

# Science Stars Journal

和名: SciStarsジャーナル SCISJ

To Inspire Young Minds Through Science

First Issue: The Future Entrusted to Children: What is Required in Science Education for Children

創刊号: 子供の力に託す未来 — 子供の理科教育に求められるもの



Initiative for Inspiring Young Minds Through Science

## Aim and scope of this journal

The “Initiative for Inspiring Young Minds Through Science” operates the Science Stars Journal (SCISJ). It provides an open-access platform for publishing the research results of elementary, middle, and high school students, as well as individuals involved in their education. The journal offers Japanese and English translations at no cost to the authors for readers in Japan and overseas.

## Features of this journal

There are no other examples of Japanese children conducting scientific research and disseminating information on a global scale. Key features include: (1) bilingual Japanese-English publication to reach both domestic and international audiences, (2) no publication costs imposed on authors, (3) full open access, and (4) collaboration with the sister YouTube channel, “Science Stars Japan (SciStars-J, <https://www.youtube.com/@ScienceStars/videos>),” for online information dissemination. We will disseminate information about the journal’s objectives to relevant stakeholders to expand the pool of contributors and readers and increase the number of annual issues.

## 本誌の趣旨

Science Stars Journal (SCISJ, 和名: SciStars ジャーナル) は、「理科好きな子供を育む会」により運営される。小中高校生およびその教育開発関係者による研究成果に対し、日英併記により国内外に向け、著者に出版費の負担を掛けないオープンアクセス発表の場を提供する。

## 本誌の特長

日本から世界に向けた子供による理科研究およびそれを支援する情報発信活動は他に例を見ない。(1) 日英併記により国内外に向け、(2) 著者に出版費の負担を掛けず、(3) 完全オープンアクセスとし、(4) 姉妹オンライン情報発信 YouTube チャンネル “Science Stars Japan (SciStars-J, <https://www.youtube.com/@ScienceStars/videos>)” との併走を特長とする。関係者に本誌の趣旨情報を拡散し、投稿者と読者層の拡大を図る。これにより年間発行回数の増大を目指す。

## Cover image:

The upper two panels show the same subject, geranium. The lower two panels show the same subject, pansy. The upper and lower panels on the left are visible images. The upper and lower panels on the right are UV images. The UV images resemble the flower patterns of pansies, but the upper right panel shows geranium. The flower patterns and UV absorption patterns are called nectar guides, which indicate the location of nectar to insects. For more details, refer to “Inspiring young scientists to lead globally: Building online platforms for children’s science presentation” (p. 3) and the YouTube channel “Science Stars Japan” No. 14 (<https://www.youtube.com/watch?v=FuAenSTyK9Q&t=1s>). Photography: Mamoru Isemura

## 表紙画像

上段の2パネルはゲラニウムの同一被写体。下段の2パネルはパンジーの同一被写体。左側の上下2パネルは可視画像。左側の上下2パネルはUV画像。UV画像はパンジーの花柄に似ているが、上段右はゲラニウム。花柄やUV吸収模様は蜜標(ネクターガイド)と呼ばれ、虫などに蜜のありかを教える。詳細は、「世界に羽ばたく理科好きな子どもを育む: オンライン研究発表の場の創出」(p. 3) および YouTube チャンネル “Science Stars Japan” No. 14 ([https://www.youtube.com/watch?v=jaaqC\\_KzPXA](https://www.youtube.com/watch?v=jaaqC_KzPXA)) 参照。撮影: 伊勢村 護

# Contents

## Editorials

Science Stars Journal (SCISJ): On the launch of the journal Mamoru Isemura .....	1
---	---

Inspiring young scientists to lead globally: Building online platforms for children's science presentations Hirokazu Kobayashi .....	3
---	---

## Lecture Papers

Proposals based on the experience of teaching nature exploration Hironori Kobayashi .....	9
--	---

Developing the ability to think for oneself from a psychological perspective Sachiko Kobayashi .....	17
---	----

The world as seen by insects and birds, as revealed by ultraviolet cameras Shigeru Asama .....	22
---	----

Children's abilities as seen through the experience of guiding children's experiments Shuichi Masuda, Yuko Shimamura .....	28
---	----

Submission Guidelines .....	34
-----------------------------	----

# 目次

## エディトリアル

Science Stars Journal (和名: ScieStars ジャーナル): 創刊にあたり

伊勢村 護 ..... 1

世界に羽ばたく理科好きな子どもを育む: オンライン研究発表の場の創出

小林裕和 ..... 3

## 講演報文

自然探究の授業実践経験からの提言

小林博典 ..... 9

心理学からみた自分で考える力の育成

小林佐知子 ..... 17

紫外線カメラが開かず虫や鳥が見ている世界

浅間 茂 ..... 22

子供の実験指導経験から見た子供の能力

増田修一, 島村裕子 ..... 28

投稿規程・要領 ..... 34

# Science Stars Journal (和名: SciStars ジャーナル): 創刊にあたり

## Science Stars Journal (SCISJ): On the launch of the journal

伊勢村 護

Science Stars Journal・編集委員長

静岡県立大学・名誉教授 / 客員教授

e-mail: isemura@u-shizuoka-ken.ac.jp

Mamoru Isemura

Editor-in-Chief, Science Stars Journal

Professor Emeritus/Visiting Professor

University of Shizuoka

2025年3月22日、静岡県立大学において「理科好きな子供を育むフォーラム」を開催した。その一環として、シンポジウム「子供の力に託す未来 — 子供の理科教育に求められるもの」において、子供による理科学研究を推進するジャーナルの発刊意義について議論した。Science Stars Journal (和名: SciStars ジャーナル) の創刊号として、ここに本シンポジウムを紹介すると共に、本シンポジウムの講演報文を収録する。併せて、本活動およびフォーラムにご協力下さった方々、また会場およびハイブリッド配信においてご参加下さった方々に対し、深甚なる謝意を表します。

On March 22, 2025, the University of Shizuoka hosted the “Forum for Inspiring Young Minds Through Science.” As part of this event, a symposium titled “The Future Entrusted to Children: What is Required in Science Education for Children” was held, where the significance of publishing a journal to promote children’s science research was discussed. As the inaugural issue of Science Stars Journal (SCISJ), this symposium is introduced here, along with the proceedings of the symposium. I would like to express my deepest gratitude to all those who contributed to this activity and the forum, as well as to those who participated in person and via hybrid streaming.

理科好きな子供を育むフォーラム: パート 1

「おもしろ理科実験ビデオ教室」

司会: 実行委員会・委員長・伊勢村 護 (静岡県立大学・名誉教授 / 客員教授)

理科好きな子供を育むフォーラム: パート 2

シンポジウム「子供の力に託す未来 — 子供の理科教育に求められるもの」

挨拶:

フォーラム実行委員会・名誉顧問・木苗直秀  
(静岡県立大学・名誉教授 / 前 静岡県教育長)

講演:

伊勢村 護 (静岡県立大学・名誉教授 / 客員教授)

ダンゴムシに関するネット情報から見た子供からの情報発信のあり方 (シンポジウムの趣旨説明)



小林博典（宮崎大学・教育学部・教授）  
自然探究の授業実践経験からの提言



増田修一（静岡県立大学・教授／ディスカバリーパーク焼津・指導講師）  
子供の実験指導経験から見た子供の能力



小林佐知子（静岡県立大学・短期大学部・教授／副部長）  
心理学からみた自分で考える力の育成



総合討論：  
コーディネーター：伊勢村 護（静岡県立大学・名誉教授／客員教授）

閉会の辞：  
実行委員会・副委員長・小林裕和（静岡県立大学・名誉教授／客員教授）

浅間 茂（千葉生態系研究所・所長／NPO 法人自然観察大学・学長）  
紫外線カメラが明かす虫や鳥が見ている世界



主催：理科好きな子供を育てるフォーラム・実行委員会  
共催：静岡県立大学・食品栄養科学部  
後援：静岡市教育委員会，静岡県私学協会，静岡新聞社・静岡放送  
協賛：丸福製茶株式会社，株式会社宇治田原製茶場，日清製粉グループ 日清ファルマ株式会社  
協力：静岡県立大学・ICT イノベーション研究センター

実行委員会：  
名誉顧問・木苗直秀（静岡県立大学・名誉教授／前静岡県教育長）  
委員長・伊勢村 護（静岡県立大学・名誉教授／客員教授）  
副委員長・小林裕和（静岡県立大学・名誉教授／客員教授）  
小林佐知子（静岡県立大学・短期大学部・教授／副部長）  
増田修一（静岡県立大学・食品栄養科学部・教授／副学部長）  
湯瀬裕昭（静岡県立大学・経営情報学部・教授／ICT イノベーション研究センター長）  
Philip Hawke（静岡県立大学・薬学部・准教授）

# 世界に羽ばたく理科好きな子どもを育む: オンライン研究発表の場の創出

## Inspiring young scientists to lead globally: Building online platforms for children's science presentations \*

小林裕和

Science Stars Journal・副編集委員長  
株式会社グリーン・インサイト・代表取締役  
静岡県立大学・名誉教授／客員教授  
e-mail: kobayashi@ginsight-jpn.com

Hirokazu Kobayashi

Deputy Editor, Science Stars Journal  
CEO, Green Insight Japan, Inc.  
Professor Emeritus / Visiting Professor  
Universitu of Shizuoka

シンポジウム「子供の力に託す未来 — 子供の理科教育に求められるもの」の最後に、「理科好きな子供を育む会 — その趣旨と活動」を概説した。ここにその詳細を収録する。日本から海外に向けたこの種の情報発信活動は他に例を見出せない。そこで、本誌は日英併記とし、同一内容に対して日本語版と英語版を用意する YouTube チャンネル “Science Stars Japan (SciStars-J, <https://www.youtube.com/@ScienceStars/videos>)” と併走し、オンライン情報発信を推進するものである。

At the end of the symposium titled “The Future Entrusted to Children: What is Required in Science Education for Children,” the activity of the “Initiative for Inspiring Young Minds Through Science” was introduced. Its details are documented here. No other organization in Japan is known to have undertaken this type of information dissemination activity for the global audience. Therefore, this journal will be published in both Japanese and English, accompanied by a YouTube channel. “Science Stars Journal (SCISJ),” is a separate activity from the YouTube channel “Science Stars Japan (SciStars-J, <https://www.youtube.com/@ScienceStars/videos>),” which features Japanese and English versions of each video, to promote online information dissemination worldwide.

抄録：日本の研究力は、「トップ 10% 補正論文数」を指標として、2006 年以降転落を続け現在 13 位となっている。好奇心は生物としてのヒトの特長であるが、好奇心は成長するにつれて薄らいでいくことが多い。子供たちの純粋な好奇心を育てることは、人類の将来の福利と繁栄に繋がるはずである。そこで、子供たちおよびその教育者による理科学研究論文発表の場の現状を調査した。その結果、再現性を含む学術的な根拠を重視し、さらに海外を視野に入れた発表の場は、国内においては見当たらないことが分かった。したがって、YouTube チャンネル “Science Stars Japan” を立ち上げ、さらに、新規雑誌（本誌）の定期刊行が重要であると考えた。

キーワード：子供，理科好き，研究成果発表，YouTube

**Abstract:** Japan's research capabilities, as measured by the number of top 10% publications (fractional counting), have been in decline since 2006 and currently rank 13th. Curiosity is a distinctive trait of humans as biological beings, but it often diminishes as we grow older. Nurturing children's pure curiosity is likely to contribute to the future welfare and prosperity of humanity. Therefore, we investigated the current state of opportunities for children and their educators to present scientific research papers. The results revealed that there are no domestic platforms that prioritize academic rigor, including reproducibility, and also consider an international audience. Consequently, we have launched the YouTube channel “Science Stars Japan” and aim to establish this new journal for regular publication.

**Keywords:** children, science enthusiasts, research presentation, YouTube

\* English versions of all the tables in this article are available at <https://en.ginsight-jpn.biz/children-sci-papers>.

## 1. はじめに

国際教育到達度評価学会 (IEA) が実施する「国際数学・理科教育調査 (TIMSS)」の調査結果によると、日本の子供の理科教育達成度は、小学生は 58 ヶ国中あるいは中学生は 44 ヶ国中、理科は 5 位前後であり上位と言える (1)。「科学技術立国」構想は、佐野利器日本技術協会会長が開催した 1937 年「技術立国技術者大会」に原点があるとされる (2)。小泉純一郎内閣の時代、「第 2 期科学技術基本計画」(2001 年～2005 年) (3) の一環として、ノーベル賞受賞者育成を掲げる文部科学省「21 世紀 COE プログラム」と引き続く「グローバル COE プログラム」が実施され (4)、筆者らはこれらに参画した。一方、日本は 42 年間に渡り (1968 年～2010 年)、GDP においてアメリカ合衆国につき世界第 2 位であったが、現在は中国とドイツに負け、第 4 位となった (5)。科学論文の注目度としての「トップ 10% 補正論文数」は、

2006 年以降転落を続け現在 13 位となり、この改善の兆しは見られない (6)。筆者らは、子供の頃の理科好きの延長として、研究者人生を歩んできた。研究はヒトの好奇心に裏打ちされ、その楽しさに魅せられる。また、TV 番組「博士ちゃん」(7)、「子ども科学電話相談」(8) などを見ると、子供の好奇心、学習能力、実行力が素晴らしいものであることを認識する。しかし、こうした子供の能力が発表される機会は限られているように思われる。子供たちの研究論文発表の場の現状を調査した。その結果、取り分け世界に向けた発信の場は見あたらない。そこで、「理科好きな子供を育む会」の活動の一環として、理科教育啓発 YouTube チャンネル“Science Stars Japan (SciStars-J)” (9) を立ち上げ、世界に向けた年少者の科学研究発表の場として、さらに、オンラインジャーナルの定期発刊を準備することとした。

表 1 日本語による子供たちの論文発表の場 --- 投稿型 (オンライン)

団体名	名称	掲載対象者	媒体	発刊年	備考	引用文献
一般社団法人・生徒の理科研究所	生徒の理科	中学生～高校生	オンライン	2016	日本初の生徒理科研究のための査読有り自由閲覧電子論文誌 (オープンアクセス)	10

表 2 日本語による子供たちの論文発表の場 --- 受賞型 (オンライン)\*

団体名	名称	掲載対象者	媒体	発刊年	備考	引用文献
あすなろ学習室	理科研究論文集のページ	小学 3 年生～高校生	オンライン	2003	静岡県学生科学賞, 鈴木梅太郎賞, 山崎賞の論文	11
お茶の水女子大学・サイエンス & エデュケーション研究所	理科自由研究データベース	中学生～高校生	オンライン	2011	日本科学技術振興財団・日本学生科学賞	12
自然科学観察コンクール (シゼコン)	同左	小学生～中学生	オンライン	2000		13
筑波大学	「科学の芽」賞	小学生～高校生	オンライン	2007		14
公益財団法人・統計情報研究開発センター	統計グラフ全国コンクール	小学生～高校生	オンライン	2013		15
統計データ分析コンペティション	受賞論文	高校生	オンライン	2018		16
公益財団法人・日本環境協会	こどもエコクラブ活動レポート	幼児 (3 歳)～高校生	オンライン	2010	活動開始: 1995 年	17
一般財団法人・理数教育研究所 (Rimse)	算数・数学の自由研究	小学生～高校生	オンライン	2013		18

\* 団体名 (法人名など) の 50 音順

## 2. 子供たちおよび教育者による理科研究論文の公開サイトの現状

Google 検索および ChatGPT4o (OpenAI) により、子供たちおよび教育者による理科研究論文の公開サイトを検索した。ここで、「子供」の定義として、日本においては小学生、中学生、高校生とし、海外においては6歳から18歳を指すこととした。また、子供たちによる理科研究の論文ではなく、受賞した研究課題名やその要旨のみを掲載するサイトは除外した。その結果、和文18サイト(表1~5)および英文7サイトが見いだされた(表6~7)。これらのうち、和文のサイトはすべて国内であり、英文のサイトはすべて国外であった。和文18サイトのうち、10サイトが子供の研究論文を発表し(表

1~3)、7サイトが子供の理科指導についての教育者の論文を掲載し、1サイトがこれら両方を掲載していた。これら11サイトに掲載される子供の研究論文は、投稿型(表1)と受賞型(表2,3)の2タイプに分類され、前者が1サイト、後者が10サイトであった。また、これら11サイトのうち、9サイトはオンライン(表1,2)、2サイトは印刷物であった(表3)。教育者の論文を発表する8サイトは(表4,5)、すべて定期刊行雑誌の体裁を取り、6誌は学会活動の一環であった。また、8誌のうち6誌はオンラインであり(表4)、それらのうちの2誌は印刷版を有した。これら以外の2誌は、印刷版のみであった(表5)。

表3 日本語による子供たちの論文発表の場 --- 受賞型(印刷物)\*

団体名	名称	掲載対象者	媒体	発刊年	引用文献
旺文社	全国学芸サイエンスコンクール	小学生~高校生	印刷物	1954	19
神奈川大学	未来の科学者との対話	高校生	印刷物 発行:日刊工業新聞	2003	20

\* 団体名(法人名など)の50音順

表4 日本語による理科教育関係者の論文発表の場 --- オンライン\*

媒体	発刊年	備考	引用文献
オンライン	2016	日本初の生徒理科研究のための査読有り自由閲覧電子論文誌(オープンアクセス)	10
オンライン(J-STAGE)	1953:化学教育シンポジウム 1962:化学教育(改称) 1987:化学と教育(改称)	教員や研究者向けに化学教育の現場で活用できる教材や手法を紹介	21
オンライン(J-STAGE),印刷物	1977	科学についての教育および科学的・工学的手法による教育に関する機関誌	22
オンライン	1908	天文学教育に関する記事も多く含まれており、理科教育に携わる人にとって有用	23
オンライン,印刷物	1987:天文教育普及研究会会報 1998:天文教育(改称)	天文教育・普及について、オリジナル性があり考察が優れた論文	24
オンライン(J-STAGE)	1969:日本理科教育学会研究紀要 1980:理科教育学研究(改称)		25

\* 団体名(法人名など)の50音順

表5 日本語による理科教育関係者の論文発表の場 --- 印刷物\*

団体名	名称	媒体	発刊年	備考	引用文献
日本理科教育学会	理科の教育	印刷物 発行:東洋館出版社	1952	教員向けに理科教育の最新動向や実践例を紹介する雑誌	26
星の環会(ほしのわかい)	理科の探検(Rika Tan)	印刷物	2007	理科の知識や実験・観察・ものづくりを広く紹介する日本の科学雑誌	27

\* 団体名(法人名など)の50音順

表6 英語による子供たちの論文発表の場 --- 投稿型 (オンライン)\*

名称	掲載対象者	媒体	発刊年	備考	引用文献
Journal of Emerging Investigators (JEI)	中学生~高校生	オンライン	2017	ハーバード大学の大学院生が運営する査読付きジャーナル (オープンアクセス)	28
Young Scientists Journal	12歳~20歳 (学生)	オンライン	2006	世界初の若者による若者のための科学ジャーナル (オープンアクセス)	29

\* アルファベット順

表7 英語による理科教育関係者の論文発表の場 --- 受賞型 (オンライン)

名称	掲載対象者	媒体	発刊年	備考	引用文献
Regeneron Science Talent Search	高校生	オンライン	1942	アメリカで最も歴史のある科学コンテストで受賞者の研究が公開	30

表8 英語による理科教育関係者の論文発表の場 --- オンライン\*

名称	媒体	発刊年	備考	引用文献
International Journal of Science Education	オンライン	1979	科学教育の理論と実践に関する研究を掲載 (有料アクセス)	31
Journal of Research in Science Teaching (JRST)	オンライン	1963	科学教育研究の主要なジャーナル (有料アクセス)	32
Journal of Science Teacher Education	オンライン	1989	科学教師の教育に焦点を当てた査読付きジャーナル (有料アクセス)	33
Science Education International	オンライン	1973	科学教育に関する研究を掲載する国際ジャーナル (オープンアクセス)	34

\* アルファベット順

英文7サイトについて(表6~8)、これらはすべてオンライン版であり、印刷版を伴っていない点が国内サイトと異なる。これらのうち、3サイトが子供たちの論文発表の場であった(表6,7)。これら3サイトは、すべて定期刊行雑誌の体裁を取り、また掲載対象者に小学生を含まず、中学生以上である点が日本のサイトと大きく異なる特徴であった。これら3誌は、投稿型2誌(表6)と受賞型1誌(表7)に分類された。英語による理科教育論文の発表の場である4サイトも、すべて定期刊行雑誌の体裁であった。

### 3. 「理科好きな子供を育む会」からのYouTube啓発情報発信

YouTubeにおいて、子供たちの理科教育を支援するビデオは多数公開されているが、理科好きな子供たちを育むことを目的として、日本発の英語によるYouTubeは皆無である。アリやダンゴムシの摂食行動や代謝、植物が発する蛍光、虫が認識する花のUV画像などを題材として、企画、撮影、編集のすべてを筆者らがこなした。ビデオ15本を作成し、理科教育啓発YouTubeチャンネル“Science Stars Japan”として公開した(図1)(9)。これらは、日本語版に加えて英語版を提供することを特長とする。英語版作成には、DeepLとGrammarlyを

活用し、アメリカ合衆国英語によるナレーションにはEvelenLabsを用いた。また、SoraやRunwayによるアニメーション動画も利用した。総アクセス数は5,000弱であるが、その45%が海外からであり、その上位はアメリカ合衆国、インド、ベトナム、ドイツなどとなる。併せて、2025年3月22日に開催したシンポジウム「子供の力に託す未来ー子供の理科教育に求められるもの」の録画に英文字幕を加えて、ここに公開した(35)。

### 4. まとめ

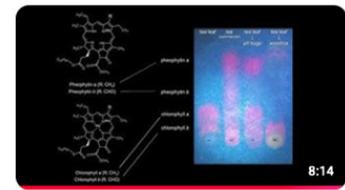
上記YouTubeの企画・撮影は、これまで筆者らがその任を負ってきたが、今後子供たちによるものを増やしていく。そのために、県や市の教育委員会を介しての現役教諭のご協力、退職研究者のご協力、地域の理科教育活動との連携など、活動の輪の拡大を呼びかけている。一方、海外も含め受け手となる視聴者が増えていけば、これらの方々は「理科好きな子供を育む会」により発刊する本定期刊行雑誌の読み手となり得る。すなわち、YouTubeチャンネル“Science Stars Japan”により国内外の視聴者を増やし、これらの視聴者に定期刊行雑誌の受け手となっていただくことにより、本活動の輪を世界に拡げる。その結果として、世界に羽ばたく理科好きな子どもたちを育てていきたいと考える。



Science Stars Japan, No. 22: Dogwood Secrets: Who's Sniffing Around the Flowers?  
16 回視聴・10 日前



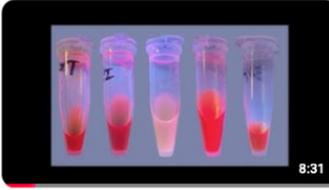
Science Stars Japan, No. 14: Super Easy! Experience the World as Seen by Insects!  
18 回視聴・2 週間前



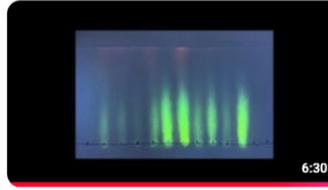
Science Stars Japan, No. 13: Pill Bugs and Woodlice: Come They Eat the Same Things...  
47 回視聴・1 か月前



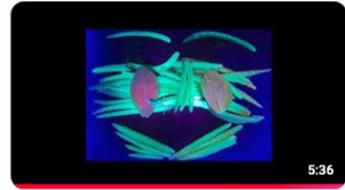
Science Stars Japan, No. 12: Pill Bugs' Powwow: Are Woodlice Our Companies?  
158 回視聴・3 か月前



Science Stars Japan, No. 11: Ciao! This is Shiro Chao.  
195 回視聴・4 か月前



Science Stars Japan, No. 10, with English narration: Pill bugs' powwow  
38 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 9, with English narration: Some Yokai, supernatural beings...  
49 回視聴・4 か月前



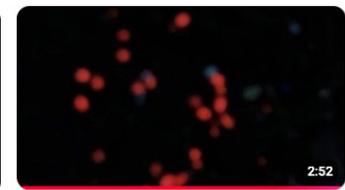
Science Stars Japan, No. 8, with English narration: Pill bugs came along, dancing to...  
27 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 7, with English narration: Flowers at night  
25 回視聴・5 か月前



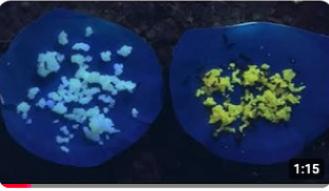
Science Stars Japan, No. 6, with English narration: If you think it's a green turtle...  
29 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 5, with English narration: Are they red fireflies that glow in...  
20 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 4, with English narration: Who took my boiled egg yolk out?  
9 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 3, with English narration: If you shine a black light on ants...  
7 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 2, with English narration: Do ants have food preferences?  
16 回視聴・5 か月前



Science Stars Japan, No. 1, with English narration: Are they fireflies that glow in the...  
9 回視聴・5 か月前

図1 理科教育啓発 YouTube チャンネル “Science Stars Japan”

現在までに 15 本を日本語と英語のバイリンガルにて作成し公開した (9)。

謝辞

本活動の切っ掛けおよびここで紹介した YouTube チャンネル “Science Stars Japan” の企画・撮影は、伊勢村護博士によるものです。私はその趣旨に賛同し、状況調査と技術面でのサポートから始めさせていただいたことをここに記します。

引用文献

1. 文部科学省・国立教育政策研究所 (2024) TIMSS2023 の結果 (概要) のポイント  
<https://www.nier.go.jp/timss/2023/point.pdf>
2. 吉澤 剛 (2013) 「科学技術立国」と呼ばれて：政府の成長戦略を探ってみよう  
[https://interactive.pesti.jp//yumevision2020/wp/wp-content/uploads/E01\\_Lecture.pdf](https://interactive.pesti.jp//yumevision2020/wp/wp-content/uploads/E01_Lecture.pdf)
3. 内閣府 (2005) 第2期科学技術基本計画  
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon.html>
4. グローバル COE プログラム (2015) 文部科学省  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/globalcoe/](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/globalcoe/)
5. 日本経済新聞 (2025) 国内総生産 (GDP) とは：経済力の総

合指標、日本は世界4位に転落。2025年5月17日

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA163J80W5A510C2000000/>

6. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (2024) 科学技術指標 2024  
<https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/2000116>
7. テレビ朝日 (2025) 博士ちゃん  
<https://www.tv-asahi.co.jp/hakasechan/>
8. NHK (2025) 子ども科学電話相談  
<https://www.nhk.jp/p/kodomoq/rs/P3X5LNZ17X/>
9. 伊勢村 護, 小林裕和 (2024, 2025) YouTube チャンネル “Science Stars Japan”  
<https://www.youtube.com/@ScienceStars/videos>
10. 一般社団法人・生徒の理科研究所 (2025) 生徒の理科  
<https://seitonorika.jp/journaltop/kikanronbun/>
11. あすなろ学習室 (2025) 理科研究論文集のページ  
<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/top.htm>
12. サイエンス&エデュケーション研究所, お茶の水女子大学 (2025) 理科自由研究データベース  
<http://sec-db.cf.ocha.ac.jp/index.php>
13. 自然科学観察コンクール (シゼコン) (2025)  
[https://www.shizecon.net/award/award\\_detail.html?nendo=2023](https://www.shizecon.net/award/award_detail.html?nendo=2023)

14. 筑波大学 (2025)「科学の芽」賞  
<https://www.tsukuba.ac.jp/community/students-kagakunome/shyo-list/>
15. 公益財団法人・統計情報研究開発センター (2025) 統計グラフ全国コンクール  
<https://www.sinfonica.or.jp/tokei/graph/>
16. 統計データ分析コンペティション・受賞論文 (2025)  
<https://www.nstac.go.jp/statcompe/award/>
17. 公益財団法人・日本環境協会 (2025) こどもエコクラブ活動レポート  
<https://www.j-ecoclub.jp/ecoreport/list.php>
18. 一般財団法人・理数教育研究所 (Rimse) (2025) 算数・数学の自由研究  
<https://www.rimse.or.jp/research/past/winner8th.html>
19. 旺文社 (2025) 全国学芸サイエンスコンクール  
<https://www.obunsha.co.jp/gakkon/award.html>
20. 神奈川大学, 日刊工業新聞 (2025) 未来の科学者との対話  
<https://www.kanagawa-u.ac.jp/aboutus/publication/scientist/>
21. 日本化学会 (2025) 化学と教育  
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/kakyoshi/-char/ja>
22. 日本科学教育学会 (2025) 科学教育研究  
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jssej/-char/ja/>
23. 日本天文学会 (2025) 天文月報  
<https://www.asj.or.jp/jp/activities/geppou/backnumber/>
24. 一般社団法人・日本天文教育普及研究会 (2025) 天文教育  
<https://tenkyo.net/paper/tenmonkyouiku/>
25. 日本理科教育学会 (2025) 理科教育学研究  
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/sjst/-char/ja>
26. 日本理科教育学会, 東洋館出版社 (2025) 理科の教育  
<https://www.toyokan.co.jp/pages/science-education/>
27. 星の環会 (ほしのわかい) (2025) 理科の探検 (Rika Tan)  
<http://www.rikatan.com/wiki.cgi>
28. *Journal of Emerging Investigators (JEI)* (2025)  
<https://emerginginvestigators.org/>
29. *Young Scientists Journal* (2025)  
<https://www.youngscientistsjournal.com/>
30. *Regeneron Science Talent Search* (2025)  
<https://www.societyforscience.org/regeneron-sts/>
31. *International Journal of Science Education* (2025)  
<https://www.tandfonline.com/journals/tsed20>
32. *Journal of Research in Science Teaching (JRST)* (2025)  
<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10982736>
33. *Journal of Science Teacher Education* (2025)  
<https://www.tandfonline.com/journals/uste20>
34. *Science Education International* (2025)  
<https://www.icaseonline.net/journal/index.php/sei>
35. 伊勢村 護 他 (2025) シンポジウム ” 子供の力に託す未来 --- 子供の理科教育に求められるもの ”  
<https://www.youtube.com/watch?v=F5Sbapjm-bk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=-DCJQVMktuc&t=22s>  
<https://www.youtube.com/watch?v=RZXrW0VJ7G4>  
[https://www.youtube.com/watch?v=dxCcU\\_4I0B8&t=536s](https://www.youtube.com/watch?v=dxCcU_4I0B8&t=536s)  
<https://www.youtube.com/watch?v=XiJfV6PVUkQ&t=26s>  
<https://www.youtube.com/watch?v=BTD6xeAckpc&t=107s>

# 自然探究の授業実践経験からの提言

## Proposals based on the experience of teaching nature exploration

小林博典

宮崎大学・教育学部・教授

e-mail: hkoba@cc.miyazaki-u.ac.jp

Hironori Kobayashi

Faculty of Education, University of Miyazaki

受付: 7月10日, 受理: 7月28日

抄録: 西米良村は宮崎県で一番人口が少ない村である。筆者は、この自然豊かな地に中学校理科の教員として赴任し、多くの人と出会って、貴重な体験を持ち、不易—「昔から変わらない大切なこと」と流行—「変化が必要であること」の意義を学んだ。この理念のもとで教育実践を行い、子どもの教育に必要なものは何かを追究してきた。子どもたちに適切な教材を与え、そこから正しく判断し、行動できる力をいかにつけるかということは、きわめて重要な教育課題である。子どもに知識を与えるだけでなく、実際に体験させること、また、それを発表する機会を設けることの意義を認識するようになった。子どもがウェルビーイングを感じ、「学んでよかった」、「楽しかった」と心から思える教育が、いま強く求められている。そのためにも筆者は、子どもたちがマズローの欲求5段階説における最上位の「自己実現欲求」を満たせるような環境づくりに、教育がしっかりと関わっていくことが不可欠だと考えている。

キーワード: 西米良村, 不易・流行, ダングムシ, 教育実践, STEAM教育

Abstract: Nishimera Village is the least populous village in Miyazaki Prefecture. As a science teacher at a middle school in this naturally rich area, I have met many people, gained valuable experiences, and learned the importance of both “what has remained unchanged since ancient times” and “what needs to change.” Guided by this philosophy, I have pursued educational practices and sought to identify what is truly necessary for children’s education. Providing children with appropriate materials and fostering their ability to make informed judgments and take appropriate actions based on those materials is a crucial educational challenge. I have come to recognize the significance of not only imparting knowledge to children but also providing them with opportunities to experience it firsthand and share their experiences. Education that enables children to feel well-being and genuinely think, “I’m glad I learned this,” or “That was fun,” is increasingly sought after. In this sense, I strongly feel that education should contribute to efforts that help children fulfill the highest level of Maslow’s hierarchy of needs, the “self-actualization need.”

Keywords: Nishimera village, unchanging and changing, pill bug, educational practice, STEAM education

### 1. はじめに

筆者は現在、大学の教育学部で教鞭を執っている。学生には、「教育の不易」として、児童生徒との「ふれあい」を大切にしてほしいと伝えている。教師のさりげない言葉は、子どもたちの自己肯定感、自己効力感にも影響を与えることがある。「ふれあい」に彩られた豊かな日常を大切にする取組が重要であるといえる。一方、子どもたちに適切な教材を与え、そこから正しく判断し、行動できる力をいかにつけるかというのは、きわめて重

要な教育課題である。

本稿では、自然探究の授業実践における「ふれあい」から得られたこと、感じたことなどを紹介し、授業実践経験を基にした提言をいくつか行いたい。

### 2. 不易（ふえき）—「昔から変わらない大切なこと」

#### 2.1. 西米良村（にしめらそん）の教え子から得た教訓

筆者が中学校理科の教員経験のある西米良村は、宮崎県で最も人口が少ない自治体であり、森林地帯に位置し、

山あいの奥深くにある。清流が美しく流れるこの地には、豊かな自然に加え、長い歴史や多様な文化が息づいており、神楽などの伝統芸能も受け継がれている。また、地域ならではの特産品も数多くあり、村の魅力を一層引き立てている。筆者が勤務していた西米良中学校の生徒の多くは、それぞれの地域で神楽を舞い、伝統文化の担い手として活躍していた。授業においては、地元の人と一緒に授業を実践することもあり、瀆砂勝義氏はそうした人の一人であった。彼は、フォレストキーパー隊の隊長として、森を守る仕事に従事し、シカやイノシシの狩猟活動も行っていた。そこで、自然を題材とした教育の展開について相談してみたところ、筆者の授業にゲストティーチャーとして参加していただくことになった。

筆者は、瀆砂氏の中学3年生の息子の担任を務めた。この生徒との関わりの中で、幾度となく貴重な体験をさせてもらった。その中でも、特に忘れられないエピソードを紹介する。日曜日の夕方のことである。「先生、父と一緒に猟に行ったところ、鹿が獲れました」と言って大きな鹿肉の塊りを自宅へ届けてくれたことがあった。「すぐ食べられるようにスライスしてあげます」というので自宅の台所へ招き入れた。すると、カバンの中から刃渡り30cmほどもあるナイフを取り出して、鹿肉を手際よく切り始めたのである。「なぜ包丁を使わないのか？」と聞いたら、「切れ味はこれに勝るものがない」と答えた。驚きだったのは、そのナイフは自分で鉄板を磨いて作ったオリジナルのものであり、「猟の際に、鉄砲で撃たれた鹿の穏やかな最期に使用するためのものである」と説明した。さらに、「鹿猟は、自然保護や農業被害の防止といった観点で個体数をコントロールする目的があること」にも触れた。自然の厳しさと恵みの中で、しなやかに、そして力強く生きる生徒の姿が、今なおお脳裏に焼き付いて離れない。

この生徒とは、卒業してからも時々話をするご縁に恵まれている。現在、地元で建設業を起業し、その代表取締役として社業を全国展開し、国の重要無形文化財の修復にも携わり、海外にも進出する活躍を示している。ラジオ放送のパーソナリティを務めることもあるなど、多彩な活動をしている。ある時、「本社をなぜ都市部に置かないのか？」と聞いてみた。「地元に着いてきたからこそ事業が拡大できた、西米良愛は永遠です」と熱く答えた。

同じく、卒業生の中には、自然を相手にした「遊び」を通じて強く印象に残っている生徒もいる。その生徒は、「先生、鮎がたくさんとれました、食べてください」

と言って、全身ずぶ濡れの状態で、獲れたばかりの鮎を届けてくれた。どうやら釣り竿で「釣った」のではなく、父親と川に潜って、銚（もり）で「突いた」ということだった。この生徒は、「鮎を突いて捕獲する」ことに、すっかり夢中になったとのことで、突いた瞬間の手応えがどれほど面白いかを、目を輝かせて話してくれた。また、鮎を美味しく食べる方法や保存の仕方についてもこの生徒から教わった。単なる遊びで終わらせず、自然の恵みに感謝するその生き方にも、深く心を打たれた。

こうした教え子たちとのささやかな「ふれあい」の中には、「自然から得た恩恵を大切にすること」や「体験から学んだ知恵を実生活に活かすこと」など、いつの時代にも変わらない大切なことを、学校教育の中でどのように活かし、展開していくべきかを考える上でのヒントが凝縮されていたと感じている。

## 2.2. 西米良村で出会った恩師の言葉

もう一人大きな影響を受けた方がいる。西米良村の教育委員長をされてきた中武雅周氏である。中武氏からは、何度も理科教育の指導方法に関して指導を受けた。「観察や実験の時間をしっかり確保しなさい」、「子どもたちにどんな変容があったかを記録しなさい」、「地域の自然を題材にした授業を考えてみなさい」など、記憶に残る助言をたくさんいただいた。とりわけ忘れられないのは、「教育の不易を大切にしなさい」という言葉だった。「不易」とは、「昔から変わらない大切なこと」という意味がある。この言葉の本質を問い続ける姿勢こそが、筆者の教育観の根幹をなしている。教育とは、何を守り、何を变えるべきかを絶えず問い直す営みであり、その問いに向き合い続けてきた筆者にとって、中武氏の言葉は生涯にわたって心に残る、かけがえのない助言となっている。

## 2.3. 管理職として追究してきた「不易」

振り返ると、西米良村の人々との関わりの中で、多くの「教育における不易」を学び続けてきた。これらの出会いや、そこから得た経験を踏まえ、筆者は教育活動において自然といかに向き合うか、また、自然に直接触れることの重要性を実感するに至った。それから約20年の月日を経て、筆者は再び西米良村の教育に携わることとなった。今度は、小学校の校長として赴任することになったのである。若かりし教諭時代に教訓を与えてくれた教え子たちが、保護者としてPTA活動を支えてくれた。管理職として学校経営に携わる中で、昔ながらの行

事や地域に根ざした活動を、地域の方々と共に支えながら、学校の教育活動の中にも多くの「不易」を継承してきた。また、学年ごとに多様な自然体験活動を実施し、子どもたちが自然とふれあいながら学ぶ機会を大切にしてきた。

例えば、小豆の種を植えて育て、収穫した小豆で「餡(あん)」を作るといった活動もその一つである。また、餅米を育て、年末には餅つきを行い、できあがった餅に収穫した小豆で作った「餡」を入れて「あんころ餅」を作る活動も行った。その他に、そば打ち体験を行うなど、食を通した学びを幅広く展開していった。学校給食との連携も行い、農作物の被害を防ぐために捕獲されたイノシシや鹿の肉などを「ジビエ給食」として取り入れ、食育と関連させた授業を行った。学校の裏ではシイタケの栽培を行い、それを給食に活用するとともに、子どもたちが直接土に触れることのできる環境づくりも進めた。伝統文化の神楽をベースにした「神楽体操」(考案者：中武雅周氏)を運動会で演舞したり、来校者に向けて小学生が衣装をまもってそれを披露したりもした。

学校現場での困りごととして、高木の枝が折れそうで危険な場合には、ボランティアの方に重機を使って対応していただいた。また、消防隊の方と連携して避難訓練を行ったり、特別養護老人ホームを訪問する際には、事前に高齢者疑似体験を実施した上で、ふれあい活動に取り組んだりした。こうした活動を通じて、直接体験と問題解決を一体化したカリキュラムを編成し、実践してきた。

これらの学校経営の取組を、モンゴルから派遣された青年研修生に紹介する機会があった。「日本の教育は面白い」といった感想が聞かれ、毎年カリキュラムとして継続的に実践している点にも強い関心が寄せられた。また、フランス語圏のアフリカからの研修生を迎える機会もあり、日本の教育に対する深い関心と理解が示された。特に、体験を重視しながら主体的に問題解決に取り組む学びの在り方については、高い評価を受けた。知識の習

得だけにとどまらず、実際の体験を通じて課題に向き合い、自ら考え行動する力を育むアプローチは、体験と問題解決が有機的に結びついた優れた実践として、強い印象を与えたようである。

#### 2.4. 「ダンゴムシ」を育てる授業実践

教育における「不易」の意義を問い直す営みの中で、理科の授業においては、身近な自然に目を向け、子どもたちが素朴な疑問をもつことが学びの出発点として重要だと考えた。そこで、「身の周りの事象でもっと追究してみたいことはないか」考えさせた。その中から、「ダンゴムシを育てて、いろいろ調べてみたい!」という子どもたちの声を受けて、観察活動を中心に学びを深める授業を展開することにした(1)。文献などいろいろ調べていくと、「触角が触れた側へ向かってダンゴムシは曲がる」という記述があった。これについて子どもたちが「先生、ダンゴムシの迷路を作り、調べてみましょう」と言うので、検証することとなった。生徒たちは、図1にあるような「ダンゴムシの迷路」を夢中になって作成した。いよいよ迷路が完成し、中央にダンゴムシを置く段階になると、小さな変化にも気づこうと、じっと目を凝らして観察している様子が見られた。残念ながら結果は、「わからない」であった。なぜならダンゴムシも気まぐれで、塀を乗り越えて脱走したり、逆の方へ曲がったりするので、文献の記述通りの結果は得られなかったのである。しかしながら、この経験からは、「自ら問いを持つことの重要性」を認識できた点で、意義のある活動となったのではないかと考えている。

現在、筆者は大学で教鞭を執っているが、自身の研究室に所属するゼミ生には、明確な「リサーチクエスト」を持ち続けることが、質の高い研究を進める上での第一歩であると伝えている。「この研究で明らかにしたい問いは何か?」という投げかけによって、自らの関心や問題意識を言語化し、その認識をもとに学びを深めていく姿勢を育てたいと考えている。時には、「リサーチ

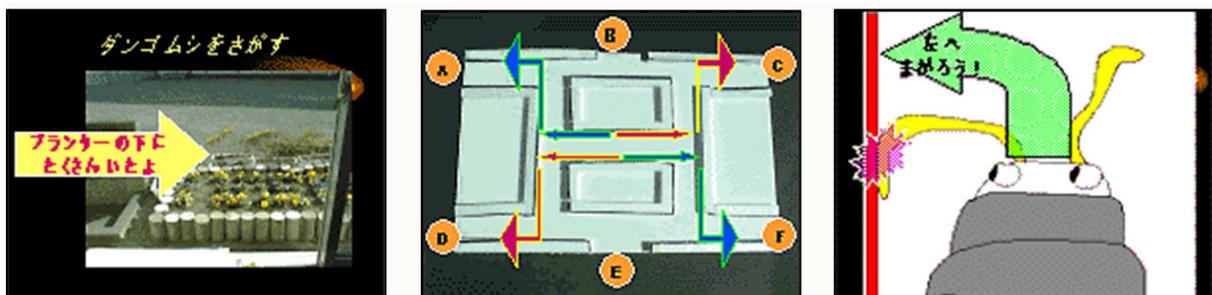


図1 1996年当時の中学生が作成した発表用資料

クエスチョン」を学生と共に徹底的に掘り下げ、議論し、検討を重ねることもあり、そうした時間は学生だけでなく、教員にとっても、相互に意義深い学びのプロセスとなる。

そうして得られた探究の成果を、外部に向けて発信する機会を設けることも、学びの循環を生み出すうえで欠かせない。前述の子どもたちには、地域住民が集まる場で発表する機会を用意した。この時登壇した生徒からは、今でも、「ダンゴムシの研究、面白かったよね」、といった話が出てくる。ふとしたときに、授業でこのような経験が、今の彼らの原点になっているのではないかと、思いを巡らせることがある。何気ないひとつの学びや体験が、進路や価値観に影響を与え、その後の人格形成の礎となっているのかもしれない。そう考えると、日々の授業がもつ意味や重みを、改めて実感させられる。

## 2.5. ダンゴムシの授業実践の拡大

こうしたダンゴムシの授業経験を生かして、学校の教育活動全体に広げられないか考えた。理科だけでなく、他の教科とも連携して発展させていく可能性について議論を交わしたところ、西米良の豊富な「水」と「森林」を素材として、関係する教科で、多面的・多角的に探究してみてもどうか、という提案が出された。

試行錯誤の末、これらの提案を図2にまとめた。水については汚染、はたらき、水害、ダムとしての森林の話、など様々なアプローチの方法があった。このうち、水の汚染に着目し、河川の水の実態を調査するため、水生指標生物を採取したり、pHを調べたりして理科的なアプローチで探究活動を進めた。社会科の教員からは、水の浄化場に対する予算はどれぐらいなのかとか、水を使って何か魅力的なもの、例えば、地域の観光と結び付けられないかというような社会科的なアプローチが提案された。また、芸術的な視点からのアプローチとして、美術科の教員と連携し、教科横断的な学びにも取り組んだ。こうした実践を組織的に展開し、得られた知見を整理して実践論文としてまとめたところ、幸運にも論文賞を受賞し、新聞にも取り上げられるという経験を得ることができた。

さらに、水生指標生物の調査を行った際には、地元の土木事務所の方などの専門家からレクチャーを受ける機会もあった。そうした外部の視点が加わることで、子どもたちの考察はより一層深まり、単なる事実の確認にとどまらず、自然の奥深さや精妙さに気づいていく姿が見られた。自らの目で見て学び、さらに広がりをもって理解していくプロセスの中で、子どもたちの自然に対する感性が研ぎ澄まされていくのを実感した。

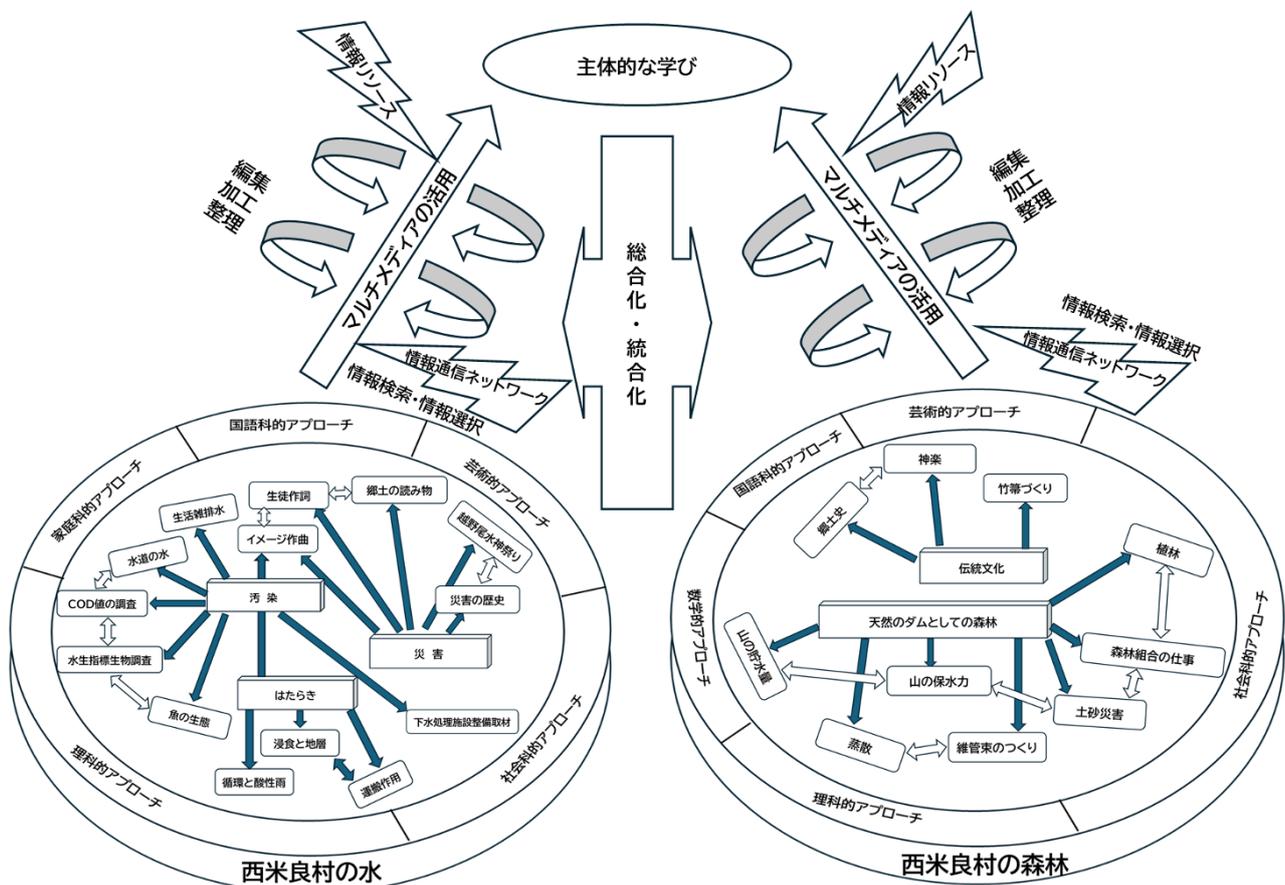


図2 総合的な学習の時間の実施に向けたマルチメディアの活用 (2002)

## 2.6. 食育と関連させた実践教育

西米良村は、身近な自然を取り入れた食材がとても豊かな地域でもあった。実際に冬瓜（とうがん）を目にしたとき、子どもたちはその大きさや形に思わず声を上げて驚いていたが、実は教員自身もそれまで実物を見たことがなかったようで、「これは初めて見ました」と目を丸くしていた。その様子は、学びの場が教師と子どもたちの間で共鳴し合うものであることを象徴しているようであり、共に発見し、驚き、感動するという体験が、より深い学びへとつながっていくことを改めて実感させられた。

味噌づくりにも取り組んだところ、発酵の過程で味噌自体が熱をもつ様子を、子どもたち自身が体感することができた。この現象について実体験を通して学べたことは、子どもたちにとって、知識を超えた深い学びとなった。湯気がもうもうと立ちこめる室内で、五感を使って発酵の力を感じ取る中で、子どもたちは生きた微生物の働きや、食にまつわる知恵に対する理解を、実感を伴いながら深めていったように思う。

## 3. 「不易と流行のバランス」を意識した教育の展開

このように、筆者は、不易を大切にした教育のあり方の重要性を実感するようになった。一方で、授業改善を図るための教材研究を推進し、これまでの反省を基にした新しい視点や改善した要素を積極的に取り入れることも必要ではないか、と考えている。すなわち、流行 — 「変化が必要であること」の観点で、観察・実験の方法を工夫したり、子どもたちに提供する教材を見直したりすることにより、子どもたちが身近な現象に関心を持ち、主体的に学習に取り組めるようにする必要がある。こうした学びを充実させていくためには、時代の変化に応じた教材や指導法の工夫（流行）と、教育の本質的な価値（不易）とをバランスよく取り入れた教育の展開が求められる。

小学校理科で扱う「月の満ち欠け」や、中学校理科で扱う「金星の満ち欠け」は、いずれも空間認知の難しさから、子どもたちにとってつまずきやすい単元の一つとされている。理解を促進させるには、子どもたちにとって視覚的にわかりやすくなるような天体モデルがよく用いられており、これらの教材を積極的に授業に取り入れることが重要であるとされる。筆者は、「金星の満ち欠け」の単元で、これらの天体モデルを自作するとともに、デジタルカメラを地球の視点に置いて金星のモデルを撮影し、その映像を大型モニターへ映し出すといっ

た支援を行ってみた。すると生徒は、位置関係や動きのイメージをつかみやすくなるため、見え方の変化を頭の中で思い描き、理解しやすくなったようであった。こうした教師による演示も意義があるが、西米良村での教訓を思い出せば、できるだけ子ども自身が操作を「直接体験」する活動を意図して取り入れられないかと考えていた。そこで、厚紙と発泡スチロールの小球を全員に配布し、地球・太陽・金星の簡易モデルを作らせて、教師が演示した内容を子どもたち自身の手で再現させる活動を行った。すると、「さっき先生が見せてくれたことと、今、自分で作ったモデルでやってみたことが、ぴったり一致した」といった実感をもつ子どもの姿が見られた。このように、自然の現象を自らの手で再現し、体験を通して理解することで、探究心が育まれていくと考えられる。

天体に関する単元などにおいては、動画を活用した視覚的な提示も有効であるとされる。一方で、「子どもたちにモデルを作らせてはどうか、そのモデルを活用させれば学びがもっと深まるのではないか」といった視点を持つこともまた、同様に重要である。自作のモデルを実際に動かしながら再現することで、知識は単なる理解にとどまらず、豊かな体験として深く定着していく。こうしたひと工夫が、学びをより実感を伴った、意味あるものへと高めていく鍵となる。

## 4. STEAM 教育

筆者は、「不易と流行のバランス」を意識し、身近な自然を直接調べる活動を基盤として、探究的な学びを支えるための教材開発の重要性を提唱してきた。現在、子どもたちには新たな学習ツールとして、一人一台のタブレット端末が配布されている。こうした環境の中で、新しいツールを教育にどのように生かしていくかは大きな課題であり、その活用の在り方が問われている。あわせて、教科横断的な視点をもつ STEAM 教育の重要性も指摘されている。STEAM とは、Science（科学）の S、Technology（技術）の T、Engineering（工学）の E、Art（芸術・リベラルアーツ）の A、Mathematics（数学）の M という、5つの領域の頭文字を組み合わせた言葉である。これらはそれぞれ独立した教科の枠を超え、相互に関連しながら、実社会における課題の発見や解決に必要なとされる力を育むものとして位置づけられている。特に、創造的な発想や論理的思考、技術的な応用力などをバランスよく育てることを目指すこのアプローチは、これからの社会を生きるうえで不可欠な学びの在り方として注目されている。

前述のダンゴムシの事例に当てはめると、迷路を作って行動を観察し、統計的に有意な差があるかを確認するために、何度も実験を繰り返してデータを収集・分析するという活動もできるかもしれない。この過程では、科学的観察力や探究心に加えて、統計的な処理・加工を行うための数学的な知識が不可欠となる。こうした教科を横断した学びの積み重ねが、STEAM教育の本質であり、理科教育の中にも積極的に取り入れていくべき視点であると考えている。実社会の複雑な課題に対応できる力を育むためにも、各教科を関連づけた学びのデザインがますます重要になっている。

## 5. プログラミング教育

### 5.1. 「大学生が教えるプログラミング」で交流活動

現在、小学校理科では、プログラミング教育が取り入れられており、教科書には、IoT（アイオーティー）を活用した教材も新たに掲載されている。これらを活用した身近なプログラミングの応用例としては、たとえば家の玄関の照明のように、昼間は点灯せず、夜間に人が通ったときだけ点灯する仕組みなどが取り上げられている。このように、新しいツールを活用して、身近な問題解決を図るための実践が進められており、新たな技術を教育の中でどのように活かしていくかが問われている。プログラミングについては、大学生自身も学んだ経験がないので、講義の中で段階的に学ぶ機会を与え、授業に適應させるための教材開発などを行っている。例えば、「お掃除ロボット」を模した教材（図3）では、学生たちは、自分の思い通りに動かすためのプログラミングに意欲的にチャレンジしている。しかし、このような学習内容は、教師にとっても指導経験が少ない分野であるため、学校外で学ぶ機会の重要性も指摘されている。



図3 「お掃除ロボット」を模した教材（2023）

そこで、学生とともに学校を支援する立場で、自ら開発した教材を用いた授業を提案できないか検討を行い、

「大学生が教えるプログラミング」と題したイベントを毎年実施してきた。大学生が教えることで活動に親しみが生まれているようで、高い人気を集めている。子どもたちは、大学生とのふれあいを通して多様な体験を重ねる中で、自ら課題を見つけ、考え、解決していく力を育んでいる。こうした実践は、学びへの意欲を高めるだけでなく、年齢の近い学習支援者との関わりが、子どもたちにとって大きな刺激や安心感にもつながっているように感じられる。学生たちも大変楽しそうで、「教える側としての学び」が得られる価値の高い活動であると考えている。他にも、子どもたちの修学旅行の行き先として大学が選ばれることもあり、その機会を活かして、大学内での特別イベントを企画することがある。中でも、プログラミングを通じた大学生との交流は、子どもたちにとって新鮮で刺激的な体験となり、大学進学に対する関心や意欲を高めるきっかけにもなっている。このような取り組みには、将来の進路を考えるうえでの視野を広げるといふ点で、キャリア教育の視点も見出すことができ、意義深いものといえる。

こうした活動の中では、子どもたちが自らの問題を解決するために、何ができるかを自分で考えることが大切である。例えば、「地域が抱える困りごと」を調べる社会科の活動では、「冬の野菜を育てるときに、動物たちに作った野菜を食い荒らされて悩んでいる」、というような情報を得る。すると、その「困りごと」をみんなで解決できないかということ、いろいろな考えが出てくる。野菜を食い荒らす動物が来た時に、その「動き」を感知したら、「明かり」がついて「写真」を撮る、といったプログラミングの提案がなされたことがある。これによって、果たしてどんな動物が問題を起しているのか確認ができる、ということになる。別の意見として、畑を守るためにタイマーをプログラムに入れて、威嚇する音声を定期的に鳴らしたり、動物が驚くような光を出したりすればいいなど、作った野菜を食い荒らされて悩んでいる方を助けるための具体的な提案がなされた。

また、水害が頻繁に発生する地域では、「次に水害が起こったときにどう対応するか」という課題が生まれ、その課題解決のためのプログラミングを検討する授業を支援したことがある（図4）。例えば、水位が一定の高さに達した際にセンサーが感知し、住民に危険を知らせる仕組みを考える。一方で、マンションの住人には、すぐに避難するのではなく、むしろ待機することが推奨されているといった話題も出てくる。こうした対話や検討の過程を通して、子どもたちは、「自分たちが本当に解

決しなければならぬ本質的な課題とは何か」を見極める力を身につけていくことができると考えられる。



図4 水害に対する課題解決への取組 (2023)

## 5.2. 小学生と大学生による共創・学び合いによるプログラミング教育

宮崎県の椎葉村のへき地の学校へ大学生を引率し、学生たちが小学生にプログラミングを教える機会を設け、ふれあいを通して双方が学び合える環境を整えた。さらに、子どもたち自身が考え、工夫して取り組んだプログラミングの成果を発表する場を設け、学びの達成感や表現する喜びを実感できるようにした。こうした経験は、子どもたちにとって、学びの意欲を高めるだけでなく、学生にとっても、主体的な学びと相互成長を促す貴重な機会となった(2)。

具体的には、小学校4年生が、大学生から3つのステップでプログラミングを学んだ。「第1ステップ」ではIoT教材の使い方を学び、「第2ステップ」として高齢者福祉に生かすことができないかを考えさせた(図5)。

発表の中では、おじいちゃん、おばあちゃんの安全確認の方法として、湯沸かし器近くにセンサーを置いて、その作動を見ることや、家族にLINE通知することをプログラムに取り入れたことなどを述べていた。また、薬をよく飲み忘れるという問題の解決策として、朝起きたらスピーカーから「薬の時間ですよ!」、という音声がかかるようにする、などいろいろな提案も出された。

「第3ステップ」では、防災について考え、地震の被害を少なくするため、災害時には、緊急警報として「避難しましょう!」と呼びかける。その後、避難が完了したら、ボタンを一押しし、「今、大丈夫だよ」、というメッセージを通知する。もし、罹災した場合には、ボタンの押し方を変えることにより、「助けてください」のメッセージが流れるようにする。このような具体的なプログラムを、児童が試行錯誤して提案してきた。これらの活動の成果について参観日で発表させると、「失敗することもあったけれども、自分にもできることがあった」とか、「耳や目が不自由な人に何かしら対応できるプログラミングを自分は考えることができた」、など率直な感想を聞くことができた。

さらに、東京工科大学で開催されたフォーラムにおいて、4年生の代表児童がポスター発表にチャレンジしてくれた。公の場で発表をしたことにより、自信も得られたようである。発表では、大学生からプログラミングを教わり、交流を深め、相談を重ねることで、より良いプログラムを組むことができたことに触れながら、防災に関して次の2つのプログラムを紹介した。

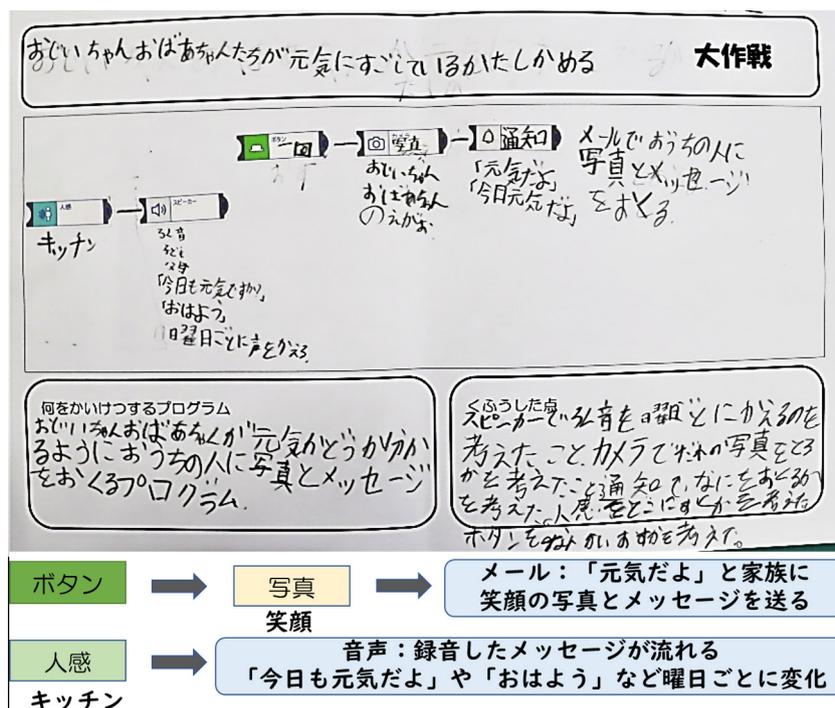


図5 子どもたちが提案したプログラムの一例 (2024)

1つ目に取り組んだプログラム名は「避難所の備蓄を不足させない大作戦」。大規模災害で無事に避難できたとしても、避難所に人が集まれば、すぐに食料などの備蓄品がなくなる。「備蓄品が十分であるか否か」が確認できると、備蓄品配布の優先順位を決めることができる。届け先の避難所が一目でわかるシステムとして、あらかじめ備蓄庫に「ボタンプロック」と「人感ブロック」を設置し、「アンドブロック」によって同時に作動させる。そして、「GPIO ブロック」によって、県庁や市役所になぎ、備蓄が不足している場合には、地図上の「LED ブロック」が光る。この様子を確認できた場合、市役所や県庁の人たちは、店や企業にメールで通知して備蓄が届くように対応してもらおう、といったものである。児童は、災害で道路が通れなくなったときを想定し、空輸するシステムを追加する必要があることにもふれていた。

2つ目は、地震による災害を想定したプログラムで、その名も「家に閉じ込められた人がいないか確認大作戦」である。危険を感じるほどの大きな揺れを「動きブロック」が検知した際に、住宅内に設置したスピーカーからメッセージが流れる仕組みである。メッセージの内容は、「無事である場合は3分間の間にボタンを一回押してください」、「身の危険を感じる場合は近くの避難所へ避難してください」というものであり、子どもたちなりに安否確認のプログラムを検討している様子が見られた。

このように、子どもたちは自ら考えたIoTブロックを使ったプログラムを通じて、「自分にも困っている人たちのために、できることがある」という思いを、自分なりのアイデアで表現しようとしている様子がかがえた。また、その姿からは、新しいことに果敢にチャレンジした様子も伝わってきて、その懸命さが心に深く響いてきた。

## 6. おわりに

フォーラムで発表を行った児童とのやりとりの中で実感したのは、「自分にもできるんだ」という手応えを得ることの大切さである。ウェルビーイングとは、身体的・精神的・社会的に満たされた状態を指すが、「理科

の探究活動って楽しい！」という思いを育むような教育こそが、まさにその実現に向けた第一歩ではないかと感じている。

現代は、予測が困難で多様かつ複雑な課題が次々と現れる、いわゆる VUCA の時代であり、そうした時代だからこそ、しなやかで主体的に生きる人材の育成がますます求められている。自己肯定感やウェルビーイングの大切さは、以前から語られてきたが、現在の教育振興基本計画においても明確に位置づけられ、日本の教育の中でも一層重視されるようになってきている。実際に子どもたちとのふれあいを通じて、改めてウェルビーイングの意義と、それを支える教育の在り方の重要性を実感することができた。

子どもたちは、「自分がどのように動けば地域の役に立つのか」という視点をもつことで、自らの行動や意識に変化が生まれたようである。地域の人々に対して自信をもって発表し、その姿を称賛されるという経験は、子どもにとって大きな喜びであり、ウェルビーイングを実感する貴重な機会となる。「学んでよかった」、「楽しかった」と実感することが、学びを深める原動力となるのである。このような活動は、第1ステップ・第2ステップ・第3ステップと段階的に進めることで効果が高まり、最終的には子ども自身のアイデアを発表する場へとつなげていく構成が望ましいと感じている。こうした経験から、筆者は、マズローの欲求5段階説における最上位の「自己実現欲求」を、子どもたちが満たすことのできるような取り組みに、教育が積極的に貢献していく必要があると考えている。

## 引用文献

1. 小林博典 (1996) 身近な自然を探究し、教育機器を効果的に活用した選択理科の取り組み  
<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/j-kadaiscie/9805/index.htm>
2. 小林博典, 久木元成行 (2024) 豊かな Well-being を育むための小学校プログラミング教育の実践と評価. 臨床教科教育学会誌, **24** (1), 1-10

# 心理学からみた自分で考える力の育成

## Developing the ability to think for oneself from a psychological perspective

小林佐知子

静岡県立大学・短期大学部・教授

e-mail: kobayashi@u-shizuoka-ken.ac.jp

Sachiko Kobayashi

Junior College, University of Shizuoka

受付: 6月24日, 受理: 7月21日

抄録: 近年、学校教育では主体的に学習に取り組む態度が重視されている。主体的に学ぶ子どもは、課題に興味や関心を持ち、自分で考えて行動し、粘り強く取り組んでいく。こうした主体的な学びを子どもたちの内面で支え、原動力となっている心性のひとつに動機づけ (motivation) がある。本論文では、心理学で長年にわたり研究が蓄積されてきた動機づけの概念を基盤に、子どもたちの主体的な学びを育成するためにはどうしたらよいか考えていく。はじめに、さまざまな動機づけ概念の中から内発的動機づけ・外発的動機づけに焦点を当てる。日常的に子どものやる気を引き出すために用いられている報酬の意義に重点を置きながら、適切な大人の関わりについて整理する。次に、動機づけのメカニズムに関して、動機づけに影響する4つの要因 (欲求・認知・感情・環境) について説明する。また、内発的動機づけを育む土壌としての遊びの重要性について論じていく。さらに、動機づけを育む環境について、物的環境と人的環境の2側面から考察する。

キーワード: 動機づけ、遊び、環境

**Abstract:** In recent years, school education has emphasized attitudes that encourage children to take a proactive approach to learning. Children who learn proactively are interested in and curious about the tasks at hand, think for themselves, take action, and persevere. One of the psychological factors that supports and drives proactive learning in children is motivation. This paper explores how to promote children's proactive learning, drawing on the concept of motivation, which has been extensively studied in psychology over many years. First, we focus on intrinsic and extrinsic motivation among various concepts of motivation. We emphasize the significance of rewards, which are commonly used to motivate children in everyday life, and organize appropriate ways for adults to interact with children. Next, we will explain the four factors that influence motivation (desire, cognition, emotion, and environment). We will also discuss the importance of play as a foundation for fostering intrinsic motivation. Finally, we will examine the environment that encourages motivation from two perspectives: the physical environment and the human environment.

**Keywords:** motivation, play, environment

### 1. はじめに

近年、学校教育法の改正に伴い「学力の3要素」(知識・技能、思考力・判断力・表現力等、主体的に学習に取り組む態度)が明確化され、新学習指導要領においては学力の3要素を重視した学習評価が求められるようになっていく。学校では知識や技能を習得すること、問題解決や創造的活動を行うための力や主体的に学習に取り組む態度をバランスよく育むことが重要とされている。特に、主体的に学習に取り組む態度のように、子どもが

自ら学習に向かうための内面的な心性が学校教育では重視されるようになっていく。このような心性に関連する心理学の概念には「学習意欲」や「エンゲージメント (engagement)」、「動機づけ (motivation)」などがある。「学習意欲」とは、本人の学びたいという「欲求」を基盤に学び始め、学び続ける「意思」を伴う心の現象を意味する(1)。「エンゲージメント」とは、本人が課題に注意を向けて、意識を集中させて没頭して取り組んでいる心理的状态である(2)。学習することに対して楽しさなどポ

ジティブな感情を感じつつ、課題に集中して持続的に熱中している状態である。「動機づけ」は行動を一定の方向に向けて生起させ、持続させるプロセスや機能全般を意味する。学習意欲やエンゲージメントとは異なり、社会的に望ましくない行動も含めた行動全般が対象である。本論文ではこの動機づけ概念を主軸に、子どもが自ら学び、考える力を育てるとはどのようなことかを論じていく。

## 2. 自分で考える力を支える「動機づけ」

### 2.1. 内発的動機づけ

子どもの頃からキリンが大好きで、ついには「キリン博士」になった郡司芽久氏は、朝日新聞(3)の記事の中で子どもの頃に宿題にやる気が出なかった一方、読書や数学など楽しいと思うことにはやる気が出たというエピソードを紹介している。以下はその中からの抜粋である。

*私の場合は、楽しいと思うことや、新たなことを明らかにするという時などに、やる気の芽が出てきました。そうして自分の中から湧いてくるやる気は一番強く、長続きもすると感じます。逆に、誰かから与えてもらったやる気はすぐに枯渇してしまいます。*

自分の中から湧いてくるようなやる気と他者から与えられたやる気はなぜ異なるのか。心理学では行動を起こすメカニズムを動機づけと呼ぶが、前者のようなやる気を「内発的動機づけ」、後者のようなやる気を「外発的動機づけ」の概念に置き換えることができると考える。内発的動機づけは、外的な報酬などに依存しない動機づけのことであり、楽しいからやるというように、課題そのものに主体的に喜びを見出すような動機づけである。例えば虫が好きで、時間があれば虫の観察をするような子どもにとっては、昆虫採集に出かけたり、図鑑や本で虫のことを調べたりすることは楽しいことである。このときの子どもの内面では、内発的動機づけが原動力になって一連の行動を支えているといえる。

生き物に限らず、自然の仕組みや、自然の中に潜む原理や法則を見つけるような自然科学の世界では、何かを夢中になって観察したり調べたりする内面的なエネルギーが必要であると考えられる。おそらく、理科好きな子どもにおいては、周りの自然の中に興味や関心を引き出す誘因が存在し、それらが自動的に彼らの内発的動機づけを生起させるのであろう。

他方、外発的動機づけは報酬を求める、あるいは罰

を避けるために行動するという賞罰に基づく動機づけのことである。前述のエピソード内の「他者から与えられたやる気」とは、大人のはめ言葉やご褒美(報酬)によって誘発される外発的動機づけであると考えられる。もし、宿題をやらないとおやつをもらえない、あるいは叱責されるという罰があり、子どもがそれを避けるために机に向かうのであれば、そのときの心理プロセスは外発的動機づけに含まれる。実際には、このように報酬を得るためや罰を回避するために子どもがやる気になることも少なくない。子どもはすぐに反応するため、効果があるように感じやすい。そのため、大人はこれらに頼りがちである。しかしながら、日常生活の多くの行動は外発的動機づけによるものであり、報酬の与え方が適切であれば問題なく子どものやる気を促進することができる。子どもに自ら考え、学ぶ力を育てるためには、このように内発的動機づけ・外発的動機づけの視点で考えていくと見えてくることがある。

なお、やる気という言葉は社会的に望ましい行動に向かうというポジティブな意味で使われる言葉であるが、動機づけ理論が対象とする行動に「良い」・「悪い」といった価値判断はなく、中立的な考え方である。たとえ社会的に望ましくない行動であっても、動機づけ理論の対象となるのである。そのため、「やる気」という表現は必ずしも適切といえないかもしれないが、一般的にわかりやすいため、本論文ではやる気という言葉を用いている。

### 2.2. アンダーマイニング効果

上述の朝日新聞の記事(3)の中に、子ども時代の郡司氏に対する保護者の関わりについて、以下のような記述がある。

*私自身は、自分の中に育ってきたやる気の芽を折らずにいてもらったことが、研究者という今につながっています。子どもの頃、親は私にやる気を出させるようなアプローチはしませんでした。私の中でやる気が膨らむのを待っていてくれた。宿題をせず本を読みたいと言えば、その本を図書館で借りたり買ったりしてくれました。*

この記述を読む限り、郡司氏の保護者は外発的動機づけのような報酬による方法で子どものやる気を引き出すとはしていない。反対に、内発的動機づけ、つまりやる気が生起するのを待つことを基本とし、やる気が生起したときにそれを促進するような関わりをしている。こ

れが、内発的動機づけを大切に育む（損なわない）関わり方といえるのかもしれない。子どもの内発的動機づけを引き出すには、待つ・見守るといったあたたかいまなざしや忍耐力のようなものが必要と考えられる。

他方、内発的動機づけを損なうような現象があり、アンダーマイニング効果と呼ばれる。動機づけ研究において内発的動機づけが注目されるようになったのは、アンダーマイニング効果 (4) が発見されたときからである。アンダーマイニング効果とは、内発的動機づけがある人に報酬を与えると、その報酬がなくなったときに、もともとあった内発的動機づけが失われるといった現象である。Deci (1971) の追試的研究を行った Lepper et al. (1973) (5) は、絵を描くことが好きな（絵を描くことに内発的動機づけが高い）幼児を3グループに分けた。Aグループには絵が上手に描けたら賞状（報酬）がもらえることが約束され、実際に賞状をもらうことができた。Bグループの幼児には賞状がもらえることは約束されなかったが、描き終えたときに賞状を与えられた。Cグループの幼児には賞状がもらえるという約束はなく、実際にもらうこともなかった。このような実験手続きの前後には、自由遊びの時間が設けられた。この自由遊びの時間で、各グループの幼児がどれだけ絵を描くことを選択するか、すなわち自発的に絵を描く時間が測定された。その結果、AグループはB・Cグループに比べて実験後の内発的動機づけが低かった。また、手続きの前後で同じグループ内で比較をした結果、内発的動機づけが低下することが示された。このような現象はなぜ起きたのか。それは、もともと好きで絵を描くという動機づけが、報酬である賞状を期待して描く動機づけへと変化したためである。Bグループのように絵を描いた後で与えられた賞状に対しては、子どもたちは期待をしていなかったため内発的動機づけが変化しなかった。

アンダーマイニング効果を踏まえると、自然観察が好きな子どもに対して、「自由研究で〇〇の観察を毎日続けたらご褒美をあげる」と研究をする前に報酬を約束すると、もともとの自然観察が好きという特性が損なわれてしまう可能性がある。郡司氏の記事における「やる気の芽を折らない」ということは、このような意味があると考えられる。報酬欲しさに子どもは喜んで自由研究に取り組むかもしれないが、一方で報酬のために研究するという内面的な変化が起きてしまうリスクも含めて大人は対応に注意する必要がある。報酬は決して悪ではない。価値ある研究をした後で（期待していなかったタイミングで）報酬を与えることは問題ないようである。ほめる

という行為も、研究後に与えられる言葉の報酬であり、アンダーマイニング効果を引き起こさないため、有益である。このような動機づけ理論に基づくと、子どもが課題に取り組む前に報酬を提示してそれらを目的にしてしまわないこと、その子どもが持っている特性を理解し、内発的動機づけの芽をあたたかく見守ることが大切なようである。

### 2.3. 動機づけに影響する4要因

動機づけのメカニズムには4つの要因が影響すると考えられており、これらが相互作用しながら機能している (1) (図1)。一つめは「欲求 (need)」である。食欲や睡眠欲などの生理的欲求は、身体ホメオスタシスを維持するために生起する。また、親和欲求や承認欲求のような社会的欲求は、後天的に学習されたものであり、生理的欲求を抑えてでも充足を求めようとすることがある。たとえば、寝食を後回しにして課題を達成したいという欲求を優先するような場合である。

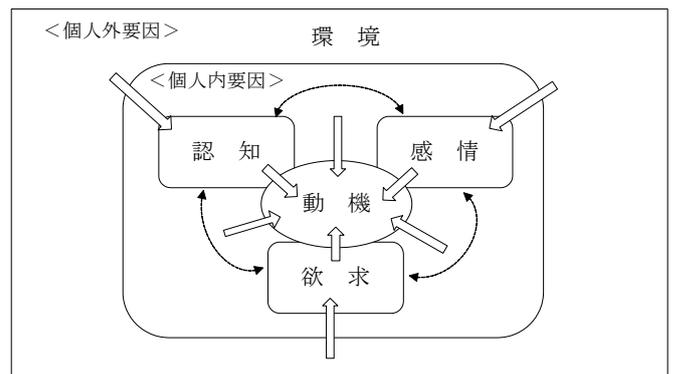


図1 動機形成のダイナミズム (1)

2つめは「感情 (affect)」である。人は“楽しい”“うれしい”といったポジティブ感情を伴うことを求める傾向があり、“怖い”“不快だ”といったネガティブ感情を伴うことは極力避けようとする。苦手な教科の学習は、テストで何度も悪い点をとったなど過去にネガティブ感情を繰り返し経験したため、その教科の学習を避けようとする。しかし、大会で2位になったスポーツ選手が悔しさをばねに練習に打ち込むように、屈辱感や怒りのような感情が動機づけを高めることもある (6)。

3つめは「認知 (cognition)」である。“これをやることには意味がある”とその行動に価値を見出すことや、“これはきっと自分の将来に役に立つ”という信念、“がんばればできそうだ”と期待することや見通しをたてることも含まれる。

4つ目の要因は「環境 (environment)」である。人的環境のように、周囲の人との関係性も動機づけを左右する。

また、社会や文化も含めた物的環境も動機づけに影響する。環境要因については、「4. 動機づけを育む環境とは」で詳しく述べる。

### 3. 遊びの重要性

#### 3.1. 内発的動機づけを育む“遊び”

虫が好きな子どもは、虫を採集してじっくり観察しながら、虫のことを五感を通して知ろうとしたり、虫のことを知るたびに喜びや楽しさを感じたりする。これらを繰り返すたびに新しい発見や喜びに出会い、虫に関する興味・関心がさらに高まり、学びは深まっていく。このようなプロセスの中で子どもが主体的に考え、行動する力は育まれていく。こうした子どもの力を育む（損なわない）ためにはどうすればよいのだろうか。そのヒントは、子どもの「遊び」にあると考える。

遊びの定義は、① 自発性（自分からすること）、② 自己完結性（満足するまですること）、③ 自己報酬性（「楽しい」という感覚など自分に報酬を与えること）に集約される(7)。遊びは子ども自身の自発性に支えられて展開するものであり、子どもたちは欲求に従って遊び、遊びの開始と終わりを自分で決めるという主体性や、楽しいというポジティブ感情を体にしみ込ませていく。遊びが生活の中心である幼児期は、自ら考える力の土台を作るために特に大切な時期といえるであろう。学校での学習の動機づけを高めるためには、ポジティブ感情を体験することが重要と考えられているように(1)、何かに夢中になって遊び込むことは、その後の学習に向かう態度につながっていく。

#### 3.2. 脳の働き

また、内田(8)によると、生後10ヶ月頃に「第一次認知革命」と呼ばれる認知発達の変化が起きる。この時期に、大脳辺縁系の海馬と扁桃体がネットワーク化されはじめ、体験の記憶が蓄積されるようになる。海馬には記憶を司る役割があり、一時的に記憶される短期記憶を一旦整理し、長時間保存される長期記憶へと情報をつなぐ働きをする。扁桃体は情動反応に深く関連し、出来事が危険かどうかを判断したり、強い情動を伴う出来事と結びつけた記憶を強化したりする。子どもが楽しいと感じる経験をするとき、扁桃体がポジティブ感情で満たされるため、海馬の働きが活性化し、新しい知識がどんどん長期記憶へと転送されていくのである。子どもが何かに夢中になって遊ぶときや、新しい発見にわくわくするようなときは、知識が蓄積され、ますます学び

が深まっていく。反対に、強制的に宿題をやらされたり、苦手だと思える教科を学習するようなときは、扁桃体がネガティブ感情に満たされるため海馬の働きも抑制されてしまう。子どもの主体的に考え行動する力を育むうえで、子どもにとってその経験や学習が楽しいと感じられるかどうか大切といえる。

#### 4. 動機づけを育む環境とは

動機づけ理論の視点からみると子どもの主体的な思考や行動を考えるうえで、子どもの内面で生じた欲求、認知、感情を促進するための環境を整えることは大切である。主体性に限らず、子どもが生まれ持った能力は環境と相互作用して発達していくため、大人はその子が持っている能力を引き出す環境を用意することが大切である。虫が好きな子どもが虫の飼育をしたり、図書館に行き虫の本を借りたりするように、子ども自身も身の回りの環境を選びとっていく。しかし、都会の中での昆虫採集や虫の飼育がなかなか難しいように、子供自身の環境選びには限界があるため、休日に野山に連れていくなど大人の支援が必要である。他方、虫に詳しい大人が近くにいる、飼育方法などを教えてくれる場合がある。大人はどのような支援をするとよいか、このように物的環境と人的環境の2側面から子どもを取り巻く環境について考えていく。

#### 4.1. 物的環境

子どもを取り巻く物的環境は社会変動に伴い大きく変化する。海や川、湖、沼、森、林、草むら、田や畑といったさまざまな生物に出会う場は減少し、保育施設や公園、動物園などの限られた空間の中ではじめてダンゴムシやメダカなどの虫や魚、ウサギなど小動物と触れあう子どもも少なくないであろう。他方、社会のデジタル化は進み、子どもたちはスマートフォンやタブレット、ゲーム機など多様なデジタルメディアに触れている。家庭でも保護者が育児でインターネットを利用する機会が増えている。例えば3歳児の70%以上はインターネットからデジタルメディア、特に動画視聴をしている(9)。デジタルメディアで遊ぶことも、遊びの定義(7)である① 自発性、② 自己完結性、③ 自己報酬性に当てはまるが、デジタル機器の過度な使用は身体への影響を及ぼすことが懸念されている。世界保健機関(WHO)(2019)は、「子どもの身体活動、睡眠に関するガイドライン」を発表し(10)、乳幼児の座位行動が長いと睡眠の質が下がること、画面視聴のための座位行動はできるだけ短くす

ること、養育者が絵本の読み聞かせをするなど親子間で相互にやりとりのある活動をするを推奨している。

また、デジタルメディアによる遊びはあくまで間接的な体験である。外遊びのような直接的な体験とは異なり、対象物に直接触れる、観察する、痛さを感じるなど五感が刺激されることがない。一方で、興味があることを詳しく知る、直接触れることができないものを見るなど直接的な体験を補ってくれる役割もある。デジタルメディアが新しい興味のきっかけづくりになることもある。デジタル社会の中で、子どもの主体的な思考や行動を育むためにはどのような物的環境を整えていくか、大人が問われているといえる。

## 4.2. 人的環境

2.1. で紹介した新聞記事から、郡司氏の保護者は、宿題をやらない我が子に対して報酬や叱責による外発的動機づけではなく、本人の内発的動機づけが生起するのを見守り、興味のある本を購入するなど動機づけを広げるような関わりをしていたことがうかがわれる。この場合は、保護者という人的環境に恵まれていたと考えられる。動機づけ理論の1つに、「自己決定理論」(11, 12)がある。自己決定理論には4つの下位理論があり、その中で最も新しい理論が「基本的心理欲求理論 (basic psychological needs theory)」である。基本的心理欲求理論では、人は有能感、関係性、自律性という3つの根源的な欲求が満たされるときに内発的動機づけが高まると考えられている。

この中の関係性の欲求とは、他者との間につながりをもちたいという欲求のことである。相談できる人がいる、励ましてくれる人がいる、周囲から親切にされている、信頼関係を築いていると感じることでこの欲求は満たされる。子どもが安心して学ぶことができること、他者とのやりとりによって学びが広がることも関係性の欲求とむすびついている。虫が好きな子どもをあたたく見守り、困ったときに助けたり励ましてくれる大人や、努力を認めてくれたり新しい視点が得られるような助言をしてくれる仲間や大人がいることにより、子どもの関係性の欲求は充足され、内発的動機づけが促進されていく。

保育の現場では、「虫博士」「恐竜博士」などさまざまな「博士」と呼ばれる子どもを見かけることがある。そ

れは本人が名付けたのではなく、周囲の子どもたちや保育者がその子の知識の豊富さを認め、賞賛する中で生まれたものである。周囲の人に受容され、関係性欲求が満たされる環境下で子どもたちは好奇心を発揮し、“もっと知りたい”“こうしてみよう”と有能性や自律性の欲求も充足されていくと考えられる。家族の縮小化が進む現代社会においては、保護者以外の人的環境を整えていくことが大切ではないだろうか。

## 引用文献

1. 鹿毛雅治 (2013) 学習意欲の理論－動機づけの教育心理学. 金子書房
2. 鹿毛雅治 (2012) モティベーションをまなぶ 12 の理論:ゼロからわかる「やる気の心理学」入門! 金剛出版
3. 郡司芽久 (2025) (耕論)「やる気」はどこに. 朝日新聞 (朝刊), 2025年1月25日, 15面
4. Deci, E.L. (1971) Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, **18** (1), 105-115
5. Lepper, M.R., Greene, D., Nisbett, R.E. (1973) Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the "overjustification" hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, **28** (1), 129-137
6. 速水敏彦 (2012) 感情的動機づけ理論の展開: やる気の素顔. ナカニシヤ出版
7. 河邊貴子 (2014) 幼児教育に求められる「遊びの質」とは何か. 「これからの幼児教育」2014年夏号, 2-5  
[https://benesse.jp/berd/up\\_images/magazine/koreyou\\_2014\\_summer\\_all.pdf](https://benesse.jp/berd/up_images/magazine/koreyou_2014_summer_all.pdf)
8. 内田伸子 (2017) 子どもの見ている世界: 誕生から6歳までの「子育て・親育ち」. 春秋社
9. こども家庭庁 (2025) 令和6年度青少年のインターネット利用環境実態調査結果  
[https://www.cfa.go.jp/policies/youth-kankyau/internet\\_research/results-etc/r06](https://www.cfa.go.jp/policies/youth-kankyau/internet_research/results-etc/r06)
10. World Health Organization (2018) WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age.  
<https://iris.who.int/handle/10665/311664>
11. Deci EL, Ryan RM. (1985) Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York, Plenum Press.
12. Ryan RM, Deci EL. (2000) Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, **55**, 68-78

# 紫外線カメラが開かず虫や鳥が見ている世界

## The world as seen by insects and birds, as revealed by ultraviolet cameras

浅間 茂

NPO 法人・自然観察大学学長

e-mail: s.asama@d8.dion.ne.jp

Shigeru Asama

Chiba Ecosystem Research Institute /

NPO Nature Observation University

受付: 6月12日, 受理: 7月21日

抄録: 私たちヒトを含むほ乳類は、紫外線が見えない。ほ乳類以外の眼の発達した動物は紫外線が見える。ほ乳類の祖先は恐竜の時代に出現し、捕食を恐れて森の中にひっそり隠れ、夜に活動した。そのために紫外線を見る能力を失ったのである。他の動物たちは、どんな世界を見て、紫外線をどんな風に利用しているのか。紫外線を見るために、カメラを改造し、あらゆる動植物の紫外線写真を撮り始めた。そこにはワクワクドキドキする驚くべき世界が広がっていた。科学の土台は、誰も知らない事を知る・発見する喜びである。真っ黒なカラスは、紫外線写真では模様があり、カラス同士が個体識別している。国蝶のオオムラサキは紫外線を反射して雌を惹きつけている。食虫植物のウツボカズラの捕虫嚢は、紫外線反射で虫を誘っている。そんな新しい発見の事例を紹介しながら、虫や鳥が見ている紫外線の世界を観察・研究している。

キーワード: 紫外線写真, カラス, オオムラサキ, ウツボカズラ

**Abstract:** Humans and other mammals cannot see ultraviolet rays. Animals other than mammals with highly developed eyes can see ultraviolet rays. The ancestors of mammals appeared during the age of dinosaurs and lived quietly in forests, hiding from predators and being active at night. As a result, they lost the ability to see ultraviolet rays. How do other animals see the world and utilize ultraviolet rays? To see ultraviolet rays, we modified cameras and began taking photographs of various animals and plants. There, we discovered an exciting and surprising world. The foundation of science is the joy of learning and discovering things that no one knows. Black crows, which appear completely black to the human eye, have patterns that are visible in ultraviolet photographs, enabling them to identify one another. The national butterfly of Japan, the Japanese emperor (*Sasakia charonda*), reflects ultraviolet rays to attract females. The insect-catching pouches of the tropical pitcher plant reflect ultraviolet rays to lure insects. While introducing such new discoveries, we observe and study the ultraviolet world seen by insects and birds.

**Keywords:** ultraviolet photography, crow, Japanese emperor (*Sasakia charonda*), tropical pitcher plant

### 1. はじめに

私たちがヒトが見ている可視光線は波長の短い青から、長い赤までの380nm～780nmの範囲である。より波長が短ければ紫外線、長ければ赤外線になる。動物によって見える範囲は異なる。ほ乳類以外は紫外線を見る事ができる。360nmまでは良く見え、さらに短くなるとだんだん見えなくなる。私のカメラは360nmの紫外線を透過するフィルターを使っている。紫外線写真で暗くなるのは紫外線を吸収し、明るくなるのは紫外線を反射し紫外色が強く見えることを意味する。カメラのCCD

やCMOSのイメージセンサーにより、紫外線感知能力は異なる。またそのセンサー前には、赤外線カットや紫外線カットフィルターがある。普通のガラスでできているレンズは、紫外線を通さない。そのために紫外線カメラとして改造するには、いろいろな工夫が必要である。紫外線カメラで撮影すると、それは紫外色だけの写真となる。でも実際には、その紫外色はどんな色をしているのか分からない。しかしそれから得る情報は、紫外色が見える動物の世界に一歩近づく事になる。何故色が分からないかということ、私たちは脳で視覚情報を見ている

からである。

## 2. 有害な紫外線を防ぐ

シミや皮膚ガンを引き起こすといわれている紫外線。その紫外線を防ぐために日焼け止めクリームを塗るが、その日焼け止めクリームは紫外線を吸収して、体の内部に紫外線が入る事を防いでいる(図1, 2)。吸収された紫外線は、赤外線つまり熱として、外に放出される。黒い傘と白い傘どちらが、紫外線防御に役立つかという、黒い傘である。黒い傘は紫外線を吸収して熱に変える。白い傘は反射するが、中に紫外線が透過して入り込んでくる。だから、低緯度地域に黒人が、高緯度地域に白人が生きている。黒人の黒いメラニン色素が紫外線を吸収してくれるからである。動物分布も同じで、ツキノワグマは黒く、ホッキョクグマは白い。しかし、ホッキョクグマの皮膚は真っ黒である。紫外線防御のためである。シラサギの仲間、ダイサギ、チュウサギ、コサギなどは白色であるが、皮膚の裏は真っ黒である。いずれもメラニン色素で紫外線を吸収し、体の内部に入るのを防いでいる。



図1 日焼け止めクリーム(可視光画像)



図2 紫外線を吸収する日焼け止めクリーム(UV画像)

## 3. 人間に対しての紫外線の役割

紫外線は悪いばかりではない。紫外線はビタミンDを皮膚で合成する。ビタミンDはカルシウムの吸収を促進し、骨の健康に役立っている。私たちが走ったり跳んだりできるのは、紫外線のおかげである。北欧に住んでいる人は、そのため適度な日光浴をする。

リンゴは真っ赤になり、おいしそうになる。この赤くなるのは紫外線から身を守るために赤い色素をつくり、赤くなる。高山植物の花がきれいな色をしているのは、高山は紫外線が強いため、紫外線防御のために、色素をつくりあでやかな色になる。私たちにとって紫外線は害ばかりでなく、骨の健康や免疫力を高めるだけでなく、生活に潤いをもたらしてくれている。

## 4. 植物と紫外線

### 4.1. 花のネクターガイド

長い歴史の中で植物は、食われるばかりでなく花粉運搬に昆虫や鳥を利用するようになった。私たちにとって一色の花に見えても、蜜のある中心部は紫外線を吸収するために、昆虫や鳥には違う色に見え、蜜の在処を容易に知ることができる。ここに蜜があるよ、と教えてくれるネクターガイドである(図3, 4)。ツツジはチョウによって受粉されるが、チョウの口吻の入り口は一枚の花弁の上の方であり、その部分が紫外線を吸収している。似た様な黄色の花を咲かすヘビイチゴの仲間であるヘビイチゴやオヘビイチゴ、ヤブヘビイチゴなどは、紫外線写真で見ると吸収部の部分の模様が異なるために、容易に違いが分かる。黄色の花は、花弁の黄色の部分が強く反射し、蜜の在処を示すネクターガイドは強く吸収するため、コントラストがはっきりしているものが多い。このように花の中には、ネクターガイドを持っているものが多く見られる。



図3 菜の花(可視光画像)

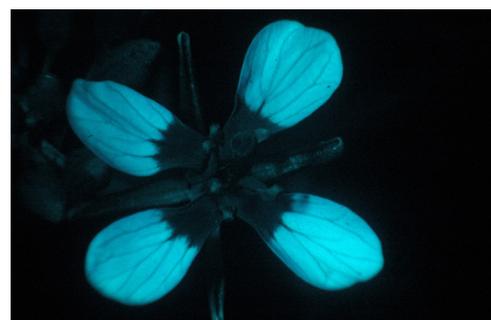


図4 菜の花のネクターガイド(UV画像)

## 4.2. 紫外線が強い所に咲く花

高山・水辺・熱帯では紫外線が強いために、花の紫外線写真を撮ると、多くの花は花卉全体がいずれも紫外線を強く吸収する。花は植物にとって大事な生殖場所である。紫外線の被害を防ぐために、色素物質によって紫外線を吸収している。サボテンの花や水辺に咲くスイレン、ハスの花は紫外線を吸収することで、遺伝子破壊を防いでいる（図5, 6）。



図5 スイレンの花（可視光画像）

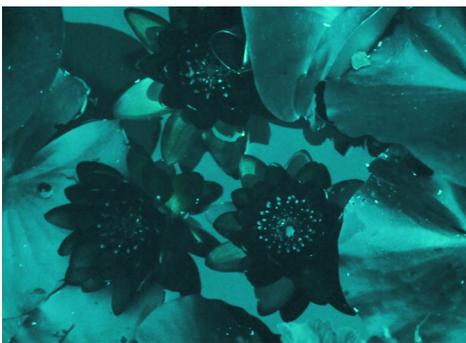


図6 スイレンの花は紫外線を強く吸収（UV画像）

## 4.3. ウツボカズラの捕虫囊の紫外線利用

ボルネオに見られるウツボカズラの捕虫囊の紫外線写真を撮影した結果、面白い結果が得られた。ウツボカズラは痩せた土地に生える植物であり、捕虫囊の入り口の先端で蜜を分泌し、虫を誘い込み、滑り落とす。捕虫囊の内部の消化液で消化し、栄養を得ている植物である。いろいろなウツボカズラを撮影したところ、多くのウツボカズラの捕虫囊の内部は、強く紫外線を反射した（図7, 8）。蜜だけでなく、紫外線反射でも虫を誘引しているのだろう。しかし大型の捕虫囊は紫外線反射が見られなかった。これらは、蜜を多量に分泌し、ツパイや鳥などを引き寄せ、その糞を栄養源としているためと思われる。



図7 ウツボカズラの捕虫囊（可視光画像）

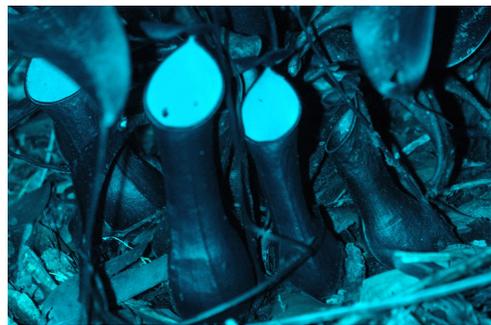


図8 紫外線を強く反射するウツボカズラの捕虫囊（UV画像）

筆者は2024年3月にボルネオのクバ国立公園を訪れた。そこに生息する世界で2番目に小さなカエルの幼生は、ウツボカズラの捕虫囊の中で育つという。おそらくこの捕虫囊内の消化液の働きは弱く、カエルとの共生関係にあるのだろう。もしそうなら発育を早めようと、捕虫囊は温度を高めるために紫外線を吸収するかも知れないと、予想した。撮影すると強く紫外線を吸収する。中のオタマジャクシは紫外線防御のための色素をつくる必要が無いために白っぽい。熱帯といっても気温は27度から31度の間である。温度を高くすることで、より多くの排出物を得ていると推定される。

## 5. 動物と紫外線

### 5.1. 個体識別

カラスは真っ黒であるが紫外線写真を撮ると、模様が現れる。鳥の9割は紫外線反射で、雌雄を見分けているという。紫外線反射が強いのは雄だと思われたが、確認のため我孫子市立鳥の博物館の標本を借用した。カラスの雌雄は屋外では見分けられない。ハシブトガラスの雌雄の標本の紫外線撮影の結果、模様は雌雄の違いではなく、個体によってそれぞれ異なることが判明した（図9, 10）。カラスは個体識別を紫外線の視覚を通じて行っている。ただそれだけでなく、鳴き声や歩き方などの違いを総合して判断しているのだろう。このような紫外線反射が異なるのは、羽根の構造色によるものと思われる。



図9 ハシブトガラス (可視光画像)



図10 模様が見えたハシブトガラス (UV 画像)

ニセスズメダイが紫外線で仲間の顔を見分けるという論文がオーストラリアで報告された。ニセネツタイズメダイは、浅い珊瑚礁の海に群れて生活している小型の魚である。似たような生活をしているネツタイズメダイを、紫外線を通す水槽の中で、魚が泳いでいる状態で、紫外線撮影を試みた。可視光線では分からなかった斑紋が、紫外線写真で浮かび上がった。それぞれ斑紋模様が個体によって異なっている。ネツタイズメダイは、この斑紋で個体識別し、社会生活をしている。

## 5.2. 雌雄の識別

モンシロチョウは、雌雄で紫外線反射が異なる事が知られている。雄は紫外線を吸収し、雌は強く反射する。モンシロチョウ同士は一目瞭然で雌雄を判別している(図11, 12) (1)。何故このように異なるのか。電子顕微鏡で鱗粉の微細構造を調べた結果、雄は格子状の窓の中に粒子状のものが詰まっているが、雌には見られなかった。この粒子状のものが紫外線を吸収するのだろう。16年前から紫外線の写真を撮り始めているが、雌の紫外線反射で変化が見られる。始めた頃は、雌は全て強く紫外線を反射していたが、年々あまり紫外線を反射しない雌が増えてきた。モンシロ

チョウは元々ヨーロッパ原産で、ヨーロッパの雌は紫外線をあまり反射しない。昔、日本に渡ってきたものは、紫外線を吸収する粒子状のものを完全に失った雌であり、その雌が日本に広く分布するようになったのだろう。最近ヨーロッパから、モンシロチョウが再び入り込んで来ていると思われる。強く反射する雌がモテると思われるが、写真(図12)で示したように、あまり反射しない雌とも交尾している。紫外線反射が強い雌は、鳥に襲われる確率が高い。雌の紫外線反射の異なる雌の割合は、今後どう変化していくのだろうか。私たちが見えない紫外線の世界で、モンシロチョウの世界は大きく変化している。



図11 下の雌は強く紫外線を反射

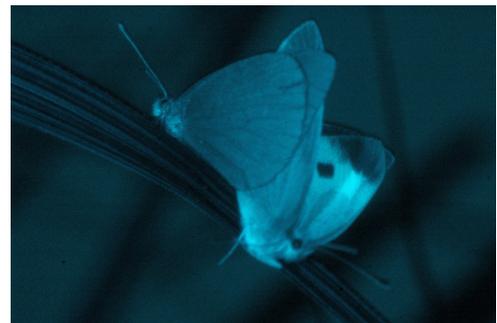


図12 あまり反射しない雌

## 5.3. 求愛に利用

紫外線が見える目の良い動物、特に鳥や昆虫は紫外色を求愛の際に利用している。日本の国蝶であるオオムラサキは大型で美しいチョウである。雄の翅は青紫色をしていて、派手な色彩である(図13)。紫外線写真で撮影すると、その青紫色の部分は、強く紫外線を反射する(図14)。この青紫色は構造色による発色であり、波長が連続している紫外線部分も反射していると思われる。チョウの目はあまり良くないが、この強い紫外色は、雌を惹きつけるのに役立っていると思われる。雌の翅はあまり紫外線を反射しない。



図 13 オオムラサキの雄 (可視光画像)



図 14 強く紫外線を反射 (UV 画像)

#### 5.4. 捕食者からの逃避

トカゲの尾は青色をしている。あの青色は強く紫外線を反射する。鳥やヘビなどの捕食者に襲われたとき、自切により尾が切り離され、尾はくねくねと動き回る。捕食者は、紫外線反射が強い尾に目がいき、その隙にトカゲは逃げ延びることができる。そのため、大洋に浮かぶ島では、どんな捕食者がいるかによって、紫外線反射が異なるという (2)。捕食者がいない島では、エネルギーを使って紫外線反射する構造を、わざわざつくる必要はないからである。

クモは網の中心部近くに隠れ帯を付けるものがあるが、その役割は諸説がある。はっきりしているのはカタハリウズグモの隠れ帯である。お腹が空いているときはウズ状の、お腹がいっぱいの時は、直線状の隠れ帯を付けるという (3)。渦状の隠れ帯の場合は糸の張力が増し、それでクモは小さな餌でも反応する。直線の場合は張力が弱まり、大型の餌にしか反応しないという。紫外線写真でクモの網を撮影すると、蜘蛛の隠れ帯は全て強く紫外線を反射する。ナガコガネグモの隠れ帯の紫外線写真をクモのいる裏側から撮影すると、可視光線ではクモの姿がはっきり見えるが、紫外線写真では姿が隠れ帯の紫外色で隠れて、見えなくなる (図 15, 16)。まさに隠れ帯は隠れるのに役立つ。また、ナガコガネグモは危険が迫ると、網を揺さぶる習性がある。このことは紫外線反射の強い隠れ帯が大きく揺れる事で、捕食者を驚

かす効果が大いと思われる。



図 15 ナガコガネグモを後から撮影

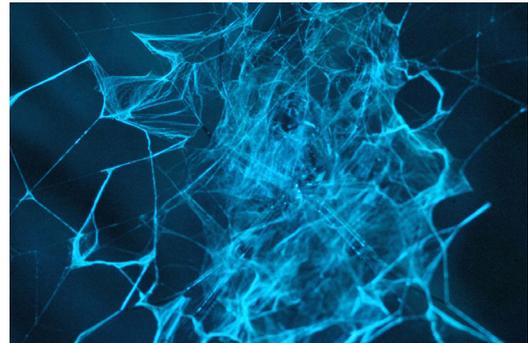


図 16 紫外線写真ではナガコガネグモ姿が見えない

#### 5.5. 温度調節

アカエリトリバネハは温度を高めるために、翅に紫外線を吸収する仕組みを持っている事は、よく知られている (4)。マレーシアの国蝶であり、ボルネオでは低地からキナバル山の登山口 (1,500m) まで分布している。紫外線写真で撮影すると、翅が強く吸収していることがわかった。熱帯のチョウなのに、なぜ紫外線を吸収し温度を高くするのだろうか、と、長らく疑問を持っていた。2025年1月に、チョウの産地として知られるマレー半島のキャメロン高原に出かけた。キャメロンハイランドは高原で涼しく、朝は21度で昼は25度前後である。朝では、アカエリトリバネアゲハは動かず、葉陰の枝に止まっている。触るとそのまま死んだようにポトリと地面に落ちてしまう。太陽が出て温度が上がり始めると翅をバタバタと動かし、温度を上げている。そして24度くらいになると飛び始める。低温には弱いチョウである。そのため、できるだけ紫外線を吸収し、温度を高くしているのであろう。同じ黒色でもキシタアゲハとアカエリトリバネアゲハを並べて見ると、紫外線吸収の違いが明らかである。アカエリトリバネアゲハの紫外線吸収は極めて強い。

シオカラトンボは塩を吹いた様に青白い色彩であり、ほぼ100%近く紫外線を反射する。雌はムギワラトンボ

とも言われ、麦わら色をしている。雄は水辺に縄張りを持ち、常に日差しの強い所にいる。そのために紫外線だけでなく、体温の上昇を防ぐ必要もある。白い傘は紫外線を反射もするが、透過も見られる。しかし、シオカラトンボの雄は紫外線を、ほとんど反射する（図 17, 18）。体のワックス成分で反射しているが、この成分と同じような、日焼け止めクリームができないか、研究されている。その結果、今販売されている紫外線を吸収するクリームに比べて、ほぼ完全に反射するクリームができれば、体が熱くなることはないであろう。

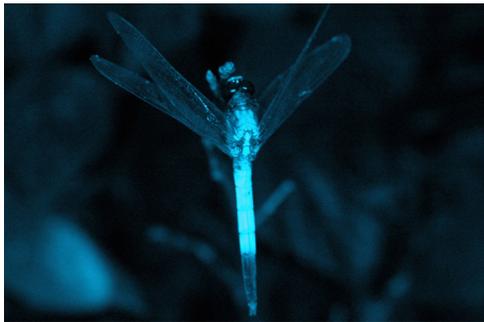


図 17 シオカラトンボの雄 (UV 画像)



図 18 強く紫外線を反射 (可視光画像)

## 6. まとめ

カワセミの青色は色素でなく、微細構造による構造色によるものである。あの構造色は紫外線を反射するのだろうかという疑問を持ち調べたが、論文は皆無であった。それでは紫外線が写るカメラをつくらうと思い、試行錯誤で取り組んでつくった紫外線カメラで、あらゆる動植物を取り始めた。それらをまとめたものが、「虫や鳥が見ている世界—紫外線が開かす生存戦略」(中公新書)である。その内容の一部と、新しい知見を含めて講演内容とし、また論文をまとめた。前述のカワセミの背中の青色は紫外線を反射し、胸の黄褐色は吸収した。青色はオオムラサキと同様に構造色によって連続した青と紫外線を発色する。この青色の羽の裏は灰色で、自然界は無駄なエネルギーを使わない事が分かる。胸は紫外線を吸収しているので、メラニン色素による発色であると分かる。紫外線カメラを通して、ウツボカズラの紫外線反射や紫外色のカラスの斑紋、ナガコガネグモの隠れ帯の役割など多くの新しい発見があった。どうしてだろうという疑問を常に持ち、今後とも丁寧に自然の観察・研究を続けていくつもりである。

## 引用文献

1. Obara Y, Hidaka T (1968) Recognition of the female by the male, on the basis of ultra-violet reflection, in the white cabbage butterfly, *Pieris rapae crucivora* Boisduval. *Japan Proc. Acad.*, **44**, 829-832
2. 栗山武夫 (2012) オカダトカゲの色彩パターンの進化 — 捕食者に対応した地理的変異. *日本生態学会誌*, **62**, 329-338
3. 渡部 健 (2002) カタハリウズグモの網構造の可塑性とその機能について. *Acta Arachnologica*, **51** (1), 73-78
4. Han Z (2012) Light trapping structures in wing scales of butterfly *Trogonoptera brookiana*. *Nanoscale*, **4** (9), 2769-2984

# 子供の実験指導経験から見た子供の能力

## Children's abilities as seen through the experience of guiding children's experiments

増田修一, 島村裕子  
静岡県立大学・食品栄養科学部  
e-mail: masudas@u-shizuoka-ken.ac.jp

Shuichi Masuda, Yuko Shimamura  
School of Food and Nutritional Sciences  
University of Shizuoka

受付: 6月23日, 受理: 7月21日

抄録: 現在、デジタル化の急速な発展により日本国内の産業構造が変化し、それに伴って労働需要も影響されつつあり、2040年には、理工系技術者が100万人以上不足するといわれている(1)。また、文部科学省の学校基本調査によると、国公私立大の専攻分野別の入学者の割合は社会科学、人文科学は高い割合で推移しているが、理工系は低く、経済協力開発機構(OECD)加盟国の平均値を下回っており(2)、職種や学歴における不適合が生じる可能性がある。理系分野人材の育成を推進することにより、日本の科学技術が発展し、国際競争力の維持・向上が考えられ、経済成長につながるだけでなく、超高齢化社会に突入する我が国では、持続的・効率的な医療分野・サービスの発展に繋がり、豊かな生活を営める社会を築くことができると考えられる。したがって、初等時から理系関連教育に子供たちを触れさせることで、理系分野における学生および技術者を増やし、社会ニーズに対応した人材育成を進める必要がある(3)。筆者らは、これまでにいくつかの子供・学生対象の実験教室を行い、理系人材の育成に貢献している。本稿では、それら実験教室例を紹介し、その実験教室の経験から得られた知見や問題点、さらに今後の実験教室のあり方について解説する。

キーワード: 理系教育, 実験教室, 理系能力

**Abstract:** Currently, the rapid advancement of digitalization is transforming Japan's industrial structure, and this is beginning to affect labor demand. It is estimated that by 2040, there will be a shortage of over 1 million engineers and technicians in the science and engineering fields. According to the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's Basic Survey of Schools, the percentage of students enrolling in social sciences and humanities at national, public, and private universities remains high. Still, the percentage of students enrolling in science and engineering is low, falling below the average of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) member countries, which may lead to a mismatch between occupations and educational backgrounds. Promoting the development of human resources in science and engineering fields is expected to contribute to the advancement of science and technology in Japan, maintain and enhance international competitiveness, and lead to economic growth. Furthermore, as Japan enters a super-aging society, it is considered that this will contribute to the sustainable and efficient development of the medical field and services, enabling the creation of a society where people can lead affluent lives. Therefore, it is essential to expose children to science-related education from an early age to increase the number of students and engineers in science-related fields and promote the development of human resources that can meet social needs. We have conducted several experimental classes for children and students, contributing to the development of science-related human resources. In this paper, we introduce examples of these experimental classes and explain the insights and issues gained from the experience of these classes, as well as the future direction of experimental classes.

**Keywords:** science education, experimental classroom, science-related abilities

## 1. はじめに

日本は、資源の少ない国であることから、経済を活性化し、その成長を持続する必要がある、その上でも科学技術を発展させることは重要である。特に、日本の将来を考える上で、次世代の日本を担う人材を育成しなければならない。1980年代後半に「理科離れ」が問題となってから、多くの教育機関で対応・対策がとられており(4)、現在、大学などの研究機関と科学館などが連携を取りながら先進的な理科教育を進める活動が全国的に広がっている。特に、理系分野の人材の育成には、早い段階から理系分野を学習する機会や経験を増やすことが重要視されており、小・中・高等学校の理科教育課程において、大学などの高等教育機関と連携して、科学に関して高い意欲・関心を持たせ、理系の才能を養う取組みがされている(5)。科学的探究心を育む方法としては、① 自然環境の中で遊び、植物や昆虫の生態を観察する、② 動物園、水族館、植物園などの施設で実物を見せる、③ 科学館やプラネタリウムなどで科学を体験する、④ 理科の実験を楽しみながら、新しいことにチャレンジすることなどがある(6)。これらの方法を用いて、大学教員や企業人による先進的な理数系教育を実施し、初等教育時から子供たちに理系の面白さを認識させ、また理系能力を伸ばさなければならない。文部科学省においては、将来、国際的に活躍する科学技術人材の育成を目指す取組みが進められており、スーパーサイエンスハイスクール事業、科学技術コンテスト、次世代科学技術チャレンジプログラムによる大学等での高度な教育プログラム・研究活動等への参画などが実施されている(2)。また、現在、「STEAM教育」が推奨されている。「STEAM」とは、Science(科学)、Technology(技術)、Engineering(工学)、Arts(芸術)、Mathematics(数学)の分野の頭文字から名づけられた教育方針で、これら5つの分野は、日本の将来・未来を担う子供たちにとって重要なものである(7)。これらの教科は、個別ではなく、各教科同士が影響し合う分野横断的な学びが重要とされている。しかしながら、理工系の学部・学科への入学者比率は、諸外国に比べて低く、特に女子の理工系への進学率が低くなっている。したがって、身近な生活に近い活動や自然現象を実験教室などで体験させ、その際に実験器具などに触れさせて、理系への興味を推進させることが望ましい。

## 2. 子供たちに望まれる理系能力

現代社会の産業・科学技術・医療等の発展において、

理系能力を持ち、様々な分野でその能力を発揮する人材が求められている。これら理系能力を養うために、幼少期から理系分野に触れさせ、経験させる必要がある。理系に関する持つべき、学ぶべき理系能力として、① 物事を論理的に考える能力(論理的思考力)、② 問題を発見する能力、問題を解決する能力、③ 数値を用いて定量的に考える能力種類、④ 感情よりも論理を優先する能力、⑤ 考察や分析を繰り返す能力、⑥ 精神力・忍耐力・集中力、⑦ 問題発見能力・問題解決能力がある(7, 8)。

「物事を論理的に考える能力(論理的思考力)」とは、問題を分析して、筋道を立てて整理し、様々な情報や状況を客観的に捉え、論理的なアプローチで課題に取り組むことができる能力であり、それらの能力を身に付けることで、様々な課題の解決に必要な要素などを抽出し、順序立てて解決することが可能となる。「問題を発見する能力、問題を解決する能力」とは、物事を徹底的に分析し、潜在的な問題点を素早く発見することができる能力であり、これらの能力により、様々な問題点やミスの要因を探索・特定して、それに対する改善策を考案し、アプローチすることが可能となる。「数値を用いて定量的に考える能力」とは、得られた数値やデータを用いて問題を解析し、与えられた数値や数式を分析し、問題の本質を定量的に理解する能力であり、データの解釈における数値を重視して、得られた結果をグラフや表などに表現することが可能となる。「感情よりも論理を優先する能力」とは、感情に左右されず、数値やデータなどをもとに論理に基づいて判断することができる能力であり、論理的思考を重視し、問題を客観視して解決し、論理的な説明や根拠に基づいて議論することが可能となる。「考察や分析を繰り返す能力」とは、問題解決に対処する際に何度も情報を検討して、新たな見方やアプローチを獲得する能力であり、継続しながら情報を分析や評価し、新しい視点を持って考察することができるようになる。「精神力・忍耐力・集中力」とは、複雑で困難な問題に対して熱意を持って取り組み、目的達成のために、試行錯誤を繰り返しながら努力を続け、外部刺激に左右されず、課題に没頭して取り組む能力であり、難しい問題への取り組みや長期的な作業への適応性を身に付けることができる。

## 3. これまでの子供・学生対象の実験教室

子供たちに望まれる理系能力を養うために、筆者らは、これまでに様々な子供・学生対象の実験教室を行っ

てきており、それらの内容について紹介する。

### 3.1. サイエンスフェスティバル in り・く・る

「サイエンスフェスティバル in り・く・る」は、子供・学生対象の実験教室を始めるきっかけとなったものである(9)。2007年3月に、静岡科学館 り・く・るで毎年、夏休み期間に実施している「サイエンスフェスティバル in り・く・る」のチラシを見て、子供たちに理科の楽しさを教えたいと思い、2007年8月に初めて出展した。実験内容としては、本学部食品分析化学研究室の熊澤茂則先生に相談し、先生のご助言より、ブドウなどの果物に含有しているポリフェノールの一種であるアントシアニンに着目し、アントシアニンがpH(酸性またはアルカリ性)により色調が変化することを利用して(図1)(10)、「ブドウジュースの色はなぜ変わるの?」というテーマで実験を行うこととした。

まず、予備試験として、市販のブドウジュースを購入し、色の変化が見やすい濃度(希釈率)を検討し、ブドウジュース:水道水=1:1とした。次に、ブドウジュースの色を変化させる日用品を検討した。日用品の検討において、子供たちが自宅でもできるように、市販品を候

補にし、最終的には、セッケン、食酢、化粧水、食器用洗剤、食塩水、アンモニア水含有のかゆみ止め薬、トイレ用酸性洗剤、レモン汁、重曹水を選択した。ブドウジュースにこれら日用品を入れて色調の変化を調べる容器として、10個入りの卵パックを用いることとした(図2 A)。また、日用品をブドウジュースに滴下しやすくように化粧瓶に入れて、色調の変化が確認できる滴下数を確認し、さらにブドウジュースと日用品を混ぜる用にマドラーを用意した(図2 A, B)。このような工夫をしたことで、子供たちを待たせることなく、円滑に交代しながら体験をしてもらうことができた(図2 C)。このブドウジュースの実験で得られた経験等は、その後の他の実験教室での参考になっている。

さらに、筆者らは「サイエンスフェスティバル in り・く・る」において、「マイクロワールド!花粉のふしぎ」という内容で実験教室を行っている。被子植物の花粉は、雌しべの柱頭に付着すると発芽して細長い管が伸び、この管を花粉管と呼ぶ(11)。この実験では、ハウセンカの花粉を寒天培地に付着させ、顕微鏡を用いて花粉管の伸長を観察させた(図3)。生物分野の実験を実験教室の現場で実施することは難しいが、花粉管の実験では、

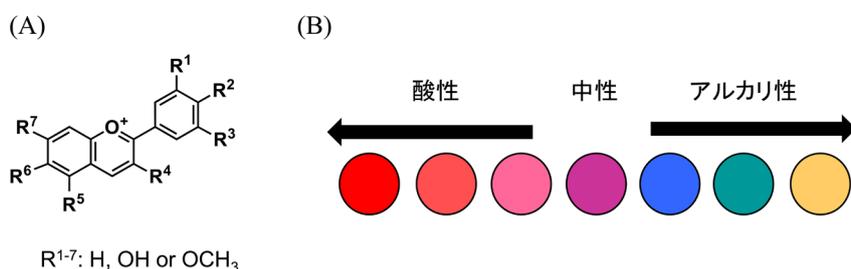


図1 アントシアニンの構造(A)、アントシアニンの色調の変化(B)



図2 実験の準備状況(A)、ブドウジュースの色調の変化(B)、実験の様子(C)

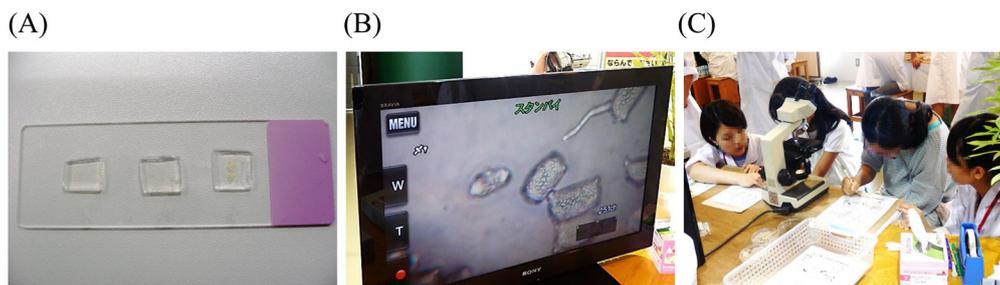


図3 花粉を付着させたを寒天培地(A)、花粉管の伸長(B)、顕微鏡で花粉管の伸長を観察する様子(C)

その場で花粉管を観察させることにより、植物の生命現象とその意義について子供たちに理解させることができた。この実験内容をさらに発展させ、花粉管の伸長が観察できる植物の探索および伸長の最適条件について検討し、論文として報告している (12, 13)。

### 3.2. 静岡県立大学食品栄養科学部キッズ・ラボ

静岡県立大学食品栄養科学部キッズ・ラボ (14) は、2013年に「しずおか科学技術月間」の一環として、ディスカバリーパーク焼津天文科学館 (15) にて開催を始め、2025年まで13年間にわたり行っている実験教室である。このキッズ・ラボでは、我々の身近にある食塩水を用いて、水溶液の濃さ、重さおよび密度の関係を子供たちに理解してもらう上で、「食塩水で虹を作ろう!」という内容で行っている。これまでに、小学生の科学概念の形成において、食塩水の濃さと重さを用いて教育工学的分析が行われているが (16)、このキッズ・ラボでは、飽和食塩水と普通の水の重さの違い、飽和食塩水にじゃがいもを入れた際のじゃがいもの様子、着色した濃度 (密度) の異なる食塩水を用いた虹の作製を行っている (図4)。この実験教室では、密度に関する講義および操作の説明と、実際の実験を交互に行うことで、子供たちへの内容の理解に努めている。なお、講義では、パワーポイントを用いて、実験操作とその実験の現象メカニズムについて分かりやすく説明した上で、実験終了後には、実験のまとめを説明している。また、子供たちが自宅でも実験できるように詳細なマニュアルを配布している。この食塩水を用いた本実験は、小学生時に学ぶ「濃さと重さと密度」の関係を理解させる教材として、有効であ

ることを確認しており、これら実験内容については、論文として報告している (17)。

### 3.3. 食品栄養科学部サマースクール

食品栄養科学部サマースクールは、食品生命科学科、栄養生命科学科および環境生命科学科の各学科が、高校生を対象に研究室ごとに行っている体験型実験教室である (18)。筆者らが所属する食品衛生学研究室では、食品中の化学物質である合成着色料に着目し、漬物や菓子類などから合成着色料である赤色3号などを抽出し、ポリアミドを用いて精製した後、薄層クロマトグラフィーを用いて検出する実験を行っている (図5) (19)。この実験を通して、高校生には、化学物質の解離性、溶媒の極性、ポリアミドの性質、薄層クロマトグラフィーの原理に加え、実験器具の使用について教育している。なお、実験前に、教育効果をより高めるために、合成着色料の用途や安全性、薄層クロマトグラフィーについて講義を行っている。なお、本実験を行う際の注意点として、専門用語の使用については、高校生と大学生を同格としないように配慮している。

### 3.4. 子ども体験セミナー

「子ども体験セミナー」は、静岡県茶学術研究会 (20) のイベントの一環として、2024年に行い、2025年も実施する予定の体験セミナーである。この体験セミナーでは、子供たちが茶に関する実験をすることによって、静岡県地場産品である緑茶に興味を持ってもらうことを目的としている (図6 A)。実験内容としては、ヨウ素が抗酸化物質であるビタミンCと反応すると透明になる



図4 実験の準備 (A)、食塩水で虹を作っている様子 (B)、食塩水で作製した虹 (C)



図5 合成着色料に関する講義の様子 (A)、食品からの合成着色料の抽出 (B)、薄層クロマトグラフィーの様子 (C)



図6 子ども体験セミナーの講義の様子 (A)、ビタミン C 量の測定の様子 (B)、リンゴの芯を加えた緑茶 (C)

原理を利用して (21)、緑茶中にビタミン C がどのくらい含まれているか、市販のうがい薬 (ヨウ素含有) を用いて調べるものである (図 6 B)。また、緑茶に含まれるカテキンから紅茶色素を合成する実験も行った (図 6 C)。紅茶は、緑茶を酸化酵素で発酵させることで作製するが、この実験では、リンゴに含まれるポリフェノールオキシダーゼにより、緑茶中のカテキン類を酸化させることで褐変変化させて、紅茶色素を合成させた (22)。この実験教室により、普段飲用している緑茶における科学的な知見について理解してもらうことができた。なお、この実験教室では、円卓の机を用いて実施したことから、子供たちが見やすいように席の配置について配慮した。

#### 4. 子供たちの理解を助けるための実験教室における工夫

筆者らのこれまでの子供・学生対象の実験教室の経験から、いくつかの工夫・注意点を理解することができたので紹介する。子供たちは、我々大人とは全く別の目線で生活していることを認識しなければならない。そこでまず、最初に、実験教室に参加している子供たちの目線や着席時の状態を把握することが重要である。実際に自分自身が実験前に、子供たちの目線の位置や席の配置を想定して着席し、子供たちの実験教室参加時の状態をシュミレーションする。また、小学生、中学生、高校生と進級段階により、習得している言葉が異なっていることから、各段階に適應しない漢字や科学的専門用語を用いないように注意が必要である。例として、「水で希釈する」や「水を攪拌する」という言葉は、「水でうすめる」や「水をかき混ぜる」といった表現に変更するなどの工夫が必要である。我々は、普段から当たり前のように、クロマトグラフィー、シャーレ、バイアル瓶などの科学的専門用語・実験器具名を使用しており、実験教室でも意識せずに使用して説明するなど、研究者の多くがこれらの点について配慮が欠けていることから、特に注意が必要である。さらに、小学生向けの実験教室の場合、

説明する時間は、15分程度にすべきである。小学生の1コマでの授業時間は、45分が基本であり、実験教室の場合、目の前に実験器具や試料などがあると注意力が散漫になる。したがって、説明する際には、時間をできるだけ短くし、またコンパクトに分かりやすくする工夫が必要である。また、パワーポイント等を用いて実験の説明や最終的な解説を行う際には、文字の色や大きさを工夫し、文字ばかりではなく絵や図を効果的に利用することで、子供たちの関心が増し、実験教室に参加したことでの驚きや新たな発見をより強く体験できると思われる。可能であれば、自宅でも実施できるように資料を配布しても良い。

#### 5. おわりに

筆者らは、これまでに様々な実験教室を開催し、延べ1000人以上の子供たちにいろいろな実験を通して、理系教育を行ってきた。これら実験教室に参加した子供たちは、自分の興味を持った内容については、試行錯誤しながらいろいろと試そうとし、良い意味で筆者らが止めても実験を進めてしまったり、また、実験内容と異なることをしようとする子供たちもいた。このような子供たちの行動は、全体的に実験を進める上での支障となったが、理系に興味を持ってくれたことについては、ポジティブに考えられる。また、子供たちは、実験自体に興味を持つと、その実験の手技・操作がうまくなる。特に、「食塩水で虹を作る」実験の際には、筆者らよりもきれいな虹を作る子供がいた。このように、子供たちは、興味を持ったことに対しては限りない非常に大きな能力を発揮する。したがって、理系以外のことにおいても子供たちの興味対象はとても重要なものであり、その関連分野において思わぬ能力を発揮することから、日常的に子供たちのことを注視することを推奨する。今後も筆者らは、これらの実験教室を開催し、参加した子供たちがその実験教室を通して、理系分野に興味を持ち、将来的には日本の科学分野を担う人材に成長していくことを期待

している。

## 謝辞

本講演で述べた各実験教室は、様々な団体、施設、教員、学生の協力により開催したものである。謹んで感謝申し上げます。

## 引用文献

1. 2040年を見据えて社会とともに歩む私立大学の在り方検討会議 (2025) 文部科学省  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/koutou/132/index.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/132/index.html)
2. 科学技術・学術審議会人材委員会 (2025) 初等中等教育段階での科学技術人材の育成に関する現状・課題・今後の方向性。第109回, 2025年6月13日  
[https://www.mext.go.jp/content/20250616-mxt\\_kiban03-000043090-05.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20250616-mxt_kiban03-000043090-05.pdf)
3. CRDS 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター (2025年) 日本の科学技術・イノベーション政策の動向。研究開発の俯瞰報告書  
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2024/FR/CRDS-FY2024-FR-07.pdf>
4. 長沼祥太郎 (2015) 理科離れの動向に関する一考察—実態および原因に焦点を当てて—。科学教育研究, **39**, 114-123  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsesj/39/2/39\\_114/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsesj/39/2/39_114/_pdf/-char/ja)
5. 兼 龍盛 (2025) 近年の理科教育と授業状況。知能と情報, **37**, 8-12  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsoft/37/1/37\\_8/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsoft/37/1/37_8/_pdf/-char/ja)
6. 独立行政法人・国立科学博物館 (2009) 科学的体験学習プログラムの体系的開発に関する調査研究。調査報告書  
[https://www.kahaku.go.jp/learning/researcher/pdf/sciprogram\\_report.pdf](https://www.kahaku.go.jp/learning/researcher/pdf/sciprogram_report.pdf)
7. 文部科学省・初等中等教育局・教育課程課 (2021) STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について。  
[https://www.mext.go.jp/content/20240401-mxt\\_kyouiku01-000016477.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20240401-mxt_kyouiku01-000016477.pdf)
8. 文部科学省 (2021) 学生指導要領「生きる力」。  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/)
9. 静岡科学館 る・く・る  
<https://www.rukuru.jp/>
10. 芥田三郎, 松富直利 (1976) 本邦産果実のアントシアニン色素に関する研究: 赤色種 Delaware ブドウのアントシアニン色素について。日本食品工業学会誌, **23**, 108-112  
[https://web.archive.org/web/20190506065441id\\_/https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/23/3/23\\_3\\_108/\\_pdf](https://web.archive.org/web/20190506065441id_/https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/23/3/23_3_108/_pdf)
11. 藤本順子, 紅露瑞代, 米沢義彦 (2014) 中学校理科第2分野の「花粉の発芽と花粉管の伸長」に関する実験材料: 発芽用基材および培地組成の検討。生物教育, **54**, 140-147  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjbe/54/3-4/54\\_140/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjbe/54/3-4/54_140/_pdf/-char/ja)
12. 島村裕子, 増田修一 (2017) 花粉管の伸長を観察できる植物および最適条件の検討。理科教育学研究, **58**, 81-88  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/58/1/58\\_16057/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/58/1/58_16057/_pdf/-char/ja)
13. 島村裕子, 増田修一 (2023) 実験観察の勘どころ: 花粉管の発芽と伸長のダイナミックさを実感するための勘どころ。遺伝・生物の科学, **77**, 62-68
14. 静岡県立大学・食品栄養科学部・キッズ・ラボ  
<https://www.discoverypark.jp/news/20250621/23562/>
15. ディスカバリーパーク焼津天文科学館  
<https://www.discoverypark.jp/>
16. 松村佳子 (1985) 「食塩水のこさと重さ」の単元みる小学生の科学概念の形成について: 一教育工学的分析による。奈良教育大学教育工学センター研究報告, **8**, 31-40  
<https://nara-edu.repo.nii.ac.jp/records/9041>
17. 島村裕子, 細谷孝博, 増田修一 (2019) 食塩水をテーマとした出前実験教室の実践—密度の異なる色付き食塩水を使った「虹」の作り方のポイント—。理科教育学研究, **60**, 465-471  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/60/2/60\\_18072/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/60/2/60_18072/_pdf/-char/ja)
18. 食品栄養科学部・サマースクール  
<https://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/events/summerschool2025/>
19. 増田修一 (著・編集) (2022) 健康と食の安全を考えた食品衛生学実験 (改訂第2版), III章 理化学的試験 SECTION 2 食品添加物の試験。アイ・ケイコーポレーション, pp 77-84.
20. 子ども体験セミナー 知らなかった「お茶のヒミツ」、茶学術研究会  
<https://shizuoka-cha.com/>
21. 木村憲喜, 安賀真生, 中村文子 (2015) ビタミンCの定量実験と高等学校における実践例。和歌山大学教育学部紀要, 自然科学 第65集, pp 21-23.  
<https://wakayama-u.repo.nii.ac.jp/record/2003255/files/AN0025797706504.pdf>
22. 田中 隆 (2002) 緑茶カテキンの酸化と紅茶色素の生成。化学と生物, **40**, 513-518  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/40/8/40\\_8\\_513/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/40/8/40_8_513/_pdf/-char/ja)

## Science Stars Journal (SCISJ)

Japanese title: SciStars Journal

ISSN 2760-1064 (Online)

### Aim and scope of this journal

The “Initiative for Inspiring Young Minds Through Science” operates the Science Stars Journal (SCISJ). It provides an open-access platform for publishing the research results of elementary, middle, and high school students, as well as individuals involved in their education. The journal offers Japanese and English translations at no cost to the authors for readers in Japan and overseas.

### Submission Guidelines and Procedures

#### Outline

1. There is no charge for publication in this journal.
2. Copyright of articles published in this journal remains with the authors.
3. The editorial board of this journal assumes no responsibility for the content of articles.
4. Manuscripts should be submitted online at “scistars-j@ginsight-jpn.com”.
5. The types of articles accepted include full papers, notes, reports, and reviews. Other forms of articles, such as articles approved by the editorial board, may also be published.

#### Full Papers

1. To publish research that can be replicated later, the results must be based on at least three repetitions, not just a single experiment. However, this does not apply to observations over time or in images. Additionally, statistical analysis is recommended when discussing significant differences in results.
2. Conclusions must be derived from multiple different methodologies.
3. Experimental methods must be described in a manner that allows for subsequent verification.
4. Novelty is not considered highly important, and so-called “copying” is welcome. Research that builds upon prior studies by first verifying the reproducibility of their results and then developing them further is acceptable.
5. There is no page limit.

#### Notes

1. Papers that meet the requirements for full papers but are only about three pages long (short reports) will be published as notes.

### Preliminary Reports

1. A research paper or conference presentation that is considered significant despite its incompleteness may be accepted as a preliminary report. In such cases, the paper may be submitted as a full paper at a later date when the data is supplemented.

### Review Articles

1. Papers prepared based on themes requested by the editorial committee, as well as submitted papers that align with the journal’s publication objectives and are approved by the editorial committee, may be published as review articles. For example, a review paper on “The history and recent research on ant studies by children.”

### Editorial

1. The editorial board will periodically publish paper introductions, paper reviews, comments, and other content.

### Editorial Board

Editor-in-Chief: Mamoru Isemura (Professor Emeritus/ Visiting Professor, University of Shizuoka)

<https://ginsight-jpn.com/CV-ise-mura-12-3-24.pdf>

Deputy Editor: Hirokazu Kobayashi (Professor Emeritus/Visiting Professor, University of Shizuoka / CEO, Green Insight Japan, Inc.)

<https://en.ginsight-jpn.biz/ceo-profile>

Editor: Hironori Kobayashi (Professor, Faculty of Education, Miyazaki University)

[https://srhumdb.miyazaki-u.ac.jp/html/100000295\\_en.html](https://srhumdb.miyazaki-u.ac.jp/html/100000295_en.html)

Editor: Sachiko Kobayashi (Professor/Deputy Director, Junior College, University of Shizuoka)

[https://eng.u-shizuoka-ken.ac.jp/media/j\\_kobayashi\\_sachiko.pdf](https://eng.u-shizuoka-ken.ac.jp/media/j_kobayashi_sachiko.pdf)

Editor: Ryuuta Fukutomi (Executive Officer, Higuchi, Inc.)

Editor: Shuichi Masuda (Professor, School of Food and Nutritional Sciences, University of Shizuoka)

<https://dfns.u-shizuoka-ken.ac.jp/graduate/laboratory/112.html>

Editor: Noriyuki Miyoshi (Professor, School of Food and Nutritional Sciences, University of Shizuoka)

<https://dfns.u-shizuoka-ken.ac.jp/graduate/laboratory/69.html>

Website:

<https://ginsight-jpn.com/scistars/index.html>

#### 本誌の趣旨

Science Stars Journal (SCISJ, 和名：SciStars ジャーナル) は、「理科好きな子供を育む会」により運営される。小中高生およびその教育開発関係者による研究成果に対し、日英併記により国内外に向け、著者に出版費の負担を掛けないオープンアクセス発表の場を提供する。

#### 投稿規程・要領

1. 本誌への掲載に関する費用は無料とする。
2. 本誌に掲載された論文の著作権は著者にある。
3. 論文の内容に関して本誌編集委員会は責任を負わない。
4. 論文原稿の投稿はオンラインで行い、投稿先は [scistars-j@ginsight-jpn.com](mailto:scistars-j@ginsight-jpn.com)。
5. 報文の種類は、正論文、ノート、予報、総説とする。その他、編集委員会が認める形式の論文、記事等も掲載する。

#### 正論文

1. 後から追試ができる研究を掲載するため、1回の実験の結果ではなく、最低3反復の結果であること。ただし、経時的なあるいは画像としての観察結果はこの限りでない。また、結果に対して有意差を議論する場合、統計処理が望まれる。
2. 結論は複数の異なる方法論に基づいて導かれていること。
3. 実験方法については後で検証することが可能なように記述されていること。
4. 新規性はそれほど重要とせず、いわゆる銅鉄主義も歓迎される。先行研究を土台として、その研究結果の再現性をまず確かめ、それを発展させた研究は可とする。
5. ページ数には制限を設けない。

#### ノート

1. 正論文の要件を満たしているが、3ページ程度の論文(短報)をノートとして掲載する。

#### 予報

1. 投稿論文あるいは学会発表を行った内容の研究で、論文の完成度に不備があるにも係わらず重要性が認められるものについては、予報として採用できる。この場合は、後日データの補完等を行って正論文として投稿することができる。

#### 総説

1. 編集委員会からの依頼のテーマに基づいて作成した論文、および投稿されたもので、内容が本ジャーナルの発行趣旨に基づいており、編集委員会が認めたものを総説として掲載することがある。例えば、「子供によるアリ研究の歴史と最近の研究内容」のレビュー論文。

#### エディトリアル

1. 編集部からの論文紹介、論文検証、コメント等を随時掲載する。

#### 編集委員

委員長：伊勢村 護（静岡県立大学・名誉教授／客員教授）

<https://ja.wikipedia.org/wiki/伊勢村護>

副委員長：小林裕和（静岡県立大学・名誉教授／客員教授／(株)グリーン・インサイト・代表取締役）

<https://www.ginsight-jpn.biz/ceo-profile>

委員：小林博典（宮崎大学・教育学部・教授）

[https://srhumdb.miyazaki-u.ac.jp/html/100000295\\_ja.html](https://srhumdb.miyazaki-u.ac.jp/html/100000295_ja.html)

委員：小林佐知子（静岡県立大学・短期大学部・教授）

<https://db.u-shizuoka-ken.ac.jp/show/prof702.html>

委員：福富竜太（(株)樋口商会・執行役員）

委員：増田修一（静岡県立大学・食品栄養科学部・教授）

<https://db.u-shizuoka-ken.ac.jp/show/prof156.html>

委員：三好規之（静岡県立大学・食品栄養科学部・教授）

<https://db.u-shizuoka-ken.ac.jp/show/prof139.html>

ホームページ：

<https://ginsight-jpn.com/scistars/scistars-jpn.html>

Science Stars Journal (SCISJ)

Editing and publication

Initiative for Inspiring Young Minds Through Science

<https://en.ginsight-jpn.biz/scistars-j>

DTP: Hirokazu Kobayashi

Cooperation: Akihiro Ueno, Masako Ueno

Science Stars Journal (和名 : SciStars ジャーナル)

編集・発行

理科好きな子供を育む会

<https://www.ginsight-jpn.biz/scistars-j>

DTP: 小林裕和

協力: 上野哲寛, 上野正子