシレブキリル

### 〔研究の動機〕

夏の暑い日、小学校の昼休みに、グラウンドにいるアリの観察したとき、大きなアリの巣はコンクリートの割れ目というとても暑そうなところにあるのに、動きを見てみると日向ではなく日陰のほうにたくさんいた。しかし、小さいアリは木陰に巣があり行動も日陰だけで行動していた。また、夜、アリに懐中電灯を照らしてみると、逃げるような行動をしたアリもいれば近寄ってきたアリもいた。アリの大きさや種類によって光の種類や温度に対しての行動が異なることに興味をもった。

### 〔結論と感想〕

赤色光、青色光、緑色光を当てると何も変わらなかったが、紫外線または太陽光をあてたときにクロヤマアリとトビイロケアリでは行動が異なった。紫外線は昆虫を寄せつけるということがわかっていたので、両方のアリも紫外線に近寄り正の走性があると予想していたが、実際は、トビイロケアリはすぐに近寄ってきたがクロヤマアリはすぐに逃げた。太陽光ではトビイロケアリは逃げると予想したが両方の種とも正の走性があった。温度についてもクロヤマアリは高温に強いと予想していたが、最適な温度にすぐに移動していた。これらは、実際の活動している場所では光や温度の影響だけでなく天敵やエサの豊富さなども大きく関係していると考えた。

## プラナリアの生殖と再生、 記憶の転移について

東京都聖徳学園小学校  
4年 松岡碧泉

### 〔研究の動機〕

ヒトのiPS細胞が作られ、再生医療が発展していくなか、もっとヒトの再生能力を補うことができないかと思い、驚異の再生能力をもつプラナリアの研究を始めた。まず、無性生殖（分裂）について調べていくうちに、他の生き物の再生の仕方との違いに気付き、再生のしくみを詳しく調べることにした。さらに、クローンとは何か、本体との違いはあるのかと考えるようになり、記憶の継承について実験した。

### 〔結論と感想〕

プラナリアは、他の生き物と違い、切られた部分だけを付け足すように再生しているのではなく、体全体を作り直すように再生していることに気付いた。それで、プラナリアの幹細胞について調べれば、ヒトの再生能力に活かせるのではないかと考えた。また、記憶の継承実験の結果、切断した後、尾側（脳のない方）にも、分裂前に学習した記憶があったことから、記憶が脳以外の部分にも保存されていることが分かった。ヒトも同じだとすると、記憶に関する病気の治療に役立つと思った。

## カラスの研究3

静岡県浜松市立篠原小学校  
5年 山下瑞喜

### 【研究の動機】

家の庭の巣箱に来たシジュウカラのヒナが巣立った時に、ヒナがカラスに食べられてしまった。そのことがとても悲しかったので、ヒナが食べられないようにカラスの研究を始めた。

- ①ペリット（歯がない鳥が消化できないものをまとめてはき出した物）を拾ったので、カラスが何を食べているか調べたい。
- ②カラスの死がい拾ったので、解ほうして死んだ原因と何を食べていたか調べたい。
- ③去年の夏休みに一日中カラスを追いかけていたら、頭がガンガンしてきて熱中症になってしまった。しかし、カラスはずっと元気そうだったのであんなに真っ黒のになぜ熱中症にならないのか知りたい。

### 【結論と感想】

- ①自然のものを食べていた。去年はプラスチックなども出てきたので予想と違っていた。今年のペリットを捨てた場所の近くのゴミ捨て場は、フェンスでおおわれていたのでゴミが食べられなかったと考えられる。
- ②骨盤が折れていて交通事故で死んでいた。また、このカラスが死ぬ前に種子を食べていたことが分かった。
- ③予想と違っていた結果→羽の形には違いがなかった。  
予想と同じだった結果→黒い羽根は白い羽より温度が熱くなる。羽をパタパタさせると温度が下がることが分かった。羽の表面温度が上がると体内の温度も上がる。羽をばたつかせることがあることと、カラスが熱くなると数分で飛び去ること。

カラスの羽は黒いので、他の色の鳥よりも体内の温度は上がりやすいと考えられる。また、人間は水分を取って汗をかいて体を冷やそうとするが、カラスを観察している間に水は飲まなかったので、カラスは羽をばたつかせることや、飛んで羽ばたくことで熱中症を防いでいると考えた。

カラスは暑さに強いと感じた。ほくも体温を下げる羽がほしいと思った。

## どうしてアルファベットのOとすうじの0は、ひだりまわり？ ～かきやすさってなんだろう～

静岡県聖隷クリストファー小学校  
1年 佐藤本尚

### 【研究の動機】

ぼくは、しょうがっこうにゆうがくして、かきじゅんをおしえてもらいました。そこでふしぎにおもったことがあります。アルファベットの『O』と、すうじの『0』を、うえからひだりまわりにかくのは、どうしてだろう？ ということです。どうしてこのようなかきじゅんになっているのか、みんなはどんなかきかたをしているのか知りたいとおもったので、けんきゅうしました。

### 【結論と感想】

80人にアンケートをしたけっか、しょうがっこうでおしえてもらった、うえからひだりまわりのかきかたのひとつが、いちばんおおいとわかりました。たくさんのひとがかいているかきかたは、かきやすいかきかたなのだとよそうしました。ぼくは、かきやすさがなんなのか知りたくなり、けんきゅうしたけっか、もじをかくときのかきやすさに『ゆび』と『てくび』と『め』が、たいせつだとかんがえました。この『ゆび』と『てくび』と『め』にとって、『O』のかたちをかくときに、かきはじめやすく、まわりやすいかきかたが、うえからひだりまわりなのだと、わかりました。

## 外来種がおそってくる？ タンポポの生態を調べよう

長崎県諫早市立長田小学校  
3年 藤岡美雨

### 【研究の動機】

諫早市森山町のレンコン畑でのかんさつ会に参加して、同じように“くき”がストロー状になっているタンポポも空気を通すために空どうになっているのか、ぎもんに思った。

調べていくうちに、外来種が増えてきていることを知って、自分のちいきでも外来種が多いのか調べたいと思った。

### 【結論と感想】

- ・予想と違って、外来種は少なく、雑種が一番多く生えていて、在来種が意外とたくさん生えていた。
- ・在来種は予想どおり、昔からある学校や施設の場所に多く生えていた。
- ・外来種と雑種は新しくぞうせいされた場所に多く生えていた。
- ・どれもまとまって生えることが多かったけど、シロバ

ナタンポポ（在来種）、そして道路わきに生えている雑種もぼつんと生えていることが多かった。

## 学校奨励賞・指導奨励賞

### 学校奨励賞（中学校の部）

静岡県立  
清水南高等学校・同中等部  
校長 小野田秀生



この度は学校奨励賞という栄えある賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校は、普通科と芸術科を併置した県立中高一貫校として、「豊かな感性・表現力」の育成を目指しており、中等部では、文部科学省から教育課程特例校の指定を受けて、教科「表現」に取り組んでいます。

「表現」の授業では、身体表現、言語表現、音楽表現、造形表現を組み合わせた総合表現活動に取り組んでおり、その集大成として、演劇やミュージカルを創作・上演しています。

文部科学大臣賞を受賞した河原崎さんは、ミュージカルのメインキャストの一人を演じており、表現力豊かな生徒です。また、自分の意見を全体の場で積極的に発信することが多く、学年のリーダーとして活躍しています。

今回の受賞を励みとして、これからも「高い知性」とともに「豊かな感性・表現力」を身に着けた生徒を育成してまいります。この度は誠にありがとうございました。

### 学校奨励賞（小学校の部）

京都府同志社小学校  
校長 横井和彦



この度、学校奨励賞という栄えある賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校では、開校以来、「道草教育」を実践しています。それは、子どもたちの自由な発想を尊重し、与えられる学びではなく、自ら答えを導き出す学びです。一人ひとりのものの見方や考え方を尊重し、お互いの良い所を見つけ合うような学習スタイルです。こうした「道草教育」で身に着けた力は、未来を切り拓く子どもたちの成長を根源から支える根っこの力となると信じています。

このたび文部科学大臣賞を受賞した清水さんは3年生の時から「しがきん」の研究をしています。3年生の時には自分で鮎ずしを作って観察しましたが、学校にある400倍の光学顕微鏡ではその実体を観察することができず、残念がっていました。けれども諦めずに、4年生になった今年度は、鮎ずし由来の乳酸菌の研究開発を行っている会社や順天堂大学の竹田教授に手紙を書いて協力を仰ぎ、粘り強く研究を進められました。そのような児童の努力を評価していただき、誠にありがとうございました。

## 指導奨励賞（中学校の部）

石川県  
金沢大学  
理工研究域フロンティア工学系  
教授 小松崎俊彦



この度は栄えある指導奨励賞をいただきましたことを、心より御礼申し上げます。本学では未来の科学者を育成する事業として、小・中学生を対象とした金沢大学ジュニアドクター育成塾を主催し、令和5年度からは金沢大学STELLAプログラムとして同事業を継続しております。1等賞を受賞した中村さんは小学5年次の在籍当初から今日に至るまで研究に勤しみ、私は協力教員として指導に当たりました。彼の研究テーマは管ラムの音が鳴る仕組みの解明であり、身近で素朴な題材ながらその現象は想像を超えて複雑でした。中村さんは、未知現象の解明に重要な仮説と検証のプロセスを徹底し、笛の音を特徴づける要因を次々と明らかにしていきました。

中村さんの問題解決力には驚かされるばかりですが、この成果は彼の挑戦心と粘り強さ、そしてご家族の支援によるものと思います。今回の受賞を励みに、引き続き探究心あふれる子供たちの育成に努めていく所存です。

## 指導奨励賞（中学校の部）

茨城県立並木中等教育学校  
教諭 前田邦明



この度は、栄えある指導奨励賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校は、つくば研究学園都市の一角に位置するという地域性やスーパーサイエンスハイスクール指定校としての好環境を生かし、大学や研究機関等と連携して科学教育を推進しています。生徒たちは科学的な好奇心をもち、科学研究や課題探究に取り組んでいます。今回3等賞をいただいた横川さんは、そんな中でも特に高い好奇心をもち、ナメタジという身近なようで未知の部分が多い生物に着目しました。食性や行動パターンだけでなく、学習能力や再生能力まで、実験方法を工夫して調べた無類の探究精神をもって。同学年や上級生に驚きを与える研究結果をまとめてくれました。

今回の受賞を励みに、引き続き本校の生徒たちが様々な興味深いものに出会うこと、そこから新しい疑問をもって探究していくことができるよう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（小学校の部）

富山県  
富山大学教育学部附属小学校  
教諭 保井海太郎  
山崎裕文



このたびは、栄えある指導奨励賞をいただき、心より感謝申し上げます。

本校では、科学作品の作成にあたり、テーマ設定に重点を置いて指導しています。夏休み前に、子供の考えたテーマ案を基に、理科担当2名から意見を伝えます。具体的には、研究の柱となる問題は意欲的に取り組めるものか、検証可能な仮説が複数発想できるか、などの視点から検討します。子供が一番悩むテーマ設定に重点を置いて指導することで、主体的な問題解決をスタートできるようにしています。

本校の子供の科学作品は、どれも素晴らしいものです。一方で、問題を解決する力は、これからの日本を背負う子供にとって必要であり、科学作品の完成がゴールのではなく、問題解決の力の育成が最も大切であることを忘れずにおこうとも思います。そのことを念頭において、日々の授業や科学作品の作成を通して、子供の問題解決の力を高めていけるよう、これからも努力していく所存です。



## 指導奨励賞（小学校の部）

静岡 STEAM  
フューチャースクール  
シニアメンター 大石隆示



この度は、栄えある「指導奨励賞」をいただきまして、心より感謝申し上げます。

私たちは、理科好きな児童生徒を集め科学的な探究力の育成を目的に取り組んでいます。特に、STEAM的な考え方を取り入れた講座で体験的で横断的な学びをすると共に、各自が生活の中で見つけた興味ある疑問をテーマに、探究活動をしています。

私たちは、一人一人の探究のつまぎに耳を傾け、助言指導を行っています。受講生の多くは、自分で考えようとしませんが指導を頼ってくる傾向にあります。その中で山下兄弟は探究意欲が旺盛で取り組む姿勢は素晴らしいものがあります。シゼコンのような全国的なコンクールで認めていただき、益々意欲的な取り組みが期待されます。

これを機に、私たちも気を引き締め、子供たちの内にある科学的な能力を引き出すことに尽力するつもりです。ありがとうございました。

## 指導奨励賞（中学校の部）

安久工機  
社長 田中 隆



「指導奨励賞」、ありがとうございます。当社では、大田区のモノづくりネットワークを中心に設計・試作を行っています。

張君は機構等の設計から始まり、金属・樹脂加工、シリコン成形、3Dプリンターといった幅広いモノづくりを経験出来ました。このことは彼にとって大きな財産になったと思います。また、磯山先生とも密にコンタクトを取りながら進められたことも良い結果につながりました。張君の今後の研究に期待しています。

杏林大学  
教授 磯山 隆



当時中学生1年生だった張君から大学に届いた初めてのメールには研究に対する熱量が感じられました。ことわざで言えば「鉄は熱いうちに打て」の好機を直感し、田中社長と共に少々大袈裟な表現ではありますが良質な玉鋼を十文字に鍛え将来有望な刀身が出来つつあることを実感しています。刀鍛冶に相当します私どもへの指導奨励賞まことにありがとうございました。

## 指導奨励賞（小学校の部）

理数系教室すうりもん  
矢守那海子



この度は指導奨励賞という栄えある賞を頂き心より感謝申し上げます。当教室では研究に興味のある子どもたちが集まり、自分の研究課題の他に全員の課題も共有し、共に仮説検証と考察を通じて相互理解を深めます。佳作を頂いた、光の種類によるアリの光応答の変化についての種間差比較に関する研究の中で、アリのマーキング方法の検討や、天候とアリの行動観察など今回未発表の多くの実験観察を行ったことで、ひとつの研究をまとめるには発表内容以外にも多くの実験がその背景にあることを子ども達は実感しました。またアリの種類により真逆の結果が出るという予想外の結果にも遭遇しました。この「予想外」が失敗ではなく「面白い分岐点」と思い、討論を経て新しい道へ繋がる時の輝きがありました。この輝きを見つけて引き出すために手を差し出すことが指導者として大切なことであり、今後も子ども達が好奇心を持って研究に取り組めるよう携わってまいります。

## [中学校の部]

## 「天然の除草剤をつくろう Part2」

茨城県つくば市立竹園東中学校 科学・技術部 3年 北岡俊弥・梅本 羽・小澤琉海・興梶翔一・鈴木 汎

## 「ボールをより正確に発射するにはどうすればよいか」

茨城県つくば市立谷田部東中学校 2年 小池峻矢・中村寛多

## 「オシロイバナの赤色の出現について パート2 トランスポゾン」

千葉県千葉市立小中台中学校 2年 高橋柚菜

## 「地球沸騰化を終わらせる!! 太陽光 VS 白い屋根 ～宇宙へ太陽光の熱を逃がして地球を冷却する～」

東京都港区立三田中学校 2年 高橋咲来

## 「サマーウォーズの暗号について」

東京都千代田区立九段中等教育学校 2年 佐藤時央

## 「じゃんけんの必勝法を探る」

東京都千代田区立九段中等教育学校 2年 米本泰河・岩崎時央

## 「一寸法師はどのようなお茶碗でたどり着いたのか」

東京都千代田区立九段中等教育学校 2年 島 柚葉・山下初夏

## 「葉の並び方とフィボナッチ数列の関係」

東京都千代田区立九段中等教育学校 2年 久保田健功

## 「ケプラーの第二法則を地球重力下において視覚的に証明する方法」

東京都立小石川中等教育学校 3年 下川夕馨

## 「キュウリの巻きひげの研究パート2」

神奈川県桐蔭学園中等教育学校 1年 芝村英子

## 「用水路の溺死事故を防ぐにはどうすればよいか? ～浅い水路で高齢者がおぼれてしまうのはなぜか part2～」

富山県砺波市立出町中学校 水路の事故班

1年 川口唯人・本田達也・高田佑翼

3年 齋藤椋太・吉田伊織・江刺瑚虎・山本優青・佐藤祐真

## 「夏の夕方 涼しく過ごすには? ～ヒートアイランド現象の仕組みと打ち水の効果～」

岐阜県関市立桜ヶ丘中学校 2年 種田こころ

## 「クモの巣の粘球の強度は?～粘力の秘密 Part4～」

静岡県三島市立錦田中学校 2年 石川真麻

## 「発酵と食品の関連性～乳酸菌の可能性～ Part.2」

静岡県浜松市立蛸塚中学校 3年 石田愛里彩

## 「ふるさとの地形・地質の研究～愛知県奥三河地方の地形・地質の変化～ 2021,2022,2023」

愛知県豊川市立西部中学校 3年 早稲田佳穂

## 「蚊に刺される人はどんな人?菌をヒントに見つけ出せ!」

広島県近畿大学附属広島中学校福山校 1年 河野凌士

## [小学校の部]

## 「カイコでじっけん」

宮城県宮城教育大学附属小学校 2年 三浦 翼

## 「飲み物によって尿量は変わるの?」

福島県福島市立三河台小学校 3年 吉江美春

## 「ほねの大研究～僕の骨折観察記～」

福島県西郷村立米小学校 5年 坂内優臣

## 「アサガオは『バイオリン』と『ヨモギ』が好き! 3年次」

茨城県下妻市立下妻小学校 3年 島田はな

## 「『電車は飛べるのか』～地方都市を過疎から救え～」

茨城県つくば市立吾妻小学校 5年 長野湖丈

## 「My Game in Python」

茨城県つくば市立竹園西小学校 3年 栢山遊主

## 「お口の中の生きものを見てみようー part2 ー」

茨城県リリーベール小学校 2年 木住野稜一郎

## 「ダンゴムシのうごき方にきまりはあるか」

茨城県つくば市立学園の森義務教育学校 2年 関 ちよの

## 「ことわざは“未来へのメッセージ”ことわざ『柳の下のだじょう』から環境問題を考える

～柳の下にドジョウはいるのか?いないのか?実証研究～」

千葉県日出学園小学校 5年 渡邊 光

## 「ハリガネムシ研究 2019～2023 ～寄生虫の医学応用を探る～」

東京都聖徳学園小学校 5年 近藤千華子

## 「こまめな手洗いもういらない? ～感染症から身を守るために～」

岐阜県岐阜市立長良西小学校 5年 渡邊莉子

## 「赤ちゃんのうんち ～りにゅうしょくビフォーアフター～」

兵庫県西宮市立平木小学校 2年 眞辺紗希

## 「柏原校区の野鳥図鑑」

福岡県福岡市立柏原小学校 5年 岩田 洸

## 「ぼくのいもうとここちゃんけんきゅう ～あかちゃんのからだのしくみについて～」

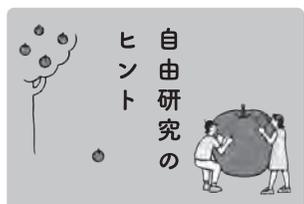
福岡県苅田町立南原小学校 1年 伊東優仁



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



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



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



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

シゼコンのWEBサイトには  
面白いコンテンツが盛りだくさん！



ぜひご利用ください！

<https://www.shizecon.net> 詳しくは

《お断り》

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

## 編集を終えて

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

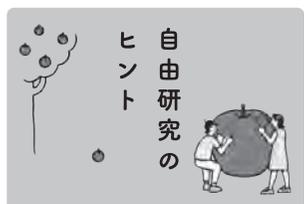
編集発行 自然科学観察研究会



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



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



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



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

シゼコンのWEBサイトには  
面白いコンテンツが盛りだくさん！



ぜひご利用ください！

<https://www.shizecon.net>

詳しくは

シゼコン

検索

《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