

OLYMPUS®

第59回自然科学観察コンクール 入賞作品ガイド集



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

第59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 平成31年2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

〈平成30年度〉

入賞作品ガイド集

SHIZECON 2018



第59回自然科学観察コンクール〈平成30年度〉



平成最後のコンクール、 悪条件の中でもがんばった 子供たち。

日本各地で次々に起こった天災や、“災害レベル”という新語まで生まれた記録的な猛暑など、自然観察に取り組む子供たちも大変な一年だったのではないのでしょうか。そんな子供たちを勇気づけるように、秋には、本庶佑 京都大学特別教授がノーベル医学生理学賞を受賞したという大ニュースが飛び込んできました。がんの新薬開発につながった世界に誇れる研究だと聞いて、きっと科学を愛する皆さんにも、大きな励みになったことでしょう。

59回を迎えた「自然科学観察コンクール」には、小・中学校の部を合わせて10,279点という多数の作品が集まりました。上位入賞作品には、日常生活で感じた身近な疑問に真剣に取り組んだ、シゼコンらしい力作が選出されました。

「入賞作品ガイド集」では、紙面の都合もあり、すべての作品をご紹介できませんが、文部科学大臣賞をはじめとする主な入賞作品をダイジェストで収録しています。ダイジェスト化にあたっては審査員の先生方のご指導を受け、できる限り作品の趣旨や持ち味を損なわないよう心がけました。また、作品完成までご指導くださった担当の先生方のお話や審査員の先生方の講評をそえるなど、作品づくりのプロセスや、作品への評価をできるだけわかりやすくしました。

単なるガイド集としてではなく、一冊の理科の本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観察や研究活動に、そして第60回コンクールの応募に役立てていただければ幸いです。

●目次

序文	1
第59回(平成30年度)自然科学観察コンクール 課題／審査員／賞	3
ごあいさつ	4～5
第59回自然科学観察コンクール入賞作品(中学校の部)	6～7
第59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)	28～30
文部科学大臣賞(小学校の部)	32～35
1等賞(小学校の部)	36～37
2等賞(小学校の部)	38～39
3等賞(小学校の部)	40～41
秋山仁特別賞(小学校の部)	42～43
オリンパス特別賞(小学校の部)	44～45
継続研究奨励賞(小学校の部)	46～47
佳作(小学校の部)	48～49
学校奨励賞受賞の言葉(中学校の部)	51
学校奨励賞受賞の言葉(小学校の部)	51
指導奨励賞受賞の言葉(中学校の部)	52
指導奨励賞受賞の言葉(小学校の部)	53
健闘賞(中学校の部)	54
健闘賞(小学校の部)	55

第59回(平成30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

●東京学芸大学名誉教授 工学博士	小澤紀美子
●文部科学省初等中等教育局教科書調査官 理学博士	高橋 直
●国立科学博物館名誉館員・名誉研究員 学術博士	友国雅章
●東京大学名誉教授 理学博士	邑田 仁
●全国中学校理科教育研究会顧問	田中央人
●全国小学校理科研究協議会会長	林田篤志
●東京理科大学特任副学長 理学博士	秋山 仁
●毎日新聞社 教育事業グループ 教育事業担当部長	戸澤美佐
●毎日新聞社 科学環境部長	元村有希子

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 >
学校 = 文部科学大臣の賞状、副賞(オリンパス顕微鏡)
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- 1等賞……1点
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- 2等賞……1点
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- 3等賞……1点
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- 秋山仁特別賞……1点 < 発想・視点の面白い優秀作品に >
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- オリンパス特別賞……1点 < 顕微鏡を使った優秀作品に >
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス顕微鏡)
- 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 >
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス・デジタルカメラ)
- 佳作……10点
学校 = 賞状
作品 = 賞状、副賞(オリンパス双眼鏡)
- 学校奨励賞……1校
学校 = 賞状、副賞(オリンパス顕微鏡)
- 指導奨励賞……3名程度
学校 = 賞状
先生 = 賞状、副賞(オリンパス IC レコーダー)
- 健闘賞…… < 最終審査に残った作品に >
作品 = 賞状、副賞(図書カード)
- 参加賞…… 応募者全員に記念品

失敗してもあきらめず 「科学の心」で探究を



毎日新聞社
代表取締役社長
丸山昌宏

「なぜ?」「どうして?」という疑問から生まれる「科学する心」に沿って探究を続けた作品が、今年もたくさん届きました。第59回は「小学校の部」に6829点、「中学校の部」に3450点の計1万2799点の応募がありました。受賞された皆さん、本当におめでとうございます。どの作品も子どもならではの視点が活かされており、感心させられました。

文部科学大臣賞を受賞した作品は、両部門ともに粘り強く研究に取り組んだ成果が光りました。小学校の部は「うみそらハリセンボンのかんさつ～寄生虫フグノエについて～」。那覇市の小学生は、観察のために捕獲したハリセンボンが死んで、その口の中で見つけた白い虫1匹に注目し生態調査を開始しました。フグノエが寄生したハリセンボンを見つけるため連日海に通い、ハリセンボンを見つけては口の中をのぞく作業を繰り返したそうです。

中学校の部は「虫えい内で越冬するハマゴウフシダニの生活史」。虫えいとは、葉などの組織内に虫が寄生してコブ状になったものです。新潟県上越市立直江津中学校科学部の9年間にわたる研究の成果です。先輩から後輩へ代々受け継がれる形はこのコンクールでも珍しく、共同研究の優良なケースとして審査員の方々に評価されました。受賞したメンバーの中心である3年生3人は7年目から参加。根気強く観察を続けるだけでなく、大学で研修を受けて新しい技術を観察方法に取り入れるなど工夫を凝らしました。

二つの事例は、何度失敗してもあきらめず継続することで結果が生まれることを教えてくれています。これは、多くの科学者たちが説いている重要な精神でもあります。毎日新聞社は、未来を担う子どもたちの成長を全力で応援してまいります。

結びに、ご後援いただいている文部科学省、長年ご協賛くださっているオリンパス株式会社、熱心に審査をしてくださった先生方にあつく御礼申し上げます。

身の回りの「不思議」を 感じ取る感性を大切に



オリンパス株式会社
代表取締役社長
笹 宏行

第59回「自然科学観察コンクール」に入賞された小学生、中学生の皆さん、おめでとうございます。また、子どもたちのご指導にあたられた先生方やご家族の方々にも心からお祝い申し上げます。

2018年のノーベル医学生理学賞が、本庶佑 京都大学特別教授に贈られました。タンパク質「PD-1」を発見して、免疫にブレーキをかける役割を解明し、画期的ながん免疫療法に道を開いたことが評価されての受賞です。記者会見で本庶教授は、研究者をめざす子どもたちへのメッセージとして、「不思議に思う心」や「納得するまで諦めない気持ち」の大切さについて語っていました。これこそがまさに当コンクールを通じて子どもたちに学んでもらいたい「科学する心」です。

自然科学観察コンクールの応募作品には、今年も、身近な不思議や疑問をテーマとし、根気強く研究を続けたものが多くありました。その子ならではの独創的かつ自由な発想で仮説を立て、検証を繰り返し、答えを導き出していく姿には、いつも感動を覚えます。身の回りの不思議を感じ取る感性をさらに磨いて、将来さまざまな分野で活躍できる人に成長されることを願っています。

オリンパスは顕微鏡の国産化を目指して設立された会社ですが、現在は最先端の顕微鏡製品や観察技術により、生命科学の発展や次世代医療の実現に貢献しています。成長した皆さんの「科学する心」と将来再び出会い、それをオリンパスの製品でサポートする日が来たとしたら望外の喜びです。そんな夢を励みに、オリンパスはこれからもコンクールを通して子どもたちを応援していきます。

最後に、コンクールに参加されたすべての子どもたちの努力に大きな拍手を送るとともに、日頃から子どもたちを励まし、指導していただいた先生方や保護者の皆さまに、この場を借りて心からお礼申し上げます。

審査の総評

—未来を拓く 挑戦力に希望—



東京学芸大学名誉教授
工学博士
小澤紀美子

未来を担い、科学する意欲に燃えている児童・生徒さんから第59回を迎えた伝統ある自然科学観察コンクールに応募をいただき感謝いたします。応募していただいた小・中学生の作品を読む至福の時間は何事にも代えがたく、希望と感動の時を過ごすことができました。

審査に当たり、まず事前に審査員が各自で応募作品を読みこみ予備審査を行いました。そうして最終審査会では、一堂に会して意見を交換しながら各賞を選びました。受賞された皆さまには心からお祝いを申し上げます。応募内容は自然観察の研究とは限らず、日常生活の身近な現象の不思議や疑問から結果を導いている作品、長年の継続研究にさらに磨きをかけて追究した作品、友だちと協力し合って多様な方法で結果を導き出している作品など、多くの力作に出会い、審査の過程は至福の時間でした。今回の審査では残念ながら受賞を逃した作品にも素晴らしい作品が多く、今後も粘り強く取り組んでいただきたいと願っています。

応募作品は、普段何気なく見ている現象の「不思議」に気付き、あるいは見逃している事象に「なぜ」という疑問を投げかけ、深く考察にいく思考回路の活性化が基本で探究しています。「問う」ことにより多様な角度から道筋を予想して仮説を設定し、さらに異なった角度や視点、実証実験の方法の試行錯誤で検証して科学的に論理を深め、作品にまとめていき、その成果を分かりやすく表現している作品だけでなく、失敗に学び新たな方法で挑戦している粘り強さや知的好奇心満開で挑戦を楽しんでいる作品など、科学的な研究のアプローチを進めていることに感動しました。

審査している過程でノーベル医学生理学賞受賞の朗報が届きました。先人の不屈の精神と新たな課題への挑戦力に学び、今後とも新たな作品が寄せられることを期待しています。

審査の総評

—未来の科学者へのメッセージ—



東京理科大学
特任副学長
理学博士
秋山 仁

ニュートンは、晩年、「世間の目に私がどう映っているのか分かりませんが、私自身は、“真理の大海が発見されないまま私の眼前に横たわっているのに、砂浜で遊びながら時々普通より滑らかな小石や美しい貝殻を見つけて喜んで一人の少年にすぎなかった”と思っています」と語っている。

科学者という人種は、好奇心と探究心が揺り動かされる興味深い小石や美しい貝殻という“不思議な現象やトピック”を探し求め、それを見つけるや夢中になっていろいろな角度から眺め、分析します。また、時には私達が出掛けて行って直接目にする事ができない、遠く遠く真理の大海の構造やメカニズムに想像をめぐらし、しばし、神秘の感動に浸っては、この世に命を得た喜びを感じる生き物なのです。いろいろな研究の中で高く評価される成果というのは、大雑把に言う：

人々の生活に大いに役立つ可能性の高い発見、一見私達の生活に何にも役に立ちそうにはないが、神秘的な真理の大海の片鱗を暴き出してくれる理論の中の道標となるような発見、何ら関係のなさそうなもの同士の間関係の発見などです。

数学者のヒルベルト(1862-1943)は優れた問題を次のように定義しています：

“街で出会う人に明確に説明できると同時に、そう簡単には解けない問題であること。かつ、その問題は全然、歯が立たない代物ではないこと。さらに、その問題が真実へ至る曲がりくねった道の道標になり、最終的には私達を感動のるつぼに誘うような問題であること”。

シゼコンに参加する少年、少女たちが将来優れたテーマを探し、人類の平和と繁栄へ導く発見をすることを願っています。シゼコンはまさにその登龍門であると思います。

第59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 「虫えい内で越冬するハマゴウフシダニ *Aceria vitelicola* (Kikuti) の生活史
～ハマゴウフシダニの研究10～」
新潟県上越市立直江津中学校 科学部 ハマゴウフシダニグループ
3年 村山諒太郎・田島修羅・竹内海斗 1年 荻谷 光・山川陽大

1等賞 「植物と放射性物質」
福島県福島市立松陵中学校 2年 國井友貴

2等賞 「塩湖の模様ができるしくみの研究Ⅱ」
愛知県西尾市立平坂中学校 科学部
1年 加藤 諒・嵩山夢子・中村海聖・瀬宜田優也・林 壱成
2年 鈴木晴翔・竹内颯雅
3年 大塚正謙・大山颯汰・佐々木 悠・鈴木翔貴・高須永遠・田中 遙

3等賞 「和白干潟におけるコメツキガニの繁殖・成長、行動と分布、個体群の動態に関する研究」
福岡県古賀市立古賀北中学校 3年 藤井和己

秋山仁特別賞 「ペンの液割れの研究」
愛知県刈谷市立刈谷東中学校 液割れ班
1年 泉 彩姫・坂口陽詩・鈴木幸陽・藤崎美来奈
2年 鈴木龍人 3年 小林 柚・竹原かれん

オリンパス特別賞 「朝顔の観察 パート9 光と糖の関係」
千葉県流山市立東部中学校 3年 齋藤麻梨子

継続研究奨励賞 「飛べ! スーパー紙とんぼ3 ―飛行時間をもっと伸ばすには―」
石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校 2年 今泉心寧

佳作 「糸魚川市周辺で見つかる岩石・ひすい輝石岩の研究」
千葉県柏市立柏中学校 2年 江里亮紀

佳作 「～アルソミトラはどのようにして種を広範囲にまくのか～
アルソミトラの種の飛行研究」
千葉県千葉市立都賀中学校 1年 近藤慶一

佳作 「ダンゴムシコンポストを作るための基礎研究 Part3
ダンゴムシが移動しやすい床材の研究」
千葉県松戸市立第一中学校 2年 森本尚子

佳作 「加賀野菜で水質浄化パート8 ～水上式水耕栽培を利用する～」
石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校 3年 浦崎倫一

佳作 「アゲハの休眠条件 ～モンシロチョウの休眠条件と比較して～(チョウの研究Part 6)」
長野県高森町立高森中学校 2年 松下陽音

佳作 「シャボン玉の模様の不思議 ～なぜ模様が揺らぐのか～」
愛知県刈谷市立雁が音中学校 科学部 シャボン玉班
1年 金子美風・神谷悠理・都築佑次郎
2年 竹田柚帆・西村風花・林 花菜・鮎田有梨沙
3年 内田帆香・海老由紀乃・木村芽依・永田桜子・原田望未

佳作 「とんとん相撲の研究 ～徳川式紙相撲の必勝法を探る～」
愛知県刈谷市立富士松中学校 科学部 とんとん相撲班
1年 アザミ アリフ プラタマ・杉山輝恵・元倉遙己
2年 加藤共陽・近藤修平
3年 近藤颯一郎・滝口翠詞

佳作 「蛍光反応を用いた土壌センサを目指して」
京都府京都市立修学院中学校 1年 近藤 惇

佳作 「ペットボトルで人命救助 ～飛距離が最大となる水の量に関する研究～」
長崎県長崎県立長崎東中学校 1年 田中玲衣

佳作 「石垣島の河川の水質とそこに生息する生物調査」
沖縄県石垣市立崎枝中学校 八重山水環境調査プロジェクトチーム
1年 富川翔三郎 2年 大江みちる*・國仲賢杜・立津琉人・野里 慎
3年 富川裕二郎・仲村速斗*・野里実優・丸山 葵
※の生徒は学校が異なる(石垣市立石垣第二中学校)

学校奨励賞 新潟県上越市立直江津中学校

指導奨励賞 石川県金沢大学理工学域機械工学類 4年 矢嶋華子

指導奨励賞 愛知県刈谷市立刈谷東中学校 名倉秀樹

指導奨励賞 愛知県刈谷市立富士松中学校 永野英樹

指導奨励賞 愛知県西尾市立平坂中学校 三浦真一

第59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	「うみそらハリセンボンのかんさつ ～寄生虫フグノエについて～」 沖縄県那覇市立天久小学校 2年 岩瀬 海 4年 岩瀬花海
1等賞	「クモの糸にできる『水滴』の研究」 愛知県刈谷市立住吉小学校 理科部 6年 浅井侑希・石川琥太郎・梅村佳奈・太田泰知・加藤楓菜・杉浦敬太・鈴木暖士・ 谷川天音・登丸昊之介・野村優衣・山田岳人
2等賞	「電磁石式ふりこ時計を作ろう2」 埼玉県伊奈町立小針小学校 ふりこばりクロック seven 6年 安味柚月・島田夏穂・須賀小遙・須賀実柊・高島颯太・戸井田 昊・平野沙菜
3等賞	「光の偏食による雑草変化論 ～雑草もメタボになるのかな～」 福島県須賀川市立西袋第一小学校 5年 大石悠叶
秋山仁特別賞	「玉こんにゃくがなく秘密を探れ」 愛知県刈谷市立富士松南小学校 6年 岡田奈楠子・小坂愛永・塚崎瑛大・山本 蓮
オリンパス特別賞	「テッポウユリの花被の気孔と蒸散」 秋田県由利本荘市立鶴舞小学校 テッポウユリの不思議追究委員会 6年 坂本理紗・田澤美葵・吉田みなみ
継続研究奨励賞	「あさがおの観察と研究 6」 兵庫県姫路市立青山小学校 6年 青木柚花
佳作	「セミの鳴き声の周波数解析」 茨城県つくば市立吾妻小学校 5年 上口陽彰
佳作	「アウトウショウジョウバエの研究」 茨城県つくば市立吾妻小学校 6年 樋野 葵・樋野 遙
佳作	「シロツメクサのすみかは公園？」 埼玉県伊奈町立小針小学校 チーム白詰 6年 赤沼咲音・安味柚月・奥間環樹・折笠綾音・木下遥斗・齋藤美希・佐藤浩輝・ 澤野陸希・須賀実柊
佳作	「地球にやさしいオリジナルバッテリーを作ってみよう ～あおさ電池～」 埼玉県春日部市立粕壁小学校 5年 渡邊結仁

佳作	「松ぼっくりのひみつパートII 大王松の松かさのとじかた」 千葉県千葉市立園生小学校 3年 高橋柚菜
佳作	「謎の物体の正体を追え!! PART2 ～イシクラゲを育ててみよう～」 山梨県山梨大学教育学部附属小学校 5年 内田翔大
佳作	「機能性ヨーグルトを探る」 京都府京都市立北白川小学校 6年 縣 俊佑
学校奨励賞	埼玉県伊奈町立小針小学校
指導奨励賞	秋田県由利本荘市立鶴舞小学校 校長 佐藤和広
指導奨励賞	山梨県山梨大学教育学部附属小学校 山崎 壮
指導奨励賞	愛知県刈谷市立住吉小学校 小川まゆみ・一色絢賀・早川明希
指導奨励賞	愛知県刈谷市立富士松南小学校 平澤 学

中学校の部

Aceria vitecicola (Kikuti) 虫えい内で越冬するハマゴウフシダニの生活史 ～ハマゴウフシダニの研究 10～

新潟県上越市立直江津中学校 科学部 ハマゴウフシダニグループ
3年 村山諒太郎 田島修羅 竹内海斗 1年 荻谷 光 山川陽大

研究の動機

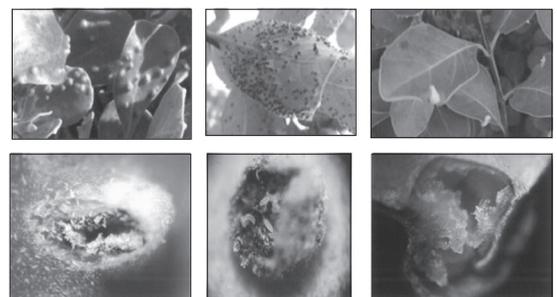
直江津海岸は2009年、国民体育大会のビーチバレー競技会場となり、直江津中学校は準備として海岸清掃を行った。その際、砂浜に自生するハマゴウ(シソ科ハマゴウ属の小低木)の葉に、小さなコブ状の突起が無数あるのに気がついた。木の病気かと思ったが、調べるとコブは虫えいと呼ばれるもので、突起の内部にハマゴウフシダニ(フシダニ上科、学名:*Aceria vitecicola* (Kikuti))という体長0.1mm内外の微小なダニが寄生していることがわかった。それから8年間、科学部員がバトンタッチをしながら虫えい内のハマゴウフシダニの観察を続け、9件の研究をまとめた。

2018年度に入り、10件目の研究に携わった3年生の3人は2016年度からハマゴウフシダニの生活史、特に越冬行動について観察を続けていた。ハマゴウフシダニの生態はわかっていないことも多く調査は困難を極めたが、虫は確かに虫えい内に存在し、活発に動き、繁殖している。この不思議な生き物の生活史の解明に何とか一歩近づきたいと考え、研究に取り組んだ。

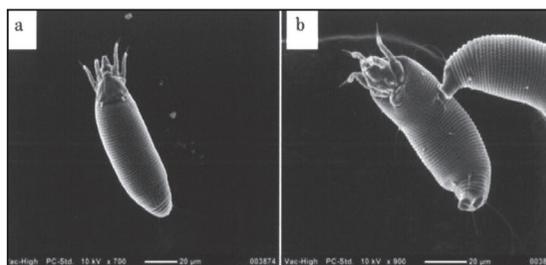
研究の背景

過去の研究でわかったことは、おもに次のとおり。

ハマゴウの葉の虫えいには形状が異なるもの(A～Cタイプ)があり、虫えい内のフシダニの体色は黄色、白色の2種がある(2010年度研究1)。虫えい内のフシダニはハマゴウフシダニであり、ハマゴウフシダニは落ち葉のなかにも確認できる(2011年度研究2)。虫えいにすむ虫の出入



ハマゴウフシダニの虫えい(上、左からA・B・Cタイプ)とその内部(下)



体長0.1mm内外のハマゴウフシダニの走査型電子顕微鏡画像(法政大学で撮影)

りは満月、大潮と関係する可能性がある(2012年度研究3)。葉の表面をハマゴウフシダニが歩く様子を確認、このことからハマゴウフシダニが地面から木を登って虫えいを作ったり、越冬したりする仮説が裏付けられる(2013年度研究4)。

Aタイプの虫えい内で卵のようなものを何回も確認した(2014年度研究5)。秋に大量のハマゴウフシダニが虫えいから出てくる様子が見られた。越冬場所への移動だと考えたが、場所の確認はできなかった(2015年度研究6)。春、ハマゴウに新しい葉が出るころ、葉に虫えいはまだないが、木にハマゴウフシダニがいることを確認できた。若葉の裏にいたハマゴウフシダニが葉脈付近に10～30分、頭部を入れて刺激している行動を観察する。白色と黄色のハマゴウフシダニの数が、時期によってそれぞれ変化することもわかった(2016年度研究7)。

虫えい内にハマゴウフシダニの成虫の雄と雌、若虫がいる、卵のほか精胞(多数の精子を生殖器の付属腺からの分泌物で包んだもの)があることを確認した(2017年度研究8)。地域のハマゴウを調べ、波打ち際により近い砂地のハマゴウにはハマゴウフシダニが寄生していないことがわかった(2017年度研究9)。

研究の目的

2017年度に法政大学植物医科学センターで研修を受け、スライド標本を作ってハマゴウフシダニの雌雄の別や体の特徴を詳しく観察する方法を習得した。それ以前は黄色が雌、白色が雄という仮説を立てて観察していたが、色の違いは脱皮直後であるかないか(白が脱皮直後の比較的若い個体)で、性別とは無関係なことがわかってショックを受けた。2018年度の研究10で

は、多くの先輩が積み重ねてきた観察記録や新しい技術を使って、これまで困難だった調査に取り組む。ハマゴウフシダニがどのように1年を過ごすのか、解明に向け研究を大きく進展させたいと思った。

研究の課題

研究10で科学部チーム全員がしっかり調べる課題は、次の4点になった。

1. 虫えい内部で生活するハマゴウフシダニの1年間の生活史を明らかにする
2. 越冬に関わる個体の特定を試みる
3. 越冬場所を離れた個体が、春に新たな虫えいを作る過程を実験で明らかにする
4. 異なるタイプの虫えいについて、その違いを明らかにする

研究の方法

●観察木と、調べる虫えいのタイプを決める

2018年度の研究10では9月から翌年8月末まで、ハマゴウの葉の採集と観察を繰り返し、出現する個体を継続して調べることにした。

観察木を、新潟県上越市中央4丁目の船見公園内にあるハマゴウと決めた。補助木として、上越市五智5丁目県道脇のハマゴウも観察することにした。



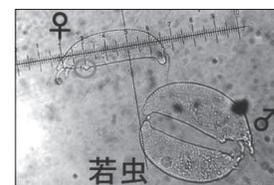
葉は1週間に1回以上、観察木から収集して観察する。虫えいを切り開いたままにしておく、ハマゴウフシダニは死んでしまう。飼育に成功していないので、1年間の生活史を研究するには同時期に作られた虫えいを継続して観察するしかない。

●実顕顕微鏡下での作業方法

採集した葉の虫えいを医療用のメスで切り開き、倍率可変式実体顕微鏡で内部構造などを観察する。虫えい内のすべての個体や卵、精胞の数を数える。カウントは1枚の葉からランダムに10個の虫えいを選んで行い、平均を求めることを基本とした。虫えいが少ない場合はすべての虫えいでカウントし、平均を求めた。

●スライド標本の作製と個体の観察

まず固定染色液である改良ベルレーズ液をスライドガラスに垂らす。その上に、ブタのまつげを竹串に取り付けた道具を使い、虫えいからできるだけハマゴウフシダニを取り出して落とす。カバーガラスをかぶせたスライドガラスを90℃のホットプレートで10分加熱し、37℃の定温器に1週間ほど入れる。完成したスライド標本を生物顕微鏡の400倍で観察して雌と雄、若虫の体の違いを確認する。それぞれの数をカウントして雌雄若虫の



構成比を出し、構成比をデータとして蓄積していった。

研究の実際

課題1 1年間の生活史を明らかにする

研究9までですでに、次のようなことがわかってきた。

- 秋: 葉がすべて落ちるまで、虫えいにはハマゴウフシダニが観察できる。
- 冬: 落ち葉の虫えい内にハマゴウフシダニが生息しているはず(実際の落ち葉で確認していない)。
- 春: 春先の新芽にハマゴウフシダニが現れてから10日後には新しい虫えいができる。
- 夏: 異なるタイプの虫えいができ、内部に多くのハマゴウフシダニが確認できる。

2018年度9月から1年間の新たな調査結果は、以下のとおりだった。

●秋のハマゴウフシダニ

9月末まで虫えい内には卵や精胞が見られるが、それ以降は確認できなかった。その後、雄の数が減少した。10月末の虫えい内には大きな個体がひしめき合っているように見え、そのほとんどが雌だった。虫えい内の個体が少しずつ大きくなり、黄色い個体が増えてきた。若い個体が減ったためだと考えられる。

●冬のハマゴウフシダニ

法政大学植物医科学センターの上遠野富士夫先生のアドバイスから、ハマゴウフシダニは落ち葉の虫えい内で越冬するという予測を立ててきた。

ハマゴウの木は12月末には完全に落葉する。雪から落ち葉を掘り出して調べるが、葉がぬれていると虫えいが硬くてメスが入らない。乾燥させすぎると割れてしまうなど、失敗が多かった。

苦労して集めたデータから、腐食しぼろぼろになった落ち葉の虫えいにも個体が確認できた。この時期、土やハマゴウの木から個体が見つからないのは過去の観察結果と同じで、越冬場所は落ち葉の虫えい内だと思われる。ただ、確認した個体数は少なかった。

冬の虫えいに卵や精胞は見られず、個体はほぼ雌だった。2月22日に1匹だけ雄を見つけた。このころは時折、気温が10度を超える日があったため、雌が産卵できたのではないかと考えた。

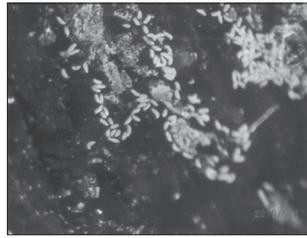
●春のハマゴウフシダニ

3月から4月にかけて観察木は葉をつけていない。3月11日に採集した落ち葉の虫えい内で、動き回るハマゴウフシダニと卵を発見した。新しい世代が生まれ、ハマゴウの木へ移動する日が近いと思われた。

観察木の幹にセロハンテープを巻いてワセリンを薄く塗ったトラップを仕かけ、定期的に観察した。4月後半には落ち葉はほぼ見つからず、5月2日に数百個体のハマゴウフシダニがトラップにかかった。その後、5月12日には新しい葉に虫えいが作られたことを確認できた。

●春の研究から生まれた考察

2017年度まで、越冬した雌の個体が春にハマゴウの幹を登って新しい虫えいを作ると考えていた。しかし、トラップにかかる個体は雄も多い。

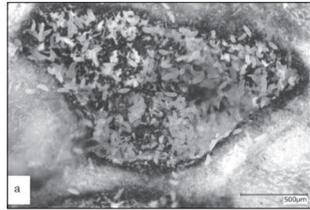


トラップにかかったハマゴウフシダニ

ハマゴウフシダニを含むフシダニ上科の生き物は産雄単為生殖を行い、雄の精胞を受け取った雌は雌の卵を生む。精胞を受け取れなかった雌は雄の卵を産むため、秋から冬にかけて雌ばかりだった虫えい内では雄が生まれやすいのではないかと考えた。幹を登るハマゴウフシダニは、若い個体であることも考えられる。

●夏のハマゴウフシダニ

雄と雌、若虫、卵、精胞のすべてを観察でき、個体数も非常に多い。5月末には虫えいに数匹しか確認できなかった個体が、6月末には100を超えた。「春とは異なるBタイプの虫えいが突然大量に作られる」「大きさが倍ほどの個体が出現する」「体内に若虫や卵を抱えたまま動かない雌がいる」ことも確認できた。

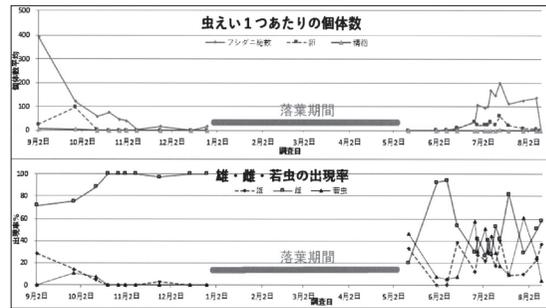


個体、卵、精胞のすべてがある虫えい

体内に卵を抱えた雌を見つけた時は大変驚いたので、法政大学の上遠野先生に問い合わせた。すると、これまでハマゴウフシダニで見つかった例はないと思うが、他のダニ類で体内に卵があるうち卵割る例が観察されているそうだ。おもに老いた個体に見られるという。体内に若虫や卵を抱えたハマゴウフシダニも、老いた雌なのかもしれない。ハマゴウフシダニの寿命は、はっきりとわかっていない。ただ、1年のうち7月から9月に若虫や卵の数も多く、しかも同時期一部の個体が老いているなら、夏が世代交代の時期なのかもしれない。

課題1のまとめ

1年間の観察から、ハマゴウフシダニが虫えい内で繁殖するのは、5月から10月上旬にかけてであることがわかった。年間を通して虫えい内は圧倒的に雌の個体が多く、個体は増減しながら繁殖を続けている。虫えい内に卵が多くなると数日後に若虫、次いで成虫の個体が増える。10月上旬を過ぎると卵や若虫がほとんど見られなくなり、12月の虫えい内は雌ばかりになる。12月末にハマゴウは落葉するが、落ち葉の虫えい内では雌は生き続ける。落ち葉の雌は2月下旬から3月に気温が上昇すると産卵する。生まれる個体には多くの雄も存在し、ハマゴウが新しい葉をつけるころ、幹を登って新しい虫えいを作り、繁殖を始める。



虫えい内のハマゴウフシダニの出現率および個体数の変化

課題2 越冬に関わる個体の特定を試みる

スライド標本での観察から、体が他より長い大きな個体が一定の割合で出現することに気がついた。大きな個体はすべて雌だ。同じ雌でも雄と同程度に小さいものが多いことから、大きな雌は越冬に関係する雌(越冬雌)である可能性が高いと考えた。

フシダニ上科の生き物には、越冬雌が存在する種がある。越冬しない雌が雄に似ているのに対し、越冬雌の外見が大きく異なる例もある。ただハマゴウフシダニの越冬雌は、これまで確認されていない。

そこで作製するスライド標本上の個体を対象に、マイクロメーターを使って雌雌それぞれの体長と体高を測定した。対象にしたのは300個体だ。

また、フシダニの体には体環と呼ばれる節のような構造があり、ハマゴウフシダニの体にも50～60ほどの体環がある。大きな雌の体環数は65を超えると感じたため、各個体の体環を数えてデータを蓄積することにした。対象にしたのは200個体だった。

課題2のまとめ

大きな個体は冬に多く出現するが、夏にも見られる。体環数が65を超える雌の個体もあったが、体が短い雌のなかにも65を超える個体が見られた。雄の個体には、体長や体環の違いがあまりなかった。

大きな雌の個体には「体が丸みを帯びて滑らかな印象がある」「後体部が特に長い」といった特徴がある。しかし、越冬雌の確定としては不十分で、今後はDNAなどを含め、より詳しく調べる必要がある。

課題3 越冬した個体が春に新たな虫えいを作る過程を実験で明らかにする

2017年度は、観察木の根元に土を入れたハマゴウの植木鉢を置いて観察を続けたが、植木鉢の葉に虫えいではできなかった。2018年度はハマゴウの植木鉢の根元に、虫えい付きの落ち葉を入れて実験した。虫えい付き落ち葉を入れた植木鉢を3つ、入れない植木鉢を3つ用意し、割り箸の先にセロハンテープを巻き、薄くワセリンを塗ったトラップを仕掛けて観察した。

課題3のまとめ

ハマゴウフシダニがトラップにかかることはなく、実験は失敗に終わった。冬季に低温が続き、春に鉢を持ち込んだ室内が高温でありすぎたのかもしれない。原因を特定してさらに挑戦する。

課題4 異なるタイプの虫えいについてその違いを明らかにする

過去の観察から、虫えいのタイプは作られる時期によって異なることがわかってきた。Aタイプはおもに春、葉の表側にでき、内部に仕切りはなく、切り口の周りには白い毛のようなものがある。Bタイプはおもに夏、葉の裏側にでき、ひとつひとつが小さく内部が黒い。くりぬかれたような構造で、虫えいの頂部は突起のようになって断面を見ると内部に通路が見られる。Cタイプは秋、葉の表側葉脈上にできて色が白い。盛り上がりが大きく細く、全体的にA・Bタイプより大きい。Cタイプの内部にも通路が見られる。

2018年度の観察では、春のAタイプの虫えいは、枝の根元から十数枚の若葉に集中して作られていた。同じ枝の先にさらに若い葉があるが、虫えいはあまりできていなかった。7月19日、それまで虫えいがなかった枝先の葉に、Bタイプの虫えいがびっしり作られていた。2日前には虫えいがなかった葉にさえ、大量の虫えいができていた。これが一体どういうことか、AタイプとBタイプの虫えいを調べることにした。

同じ枝の葉を複数選び、それぞれの葉の虫えいをランダムに10個ずつ切り開いて調査を行った。内部の個体数と卵をカウント、葉ごとに平均を求めた。また、両タイプの虫えいの様子も観察した。

課題4のまとめ

虫えいは春と夏に一気に大量に形成されるが、その後も新しく作られたり、一部は脱落することもあることがわかった。

Aタイプの虫えいは直径5mmほど、卵が多く、若虫も見られた。Bタイプの虫えいは直径1mmほど、個体が少なく、すべての虫えいの内部が空っぽな葉もあった。Aタイプの虫えいが春に大量にできる時も、作られたばかりの虫えいに何も入っていないことがある。ハマゴウフシダニは、葉の虫えいがある程度完成した後に寄生する可能性がある。

またAタイプの虫えいが多い理由は、ハマゴウフシダニに刺激された新しい葉が、その後さらに成長して伸びるためではないか。逆にBタイプは葉が伸びきった後に刺激されるため、虫えいが大きくならないと考えられる。

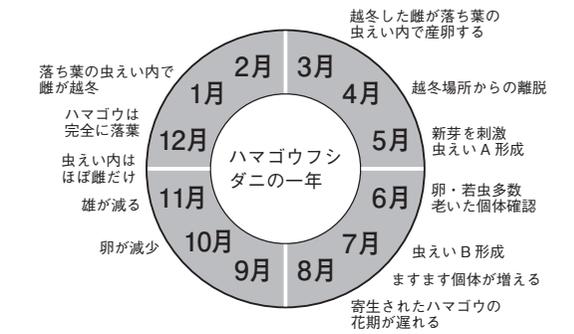
今後の課題と感想

2018年度の研究結果には、まだ検討の余地はあると思う。ハマゴウフシダニの1年間の生活史については、虫えい内の個体の割合と変化がわかってきた。今後も繰り返し

返し観察してより確かなものとし、新しい発見をしたい。越冬雌の調査は学校の機器に限界があり、今後は一部を専門機関に依頼することも考えたい。

この研究に協力してくれた上遠野先生から「生き物の研究は生き物の気持ちになって考えること」とアドバイスをいただいた。その言葉を心に留めて観察を続け、ハマゴウフシダニの生態解明を目指したい。

●2018年度の研究結果からまとめたハマゴウフシダニ生活史



指導について

このたびは、科学部ハマゴウフシダニグループが文部科学大臣賞という素晴らしい賞をいただくことができ、学校を挙げて、大変喜んでおります。研究の中心となった3年生3名は、7年目のハマゴウフシダニの研究から参加し、これまで研究を続けてきました。先行研究がほとんどない研究対象について、根気強く観察を続けてきましたが、専門家の助言を受け、新しい観察技能を身につけることで飛躍的に研究内容が深まりました。1年間を通じてハマゴウフシダニが葉の虫えいの中でどのように生活しているのか、またどうやって越冬し新しい世代が生まれるのか実験を交えて解明を試みました。そして最も解明したかった雪の中で越冬するハマゴウフシダニの生活史としてまとめることができました。今年の研究でいろいろなことが分かり、さらに明らかにしたい課題が出てきました。今後も研究を続け、本研究を継続、発展させてほしいと思っています。

上越市立直江津中学校 長瀬美香子

審査評

地元の海浜に自生するハマゴウの葉に虫えいを作るハマゴウフシダニを9年間追いつけた研究である。これは直江津中学校科学部が行ってきたプロジェクトで、この間メンバーは何度も入れ替わっているが、その成果が代々引き継がれてきた。このようなスタイルの研究は本コンクールの応募作品にもあまり例をみないもので、共同研究の優れたモデルケースである。この間、新しい発見はいくつかあったものの、最大のテーマとしてきたハマゴウフシダニの生活史にはなかなか迫れなかった。フシダニの仲間は体長が0.2mm程度の微小なダニで、中学生ではその観察が容易ではないことによると思われる。専門家の研修を受けて研究に必要な知識や観察技術を習得し、今年度の研究が飛躍的に進歩した。その最大の成果がハマゴウフシダニの生活史の解明にほぼ成功したことである。これはこれまでまったく知られていなかったことであり、学界への貢献も大きい立派な成果である。とはいえ、本種の生態にはまだ未解明な部分も多いので、今後の進展に大いに期待したい。

審査員 友国雅章

植物と放射性物質

福島県福島市立松陵中学校 2年 國井友貴

研究の背景

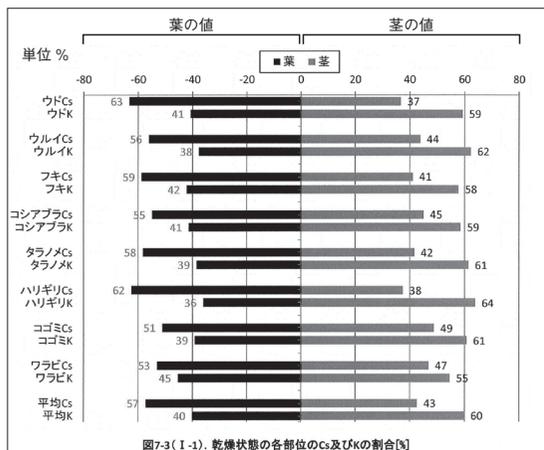
2017年に、農産物のなかで放射性セシウム濃度が最も高い山菜やキノコを対象に、どの部位の濃度が高いのかを調べた。今回は「今後の福島のため」「今後国内外でこのような事故が起きた場合のため」に、植物と放射性物質の関係をさらに追究した。

研究のテーマと方法

2018年は、テーマ1を「山菜と放射性物質の関係」、テーマ2を「コケによる現在の汚染状況および過去と未来の推定値」とした。1の研究期間は2018年4月から8月、試料である山菜は福島県内で採集した。2の研究期間は2015年8月から2018年7月、試料であるコケは福島市松川町内、松川町を除く福島市内、福島市を除く福島県内、福島県外の4地域で採集した。

放射性物質測定までの前処理は、次のとおり。

山菜などの試料は必要に応じ、葉や茎など調べる部位に切り分ける。土の影響を除くため水洗いして水気を取り、細かく刻むなど測定しやすい状態にする。ここであらかじめ重さを量り、乾燥機で乾燥させる。乾燥させるのは、水分が放射性物質の測定を邪魔するからだ。乾燥させた後、残った固形分と乾燥させた水分の割合を求めするために再び重さを量る。その後、試料を測定用の容器に詰めてふたをし、容器の外側をきれいに水洗いして水分を拭き取る。それから、容器の重さと高さを計って比重を求める。試料の詰め方が測定結果に影響するため、比重を求めている。最後にテープで確実にふたを閉じて、ビニール袋に入れる。



乾燥状態の葉と茎の放射性セシウム(Cs)、放射性カリウム(K)の割合

土やコケなどの試料も山菜などの乾燥後と同じ下処理を行い、放射性物質の測定は全て専門の方に頼んだ。

研究テーマ1

「山菜と放射性物質の関係」については、4つのサブテーマを設けて研究を行った。

1. 山菜の部位ごとの放射性セシウムと放射性カリウムの関係

放射性物質には原発事故で拡散した放射性セシウムのような人工放射性物質と、天然の自然放射性物質がある。天然の放射性カリウムは、植物に欠かせないカリウム1gに30.4Bq/kg(ベクレル毎キログラム)が含まれる。今回、放射性セシウムと放射性カリウムがそれぞれ、山菜の葉と茎にどう含まれるかを調べた。

試料の山菜はウド10、ウレイ3、フキ3、コシアブラ8、タラノメ6、ハリギリ4、コゴミ6、ワラビ11、山から自分で採集したり、家族や知人からいただいたり、販売所で買ったりした。

結果: どの試料でも、放射性セシウムは茎より葉で濃度が高く、放射性カリウムは葉より茎で濃度が高かった。その値には、例えばセシウムが葉で10高ければカリウムが茎で10高いといった対称性が見られた。葉と茎全体にほぼ1:1の割合で放射性セシウムと放射性カリウムが存在するという規則性が推測できる。そこで、2つの値に関係があるかを検証する「最小二乗法」という方法を使った。放射性セシウムと放射性カリウムの値を足して計算すると、セシウムだけの時より強い関係を示す結果が出た。葉と茎には、放射性セシウムと放射性カリウムの量がつり合うような規則的な関係があることがわかった。

2. ワラビの成長過程における放射性セシウムと放射性カリウムの関係

過去の研究から、山菜が成長するにつれ放射性物質の濃度に違いが出るように思った。そこで、5月から8月まで同じ場所で、成長過程が違うワラビを6回採集した。穂が下を向く若いワラビから一部が葉の状態に成長したワラビまで成長段階を5つに分け、6回の採集のたびに5段階すべてのワラビを入手した。それぞれの上部(穂先や葉)と下部(茎)の放射性セシウムと放射性カリウム濃度を測定し、関係を調べた。

結果: 乾燥させた試料では、放射性セシウムは上部で濃度が高く、放射性カリウムは下部で高かった。それぞれの上部と下部の濃度差は、成長とともに広がっていった。乾

燥させる前の生の試料でも調べたが、結果がやや異なった。上部のセシウム濃度と下部のカリウム濃度が、成長過程によって対称的な値になった。セシウムの下部とカリウムの上部もやや対称的だ。ここから放射性セシウムと放射性カリウムは、水分による比例関係があるのではないかと推定される。

またこの研究で、雨量が多いと放射性セシウム濃度が高まることもわかった。

3. コシアブラの汚染メカニズムについて

ほかの山菜と比べコシアブラは、現在も高濃度の放射性セシウムが検出される。可食部以外の部分や、根の土壌も測定して汚染のメカニズムを探った。

結果: 土壌の深さ0~5cmのところ(腐葉土層)が、最も高い濃度で放射性物質を含んでいた。側根の濃度が主根より高い値だったことから、コシアブラは腐葉土層から放射性セシウムを吸収していることが証明できる。また、幹や枝は高い位置のほうが高い濃度を示していた。

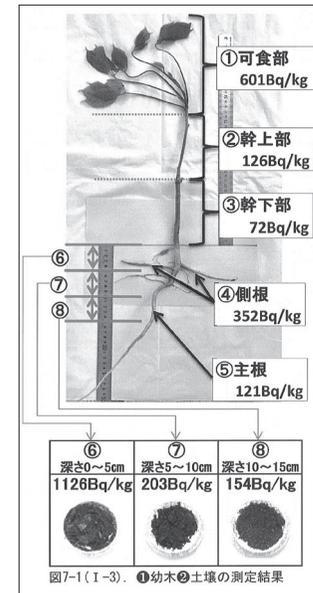


図7-1 (I-3) ①幼木②土壌の測定結果

コシアブラ幼木の測定結果
「湯に塩や重曹を加え山菜を15分煮沸するアク抜き」「山菜に灰をかけ湯を注いで一晩おくアク抜き」[1カ月ほどの塩漬け]の3つの一般的な方法に準じて、放射性セシウムが除去できるかを試した。

結果: 重曹は77~92%以上、塩は93~96%除去することができた。除去率は塩漬けのほうが有効だ。煮沸する方法で重曹と塩の両方を使えば時間が短縮でき、重曹だけの時より効果的。灰を使うアク抜きでは、逆に濃度が高くなった。事故後汚染された木の焼却灰には注意が必要だ。

研究テーマ2

「コケは成長速度が非常に遅く、放射性核種を長く集めて濃縮すると考えられる」と文献にあった。そこでコケを指標に再度、全国の放射性セシウム汚染状況を見直してみた。松川町で87、福島市77、福島県55、福島県外95のコケ(種は定めず)を集め、現在だけでなく、半減期を考慮した計算で「事故当時」「30年後」「100年後」の放射性セシウム濃度を推測した。

結果: 松川町と福島市内で得られたデータは事故当時、地域の東側がより汚染されたことを示した。また30年後、100年後でも福島市内に1,000Bq/kgを超える場所があることを示していた。福島県内は、原発から遠い会津方面でも現在1,000Bq/kgを超える場所があり、飯館村付近は100年後も10,000Bq/kgを超える場所があると推定できる。県外では宮城県、岩手県、関東地方、長野県に、現在の福島県と同程度またはそれ以上の濃度を示す場所がある。そのほか九州でもわずかながら測定され、日本全国が汚染されたことが実証された。

指導について

2011年に発生した国内初の原発事故で、福島県内を中心に放射性物質が飛散されました。未だ身近に存在する放射性物質は一般人にとって未知なものであります。昨年、暗中模索のなかで行った研究テーマ「放射性セシウムと植物およびキノコの関係について」で2等賞を頂き、表彰式の際に審査員の先生から継続してほしいというお声を頂戴しました。福島県在住だからこそできる研究であり、福島県から発信すべきであると再認識し、今年は「昨年の継続及び更なる追究」と「植物を指標とした環境汚染の実態」について取り組みました。指導においては①試料の収集(採取場所の確認・確かなデータを得るために多く収集する)、②過去の結果の検証(再現性)、③データのまとめ(統計的手法)、以上を重点に置き、結果から実用化に導く大切さも教えました。今までの研究の集大成の予定でしたが、新たな発見と課題も出ましたので、引き続き指導ができればと思っています。 國井伸明

審査評

平成23年3月の福島第一原子力発電所の事故から8年が経とうとしています。事故発生当時に口にすることができなかった野菜などは少なくなる一方で、一部の山菜などからは依然として基準値を超える放射性セシウムが検出されています。小学校2年生から放射線の研究をはじめ、4回目の今回は山菜と放射性物質の関係として、部位ごとや成長過程での放射性セシウムと放射性カリウムの関係について調査結果から分析しています。山菜の放射性セシウム除去の研究では、塩漬けによる方法だけでなく、重曹の使用や塩茹でなどいろいろな方法で研究を行い結果に結びつけています。また、コケを活用した汚染状況の研究では、事故当時から現在の放射性セシウム濃度の結果から30年後、100年後の推定値を多くのサンプル資料から求めています。市内や町内を歩くだけでなく何度も山に足を運び、数多くの資料を採取し、予想していた以上の新しい発見もありました。集められたデータの量も多く、とてもいい思い出になっています。今後も放射性物質について、福島県だけでなく全国規模で研究を進めていくことを期待します。 審査員 田中史人

塩湖の模様ができるしくみの研究Ⅱ

愛知県西尾市立平坂中学校 科学部

1年 加藤 諒 奇山夢子 中村海聖 禰宜田優也 林 竜成

2年 鈴木晴翔 竹内颯雅

3年 大塚正讓 大山颯汰 佐々木悠 鈴木翔貴 高須永遠 田中 遥

研究の動機

南アメリカのボリビアにあるウユニ塩湖は、地殻変動で内陸部に残された大量の海水が干上がってきたといわれる。面積は新潟県とほぼ同じ(約12,000km²)、湖とはいえ乾季は塩の平原となって人や車が通れることから、ウユニ塩原とも呼ばれている。乾季、塩湖の表面には、ハチの巣のようにひび割れた塩の模様ができる。ひび割れは、ひとつのピースが径1～2mの六角形だ。テレビ番組で地平線まで果てしなく続くピースを見た時、どのような仕組みでできるのか不思議に思った。科学部では2017年度から、模様形成の仕組みを明らかにしようと研究を始めた。



地平線まで続くウユニ塩湖の塩の模様

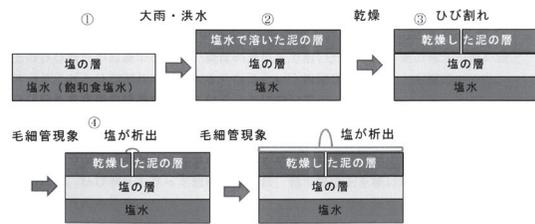
研究の背景

● 2017年度の研究Ⅰで得た情報

ウユニ塩湖表層の岩塩層は最長約11mの厚さ、表層の下にも岩塩層と湖沼性堆積物(粘土のようなもの)層が地層のように積み重なっている。岩塩層の組成は約99%が塩化ナトリウムだ。岩塩層の30～40%はすき間で、かん水(大部分は塩化ナトリウム水溶液、一部塩化マグネシウム水溶液)で満たされている。

雨季(1～3月)は、表層の上に10～50cmの水が張る。2011年12月に、湖の水位が上昇して洪水が発生した記録もある。雨季以外はほぼ干上がって湖面は岩塩層となるが、乾季でも表面から数十cm以下のすき間はかん水で満たされている。ウユニ塩湖にはリオグランデ川が流入するだけで、流出する川はない。

ウユニ塩湖の年間降水量は200mm以下、蒸発量は1,500mm以上で、極めて乾燥している。ウユニ塩湖のほかにサリーナス・グランデス、グレートソルト湖、アサレ塩湖など塩の模様が見られる塩湖があるが、共通するのは、降水量が少なく非常に乾燥した気候だ。



2017年度の研究Ⅰで立てた仮説のイメージ

● 2017年度に推測した模様ができるメカニズム

仮説1: はじめの状態は、湖面に水平な岩塩層ができ、その下をかん水である塩水(塩分濃度27%の飽和食塩水の状態)が満たしている。

仮説2: 大雨で洪水が発生し、土砂が塩湖に流れ込む。土砂は粒が小さいものほど湖岸から速く運ばれ、湖面の岩塩層の上に堆積する。

仮説3: 乾燥して水が蒸発し、乾燥が進むと堆積した泥の層全体が水平方向に収縮を起こす。溶岩が冷えて収縮を起こし、多角形に割れ固まる柱状節理のように、湖面の泥も径1～2mの正六角形に近い多角形にひび割れて固まる。

仮説4: 固まった泥のピースは、粘土のように水を通しにくい。ピース外側のひび割れた部分には、塩の結晶が盛り上がってくる。ひび割れに入り込んだ塩水が乾いて析出(液状の物質から結晶などが分離してくること)し、ひび割れの壁に結晶が付着する。付着した結晶と結晶のすき間に下の塩水が吸い上げられ(毛細管現象)、すである結晶の上で乾いて新たな結晶になる。この繰り返しで結晶が割れた壁に登り、塩の模様ができると考えた。

● 2017年度に行った再現実験

仮説を実証するため、塩水で溶いた泥を乾燥させて模様を作る再現実験を行った。事前の予備実験から、三河土の粘土1に対し食塩水(塩化ナトリウム水溶液)1.5の質量で溶いた泥を乾燥させることにした。予備実験からはほかに、0～8%の低濃度の食塩水で溶いた泥を乾かすとひび割れてピース状になり、濃度が8%に近づき高くなるほどピースが大きくなるとわかった。ただ濃度が8%を超えるとピースはできず、その原因が容器の大きさ(予備実験は30cm規模の容器で行った)なのか、濃度なのか

は不明だった。

2017年度の再現実験は室内に縦2m×横2m×高さ15cmの水槽を作り、飽和食塩水で満たした食塩(塩化ナトリウム)の層に、飽和食塩水で溶いた泥を堆積させ、自然乾燥させた。自然乾燥から15日目には表面に食塩の膜ができ、その後は泥がほとんど乾かない。苦肉の策で、濃度8%の食塩水で溶いた泥をさらに重ね、電気ストーブで少しずつ乾かしていった。泥の層の厚さは合わせて6cmになっていたが、電気ストーブで約7カ月乾かした後、ほぼ乾燥した粘土層ができた。

● 再現実験2017の結果

模様は再現できず実験は失敗に終わったが、粘土層の表面全体にひび割れや食塩の盛り上がりを確認できた。ひび割れたピースの径は数cmから数十cm、ひび割れの多くは粘土層の内部まで割れていた。

再現実験2018

ここまでの実験で塩の盛り上がりは何度か確認できていたが、ウユニ塩湖の模様のような極端な塩の盛り上がりはできておらず、粘土層の表面に広がるように食塩が析出するだけだった。この問題の原因について話し合い、飽和食塩水が外気に触れて再結晶するまでに時間がかかると、ひび割れを登った飽和食塩水がピースの表面に広がってしまい、表面全体に食塩が析出するからではないかと考えた。模様が見られる塩湖に共通するのは、非常に乾燥した気候だ。乾燥が早ければ飽和食塩水は外気に触れやすく再結晶し、ひび割れの上や近くで乾いて結晶を析出するのではないかと考えた。

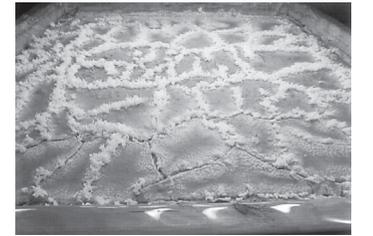
再現実験2018は、非常に乾燥した条件で行わなければならない。また2017年度の予備実験からわかった泥土を溶く食塩水の濃度とピースの関係を考えると、現実の塩湖の泥が含む塩分濃度はこれまでの実験で設定した値より低いのもかもしれない。

以上を踏まえ、再現実験2018は白熱電球や扇風機を使い、まず食塩水で溶いた泥だけを乾燥させることにした。泥が乾いてひび割れができた後、泥の下に飽和食塩水を満たして乾燥を続ける。2017年度は粘土を飽和食塩水で溶いて乾燥させていたが、今回は溶く食塩水の濃度を下げることも決めた。

縦91cm×横91cm×高さ8cmの枠を組み、ビニールシートを敷いて水槽を作ると、ペットボトルのキャップを並べてその上にプラダンの板を置く。こうして、板の下に後に飽和食塩水を注ぎ込める空間を作った。板の上に食塩水で溶いた泥を厚さ3cmまで流すのだが、最初は8%の食塩水で溶いた泥を使った。ところが、10日間乾燥させてもわずかなひびしか入らなかった。

最後のチャンス、やり直しの再現実験は濃度4%の食塩水で粘土を溶いた。1回目と同じように板の上に厚さ3cmになるように流し込む。上から白熱電球を15cm間隔で並べて吊るし、電球は泥から10cm以上離すようにした。横からは扇風機で風を送る。

すると、5日目にはひび割れて待望のピースができた。そこで、泥の表面を超えず泥のひび割れを満たす程度に、板の下を飽和食塩水で満たした。満たしてから5日目の写真が上、ついにウユニ塩湖の模様が再現できた。



研究の課題

自然界で、乾燥によって塩の模様ができることは実証できた。ただ、この実験は限定された、「都合のよい条件」で行った。飽和食塩水の量は常に泥の表面を超えず、ひび割れを満たすように調節した。現実の塩湖の水位が、常に泥の表面を超えないとは考えにくい。模様の再現はできたが、さらに調べるべきことは多い。

指導について

この研究は、生徒がテレビで見たウユニ塩湖の表面に広がる塩の模様から始まりました。「天空の鏡」として知られるウユニ塩湖は、地殻変動で陸地に取り込まれた海水が干上がってできましたが、生徒は「塩水が乾くだけで、なぜハチの巣のような模様ができるのだろう」と疑問をもちました。その番組で模様が映ったのは短い時間だったそうですが、見過ごさずに、「なぜ?」と立ち止まったことを高く評価しました。この疑問を科学部で追究していくことになりました。仮説を立てたり実験を行ったりして追究しましたが、思うような結果が得られないことが続きました。身近に起こる現象ではないため、現地の気候などの情報収集のアドバイスをしました。また、実験装置の製作や場所の確保、安全面など、生徒だけではできない部分をサポートしてきました。まだ、模様ができるしくみの一端をつかんだ段階ですので、今後も生徒の追究を支えていきたいと思います。

西尾市立平坂中学校 三浦真一

審査評

本研究は2017年から継続して行ってきた研究です。ボリビアにあるウユニ塩湖の表面に見られる塩が作る模様に疑問をもち、そのできあがる模様の解明に向けてグループで研究を進めたものです。収集した多くの情報から、自分たちで仮説を立て実験を行っています。実験結果をもとに考察し新たな課題の解明に向け、ていねいに分かりやすく継続して研究を進めた取り組みを高く評価します。研究の中で、電気ストーブやドライヤー、扇風機、白熱電球を使用するなど乾燥方法に工夫をしています。れんがや身近にあるペットボトルキャップや紙の束を使いひび割れの再現実験を行うなど、随所で工夫をして実験をしているとかがわかります。また、顕微鏡を使い飽和食塩水が重力に逆らい、上に向かって引き上げられ結晶ができあがっていくようすなどについてもていねいに観察しています。泥と食塩水の濃度を調整し時間をかけて乾燥させ、ウユニ塩湖の模様を再現させることができました。今後もさらに研究を進め、粒子の大きさ等にも視点を置きながら、模様形成の仕組みについて解明していくことを期待します。

審査員 田中史人

和白干潟におけるコメツキガニの繁殖・成長、行動と分布、個体群の動態に関する研究

福岡県古賀市立古賀北中学校 3年 藤井和己

研究の目的

和白干潟は博多湾北東部にある面積約60haの砂質干潟だ。貝類や甲殻類が生息し、生き物の宝庫といわれる。小学2年生だった2011年から和白干潟に生息するカニの観察を始め、小学5年生からコメツキガニを中心に研究を続けた。中学入学からは過去の研究成果をさらに掘り下げ、2016年は「繁殖や成長と干潟の高さとの関係」、2017年は「行動と分布状況との関係」、2018年は「個体群の動態」をテーマに研究した。

研究の背景

●コメツキガニの特徴

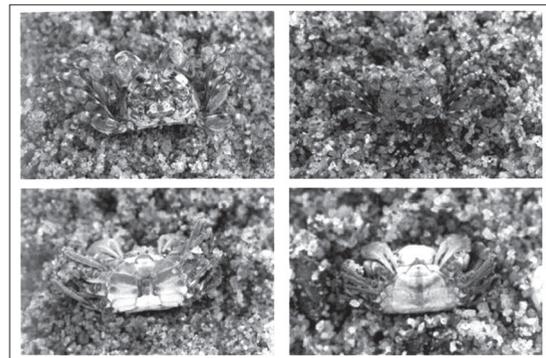
コメツキガニは日本では北海道南部より南、内海や河口の干潟にすむカニだ。甲羅は長さ約7～9mm、幅約9～11mm、甲羅の面が隆起してやや球状に見える。はさみ脚は左右相称、指部は細長く先がとがっている。

干潟に深さ10～20cmの巣穴を掘って生息し、干潮時に砂を口に入れて有機物を食べた後、砂団子を作る。

ゆっくりと大きな動作でウェイピング行動を繰り返す。歩脚を踏ん張り体を持ち上げると同時に、両方のはさみ脚を高く振り上げては前に降ろす動作だ。繁殖行動は雄が雌を捕まえてその場で交尾したり、雌を自分の巣穴に運び込んだりする。

受精卵がふ化してからどう大人になるのか、カニの生活史は一般的に次のとおり。

卵は雌が抱いて保護し、交尾後の受精卵はおよそ1カ月でゾエア期と呼ばれる幼生になる。雌は抱卵していた卵を海水中に放出し、卵がふ化する。ふ化したゾエア幼生は、プランクトンとして海中で浮遊生活を送る。2～4回



コメツキガニの背面と腹面(左が雄、右が雌)

脱皮を繰り返し、2週間から4週間で1対のはさみ脚と4対の歩脚を持ったメガロバ幼生へ変態する。メガロバ幼生は生まれた場所へ戻って稚ガニになる。和白干潟のコメツキガニの場合は、干潟へ戻った稚ガニが生後1年以内に大人である成体へ成長し、繁殖行動を取ると考えられる。

●それぞれの区域の雌の個体数 (2016年の研究 単位: 体)

調査日	高い区域			低い区域			合計
	卵なし	卵あり	計	卵なし	卵あり	計	
2015 5/31	30	3	33	35	1	36	69
2015 6/28	19	42	61	10	2	12	73
2015 7/18	2	32	34	22	0	22	56
2015 8/8	0	12	12	23	0	23	35
2015 9/23	15	2	17	56	0	56	73
2015 10/18	18	0	18	92	0	92	110
2015 11/23	33	0	33	73	0	73	106
2016 4/8	8	0	8	79	0	79	87
2016 5/8	8	0	8	35	0	35	43
2016 6/5	7	2	9	57	2	59	68
2016 7/10	6	22	28	45	0	45	73
2016 7/31	9	23	32	31	4	35	67
合計	155	138	293	558	9	567	860

●2016年「繁殖や成長と干潟の高さとの関係」

2016～2018年の調査はすべて、和白干潟の唐原川河口部で行った。和白干潟のコメツキガニは、川岸に近く低い区域には稚ガニ(雌は甲羅幅が7mm未満、雄は8mm未満の小さなカニ)が多く、川岸から遠い高い区域には大型の雄や卵を持った雌の成体が多い。2016年の調査から、次のようなことがわかった。

- 1: コメツキガニは、干潟の高い区域で繁殖行動を取る。高い区域は低い区域より干上がる時間が長く、行動できる時間が長いためだと考えられる。
- 2: 産卵時期は5月下旬から9月下旬、なかでも7～8月に盛んに産卵する。
- 3: 卵から稚ガニに成長した個体は7～10月ごろに干潟の低い区域へ帰ってくる。
- 4: 稚ガニが大きく成長するにつれ、高い区域へと移動する。小さな稚ガニは繁殖行動が盛んな時期は高い区域への移動が難しい。

●2017年「行動と分布状況との関係」

繁殖行動が盛んな時期に小さなカニが高い区域へ移動できないとしたら、「大きなカニが小さなカニを追い出す」「カニ同士が争って縄張り争いをしている」ような行動が見られるはずだ。2017年は、高い区域と低い区域のカニの行動を自然な状態で観察した。

その結果、高い区域のカニだけがウェイピングを行っ

た。ほかの個体への威嚇行動だと考えられる。低い区域のカニに、巣穴を放棄して徘徊する個体があった。つまり高い区域には強いカニ、大きなカニが集まり、低い区域の弱いカニは徘徊しながら新たなすみかを探すものの、高い区域には移りにくいと推測される。

「個体群の動態」の研究

●2018年「個体群の動態」調査の方法

今回、「個体群の動態」を明らかにするため、稚ガニと成体の親ガニそれぞれの個体数が、高い区域(面積約177㎡)と低い区域(約480㎡)でどう変動しているかを調べた。コメツキガニは冬眠する。目覚めて干潟で活動を始め繁殖行動を取るまで、大潮に合わせて4月1日、4月29日、5月26日、6月24日、7月21日の5日間、干潮時間前後の約2時間で調査した。

調査は個体数密度を調べるため、1㎡の方形枠を使って枠内の巣穴を数える方法で行った。これまでの研究から、ある範囲の巣穴の数はそこで生息するカニの数とほぼ同じと考えてよいことがわかっている。

高い区域には、1㎡の方形枠を10カ所に置いた。高い区域はこの時期、成長した稚ガニが移動するため、さまざまな成長段階の個体がいる。成長段階を区別するため、方形枠内の巣穴を数えるだけでなく、巣穴の直径も測定した。

低い地域は調査範囲が広いので、全体を9区画に分け、各区画に方形枠を5カ所ずつ置いて巣穴を数えた。

そのほか高い区域と低い区域ともに、それぞれ平均的な巣穴10個を選んで穴の直径を計測し、家主のカニを掘り出して雌雄とその甲羅幅を記録した。その結果、巣穴が大きくなると家主の甲羅幅も長くなり、巣穴の大きさがカニの大きさを示すことを確認した。

また、巣穴の観察とは別に、抱卵している雌3体をアルコールで固定した後、実体顕微鏡で観察しながら解剖して卵の数を数えた。

●親ガニと稚ガニの死亡率を求める

高い区域だけで見られる大きい巣穴を、前年から高い区域にいる親ガニのものとした。4月から7月にかけて親ガニの巣穴が減少していく程度から、親ガニの死亡率を求めた。低い区域の巣穴はすべて2017年に干潟へ帰った稚ガニのものとし、高い区域にあっても低い区域と同規模の巣穴は稚ガニのものとした。それぞれを足した数を稚ガニの個体数とし、4月から7月まで減少していく程度から稚ガニの死亡率を求めた。

●調査から出た結果

雌3体の産卵数は平均約2300個、親ガニの1カ月あたりの死亡率は0.28、稚ガニの死亡率は0.08だった。

この数字などから、コメツキガニが産卵する卵のうち、

ゾエア・メガロバ幼生を経て稚ガニとして干潟に戻ってくる個体がわずか0.3%であることが推測できた。0.3%の生き延びた稚ガニのうち、4～7月までに干潟の低い区域で死亡した個体は22%だった。残り12%はそのまま低い区域に留まり、66%の稚ガニが高い区域へ移動していた。高い区域に生息する親ガニは4～7月までに62%が死亡した。稚ガニより死亡率が高いのは、寿命のせいだと考えられる。

感想

コメツキガニについてのさまざまな研究を通し、カニが想像以上に工夫した生活を送っていることがわかった。繁殖や子どもの成長のため、干潟高低の特徴を生かし、よりすみやすい社会を作っていた。

指導について

親子で小学校からの8年間、カニを主題に研究をしてきました。長期間、父が子を指導するにあたり三つの点に留意しました。一つ目。数学や生物学に基づく洞察では、本人の成長に応じて科学すること。それは現在の能力に合わせるということ、将来の統計学や確率を理解するための基礎的な経験を与えるということです。二つ目。テーマの理解。仮説を立て、結果を積み上げたゴールをイメージすることで、ある結果が次の新しいテーマになることを意識してきました。三つ目。当然ですが主体は本人であるということ。親子の難しさとして、手を出しすぎる懸念があります。研究をすれば何がわかるかは指導者側が与えることとして、いつ、どのレベルまでやりたいかは本人に委ねたつもりです。これから、自由研究の指導者としては手を離すつもりです。この度の評価を大きな糧としながら、これまでの経験を活かし、自ら科学の目を深めてもらいたいと考えています。

藤井暁彦

審査評

福岡市の博多湾最奥部にある干潟に生息するコメツキガニを対象にした生態学的研究である。小学校以来一貫して、同所を研究フィールドとした研究を続けてきており、その集大成的な論文である。干潟を、砂の乾き方の違いで、高い区域・低い区域のふたつに分け、干潟の高さとの関係に着目して繁殖や成長・行動などの分析を行っている。最後には、コメツキガニ集団全体の個体数がどのように推移しているのか、産卵数や死亡率の推定をもとにまとめられており、かなり質の高い研究になっている。ただ、カニ同士の追い出し行動・争い行動の観察においては、先に人為的な環境を試して期待通りにいかず、あとから自然の状況を観察しているが、本来は自然の観察が先で、それを再現できる実験条件を追求するのが本来の手順ではないかと気になった。論文は手書きではなく、きちんと製本されており、写真や図も整理されていてわかりやすい。文章も簡潔にまとめられており、研究の作法が身につけている印象である。次は何を研究してくれるのだろうか。楽しみである。

審査員 高橋 直

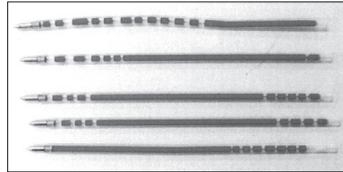
ペンの液割れの研究

愛知県刈谷市立刈谷東中学校 液割れ班
 1年 泉 彩姫 坂口陽詩 鈴木幸陽 藤崎美来奈
 2年 鈴木龍人 3年 小林 柚 竹原かれん

研究の動機

学校で、ある先生が学級日誌にボールペンでコメントを書いている時、困った顔をされているのに遭遇した。突然ペンが書けなくなったからだ。リフィル(ボールペンのインクが入った細長い筒状のもの)を確認すると、インクは十分に残っている。ただ、リフィルのどこどころに空気が入ってすき間ができていた。

科学部では、リフィルに空気が入ってインクが途切れる現象を「液割れ」と名付けた。先生方から液割れを起こしたリフィルをサンプルとしていただいて、液割れはどんな時に起こり、起こさないようにするための改善策はあるのかを、研究することにした。



リフィルで起こっている液割れ

研究の準備

●予備調査

まず、どんな条件で液割れが起こるのか、先生方に聞き取り調査を行った。「液割れを見たことがあるか」「どんな条件で液割れが起きたか」を聞き取ったところ、液割れは頻繁に起こることがわかった。起きた条件の回答上位は「ペンを引き出しの中に放置した時」10人、「持ち歩いた後」6人、「ペンを上にして放置した後」5人、「長時間文字を書いた後」4人などだ。

予備調査と自分たちの経験から、「長時間書き続けた場合」に液割れが起こるという仮説を立て、再現実験を行うことにした。ノートにボールペンでひたすら線を書きながらリフィルを観察すると、2人の部員のペンに液割れが起きた。しかしよく見ると部員の液割れは、空気が入って独立したインク部分でインクが中心まで詰まっておらず、リフィルの内壁にインクが張りついているだけだった。サンプルの液割れは、独立部分もリフィルの中心までインクが詰まっている。部員の液割れを「液割れもどき」と呼ぶことにした。

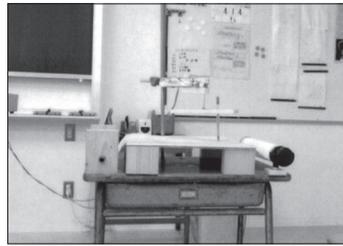
●電動式装置「書き続ける君二号機」を開発

ノートを使った実験から、人の手で書き続けるのは

効率が悪く、結果も安定しないことがわかった。そこで、自動で書き続ける装置を開発することにした。

最初に作った「書き続ける君初号機」は、振り子の要領でおもりを付けたボールペンを揺らし、下に敷いた紙にペン先をこすらせて書き続けるものだ。しかし紙との摩擦が大きくなり、すぐに止まってしまう。

最終的に、モーターを使った電動式装置「書き続ける君二号機」を採用することにした。「書き続ける君二号機」は上部と下部から成っていて、上部はモーターの力でペンを回転させ、下部は別のモーターでロール紙を動かす。上下を同時に動かすと、ボールペンが回転しながら下に敷かれた紙が巻き取られるため、同じ場所



に書き続けて紙に穴があいたり、インクがいつ出なくなったのか不明になったりすることが多い。上の電圧は3V、下は1.5Vで回転させた。

研究の実際

●書き続ける実験

「書き続ける君二号機」で5分間ペンを回転させ、その後の変化を観察する実験を5回行った。回転させて数時間放置した後に観察すると、液割れが起こったのは5本中3本、予想よりも少なかった。ただこの実験で、「液割れもどき」が「玉状の液割れ」に変化することを発見した。しかも、「玉状の液割れ」はボールペンをそのまま放置すると、インクが詰まった「真の液割れ」に変わることも観察できた。

次に回転時間を10分間に延ばし、同じ実験をした。すると、1本で平均 4.6個の液割れと平均 1個の玉状液割れが起こり、5分間の時より明らかに増えた。やはり、書き続ける時間が液割れに影響しているようだ。

また、この実験ではすべての液割れがペン尻から起きていた。研究のきっかけとなったサンプルは、ペン先で液割れが起きている。なぜ場所が違うのか、液割れのメカニズムをさらに追究することにした。

●真空ポンプでペン先から空気を入れる実験

予備調査の聞き取りの際、「ペン先から空気が入るのが(液割れの)原因ではないか」という意見があった。その意見を検証するために、真空ポンプを使ってペン先から空気を入れる実験をした。

真空ポンプのホースの穴が大きかったので、消しゴムを使って空間を埋め、リフィルの後ろ側から空気を吸引する。吸引するとリフィル内部の気圧が変化し、ペン先から空気が入る。この実験を5回繰り返した。

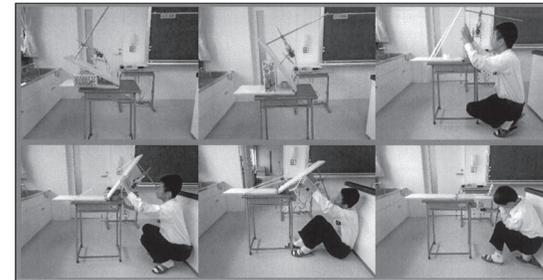
実験開始後すぐに、液割れが起きた。実験を繰り返すと、空気を吸引する時間が液割れが起こる場所に影響することがわかった。吸引が数秒だとペン尻から、1〜2分だとペン尻とペン先の両方から、2分以上だとペン先から液割れは起きる。

吸引が短いとペン先から入る空気が微量なため、インクがペン先側に押し戻されてしまい、ペン尻から液割れが起こる。吸引が1〜2分間続くと、空気が入る力と押し戻される力が均衡するようになり、ペン先とペン尻の両側で液割れが起こる。ペン先から空気が入る時間が長くなると、空気が入る力がインクの押し戻される力を上回り、ペン先から液割れが起こる。

以上のことから液割れという現象は、リフィルのどの部分で起こるにしても、ペン先から空気が入ることが原因だと考えられた。

●書く角度を変える実験

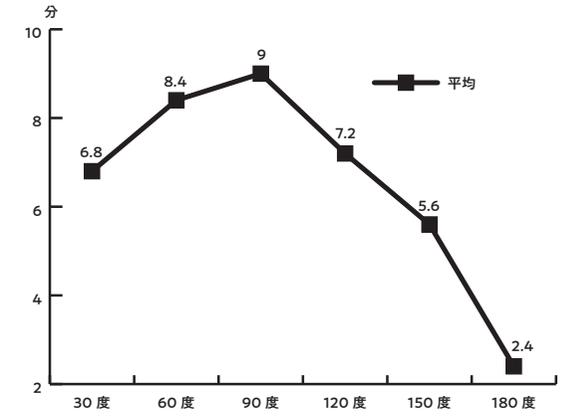
どんな状態の時にペン先から空気が入るのか、科学部では話し合いを行った。そしてインクが重力によって引張られる状態、つまり地面に対するペンの角度が影響してペン先から空気が入る、と仮説を立てた。



仮説を検証するため、書く角度を変えられる装置を作った。装置を使って紙を置く台の角度を 30、60、90、120、150、180度(ペンは台に対して垂直に近い角度で設置しているため、ペンの角度ではない)に変えて各5回ずつ、10分間書き続ける実験を行った。

その結果、30〜90度はすべてペン尻から液割れが起こった。120度では5回中1回、ペン先から液割れが起こった。150〜180度はすべてペン先から液割れが起こった。また、実験開始から液割れが起こるまで、各角度の平均時間は90度が最も遅く9分だった。90度が最も液割れを起こしにくいことになるが、これはペンが地面に対して水平に近くなり、重力の影響を受けにくいからだと考えられる。

●台の角度とインクが割れ始める時間



結論

液割れは次のような条件で起こることがわかった。

- 1: ペンを使い続け、インクが急速に減る。
- 2: ペン先側の気圧が下がる。
- 3: ペンを動かす角度が影響し、インクが重力で引っ張られる。

以上の結果、液割れは「インクの使用」「気圧」「書く角度」が原因で発生する。

指導について

普段の部活動において、生徒たちが身近なところからさまざまな疑問をもち寄り、自主的に研究を計画するようにしています。今回の研究でも、彼女らが学校生活の中で、「ペンにインクが残っているのに書けなくなる」という現象から疑問を感じ研究を始めました。生徒自身が「ペンが液割れする条件」を見つけるために、どのような実験をしたら起こる原因を解明できるのかを考え、実験を行いました。生徒の自主性を大切にし、のびのびと研究できる場と環境を用意しました。研究を進める中で、再現性があるように実験を進めるようアドバイスをしました。また、1人1冊ノートを渡して、実験したすべてを記録すること、写真を必ず撮り記録して残すことを研究を通して意識させました。生徒たちの追究したいことができるようにサポートに徹しました。彼女らがどんどん考え、追究していった頑張りがとても大きいと思っています。
 刈谷市立刈谷東中学校 名倉秀樹

審査評

ボールペンのインクがまだあるのに、インクが出なくなり字が書けなくなったという経験をした人は多いでしょう。ボールペンのインクの入った管の部分を「リフィル」、リフィルのインクの中に空気が入ってしまう現象が「液割れ」です。科学部の7人組は液割れが発生する理由を科学的に突き止めるために、自動で字を書き続ける装置(書き続ける君)を製作し、液割れと書き続ける時間に相関があること、また、リフィル内部を真空状態にする実験によって、液割れの原因が気圧にも関係していることを明らかにしました。さらに、ボールペンを使用する角度を変えることができる装置を作り90度に近づけば近づくほど液割れが起き始める時間が長くなることを突き止めています。この研究は、身近な不思議に着目し、仮説を立て、実験装置を自前で開発・製作し、ボールペンの液割れの原因を解明した素晴らしい研究です。
 審査員 秋山 仁

朝顔の観察 パート9 光と糖の関係

千葉県流山市立東部中学校 3年 齋藤麻梨子

はじめに

アサガオと光の関係を調べ始めて9年目に入った。小学校6年生の時からは、アサガオの花に影響の出にくい夜間照明について研究している。姉が行った自由研究で、アサガオが咲く時に花卉にでんぷんと糖の出入りがあることもわかった。2017年は、紫外線の有無で開花に違いが見られることに気がついた。

今回は、アサガオの花がどのようにして咲き、しぼむのかを、でんぷんと糖の出入りに注目して調べたいと考えた。また、アサガオが光をどのように感じているのか、紫外線の役割が何なのかも調べたい。

研究の準備

●アサガオを育てる

5月の連休明けに種をまき、真東南を向いたベランダでアサガオを育てた。移動できるようにキャスターの上に鉢を置き、春は午前9時から午後1時半ごろ、夏は午後2時ごろまで日を当てることができた。

2018年の天候は特殊だった。梅雨が6月中旬に明けたため、強い紫外線がそのまま降り注いだ。台風が来るたびに熱風が何日も続いた。アサガオは熱風が吹き続くたびに葉を傷め、なかなか花芽を作らなかった。白以外の色の花は8月になってやっと咲き始めた。そのころには白い花があまり咲かなくなってきて、思うように実験ができず



2018年8月25日のアサガオの様子

に困った。5月から8月の4カ月間の日照時間は、小学校1年生の時の記録より100時間多かった。2018年のアサガオの葉は「日当たり良」であったことを示す黄緑色になった。

研究の実際

●アサガオの花が咲くまで

アサガオの花は、一日咲けばしぼんでしまう。花を大きく開かせるのは曜という白いほし型の部分だ。

アサガオは光合成で作ったでんぷんを糖に分解して、師管から体の各部分へ送り届けている。糖はアサガオの呼吸のエネルギー源になったり、体を作るのに使われたりする。

●つぼみと糖の観察実験

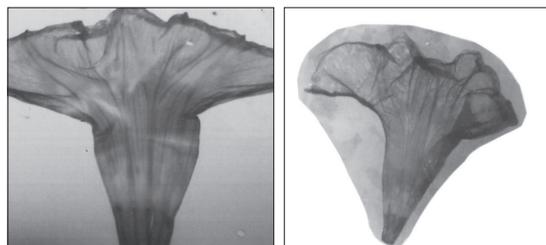
まず、つぼみがどのように大きくなっているかを調べてみた。花卉にあるでんぷんが糖に変わるまでを観察するため、7月14日から8月20日、21のつぼみで花卉のなかでのでんぷんと糖の増減をチェックした。8時10分、9時50分、23時15分、0時30分など時間を変えて、開花が近いつぼみの花卉をヨウ素液に浸け、でんぷんの有無を確かめる。糖の有無は花卉をエタノールに浸け、尿糖試験紙で確かめた。

結果: 咲く前々日は花卉にでんぷんがあつて糖はないことがわかる。咲く前日の朝から夜にかけて糖が増えていく。つぼみは咲く前日の朝からでんぷんを糖に変え、開花のために花卉を伸ばしていた。糖が増えるとでんぷんが減り、咲く当日の0時には花卉からでんぷんがなくなった。

●開いた花と糖の観察実験

その後、開いた花には糖が満ちているが、翌日になると花に糖はなくなる。いつ糖がなくなるのか、今度は7月11日から8月27日まで、咲いたばかりの花や、しぼんだばかりの花、乾燥した花の花卉で調べた。

結果: 開花した花はしぼむまで糖を持ち続けていた。花



咲く前日21時30分のつぼみ(左)と、でんぷんがなくなったつぼみ(右)

がしぼみ、花卉が離れ落ちる準備が整うころ、花卉から糖はなくなる。

つぼみのでんぷんがなくなるのは開花当日の0時ごろだが、それからおよそ24時間後に花はし

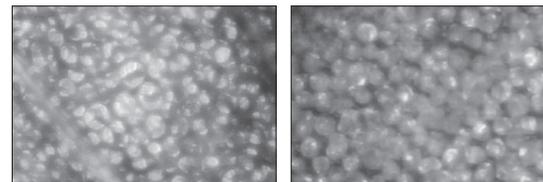
ぼんで花卉の糖がなくなることがわかった。

また、切り取って水に差し込んで開花させたつぼみには、しぼんだ後も糖があることもわかった。花卉の糖はそのまま子房に送られると思っていたが、いったん師管に戻るのかもしれない。

●花と紫外線の観察実験

アサガオの花は、紫外線で色づくのか。アサガオの花の色は、種の時に決まっている。何色になるかは、双葉の茎の根元の色でわかる。ただ、日当たりが違う場所で育ったアサガオは、同じ種類の花でも花卉の厚さや見た目が異なる。2017年の研究では、紫外線の有無でつぼみの開花率が変わることもわかっていて、そこで、花の色と紫外線の関係を調べた。

日の当たる場所にある1~2cmの小さなつぼみに覆いをして開花するのを待ち、通常に開花した花との色の違いを観察した。5つのつぼみに紙やホイルペーパーで覆いをして調べたが、風で外れたり枯れたりして失敗もあった。



顕微鏡写真、つぼみの花卉80倍。左は紫外線あり、右は紫外線なし

結果: 覆いをしたつぼみは色の薄い花を咲かせ、アサガオの花が光で色づくことが確認できた。紫外線はアサガオの花にとって大切だ。日陰の花の色が薄くなるのは、栄養が足りないのではなく、日向に比べて紫外線が当たっていないからだと思う。

●夜間照明の色とアサガオの観察実験

人間には必要な夜間照明が、アサガオの体内時計を狂わせ、悪影響を与えることがわかっている。そこで、植物に影響の出にくい光の色を探してみた。探すための実験は、複数の方法で行った。例えば、夕方18時20分ごろ、アサガオのつぼみを切り取り、夜間光を当て続けていつ開花するかを調べるなど。光の強さは四半灯(25%)、光の色は「白」「緑」「青」「赤」「青と緑」を試し、それぞれの色で紫外線カットフィルムのある場合とない場合など、条件をさまざま変えた。

結果: 紫外線をカットした緑色の光が、どの色の花でも最も開花率が高かった。緑色で紫外線をカットした光が夜間照明として適しているようだ。

感想

アサガオは、光を感じて体を作る。光がアサガオに何をさせているかもっと知りたい。アサガオの体の中を水や、糖の液が動いている。花だけではなく、アサガオの体全体を調べてみたい。花卉の色の粒がどう並ぶのか、向きはどうなのか、ひとつひとつに理由があると思うので、花のことも引き続き調べたい。

2018年は静岡県から千葉県へ引っ越して環境が変わり、実験もこれまでとは違う内容になった。静岡で多くのことを学ぶ機会をいただき、感謝の念にたえない。今後は糖の流れに注目して、光とアサガオの関係を調べる研究を続けたいと思う。

指導について

アサガオの観察を9年間続けてきました。多くの方にお世話になり心よりお礼を申し上げます。おもちゃの顕微鏡から始まり、光学顕微鏡、電子顕微鏡へと「見える世界」が広がっていきました。新聞やテレビ、専門家のお話からヒントを得て実験を工夫しています。今年は、住環境の変化のため姉の研究を引き継ぎました。つぼみが大きくなる方法をヨウ素でんぷん反応で可視化したのですが、でんぷんと糖がいつなくなるのか詳しく分かっていませんでした。また、つぼみがどこで光を感じているのか疑問でした。たくさんデータを集めて一歩、前進したいと思います。学習や生活の中で得た知識は、一つ一つが独立してなかなか相互に結びつきません。この研究では、思いこみにより実験方法や結論をしばしば間違えました。何事も自分で確認し、先入観を持たずに考察することの大切さを学んだと思います。試行錯誤を繰り返して導き出した答えをさらに深めてほしいと願っています。 齋藤三津子

審査評

この研究は長年にわたる観察・実験の積み重ねにより、本人でなくてはわからないアサガオの特徴や個性をよく捉えていると感じます。また、膨大な観察結果の中には生物学的に重要な視点がいくつも見いだされます。しかしそれだけに、読んだ人に自分の考えを正しく理解してもらうためには、植物学的な目的・問題点と実用的な目的を分けて別々に考察する、個々の実験・観察結果がどの考察と結びついているかをさらにはっきりさせる、自分の研究結果であっても、過去の研究に基づいているなら、引用をつける、などの工夫をしたほうがよいと思います。写真はこの研究の観察・実験結果を示すために活用されており、特に顕微鏡写真は説得力のあるものになっています。こちら、重要な写真については、どの部分が何を示しているかという説明をつけ、スケールバーを入れるなどの工夫をしたほうがよいと思います。問題点をよく整理することにより、研究がさらに発展することを期待します。 審査員 邑田 仁

飛べ！ スーパー紙とんぼ3 —飛行時間をもっと伸ばすには—

石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校 2年 今泉心寧

研究の動機

この研究のきっかけは図書館の本で、一般の竹とんぼより滞空時間が長い「スーパー竹とんぼ」があると知ったことだ。自分でもより長く飛ぶ竹とんぼが作りたいと思った。ただ、竹とんぼは簡単には作れない。竹とんぼの飛び方や飛行原理を調べた上で、牛乳パックを素材に紙とんぼを作製し、ベストな羽根を見つける実験を始めた。2016年は2枚羽根をたくさん作り（2枚羽根だけで150枚作った）、羽根の長さや横幅、傾き、おもりのつけ方などを変えながら飛び方を調べた。2017年は3枚羽根で同じように実験したところ、飛行時間が2枚羽根より少し伸び、安定して飛ぶ羽根が増えた。2018年は羽根を4枚以上に増やしたり、羽根の素材や形状を変えたりして、より長く飛ぶ羽根を見つけたい。

研究の背景

まず、過去の実験の結論を整理する。

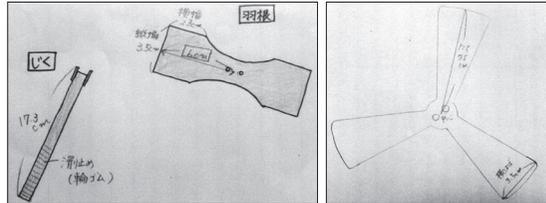
結論 1: 同じ素材で作る場合、3枚羽根は2枚羽根より重くなるが、空気を受けて流す力が強くなるため、飛行時間が伸びる。

結論 2: 3枚羽根の長さは長すぎても短すぎても、うまく回転しない。空気を受けて下へ流すには、羽根の長さは5.5～7.5cmがちょうどよい。その時、羽根の横幅を3.5～4.0cmにするとバランスよく回転し、高く上がって飛行時間も伸びる。

結論 3: 3枚羽根の端にクリップのおもりをつけると遠心力が働き、落ちる時も抗力で逆回転することなく飛行時間が伸びる。ただ羽根の横幅が広くなると、おもりの効果はなくなる。だからといっておもりを増やしても、羽根が重くなって回転速度が遅くなる。

結論 4: 羽根は軽すぎても重すぎても飛行時間は伸びない。また、強度がないものは素材に向かない。

3枚羽根の紙とんぼで最も飛行時間が長かったのは、「羽根の長さ5.5cm、横幅3.0cm」と「羽根の長さ6.0cm、横幅4.0cm」（どちらも羽根の形は三角形、傾きあり、クリップのおもりあり）の5.18秒だった。飛行時間の安定度を見ると「羽根の長さ7.5cm、横幅3.5cm」（羽根の形は三角形、傾きあり、クリップあり）が平均4.91秒を飛び、最も優れていた。自作の軸を自分の力で回して飛ばす場合、最も安定して長く飛ぶのは「羽根の長さ7.5cm、横幅3.5cm」の3枚羽根だった。



2016年に調べた2枚羽根紙とんぼ(左)と、2018年に「基本形」とした3枚羽根

●3枚羽根紙とんぼの平均飛行時間ランキング(2017年)
羽根の形は三角形、傾きあり、クリップあり

順位	羽根の長さ	羽根の幅	重さ	飛行時間	飛行時の様子
1	7.5cm	3.5cm	2.67g	4.91秒	高く上がる、落下時に途中で回転が止まる
2	7.0cm	3.5cm	2.62g	4.73秒	高く上がる、らせん状に落ちてくる
3	5.5cm	3.0cm	2.06g	4.67秒	高く上がる、落下時に回転している
4	6.0cm	4.0cm	2.45g	4.56秒	高く上がる、落下時に途中で回転が止まる
5	6.0cm	2.5cm	2.06g	4.53秒	高く上がる、落下時に途中で回転が止まる
6	5.5cm	2.5cm	1.98g	4.49秒	高く上がる、落下時に回転している
6	5.5cm	3.5cm	2.26g	4.49秒	高く上がる、落下時に回転している
6	7.0cm	2.5cm	2.25g	4.49秒	高く上がる、落下時に途中から逆回転する

研究の内容

2018年は「羽根の長さ7.5cm、横幅3.5cm」の3枚羽根を「基本形」と定め、実験を行うことにした。

実験 1: 基本形に近い羽根の長さや横幅の「4・5・6・8枚羽根」を4～6枚作製し、それぞれ5回ずつ飛ばして平均飛行時間を比較した。

結果 1: 羽根が増えることで重さが増し、それとともに飛行時間も短くなった。重さが4gを超えるとあまり高く上がらなくなり、前に飛ぶ傾向があった。3枚羽根を上回る結果は出なかった。

実験 2: 3枚羽根の重さに近い4枚羽根を作製し、重さが変わらなければどうなるかを調べた。

結果 2: 重さが同じなら、4枚羽根より3枚羽根のほうが飛行時間が長かった。安定して長く飛ばすには、その重さに適した羽根の枚数がある。

実験 3: この時点で最も安定している3枚羽根基本形の、形状や素材を変えるとどうなるかを調べた。風で運ばれる種子の表面はざらざらしていたり、葉脈のでこぼこがあったりする。基本形の羽根の表面に、紙やすりやラミネートフィルムを張って飛ばしてみた。

結果 3: 牛乳パックだけで作った基本形より飛ぶものはなかった。空飛ぶ種子とは違って紙とんぼの場合、羽根の表面の素材が空気の流れを阻害しないほうが、飛行時間が伸びるようだ。

実験 4: とんぼの羽根に着目し、基本形3枚羽根の中を切り抜き、セロファンやラップを張って飛ばした。セロファンやラップを羽根の上から張ったもの、下から張ったものの両方で調べた。

結果 4: 飛行時間に大差はなく、基本形より飛ぶものはない。セロファンやラップを下から張ったことで羽根の上に凹凸があるものは前に飛び、上に凹凸がないものは上に飛ぶという違いが見られた。均一な素材で作ると、空気の流れを阻害しないことが、長く飛ぶ羽根には必要だと改めてわかった。

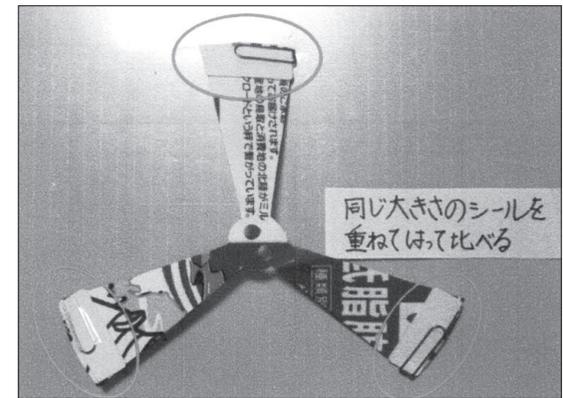
実験 5: 基本形の羽根の長さは変えず、羽根の形状を変えてみた。とんぼの羽根から角張ったものを取り除き丸みを帯びた形にしたもの、遠心力を重視して外側が重くなる形のもの、植物の葉に似せて葉のような形のものを試した。

結果 5: さまざまな考察があったが、基本形のように風を受ける面の幅が均一なほうが、風の力が羽根全体に伝わりやすく、重心が羽根の中心にある。そのため、風を受けた時にぶれにくいと思われた。もう一度、基本形に戻って工夫を重ねることになった。

実験 6: 基本形3枚羽根のおもりを細かく変えてみた。まず、羽根の外側に重さ0.27gのクリップのおもりを1個ずつつけた基本形と、付けていない基本形を用意した。それぞれの羽根にシール1～7枚を張り重ねることでおもりの重さを少しずつ変え、飛び方を調べた。

結果 6: 平均飛行時間が5秒を超えるのは、クリップがある基本形にシールを1～5枚の範囲で張ったものだった。羽根の重さは2.82～3.30gの範囲だ。クリップを2個付けても飛行時間が伸びることがあるが、羽根は上ではなく前に飛ぶ。前に飛ぶが、回転が止まることなくゆっくり落ちることで、飛行時間が長くなっている。羽根の重さが3.30gより軽いか重いかが、羽根が上がるか前に行くかの境目になっていた。

以上の実験から、自作の軸を自分の力で回して飛ばす場合、最も安定してよく飛ぶ羽根がふたつ見つかった。基



本形3枚羽根にクリップを1個ずつ付けた上でシールを4枚張ったものと、シールを5枚張ったものだった。シールを4枚張ると羽根の重さは3.18g、最長飛行時間が5.48秒、平均飛行時間が5.28秒。シールを5枚張ったほうは、重さ3.30g、最長飛行時間5.49秒、平均飛行時間5.24秒だった。

感想

紙とんぼの飛行時間と重さとの関係性は、軽ければ長く飛びやすいといった単純なものではなく、羽根によってバランスが取りやすい重さがあるとわかった。羽根の表面に凹凸がないほうが空気の流れを阻害せず、飛行時間が伸びることもわかった。おもりの重さを調整して、羽根の重さを2.82～3.30gにした時に、紙とんぼが長く飛ぶことを発見できてうれしい。さらなる工夫を重ねたいと思った。

指導について

本研究は、昔の遊び道具であった「紙とんぼ」についての継続研究です。昨年は滞空時間の長い紙とんぼの羽根の枚数及び材質に着目しました。今回は、昨年の羽根の材質に加え、羽根の形状や表面の粗さ、質量と滞空時間の関係について調べました。目的や考察に関しては、生徒自身の考えを主体としてディスカッションを行いました。紙とんぼの羽根を何枚も作製する作業は非常に単調で時間のかかるものですが、黙々と作業に集中しており、生徒自身のこの研究に対する熱意が感じられました。また、紙とんぼを飛ばす環境をなかなか整えることができず苦労しましたが、金沢市キギ山ふれあい研修センターを使わせていただき、実験を行うことができました。このような全国規模のコンクールでの受賞に関わったことを光栄に思います。今後も、日本の自然や文化に沿った社会性の高い自由研究を極めてもらいたいと考えています。ありがとうございました。

金沢大学理工学域機械工学類4年 矢嶋華子

審査評

本研究は、スーパー竹とんぼのことを知って、2枚羽根の紙とんぼから実験から始めた研究で、3枚羽根から8枚羽根と枚数を増やし、さらに羽根の角度を変えながら試行錯誤を繰り返して、飛行時間を伸ばすための紙とんぼの継続研究の3年目の作品です。2枚羽根の研究から初めて、3枚羽根紙とんぼを見だし、そこから発展させています。羽根の枚数を増やすこと、すなわち「羽根の重さ」を変えてみて実験実証をおこない、4gを超えては高く上がらないことや羽根の枚数とバランスのとりやすい重さを探し、3枚羽根を基本形として形状や素材を変化させながら実験実証しています。多様な視点から仮説を立てながら粘り強くじっくりと取り組み、さらに素材に関しては、自然界の生き物、例えば、植物の種子や昆虫のトンボに学んで羽根の素材を変えて実験実証して追究している素晴らしい取り組みです。しっかりと仮説を立てて検証している科学的なプロセスは高く評価されました。 審査員 小澤紀美子

佳作(中学校の部)

糸魚川市周辺で見つかる岩石・ひすい輝石岩の研究

千葉県柏市立柏中学校

2年 江里亮紀

〔研究の動機〕

【Part1】岩石や鉱物に興味があり、2015~2018年にかけて新潟県糸魚川市周辺の海岸で拾った岩石について比重・硬度・塩酸・磁石・デジタルスコープなど17項目の実験・研究をし、岩石のもつ特徴を調べ、45種類に分類した。【Part2】ひすい輝石岩についても同様に実験・研究をし、ひすい輝石岩についての特徴をつかんだ。

1、2、どちらも写真を多く使い、分かりやすくまとめるようにした。

〔結論と感想〕

【Part1】2~3項目の実験・研究ですぐに分かる岩石もあったが、蛇紋岩と透閃石岩(磁鉄鉱入り)は特によく似ていて区別がつきにくく最後まで苦戦した。結果的に17項目まで調べることで区別がついた。【Part2】ひすい輝石岩はさらに大変で、Part1で実験した10種類以上の岩石と似ているところが多岐さまざまな実験をしてひすい輝石岩の特徴を捉えないと特定ができなかった。調べていくうちにさまざまな色や含有する鉱物があることが分かり、奥が深いことを知った。

~アルソミトラはどのようにして種を広範囲にまくのか~ アルソミトラの種の飛行研究

千葉県千葉市立都賀中学校

1年 近藤慶一

〔研究の動機〕

アルソミトラは形や重さが少しずつ異なる種子を持つことで、種子を広範囲に運ぶということを知った。そこで、どのようなものが遠くに飛ぶのかではなく、いろいろな飛び方を研究したいと思った。また、その分析を通じて、「重力」や「揚力」などの空気との関係を探りたいと考えた。

〔結論と感想〕

さまざまな飛び方は、飛行物と空気の作用により、重力と慣性によるエネルギーがさまざまな方向に変換されることにより生じていたと考えた。スロー再生を何度も見ることや重力や空気の抵抗を意識しながらグラフを分析することで、飛行物に働いている力により実感を持つことができた。今回、飛行物の向きをグラフに反映できなかったのが、今後の課題にしていきたい。

ダンゴムシコンポストを作るための基礎研究 Part 3 ダンゴムシが移動しやすい床材の研究

千葉県松戸市立第一中学校

2年 森本尚子

〔研究の動機〕

ダンゴムシで家庭から出る生ゴミを処理できないかと小学6年生から研究している。20匹のダンゴムシは生ゴミを1週間で2g食べ、125.6mgのフンを排出し、93.72%の生ゴミがなくなった。とても効率の良いコンポストになると考えた。ダンゴムシの数を100匹に増やすと生ゴミは腐りやすくなり、1匹あたりの食べる量が減った。また、飼育容器に土を入れると、生ゴミはさらに腐りやすくなる。中学1年生では、飼育容器から土を除去し、生ゴミ(茶殻)を電子レンジで乾燥させ、加湿用のキッチンペーパーとの距離を保つ飼育方法を考案し、100匹の飼育にも成功した。しかし、土を除去すると、プラスチック面を移動することで滑って転倒しやすく、生ゴミにたどり着きにくくなり処理能力の低下がみられた。そこで今回、ダンゴムシの移動しやすい床材の特徴をダンゴムシの脚の構造や起き上がり方に注目しながら5つの実験を行った。

〔結論と感想〕

ダンゴムシが移動しやすい床材について、4種類の床材(アクリル板・紙・緩衝材・金網)を使って「滑りやすさ」と「起き上がりやすさ」の2点で評価、考察した。私は床材の表面に凹凸があるとダンゴムシは脚で床面を支えることができ、滑りにくく、起き上がりやすくなるだろうと予想した。予想通り、「滑りやすさ」と「起き上がりやすさ」は床材表面の凹凸に関係していた。そして、凹凸の大きさ(段差)によって滑りやすさや起き上がりにかかる時間に差が生じる。体長10mm以上のダンゴムシが起き上がるためには、段差が0.15mm(セロテープ3枚重ねの厚み)が必要である。ダンゴムシの脚の爪の形状によって滑りやすさや起き上がりにかかる時間に差が生じ、個体差があることが分かった。

以上のことをふまえ、ダンゴムシコンポストの床材に金網を選択し試作品を作った。ダンゴムシ100匹で生ゴミの処理能力などを検証し、将来、ダンゴムシの数を増やして実用化を目指す。

加賀野菜で水質浄化 パート8 ~水上式水耕栽培を利用する~

石川県金沢大学人間社会学域学校教育学類附属中学校

3年 浦崎倫一

〔研究の動機〕

祖父母の家が滋賀県にあり、琵琶湖の水が汚れていることを知った。そこで、年間を通して水質調査を行った結

果、特に5月の水質悪化が顕著だった。調査を重ねるうちに、汚れの原因が農業排水の中の余った肥料分(窒素)であることが分かった。余剰分を消費し、水質改善する方法として、加賀野菜の水耕栽培による窒素循環がよいのではないかと考えた。昨年につづいて、今年はペットボトルを使った水耕栽培システムを考え、実験した。

〔結論と感想〕

昨年のスポンジ水耕栽培では、金時草が一番うまくいった。しかし、今年の実験では、エンサイ、金時草ともに横型ではうまくいかなかった。硝酸濃度を比較する実験では、実よりも葉に硝酸が多いことが分かった。これによって、窒素の循環による水質浄化には葉物野菜が向いていることが分かった。ペットボトルを浮かせて水耕栽培ができれば、ダムなどにうかべて野菜を栽培し、水質浄化と日光をさえぎることによる藻などの繁殖をおさえる複数の効果を期待できる。今後もさらに改善をし、研究していきたい。

アゲハの休眠条件 ~モンシロチョウの休眠条件と比較して~ (チョウの研究 Part 6)

長野県高森町立高森中学校

2年 松下陽音

〔研究の動機〕

小学2年生の時からチョウを飼育し観察してきた。5年生の時にチョウの休眠に興味をもって休眠する条件を調べ始めた。中学1年生の時(去年)の研究で、モンシロチョウは日長が短いことを第1条件に、気温の低下も加味しながら、休眠に入ることを決定していると分かった。モンシロチョウと同様、蛹(さなぎ)で休眠するアゲハは、小学6年生の時の研究で、モンシロチョウとは違い、日長は休眠に入るに関係なく、気温の低下を感じて休眠することが分かっている。今年は去年分かったモンシロチョウの休眠条件と比較しながら、アゲハが何によってどのように休眠することを決定しているのかを詳しく調べたいと思った。

〔結論と感想〕

アゲハはモンシロチョウとは違い、休眠の条件の基本を気温の低下にしていることがはっきりした。ずっと約25℃の環境にいても、たった5時間3℃の気温を、蛹になって2日後の段階で、しかも1回経験しただけで休眠する。さらに最低気温の下がり具合に応じて、1回ですぐに休眠に入らずに何回か低温を経験することによって休眠に入ることもあると分かった。日長は極端に短くなった時だけ休眠条件として作用し、他の場

合は作用しないことが分かった。約100頭のアゲハを飼育して実験したが、同じ条件で飼育しても結果が違う個体があった。これは異変があった時全滅することを防ぎ、少数でも生き残るための戦略だと思う。単純な法則ではまとめられない、生きるための知恵は本当にうまくできているのだと思った。

シャボン玉の模様の不思議 ~なぜ模様が揺らぐのか~

愛知県刈谷市立雁が音中学校
科学部 シャボン玉班

1年 金子美風・神谷悠理・都築佑次郎
2年 竹田袖帆・西村風花・林花菜・鮎田有梨沙
3年 内田帆香・海老由紀乃・木村芽依・永田桜子・原田望未

〔研究の動機〕

1学期の中間テストが終わった日に毎年部活動参観が行われている。この部活動は、新1年生が初めて参加する。この日は、顧問の先生が「1年生にとって初めての部活動だから、これで遊んでみよう」と言って、洗剤を出してくれた。シャボン玉作りだった。友達と一緒にシャボン玉を飛ばし、それを眺めていると、シャボン玉の模様がゆらゆらと揺らぎながら、色が変わることに気付いた。この模様の不思議さに興味を持ち、研究に取り組みことにした。

〔結論と感想〕

シャボン玉の表面の厚さが変わると、揺らぐ模様の色が変わることが分かった。特に、表面には、下向きに引っぱる力が強く働き、シャボン液が下にたまることで分厚くなるため、縞模様が下降することが分かった。また、表面はシャボン液の流れがあり、温度差が生じた時にシャボン液が対流することで、模様が揺らぐことが分かった。これらのさまざまな要因が複雑にからみ合って美しい模様ができることに感動した。

とんとん相撲の研究 ~徳川式紙相撲の必勝法を探る~

愛知県刈谷市立富士松中学校
科学部 とんとん相撲班

1年 アザミ アリフ プラタマ・杉山輝恵・元倉遙己
2年・加藤共陽・近藤修平
3年・近藤颯一郎・滝口翠詞

〔研究の動機〕

ある日、親戚の子ととんとん相撲で遊んだ。箱をとんと

佳作(中学校の部)

んたたいで紙の力士を動かすのだが、なかなか思い通りに動いてくれない。結果、相手は年下の小さい子なのに、少し負け越してしまった。悔しい思いをした私は、とんとん相撲の必勝法をどうにかしてみつけ、年上としての威厳を保とうと考えた。私は科学部に所属しているため、ほかの部員にも協力を求め、今年の研究テーマにさせてもらった。

【結論と感想】

とんとん相撲のメカニズムを追究した結果、力士の位置関係によってたたき方を変えることで、高確率で勝てるようになった。この必勝法を使って、親戚の子と再戦し、年上の威厳を取り戻したいと思う。ただ、課題は残っており、特に力士の移動に関してはメカニズムが解明できていない。まだまだ追究の余地は残っている。引き続き研究を行っていききたいと思う。

蛍光反応を用いた土壌センサを目指して

京都府京都市立修学院中学校

1年 近藤 惇

【研究の動機】

小学5年生の夏休みの自由研究で紫外線を当てたらいろいろな色に光る蛍光反応に興味をもった。小学6年生の時には、化学肥料区、化学肥料と有機肥料のミックス区、有機肥料区、消石灰区に分けてニンジン育てたところ、肥料の違いがニンジンの中の蛍光色の違いと関係があるような結果となった。そこで今年は、畑の中の肥料の違いを蛍光反応で見ようと思ったことが動機である。

【結論と感想】

肥料の種類の違いによる蛍光特性は水を散布しながら、土中で正確に色が計測できれば蛍光画像により、土中の肥料の種類が分かる可能性がある。肥料の濃度の違いによる蛍光特性は、土中の蛍光画像によりその強度が計測できれば土中の肥料の量も推定できる。ほ場の深さの違いによる肥料の浸透は、今後は耕うんしたところに水の量を増やして観察する必要がある。

ペットボトルで人命救助 ～飛距離が最大となる水の量に関する研究～

長崎県長崎県立長崎東中学校

1年 田中玲衣

【研究の動機】

人命救助に関するホームページを見てみると、ペットボトルを投げることで浮き袋の役目をして人命救助ができ

ると書いてある。そして必ず、「ペットボトルに水を少し入れてから投げるとよく飛ぶ」とあるが、「少し」とは具体的に何gなのかがはっきり書いてあるものは、どこにもなかった。そこで、ペットボトルの飛距離が最大になる水の量を調べてみることにした。

【結論と感想】

500mlのペットボトルには100gの水を、2Lのペットボトルには242gの水を入れた時が一番よく飛ぶ。空気抵抗はペットボトルの断面積に比例し、断面積が約2.4倍になっているので全体の重さも約2.4倍になったのだ。一番よく飛ぶ時の重さは体積とは無関係で断面積のみに比例する、という性質が分かった。今回の研究だけで、ペットボトルを148回投げ、ゴムで150回飛ばし、紙を144回落としたことになる。

石垣島の河川の水質とそこに生息する生物調査

沖縄県石垣市立崎枝中学校
八重山水環境調査プロジェクトチーム

1年 富川翔三郎
2年 大江みちる*・國仲賢社・立津琉人・野里 慎
3年 富川裕二朗・仲村速斗*・野里実優・丸山 葵
*の生徒は学校が異なる(石垣市立石垣第二中学校)

【研究の動機】

私たちの住む石垣島は、天然記念物や固有種といった貴重な生き物が生息し、島を訪れる観光客は年々増加している。一方で、水資源の確保や開発に伴う野生生物の生息域の減少が心配されているのと同時に、八重山諸島の陸水生物について、詳しい生態調査が十分にされていないことを知った。そこで2014年から、先輩方の調査を引き継ぎ、水環境を中心に、水質および生物調査をもとに、石垣島の環境変化をとらえる基礎研究を行っている。

【結論と感想】

これまでの継続研究から、石垣島の河川は、人間活動による影響を強く受けていることが分かった。アンモニア態窒素の濃度から、住宅から排出される生活排水による河川の汚れが思ったより高く、島の下水処理が不十分であることが分かった。また、リン酸や硝酸態窒素の濃度から、化学肥料の河川への流出により、富栄養化の傾向も見られた。水質の変化が、生き物たちの生息環境にも影響し、外来種の繁殖や固有種の保全など、科学的データをもとに考えていかないといけないと感じる。

小学校の部

うみそらハリセンボンのかんさつ

～寄生虫フグノエについて～

沖縄県那覇市立天久小学校 2年 岩瀬 海 4年 岩瀬花海

はじめに

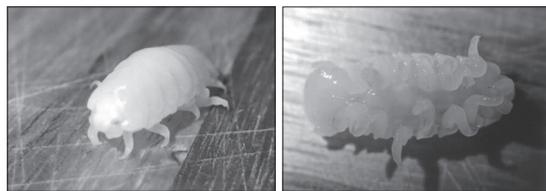
沖縄県那覇市にある「波の上うみそら公園」の海には、さまざまな生き物がある。

ハリセンボンもたくさんいて、水深 20cm ほどの浅瀬にまでやってくる。ある日、ハリセンボンをつまんで家に持ち帰った。一晩観察したら海に返すつもりだったが、夜のうちに死んでしまい、もったいないのでスープにして食べることにした。皮をはぐと口の中に白い虫が1匹入っていた。

白い虫はまだ生きていて、動いている。以前、誕生祝いのタイにタイノエという寄生虫がついていたことがあったが、それに似ていた。コップに水を入れて白い虫を放すと、別に泳げるわけではなさそうだ。

調べてみると、この虫は魚につく寄生虫でウオノエ科の生き物、フグノエだとわかった。おもにフグやハリセンボンの仲間に寄生するため、フグノエと呼ばれている。エタノールにつけて観察すると、体長は 2cm 弱で体に7つの節がある。足の数は左右7対だった。目の色は薄く、あまり見えていないのかもしれない。なぜこの虫が、泳いでいるハリセンボンに寄生できるのか不思議だった。その生態を調べたいと思った。

魚につく寄生虫とは



フグノエの目の色は薄い(左上) 足の数7対(右上) 胸の節の数7節(下)

人間や動物に寄生する虫がいるように、決まった魚の体にすみつき、養分を吸い取って生きている生き物がある。寄生虫と聞くと危険だと思うかもしれないが、魚につく寄生虫で人にも寄生する種類はそう多くない。最も有名

なアニサキスでも、人の体の中で成虫になることはない。生きたまま食べると激しい腹痛を引き起こす有害な種であっても、魚を加熱調理、または冷凍処理して死滅させれば心配はない(注:例えばアニサキスアレルギーのようにアレルギーを持つ人は、死滅させても食べてはいけない)。

「寄生虫は珍しいものではなく、魚屋にいれば目にしない日はない当たり前の生き物」(『魚屋が会う身近な魚の寄生虫』より)。

研究の目的と方法

今回の観察で調べたいのは、次のようなことだ。

- 1 フグノエは、いつどうやってハリセンボンの口の中に寄生するのか
- 2 フグノエの雄と雌はどのように出会い、どのように子どもが生まれるのか
- 3 フグノエは何を食べて生きるのか
- 4 宿主も無事に生きていけるのか、宿主を変えることはあるのか

観察方法はまず、うみそら公園でハリセンボンを網で捕まえて口の中をのぞき、フグノエが寄生したハリセンボンが見つかったら、家で飼育することにした。フグノエと寄生された宿主ハリセンボン、それぞれの様子を観察するためだ。

また、フグノエと似ている虫も観察することにした。似た



うみそら公園での調査風景

生き物の生態から、フグノエの一生を想像してみることができればよいと思った。

ハリセンボンの観察

●フグノエが寄生したハリセンボンが見つからない

2018年5月から8月までに計29日間、うみそら公園でハリセンボンを探し、80匹のハリセンボンをつまえた。

ただ、はじめはなかなかフグノエに寄生されたハリセンボンが見つからなかった。寄生されていないハリセンボンのほとんどはその場で逃したが、5月6日に1匹だけを家に持ち帰り、水槽で飼育を始めた。

●ハリセンボン1号の生態を観察

持ち帰ったハリセンボン1号は、飼育を始めて2日目に水槽で飼っていたケブカガニを食べてしまった。5月20日には、一緒の水槽に入れたソライロスズメダイを70匹も食べてしまった。ほかの生き物がかわいそうなので、1号を逃すことにした。1号はほかに、買ってきたアサリも食べた。

●ハリセンボン2号の生態を観察

5月27日、フグノエに寄生されたハリセンボンはまだ見つからない。1号より小さいハリセンボンを持ち帰り、2号として飼育することにした。2号は生きたカニやコクセンズメダイの赤ちゃん、シーフードミックスのエビを食べた。

●ハリセンボンの飼育からわかったこと

1号と2号、その後フグノエに寄生されたハリセンボンを飼育してわかったのは、小さなケブカガニが好きなこと。スズメダイやアサリ、シーフードミックスのエビも食べる。歯が丈夫で何でもバリバリ食べるのかと思ったが、硬いものはあまり好きではなさそうだ。大きなカニは反撃されると食べられないし、アサリも割ってやらないと殻から出てくるしか食べなかった。寝る時は底に沈んで、ヒレを縮めて体を少し膨ませ、何かに挟まるのが好き。



1号が大きなケブカガニに口を挟まれる

うみそら公園でハリセンボンを探した5月から8月まで29日のうち、最も獲れた日で12匹、次いで9匹、7匹という獲れ高だった。波浪注意報が出ている日はあまり獲れず、全く獲れない日も珍しくなかった。7～12匹獲れた日はどの日も、小潮だった。

フグノエの観察

●ついにフグノエを発見!

ハリセンボンの口の中をのぞいただけでは、フグノエは

見つからないかもしれないと思い始めた。5月31日、いつものようにハリセンボンをつまんで口の中をのぞいた時、大きなフグノエが見えた。持ち帰って水槽に入れ、そのフグノエに「ボス」という名前をつけた。

宿主のハリセンボン3号はととてもやせていた。ほかのハリ



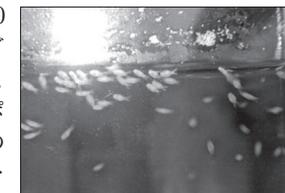
センボンより食べ物にこだわりが強いようで、魚も冷凍エビも食べない。前から水槽にいたハリセンボン2号が3号をいじめるので、2号を海に逃した。

●ボスがベビーを生む

6月3日17時30分、ようやく捕まえた小さなカニを水槽に入れると、3号はすぐに5匹も食べた。ただ、20時30分ごろになると、3号は機嫌が悪そうに泳ぎ回ったり、歯ざりみたいにグイグイッと鳴いたり、体を膨らませたりしていた。水槽に変な小さなものがあると思ったら、たくさんのフグノエの赤ちゃんだった。大きなフグノエだと思っていたらボスにはベビーがいたようだ。ベビーは小さなエビのように見えた。何匹かをスポイトで吸い取って、エタノールにつけた。

●ベビーの生後1日から7日目までの記録

フグノエベビーは1000匹ほど生まれていた。フグノエボスとの体の違いは、ベビーの目は黒く、シッポの先にふさふさしたものがあるところ。シッポを使って水槽の中を泳ぎ回し、携帯電話の光を向けると集まってくる。



6月4日ベビーたちの生後1日目、水槽には3号のほかソライロスズメダイ15匹、3号のエサにするための透明なエビや小ガニが入っていた。エビや小ガニがたくさん集まって、ベビーを食べようとしていた。

ベビーたちも寄生に向けての行動を始めていた。ソライロスズメダイ2匹は、背ビレやアゴにくっつかれている。3号は底に沈んでじっとしている。3号の体にも、たくさんのベビーがくっついている。尾ビレについたものが多いが、頭の上の針にもついていた。

6月5日ベビー生後2日目、朝、ソライロスズメダイが3匹死んでいるのを見つけた。3匹のうち1匹はヒレ、もう1匹は口にベビーが入り込んでシッポだけ出た状態。水槽で泳ぐベビーの数は、とても少なくなっていた。しかも泳ぐベビーは、弱っているように見える。3号も弱った様子で底で動かず、時々エラを動かすのを止める。

6月6日ベビー生後3日目、ソライロスズメダイ4匹が死んでいた。2匹はのど、1匹は目、1匹は背びれとのどに寄生されていた。泳ぎ回っているベビーは、前日よりさら

に元気がなくなってきた。力つきて水槽の底に沈んでいるベビーがたくさんいた。

6月7日ベビー生後4日目、ソライロスズメダイは残り5匹になった。その5匹も、すべてベビーに寄生されている。水槽を泳いでいるベビーは数十匹になった。3号に寄生するベビーはますます増えた。3号の目についているベビーがいたから、スポイトで水を吹きかけ取ろうとしたが取れなかった。

6月9日ベビー生後6日目、ピョコピョコとジャンプするように泳いでいた最後のベビー1匹を捕まえてエタノールにつけた。3号に寄生するベビーも、針とピンセットで何匹かはがしてエタノールにつけた。寄生しているベビーのほうが成長しているかと思ったが、大きさはあまり変わらなかった。

6月10日ベビー生後7日目、泳ぐベビーがいなくなったので、水槽のフィルターを交換した。フィルターについて動いているベビーを、エタノールにつけた。

●ベビーの生後9日から29日目までの記録

6月12日ベビー生後9日目、学校から帰ったら3号が暴れていた。前日から少し機嫌が悪かった。水槽を見ると砂の上にフグノエボスの死骸のようなものがあった。ところが3号の口の奥に、ボスがいるのが見えた。脱皮したのだ。昆虫は卵を産むと死んでしまうが、ボスはベビーを産んでも死なないうのだ。

6月16日ベビー生後13日目、3号に寄生しているベビーを取って何匹かエタノールにつけた。3号はすごく怒っていた。頭、背中、体の横、顔の4カ所から4匹取った。頭についたものが、4匹の中で一番大きかった。次いで顔から取ったもの。4匹とも、シッポが変化しているように見えた。

6月30日ベビー生後27日目、3号が弱って皮膚がボロボロになってきた。1週間に1度はカニを食べていたの

●ハリセンボンに寄生していた寄生虫の特徴

名前	写真	寄生場所	移動するの	動き方	くっつき方	寄生のきっかけ
フグノエベビー		どこでも	移動できる	寄生するまではエビのようにピョコピョコと泳ぎ回る	足でがっしり	宿主がエサと間違えて食べようとした時、逆に口元にくっつく。近くを泳いでいる時にくっつく。
フグノエ		口の中	移動できる(宿主が死んだ後、半日したら口から出てきた)	ダンゴムシに似ているがもっとゆっくり歩く	足でがっしり(魚の舌につめあとが残っていた)	
ウオビル		表面	移動できるが、観察した時は宿主が死んでも移動しなかった	口とお尻の吸盤を交互にくっつけて移動する	口の吸盤	不明
ウオノハブラシ		口の中	深く刺さっていて移動できそうもない	—	宿主の肉の中にほとんど埋まっていた	不明

●フグノエとフグノエに似た虫の特徴

名前	写真	目	触角	胸の節数	足の数	シッポ
フグノエベビー		大きい	長い	6節 ↓ 7節	6対 ↓ 7対	
フグノエ		小さい	短い	7節	7対	
オオグソクムシ		大きい	長い	7節	7対	
フナムシ		大きい	長い	7節	7対	
ダンゴムシ		小さい	短い	7節	7対	

に、それも食べない。毎日寝てばかりいる。

7月2日ベビー生後29日目、ハリセンボン3号が死んでしまった。皮膚が荒れたり、色が濃くなったり、お尻から何か出ていたりして、最近調子が悪そうだった。口からボスを取り出す。3号に寄生していた大きいフグノエは、ボス1匹だけだった。体の外側に寄生していたベビーは、おなかと腹ビレについた2匹だけ、口の中についたベビーは7匹だった。

7月7日にフグノエが寄生したハリセンボン4号を見て連れて帰ったが、7月11日に死んでしまった。水槽の水が悪かったのかもしれない、当分ハリセンボンは飼わないことにしようと思う。4号が死んで少したつと、口の中からフグノエが自力で出てきた。4号に寄生していたフグノエも、1匹だけだった。

フグノエ以外の虫の観察

●フグノエと似た生き物の観察

フグノエがオオグソクムシに似ていると思ったので、オオグソクムシを美ら海水族館で観察した。フグノエと同じだったのは胸の節の数(7節)や足の数(7対)だ。異なっていたのは、大きな目や長い触角。シッポの形も少し違った。

フグノエはダンゴムシやフナムシにも似てると思ったので、つかまえて写真を撮り、体を比べてみた。

●フグノエ以外の寄生虫の観察

今回、たくさんのハリセンボンを観察するうちに、ハリセンボンにはフグノエだけでなく、さまざまな寄生虫が見つかることがわかった。

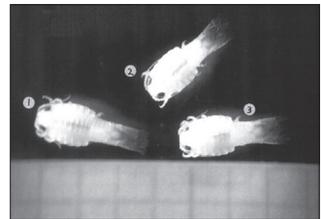
例えば5月4日、捕まえたハリセンボンの頭にゴミのような赤いものがついていて、生きていて、伸びたり縮んだりしている。ウオビルといって、これも魚につく寄生虫だとわかった。ウオビルは口とお尻に吸盤があって、伸びたり縮んだりする。今回の観察で、寄生しているウオビルの何回か見つけた。

また、死んだハリセンボン3号に寄生したフグノエベビーを調べている時、口の中に何か刺さっていたので取り出してみた。赤い釣り針のような形で、ストローのような細長い体の中で何かが動いていた。体の外側はとても硬い。インターネットで調べて、ウオノハブラシという寄生虫だとわかった。

ただ、ウオビルもウオノハブラシも海での調査中には見つけられなかった。もしかしたら、たくさん寄生していたのに見つけられなかったのかもしれない。

研究からの考察

フグノエベビーは一度に1000匹ほど生まれる。エタノールで保存したものを実体顕微鏡で観察すると、生まれた時は頭から胸までが平均1.38mm。シッポの横の部分が、寄生後1日目のフグノエ



フグノエに似た虫の特徴として、たくさん動き回る虫のほうが目が大きく触角が長い。水中で動き回る虫のほうが、シッポの横についたものが大きい。

寄生後のフグノエの特徴は、次のとおりだ。
1 フグノエの目は色がうすい→見る気なし
2 触角は短い→あまり周りを調べる気なし
3 シッポは小さい→泳ぐ気なし
4 足はカブトムシのよう(カブトムシが木につかまるために鋭いツメを持つと考え、フグノエの足は宿主をがっちりつかむためのもの)→移動する気なし
 フグノエは一度魚に寄生したらそこから動かず、別の宿主につくことは一生ないのだろうと思った。
 では、フグノエはどうやって雄と雌が出会い、結婚するのか。父にたずねると、昆虫や寄生虫は子孫を残すために自分だけで子どもを作れることがわかった。

生まれた後に性別が変わる生き物がたくさんいることも教えてくれた。フグノエも生まれた時には性別が決まっていなかった。魚の口の中に寄生した個体は雌になり、後からやってくる個体が雄になるそうだ。

観察ではハリセンボン3号の口の中に、ベビーも何匹か寄生した。ボスは自分のコピーである子どもと結婚できることになるが、そうならないためにフグノエは工夫しているのではないかと。そういえば生後0日目のベビーたちは、どの魚にもすぐに寄生しようとはしなかった。ベビーたちはプランクトンのように、光のある方向へ一生懸命泳いでいた。またベビーが生まれた日のハリセンボンはとても機嫌が悪く、夜中ずっと暴れまわった。今回は小さな水槽だから、同じハリセンボンにベビーが寄生したが、海で生まれた子どもたちは遠くへ離れていくのではないかと。

それから、観察した3号は何匹ものベビーたちにくっつかれていた。もし寄生しているボスが、同じ寄生虫だけにわかる「私はここよ」というサインを出しているとしたら面白い。もっと観察して、本当のことがわかればよいと思う。

指導について

今回の研究は、たまたま捕まえて連れて帰ったものの、設備不十分で死なせてしまったハリセンボンの口から出てきた寄生虫(フグノエ)がきっかけでした。「フグノエがついたハリセンボンを飼育観察したい!」。そこから2年生の長男は、毎日のように海へ行き、ハリセンボンを捕獲して口の中をチェックするという作業を繰り返しました。とても楽しそうでしたが、かなり根気のいる作業だったと思います。その後、幸運にも見つけることができ、連れて帰って飼育したところ、3日後にフグノエが赤ちゃんを放出しました。それをきっかけに、今度は4年生の次女がフグノエ同士の出会いと結婚について興味を持ちました。謎の多い寄生虫の結婚について、観察した中でわかってきたことを踏まえ、恋に憧れる次女が描いた想像図には本当に驚かされました。たくさんの偶然が重なり、長男の努力と次女の想像力が実る形となり、思いもよらぬ素晴らしい賞をいただいたことに感謝いたします。
 岩瀬裕里

審査評

日常的にハリセンボンが採集できるという恵まれた生活が可能にした研究である。観察がすんだら海に帰すつもりで持ち帰ったハリセンボンが死んでしまい、その口の中に入っていた虫を見つけ、フグノエというその寄生虫について知りたいと思ったことがきっかけになっている。生きたフグノエの観察には寄生されたハリセンボンを見つけないといけない。ハリセンボンが容易に捕獲できるということを生かして、大きなフグノエ個体がいるハリセンボンの採集に成功している。幸運だったのは、このフグノエ個体が子持ちだったことで、多数の子フグノエが生まれ、成長の様子、寄生する様子が詳しく観察できたことである。このようなタイプの研究では、予想していなかったチャンスが訪れた時に、いかに集中的にデータをとれるかが大変重要で、それがないと論文としてまとめることがむずかしくなるが、この研究ではそういったポイントがおさえられている。これからも、チャンスを逃さず、いろいろとチャレンジしてほしいものである。
 審査員 高橋 直

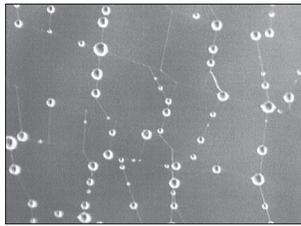
クモの糸にできる「水滴」の研究

愛知県刈谷市立住吉小学校 理科部

6年 浅井徠希 石川琥太郎 梅村佳奈 太田泰知 加藤楓菜 杉浦敬太
鈴木暖士 谷川天音 登丸昊之介 野村優衣 山田岳人

はじめに

6月終わりの雨あがりの朝、登校途中にいつもは目立たないクモの巣の網がはっきりと見えた。糸の1本1本に、小さな水滴がたくさん付いていたからだ。双眼体顕微鏡で観察すると、糸にはきれいな「球形」の水滴がびっしりと並んでいた。クモの糸に、なぜ想像を超えるほどきれいな水滴が付くのか、不思議に思っ理科部のメンバーで研究を始めた。



研究の目的と準備

研究の目的は、クモの糸になぜきれいな球形の水滴が付くのか、科学的に明らかにすること。

クモを飼育して安定的にクモの糸を集め、人工的に水滴を付けてさまざまな実験を行うことで、考察を重ねることとした。

●飼育するクモの種類と飼育の方法

学校や学校周辺に多く、円形に近い網を張るジョロウグモを研究の対象にしようと思った。メンバーでクモを集めたが、なかなか集まらない。全校児童に協力を呼びかけると、6月から10月の間に延べ100人以上が200匹以上のジョロウグモを集めてくれた。



飼育するクモの数だけ飼育ケースを作る

●超音波加湿器で水滴を付ける

研究には、いつも安定して同じ条件で水滴を付けられる超音波加湿器を使った。超音波加湿器ならば糸を顕微鏡で観察する時も、プレパラートと対物レンズのすき間にゴム管を入れて、効果的に水滴を付けられる。

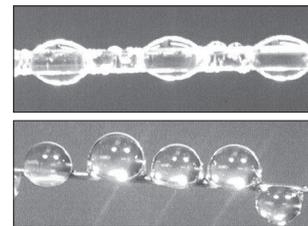
研究で追究したこと

追究1 糸状のものにはどう水滴が付くのか

1:クモの糸以外の糸状の物に、30cm離れたところから超音波加湿器の霧を吹きかけ水を付ける。

まず、ナイロン糸、絹糸、ポリエステル糸、綿糸、羊毛、髪の毛、テグス(ナイロン製の釣り糸)のそれぞれに、水滴がどのように付くかを調べた。

結果:すべてに水滴が付いたが、付き方がそれぞれ大きく違った。水滴の形は「したたり型」「ぶらさがり型(球形)」「楕円型」の3種類があった。



ナイロン(上)と絹糸(下)の水滴

2:クモの糸のさまざまな部分に水滴を付ける。

1の実験と同じようにジョロウグモの網全体に水滴がどのように付くかを調べた。

結果:クモの網のどの部分にも、球形の水滴が付いた。横糸に付く水滴は等間隔に並んでいたが、横糸以外の糸の水滴は間隔や大きさがバラバラだ。

追究2 クモの糸の水滴がきれいな球形になる理由

1:追究1の実験ではクモの糸以外で球形の水滴が付くのは羊毛と絹糸だった。羊毛と絹糸はたんぱく質でできている。クモの糸もたんぱく質ではないかと考えた。

結果:たんぱく質に反応する魚拓道具「ギョウタクル」で調べると、クモの糸もたんぱく質だった。しかし、同じたんぱく質の人の髪の毛や、犬の毛などには、したたり型の水滴が付いた。たんぱく質が球形の水滴になる原因ではなかった。

2:太さを測定すると、クモの糸はほかと比べ細い(太さ0.01mm以下、羊毛や絹糸は0.03~0.05mm)。細い糸に付く水滴は小さく、球形になりやすいと考えた。

結果:さまざまな大きさの水滴を作り、それぞれの「幅÷高さ」の値から水滴のゆがみ度を計算した。すると水滴が小さいほど、球形(ゆがみ度1)に近づくことがわかった。しかし、熱で伸ばして約0.01mmの太さにしたテグスに水滴を付けても球形にならなかった。糸の細さだけが球形の原因ではなかった。

3:知恵を求めて、学校の4~6年生などを対象にアンケートを行った。そこから、クモの糸が水をはじくことが

球形の原因ではないかという仮説が生まれた。

結果:糸状の物で水をはじくのは、水滴が球形になるクモの糸、羊毛、絹糸だけだった。水をはじく性質が球形を作ることにはわかったが、はじくのになぜ水滴が糸に付くのか不思議だった。

4:400倍の顕微鏡で観察すると、1本に見えたクモの糸は複数の細い糸がより合わさってできていた。その1本1本は太さ0.003~0.005mmほど。より合わさっていることが、水滴が引っかかる原因ではないか。

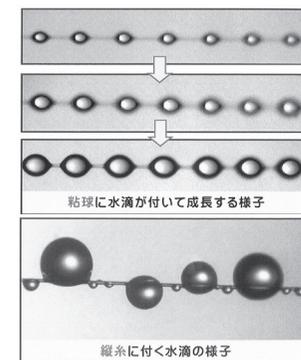
結果:クモが落ちる時に出す牽引糸を、自然界で風にあおられるように繰り返し伸び縮みさせると、30回を超えたころ、細い糸がほつれはじめた。そのほつれや、糸に元々あったこぶ、傷のような部分が、水滴が引っかかる原因になっていた。

5:ほつれに引っかかった水滴はクモの糸に付着しているが、きれいな球形の水滴は中心をクモの糸が貫いているものが多い。水滴がどう成長するのかを調べた。

結果:食紅で色を付けた水を吹き付けてみると、水滴の中心を通るクモの糸が赤く染まっていた。つまり、最初に糸に引っかかり付着するようにできた水滴が、周辺の糸のすき間の水分を吸収し、糸を中心としたきれいな球形に成長していた。

追究3 横糸に水滴が等間隔に付く理由

追究1-2で見られた、クモの網の横糸とそれ以外の糸の水滴の付き方の違いに疑問が残ったので調べることにした。スライドガラスを4枚合わせた道具を作り、両面テープでクモの網をそのまま採取した。顕微鏡で横糸や縦糸の様子を観察すると、縦糸にはほつれや傷がバラバラに見つかった。横糸には、ほぼ等間隔に「粘球」が付いているのを発見した。加湿器の霧を吹きかけると、横糸では粘球に水滴が付いてほぼ同時に水滴が成長、ほとんど同じ大きさの水滴が等間隔にできることがわかった。



横糸(上)と縦糸(下)の様子

同士の水滴が合体することもなく、よく見ると糸に付着する形で完全な球形ではない。

縦糸はほつれや傷の場所、程度がまちまちのため、大きさの違う水滴がバラバラな間隔でできた。しかも、大きな水滴は隣の小さな水滴を吸収したり流れたりする。横糸と縦糸の水滴は大きく様子が違っていった。

追究4 雨が降らなくても、網に水滴が付く理由

10月、修学旅行で訪れた奈良県の東吉野村で、雨が降っていないのに水滴が付いたジョロウグモの網を見つけた。原因は霧だと思いが、本当に霧の水分が蒸発することなく水滴に成長するのか調べてみた。超音波加湿器の水滴は直径0.005~0.01mm、霧は0.01mmと大きな違いはない。超音波加湿器の水滴で実験した。

気温22℃、湿度75%の環境で、ひとつの水滴が蒸発するまでの時間を調べると平均35秒だった。次に、ある水滴が付いた場所に次の水滴が付くまでの時間を調べた。平均20秒ほどで次が付くとわかった。引っかかった霧の水滴が35秒で蒸発するより前、20秒で次の水滴が付くわけだから、霧でも網に水滴は付く。

また、超音波加湿器で霧の水滴をクモの糸に付け続けると、ひとつの水滴が少しずつ周りの小さな水滴を取り込んで大きくなり、大きさが0.1mm以上になると糸に沿って途中の水滴をすべて取り込みながら流れ落ちることもわかった。水不足に悩む地域の役に立つかもしれないと思ひ、新たな発見にうれしくなった。

おわりに

研究を通じてクモに親しみを持ち、ジョロウグモのいる場所がすぐわかるようになった。クモの糸に水滴が付くことに何の疑問も持たなかった私たちが、多くのことを見つけ、自然の不思議を感じた。クモの糸の見事な球形は、いまでも忘れられない。

指導について

私たちは、日頃見慣れている「あたりまえの現象」の中に隠されている「科学」に、子どもたちが注目することを願っています。今回は、クモの糸にできる「水滴」に子どもたちが注目しました。クモの糸に付く水滴は、見事な球形をしていました。また、クモの糸でも、糸の種類で水滴の付き方が違ってました。子どもたちは身のまわりのさまざまな糸状の物に付く水滴を調べたり、クモの糸の性質を調べたりする中で、その理由を徐々に明らかにしていきました。研究を進めていく中で、全校の子どもたちがとてもたくさんのクモを捕まえてきてくれました。おかげで、クモの糸を使った実験を思う存分行うことができました。住吉小学校680人全員が理科部の活動を支えてくれていると感じ、とてもうれしくなりました。このたびは、彼らの努力を認めていただき大変感謝しております。今後も、一人でも多くの子どもたちに自然を追究する楽しさを感じさせたいと思います。ありがとうございました。

刈谷市立住吉小学校 小川まゆみ・一色絢賀・早川明希

審査評

雨上がりの朝、いつもは目立たないクモの巣がはっきり見えたことをきっかけに、クモの糸にはどうしてきれいな球形の水滴が付くのかを科学的に解明しようとした研究です。ジョロウグモを研究対象に、疑問に対して一つ一つ丁寧に調べていく姿勢が立派です。ナイロン糸・絹糸などとクモの糸との水滴の付き方の違い、7種類あるクモの糸の違いによる水滴の付き方を調べることを皮切りに、次々と湧き上がった新たな疑問に対し、それぞれ研究仮説を立てながら追究していくことで、深まりのある研究内容になっています。大きくは4つの追究問題に対し、実験方法を自分たちなりに工夫したり、周りの方の助言を受けたりしながら、最終的には見事にそれらの問題を解決し、誰もが納得のいく結論を導き出しました。全校のみんなの協力も研究を後押ししてくれました。今回の研究から効果的に水を集める仕組みへの活用も考えられ、とても夢のある研究だと感じました。

審査員 林田篤志

電磁石式ふりこ時計を作ろう2

埼玉県伊奈町立小針小学校 ふりこばりクロックseven

6年 安味柚月 島田夏穂 須賀小遥 須賀実柊 高島颯太 戸井田 昊 平野沙菜

研究のきっかけ

2017年の授業で、ふりこの勉強をした。ふりこが揺れる時間は何と関係があるのかを調べると、同じ長さのふりこなら1往復する時間が同じだとわかった。おもりが重かったり、揺れる角度が大きかったりすると早くなると聞いていたが、予想と違う。調べないとわからないところがおもしろく、学んだことを生かして、自分たちでふりこ時計を作ってみようと思った。

研究の準備

校長室にあるふりこ時計を貸してもらい、どんな仕組みで動いているのかを調べた。

するとふりこ時計の部品は、動力源のゼンマイ1個、歯車6個、歯車に付けられた円柱くん（側面で別の歯車の歯を受ける機構の円柱型歯車、かみ合うことで動きを伝える）5個、トゲトゲ歯車（がんぎ車という部品）1個、カチカチ君（ふりこに連結されたアンクルという部品）1個、ふりこ1個だった。

うず巻きのバネであるゼンマイを巻くと、元へ戻ろうとする力が生まれる。その力で時計は動き始める。ゼンマイの力は歯車を動かしてがんぎ車やアンクル、ふりこへと伝わる。がんぎ車はゼンマイの力どおりに動くようにするが、船のいかりのような形をしたアンクルには左右にふたつツメがあり、ふりこの揺れに合わせてがんぎ車のトゲトゲを受けたり外したりする。アンクルが規則的にがんぎ車の回転を止めることで、正確な時が刻まれることがわかった。

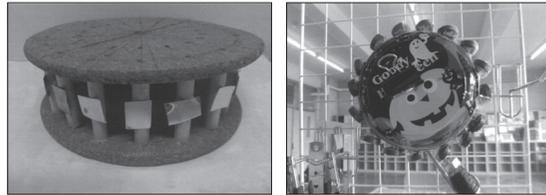
研究の実際

●がんぎ車とふりこ、アンクルを作ろう

がんぎ車をそのままねで作るのは難しいので、校長室の時計にあった円柱くんを参考に、2枚のコルク円板の間に18本の柱を立てた円柱型のがんぎ車を作った。ふりこアンクルも作って動かすと、ふりこは一定時間で動くことはできたがすぐに止まった。アンクルはがんぎ車とかみ合わず、すぐにこわれてしまった。

●電磁石の力でがんぎ車を止める

改善策として、アンクルを使わず、磁石と鉄の引き合う力や、磁石のS極とN極同士が反発し合う力を使えないかと考えた。理科の教科書を見ると、電気で磁力を出す電磁石というものがある。電磁石はボルトにコイルを巻



円柱型がんぎ車(左)とスチール缶の外側に磁石を並べたがんぎ車(右)

き、コイルを電池につないで作る。実験で、電磁石ががんぎ車を止めたり進めたりできるのかを調べてみた。

まず、新しくスチール缶のがんぎ車を作った。ゼンマイの代わりに糸の先に下げた60gのおもりを使ってスチール缶を回し、電磁石とスチール缶の引き付け合う力で回転を止めることができるかどうかを調べた。

次にスチール缶の周りに外側がS極になるように磁石を並べて取り付け、電磁石のS極の力と退け合って回転が止まるかどうかを調べた。結果、どちらも確実に回転を止めることはできなかった。

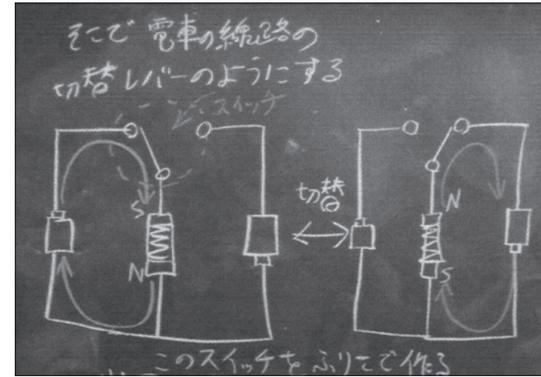
●S・N切り替え回路を作ろう

教科書で、電磁石がリニアモーターカーに使われていることを知った。本で調べると、ガイドウェイと呼ばれるリニアの誘導路には磁石のS極とN極が交互に取り付けられ、車両本体に付けられたS極とN極と引き合い反発することで浮上して進む。スチール缶にもS極とN極の磁石を交互に付け、ふりこの規則的な動きに合わせて電磁石のS極とN極を切り替えれば、がんぎ車を制御できるはずだと考えた。成功すれば、ゼンマイやおもりではない動力でふりこを動かし、アンクルなしでがんぎ車を制御することになる。

そして、39ページ上の写真のようなS・N切り替え回路を作った。スチール缶にもS・N交互に磁石を取り付けて動かそうと試したが、タイミングが悪いと逆回転してしまう。そこで、スチール缶の周りに発砲スチロールで角度45度のギザギザを作って、S・N交互に磁石を付けた。45度に傾いたS極とN極の磁石に対して電磁石を垂直に近づけ、S・Nを切り替えるとスチール缶は右へ動き始めた。ただ、磁石と電磁石の位置が悪いと逆回転してしまい、注意が必要だった。

●動き続けるふりこが完成

S・N切り替え回路を作動させるふりこにも課題があった。ふりこを動かし続けたいが、時間が経つと止まってしまう。指でタイミングよく押せば動き続けるため、指の働きを電磁石にさせたかった。ふりこのひもの部分に磁石を



取り付けて、電磁石と反発させ、押され具合を調べた。定規やクリアファイルなど硬さの違うさまざまな素材でひもを作り、試してみた。そして、ひもの硬さが違う2つのふりこを用意した。

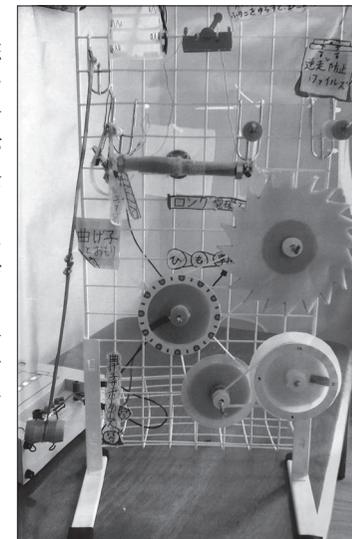
軟らかい素材で作ったふりこを「曲げ子」、硬い素材を「押し子」とし、曲げ子にはある程度重さのあるおもりを付ける。曲げ子が右へ振れて押し子に触れる時だけスイッチが入って電流が流れるようにし、電流が流れると押し子の磁石がその右にある電磁石に反発する。反発した押し子は左へ振れ、曲げ子を左へと押し込む。曲げ子が左へ振れて押し子と離れると電流が止まり、押し子の磁石が電磁石へ引っ張られる。この繰り返しなら曲げ子が押される時間も十分に生まれ、止まらないふりこを作ることができた。

しかし、この姉妹ふりこをS・N切り替え回路に取り付けたとたん、ショートしてふりこが動かなくなった。結局、S・N切り替え回路を使ってがんぎ車を動かすことはできなかった。

●電磁石の力で物理的にがんぎ車を回す

最終的に、がんぎ車にギザギザを付け、姉妹ふりこの動きを利用して、物理的にがんぎ車を押す方法を考えた。姉妹ふりこ電磁石の右側に、もうひとつ押し子2号を追加して設置した。

押し子2号にも磁石を付け、曲げ子の往復運動に合わせてスイッチが入る電磁石に反発させる。その力を使って直接、がんぎ車のギザギザを1歯ずつ押し回す。押し子2号の先端は、がんぎ車のギザギザを右へ押しつつ、戻る時は逆走させない形状に工夫した。



そのほか、歯車の代わりに採用したひも車の直径をどうするか、曲げ子の長さは何cmか、おもりの数はいくつかなど、正確な時を刻ませるためにさまざまな実験を重ねた。コイルの熱を測定したり、火花の出ないスイッチを考案したりして安全面も確かめ改善した上で、スムーズに動かすための最終調整を行った。こうして、1時間に数分のずれはあるものの、時を刻む電磁石式ふりこ時計が完成した。

感想

今回、ゼンマイやアンクルを使わず、電磁石の性質を利用して時計を動かす方法を発見した。難しかったのは、ふりこを揺らし続ける仕組みを考えることで、作ったものはいつも予想どおりに動かず、その度に作り直しては実験することの繰り返しだった。多少のずれはあるものの、時を刻む時計ができた時は本当にうれしかった。

指導について

自分たちで振り子時計を作ってみようという今回の研究は、一筋縄ではいかない挑戦でした。複雑な時計の仕組みをどのように再現するのか、子どもたちは一歩前進しては壁にぶつかり、日々試行錯誤を繰り返していました。行き詰まったときに原動力となったのは、仲間と力を合わせて探究し続ける心と、子どもたちも柔軟な発想です。中でも「磁石の力で歯車を回せないか」というひらめきは、研究の方向性の決め手となりました。そして、電磁石のはたらきで振り子を動かす仕組みを発見することにつながったのです。苦労の末、振り子時計が狙い通りに動いたときは、みんなで喜びを分かち合いました。子どもたちが最後まで研究をやり遂げることができたのも、ご家庭からの温かい支援のおかげです。このたびの栄えある受賞を自信につなげ、今後も探究心と柔軟な発想を大切にしながら、更なる挑戦をしていってほしいと思います。

伊奈町立小針小学校 阿久津直人

審査評

本研究は、5年生で学習した「ふりこの原理」を踏まえ、それを発展させて「電磁石式」の時計づくりを展開している作品です。この作品は、7人で協働して進め、校長室にある古いふりこ時計が廃棄されることから挑戦している作品でもあります。研究の方法として5つの方針を決め、意見の違いを乗り越えて代替案を考え、実験している展開の仕方は研究の王道で進めているともいえます。さらに「ふりこの原理」を調べるだけでなく円柱型歯車をつくるなどの実証実験も行い電磁石式ふりこ歯車まで追い込んでいく試行錯誤のプロセスは見事です。失敗も含め電磁石式に至るまで多角的に検討し、ギザギザ歯車を電磁石式で回す回路の設計、他の方法での実験による原理の解明などによって電磁石の力を上げることや引き合う力、反発する力などの調整しながらの展開に感動しました。さらに課題や実験、原理のプロセスをわかりやすく図示でまとめるなど高い作品として評価されました。今後も、皆さまがそれぞれの新たな次の課題にむかって研究を継続されることを期待しています。

審査員 小澤紀美子

光の偏食による雑草変化論

～雑草もメタボになるのかな～

福島県須賀川市立西袋第一小学校 5年 大石悠叶

研究の背景

雑草はしぶとい植物だ。成長が早く、引き抜いても何度も生えてくる。この頑固な雑草を自然の力で枯らせることができるのか、2015年から研究を始めた。

2017年に植物の光合成に必要な太陽の光が、赤と青、緑色の光であることを突き止めた。ただ緑の光は赤や青と比べて効率が悪く、使い勝手がよくない。雑草に赤、青、緑の光だけを当てた場合、最も枯れやすいのは緑だと仮説を立てて試験をした。具体的にはスギナ、メヒシバ、オオニシキソウ、シロツメクサに、赤、青、緑の透明な下敷きや色画用紙をかぶせて、枯れる様子を観察した。結果、スギナは仮説どおり緑の光が最もよく枯れた。しかしメヒシバ、オオニシキソウ、シロツメクサは、それぞれ枯れやすい色が違っていった。

研究の方法

2018年は、雑草に赤と青、緑色の光だけを当てる時、雑草の形や色、成長の早さに変化があるかを観察することにした。成長の違いを確認することが目的なので、色のついた透明な下敷きをかぶせて、赤、青、緑の強い光を雑草に当てる。観察の対象は、庭に生えているスギナ、ノミノツヅリ、オッタチカタ



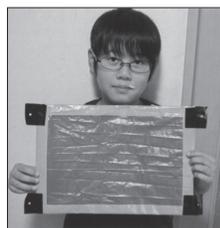
バミ、メヒシバ、オオニシキソウ、シロツメクサ、ヤブカラシ、ヤハズソウの8種類の雑草だ。
下敷きをかぶせる雑草は、なるべくまだ成長の途中と思われるものを選ぶ。色の違いで成長に変化がない場合や、過去の試験で簡単な遮光では変化がないことを確認している雑草には、画用紙と色セロハンで作った赤、青、緑の画用紙遮光シートをかぶせることにする。

●2018年の観察結果

雑草	赤の光を当てた時の特徴的な変化	青の光を当てた時の特徴的な変化	緑の光を当てた時の特徴的な変化
スギナ	・赤だけ枯れない(緑と青は枯れた) ・形の変化も見られない	・青でも枯れるが、根元まで完全に枯らすのは緑のほうが早い	・おそらく青よりもさらにスギナをよく枯らす
ノミノツヅリ	・根元から枝分かれし、枝分かれしたそれぞれが茎を長く伸ばしていく	・1本の茎が長く伸び、途中から枝分かれするが、細く短かったり長く伸びなかったりする	・ほとんど成長しなくなる
オッタチカタバミ	・茎をくねらせ伸ばしていく ・茎は太く自然と育ったものと全く違う形に	・すぐに葉がボロボロになり枯れる ・成長も見られない	・太く長く茎を伸ばす ・葉もたくさんつけるが茎の上に葉が集中する
メヒシバ	・赤だけ枯れない(画用紙の緑と青は枯れた) ・形の変化も見られない	・画用紙の場合、葉が黄色くなり枯れる	・画用紙の場合、葉が黄色くなり枯れる
オオニシキソウ	・葉がボロボロになり枯れる・小さな茎から多くの枝分かれを出したのもあった	・1本の茎を中心に茎の途中から枝分かれする ・枝分かれした茎はそれぞれ同じ方向へ伸びる	・根元から枝分かれして、それぞれの茎が同じように成長し、全体に青より自然の形に近い
シロツメクサ	・枯れずに成長し続けた ・茎がクネクネ曲がり、葉よりも茎が多い	・いくつか花が咲く(赤と緑は咲かない) ・茎はクネクネした長いものになる	・茎がクネクネと伸び、かなり長くなる ・茎と葉で下敷きの下がいっぱいになる
ヤブカラシ	(日陰にしか生えていなかったので日陰で観察) ・全く成長せず、ずっと同じ形を保っている	・成長するが葉がしぼんだようになり、しっかりと開かない	・下敷きの下で成長し、青とは違い葉もしっかりと開く
ヤハズソウ	・茎の長さが自然のものより短くなる	・自然に育ったものと目立った違いはない	・自然に育ったものと目立った違いはない

バミ、メヒシバ、オオニシキソウ、シロツメクサ、ヤブカラシ、ヤハズソウの8種類の雑草だ。

下敷きをかぶせる雑草は、なるべくまだ成長の途中と思われるものを選ぶ。色の違いで成長に変化がない場合や、過去の試験で簡単な遮光では変化がないことを確認している雑草には、画用紙と色セロハンで作った赤、青、緑の画用紙遮光シートをかぶせることにする。



作成した画用紙遮光シート

研究の結果

●スギナの観察結果

3色の下敷きをかぶせた。2017年までの結果と同様、スギナが枯れる早さは、緑≧青>赤色の順になった。赤は3週間かぶせても枯れることなく成長していた。しかし、色の違いでスギナの形や色に違いは見られなかった。

●ノミノツヅリの観察結果

3色の下敷きをかぶせたが、枯れる早さの違いは確認できなかった。ただ、形の違いは確認できた。自然に育ったノミノツヅリは根元からも茎の先端からも枝分かれをするが、緑の光を当てたものは茎の伸びがあまり見られず、枝分かれも見られなかった。それに比べ青では1本の長い茎の途中で枝分かれを作り、それが細く短いままか、伸びてもそれほど長くはならなかった。

赤も根元近くで枝分かれしていたが、青も赤も途中からは1本の茎だけが成長し、ほかは枯れていく様子が見られた。

●オッタチカタバミの観察結果

3色の下敷きをかぶせた。青は1～2週間で葉がボロボロになり、枯れてしまった。青で3回試したが、成長することはなかった。赤と緑は少しずつ茎を伸ばして、赤は早い時期に花や実をつけた。ただ、赤も緑も途中から、自然に育ったオッタチカタバミと全く違う形に成長した。茎がクネクネしながら伸びて長く太い状態になる。茎の色は赤く、赤い茎からは葉が出ない。赤と緑の形の違いで特徴的な点は、赤は根元の近くから大きく2つに枝分かれし、茎の上のほうで広く葉を広げている。緑は茎が1本のままグングン伸びて、上だけでなく根元に近いところからも葉が出ていた。



左から緑の光、自然の状態、赤の光、青の光で育ったオッタチカタバミ

●メヒシバの観察結果

2017年の観察で下敷きでは変化が見られないことがわかっているのでも、最初から3色の画用紙遮光シートをかぶせた。結果、青と緑が完全に枯れ、赤では葉が少しだけ黄色くなった。枯れる早さは緑≧青>赤の順だ。色による形や成長の違いはなかった。

●オオニシキソウの観察結果

3色の下敷きをかぶせた。以前の研究では遮光しても枯れにくい雑草だったが、赤の光で枯れてしまうという予想外の結果となった。青と緑では長期間枯れることなく、それぞれ違う形に成長した。青は1本の茎が長く伸び、その途中から小さな枝が出ており、枝分かれはすべて同じ方向に伸びていた。緑は成長が自然のものに近く、根元から枝分かれをはじめ、それぞれの枝が同じように成長した。今回、下敷きの色の違いで最も形を変えたのは、オオニシキソウだった。

●シロツメクサの観察結果

3色の下敷きをかぶせた。赤、青、緑のどの色でも枯れることはなかった。成長の違いは、青でしか花が咲かなかった。緑は下敷きを外した後に花が咲いた。茎はどの色でもクネクネ曲がってよく伸びていたが、特に赤は葉より茎が目立ち、茎の曲がりも多い。

●ヤブカラシの観察結果

3色の下敷きをかぶせた。赤い光は3週間たっても全く形が変わらず、枯れることもなく、時間が止まったようだった。青と緑も枯れそうな様子はなく、茎を伸ば

して成長していた。ただ、青は葉が少ししぼんだ様子で途中から成長しなくなったが、緑は葉がしっかりと開ききり、枝分かれも多く、細い茎を出していた。

●ヤハズソウの観察結果

下敷きをかぶせてもあまり変化がなかった。そこで、3色の画用紙遮光シートも使った。それでも枯れたものはなかったが、葉が黄色くなり始めたものは見られた。枯れる順番は緑>青>赤だと考えられる。形の変化は、茎の先端が曲がる程度しか観察できなかった。

結論と感想

8種類の雑草に赤、青、緑の光を1色だけ当てた結果、雑草によってはさまざまな成長の変化が起こり、なかには自然に育ったものと全く違う形に育つものもあることを確認した。意外だったのは、光の強さが光合成を行うのに十分であるにもかかわらず、偏った色の光を与えることで枯れてしまう組み合わせがあったこと。特に赤、青の光と植物の成長には複雑な関係がありそうなので、引き続きその関係を調べていきたい。

指導について

「面倒な庭の草むしりをなんとか楽にできないか」、研究の始まりはそんな動機でしたが、4年も続くと思えない雑草が生えていないか皆で庭を見回らなくなってしまいました。この研究はまさに遮光シートを使った雑草との闘いで、雑草もそれに抵抗するように予想を裏切る枯れ方をしたり、形や色を変えて普段とは違う姿を見せたりと、いろいろな課題や疑問を投げかけてきます。天候の影響で結果が前の年と違うものになったり、ナメクジが枯れた雑草を食べてしまったりした事もありました。そんな中でも、研究の終わりに残った課題や疑問を次の年に突き詰めていくスタンスがいつの間にかできていたことが、研究の継続と新しい発見につながったのだと思います。庭での闘いで生まれてくる疑問はまだたくさん転がっています。これからも柔軟な発想と独創的な視点からアプローチして、楽しみながら目の前にある疑問と向き合ってほしいと思います。 大石祐希

審査評

まず、ユニークな研究のタイトルが目を引きまます。また、本文や図や表も全て手書きでまとめ、努力の程がうかがえる力作です。簡単に雑草を枯らす方法を得るために、光が及ぼす植物への影響を追究して4日目。今回は、赤・青・緑の光を1色だけ与えた時の植物の変化を調べる研究に取り組みました。スギナ、メヒシバ、ヤハズソウなど8種類の野草に、色付き透明下敷き等を使って特定の光だけを与えた時、成長の仕方などのような変化が表れるのかを日を追って丁寧に調べました。感心するのは、茎の伸び方、葉の色の違い、分枝の様子などの小さな変化までも詳細に観察し、記録しているところです。その結果、一つの光を当てた時の植物の成長の仕方は、大きく分けて4つのタイプであるとまとめることができました。人間が偏った食事を続けると不健康になるように、植物も一定の光を与え続けることで成長に悪影響を与えるのだろうという考察が興味深かったです。 審査員 林田篤志

玉こんにゃくがなく秘密を探れ

愛知県刈谷市立富士松南小学校
6年 岡田奈楠子 小坂愛永 塚崎瑛大 山本 蓮

研究の動機

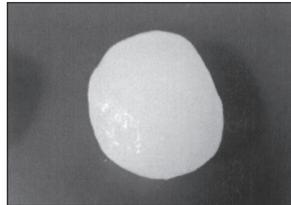
夏休みのある日、台所から「キャー」と悲鳴のような音が聞こえた。何だろうと台所へと駆けつけると、母が玉こんにゃくを炒めている音だった。フライパンを振るたびに今度は、「キュッキュッ」という音が聞こえた。

なぜ玉こんにゃくは鳴くように音を出すのか不思議に思い、理科研究部で追究することにした。

研究の準備

玉こんにゃくは山形県のものがあるが、愛知県でも奥三河地域で作られている。スーパーマーケットで玉こんにゃくを買って、さまざまな予備実験を行った。

1:玉こんにゃくの表面を観察する



結果: 焼く前の玉こんにゃくの表面は軟らかく、皮のようなものがある。押すとつぶれるがちぎれることはない。顕微鏡で観察すると、でこぼこしている。割ると、筋のような線が見える。



焼いた後の玉こんにゃくは少し硬くなっている。表面に穴が空いている。顕微鏡で観察すると焦げ目の周りにも穴が空き、でこぼこが小さくなっているように見える。

2: 焼いている様子を観察する

結果: 熱したフライパンに玉こんにゃくを落とすと、「キュッ」と鳴いた。しかしすぐ鳴かなくなったので、こんにゃくをフライパンに押しつけると「キューツ」と高い音で鳴き始めた。押しつぶされた玉こんにゃくの縁に泡が出る様子が見られ、こんにゃくを押す手に振動が伝わった。

3: ほかの形のこんにゃくが鳴くのかを観察する

結果: 板こんにゃくは押しつけると低い音で鳴き、糸こんにゃくはごく小さな音しかしない。ねじりこんにゃくは押しつけると大きく鳴いた。板こんにゃくの場合、大きさを2cm四方から5cm四方まで1cmずつ変えて鳴き方を調べた。ここでの観察から、どのこんにゃくも鳴くことは確認できた。また、大きなこんにゃくほど長く鳴くが、大きすぎると

低音になりやすいようだ。玉こんにゃくがほかのこんにゃくより、鳴きやすい形をしていた。

4: 玉こんにゃくが鳴く音を定義する

結果: 先生のスマートフォンのアプリケーションを使って、玉こんにゃくの音の波形を観察した。測定しながら焼くことを何回も繰り返し、周波数1,000Hzあたりの音で鳴いていることがわかった。そこで、1,000～2,000Hzの音がする時、「玉こんにゃくが鳴いている」と定義した。

そのほか予備実験の反省から、人の手を使わず正確な検証ができる「玉押し君1号」を作製した。手で押して最もよく鳴く力の強さが2.5kgだったので、「玉押し君1号」に取り付けた計量カップに水を入れ、2.3～3.3kgの強さで玉こんにゃくを押すようにした。

研究の実際

音の仕組みを調べると、音が鳴るのは物体が振動する時とある。玉こんにゃくの音が何に似ているのかを考えると、沸騰したやかん（笛吹きケトル）だった。では、笛吹きケトルの音はなぜ生まれるのか。インターネットによると、お湯が沸騰して蒸気が生まれ、注ぎ口の内侧で空気が振動して発生するという。

予備実験で玉こんにゃくを焼いた時には泡が出て、手に振動が伝わった。そこからひとつの仮説を立てた。

仮説1: 玉こんにゃくは焼かれて加熱面に発生する水蒸気の振動で鳴く

●玉こんにゃくから水蒸気が出ているかを検証

デジタルカメラの連写機能を使って、焼いている玉こんにゃくの加熱面を撮影し、玉こんにゃくのなかで水分がぶくぶくと沸騰するのを確認した。泡のように見えたものは水分で、一部は水蒸気となり、一部は液体のまま、こんにゃくから出ているようだ。

間違いなく水蒸気が出るのを確かめるため、500mlピーカーに玉こんにゃくを入れ、上から油を注いで高温で加熱した。すると、玉こんにゃくから泡が出るのが確認できた。加熱した玉こんにゃくからは水蒸気が出ている。

●焼く温度で鳴き方は変わるのかを検証

水蒸気の出方は、加熱する温度で変わる。水蒸気で玉こんにゃくが鳴くのだとすれば、焼く温度で鳴き方が変わるのかもしれない。そこで、ホットプレートで玉こんにゃくを焼く温度を変えながら、音の変化を確かめた。100℃、120℃、140℃、160℃、180℃、200℃で調べたところ、

結果は下の表のとおりだった。加熱する温度が高くなるほど、音は大きくなっていった。

温度	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃	200℃
音	×	△	○	◎	◎	◎
振動	○	○	○	○	○	○

次に、焼いた後に玉こんにゃく内の水分が、どのくらい減っているかを調べた。焼く温度を100～120℃、150～170℃、200～220℃、300～320℃とし、それぞれの温度で玉こんにゃくを6回ずつ焼いて得られたデータを集計した。結果は、下の表のとおりだ。

温度	100～120℃	150～170℃	200～220℃	300～320℃
平均水分減少量	0.2g	2.9g	3.6g	0.3g
平均鳴き時間	30秒	4分27秒	4分21秒	12秒
玉鳴き値	0.006g/s	0.011g/s	0.014g/s	0.025g/s

玉鳴き値というのは、1秒鳴く間に何gの水分が減っているかを示す値だ。加熱する温度が高くなるにつれ、玉こんにゃくの水分量の減り方が大きくなるのがわかる。しかし300℃以上の高温だと勢いよく水分が蒸発するため、短時間しか水蒸気が噴出しない。だから300℃以上は音は大きい、鳴く時間は短くなる。

これまでの結果を見ると、玉こんにゃくは水蒸気が出ることで振動して鳴いていると考えられる。ただ玉こんにゃくは、押ししたりフライパンを振ったりしないと鳴くことはない。鳴き方と押し方には関係があると考え、ふたつめの仮説を立てた。

仮説2: 玉こんにゃくの鳴き方は押す力で変わる

●押さえる力を変えると鳴き方が変わるかを検証

軽量タイプ「玉押し君2号」も使い、350g、450g、500g、550g、600g、650g、700g、2.3kg、2.5kg、3.0kgまで押す力を変えて、焼いた時の音の大きさと、鳴き続けた時間を測定した。結果は下の表のとおりだった。

力	350g	450g	500g	550g	600g	650g	700g	2.3kg	2.5kg	3kg
音	×	×	×	△	○	◎	◎	◎	◎	◎
時間	-	-	-	-	33秒	58秒	1分30秒	5分	8分	10分以上

最も長く鳴いた3.0kgの力で押したこんにゃくを顕微鏡で観察すると、皮の部分が明らかにぶ厚く硬くなって、表面のでこぼこがなくなっていた。この表面の変化と、長時間鳴いた、つまり長時間水蒸気を噴き出し続けたことに関係があるのではないかと思った。押されることで表面のでこぼこを作るすき間が小さくなり、そのすき間を抜けようとする水蒸気がこんにゃくを大きく振動させるのではないか。その考えが正しければ、すき間の形で音が変わるはずだ。

●すき間から水蒸気が出ると鳴くのではないか

三角と四角のこんにゃくを用意し、切り込みを入れてすき間を作ったもの、切り込みなしのものを、それぞれ揃えた。すべてを2.5kgの力で押しながら焼き、鳴き方を比較したところ、三角も四角も切り込みを入れたほうが高い音で鳴いた。また、すき間が多い形をしていたり、切り込みが

あったり、玉こんにゃくであったり、加熱面と接する面積が小さいほうが、高い音が出るのが確認できた。

仮説1と2の検証結果から不思議は解明された。

玉こんにゃくを加熱すると、含まれる水分が沸騰して水蒸気になる。強く押すことで、水蒸気が弾力を持った皮から勢いよく噴き出す。噴き出す水蒸気が加熱面とこんにゃくの表面のすき間、細かな溝を通る。その時、水蒸気はこんにゃくを細かく押し上げ、振動させる。

感想

玉こんにゃくの追究を通し、世の中には木管楽器のように細かい振動によって音を出すものがあることに気づかされた。調べて得た知識がその対象だけでなく、周辺へと広がっていくことが、研究の楽しさだと思った。これからもひとつの不思議を追究していきたい。

指導について

この研究は、玉こんにゃくを焼いたときに「キューツ」と音が出る事象に疑問をもった子どもたちがその秘密について追究したものです。玉こんにゃくを焼いたときに鳴る音を実際に聞いた子どもたちは、押しつけたり、フライパンの表面を滑らせたりしてどうしたら音が鳴るのか考えました。実験を繰り返す中で、玉こんにゃくと鉄板との間から泡が出ていることに気がきました。また、玉こんにゃくの中にある水泡でぶくぶくと沸騰しているようなようすとともに、玉こんにゃくがぶるぶると振動していることも発見しました。彼女たちは玉こんにゃくが鳴く秘密に一歩ずつ近づいていることに喜んでいました。

わたしは、子どもたちと研究を進める中で、子どもたちが家庭に帰ってからも研究について考えたり、他に鳴くものはないかと探したりする姿をたくさん知りました。普段の学校生活だけでは見られない発想力の豊かさと探究心の高まりに大変驚かされました。刈谷市立富士松南小学校 平澤 学

審査評

お母さんが晩御飯の準備をしている時に、キャー（キュー？）という不思議な音がするのを聞き、それが玉こんにゃくを炒めている音だと知ったことが、この研究の発端です。種々の仮説と検証を繰り返し、音が空気の振動だという事実に至るまで踏み込んで、玉こんにゃくが不思議な音で鳴く秘密を突き止めています。すなわち、玉こんにゃくが焼き付けられた時、内部から噴き出す水蒸気が玉こんにゃくの表面を振動させることによってあの不思議な音が発生するという結論を導いています。また、調査する際の実験に信頼性を持たせるため、実験器具（玉押し君）を作製したり、先生のスマホのアプリを利用して玉こんにゃくが鳴く音の周波数を測定したり、工夫の足跡が窺えました。身のまわりの不思議をテーマにし、科学的に考察を進め、「なるほど」と頷ける結論を導いている本作品は高く評価されるものです。 審査員 秋山 仁

テッポウユリの花被の気孔と蒸散

秋田県由利本荘市立鶴舞小学校 テッポウユリの不思議追究委員会
6年 坂本理紗 田澤美葵 吉田みなみ

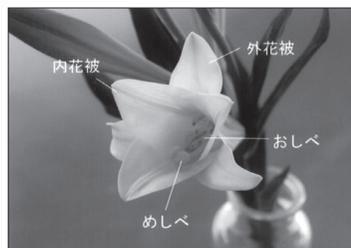
研究の背景

理科の授業で、植物の葉の裏には気孔というものがあり、そこから水分が蒸散している（根から吸い上げた水を水蒸気として放出する）と学んだ。気孔は葉だけにあると思っていたが、花びらや実に気孔がある植物もあるという。花の気孔に興味を持ち、先生の薦めでテッポウユリの花を顕微鏡で観察した。するとそこには、本当に気孔があった。

文献には「花びらはもともと葉だったものが変化したものなので、気孔が痕跡として残っているものもある」という記述があった。しかし観察したテッポウユリの気孔は、単なる痕跡ではないように見える。

花びらの気孔には、どんな特徴があるのか。明らかにするために、研究を始めた。

テッポウユリには花びらが6枚あり、花びらのことを花被という。外側3枚の花びらを外花被、内側3枚の花びらを内花被と呼ぶ。めしべは1本、おしべは6本ある。



研究の目的は、おもに次の点を明らかにすることだ。

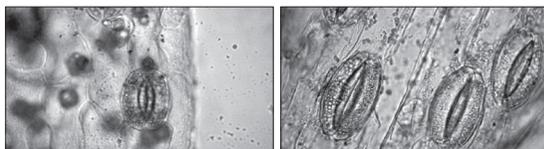
- 1: 花被にある気孔の特徴
- 2: 花被にある気孔は蒸散しているのか
- 3: 蒸散しているなら、葉の蒸散とはどう違うのか
- 4: 蒸散しているなら、なぜ花はしおれるのか

研究の内容

1: 花被にある気孔の特徴

まず、花被の気孔を顕微鏡で観察して葉の気孔と比べてみた。それぞれの特徴をまとめたのが、下の表だ。

	花被の気孔	葉の気孔
大きさ	0.07~0.08mm × 0.03~0.04mm 大きさにばらつきがある	0.10mm × 0.05mm ほぼ同じ大きさ
形	円形にちかい	だ円形
葉緑体	孔辺細胞のなかに大量にある	孔辺細胞のなかに大量にある
原形質流動	見られた	見られた



花被の気孔(左)と葉の気孔(右)

花被の気孔は葉の気孔より小さく、形は丸みを帯びていた。共通するのは、孔辺細胞(気孔を構成する唇形の1対の細胞、2つの細胞が唇のように形を変えて気孔が開閉する)に、緑色の葉緑体がたくさんあることだ。葉緑体がゆっくり動く様子(原形質流動)が観察でき、花被の気孔が単なる痕跡ではない可能性が広がった。

次に、花被と葉の気孔の数と分布を比較した。それぞれの1mm × 1mmの範囲に気孔が何個あるかを数えて、分布状況を確認した。

まず、外花被の表側にはほとんど気孔は見られず、あったのは中肋(ちゅうりく: 中央を縦に走る太い葉脈)の部分だけ。それも10個/mm以下と数は少ない。外花被の裏側は先端近くにたくさん気孔が見られ、特に中肋の先端周辺は80個/mmを超えるところもあった。花びらのふちの部分に全く気孔がないのが特徴だが、ふち以外は全体に気孔がある。

内花被の表側にも気孔があるのは中肋部分だけ。内花被の裏側は中肋と花被先端にあったが多くはなく、花被で最も気孔が多いのは外花被の裏側だった。

葉の場合、表側に気孔は皆無、対して裏側にはたくさんある。花被とは違い中肋部分のほうに分布が少なく、裏側中央部に50個/mm以上の気孔があった。

2: 花被にある気孔は蒸散しているのか

花被の気孔の特徴がわかったので、今度は本当に蒸散しているかを調べてみた。三角フラスコに水を入れ、葉を取りつぼみ1個だけにしたユリを差し、フラスコの口をラップで覆って水の蒸発を防ぐ。同じものを4つ準備し、それぞれ花が咲き、しおれるまで、毎日9時に水の量をデジタル測定器で測定した。葉からの蒸散はないので、フラスコの水が減っていれば、その量が花被の蒸散量であるとみなした。4つのうち、同じ傾向を示したものをデータとして採用して検証した結果、以下のことがわかった。

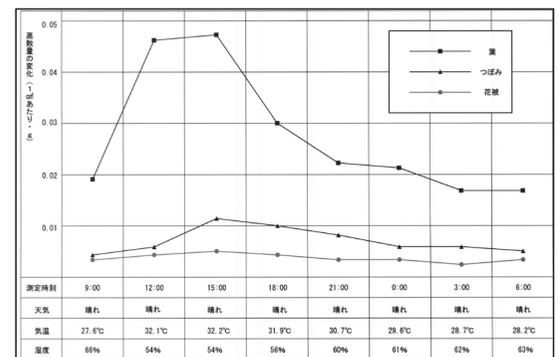
テッポウユリの花被は確かに蒸散していた。つぼみの段階は比較的蒸散量が多く、花が咲くと減少する。咲いている間の蒸散量はそのまま横ばいだが、花がしおれてくと急激に減少する。

さらに内花被だけを残した花と、外花被だけを残した花を用意して、それぞれ表か裏のどちらか一方にワセリンを塗る方法で、各部分の蒸散量を測定した。その結果、花被のうち最も蒸散量が多いのは外花被の裏側で64%、内花被裏側20%、内花被表側9%、外花被表側7%だった。気孔が多い外花被裏側だけでなく、ほかにも予想以上に蒸散していることがわかった。

3: 花被と葉の蒸散はどう違うのか

花被と葉の1日の蒸散量を比べる実験も行ったが、同一面積あたりの花被の蒸散量は葉の10分の1ほどだった。花被の蒸散量は、葉と比べると圧倒的に少ない。

ただ、花被の気孔は単なる痕跡ではなく、生きて働いている大切な組織であることは明らかだ。下のグラフは、花被とつぼみ、葉それぞれが24時間でどう蒸散量を変えるのか、3時間ごとに測定したものだ。花被とつぼみ、葉の総面積を求めて1cmあたりの蒸散量を計算し、グラフ化した。量に差はあるが、いずれも時刻で蒸散量を変えることがわかる。15時にピークがくる原因は、気温や湿度、明るさなどのほか、ユリの体内時計が働いているなど、さまざま考えられる。



花被・つぼみ・葉の24時間の蒸散量の変化

4: なぜ花はしおれるのか

花被も蒸散しているのに、数日(実験では3日間が多い)でしおれてしまうのが不思議だった。同じ実験で葉がしおれることは一度もなかった。

ここまでの実験で、花被の蒸散量が急激に落ちるのは、つぼみの状態から花が開きはじめる時と、咲いていた花がしおれていく時だ。花が開き始める時に減少するのは、光合成を盛んに行う必要がなくなり、葉緑体が消失するからだろうと考えられる。

もうひとつの急激な減少時期が、なぜしおれるのかに関わっている。葉や果実などが茎から落ちる時、茎との境界にある特別な細胞が働くのだが、この細胞を離層という。テッポウユリの花被と茎の境目でも離層が働いた時、水分が届けられずしおれるのではないかと。

それを実証するため、花が咲く直前の段階から1日目、2日目、3日目、4日目、5日目のユリをそれぞれ準備し、赤インクを溶いた水を24時間吸わせ、花被が赤くなる様子を観察した。離層が働き分断されれば、その日の花被

は赤くならないはずだ。

すると、1~3日目のユリは花被全体が赤くなった。4日目のものはほとんど赤くならない。5日目のものは茶色くなり、しおれていた。花被は3日目までは水分を吸い上げたが、4日目以後は吸い上げなかった。顕微鏡で離層の有無を確認すると、花被と茎の境がはっきり見えた。

テッポウユリは自らの力で、花被を茎から落としていた。花が開き、受粉が終わると花被はもう不要のもの。気孔を持って蒸散を行ってきたテッポウユリの花被も、しおれて朽ちるのだと考えられる。

感想

テッポウユリ以外の50種類の植物を顕微鏡で観察すると、ほかにも花びらに気孔がある植物があり、それは単子葉類に多いということもわかった。花びらの気孔を「単なる痕跡」とする文献もあったが、この研究でそれを覆すことができた。毎日、顕微鏡とにらめっこするうち、生きている物の確かな営みや不思議さに触れることができ、とても有意義だった。

指導について

植物の気孔については、小学6年生で勉強します。本校の子どもたちも理科の時間に顕微鏡で、気孔の様子を観察していました。その中で「気孔は葉の裏側に多くみられる」ということを学習します。ほとんどの人は、気孔は葉にあるものと認識しています。しかしよく調べてみると、植物によっては、花びらにも気孔があることがわかりました。文献を調べてみると「花びらに気孔の痕跡が残っている植物もある」と出ていましたが、私たちが最初に調べたテッポウユリの花被(花びら)の気孔は、単なる痕跡にはみえません。「この気孔は蒸散しているのか」。研究はそこからスタートしました。研究は、気孔の観察と蒸散の実験が中心となりましたが、とても根気がいるものでした。顕微鏡に集中しすぎて、気分が悪くなることもありました。しかし、子どもたちなりの結論を出すことができました。3人で楽しみながら研究できたことも大きかったと思います。

由利本荘市立鶴舞小学校 校長 佐藤和広

審査評

この研究では、気孔と蒸散について調べる目的で、これまであまり調べられていないテッポウユリの花を選んでみました。小学生でも扱える視覚的な手段によって、テッポウユリの花に気孔があり、その気孔が蒸散に役立っていることを明らかにするという目的は達成されていると見られます。ただ、考察は教科書的であり、うまくまとめすぎていることが気になります。生徒の個性が見られるような、実際の観察で気づいた発見や失敗なども書かれていれば、もっと生き生きとした報文になったのではないかと思います。顕微鏡写真はよく撮っていますが、このように観察するための工夫や、使用した機材について説明しておくことは必要であり、今後の研究に役立つことと思います。

審査員 邑田 仁

あさがおの観察と研究6

兵庫県姫路市立青山小学校 6年 青木柚花

観察の背景

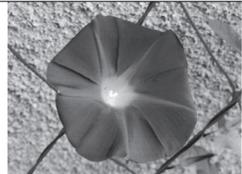
1年生の授業で栽培したのをきっかけに、6年間継続してあさがおの観察と研究を行った。

2016年までの観察から、あさがおの種を遅まきすると開花までの期間が短くなるとわかった。そこから、「寒いと種が熟さないため、寒くなる前にたくさんの花を咲かせ、急いで種を作ろうとする」と仮説を立てた。

2017年の観察では、8月の暑い盛りに花が咲いても、ほとんど実にならないことがわかった。そこから、「暑すぎるとうまく実が作れないため、暑くなる前にたくさんの花を咲かせて急いで実を作ろうとする」と仮説を立てた。真夏の暑さも、種を遅まきすると開花が早まる理由のひとつだろうと考えた。

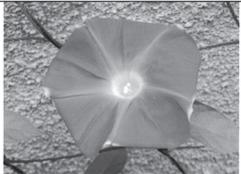
2018年の観察は、2017年までの観察をくわしく見直すことにした。暑さの盛りに咲く花が「受粉しないから結実しない」のか、「受粉しても結実しない」のかを確かめるため、観察期間中、日本あさがおの青花が2本咲いた日は、人工授粉する花と自然に放置する花を作り、その結実率に差が出るかを調べた。

2017年に行った「花の咲きやすさ」「実のできやすさ」と季節との関係を探る調査も続けた。2018年は毎日、開花した日本あさがおの青花2本（受粉観察の個体を兼ねる）、赤花1本を選び、その3本のあさがおが後に実をつけたのかを観察する。1か月を10日ごとに上・中・下旬(31日までである月は下旬が11日)と分けて、各期間にどのくらい花が咲き、後に熟した茶色い実(茶実)をつけたか、「開花率」と「結実率」を計算する。開花率は【青花と赤花の開花総数÷最大花数×100】、結実率は【茶実の総数÷開花総数×100】で求める。最大花数とは、観察したすべての



青花

- ・日本あさがお
- ・ダイワ大輪ざぎ
- ・青むらさき色



赤花

- ・日本あさがお
- ・ダイワ大輪ざぎ
- ・赤むらさき色

観察したあさがおについて

日に青花2本・赤花1本が咲いたと仮定した数。留守で観察できない日などは除くが、基本的には各旬10日間なので30(31日までの下旬は33)となる。

2017年の開花率と結実率は下の表のとおりだった。

	2017年(種まき5/21)				
	最大花数	開花数	開花率	結実数	結実率
7月上旬	20	7	35%	4	57%
7月中旬	20	17	85%	9	53%
7月下旬	22	11	50%	2	18%
8月上旬	20	16	80%	2	13%
8月中旬	18	17	94%	1	6%
8月下旬	22	21	95%	2	10%
9月上旬	20	17	85%	2	12%
9月中旬	20	19	95%	11	58%
9月下旬	20	19	95%	1	5%
10月上旬	18	13	72%	1	8%
10月中旬	14	5	36%	0	0%
10月下旬	22	0	0%	0	0%

※2017年は毎日、青花1+赤花1=2本を観察したため最大花数は最多22

2018年の観察

2018年は6月4日に種をまき、6月9日に発芽、7月18日に最初の青花が開花、8月2日に最初の赤花が開花、8月22日には青花最初の茶実が見られた。

8月31日までの開花率と結実率は表のとおり。

	2018年(種まき6/4)				
	最大花数	開花数	開花率	結実数	結実率
7月上旬	30	0	0%	0	0%
7月中旬	30	1	3%	0	0%
7月下旬	33	17	52%	7	41%
8月上旬	30	19	63%	3	16%
8月中旬	30	26	87%	2	8%
8月下旬	33	30	91%	(6)	(20%)

2018年は種まきが遅かったこと、例年より暑さが厳しかったことで成長が遅く、花や実の数も少なかった。8月下旬は、8月31日時点でまだ熟していない段階の結実率は20%だったが、このまま茶実にならず終わるものもある。最終的に2017年と同程度まで下がる可能性が高い。

2017年までの観察結果も踏まえると、結実するのにちょうどいい開花のベストシーズンは7月上・中・下旬(結実率40~50%以上)で、約30~40日で種は熟した。9月中旬の結実率も高いが、種が熟すまでに60~80日かかるため、寒さで枯れてしまうまでに間に合うかどうか際どい。最も暑い8月中旬の結実率は10%以下、寒さだけ

でなく、暑さも結実率に悪影響を与えるといえる。人工授粉の有無で結実率に差があるかの調査では、どちらの青花も同じ結実率23%だった。夏の盛りの花は、「受粉するが結実しない」可能性が高いとわかった。

種を遅まきすると開花が早まる理由は、「真夏の暑さ」の前に開花と結実をすませ、「秋の寒さ」の前に種を熟すために開花を急ぐから、と結論づけたい。

研究の背景

あさがおの観察を続けるうち、同じ品種に青花と赤花があり、さらにつぼみ・花・咲き殻(しぼんだ花)でもそれぞれ色が違うことに興味を持った。青花のつぼみは赤紫色、花は青紫色、咲き殻は赤紫色だ。赤花のつぼみは赤ピンク色、花は赤紫色、咲き殻は赤ピンク色をしている。

2015~17年の研究では、つぼみと花、咲き殻の色水をそれぞれ作り、色水の色を比較した。色水のpHを調べた結果、つぼみのpHは5.4~6.6、花は6.6~7.6、咲き殻は5.4~6.6だとわかった。そこから、つぼみ(弱酸性~中性)→花(中性~弱アルカリ性)→咲き殻(弱酸性~中性)とpHが変わることでアントシアニン(あさがおの色素)の色が変化し、つぼみ・花・咲き殻の各色が違って見えるという仮説を立てた。アントシアニンはpHによって赤(酸性)→紫(中性)→青(アルカリ性)と色が変化する。

2018年の研究は仮説に基づき、つぼみから花になる時に、pHをアルカリ性へ寄せる原因物質があると考えた。そのアルカリ性の何か(物体X)を見つげるための研究をした。

2018年の研究

●吸わせる水のpHを変えて物体Xを検証する

赤花のつぼみ4つを、茎1cmを残して切り取り、2つは水道水(中性・pH7)、残りはクエン酸水(酸性・pH5)とセスキ水(アルカリ性・pH9)を入れたカップに差した。カップは屋内に置き、夜は照明の光を当てないようにし、咲かせる花の色を観察した。

結果:色の変わり方はどれも屋外の花と同じで、吸わせる水のpHで花色は変わらなかった。

●つぼみを切り取る位置を変えて物体Xを検証する

小さい青花のつぼみを4つ選び、1つは切らずに鉢のままにした。1つはがくのすぐ下、残りの2つは花びらの途中で切り取って、切ったつぼみはすべて水道水を入れたカップに差し、条件を揃えるためにカップを屋外に置いて、色の変化を観察した。

結果:花が咲き、咲き殻になるまで、4本の花色の変化はすべて同じだった。

このことから、花をアルカリ性に寄せる物体Xはもともと花びら全体に存在し、その量も変わらないと推測できた。あさがおの目的は「たくさん水を取り込んでつぼみを大きく伸ばし、開花、受粉すること」であり、水分を取り込むための手段が、「つぼみの先端の色付き部分に物体X



を集めること」であるとも考えられる。開花すると色が変わるのはオマケとしての結果だろう。咲き殻になると、物体Xは色付きの部分から出て再び花びら全体に散らばるのではないかと。

あさがおは身近だが、わからないことがまだまだある。物体Xの正体や働きについて、今後も調べたい。

指導について

1年生の授業での栽培をきっかけに、あさがおの観察と実験を継続して行っています。6年目の今年は、「タネを遅まきすると開花が早くなる理由」と「開花時に花色が青っぽく変化する理由と、その原因物質(物体X)」について調べました。あさがおは身近な花ですが、毎回新たな発見と驚きがあります。「あさがおの都合」に合わせるの、なかなか骨が折れました。特に今年は、酷暑と3度もの台風に見舞われ、葉が枯れて花付きも悪く、ヒヤヒヤし通しました。十分なサンプル数を確保し、再現性ある研究ができる環境を作ることは、今後の課題の一つです。「科学は日常生活と密接に関わっている」ことを感じてほしいとの考えから、小学生の間は「キッチンが理科室」を合言葉にして、100円ショップやホームセンターで入手できる品を工夫して使うようにしました。中学生では、蓄積した知見やスキルを進展させ、より専門的な研究にチャレンジしてほしいと思います。 青木清美

審査評

青木さんが小学1年から続けてきたアサガオの研究も6年目になりました。今回はテーマを①開花のベストシーズンはいつかと、②開花時に花の色が青っぽく変化する理由、の2つにしぼって観察と研究を進めました。2018年はアサガオが猛暑の影響で思ったように育たない事もありましたが、①については「結実するには7月上旬~下旬の開花がベストシーズン」であること、また②については「花びらの中にあるアルカリ性の物体Xが花色を青っぽく変化させている」ことが分かりました。観察と研究を進めるに当たっては、それぞれ2つの仮説を立てて、それを検証するという方法を使ったことにより、しっかりした目標ができて着実に進めることができました。

青木さん自身の感想にもありますが、生き物相手の研究では条件を揃えて観察や実験をするのは容易ではありません。アサガオのような身近な植物でもまだ分かっていないことはたくさんありますが、「継続は力なり」を信じて、中学生になっても研究を続けてください。 審査員 友国雅章

佳作(小学校の部)

セミの鳴き声の周波数解析

茨城県つくば市立吾妻小学校

5年 上口陽彰

【研究の動機】

音は空気を伝わる波であり、波は三角関数の足し合わせで表せると聞いた。僕は数学が好きで三角関数を勉強していたので、身近な音の例としてセミの鳴き声を数学的に調べることにした。パソコンを使ってアブラゼミのスペクトル解析を行い、気温や湿度で周波数に変化があるか調べてみた。研究を始める前の予想では音を発生させる薄い羽根や膜は、湿っているほうが振動しにくくなるはずなので、湿度が高いと周波数は低くなるだろうと考えた。

【結論と感想】

少ないデータに基づいた結果のため確定的なことはいえないが、時間帯、気温、湿度、日照時間の中で、セミの鳴き声の周波数に一番影響しそうなのは湿度だということが分かった。研究を始める前の予想では音を発生させる薄い羽根や膜は、湿っているほうが振動しにくくなるはずなので、湿度が高いと周波数は低くなり、特に高周波ほどその影響を受けやすいだろうと考えていた。今回得られた結果では13,000 Hz付近の「高」周波数が、湿度が高くなるほど低くなる結果を得られたため、当初の予想通りの結果となった。ただし、使ったデータの数が少ないため、さらに事例数を増やして調査する必要があるだろう。

オウトウショウジョウバエの研究

茨城県つくば市立吾妻小学校

6年 樋野 葵 樋野 遥

【研究の動機】

購入したブルーベリーからウジを発見し、調べたらそれが検疫上注目されているオウトウショウジョウバエだということが分かった。つくば市に確認したところ、ブルーベリーにつくオウトウショウジョウバエが記録されたのは市内で初めてだったことから、被害分布に興味を持ち、研究を展開した。

【結論と感想】

近隣の小売店で購入した15の全生産者のブルーベリーのうち、13の生産者(87%)のものからウジが確認された。被害はつくば市にとどまらず、手に入った近隣4市町すべてで確認された。店頭に並んでいるものからウジやハエが確認できるものもあった。文献調査ではオウトウショウジョウバエの特徴、防除法やウジの防除法などを知ることができた。今年のブルーベリーシーズン中はずっとウジ入りのものが店頭で販売

されていたことから、消費者ができる対策として「ブルーベリーの食べ方」を4タイプ提案した。

シロツメクサのすみかは公園？

埼玉県伊奈町立小針小学校 チーム白詰

6年 赤沼咲音・安味柚月・奥間環樹・折笠綾音・木下遥斗・齋藤美希・佐藤浩輝・澤野睦希・須賀実枝

【研究の動機】

春休み、シロツメクサを探す妹の付き添いで公園に行った。行く途中の道路沿いにある空き地や歩道の脇にはシロツメクサは生えていない。公園に着くと、妹と一緒に驚いた。あたり一面がシロツメクサでいっぱいだったからだ。しかもよく見ると、シロツメクサの生える場所には他の雑草が生えていない。公園なら毎日いろんな人に踏まれるだろうし、草刈りもある。厳しい環境の中で、どうしてシロツメクサはこんなに生えるのだろう。そして、どうして近くに他の雑草が生えないのだろう。きっと何か秘密があるはずだと思い研究を始めた。

【結論と感想】

シロツメクサが公園で繁茂できるのは、厳しい環境にも耐えられるのだろう、また他の雑草に何か影響を与えているのだろう、という仮説を立てて、それらを実証していく実験を行った。その結果、シロツメクサは耐寒性に優れ、排他的な他感作用があることが分かった。そして、この特性を生かして、公園で繁茂しているのだろうという結論に至った。研究を通してシロツメクサはさまざまな工夫を凝らして逆境を逆手にとってたくましく生きていることに気がつき、身近な雑草のおもしろさを知ることができた。

地球にやさしいオリジナルバッテリーを作ってみよう ～あおさ電池～

埼玉県春日部市立粕壁小学校

5年 渡邊結仁

【研究の動機】

科学館の売店で「塩水で動くバイク」を見つけ、買ってもらった。家で組み立てたら動かず、接しよく部分やしお水のしおの量をかえてみたら動いて、工夫しないでスピードや時間が変わるのでおもしろいと思った。いろいろ試すうちに、このしくみで身の回りのもので有害なものを出さず電池が作れないかと思い研究を始めた。

【結論と感想】

マグネシウム電池をいろいろ試していくうちに、身の回りのもので試したら豆電球がついたり、プロペラを回したりすることに成功した。人の汗でも電気が作れ、人によって電圧がちがうことにびっくりした。ほくの作るあおさ電池は電流が弱いので、どうにかためられないか、コンデンサを使うことにした。車は少し走らなくなった。大きいものを動かすにはさらなる工夫が必要だ。地球の資源をむだにしないで作れるものを考えたい。

松ぼっくりのひみつパートⅡ

大王松の松かさのとじかた

千葉県千葉市立園生小学校

3年 高橋柚菜

【研究の動機】

2年生の時に、松ぼっくりが閉じたり開いたりする秘密について調べた。そして、松笠の内側に秘密があるらしいことがだいたいわかった。でも、普通の松ぼっくりでは、松笠が小さかったので、松笠を半分に切って実けんした時に、松笠の芯以外の所に水がついた。また、松笠の内側に水をつけると、松笠が曲がる様子があまりよく分からなかった。だから今年は、大きな大王松の松ぼっくりを使って、松笠の閉じ方の秘密を調べてみることにした。

【結論と感想】

大王松の松ぼっくりの松笠が閉じるわけは、松笠が水にぬれると、松笠の根元、松笠の内側の表面、そして、松笠の中の筋などが一緒になり曲がり、松笠を閉じることが分かった。いろいろな場所の力が一緒になるから、あんなにかたい松笠でも曲げることができることがよく分かった。松ぼっくりの松笠が閉じるのは、松笠の間にあるたねを守るためだと思った。そして松ぼっくりは、天気の良い日に松笠を開いて、たねを遠くに飛ばすのだと分かった。

謎の物体の正体を追え!! PART2

～イシクラゲを育ててみよう～

山梨県山梨大学教育学部附属小学校

5年 内田翔大

【研究の動機】

1年生の時に初めて見てからずっと気になっていたイシクラゲ。僕のおばあちゃんが気持ち悪がついたり、増えて困っている人がたくさんいたりすることを知り、去年は駆除方法について研究した。しかし、調べていくうちに、食用にされていたり宇宙への搭載実験をされていたりすることから、嫌われもののイシクラゲに良いところがある

と分かった。また、昨年の研究でイシクラゲの不思議なところ、生命力のすごさに興味を持ったので、今年度はPART2としてイシクラゲの成長について調べることにした。

【結論と感想】

①成長条件を調べる②どの位のスピードで成長するかを知りたい③成長を見たい、という3つの目的のために3種類の実験をした。そこから分かったことは「成長はとても遅い」「栄養のない土壌でも育つ」「日当たりの良い悪いは関係ないが光が全くないと形が崩れる」「成長には水と光が必要不可欠」「湿っている時間が長いほど成長する」「小さいつぶ(赤ちゃん)を作って成長する」ということだ。今年の研究は長期間だったため、毎日の水やりなど大変なことが多かったが、3つの目的を達成できて良かった。特に赤ちゃんの発見には驚いたし、成長が気になるので今後も観察を続けようと思う。これからもイシクラゲの謎を解明していきたい。

機能性ヨーグルトを探る

京都府京都市立北白川小学校

6年 縣 俊佑

【研究の動機】

最近、乳製品売り場には「○○に効く!」と表示された機能性ヨーグルトがたくさん並んでいる。腸内環境を整え便通が良くなるだけではなく、インフルエンザなどの感染症予防、内臓脂肪やプリン体を減らす、花粉症やアレルギーを防ぐなどいろいろな機能があるようだ。毎日継続して食べることが良いと思うが、機能性ヨーグルトは高価な上、たくさんありすぎていったいどれを選べばいいのかよく分からない。そこで今話題の機能性ヨーグルトの種類や特徴を調べ、どういう目的でどれを選べばいいのか、また安価に自分で作ることはできないか、ということ調べてみたいと思った。

【結論と感想】

機能性ヨーグルトには、特定保健用食品・機能性表示食品・一般食品の3種類あること、一番売れているのは一般食品であること、選ばれる理由は機能性表示の種類ではなく広告や宣伝からのイメージが大きいことが分かった。また、代表的な11種類の機能性ヨーグルトを種菌として自家製ヨーグルトを作ることはできたが、機能の根拠である有効成分まで同じようにできているかは分からなかった。結果として、種菌の植え継ぎは2～3回にとどめ、「機能を引き継いでいると期待する自家製ヨーグルト」を楽しむつもりで作製し継続して食べていくことが重要であることが分かった。

学校奨励賞・指導奨励賞

学校奨励賞（中学校の部）

新潟県上越市立直江津中学校
校長 竹内 学



このたびは、学校奨励賞という素晴らしい賞をいただくことができ、学校を挙げて大変喜んでおります。心から感謝とお礼を申し上げます。

学校がある直江津地区は湊町「直江の津」として栄え、水族博物館をはじめとした公共施設も多い恵まれた教育環境にあります。本校の教育活動においては「いざ、世のために」というスクールポリシーのもと生徒が進んで地域に貢献しようとする活動に取り組んでいます。今回受賞した研究も、2009年の「ときめき新潟国体」において校区の海岸で行われたビーチバレーボール大会のための海岸清掃活動に参加した部員が、「ハマゴウの奇形の葉」を持ち帰って観察したことに端を発しています。以来9年間にわたり、観察の視点を変えながら粘り強く観察を続けてまいりました。研究に関わった生徒は20数名にのほります。今後も新たな課題に向かって継続して本研究を発展させてほしいと思っています。本当にありがとうございました。

学校奨励賞（小学校の部）

埼玉県伊奈町立小針小学校
校長 中島晴美



このたびは、学校奨励賞、2等賞、佳作と大変栄えある賞をいただき、心より感謝申し上げます。本校は伝統校として、今年度で開校以来145年目を迎える学校です。「明るい笑顔 輝く瞳 光る汗」を合言葉に、教職員が一丸となって、子供たち一人一人を大切にした教育に励んでおります。受賞した二つの作品は、理科担当の教諭が中心になり、子供たちの発想や思考を大切にして研究を進めてまいりました。どちらもグループで取り組んだ研究で、子供たちは難しい問題に直面するたびに議論を重ね、またお互いの長所や短所を補いながら長期にわたり努力を続けました。自分たちが納得するまで取り組んだ結果を、このように評価していただいたことは、子供たちにとって何よりの励みになることと思います。今回の受賞を機に、より多くの児童が自然科学に関心を持ち、意欲的に取り組むことを期待するとともに、児童のさらなる飛躍を目指して、教育活動を進めていく所存です。

指導奨励賞（中学校の部）

石川県金沢大学理工学域
機械工学類 4年

矢嶋華子



このたびは、栄えある指導奨励賞をいただくことになり、大変恐縮するとともに、誠にありがたく、心から感謝申し上げます。

本研究は、紙とんぼをテーマにした継続研究です。昨年に作成したという大量の紙とんぼの羽根を見て、非常に驚いたことを覚えています。そして、この研究に対する心寧さんの熱意が伝わり、期待に添えるよう精一杯指導しようと思いました。研究を行うにあたり、紙とんぼの羽根の質量や形状の微調整、飛行試験設備の確保など、さまざまな困難や苦労を重ねました。心寧さんの真剣に取り組む姿、納得いくまで追究する様子はさながら一人の研究者でした。私自身も、研究者としての心がけを思い出させていただきました。この受賞は、心寧さんの頑張りはもちろんのこと、ご家族や子ども科学財団の皆様、また、キゴ山ふれあい研修センターの皆様のサポートがあってこそだと思います。本当にありがとうございました。

指導奨励賞（中学校の部）

愛知県刈谷市立刈谷東中学校

名倉秀樹



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。私が顧問を務める科学部では、生徒たちが身近なところからさまざまな疑問をもち寄り、研究を計画しています。今回の研究でも、彼女らが学校生活の中で、「ペンにインクが残っているのに書けなくなる」という現象から疑問を感じ、さまざまな視点をもって楽しみながら研究した結果を評価していただけたと思います。

本校では、仲間と共に関わり合いながら、目の前の事象について根拠をもとに仕組みを理解していくことで、理科を学ぶ有用性を感じさせるような授業を行っています。そして「科学を好きな生徒」を育てることを教科の目標とし、理科教員全員で取り組んでいます。生徒たちもつ身近な事物・現象への興味・関心をこれまで以上に大切にし、それらを科学的に探究していく力を身につけさせる指導を日々の授業から心がけていきたいと思っています。

指導奨励賞（小学校の部）

秋田県由利本荘市立鶴舞小学校
校長 佐藤和広



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。

奇しくも今年度は、私の教職生活最後の年でした。3月に退職を迎える私にとって、この賞はとても大きな贈り物となりました。ありがとうございました。

研究にあたっては、いろいろなお手紙からたくさんの支援をいただくことができました。その一つ一つが、研究の内容に輝きを与えてくださいました。特に「公益財団法人 齋藤憲三・山崎貞一顕彰会」からは、多大な研究助成金をいただきました。その助成金で私たちは「デジタル顕微鏡」を購入し、このテッポウユリの研究の中でフルに活用しました。その結果としての「オリンパス特別賞」には、本当にうれしいものがあります。子供たちの研究を支える人々や組織のつながりというものも実感することができました。

退職後も理科研究とは関わっていききたいと思っています。本当にありがとうございました。

指導奨励賞（小学校の部）

山梨県
山梨大学教育学部附属小学校
山崎 壮



「不思議だな……」「なぜだろう……」
「やってみたいな……」

日常生活の中で生まれるこうした問題意識や期待感が、理科学習の出発点であるといわれます。佳作を受賞した内田翔大さんの研究は、まさにこのような素朴な思いから始まりました。4年生の時に出会ったイシクラゲ。初めて見るその不思議な姿や生態に多くの疑問をもちました。その一つ一つについて、予想・実験・考察を繰り返しながら2年間という長い時間をかけて粘り強く研究を進めている姿が大変、素晴らしかったです。日々の授業や行事にも同じように真摯に向き合い、一生懸命に取り組む翔大さんは、誰からも一目置かれる存在です。このような素晴らしい研究に指導者として少しでも関わることができたこと、さらには指導奨励賞という栄えある賞をいただけたこと、心から幸せに思います。この受賞を糧とし、これからも子供たちと共に理科学習に取り組んでいきたいと思っています。本当にありがとうございました。

指導奨励賞（中学校の部）

愛知県刈谷市立富士松中学校
永野英樹



本校の科学部の部員たちは、科学的な事象に対して強い探究心をもっています。佳作を受賞した「とんとん相撲の研究」では、とんとん相撲の勝敗がどのような要因で決まるのかを追究したものです。本研究を進めるためには膨大なデータ量が必要なため、毎日何十回も土俵をたたき続けました。1週間で土俵の箱の表面がぼろぼろになりました。大変な作業にも関わらず、杉山輝恵さんを始めとする研究班は、弱音を吐くことなく実験を続けました。何回も何回もめげずに試行を繰り返し、得られたデータを科学的に分析していく姿に感動させられました。今回得られた、とんとん相撲の必勝法の一つ一つは、子供たちの努力の結晶といえます。

今回の受賞を励みに、子供たちの探求心を伸ばし、研究の手助けをしていけるよう、これからも精進していきたいと思っています。

指導奨励賞（中学校の部）

愛知県西尾市立平坂中学校
三浦真一



このたびは、栄えある賞をいただき、ありがとうございました。

私は、科学部の活動を通して、生徒たちに不思議を追究するおもしろさを実感してほしいと願っています。とはいえ、研究はいつも思うように進むわけではなく、むしろ失敗や修正の連続であり、万策尽きて進む方向を見失うこともあります。今回応募した「塩湖の模様がでるしくみの研究Ⅱ」についても、思うような実験結果が得られないことが続きました。先の見えない研究活動の中で、この自然科学観察コンクールへの応募は、生徒たちの一つの目標であり続けました。しくみの一端をつかんだという段階での応募となりましたが、今回の作品の受賞で、生徒たちは自分たちの研究の価値を再認識し、完全解明に向けて改めて意欲を燃やしています。

長きにわたり、子供たちの自由研究活動を支援していただいていることに、この場を借りて心より感謝申し上げます。

指導奨励賞（小学校の部）

愛知県
刈谷市立住吉小学校



小川まゆみ 一色絢賀 早川明希

このたびは、指導奨励賞という素晴らしい賞をいただき、心より感謝申し上げます。

今回の研究は、梅雨時の登校途中、丸くて小さな雨粒がクモの網にびっしりついていた発見からスタートしました。クモの網は雨粒で美しい姿となり、子供たちの心に大きな感動が芽生えました。そして、なぜこんなに美しいのだろうという疑問が、さまざまな実験や観察につながりました。この子供たちの熱意を支えるため、延べ100人以上の児童がクモを捕まえて学校に持ってきてくれたり、クモの網に関するアンケートに答えてくれたりという協力のもと、子供たちは徹底的に研究ができました。そして、尊いクモの命からたくさんのお話を教えてもらいました。この研究を長期間続けてこられたのは、校長先生、全校児童、保護者の方々、先生方の励ましのおかげです。心から感謝申し上げます。この受賞が、研究した子供たちだけでなく、全校児童の未来への礎になっていきます。今回の受賞を励みに、今後も科学が好きな子供を育てよう、努力して参ります。

指導奨励賞（小学校の部）

愛知県刈谷市立富士松南小学校
平澤 学



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。

私が本校に赴任してから、夏休みには6年生の児童と一緒に理科研究を行っています。今年は、玉こんにゃくが「キューツ」と鳴くことに疑問を抱き研究を始めました。「なぜ鳴くのだろうか」と真剣に悩み、強さを変えて押ししたり、つぶしたりしていた時、玉こんにゃくが振動していることと、玉こんにゃくと鉄板が接地している場所から泡が出ていることに気がきました。見過ごしてしまいそうな場面ですが、この発見が今回の研究にとって核となるものになりました。

このように、日常のなにげない現象に目をつけたり、さらに詳しく観察・実験をしていこうとしたりする子供たちの姿が見られた時、ともに研究をしたことに喜びを感じました。今回の受賞を励みに、子供たちの探究心を伸ばし、研究の手助けをしていけるよう、これからも研鑽していきたいと思っています。ありがとうございました。

[中学校の部]

「私の種図鑑4 ～身の回りの植物の種を調べよう～」

福島県二本松市立二本松第一中学校 1年 渡邊和泉

「セイトカアワダチソウのアレロパシー効果について」

千葉県千葉県立東葛飾中学校 TKJHS Science Club -1st

3年 有井考己・金子智美・川瀬彩実・木下光稀・中津川 柊・森高 楓

「そんなバナナ!? ～産地と食べ方で変わるバナナの栄養～」

千葉県千葉市立緑が丘中学校 1年 宮坂直太郎

「硬式テニスの物理パラメーターからみたスピンサービス」

東京都千代田区立九段中等教育学校 2年 石橋賢太

「嘘と毒薬」

神奈川県川崎市立東高津中学校 3年 高橋淳音

「オセロ AI ～先読みの力に挑む～」

福井県福井県立高志中学校 1年 森本新太郎

「大和川の調査パート8」

大阪府大阪市立新北島中学校 科学技術部

1年 入山 空・榎園空大・酒井陸希・高杉翔和・田中海翔・直江隼斗・長濱優平・福元夏月・松村優汰・

三谷優斗・米田裕斗

2年 清川楓真・篠田海翔・宗和陽向・谷口天馬・玉本誠人・田村一路・西谷翔希・野中虎太郎・外園里樹・前田慎平

3年 倉橋 渚・高田拓海・西崎優希・藤田 蓮・宮原光来

「二酸化炭素による在室判定に関する研究」

岡山県岡山大学教育学部附属中学校 1年 菊池守佑子

[小学校の部]

該当作品なし



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