

 慶應義塾大学

自然科学研究教育センター 2024年度 年間活動報告書

Keio University
Research and Education Center for Natural Sciences
2024 Annual Activity Report



REC for NS
research and education center for natural sciences

CONTENTS

I. はじめに

自然科学が明るい未来を拓く	3
組織構成	4
各種委員会	4

II. 2024年度活動報告

i. 運営委員会	7
ii. 構想委員会	8
iii. 行事委員会	8
iv. 広報委員会	10
v. 一貫教育校との連携委員会	10
vi. 学際イベント	11
① シンポジウム	11
② 講演会	16
③ サイエンス・メルティング・ポット	18
④ 自然科学研究教育センター主催・最終講義	20
vii. プロジェクト研究	21
① ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明： 数論・幾何学・物理学における発現と展開	21
② 金星の気候とスーパーローテーションの変動の要因解明	22
③ 世界の海洋大循環モデルのアンサンブルデータ作成と解析	23
④ グラフゼータ関数を用いた時空の基本的相互作用の探究	23
⑤ トポロジカル・サイエンス	24
⑥ 雲乱流における混合輸送現象の解明	26
⑦ インターネット望遠鏡を利用した天文学教育に関する研究	26
⑧ ゲージ理論のための量子計算手法の開発と非平衡現象への応用	27
⑨ インスリンの腸壁透過の促進因子に関する研究	28
⑩ 生体活性セラミックスの原子レベルの構造と機能の発現	28
⑪ バクテリアの生産するファージ様粒子の機能解析	29
⑫ 水生昆虫・土壌動物の分類学的研究及びその成果の教材化	30
⑬ ナツメボヤ科ホヤの卵透明性進化における マルチオミクス解析のための基盤整備	30
⑭ 棘皮動物イトマキヒトデにおける細胞外小胞を介した免疫制御機構	31
⑮ 絶滅危惧両生類の年齢構成と成長および食性に関する保全生物学的研究	32
⑯ 培養菌株のない日本産植物病原もち病菌の採集・培養・系統解析	32
⑰ 生育環境トレースと系統地理解析に基づく シネンシストウチュウカソウの産地識別	33
⑱ ハチクマ（タカ目タカ科）の総合的研究	34
⑲ アブラムシ社会の齢分業システムとその進化	34
⑳ 「細胞の意思」の多様性を探る： 細胞単体、細胞集団、多細胞生物体に即して	35

21	プリント・ディスアビリティ児のための 読書バリアフリー環境構築に関する実践的研究	36
22	学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	36
23	成人不同視性弱視の点眼治療について	37
24	視覚障害者がスマートスピーカーの対話型デバイスを 活用するための基礎研究	38
25	対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	39
26	視覚的に点字を識別するための効率的な学習法の開発	40
viii.	教育	41
1	2024塾生会議	41
2	生物学教育オンライン化のための試み — 生物発生・多様性・生態・行動観察のための Virtual 図鑑 Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築	42
3	第12回 一貫教育校との連携ワークショップ	43
ix.	社会貢献	45
1	第36回サイエンス・カフェ	45
x.	その他	46
1	2024年度 自然科学部門 新任研究紹介 (自然科学研究教育センター共催)	46
2	2024年度自然科学研究教育センター若手研究者賞	47

III. 資料編

1	大学自然科学研究教育センター協議会委員	51
2	慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程	52
3	自然科学研究教育センター運営委員会内規	54
4	自然科学研究教育センター共通スペースの 管理・運用に関する内規	56
5	自然科学研究教育センター講演会等の センター主催および共催に関する内規	57
6	共同研究員における大学院生の受入に関する内規	58
7	研修生の受入に関する内規	59
8	自然科学研究教育センター各種委員会委員	60
9	自然科学研究教育センター構成員	62
10	2024年度の主な活動記録	66
11	刊行物等抜粋	67

I. はじめに



自然科学が明るい未来を拓く

慶應義塾大学自然科学研究教育センター所長 岡本昌樹

新型コロナの脅威が一段落し、通常な生活が戻ってきました。自然科学研究教育センターでも、これまで開催を差し控えていたサイエンス・カフェを5年ぶりに開催しました。「日吉の森探検」というテーマで、真夏の暑い時期でしたが、小学生から大人まで汗だくになりながら日吉の森を探検しました。普段、大学生が使用する講義室で、小学生が目を見ながら説明を聞いている様子を見てみると、ちょっと不思議な感じがするとともに、自然や生き物に興味をもっている小学生が沢山いることに、うれしさを感じました。自然科学に興味をもってくれる子供たちは、これからの日本の科学を引っ張ってってくれる科学者の卵であり、大切に育てていかなければならないと、改めて認識させられました。

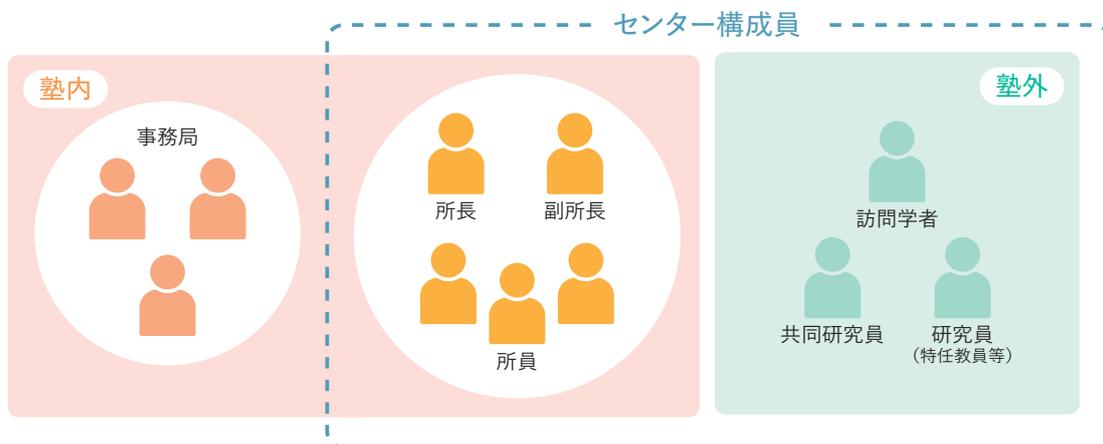
一方で、新型コロナの脅威後も、世界中で物価高など別の脅威が日常生活を脅かしています。世界では戦争や紛争も多発しており、これらがさらなる物価の上昇や、地球温暖化の進行を早めています。日本ではそれらに加え、失われた30年から続く経済の停滞という問題もあります。このように地球温暖化や環境問題、エネルギー問題など様々な問題が山積しています。

文系学生を対象とした大学の講義では、地球温暖化や環境問題、エネルギー問題など、様々な問題についても説明しています。毎日のニュースや新聞でも、これらの問題を扱わない日がないくらいです。どうしても暗い話題になりますが、このような話ばかりを聞いていると、将来が不安になってしまうかもしれません。講義では、積極的に科学の進歩についてもあわせて伝えるようにしています。日本を含め世界中の科学者はこれらの問題を解決するために、あらゆる方面からアプローチして研究を行っています。これらが実現するにはまだまだ多くのブレイクスルーが必要ですが、学生には明るい未来が待っていることを伝えることも我々が行わなければならないことのひとつと思われまます。学生たちが社会の中心になっている頃には、これらの問題は解決されていなければなりません。文系学生が科学技術の発展に研究者として直接関係することは、ほとんどないかもしれません。しかし、政治や企業活動を通して将来の方針を決めていかなければなりません。正しい情報を得て、正しい判断をしてほしいと願っています。

自然科学研究教育センターでは、一般の方々が参加できる講演会、シンポジウムを開催しています。また、サイエンス・カフェでは、多くの小学生も参加します。前述したように科学者の卵を育てるという意味でもサイエンス・カフェは自然科学研究教育センターの重要な取り組みの一つです。今年度のテーマは主に生物の内容でしたが、物理や化学などをテーマにしたサイエンス・カフェも今後開催していきます。このように自然科学研究教育センターでは様々な活動を行っております。これからも当センターのご理解とご支援をよろしくお願い申し上げます。

組織構成

自然科学研究教育センターで自然科学に関する研究や教育活動を行う研究者がセンター構成員となっています。塾内の学部、専門、所属キャンパスに関わらず、また一貫教育校教諭や職員も所員として所属できます。専門が自然科学である必要もありません。塾外の研究者も訪問学者・共同研究員として参加しています。



各種委員会

センターには運営を円滑に行なっていくための以下の委員会が設置されています。なお、センターの運営を統括する組織であるセンター協議会は各学部長、日吉主任、塾内諸組織代表、自然科学研究教育センター所長、副所長、事務長などにより構成されます。

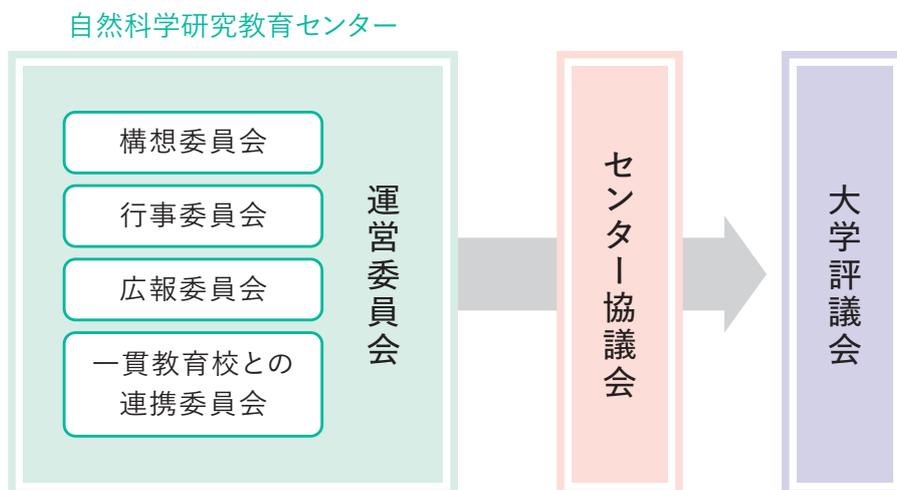
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

構想委員会：センターの長期、短期的な様々な課題や方向性を検討する委員会

行事委員会：シンポジウム、講演会などの様々な行事を企画し、実施する委員会

広報委員会：センターの活動内容をホームページ、刊行物などを通じて公開していく委員会

一貫教育校との連携委員会：一貫教育校とセンターが連携して、自然科学分野のよりよい教育・研究を推進していくための委員会



Ⅱ. 2024年度活動報告

i. 運営委員会

1. 本年度の特記事項

- コロナ禍で中止されていたサイエンス・カフェを5年ぶりに再開した。
- 倉石所員を代表者とする日吉教育活動等支援予算が採択され、「生物学教育オンライン化のための試み—生物発生・多様性・生態・行動観察のための Virtual 図鑑 Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築」が実施された。
- 日吉キャンパス所属の文系学部の所員に防災グッズ（ヘルメット等）の配布を行った。
- 当センターが支給する研究プロジェクト費は順調に執行された。

2. 運営委員会の開催

例年どおり3回の運営委員会をオンラインで開催した。開催日は次のとおりである（臨時の持ち回り審議を除く）：

- （1）2024年6月14日、（2）2024年11月20日、（3）2025年2月26日。

3. 協議会の開催

例年どおり2回の協議会をオンラインで開催した。

- （1）2024年9月5日：慶應義塾 SDGs 会議-2024塾生会議の取組み、前年度決算報告など
- （2）2025年3月6日：今年度の活動状況報告、所員・共同研究員の登録・解除および研究員の任用・解嘱、訪問学者の職位付与・期間満了、次年度予算案など

4. 人事

2024年度末時点での当センター構成員の数は次のとおりである。所員67名、特任教員2名、研究員2名、共同研究員25名、訪問学者43名である。なお、2024年度の事務局は、事務長 安川力（5月まで）、事務長 黒田修生（6月から10月まで）、事務長 佐藤朋（11月から）、事務員 綿引裕也（5月まで）、平野和子（6月から）、大江智枝の3名体制で稼働した。

5. センター活動

シンポジウム、講演会および一貫教育校との連携ワークショップは対面で開催した。コロナ禍で中止されていたサイエンス・カフェは5年ぶりに再開した。学内研究者のみで開催するサイエンス・メルティング・ポット（2回）、自然科学部門との共催イベント（新任教員による講演会1回）についてはオンラインで開催した。また、センター研究プロジェクト（26件）も活発に行われた。詳細は行事委員会や各プロジェクト報告を参照されたい。

（岡本 昌樹）

ii. 構想委員会

以下、2024年度の「構想委員会」の主な活動について報告いたします。

I) 人事動静関連：

伊澤栄一委員の離職に伴い、後任として、2024年9月1日付で、寺澤悠理准教授（文学部・心理学教室）に当委員会にご参画いただくこととなった。さらに、下村裕委員の退職に伴い、青木健一郎教授（経済学部・物理学教室）に、後任として、2025年4月1日付で、当委員会にご参画いただく予定である。

II) 「若手研究者賞」授賞関連：

自然科学研究教育センターに所属、或いは過去に所属されていた新進気鋭の（有期のポジションを持つ）若手研究者による原著論文を対象に、2024年度の「若手研究者賞」の公募を実施した。公募締め切り後、各応募者からの応募論文の内容に隣接・近接した分野の（自然科学研究教育センターに何らかの形で所属する）研究者2名に対し、当該応募論文の評価・コメントを依頼する形でヒアリングを行った。

上記のヒアリング結果を踏まえ、構想委員会による厳

正な審査を経て、最終的に、杉山晴紀君（現職：総合科学研究機構中性子産業利用推進センター・研究員）による論文：

• Haruki Sugiyama, Kohei Johmoto, Akiko Sekine and Hidehiro Uekusa, *In-Situ Photochromism Switching with Crystal Jumping through the Deammoniation of N-Salicylideneaniline Ammonium Salt*, Cryst. Growth Des, 19, 4324-4331, 2019,

に対し、当委員会として、2024年度の「若手研究者賞」を授賞することを決定した。

なお、当該受賞者による研究内容の紹介を主目的とした講演会が、来る2025年3月10日（月）13:00～にて予定されている。

また、「若手研究者賞」による顕彰制度については、（自然科学研究教育センターに関連した）有期のポジションを持つ新進気鋭の若手研究者をエンカレッジするという重要な趣旨に鑑み、この制度を、今後、関連する若手研究者に広く周知していくとともに、この賞をいかにアトラクティブなものとしていくかについて、さらなる検討を重ねる必要があるであろう。

（桂田 昌紀）

iii. 行事委員会

1. 行事委員会の開催

今年度の行事委員会は、すべてオンラインで開催した。

2. シンポジウムの開催（詳細はII. vi. 1を参照）

日 時：2024年11月30日（土）13:00～16:50

場 所：日吉キャンパス第4校舎B棟J11教室

テーマ：醸造と発酵の文化と科学 —ワイン、チーズ、味噌を味わう—

講 師：井奥 成彦 氏（慶應義塾大学 名誉教授）
小泉 龍人 氏（NPO 法人 メソポタミア考古学教育研究所 代表）

平田 昌弘 氏（帯広畜産大学 人間科学研究部門 教授）

星野 保 氏（八戸工業大学 工学部工学科生命環境科学コース 教授）

参加者：98名

3. 講演会の開催（詳細はII. vi. 2を参照）

（第51回 2023年度若手研究者賞受賞講演）

日 時：2024年6月3日（月）16:30～18:00

場 所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

題 目：データ同化による世界で初めての金星気象データセットの作成

講 師：藤澤由貴子（自然科学研究教育センター 研究員）

参加者：17名

（第52回）

日 時：2025年1月16日（木）16:30～18:00

場 所：日吉キャンパス来往舎大会議室

題 目：負の遺伝観を覆すことは可能か — 行動遺伝学・進化教育学からの挑戦

講 師：安藤 寿康 氏（慶應義塾大学 名誉教授）

参加者：41名

(第53回 2024年度若手研究者賞受賞講演)

日時：2025年3月10日(月) 13:00～14:30(表彰式に続いて)

場所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

題目：固体材料の『構造』を自在に操る：刺激による結晶構造のその場制御

講師：杉山 晴紀 氏(総合科学研究機構 中性子産業利用推進センター 研究員)

参加者：20名

4. サイエンス・カフェの開催(詳細はⅡ. ix. 1を参照)

(第36回)

日時：2024年7月20日(土) 13:30～15:30

会場：日吉キャンパス第2校舎244教室、他

題目：日吉の森探検

講師：糟谷 大河(経済学部生物学教室准教授・センター副所長)

参加者：18名

5. サイエンス・メルティング・ポットの開催(詳細はⅡ. vi. 3を参照)

(第25回)

日時：2024年7月16日(火) 16:30～18:00

場所：オンライン開催

講演1：化学者の起源—糖尿病克服を目指して—
井上 浩義(医学部化学教室教授・センター所員)

講演2：空間知覚の学習とヒューリスティクス
田谷修一郎(法学部心理学教室准教授・センター所員)

参加者：24名

(第26回)

日時：2025年1月17日(金) 16:30～18:00

場所：オンライン開催

講演1：整数論における幾つかの予想について—志村・谷山予想とラングランズ予想の周辺—
津嶋 貴弘(医学部数学教室教授・センター所員)

講演2：植物ホルモンであるストリゴラクトンの新規作用の解析
草島 美幸(法学部化学教室助教(有期)・センター所員)

参加者：14名

6. 2024年度若手研究者賞表彰式の開催(詳細はⅡ. x. 2を参照)

日時：2025年3月10日(月) 13:00

場所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

受賞者：杉山 晴紀 氏(総合科学研究機構 中性子産業利用推進センター 研究員)

7. 下村裕教授最終講義の開催(詳細はⅡ. vi. 4を参照)

日時：2025年1月31日(金) 15:00～16:30

場所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

題目：慶應義塾での34年間

講師：下村 裕(法学部物理学教室教授・センター所員)

参加者：55名

8. 自然科学部門との共催 新任者研究紹介の開催(詳細はⅡ. x. 1を参照)

日時：2024年4月23日(火) 19:05～20:19

場所：オンライン開催

講演1：植物—送粉者パートナーシップの変遷に伴う花形質の変化

森 信之介(商学部生物学教室助教(有期))

講演2：「無」から「有」をつくる：最強の光を使った素粒子物理学の研究

田屋 英俊(経済学部物理学教室助教(有期)・センター所員)

講演3：歴史探訪—数論幾何—

津嶋 貴弘(医学部数学教室教授・センター所員)

参加者：46名

9. 所員からの申請によるイベントの開催

センター主催イベント

第14回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム(詳細はⅡ. vi. 1を参照)

日時：2024年11月9日(土) 13:00～16:00

場所：対面(日吉キャンパス第2校舎224教室)とオンラインによるハイブリッド形式

参加者：12名

(志村 正)

iv. 広報委員会

1. 広報委員会の開催

必要に応じてメール審議を行った。主な議題は、講演会等のイベントのポスター案や「ニューズレター」の掲載内容についてであった。

2. イベントの広報

イベントの開催に際して、ポスターを作成して各キャンパスや一貫教育校に掲出を依頼するとともに、Webサイト (<https://www.sci.keio.ac.jp/>) で広報した。ポスターについてはⅢ-11を参照。

3. 所員の研究・教育活動と受賞の報告

所員による論文発表や書籍刊行、受賞の報告を Web サイトで行った。また、「自然科学研究教育センター若手

研究者賞」についても、Web サイトで本年度受賞者の決定、および受賞者による受賞コメントなどを報告した。

4. ニューズレター

ニューズレター第23号を2024年7月8日に刊行した。第23号は、印刷物（A4判2ページ構成）を500部作成するとともに、Web サイトにPDF版を掲載した。

内容についてはⅢ-11を参照。

5. 年間活動報告書

例年通りのスケジュールで、2025年2月25日を締め切りとして2024年度年間活動報告書の原稿を収集した。

(林 良信)

v. 一貫教育校との連携委員会

1. 本年度の特記事項

本委員会のメインである「一貫教育校との連携ワークショップ」を開催した。このワークショップは、「理科における基礎的な概念の教授法の共有」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」の2本立てで行う。今年度は「理科における基礎的な概念の教授法の共有」については「温度・熱」をテーマとした。

2. 連携委員会の開催

すべて、メール審議で行った。

3. 一貫教育校との連携 WS の開催

以下に実施概要を示す。詳細は、Ⅱ. viii. 3を参照のこと。

第12回 一貫教育校との連携ワークショップ

日 時：2024年11月16日（土）15:00～18:30

場 所：日吉キャンパス 来往舎 大会議室

参加者：26名

(久保田真理)

vi. 学際イベント

1 シンポジウム

未来先導基金 みなさん mirai プロジェクト 2024年度 公開シンポジウム 「今、地震がおきたら？ — キャンパスで考える防災 —」

日時：2024年5月28日（火）18:15～19:30
会場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎シンポジウムスペース
オンラインとのハイブリッド形式で開催
主催：慶應義塾大学教養研究センター
共催：慶應義塾大学自然科学研究教育センター
参加者：45名（対面28名、オンライン17名）

プログラム

- いつ起こるかわからない震災に備えて
講師 井奥 洪二（慶應義塾大学 経済学部 教授／自然科学研究教育センター 前所長）
- 南三陸から慶應へ — 命をつなぐバトン —
講師 山内 明美（宮城教育大学 教育学部 准教授）
- 総合討論
司会 大平 哲（慶應義塾大学 経済学部 准教授）

近年、30年以内の巨大地震発生確率が南海トラフ、首都直下、千島海溝・日本海溝で高まっていると発表されており、防災意識を高める必要がある。講演者の井奥洪二氏は、かつて東北大学勤務時に仙台市の青葉山キャンパスで東日本大震災に遭遇した被災者であり、この体験を踏まえて、震災への備えについて講演された。講演者の山内明美氏は、東日本大震災の発災時以降に南三陸で起こったこと、非常時に機能できるような地域（学校）コミュニティにはどのようなものがあるか、またどのようにつくっていけるかについて講演された。

なお当日は大雨・強風という悪天候により、2件の講演の後に予定されていた総合討論を行わず、シンポジウムの終了予定時刻20時よりも30分早く終了した。このため後日、オンラインでシンポジウムの講演者2名を含む関係者5人が防災と地域コミュニティに関する情報と意見の交換を行い、それに基づいてキャンパスにおける防災について議論を重ねた。この様子を収録した動画はネット配信される予定である。

（井奥 洪二）



東北大学 大学院環境科学研究科 井奥研究室
（2011年3月11日 筆者撮影）

第14回慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム報告書

日時：2024年11月9日（土）13:00～16:30
会場：慶應義塾大学日吉キャンパス 第2校舎 224教室にてオンラインとのハイブリッド形式で開催
参加者：12名（塾内関係者数：2名）

プログラム

13:00～13:05 開会の挨拶
山本 裕樹（東北公益文科大学）

13:05～13:30（25分）
「山形県立致道館高校における取り組みとイベント参加報告」
山本 裕樹（東北公益文科大学）

13:30～13:55（25分）
「ダ・ヴィンチ祭/天文教育普及研究会/日本物理学会参加報告」
戸田 晃一（富山県立大学）

13:55～14:10（15分）
「東海大学望遠鏡を用いた研究および望遠鏡現状報告」
榎田 淳子（東海大学）

14:10～14:30 休憩（20分）

14:30～14:45（15分）
「インターネット望遠鏡周辺機器を用いた気象予測システムの構築（2）」
阿部 和希（東海大学）、榎田 淳子（東海大学）、
佐部利魁人（名古屋大学）

14:45～15:00（15分）
「鹿児島大学における小型 ITP 望遠鏡の開発」
楳木 奏汰（鹿児島大学）

15:00～15:15（15分）
「宮教大のインターネット望遠鏡の現状と金星ライブを活用した実践授業の展開」
高田 淑子（宮城教育大学）

15:15～15:30（15分）
「インターネット望遠鏡と ALCAT」
松本 榮次（佛教大学）

15:30～16:00（30分）
インターネット望遠鏡についての議論

16:00～16:05 閉会の挨拶
戸田 晃一（富山県立大学）

今回のシンポジウムも、慶應義塾大学における対面発表をベースに、Zoom を用いたオンラインでの参加・発表も可能とするハイブリッド形式での開催とした。参加者は12名、うちオンライン参加が1名だった。発表者は7名で、うち5名が大学教員、2名が学生と大学院生だった。発表ではインターネット望遠鏡を利用した研究やアウトリーチ活動、小型望遠鏡のシステム開発についてなど多岐にわたる発表があり、活発な議論がなされた。大学教員だけでなく学生や大学院生の発表があり、今後新しい若手が育ってくれば研究グループとしても非常に頼もしく感じた。今年度は日本物理学会や天文教育普及研究会など今まであまり発表してこなかった学会にも発表しているの、インターネット望遠鏡の利用者だけでなく研究に使いたいという人が増えてくるのではないかと期待している。

また、シンポジウム後に、インターネット望遠鏡運営委員会をハイブリッド形式で開催し、次期運営委員長の選出と科研費への応募についての議論を行った。

（小林 宏充）

2024年自然科学研究教育センター・シンポジウム

「醸造と発酵の文化と科学 — ワイン、チーズ、味噌を味わう —」

日時：2024年11月30日（土）13:00～16:50
場所：慶應義塾大学日吉キャンパス 第4校舎B棟
J11番教室
参加者：98名

プログラム：

13:00～13:10 開会挨拶
岡田 英史（本塾常任理事）

13:10～13:50
講演1. 「福澤諭吉が酒造業に期待したこと」
井奥 成彦 氏（慶應義塾大学 名誉教授）

13:50～14:30
講演2. 「ワインの発見とビールの発明 — オリентで生まれた酒 —」
小泉 龍人 氏（NPO 法人 メソポタミア考古学教育研究所 代表）

（休憩15分）

14:45～15:25
講演3. 「乳文化の発酵と醸造」
平田 昌弘 氏（帯広畜産大学 人間科学研究部門 教授）

15:25～16:05
講演4. 「味噌玉はどこから来たか？」
星野 保 氏（八戸工業大学 工学部 工学科 生命環境科学コース 教授）

（休憩10分）

16:15～16:45 総合質疑討論

16:45～16:50 閉会挨拶
岡本 昌樹（センター所長・文学部教授）

全体要旨：

2024年の当センター・シンポジウムが11月30日（土）、日吉キャンパス第4校舎J11番教室で、98名の参加者にお集まりいただき開催された。今年のテーマは「醸造と発酵の文化と科学 — ワイン、チーズ、味噌を味わう —」である。あまり馴染みのない話題なのかもしれないが、今回は食べ物と飲み物を対象として、明るく楽しいシンポジウムを目指した。岡田常任理事の挨拶にもあったが、テーマの中に「文化」という言葉を含んでいることがとても重要で、醸造と発酵に関して科学的に考察するだけではなく文化的な側面も探求し、これらが私たちの日常生活や歴史にどのように影響を与えてきたか、多角的に議論することを目的とした。

講師には、数多の分野から井奥成彦氏、小泉龍人氏、平田昌弘氏、星野保氏の四先生をお招きした。井奥氏は日本における醸造の歴史、小泉氏はメソポタミアでのワインの発見とビールの発明、平田氏はミルクを原料とした発酵と醸造、星野氏は味噌玉を対象にした菌類学研究について、とても分かりやすく丁寧にご講演くださった。詳しい内容は個々の報告に委ねるが、ここでしか聞くことのできない大変貴重なお話ばかりで、興味深く拝聴した。

折しも、日本酒や焼酎、泡盛といった日本の「伝統的酒造り」がユネスコの無形文化遺産に登録されることが決定した。これは、醸造技術の中に位置づけられる「伝統的酒造り」が、単なる飲み物の製造ではなく、地域社会や人々の生活と密接に結びついた文化遺産であり、その価値を再認識したうえで大切に守り続けていくことの重要性を端的に示している。岡本所長も話していたとおり、醸造と発酵は人類が発見し長年利用してきた文化であり科学である。ワイン、チーズ、味噌を舌以外で味わっていただいた当シンポジウムが、これらについて関心を持つ一助になれば幸いである。

この場をお借りして、お忙しい中、熱心にご講演くださった先生方、ご参加いただいた皆様に、改めて御礼申し上げます。

（志村 正）

講演 1

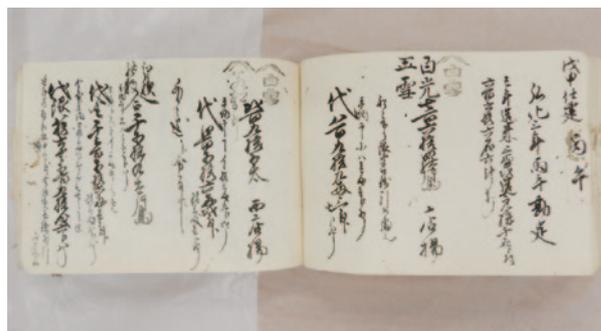
「福澤諭吉が酒造業に期待したこと」

井奥 成彦 氏

シンポジウムの最初の講演として、井奥成彦先生に、慶應義塾の創立者である福澤諭吉が酒造業に期待したことについて、当時の時代背景を踏まえながらわかりやすくご講演をいただいた。

初めに福澤の生きた時代の酒造業について説明いただいた。イギリスでビール工場を見学した岩倉使節団は、日本の醸造術は西洋より優れていると評価していたなど、酒造業や醤油醸造業は当時から世界をリードしていた。また、酒造業は当時、日本の主要工業製品の中で生産額において常にトップであった。福澤は国の財政基盤をしっかりとしたものにするには一国の独立にかかわ

ると考え、財政基盤が脆弱だった明治政府の財源として酒造税が有望であると評価した。実際、酒造税は、明治後期にそれまで最も大きい財源であった地租を抜いて国の税収一位になった。また、福澤は、豪農「ミズル・カラス（中産階級）」に、近代化の担い手として期待した。彼らは経済力、知力をもっており、多くは酒造業を営んでいて、その子弟は慶應義塾に入学していた。そこで福澤は全国の豪農の家を訪ねまわり、教を説いた。さらに福澤は、日本の「経験」と西洋の科学の融合を期待していたとの説明があった。科学的根拠に基づく、すなわち伝統と近代の融合した醸造を主張し、穴蔵に酒を貯蔵する方法（今でいう低温保存）などを説いていた。講演の途中では、福澤のお酒に対する話もされ、健康のために節酒をしていたが、来客時には、ビールやお酒を提供していたことや、晩年には禁酒をしていたことも紹介された。



兵庫県伊丹の酒造家・小西新右衛門家の幕末の帳簿より

講演では、福澤の人柄から酒造業に対する考えまで、幅広く説明していただいた。福澤は自然科学を学習することが重要であることを述べていたように、本講演は自然科学と歴史、経済、政治をつなぐ興味深い講演であった。（岡本 昌樹）

講演 2

「ワインの発見とビールの発見

— オリエントで生まれた酒 —

小泉 龍人 氏

NPO メソポタミア考古学教育研究所の代表理事で、シリア、エジプト、トルコ、イラクなどのフィールド研究調査に長年携わっておられる、小泉先生に表題のご講演を行っていただいた。

まずはワインの発見について。ワインのバイオマーカーはアントシアニン類の赤い色素、酵母、酒石やコハク酸などである。土器「ワイン壺」に残されたものから、ジョージアの住居跡で約8000年前には作られていたようだ。干しブドウを土器で保存していると、発酵して「不思議な液体」が生成されたのが始まりではないかと考えられている。その後、自家消費から、都市化におけるワイン需要の高まりでワイナリーの出現へと進展し、交易品や御神酒として利用されたようだ。また、儀礼に用いられたハリネズミ形などのさまざまな注酒器も紹介された。

続いてはビールの発見について。ビールのバイオマーカーは残滓に含まれるシュウ酸カルシウムで、約5300年前の最古の「ビール壺」がイランのザクロス山地の遺跡で見つかっている。その後、イラクではメソポタミア最古級のビール醸造所が神殿に併設され、御神酒として献酒された後に、神官や市民に振舞われていたのではないかと考えられている。

都市における儀礼の酒として、ワインは王が酒器に入れて自ら運び、従者がビールを運ぶ様子が、約5300年



ジャベル・アルーダ遺跡（シリア）出土
ハリネズミ形注口土器復元品（小泉龍人氏製作）

前の印章の印影に描かれており、ワインとビールに格差があることがうかがえる。これはアルコール度数の差に起因するものであるようだ。また、ワインに比べて、ビールの醸造工程は難しいため、レシピが残っていること、ワインを混ぜて作っていたことも面白く感じた。

ちなみに白ワインはバイオマーカーが少なく、遺跡などで特定するのが難しいようだ。バターと勘違いして調べられていたものが、後になってワインだと認定されたストーリーも話していただいた。

ワインやビールの話を聞きながら、つついその味を想像してしまう、酒飲みには辛く（？）楽しい時間であった。

（杉本 憲彦）

講演 3

「乳文化の発酵と醸造」

平田 昌弘 氏

チーズ、バター、ヨーグルト、クリーム、これら我々の生活に欠かせない食品は全てミルクから作られる。これらは老若男女が普段から口にするありふれた食品であることから、原料がミルクであることを知っていてもそれ以上に想いを馳せることはほとんどない。しかし平田先生は、西アジアを初め南欧地中海沿岸やアフリカも含むアジア全域をカバーする35年に渡るアフロ・ユーラシア大陸でのフィールドワークから、乳文化こそ、ヒトが居住域を広げ生活、経済や社会を発展させることを支えてきた立役者であると確信する。

地球上における様々な地域へ居住域を広げるにあたり、乾燥地といった過酷な環境では住むために何らかの適応方策が求められる。暑く乾いた地域では、ヒトが食べるものを如何にして安全かつ長期的に保存できるかが鍵となる。そのため、狩猟や農耕に加え、初期の家畜飼育における必要な時に新鮮な食料を得る方法の代わりに、搾乳により家畜のミルクを得て加工し利用および長期保存する方法が開発された。1万年前に西アジアを起源とする搾乳およびミルク利用の発明は、牧畜という生業として定着するとともに、暑熱な気候を中心とする南方乳文化圏と冷涼な気候を中心とする北方乳文化圏に分かれながら各地域で独自の発展を遂げて今に至る。乳酸発酵を主とする発酵作用や酸による凝固作用を用いて



ヒツジから搾乳するシリアのアラブ系牧畜民
(平田昌弘氏撮影)

バターやチーズを作る発酵乳系列群や凝固剤使用系列群は、南方および北方の両域に共通して見られる。一方、加熱して濃縮乳を作る加熱濃縮系列群は南方域のみ、クリーム加工を行うクリーム分離系列群は北方域のみに見られる。また、醸造は行わないものの発酵作用により酸乳酒を作る文化は北方域のみに見られる。乳文化において唯一醸造作用を用いて腐りチーズや腐りホエイを作る文化は、南方域のチベット高原で発達した。

我々ヒトは哺乳類であることから、ミルクは産まれたあと一番最初に口にする栄養源である。平田先生のご講演から、乳文化とは他の動物（家畜）と共生をするための手法であり、脳を特殊化させることで得た知性を活かしたヒトの積極的な環境適応の歴史であることを実感できた。

(杉本 親要)

講演 4

「味噌玉はどこから来たか？」

星野 保 氏

和食の基本的な調味料の一つである味噌。その起源は諸説あり、アジア大陸に由来するという説や、日本独自に誕生したという説、そしてその両方が影響したとされる説がある。今でこそ工場で大規模生産される味噌であるが、つい最近まで、味噌は家庭でつくり、自家消費するものという認識が一般的であった。そのため、日本各地には、様々な自家製味噌の製法が伝承・記録されている。特に、青森県や岩手県などの北東北や、長野県などの一部地域には、「味噌玉」という自家製味噌の原料を家庭でつくる文化が今もなお存在する。

味噌玉は、春の彼岸のころ、煮た大豆をつぶして球形あるいは砲弾型などの形状に固めたもので、北東北ではこれを軒先などにわら縄で縛り、1か月以上乾燥させる。その過程で、様々な菌類が味噌玉に発生する。菌類とは、きのこ、カビや酵母といった微生物の総称であるが、味噌玉にはケカビやアオカビなど、様々なカビの仲間が発生し、それらにより発酵が進むことで味噌の原料になる



青森県東通村に残る味噌玉

と考えられている。味噌玉に発生するカビは、いわば「天然のコウジ（麹）カビ」なのである。

星野保氏は、青森・岩手両県における調査の結果から、北東北に古くから伝わる「冬季に食品をつるして乾燥させる保存方法」と、アジア大陸から伝来した味噌製造の技術とが融合し、稲作に不向きな気候であった北東北において、独自の味噌玉製法が誕生したと考察された。

星野氏は菌学者として、これまでグリーンランドやロシアのシベリア地方といった北極圏から、南極大陸に至

るまで、世界の寒冷地において菌類の生き方や、菌類の低温への適応進化の戦略などについて長く研究を続けてこられた。同氏は低温環境に生きる菌類の専門家、という独自の視点から、日本の寒冷地において、多様な菌類を利用した、知られざる発酵食品の数々を緻密な現地調査や文献調査によって掘り起し、その歴史、製法、多様

性などを明らかにしつつある。今回は「味噌玉」が主題であったが、同じく北東北に伝わる「ごど豆」や「ヤマガゼ」など、菌類が関与する独特な発酵食品についても研究を進めているとの紹介もあり、今後の展開をうかがうのが楽しみな、終始わくわくとするお話であった。

(糟谷 大河)

総合質疑討論

休憩時間中も各講演者に対して質問が途切れず続いているのを遮るような形で総合質疑討論へと移り、4名の講演者に登壇いただいて会場からの質問や講演者相互の質問に回答いただく形で討論を進めていった。いろいろな話題が展開していき、最終的には人の知恵と安全のバランスにまで話が及んだ。そもそもブドウを置いておいたら変な液ができてこれに不思議な効果があるとか、乳糖が二糖だったからうまく発酵したとか、味噌玉にケカビとアオカビが付くタイミングを選んで作っていると、食べられるものやおいしいもの、役に立つものを見つけてそれを受け継いできた人類は改めてすごい、というところから始まり、さらにこのような知識は代々受け継がれてきていて、たとえば切り株に発生するオレンジ色の酵母やカビの集合体である「ヤマガゼ」(山のウニの意味)を食べる習慣などは、食糧難のときに生き延びる知恵のような面があったのだが、そうした知識も次第に失われつつあるという指摘へと続いた。福沢諭吉の時代に醤油と日本酒の工業的生産が推進されたが、味噌はルーツも古くそれぞれに自家生産されていて工業化は比較的遅かったのではないかと、このことで、味噌玉の話も今に残る自家生産の事例と言えようが、普通は避けられ



るべきアオカビを食用利用するなど、こうした知識が受け継がれてきた過程では命を落とすような事故もあった可能性が否定できない。ワインや発酵乳、ヤマガゼの利用の過程でも失敗もあっただろう。福沢も推進した食品の工業化は、一方でそうやって受け継がれてきた特定の地域や集団に伝わる知識の消失を促したような面もあるが、他方で工業化によって安全な食品を安定供給できるようになることで、こうした口伝の知識頼みで起こる「事故」の犠牲も減ったはずである。「個の知恵・知識」を守りつつ便利さや安全を確保する道をうまく見つけてゆく必要性を改めて感じさせられた。

(河野 礼子)

2 講演会

第51回講演会

日時：2024年6月3日(月) 16:30~18:00

場所：日吉キャンパス 来往舎 シンポジウムスペース

講演者：藤澤由貴子(自然科学研究教育センター研究員)

講演題目：データ同化による世界で初めての金星気象データセットの作成

参加者：17名

今回は、2023年度自然科学研究教育センター若手研究者賞の受賞記念講演も兼ねて、藤澤由貴子氏にご講演いただいた。前回の講演会に引き続き、観測とシミュレーションを融合する、データ同化を用いた研究テーマであるが、今回はこの手法を世界で初めて金星大気に適用した成果の紹介である。

最初に、博士課程までを過ごされた北海道大学時代の、



地球シミュレータを用いた大気大循環モデル「AFES」による水惑星実験の結果が紹介された。赤道域の降水活動の組織化とその階層構造は、地形などの効果がなくと

も水惑星で再現でき、またその国際比較プロジェクトにも関わった経験について紹介された。当時の趣味であるお弁当撮影の成果は、あかつきの紫外線画像の可視化にも生きたとのことである。

続いて、金星大気の謎である高速の東風（スーパーローテーション）と金星探査機「あかつき」、その観測データの公開について紹介された。特に今回の同化に使用した、紫外線画像の雲を追跡して得られる雲追跡風についてのお話があった。数値計算では、金星の大気大循環モデル「AFES-Venus」を用いた。これは水惑星実験で用いた「AFES」の金星版であり、観測される様々な金星大気現象をうまく再現できていたとのこと。このため、地球におけるデータ同化技術を金星大気に適用する可能性が開けたとのことである。観測データもモデルの精度も地球に比べて不十分な中で、あかつきの集中観測時期に焦点を当てることで、同化のより大きなインパ

クトが得られたこと、熱潮汐波の位相構造の改善にもつながったことが紹介された。

今回作成された客観解析データは、今後の金星大気研究の基礎をなすもので、雲追跡風のLevel4からさらに一つ進んだ、Level5に相当するものである。すでにこの解析データ中に、新たな現象のメカニズムの理解に繋がる研究成果も出ているとのこと。さらに、データ同化の応用として、将来の観測計画の立案に、仮定の観測データを作成し同化することで、観測インパクトの調査を前もって行うことも可能になる。

講演後には、活発な質疑応答が行われた。火星や金星でようやくなされるようになったデータ同化を、今後は木星や土星などにも適用していけるのか、などの鋭い質問もなされていた。夢膨らむ研究についての講演会であったと思う。

(杉本 憲彦)

第52回講演会

日時：2025年1月16日（木）16:30～18:00

場所：日吉キャンパス 来往舎 大会議室

講演者：安藤 寿康 氏（慶應義塾大学名誉教授）

講演題目：負の遺伝観を覆すことは可能か 行動遺伝学・進化教育学からの挑戦

参加者：41名

第52回自然科学研究教育センター・講演会が2025年1月16日（木）16:30～18:00、日吉キャンパス来往舎大会議室にて開催された。

今回は行動遺伝学、教育心理学および進化教育学が専門の安藤寿康氏にご講演いただいた。慶應義塾ふたご行動発達研究センターにおいて、慶應双生児研究や首都圏ふたごプロジェクトを通し4,500組にのぼる双子を対象に、遺伝と環境がヒトの特性とどのように関わるのかについて多くのことを明らかにされてきた。講演では、初めに「負の遺伝観の系譜」として、現代人が有する、ヒトの特性の多くが遺伝で決まるという事実に対する忌避感覚が作られてきた歴史をご紹介いただいた。それは、暴力的な差別を生んだ優生学思想への反省に加え、その反動であるIQと遺伝との強い連関を示唆する研究への誤った批判に裏打ちされている。

続いて、「行動遺伝学紹介」として双生児法を用いたヒトの特性における遺伝と環境の影響を調べた安藤氏の長年のご研究を紹介いただいた。多くの一卵性双生児と二卵性双生児との比較から、身長や体重といった形態特性から性格や収入といった行動特性まであらゆることに遺伝の影響が必ず存在し、共有環境と非共有環境といった環境の影響も比較対象ごとに大きく異なることが明ら



かになった。また、近年進展が目覚ましい遺伝子解析技術により、全ゲノム情報をデータに含めることができ、ヒトの各々の特性には多くの遺伝子が複合的に関係することも明らかになっている。

最後に、「遺伝のご利益」として最も基本的な遺伝法則から見える事実と今後の遺伝と環境との関係との向き合い方についてご紹介いただいた。安藤氏のこれまでの研究結果は、一つの遺伝子がヒトの特性を決めない点や、複数の遺伝子が関係することによる各特性内での大きな個体差といった点で遺伝の基本法則と合致する。以上のことを踏まえると、現代人が有する遺伝と環境に対する誤った捉え方を正すためには、個人差をしっかりと認めた上で、教育を通して異なる特性を有する個人が協力することの重要性を再認識する必要があると言える。

講演会後にも安藤氏に質問される方が続いたことから、今回のテーマへの高い関心が伺われた。なお、当日の参加者は41名であった。

(杉本 親要)

第53回講演会

日時：2025年3月10日（月）13:10～14:30
場所：日吉キャンパス 来往舎 シンポジウムスペース
講演者：杉山 晴紀 氏（総合科学研究機構中性子産業
利用推進センター 研究員）
講演題目：固体材料の『構造』を自在に操る・刺激によ
る結晶構造のその場制御
参加者：20名

講演は、自然科学研究教育センター2024年度若手研究者賞受賞講演として実施されたものである。講演者の杉山氏は、刺激に応答する高機能有機材料について、結晶構造と物性の関係性を解説するために、結晶と分子・原子・陽子・中性子の基礎科学をわかりやすく説明された。時にクイズを交えながらの丁寧な説明に、開場の雰囲気も和やかなものとなった。

近年の材料研究においては、外部刺激による構造物性変化を伴う新規な機能性材料の開発が盛んに行われている。杉山氏の研究対象としたサリチリデンアニリンは、光刺激によって分子異性化を要因とする可逆的なフォトクロミズム（色変化現象）を示す。興味深いことに、結晶相ではねじれた配座の分子のみフォトクロミズムを示すという分子構造と物性の相関関係がある。杉山氏はこの特徴に注目し、結晶構造の変化から分子構造をその場



変化させ、有機結晶のフォトクロミズム物性をスイッチすることを考案した。加熱、アンモニア水蒸気暴露によるアンモニア分子の吸脱着を利用して、光の作用によって色が変化する有機結晶の物性制御に成功した。

エネルギー源や水素運搬用分子として注目されているアンモニア分子の吸脱着を利用して構造-物性制御を達成できたことは、結晶工学や物質科学分野へのインパクトも大きく、センサーなど産業利用を含めた様々な分野での応用が期待できる。参加者は20名であり、興味深くわかりやすい充実した講演会であった。

（井奥 洪二）

3 サイエンス・メルティング・ポット

*メルティング・ポットは、多種多様な民族が混在して暮らしている都市において、多文化が互いに入り交じって溶けあい、独特の文化を形成する社会をさします。多分野が集まる自然科学研究教育センターにおける交流会により、研究が融合し、新たな研究が進展してほしいという願いをこめた名称です。

第25回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2024年7月16日（火）16:30～18:00
場所：会議ツール『Zoom』によるオンライン開催
参加者：24名

プログラム

形式：講演30分、質疑応答15分

司会：前半担当

小島 りか（文学部生物学教室助教(有期)）

後半担当

下村 裕（法学部物理学教室教授）

(1) 16:30～17:15

演題：化学者の起業 — 糖尿病克服を目指して —
講師：井上 浩義（医学部化学教室教授）

(2) 17:15～18:00

演題：空間知覚の学習とヒューリスティクス
講師：田谷修一郎（法学部心理学教室准教授）

講演要旨 1

「化学者の起業 ― 糖尿病克服を目指して ―」

井上 浩義

現在、若い人たちの起業がブームになっている。私たちが21世紀に突入した2001年頃から3社を起業・経営して来た。医学部発、かつ化学者のベンチャーというと小分子化合物による創薬ベンチャーを思い浮かべる方が多いと思うが、私たちはプロセス（工程）を創造することによって新製品を世に問うて来た。私たちは30年ほど前から基礎研究として糖尿病、特に糖化のプロセスを究明して来ました。糖化のプロセスでは、アマドリ化合物

として知られる HbA1c が糖尿病の診断で広く使用されていますが、このアマドリ化合物がさらに進むと不可逆性の AGEs (Advanced Glycation End-products) が発生しますが、私たちはこの AGEs を食品でキレートするアポ型のラクトフェリンや数十種類存在する AGEs の中から最も細胞毒性の高い Glyceraldehyde 由来 AGEs の血中濃度を測定するキットを、一本鎖 DNA アプタマーを用いて製作し、前者は日本国内で、後者は主に欧州で販売して来た。なお、当該社は2022年に M&A にて私たちの手からは離れた。

講演要旨 2

「空間知覚の学習とヒューリスティクス」

田谷修一郎

視覚とは網膜像（光受容細胞の応答パターン）を唯一の材料として、それをもたらした外界の事物が何であり、それがどこにあるのかを知る過程である。我々は見ることには困難を感じないため、この過程がどれほど複雑であるかを意識することはほとんどない。しかし、ある特定の網膜像を産み得る外界構造の候補は無数にあるため、視覚には常に高度な推論が要求される。

本講演ではまず、視覚の推論が過去の経験に基づく確

率的な方略（ヒューリスティクス）に頼らざるを得ないことを示す。その上で、この推論方略を獲得・修正する学習が臨界期以降の成人にも可能であることを、講演者自身の研究結果も踏まえて解説する。そして、視覚の推論が確率的なものにならざるを得ないがために、外界がある構造を持つという仮定のもとである網膜像の生起が低い確率でしか見込めない状況においては、通常は有効な推論が誤った知覚を導くこと、従って、ある一群の錯視（目の錯覚）はそうした推論の自然な副産物として理解できることを解説する。

第26回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2025年1月17日（金） 16:30～18:00
場所：会議ツール『Zoom』によるオンライン開催
参加者：24名

プログラム

形式：講演30分、質疑応答15分
司会：井上 浩義（医学部化学教室教授）

- (1) 16:30～17:15
演題：整数論における幾つかの予想について ― 志村・谷山予想とラングランズ予想の周辺 ―
講師：津嶋 貴弘（医学部数学教室教授）
- (2) 17:15～18:00
演題：植物ホルモンであるストリゴラクトンの新規作用の解析
講師：草島 美幸（法学部化学教室助教）

講演要旨 1

「整数論における幾つかの予想について ― 志村・谷山予想とラングランズ予想の周辺 ―」

津嶋 貴弘

数学において整数論という一分野があり、素因数分解や合同式など高校数学でも一部扱われている。その知識

は符号理論、暗号理論、乱数生成などを通じて実社会でも役立っている。また純粋数学としても発展が続いている。本講演では、整数論発展の駆動力となってきた様々な予想をご紹介したい。1955年に日光で行われた整数論の国際会議において当時若手数学者であった谷山豊氏は、後に志村・谷山予想として知られる予想の萌芽とな

るアイデアを発表した。その後、同世代の数学者である志村五郎氏が予想の正確な定式化を与えた。この予想は時代に大きく先駆けており、整数論の歴史に多大な影響を及ぼした。現在では、この予想はラングランズ予想と言われる大きな予想の一部と考えられている。志村・谷山予想は2001年に完全解決されたが、1995年にアンドリュウ・ワイルズ氏はその一部を示すことでフェルマー

予想を証明した。これは20世紀に起きた整数論の最も劇的な成果であり21世紀の整数論の発展にも大きく貢献している。その背景、予想の内容、解決に至った経緯などを紹介し、現在も盛んに研究されているラングランズ予想についても触れる。さらに、この周辺で研究を行っている自身の研究についても紹介させていただきたい。

講演要旨 2

「植物ホルモンである

ストリゴラクトンの新規作用の解析」

草島 美幸

ストリゴラクトン (Strigolactone) は、アフリカの農作物に大きな被害をおよぼす根寄生雑草ストライガ (Striga) の発芽を促進するラクトン構造を有する化合物として見出された。その後、植物の枝分かれを抑制する植物ホルモンとしてストリゴラクトンは認められるようになった。また、ストリゴラクトンは植物にリン酸を与えるアーバスキュラー菌根菌の共生を促進する化合物と

しても報告され、植物と微生物の相互作用を制御する可能性が考えられている。近年、ストリゴラクトンは植物免疫に関与することも報告されている。病原菌を認識した植物において、植物免疫と呼ばれる様々な病害抵抗性が誘導される。私たちはこれまで、植物免疫の一つであるサリチル酸を介して誘導される全身獲得抵抗性 (SAR) とストリゴラクトンの関係を解析してきた。本発表では、典型的な合成ストリゴラクトンである GR24 と合成が比較的容易である 4-Br debranone (4BD) と SAR 誘導剤である BIT を用い、SAR に対するストリゴラクトンの影響を解析した結果についてご紹介する。

4 自然科学研究教育センター主催・最終講義

日 時：2025年1月31日 (金) 15:00～16:30

場 所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

講演者：下村 裕 (慶應義塾大学法学部教授 (現名誉教授))

講演題目：慶應義塾での34年間

下村裕教授の最終講義が2025年1月31日 (金) に日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースにて行われました。会場には当センターの物理学者をはじめとする自然科学研究者や法学部の教員、通学生、また通信教育部でお知り合いになられた大阪の学生の皆さま、日吉地域の方や塾員の方、さらにはご家族まで多様な幅広い層の方々など55名が参加されました。下村教授は、まずテレビ番組で解説をされた、公園の水飲み水栓の上に置いたビー玉が左右に揺れても落ちない理由や、逆さにしたコップの中の水は小さな穴が開いたもので蓋をしてもこぼれない理由を、演示実験をしながら解説してくださり、会場を沸かせました。慶應へ就任されたころは乱流統計理論を駆使した輸送モデルや三次元電磁流体乱流シミュレーションをされていましたが、ケンブリッジ大学への塾派遣留学時に H.K. Moffatt 教授と知り合われ、高速回転するゆで卵が立ち上がる際の解析解を発見され、

Nature 誌に掲載されたこと、さらにその卵がジャンプしていることを発見したことで、その後の人生が変わったことなど、分かりやすく興味深いエピソードを交えてご教授くださいました。難しいことを簡単に教える極意に、皆さん魅了されておりました。下村先生、長年に渡りお世話になりありがとうございました。一同、心より感謝申し上げます。

(最終講義発起人代表・小林 宏充)



vii. プロジェクト研究

1 ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明： 数論・幾何学・物理学における発現と展開

文責 研究代表者 桂田 昌紀

本研究プロジェクトでは、古くからその存在が捉えられており、これまで数学諸分野の進展を牽引する役割を果たしてきた「ゼータ関数・テータ関数・楕円関数」及びそれらと類縁関係にある関数のクラスについて、当面は研究代表者の専攻領域である解析的整数論及び特殊関数論の手法を用いた挙動の解明を行うとともに、ここで得られた成果に幾何学・数理物理学の視座から新たな光をあて、所期の問題意識である上記関数のクラスの挙動解明の研究へのフィードバックをも目指す。

以下、2024年度の研究の主な進展について、特に研究代表者に関連したものに限定して述べる。

[I] 一般化された正則 Eisenstein 級数の完全漸近展開とその応用：

以下、 $s \in \mathbb{C}$ を変数、 $\alpha, \beta, \mu, \nu \in \mathbb{R}$ をパラメタとし、 $e(s) = e^{2\pi is}$ とおく。研究代表者らは、古典的な正則 Eisenstein 級数を Lerch ゼータ関数 $\phi(s, a, \lambda)$ の形に拡張して定義された、パラメタ $z \in \mathfrak{H}^+$ (\mathfrak{H}^+ は複素上半平面) に対し、 $(1, z)$ を基底とする、相 μ, ν の異なり得る二つの加法指標 $e(\mu s), e(\nu s)$ を含んだ、一般化された正則 Eisenstein 級数 $F(s; \alpha, \beta; \mu, \nu; z)$ に関する、 z が扇状領域 $0 < \arg z < \pi$ 内を $z \rightarrow \infty$ となるときの z の完全漸近展開を導出した。この漸近展開公式の応用として、Riemann ゼータ関数 $\zeta(s)$ の奇数点における特殊値と、ある種の Lambert 級数を結びつける古典的に著名な Ramanujan の公式の一般化や、Weierstrass 由来の楕円型関数である、複素平面内の基底 $(1, z)$ に付随して定まる \wp 関数・ ζ 関数・ σ 関数 (の対数) の z に関する漸近展開が得られるなど、種々の著しい成果が得られる。詳細は論文 “Asymptotic expansions for generalized holomorphic Eisenstein series: applications to Ramanujan’s formula for $\zeta(2k+1)$ and Weierstrass elliptic and allied functions” として速報が京都大学数理解析研究所講究録に掲載されているとともに、本論文についても欧文学術雑誌 Ramanujan Journal に掲載された。

次に、 χ, ψ を任意の法 $f \geq 1, g \geq 1$ を有する Dirichlet 指標とし、任意の $a, b, n \in \mathbb{Z}$ に対して、 $\chi_a(n) = \chi(a+n)$ 、 $\psi_b(n) = \psi(b+n)$ を移行指標とする。研究代表者らは、正則 Eisenstein 級数のこの方向での定式化としてはほぼ最終的な形ともいえる、(法 f, g と相 μ, ν の異なり得る) 加法指標 $e_f(\mu s) = e(\mu s/f)$ 、 $e_g(\nu s) = e(\nu s/g)$ 、及び移行 Dirichlet 指標 $\chi_a(n)$ 、 $\psi_b(n)$ をともに含ん

だ Dirichlet-Hurwitz-Lerch 型 正則 Eisenstein 級数を ($\operatorname{Re} s > 2$ において絶対収束する) 2重 Dirichlet 級数 $F_{\chi_a, \psi_b}(s; \alpha, \beta; \mu, \nu; z)$ 及びその (全複素 s 平面上への) 解析接続として定式化するとともに、パラメタ $z \in \mathfrak{H}^+$ が扇状領域 $0 < \arg z < \pi$ 内を $z \rightarrow 0$ 及び $z \rightarrow \infty$ となるときの完全漸近展開を導出した。結果については、論文 “Asymptotics for Dirichlet-Hurwitz-Lerch holomorphic Eisenstein series and Ramanujan’s formula for $\zeta(2k+1)$ ” として纏められ、欧文学術雑誌に投稿中である。

[II] 種々のゼータ関数に関する完全漸近展開とその応用：

本研究代表者は、これまで手がけてきた様々なゼータ関数に対する漸近展開の研究を鳥瞰的に見渡し、それらの間の有機的連関を明確化する形に解説するとともに、これに加え、Lerch ゼータ関数の高階導関数のパラメタに関する完全漸近展開に関する新たな知見を記載した論説が日本数学会発行の学術雑誌 Advanced Studies of Pure Mathematics に掲載された。特に、上記の Lerch ゼータ関数の高階導関数のパラメタに関する完全漸近展開からは、その応用として、古典的に知られている、単位開区間上における、 Γ 関数の対数に対する Kummer による Fourier 展開、 $\psi = \Gamma'/\Gamma$ 関数の Lerch による Fourier 展開、さらには、 ψ 関数の有理点における Gauss の明示的表示など、種々の結果の新たな証明が得られた。ゼータ関数に付随する完全漸近展開が、古典的に知られている種々の特殊関数の性質についてのより深い理解に導くという研究の方向性は、この方面の解析に新機軸を切り拓くことが期待される。

[III] Lerch ゼータ関数の種々の積分変換の完全漸近展開とその応用：

Lerch ゼータ関数 $\phi(s, a, \lambda)$ からその「特異部分」を適宜除去した修正 Lerch ゼータ関数 $\phi^*(s, a, \lambda)$ に対して、本研究代表者は、主変数 s に関する (ガンマ分布型加重を持つ) Laplace-Mellin 変換、及び (ベータ分布型加重を持つ) Riemann-Liouville 変換、及びそれらの幾つかの iterations の、変数 s が適当な扇状領域内をそれぞれ $s \rightarrow 0$ 及び $s \rightarrow \infty$ となるときの完全漸近展開を導出した。これらの成果は、論文 “Asymptotic expansions for the Laplace-Mellin and Riemann-Liouville transforms of Lerch zeta-functions” として纏められ、その速報が京

都大学数理解析研究所講究録に掲載されており、さらに、本論文については欧文学術雑誌に投稿中である。

[IV] Dirichlet-Hurwitz-Lerch L 関数の（離散型・連続型）2乗平均の完全漸近展開：

以下、 $c \in \mathbb{Z}$, $\alpha > 0$, $\lambda \in \mathbb{R}$ に対して、 $L_{\chi_c}(s, \alpha, \lambda)$ を Dirichlet 級数 $\sum_{l=0}^{\infty} \chi_c(l) e_f(\lambda l) (\alpha + l)^{-s}$ ($\text{Re } s > 1$) で定まる Dirichlet-Hurwitz-Lerch L 関数とする。研究代表者は、 $L_{\chi_c}(s, \alpha, \lambda)$ の離散的 2 乗平均 $\sum_{\chi \pmod{f}} |L_{\chi_c}(s, \alpha, \lambda)|^2$ (離散和平均は全ての法 f の Dirichlet 指標 χ に互る) の

$f \rightarrow +\infty$ となるときの f の減少オーダーの完全漸近展開を、さらには、連続的 2 乗平均 $\int_0^1 |L_{\chi_c}(s, \alpha + f\xi, \lambda)|^2 d\xi$ に対しても、 $\text{Im } s \rightarrow \pm\infty$ となるときの $\text{Im } s$ の減少オーダーの完全漸近展開を確立することが出来た。結果は、論文 “Asymptotics for certain mean squares of Dirichlet-Hurwitz-Lerch L -functions” として纏められ、現在、欧文学術雑誌に投稿準備中である。

(プロジェクトメンバー) 桂田 昌紀

2 金星の気候とスーパーローテーションの変動の要因解明

文責 研究代表者 杉本 憲彦

研究プロジェクト期間：

2024年4月1日～2025年3月31日

研究プロジェクトメンバー：

杉本 憲彦 (法学部・教授)

藤澤由貴子 (自然科学研究教育センター研究員・科研費基盤Sでの雇用)

概要：

金星は高度45-km付近に存在する厚い雲層に覆われていて、その大気大循環の描像は未だ謎に包まれている。2015年に我が国の金星探査機「あかつき」が金星軌道への再投入に成功し、観測データが集積されつつある。あかつきで観測されるデータは時空間的にまばらな一方、大気大循環モデルで再現される金星大気の大循環場は観測と必ずしも整合的でない。この溝を埋める技術がデータ同化である。我々の研究グループでは、これまで金星の大気大循環モデルを開発し、世界初のデータ同化システムの構築にも成功してきた。

本研究プロジェクトでは、局所アンサンブル変換カルマンフィルターを用いた金星大気初の4次元データ同化を実施している。この手法では、アンサンブル計算を用いてモデル誤差が評価できる一方、多大な計算コストがかかる。第4世代に更新された地球シミュレータを用いることで、この計算を可能にした。同化したデータを解析・可視化することで、あかつきで観測される個々の現象のメカニズムの理解を大きく前進させることが期待される。

本年度は、あかつきの風速観測を同化した金星の客観解析データの公開作業と論文化を進めた。また、あかつきの温度観測の同化に向けた観測システムシミュレーション実験(OSSE)と実観測の同化も試行した。さらに、金星大気中の擾乱成長とエネルギーサイクルに関する調査を進め、2編の論文を出版した。大気大循環モデルの放射や化学反応の物理過程の導入も進めている。これらの成果により、国内外での招待講演を8件行っ

た。今後は、あかつきの画像データの直接同化に着手し、金星大気の大気現象の理解をさらに深めていく。

主要成果：

J. Liang, N. Sugimoto, and T. Miyoshi, Analyzing the Instabilities in the Venus Atmosphere Using Bred Vectors, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.129, (2024), e2023JE008067, doi.org/10.1029/2023JE008067.

J. Liang, N. Sugimoto, and T. Miyoshi, Unveiling Energy Conversions of the Venus Atmosphere by the Bred Vectors, *Geophysical Research Letters*, (2025), e2024GL112663, doi:10.1029/2024GL112663. (プレスリリース済)

招待講演：

N. Sugimoto, Y. Fujisawa, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, H. Kashimura, Y. Matsuda, AFES-Venus team, and ALEDAS-V team, GCM studies on the Venus atmosphere, 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU2024), 幕張メッセ, 千葉, 2024年5月.

N. Sugimoto, Y. Fujisawa, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, S. Ikari, Y. Kawabata, T. Imamura, AFES-Venus team, and ALEDAS-V team, Observing system simulation experiment for the cross-link radio occultation measurements of the Venus atmosphere, *Planetary Exploration Workshop 2024*, Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), X-NIHONBASHI TOWER, Tokyo, Sep., 2024.

杉本憲彦、藤澤由貴子、小守信正、安藤紘基、高木征弘、樫村博基、松田佳久、AFES-Venusチーム、ALEDAS-Vチーム、金星大気の大気GCM研究の紹介、MTI/IUGONET / 現象報告会 / 超小型 合同研究集会、九州工業大学戸畑キャンパス、北九州、2024年9月。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究B(23H01249)
「金星の気候とスーパーローテーションの変動の要因解明」
杉本憲彦（代表）

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究A(23H00150)
「雲化学 GCM と観測による金星大気スーパーローテーションの維持メカニズムの解明」高木征弘（代表）杉本憲彦（分担）

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究S(24H00021)
「波と対流が形作る金星大気大循環：地表から超高層大気まで」今村剛（代表）杉本憲彦（分担）

（プロジェクトメンバー）杉本 憲彦

3 世界の海洋大循環モデルのアンサンブルデータ作成と解析

文責 研究代表者 杉本 憲彦

研究プロジェクト期間：

2024年4月1日～2025年3月31日

研究プロジェクトメンバー：

杉本 憲彦（法学部・教授）

小守 信正（自然科学研究教育センター特任講師・
海洋総研受託研究費での雇用）

概要：

世界の海洋大循環の理解は、日々の天気予報の改善のみならず、異常気象の発生要因の特定や、地球の気候変動の正確な予測のためにも重要な研究課題である。本プロジェクトでは、世界の海洋大循環モデルのデータを収集し、均一なアンサンブルデータを作成する。また得られたデータの解析と特徴抽出により、海洋大循環のメカニズムの解明及び大気へのインパクト評価を目指す。

世界で海洋大循環モデルとデータ同化技術を用いて、客観解析データが作成・公開されているが、各データ間に整合性がないのみならず、空間解像度や時間分解能が異なるため、結果を比較することも困難である。本プロジェクトでは、小守が中心となって、世界の海洋大循環モデルのデータを収集し、空間、時間方向の内挿により均一なアンサンブルデータを作成する。また得られたデータの解析により、海洋大循環のメカニズムの解明と、大気へのインパクト評価を杉本が行う。

今年度は、海洋の中規模渦を解像可能な再解析データセットとして、日本の海洋研究開発機構と気象研究所が作成した FORA-WNP30、欧州連合の Copernicus

Marine Environment Monitoring Service が作成した GLORYS12V1、オーストラリアの Bluelink Consortium が作成した BRAN2020 の3つを選定し、日本近海域を対象として予備的な解析に着手した。いずれも観測データが同化されているため大規模場はよく似ているものの、黒潮・黒潮続流の蛇行など中規模の構造や縁辺海では違いが顕著であった。数値モデルやデータ同化手法の違いに加えて、使用する水深や河川など境界条件の影響も大きいものと推測される。今後は、Climate Data Operator (CDO) などのツールを活用して、より詳細な解析およびアンサンブルデータの作成を進める予定である。

主要成果：

小守信正、杉本憲彦、久米田健人、森日桜菜、宮本佳明、広瀬直毅：渦解像海洋再解析データセットの日本近海域における相互比較。研究集会『東アジア域の異常天候に対する熱帯や北極域からの遠隔影響と活発化する大気海洋相互作用の役割』、セッション4「熱帯・予測・海洋」、京都大学防災研究所、2024年11月28日。

外部資金：

海洋総合研究所 受託研究費
「世界の海洋大循環モデルのアンサンブルデータ作成と解析」杉本憲彦（代表）

（プロジェクトメンバー）杉本 憲彦

4 グラフゼータ関数を用いた時空の基本的相互作用の探究

文責 研究代表者 松浦 壮

プロジェクトの目的：

グラフ上に定義されたグラフゼータ関数（伊原ゼータ関数とその拡張）は、グラフ上のサイクルの生成母関数であ

り、様々な数理科学の分野で重要な役割を果たしている。

最近、申請者たちの研究によって、ユニタリー行列を重みとして付加することで、グラフゼータ関数がグラフ

上の Wilson ループを数える関数として拡張され、従来の格子ゲージ理論を含む、グラフ上のゲージ理論を解析するための強力なツールになることが明らかになった。本研究は、この知見を発展させ、未だほとんど手つかずになっている、グラフゼータ関数を応用した、ゲージ理論、および、その関連分野の新たな解析手法を開発することを目的とする。

アプローチと成果：

グラフゼータ関数を分配関数として持つゲージ理論の中で我々が最も注目しているのが、現実のヤン・ミルズ理論と同じ対称性を持つ FKM 模型である。これまでの理論的なアプローチによって、この模型がいわゆる GWW 相転移と呼ばれる相転移を引き起こし、また、ゼータ関数の関数等式に由来する双対性を持つことが示唆されていた。

本年度は、この性質を直接検証するために、FKM 模型の比較的小規模なグラフ上 FKM 模型の数値計算を実行し、FKM 模型が持つ相構造を明らかにした。また、伊原ゼータ関数を拡張した Bartholdi ゼータ関数の数学的な構造についても解析が進み、FKM 模型を理解するための基礎となる様々な性質が明らかになった。さら

に、グラフゼータ関数の逆数にフェルミオンのなサイクルの数え上げという特徴が隠れていることを発見し、それをベースにして、グラフ上に新しいフェルミオンの理論を構築した。

学術雑誌：

— “Phases and Duality in the Fundamental Kazakov-Migdal Model on the Graph” So Matsuura, Kazutoshi Ohta, PTEP 2024 (2024) 8, 083B03

投稿中：

— “Functional Equations and Pole Structure of the Bartholdi Zeta Function” So Matsuura, Kazutoshi Ohta, e-Print: 2408.04952 [math.CO]
— “Fermions and Zeta Function on the Graph”, So Matsuura, Kazutoshi Ohta, e-Print:2501.08803 [hep-th]

(プロジェクトメンバー) 松浦 壮・花田 政範
加堂 大輔・小林 晋平
杉野 文彦

5 トポロジカル・サイエンス

文責 研究代表者 **新田 宗土**

プロジェクト期間：

2024年4月1日～2025年3月31日

プロジェクト代表者：

商学部・日吉物理学教室 新田 宗土

プロジェクトメンバー (代表者以外)：

阿武木啓朗・甘利 悠貴・雨宮 史年・石川 健三
居石 直久・猪谷 太輔・鶴沢 報仁・衛藤 稔
大橋 圭介・鎌田 翔・神中 俊明・木原 裕充
木村 太郎・木村 哲士・近藤 慶一・高橋 大介
田屋 英俊・土屋 俊二・戸田 晃一・西村健太郎
濱田 佑・疋田 泰章・藤森 俊明・正木 祐輔
三角 樹弘・宮本 朋和・安井 繁宏・吉井 涼輔
横倉 諒・仇 澤彬 (Zebin Qiu)

Chandrasekhar CHATTERJEE,
Matthew EDMONDS, Gergely Peter FEJOS,
Pasquale MARRA, Calum Duncan ROSS

研究成果

場の理論の模型 (超対称理論など)、高密度クォーク物質、高密度核物質、冷却原子気体のボース・アインシュタイン凝縮などにおける、様々なトポロジカルな励起 (渦、ドメイン壁、スカーミオンなど) や、トポロジカル超伝導について調べた。今年度に多くの論文を出版

したが、代表者が著者となっている論文と代表者の国際会議・国内研究会の招待講演は以下の通りである。

研究代表者の出版論文 (査読有)

- [1] Fermion Casimir effect and magnetic Larkin-Ovchinnikov phases
Antonino Flachi, Muneto Nitta, Satoshi Takada, Ryosuke Yoshii,
Phys.Rev.D 111 (2025) 1, 016003 • e-Print : 2410.18771 [hep-th] オープンアクセス
- [2] Emergent chirality and superfluidity of parity-doubled baryons in neutron stars
Shigehiro Yasui, Muneto Nitta, Chihiro Sasaki,
Phys.Rev.D 111 (2025) 3, 034029 • e-Print : 2409.05670 [nucl-th]
- [3] Spin Statistics and Surgeries of Topological Solitons in QCD Matter in Magnetic Field
Yuki Amari, Muneto Nitta, Ryo Yokokura,
JHEP (to appear), e-Print : 2406.14419 [hep-th] オープンアクセス
- [4] String junctions in flag manifold sigma model
Yuki Amari, Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi,

- Phys. Rev. D (to appear), e-Print: 2406.01878 [hep-th] オープンアクセス
- [5] Macroscopic Efimov effect of quantized vortex, Wei-Can Yang, Makoto Tsubota, Muneto Nitta, Hua-Bi Zeng, Phys. Rev. A **111**, 023319 (2025), e-Print: 2405.20695 [hep-th]
- [6] Isospinning CP^2 solitons Yuki Amari, Sergei Antsipovich, Muneto Nitta, Yakov Shnir, Phys.Rev.D **110** (2024) 8, 085008, e-Print: 2405.10114 [hep-th] オープンアクセス
- [7] Solitonic ground state in supersymmetric theory in background, Muneto Nitta, Shin Sasaki, JHEP **10** (2024) 178 • e-Print: 2404.12066 [hep-th] オープンアクセス
- [8] Baryonic vortex phase and magnetic field generation in QCD with isospin and baryon chemical potentials Zebin Qiu, Muneto Nitta, JHEP **06** (2024) 139 • e-Print: 2403.07433 [hep-ph] オープンアクセス
- [9] Topological solitons stabilized by a background gauge field and soliton-anti-soliton asymmetry Yuki Amari, Minoru Eto, Muneto Nitta, JHEP **11** (2024) 127 • e-Print: 2403.06778 [hep-th] オープンアクセス
- [10] Neutrino zero-modes on electroweak strings in light of topological insulators, Minoru Eto, Yu Hamada, Ryusuke Jinno, Muneto Nitta, Masatoshi Yamada, JHEP **06** (2024) 062 • e-Print: 2402.19417 [hep-ph] オープンアクセス
- [11] Majorana modes in striped two-dimensional inhomogeneous topological superconductors Pasquale Marra, Daisuke Inotani, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta, npj Quantum Materials **9**, Article number: 59 (2024) • e-Print: 2312.08439 [cond-mat.mes-hall] オープンアクセス
- [12] Dynamical branes on expanding orbifold and complex projective space Muneto Nitta, Kunihito Uzawa, Phys.Rev.D **109** (2024) 12, 124054 • e-Print: 2211.13501 [hep-th] オープンアクセス
- [13] Pulsar glitches from quantum vortex networks Giacomo Marmorini, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta, Sci.Rep. **14** (2024) 1, 7857 • e-Print: 2010.09032 [astro-ph.HE] オープンアクセス
- プレプリント (査読なし)
- [14] Chiral non-Abelian vortex molecules in dense QCD Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, e-Print: 2501.18464 [hep-th]
- [15] Dynamical de Sitter conjecture and quintessence Muneto Nitta, Kunihito Uzawa, e-Print: 2501.02258 [hep-th]
- [16] Selection rules of topological solitons from non-invertible symmetries in axion electrodynamics Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura (Keio U.) (Nov 8, 2024) e-Print: 2411.05434 [hep-th]
- [17] Quantum Knots that Never Come Untied Michikazu Kobayashi, Yuta Nozaki, Yuya Koda, Muneto Nitta, e-Print: 2410.07470 [cond-mat.quant-gas]
- [18] Domain-wall Skyrmion phase of QCD in magnetic field: Gauge field dynamics Yuki Amari, Minoru Eto, Muneto Nitta, e-Print: 2409.08841 [hep-ph]
- [19] Skyrmion crystal phase on a magnetic domain wall in chiral magnets Yuki Amari, Muneto Nitta, e-Print: 2409.07943 [cond-mat.mes-hall]
- [20] Tying knots in particle physics Minoru Eto, Yu Hamada, Muneto Nitta, e-Print: 2407.11731 [hep-ph]
- [21] Domain Wall Networks as Skyrmion Crystals in Chiral Magnets Seungho Lee, Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Se Kwon Kim, e-Print: 2407.04007 [cond-mat.mes-hall]
- [22] Manipulation and creation of domain-wall skyrmions in chiral magnets Sven Bjarke Gudnason, Yuki Amari, Muneto Nitta, e-Print: 2406.19056 [cond-mat.mes-hall]

研究代表者の発表 (招待講演)

- [1] “QCD と物性物理におけるスキルミオンやドメイン壁などのトポロジカル・ソリトンの最近の発展,” 第79回年次大会 招待講演 (2024年9月16~19日) 北海道大学
- [2] “Topological solitons stabilized by a background gauge field,” Solitons at Work, 24th April 2024 - 10am BST, online

(プロジェクトメンバー) 新田 宗土

6 雲乱流における混合輸送現象の解明

文責 研究代表者 小林 宏充

成果および活動報告

エアロゾルを核とする雲粒子生成から雨粒子形成までの多様な物理的素過程、雲内の複雑な乱流混合、そして雲全体の成長過程の詳細は未だ明らかになっておらず、気象予報・気候予測に大きな不確実性をもたらす要因となっている。本研究ではエアロゾル・水蒸気・熱の混合輸送と雲粒子の生成・成長に乱流が及ぼす影響とこれら粒子が乱流に及ぼす複雑な相互作用を、微視的視点に立脚した大規模シミュレーションにより解明するとともに、より確かな気象予報・気候予測のための科学的基盤を構築することを目的とする。

今年度は、低波数で外力を与えることで定常状態を実現する一様等方性乱流場において、速度場に関する渦粘性や水蒸気の過飽和度に関するパッシブスカラに関する渦拡散の波数依存性を 128^3 から 1024^3 の格子点を用いた直接計算(DNS)で検証した。まずは、過去に 32^3 の格子点の減衰乱流でLesieurらによって示された結果を検証した。その結果、渦粘性分布は低波数では一定で、カットオフ波数でカスプ状の分布となることがわかった。渦拡散分布が低波数に向かうにしたがって、その大きさが大きくなる分布が得られるが、これは、初期分布から低波数へ輸送が起きていることが原因とわかった。一方で、時間が経過するとその輸送が一定になるの

で、渦拡散分布と低波数の増加はなくなることがわかった。しかしながら、定常乱流において検討した結果、低波数では渦粘性は負値に近い一定値、渦拡散は減衰乱流の場合のように低波数に行くに従い値が大きくなる分布となった。カットオフ波数を低波数にすると、それらの分布が上方へシフトし、より大きな値を持つこと、また渦拡散は低波数側が大きな値をとることがDNSおよびスペクトルLESの結果からも、実証された。定常乱流において、渦拡散が低波数なぜ上昇する分布となるかは、open questionのままであり、今後この原因を解明していく。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究(A)JP20H00225の助成を受けて実施した。

成果：

学会発表

Hiro-michi Kobayashi, Toshiyuki Gotoh, "LES of passive scalar with phase relaxation time in isotropic turbulence", The 77th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, Salt Lake City, USA (2024.11.24-26)

(プロジェクトメンバー) 小林 宏充・後藤 俊幸

7 インターネット望遠鏡を利用した天文学教育に関する研究

文責 研究代表者 小林 宏充

成果および活動報告

2024年度の具体的な活動は以下の通りである。

I 学校教育現場での活動および成果報告

① 佛教大学

文科系学生対象の一般教養科目「宇宙を考える・宇宙論」の授業で、インターネット望遠鏡の使い方の動画や課題バンクに似た動画で説明し、学生が実際にトレーニングモードを使って天体観測を行った。東海大学のインターネット望遠鏡で月を観測した学生もいた。

② 山形県立致道館高等学校

致道ゼミ(総合的な学習の時間 探究活動)で高校2年生4名にインターネット望遠鏡の画像を使ったVRプラネタリウムをテーマとして研究指導を行った。

II 社会教育現場での活動および成果報告

① 防衛大学校オープンキャンパス(2024年6月1日、防衛大学校)

インターネット望遠鏡のトレーニングモードとVRプラネタリウムを利用してインターネット望遠鏡の紹介を行った。

② 学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2024(2024年7月14日、東北大学)

「いつでも・どこでも・だれでも天体観測 ~インターネット望遠鏡の体験~」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体験やVRプラネタリウム体験を行った。山形県立致道館高等学校と共同で出展した。

③ 青少年のための科学の祭典2024 鹿児島大会(2024年7月27~28日、鹿児島市立博物館)

「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体

験などを行った。

- ④ ダ・ヴィンチ祭2024（2024年8月3日、富山県立大学）

「おもしろ科学縁日」の中で「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体験とVRプラネタリウムの体験を行った。

- ⑤ 2024「青少年のための科学の祭典」東京大会 in 小金井（2024年9月22日、東京学芸大学）

「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体験やVRプラネタリウム体験を行った。

- ⑥ スーパームーン観望会（2024年10月17日、東北公益文科大学）

一般市民を対象に「スーパームーン観望会」を開催し、満月を望遠鏡で観測した。対面とオンラインのハイブリッドで行った。

- ⑦ 鶴岡サイエンスパークまつり2024（2024年11月2日、鶴岡サイエンスパーク）

「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体験やVRプラネタリウム体験を行った。山形県立致道館高等学校と共同で出展した。

III インターネット望遠鏡ネットワークの充実および維持管理に関する活動報告

- ① ソフト面での活動

1) トレーニングモード開発研修会

トレーニングモードと操作インターフェースを新たに開発するための開発研修会の第3回を開催した。8月22～23日に東北公益文科大学で開催し、対面で4名、オンラインで1名の参加があった。

- ② ハード面での活動

1) 秋田大学設置の小型インターネット望遠鏡の調整

秋田大学設置の小型インターネット望遠鏡の状況を視察し、調整を行った。

IV 論文・学会発表

- ① 第38回天文教育研究会（2024年8月21日、福井市）にて「インターネット望遠鏡 (<https://www.kitp.org/>)」の活動について（戸田晃一）というタイトルで口頭発表を行った。

- ② 日本物理学会第79回年次大会（2024年9月16日、北海道大学）にて「天文教育における「インターネット望遠鏡」の活動について」（戸田晃一、その他）「インターネット望遠鏡のシステムと操作について」（山本裕樹、その他）というタイトルで口頭発表を行った。

- ③ 富山県立大学紀要に論文「人生いろいろ、望遠鏡もいろいろ-7-」（戸田晃一、櫛田淳子、松本榮次、中西裕之、上田晴彦、山本裕樹）を掲載予定

V その他

- ① 第14回インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウムの開催（2024年11月9日、慶應義塾大学日吉キャンパス）

対面とオンラインのハイブリッドでシンポジウムを開催し、全体で12名の参加があった。シンポジウムでは7名が研究発表と活動報告を行い、今後のインターネット望遠鏡の開発や活用についての議論を行った。その後、インターネット望遠鏡の運営委員会を行い、次期委員長を決定した。

- ② 運営委員会の開催

インターネット望遠鏡プロジェクトの運営委員会を5回開催した。

（プロジェクトメンバー）小林 宏充・早見 均
山本 裕樹・吉田 宏
戸田 晃一・迫田 誠治
櫛田 淳子・松本 榮次
中西 裕之・表 實

8 ゲージ理論のための量子計算手法の開発と非平衡現象への応用

文責 研究代表者 早田 智也

概要

近年の量子計算機や量子情報理論の急速的な進展によって、量子計算もしくは関連する計算手法（特にテンソルネットワークに基づく手法）を素粒子・原子核物理学、すなわち、場の量子論的な系の問題へと応用する試みが注目を集めている。本研究は場の量子論の中でも特に宇宙初期や高エネルギー重イオン衝突実験の物理で重要になるゲージ理論の時間発展を計算するための量子計算手法の開発を行う。簡単な非平衡問題に関して開発した計算手法を超伝導型量子計算機を使って実際に実行することで、手法の開発に留まらず、

より将来的な応用へと繋がる実践的な研究を行う。

活動報告

本年度の研究成果は以下にまとめる通りである。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究（B）24K00630の助成を受けて実施した。

成果

なし

（プロジェクトメンバー）早田 智也・渡辺 展正

9 インスリンの腸壁透過の促進因子に関する研究

文責 研究代表者 久保田真理

概要：

糖尿病の治療としては、インスリン注射が一般的である。この方法は、患者にとって苦痛をとまなうほか、同じ場所に針を刺し続けることで、その場所の皮下脂肪が肥大したり、硬くなったりして、インスリンボールが発生してしまうこともあるなど、デメリットが多い。さらに、使用済みの注射針は感染性の廃棄物であり、患者の負担以外に、廃棄物を取り扱う人への危険性、廃棄物としての環境への負荷などのデメリットもある。そこで、インスリンを注射ではなく、経口薬とする開発を行う。

インスリンはその発見から100年以上が経過する。経口薬化を目指して、多くの研究が行われてきたが、いまだに成功に至っていないのが現状である。インスリンの経口薬化を阻む大きな要因は、「胃酸で分解されること」と「腸壁を通過できないこと」である。前者については、腸溶性カプセルが開発されているので、腸壁を通過できれば突破口となる。腸壁を通過できない要因は、インスリンが水溶液中で凝集することである。

本研究では、高濃度 UFB (Ultra Fine Bubble) を用いることで、水溶液中におけるインスリンの凝集を抑制し、インスリンが分散することが推測されることを示した。この研究結果を「腸管吸収用組成物、糖尿病治療用剤、腸管吸収用組成物の製造方法、及び、糖尿病

治療用剤の製造方法」として 特許出願した (特願2024-178374)。

2024年12月に分離技術会2024では「ウルトラファインバブルと共存するインスリンの電顕観測」として UFB が存在する場合に UFB のまわりにインスリンが吸着することを物理学的な観測として示し、慶應テクノモールにも出展した。2025年3月の日本薬学会では、「Ultra Fine Bubble (UFB) によるインスリンの凝集抑制」として、化学的な測定からインスリンの凝集が抑制されて分散することが推測されることを発表した。さらに、2025年5月の日本糖尿病学会では、「Ultra Fine Bubble (UFB) によるインスリンの膜透過促進」について発表する。

なお、UFB は理工学部寺坂宏一教授に提供してもらった。

外部資金：

共同研究 フェルストマ株式会社

「UFB (ウルトラファインバブル) 水を用いたインスリン経口薬の開発」

(プロジェクトメンバー) 久保田真理

10 生体活性セラミックスの原子レベルの構造と機能の発現

文責 研究代表者 井奥 洪二

本研究は、訪問学者である山口大学准教授・藤森宏高博士との共同研究として実施されたものである。

水酸アパタイト ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$: HA) は歯や骨の主成分であり、バイオセラミックスとしての各種特性の向上は種々のイオンとの置換固溶によって達成されることが報告されている。特に、HA の Ca^{2+} サイトへの Mg^{2+} の置換は、骨密度の増加、骨粗鬆症の予防や改善に効果があると報告されている。そのため2022年度の研究プロジェクトにおいては、HA の Ca^{2+} サイトへの Mg^{2+} の置換を実施し報告した。8 配位の Mg^{2+} のイオン半径 (0.89 Å) は同配位数の Ca^{2+} のイオン半径 (1.12 Å) と比較して小さく、HA への Mg 置換には固溶限界量が存在する。そのため X 線回折測定 (XRD) のリートベルト解析によって HA への Mg の固溶限界濃度を検討し、2.6% であることを明らかにした。HA の生体親和性は、結晶構造中に存在する OH^- の量や配列の仕方 (秩序) に関係していると言われている。そこ

でラマン分光測定、固体 NMR 測定を用いて、 Mg^{2+} の置換により OH^- に関係するピークの半値幅が増加することを観測し、 Mg^{2+} 置換に伴い無秩序化が進行していることも同プロジェクトにより明らかにしている。そこで2024年度の研究プロジェクトでは、ラマン散乱の高温その場 (オペランド) 測定により、Mg 置換 HA の OH^- の脱離量を無置換 HA と比較し評価を行い、 Mg^{2+} の置換に伴う生体親和性向上の起因を探る一助とした。

ラマンスペクトルは紫外355nm 励起 (3rd YAG レーザー) を用いて行った。プランクの式で示されるように高温では急激に熱輻射によるバックグラウンドが増加する。ラマン散乱を紫外領域で行うことにより熱輻射を避けることができ、高温でも良質なラマンスペクトルを得られることは藤森らにより、既に実証されている。今年度は熱輻射の影響を受け難い電気炉の設計と製作も行った。サンプル室と分光器の間に試料像の結像点を作り、そこに連続可変で開閉可能な空間フィルターを設置することによ

り、厳密な意味でのコンフォーカル光学系を実現し、可能な限り熱輻射を分光器に転送しないようにし、測定した。

3300-3800 cm^{-1} におけるOHイオンの伸縮振動に帰属されるラマンバンドの積分強度の温度依存性を図1に示す。温度の上昇に伴い、無置換HAでは約800℃までOHイオンの存在量はほぼ一定であったが、約800℃以上で減少することがわかった。その一方、Mg置換HAでは約600℃からOHイオンが減少することがわかった。これはMg置換によりOH⁻イオンの配列が無秩序化することにより不安定化し、脱離しやすい構造になっていることと関係していると考えられる。

国際会議招待講演

Hirota Fujimori, Yoichi Mori, Koji Ioku, "Maximum Content of Magnesium in Hydroxyapatite and Characteristics Variation with the Substitution in High Temperature Region", JK-Ceramics 38 (The 38th International Japan-Korea Seminar on Ceramics), ACROS Fukuoka, Fukuoka, Japan, P. 161 (1SD-03), October 31- November 3, 2024. Invited.

(プロジェクトメンバー) 井奥 洪二

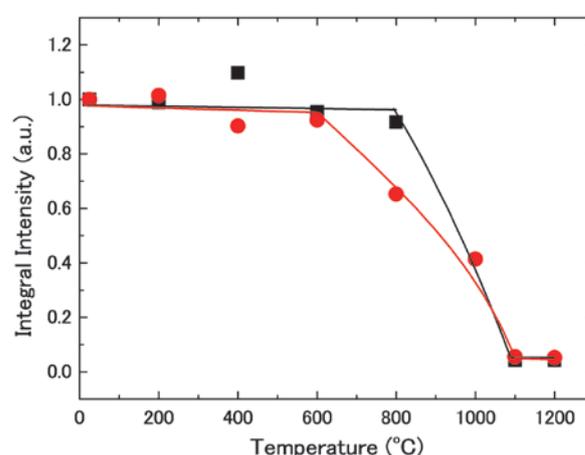


Fig. 1. Variation of the total integral intensity of all Raman peaks in the wavenumber range of 3300-3800 cm^{-1} with increasing temperature: non-substituted HA (■), Mg-substituted HA (●).

11 バクテリアの生産するファージ様粒子の機能解析

文責 研究代表者 土居 志織

原核生物バクテリア（細菌）に感染するウイルスは一般にファージと呼ばれ、その典型的な粒子構造は、遺伝物質を格納する「頭部」とそれを宿主細胞に打ち込む「尾部」で構成されている。一部のファージ尾部は、収縮することにより「銚」のようにスパイク状のタンパク質複合体を射出し、標的細胞の表層をつらぬく機構を備えている。このことから、バクテリアのウイルス様粒子が特定のタンパク質を標的細胞に注入するナノマシンとして機能しうることが示唆されている。近年、多くのバクテリアがウイルス様粒子（頭部を欠いた非感染性のファージ尾部様粒子）を生産することが報告されている。しかしながら、その生理的な意義は未だよくわかっていない。そこで本研究では、土壌細菌の一種である放線菌を用いて、バクテリアの生産するウイルス様粒子の詳細な構造の解析および、その生理的な意義を検討することを目的とした。さらに、将来的には生物制御ナノマシンとしての応用を目指している。

放線菌の一部では、ゲノム解析によりすでにウイルス

様粒子合成遺伝子クラスターの存在が明らかになっている。これらファージ様粒子の合成に関わる遺伝子群の中からその一部を破壊することで、その生育や、形態の変化、また、他のバクテリアとの相互作用等、遺伝子破壊がこれらの菌株に与える影響を検討することにより、放線菌のファージ様粒子の生理的な意義の解明が期待される。そこで、放線菌の有するウイルス様粒子合成に関わる遺伝子クラスターを一部破壊することを試みている。しかしながら本研究で用いた放線菌の遺伝子破壊株は得られていない。遺伝子破壊の成功率は同じ放線菌でも種によって大きく異なり、また、グラム陰性細菌、グラム陽性細菌などの違いによってもその方法や効率が大きく異なる。したがって今後は放線菌のみならずファージ様粒子を保有する他のバクテリアについても検討していく予定である。

(プロジェクトメンバー) 土居 志織・小瀬村誠治

12 水生昆虫・土壌動物の分類学的研究及びその成果の教材化

文責 研究代表者 内山 正登

生態系の動物の大半は小型で採集・観察・飼育が困難であるため、その分類学的研究は遅れている。自然の実態解明にはこれら小動物の研究が不可欠であり、とりわけ水生昆虫・土壌動物は多数の新種・本邦未記録種を含むと目されている。本研究はこの分野の基礎的分類・環境との関連・教材化等を目的としている。

本プロジェクト開始以前の鳥居の業績に関しては、本センターのメンバー（鳥居 隆史）の欄を参照されたい。プロジェクト開始（2023年春）の時点で、数万点の水生昆虫・土壌動物の標本が鳥居の手元に所蔵されている。それらを用いて2024年度は主に下記の研究を行った。

（1）水生・土壌生昆虫の幼虫及び蛹に関する形態学・生活史の研究：特に双翅目ガガンボ科に関して

ガガンボ科の幼虫は、冷泉、急流、緩流、止水、砂泥、土壌、潮間帯および汽水、蘚苔類、朽木、真菌類（キノコ類）、陸上高等植物の葉上、鳥類・哺乳類の巢内など、きわめて多様な環境に生息する。その食性も多岐に渡り、水生及び土中生のもの多くは藻類や腐敗植物質を食べるが、捕食性のものもあり、またキリウジガガンボの様に生きたイネの根をかじるものもいる。潮間帯や汽水に生息するものは海藻を食べる。朽木内、キノコ上、蘚苔類上、植物葉上に住むもの多くは生息場所そ

のものを餌としている。水生の種の多くは、蛹化時に水際の湿潤な土壌に上陸する。

鳥居は従来、ガガンボ科各種の幼虫・蛹の形態を記録し、生活史の解明及び成虫との一致を行ってきた。マダラガガンボ及びその近似種は、成虫の雄交尾器のみで区別可能である（2023年度の活動報告書に記載）。本年度、両種の幼虫と予測される標本を詳細に観察した結果、腹部末端の呼吸盤肉質突起の構造に、極めて微細ではあるが差違が見いだされた。成虫の知見とあわせて秋の日本動物学会大会またはその他の学会で発表予定である。

（2）ガガンボ科幼虫の教材化の検討

水生ガガンボ科幼虫の多くは水生でありながら、腹部末端の呼吸盤を水面に接触させ水をはじき空気呼吸を行う。そのため昆虫用リングル等の準備が無くとも、80%エタノール中で固定しつつ解剖するだけで、昆虫に特異的な気管系の観察が容易に行える。上記のマダラガガンボ等は大型でしかも皮膚が薄く本観察に適している。成虫と全く異なる口器、触角や消化管の構造観察等も行わせたい。双翅目幼虫なので唾液腺染色体の観察も可能であり、実習材料として期待できる。

（プロジェクトメンバー）内山 正登・鳥居 隆史

13 ナツメボヤ科ホヤの卵透明性進化におけるマルチオミクス解析のための基盤整備

文責 研究代表者 堀田 耕司

プロジェクト期間：

2024年4月1日～2025年3月31日

プロジェクト代表者：

理工学部生命情報学科 准教授 堀田 耕司

研究概要

ナツメボヤ科ホヤの卵透明性進化におけるマルチオミクス解析のための基盤整備するにあたって本研究プロジェクトでは以下の4つを遂行する。

1. 複数種のナツメボヤ科全ゲノム配列決定
2. 遺伝子モデルの作成
3. トランスクリプトームのゲノム上へのマッピング
4. メタボロームデータの整備

1においてヨーロッパザラボヤの全ゲノム情報を整備し、2で1で得られた情報から遺伝子モデルのアノテーションを行い、オントロジー情報を整理する。3

では異なる発生段階や組織ごとのRNA-seq解析を行い、発生段階特異的・組織特異的な遺伝子発現情報の整備を行う。4においてメタボローム解析を行い、3との情報統合を行う。このような1～4のデータ基盤を整備することができればナツメボヤ科ホヤの卵透明性進化研究を進展させていくことができると期待され、生物の透明性獲得進化の謎に迫ることができると期待される。

研究成果・今後の展望・計画等

これまでに2度、ナツメボヤ科 *Phallusia phillipiensis* のゲノム配列決定のために沖縄にてサンプリングを行い、精巢を摘出し、ゲノム抽出キットを用いてDNA精製を試みていたが収量・純度ともに低く PacBio シーケンシングの基準に満たなかった。今回、精製キットを変更した結果、高い純度のDNAを抽出することに成功した。抽出したDNA配列決定を委託し、PacBioによる

シーケンスデータを得た。複数のプログラムによりアセンブルを行った結果、推定ゲノムサイズや倍数性の結果にはばらつきがあったため最適なプログラムの選定とゲノム倍数性の確認を Smudgeplot およびギムザ染色によりすすめている。今後、倍数性を確認し、最適なアセンブルプログラムを用いることにより、*Pp* 種の全ゲノム配列決定を行った後、遺伝子モデルを決定する。

本研究による研究業績（発表論文、学会発表など）

Staring into a crystal ball: understanding evolution and development of in vivo aquatic organismal transparency
Kohji Hotta, Shunsuke O. Miyasaka, Kotaro Oka, Takumi T. Shito

Frontiers in Ecology and Evolution 12 2024年11月15日
(発生と進化という新しい切り口から透明生物の謎を解くための新たな視点を提案)

(プロジェクトメンバー) 堀田 耕司

14 棘皮動物イトマキヒトデにおける細胞外小胞を介した免疫制御機構

文責 研究代表者 古川 亮平

イトマキヒトデの成体は広大な体腔を有しており、その体腔を満たす体腔液には体腔細胞と呼ばれる免疫細胞が含まれている。体腔細胞による免疫応答は、異物に対する凝集塊の形成によって評価できる。このような凝集塊形成を伴う免疫応答の実現には高度な細胞間コミュニケーションが必要であるが、広大な体腔を満たす体腔液中で、体腔細胞がどのようにして効率的な情報伝達を行っているかは不明である。近年、細胞間の情報伝達を媒介する手段として、細胞外小胞 (EVs) と呼ばれる、細胞が分泌するナノメートルサイズの小胞が注目されている。我々は先行研究において、体腔液中に EVs が大量に含まれること、体腔細胞が EVs を分泌すること、EVs 非存在下では体腔細胞が形成する凝集塊のサイズが小さくなることを見出した。これらの事実は、EVs が体腔細胞による免疫応答を制御している可能性を強く示唆している。そこで本研究では、EVs が、体腔細胞における免疫関連遺伝子の発現を制御する可能性を検証した。

ヒトデ成体にバクテリアを注入することで免疫刺激を与え、体腔細胞と EVs をそれぞれ回収した。回収した体腔細胞を免疫刺激細胞とした。また、回収した EVs を未感作の体腔細胞に投与することで免疫刺激 EVs 投与細胞を得た。加えて、未感作ヒトデの EVs を別個体の未感作体腔細胞に投与した、未感作 EVs 投与細胞も準備した。これらの体腔細胞と未感作の体腔細胞を RNA-seq に供した。免疫刺激細胞あるいは各種 EVs 投与細胞のトランスクリプトームを未感作細胞と比較し、発現量に差のある遺伝子 (DEGs) を抽出した。これらの遺伝子リストを用いたエンリッチメント解析から、免疫応答時の EVs は、代謝の活性化を介した異物処理の促進や細胞死の抑制、免疫応答の抑制機能を有している可能性が示唆された。

次に、未感作 EVs および免疫刺激 EVs のプロテオームを比較した。未感作 EVs では特徴的な細胞機能を示唆

するタンパク質群は得られなかったが、免疫刺激 EVs では、補体関連分子や自然免疫レクチン、抗菌活性を有するタンパク質などが得られた。RNA-seq 解析の結果と合わせると、免疫刺激 EVs は、体腔細胞の免疫活性を低下させるトランスクリプトームを有すると同時に、補体や抗菌物質を介して直接的に異物の除去を促進している可能性が考えられる。

一方、我々は、免疫刺激した体腔細胞による EVs の分泌動態を詳細に解析する過程で、体腔細胞が無核の細胞断片を形成すること、この無核の細胞断片が EVs の主要な供給源であること、無核の細胞断片も凝集塊形成に参加することを見出した。そこで、この無核断片についてもプロテオーム解析を実施したところ、未感作ヒトデから得られた無核の細胞断片のプロテオームと、免疫刺激 EVs のプロテオームが非常によく似た特徴を備えていることが明らかになった。この結果は、無核断片が EVs の主要な供給源として機能しているという観察結果とよく一致する。すなわち、未感作の無核断片と免疫刺激 EVs が類似したプロテオームを有しているという事実は、免疫応答時の EVs が、未感作の無核断片のプロテオームを受け継いで分泌される可能性を示唆している。今後は、無核断片のトランスクリプトームも取得し、免疫応答時における無核の細胞断片および EVs による免疫調節機構の全体像を明らかにしていく予定である。

学会発表

南方宏太、田口瑞姫、多米晃裕、倉石立、古川亮平、イトマキヒトデ成体の体腔細胞に由来する無核の細胞断片は細胞外小胞の供給源の一つである。第35回 日本比較免疫学会、2024年8月31日、口頭発表

(プロジェクトメンバー) 古川 亮平・田口 瑞姫
伊藤 篤子

15 絶滅危惧両生類の年齢構成と成長および食性に関する 保全生物学的研究

文責 研究代表者 戸金 大

沖縄県八重山諸島に生息するヤエヤマハラブチガエル *Nidirana okinavana* は、森林伐採や土地造成によって繁殖場所である湿地が失われ、生息数が減少している。個体群の保護や保全を進めるうえで、対象種の生活史パターンを把握することは重要である。しかし、本種の生態に関する知見は限られている。個体の年齢や成長を解析することで、当該個体群の年齢構成や成長率、寿命といった保全上重要な生活史特性を明らかにすることが可能となる。そこで本研究では、2019年度からの研究を継続し、ヤエヤマハラブチガエルの年齢解析に取り組んだ。

本研究では、骨組織を用いた年齢推定法（スケルトクロノロジー）の有効性を検証した。スケルトクロノロジーは、両生類が活動期と休眠期（冬眠）を繰り返す性質を利用し、休眠による成長の停止が骨に残したリング状の痕跡（LAG）を調べることで年齢を推定する方法である。沖縄県八重山郡竹富町西表島において、秋（9～10月）と春（3月）に合計104個体のヤエヤマハラブチガエルをサンプリングし、後肢指骨を用いて作成した指骨切片を顕微鏡で観察し、リングの形成状態を確認した。

その結果、5個体にはリングが確認されず、99個体にはリングが形成されていた（図1）。時期別にリングの形成状態を比較すると、秋にサンプリングした個体ではリングの有無が個体によって異なっていた。特に、秋に採取したSVLの小さい個体ではリングが確認されなかった。一方、春にサンプリングした個体では、すべての個体でリングが観察され、SVLの小さい個体にも最外郭にリングが形成されていた。

LAGは熱帯や亜熱帯に生息するカエルでも観察されており、乾季の間に休眠する際に形成されることが報告されている。しかし、西表島にはカエルが休眠するほど

の強い乾季はない。そのため、乾季による休眠がリング形成の要因である可能性は低い。一方、西表島では11月から2月にかけて気温が低下し、1月の平均気温が最も低くなる。この時期の気温は本州のカエル類であれば活動可能な範囲だが、西表島のカエル類にとっては活動が難しいと考えられる。以上のことから、ヤエヤマハラブチガエルは冬季に休眠し、その際にリングが形成されたといえる。

また、秋にサンプリングされたSVLの小さいリングの無い個体は、その年に生まれた当歳個体であると考えられる。一方、春にサンプリングされたSVLの小さい個体にはリングが確認されており、これは秋にリングが無かった個体と同じ出生集団に属すると推測される。したがって、このリングは冬季の休眠によって形成されたためLAGであると結論づけられる。

本研究の結果、LAGがヤエヤマハラブチガエルの指骨にも形成されることが示され、スケルトクロノロジーを用いた年齢推定が本種にも適用可能であることが明らかになった。

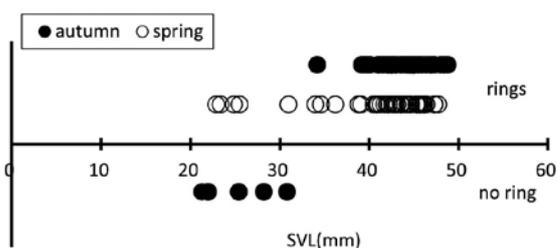


図1. 季節別のリングの有無と体長の関係。上側はリングの有るカエル、下側はリングの無いカエルをそれぞれ示す。

（プロジェクトメンバー）戸金 大

16 培養菌株のない日本産植物病原もち病菌の採集・培養・系統解析

文責 研究代表者 糟谷 大河

植物病原性菌類であるもち病菌は、患部が肥大する病徴のため古くから知られ、文化2（1805）年の文献に「椿木に人手生ず」と記録されている。もち病菌はツバキ科、ツツジ科、及びハイノキ科の植物に寄生する菌類であり、日本産固有植物に特異的な種が記載されてきた。研究代表者らのグループはすでに分子系統学的研究により、もち病菌の寄主特異性が支持される結果を得ている。他方、明治以来新種が記載されているものの、標

本と記載は有効でありながら培養菌株のない種がある。加えて標本の管理が大学の一研究室に任されていたため、後年の研究者が標本を確認できずに不明種や疑問種に位置付けられている種もある。そこで本研究プロジェクトでは文献と標本調査に基づき、培養菌株のない既知種の野外での採集と培養を試み、抽出したDNAより系統解析を行っている。また、寄主植物の分布は局在している固有種であることが多いので、もち病菌の系統樹上

の位置づけから寄主特異性という解釈がさらに支持される可能性がある。以上のように、本プロジェクトにより日本産もち病菌の分類体系を最新版に更新し、寄生性の進化について植物の進化と対比しながら論じることが可能となると考える。2024年度は以下の調査研究を行った。

1. ゲンカイツツジ (*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*) 平もち病 (新病害) を2024年4月27日に福岡県福岡市中央区舞鶴公園で採集した。本菌は展開葉に寄生し、肥大しない円形病斑を起こした。徒手切片による病態解剖を行い、病斑部分の観察を行った。培養株の分子同定の結果は *Exobasidium miyabei* で、大韓民国産の基準種 *R. mucronulatum* カラムラサキツツジ平もち病の報告と一致した (Sung et al. 2024)。
2. シブカワツツジ (*R. sanctum* var. *lasiogynum*) 平もち病 (新病害) を2024年5月19日に静岡県浜松市浜川親水公園で採集した。培養株の分子同定の結果は *E. dubium* であった。
3. ヒカゲツツジもち病 (新病害) を2024年5月25日に山梨県上野原市坪山で採集した。培養株の分子同定の結果は *Exobasidium* sp. で、同じヒカゲツツジ亜属ゲンカイツツジ平もち病菌とは異なった。
4. ヤマツツジ平もち病 (新病害) を2024年6月8日

に栃木県日光市東大植物園で採集した。培養株の分子同定の結果は *Kodyana* sp. であったが、担子孢子等の形態観察から種の同定を検討中である。

また、今年度はこれまでの研究成果を取りまとめ、以下の論文を発表した。

1. Nagao, H. & S. Kurogi (2024) *Exobasidium shiraianum* var. *osuzuense* var. nov. (Exobasidiaceae) causing *Exobasidium* leaf blight on subgenus *Hymenanthes*, *Rhododendron japonoheptamerum* var. *japonoheptamerum* and *R. yakusimanum* var. *intermedium* in Japan. *Phytotaxa* 666: 163–167.
 2. Nagao, H., Orihara, T. & T. Kasuya (2024) Isolation of *Exobasidium vexans* from the lesions of blister blight of tea and the prevalence of anamorphic structures in culture. *Tea Research Journal* 138: 23–31.
 3. Nagao, H., Orihara, T. & T. Kasuya (2025) *Exobasidium setsutaiense* sp. nov. (Exobasidiaceae) causing leaf blister on *Rhododendron semibarbatum* in Japan. *Phytotaxa* 684: 78–92.
- 今後も、未記載種の分類学的位置づけを明らかにし、継続的な論文発表に努める予定である。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・長尾 英幸

17 生育環境トレースと系統地理解析に基づく シネンシストウチュウカソウの産地識別

文責 研究代表者 糟谷 大河

シネンシストウチュウカソウ (狭義の“冬虫夏草”; *Ophiocordyceps sinensis*) は、コウモリガ類の幼虫に寄生する、子囊菌門ボタタケ目オフィオコルジケブス科に属する昆虫寄生菌である。宿主であるコウモリガ類の幼虫と、菌糸で構成される子実体からなる複合体が、中薬材 (漢方薬) の一つとして用いられている。従来から天然品 (野生) のシネンシストウチュウカソウは希少性が高く、市場では高値で取引されている。

一方、人工培養により生産されたシネンシストウチュウカソウ菌糸体由来の製品も広く流通しているが、人工培養品は菌株の活性に疑問がもたれている。さらに、天然品においても産地や生育環境が異なることで薬効成分に違いが生じることが示されているが、その要因は不明である。そこで本研究では、DNA塩基配列情報に基づく系統地理解析と、安定同位体比分析によりシネンシストウチュウカソウの生育環境情報をトレースし、その栄養源の特性を解明することを目的とした。

これらは、本菌の産地や生育環境と薬効成分との関係を考察するための基礎的知見となりうる。今年度は、シネンシストウチュウカソウに近縁な、日本産昆虫寄生菌類を野外で採集し、それらの標本作製、DNA情報の取

得と培養菌株の確立を行い、今後の本研究遂行のための試料とした。

2024年5月23日に東京都港区、慶應義塾大学三田キャンパスにて、アブラゼミの成虫に寄生する昆虫寄生菌類である、セミノハリセンボン *Purpureocillium takamizusanense* を採集した (図1)。乾燥標本作製



図1. 採集したセミノハリセンボン (慶應義塾大学三田キャンパスにて)。

するとともに、分生子から DNA 抽出用試料を調製し、あわせて分生子を用いた落下孢子法により PDA 培地上での分離培養を試み、菌株を確立した。

さらに、2024年9月8日に、石川県白山市のチブリ尾根にて、シネンシストウチュウカソウと系統的に比較的近縁なサナギタケ *Cordyceps militaris* (図2) を採集し、乾燥標本を作製するとともに、子嚢果から DNA 抽出用試料を調製し、あわせて子嚢胞子を用いた落下孢子法により PDA 培地上での分離培養を試み、菌株を確立した。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・伊永 隆史



図2. 採集したサナギタケ (石川県白山市にて)。

18 ハチクマ (タカ目タカ科) の総合的研究

文責 研究代表者 小野 裕剛

日本に渡来するハチクマ (*Pernis ptilorhynchus orientalis*) はほかのハチクマ亜種や近縁種と比較しても多様な羽毛色 (地色・白斑パターン) を持つ亜種であり、それを生み出す分子メカニズムがどのように獲得され、運用されているのかは大変興味深い。

昨年度までの研究で、我々は羽毛の地色、特に暗色型の原因がメラノコルチン1受容体遺伝子 (*MC1R*) の遺伝子多型にあることを突き止め、この成果が2024年8月に *Zoological Science* 誌に掲載された (<https://doi.org/10.2108/zs230092>)。

2024年度は *MC1R* に結合して淡色化を引き起こすことが知られているアグチシグナルタンパク質をコードする遺伝子 (*ASIP*) の遺伝子多型と表現型の関連を調べるために7個体の転写調節領域の配列決定を行った。この結果、約50kbの配列の中に600近いSNPsを確認することができたが、残念ながら現在のところ特

定の表現型に直結するSNPsは見いだせていない。しかし興味深いことにこれらのSNPsは連鎖していて、ハチクマ *ASIP* 遺伝子は大きく異なる2つのハプロタイプグループからなることが明らかになった。この結果は比較的最近に雑種形成によって日本に渡来する亜種 *P. p. orientalis* が出現した可能性、あるいは *ASIP* 遺伝子領域全体を含むような大規模な染色体構造多型がある可能性を示唆している。

今後は羽毛色関連遺伝子に加えて、ミトコンドリアやほかの核遺伝子に存在する中立的な遺伝子多型の解析を通じて、亜種 *P. p. orientalis* の種分化に関しても研究を広げて行きたいと考えている。

(プロジェクトメンバー) 小野 裕剛・樋口 広芳
長井 和哉・時田 賢一

19 アブラムシ社会の齢分業システムとその進化

文責 研究代表者 植松 圭吾

社会性昆虫のコロニーは、“超個体”と形容されるように、コロニー全体で適切な意思決定を行い、環境条件や社会的状況に応じて柔軟に振る舞うことができる。各個体はコロニーの需要について全体像を把握しておらず、役割分担を決める中央指令も存在しない。そのため、個体は外部からの様々な刺激や巣仲間から得た情報を手掛かりに行動を選択している。すなわち、社会性昆虫のコロニーでは、さまざまな階級を構築する多数の個体が、局地的な環境入力に対して各々反応を示し、その総和が

調和的かつ適応的なコロニーレベルの応答として出力されるのである。単純な反応の総体から高度で複雑なシステムがいかにして創発するのだろうか？ 本研究の目的は、単為生殖でクローン繁殖する社会性アブラムシ類を対象に、利他的階級である兵隊の齢と役割分担の関係を分子から生態まで多角的に分析して分業システムの実態を解明し、その進化機構を明らかにすることである。

本年度は、真社会性アブラムシの近縁2種、ヤドリギアブラムシ (以下、ヤドリギ) とハクウンボクハナフ

シアブラムシ（以下、ハクウンボク）のゴール世代を比較し、ゴール構造と捕食圧が兵隊の行動に与える影響を調べた。その結果、ヤドリギのゴールは分枝が多く、小孔が上下に広がり、外役兵隊がパトロールする迎撃型戦略をとった。一方、ハクウンボクのゴールは小孔が下側に集中し、兵隊は内部で待機する待ち伏せ戦略をとった。ヤドリギではゴール外の捕食者が多く、捕食圧の差が防衛戦略の適応に関与している可能性が示唆された。また、ヤドリギの兵隊は攻撃時に物理刺激と化学刺激を併用したが、ハクウンボクの兵隊は物理刺激のみを用いた。人工飼育実験では、両種とも齢分業が確認された。ハクウンボクでは若齢兵隊が掃除、老齢兵隊が防衛を担う明確な分業が見られたが、ヤドリギでは自然環境下での齢分業が不明瞭で、ゴール構造の影響が示唆された。今後は、小孔の配置が「排泄物の処理」と「防衛」のバランスに果たす役割を検証し、他の社会性アブラムシと

の比較を通じて、兵隊の機能的分業の要因をより詳しく解明する。

学会発表

Harunobu Shibao, Keigo Uematsu, Mayako Kutsukake, Takema Fukatsu, Shigeru Matsuyama, From homeostasis to bravery: How social aphids chemical cues trigger flexible division of labor, 27th International Congress of Entomology, Japan (2024年 8月26日) ポスター発表

外部資金

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 C (22K05671) 「社会性アブラムシと植物の異種間交信 — 植物ゴール内ホメオスタシスと社会制御 —」

(プロジェクトメンバー) 植松 圭吾・柴尾 晴信

20 「細胞の意思」の多様性を探る： 細胞単体、細胞集団、多細胞生物体に即して

文責 研究代表者 田中 泉史

概要

ヒトやその他の動物の行動を説明する際に、その背後に意思 (mind) が措定されることは少なくない。しかし、説明対象が植物や菌類、微生物、あるいは多細胞生物を構成する個々の細胞になると、話はまったく異なる。多くの場合否定的な反応がみられるが、ヒトやその他の動物が細胞から構成されていることや、多細胞生物が単細胞生物から進化したという事実、および進化に伴う生物間の類縁関係を踏まえると、ヒトやその他の動物の意思およびその基底にあるメカニズムと類似するものが、個々の細胞や植物、菌類、微生物に、少なくとも原初的な形態でみられると推定することは、それほど不合理な話ではない。本研究ではこうした観点から、細胞レベルの原初的な意思と、ヒトやその他の動物にみられる高度に発達した意思との比較をおこなった。また、原初的な意思から高度な意思が進化する過程やパターンについても推測的な考察を進めた。

成果と今後の展望・計画

動物行動を説明する枠組みとしては、意思を措定せずに機械論的な刺激と反応、および学習のみに訴える行動主義と、意思を措定してヒトの行動を説明する際に用いられるものと同じ用語を使って説明する擬人主義という、2つの対立する立場が挙げられるが、そのほかに第三の立場として、知覚と行動、およびそれらを媒介する認知の組織化を研究する認知科学の枠組みがある。この枠組みを用いて、目的論的な行動とその背後に措定さ

れる認知的組織化の進化を段階的に考察した（その成果の一部は田中泉史ほか『意識と目的の科学哲学』（慶應義塾大学出版会、2024年）に反映した）。そのなかで、単細胞生物にミニマルな意思を認めることに一定の有用性が認められることが明らかになった。今後は、こうした考察をさらに進めて細胞の意思の特異性を明らかにするだけでなく、方法論的な研究として、意思のような心理学的用語を採用する擬人主義的なアプローチと認知科学の枠組みがどの程度まで整合的でありうるかを検討する予定である。

また今年度は、細胞行動データベース (CBDB) のニューラル機械翻訳精度をまとめた論文が英語抄録集に掲載された（宮田一 佐藤由紀子・田中泉史・金子洋之「研究データベースの英語発信におけるニューラル機械翻訳の課題」、英語学論説資料 第56号第3分冊 語法・史的研究・言語文化、p. 148）。この研究により言語の壁を超えた基盤整備に有用な知見を得られた。得られた知見を活用し、生成 AI と組み合わせることで、言語的バイアスの補正や言語的多様性への対応、また、より正確な細胞行動情報を発信できる可能性がある。さらに来年度はシングルセル解析のオープンデータを用いて細胞の意思を示すパターンを探るを進めながら、今年度考察したいいくつかの仮説を詳細に吟味する予定である。

(プロジェクトメンバー) 田中 泉史・佐藤由紀子
金子 洋之

21 プリント・ディスアビリティ児のための 読書バリアフリー環境構築に関する実践的研究

文責 研究代表者 中野 泰志

「理数系の科目のデジタル化において必要な配慮と課題」

現在、プリント・ディスアビリティ児が、教科書等にアクセスする方法の一つに、閲覧アプリ「UDブラウザ」の活用がある。表示方法には、PDFモードとリフローモードがあり、PDFモードは、紙の書籍と同じレイアウトで表示され、拡大・縮小ができる。一方のリフローモードは、文字情報のみのHTMLデータを表示しており、フォントの種類、文字サイズ、文字や背景の色などの変更ができる。これらの機能の活用により、利用者一人ひとりの見え方に応じた読み環境が提供されている。ところが、理数系の科目においては、他の科目と同様の方法で利用したとき、適切な表示が難しい。そこで、理数系の科目に着目し、リフローモードで表示する際の課題と必要な配慮を、数式、下線等の装飾、表・図の観点から検討した。

数式をリフローモードで表示する際、数式記述言語であるMathMLを使用している。MathMLは数式の見え目を整え、数式がもつ意味を表現しており、編集には科目の専門性を要する。数式を適切に表記するためには、MathMLの活用は必須であり、例えばMathMLを使用しないとき、「 $2x$ 」と「 2^x 」が、いずれも「 $2x$ 」と表記され、区別がつかないなどの問題が生じる。さらに、MathMLで編集したものをリフローモードで表示するときの課題として、フォントの指定ができない、数式中の改行が行われず、読み上げ機能に対応していない、の三つがある。特に数式中の改行が行われず、点については、画面の幅よりも数式が長くなったとき、全体が表示されなくなるため、大きな文字サイズを使用する利用者ほど、この問題が顕著になる。いずれの課題も、MathMLにて数式を正しく編集した上で、適切な表示方法を検討

し、ブラウザの仕様を変更することが求められる。

下線等の装飾は、様々な目的で活用されており、強調や、数式の内容の整理などがある。リフローモードでもPDFモードと同様の表示はできるが、利用者によっては、装飾があることで見にくさを感じる場合があり、その有無や表示方法は、選択できることが望ましい。また、背景と文字の色を反転して利用する場合もあり、下線等の装飾に複数の色を使用する際は、反転時も視認性の高さを維持する必要がある。

表・図の理解は、理数系の科目の学習において重要であるが、リフローモードでの適切な表示は難しい。表は、表示できるものの、表の大きさや文字サイズによっては、表全体が画面内におさまらないことがある。一方の図は、リフローモード上には載せていないため、図の有無がわからない可能性がある。そのため、利用者や、指導教員が、表・図の表示方法の特徴を理解し、情報を補いながら、学習を進めていく必要がある。

以上のように、UDブラウザの活用には、理数系の科目ゆえの課題と必要な配慮があることがわかった。今後、利用者の学習環境を整えていくため、ブラウザの仕様変更に向けたルールを作成するとともに、教材の編集を継続していく予定である。

学会発表

読書バリアフリー法と特別支援教育（4）学校図書館を中核にした読書バリアフリー環境の構築に向けた提言；中野泰志・野口武悟・青木千帆子・鈴木麻史・呉純慧・森まゆ；日本特殊教育学会第62回大会

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・鈴木 麻史

22 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討

文責 研究代表者 中野 泰志

昨年度に引き続き、漢字学習支援アプリケーション「かんじダス」の技術公開および関連アプリケーションの周知を行った。

1. 技術情報の公開状況

Web上における技術情報公開は、昨年同様にGoogleのグループウェアであるG Suiteを用い、漢字学習アプリケーションの研究会（かんじダス研究会）のホームページの更新を継続した。これに加え、新たに技術情報

を整理し、より多くの利用者がアクセスしやすい形式での公開を進めた。また、「かんじダス」のアプリケーション自体もWebブラウザにより引き続き公開し、自由に利用可能な状態を維持している。

2. 使用感及び学習効果の検討

今年度は児童生徒を対象とした検証は実施できなかったが、新たに漢字の書き順アニメーションのサンプルを作成した。このアニメーションは、学習者が視覚的に漢

字の正しい書き順を習得するのに役立つと考えられる。

3. 追加で実施可能な調査

今年度の調査を通じて、以下の追加調査が有望であることが分かった。

1. 学習効果の定量的評価

- かんじダス使用前後の漢字習得度の変化を測定する。
- 統計的手法を用いた分析を行い、学習効果を可視化する。

2. ユーザーインターフェース (UI) / ユーザーエクスペリエンス (UX) の改善

- 児童生徒が使いやすいデザインや操作性を評価するためのアンケートを実施。
- 視覚的フィードバックや音声ガイドの導入を検討。

3. 他の学習ツールとの比較

- 既存の漢字学習アプリとの比較実験を行い、かんじダスの強みと改善点を明確化。
- 異なる学習スタイルを持つ学習者への適用可能性を探る。

4. AI 技術の導入可能性

- 学習者の進捗に応じたカスタマイズ機能の実装を検討。
- 自動フィードバック機能の追加による個別最適化の可能性を探る。

5. 海外学習者への適用

- 日本語を学ぶ外国人学習者向けの機能拡充を検討。
- 多言語対応および異文化圏の学習スタイルに適応するための改善策を模索。

4. 次年度以降の展望

引き続き「かんじダス」の改良と調査を進めるとともに、学習効果の定量評価を本格的に実施する予定である。また、上記の追加調査の一部を実施し、研究の深化を図る。さらに、新たな連携機関の開拓や、他の教育関係者との協力を通じて、より実践的な応用の可能性を探る。

引き続き、技術の発展と学習効果の向上を目指し、研究を進めていく。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・野川 中

23 成人不同視性弱視の点眼治療について

文責 研究代表者 中野 泰志

1. 目的

不同視弱視は、一般的には幼少期に診断され、訓練治療が行われる一時的な視機能障害である。今までは、視覚神経の可塑性が大きく低下する8歳から10歳までが治療のゴール年齢とされてきた。しかし、最近の研究では、成人期に入ってからでも視力の改善が報告されている。そこで、本研究では、点眼（調節麻痺点眼と縮瞳薬点眼）と生活スタイルに関する指導（日常生活において弱視眼の使用を促進する指導）を組み合わせた治療方法が、成人不同視性弱視に及ぼす効果について検討した。

2. 方法

協力医療機関に依頼し、以下の条件を満たす調査対象者の選定を依頼し、対象者の治療開始時、6か月後、12か月後の小数視力のデータの提供を受けた。

選定条件1：他眼との差が0.3以上の不同視性弱視患者、もしくは、過去に弱視治療を受けたが視力改善が十分でなかった者で、その他の眼疾患を有していない者

選定条件2：治療法として、調節麻痺点眼と縮瞳薬点眼を使用しており、なおかつ、日常生活において弱視眼の使用を促進する指導していて、毎日最低10分以上、弱視眼のみを使用する時間を確保できるよ

うに生活スタイルの指導を実施している12歳以上の不同視性弱視患者

選定条件を満たし、研究に同意した24人の不同視性弱視患者（年齢：12～62歳、平均29歳）の視力データの提供を受け、分析を行った。

3. 結果

治療開始時の平均小数視力は0.4であったが、6か月後には平均小数視力は1.0に、また、12ヶ月後には平均小数視力が1.2に向上していることがわかった。

4. 考察

12歳を超えた不同視性弱視患者においても、点眼と生活スタイルの指導を組み合わせれば、視力が向上する可能性があることが示唆された。ただし、本研究では、点眼のみを行ったコントロール群との比較を行っていないし、生活スタイルに合わせた指導が実際にどの程度、守られていたのかを確認できていないため、今回の視力向上が、生活スタイルの指導の効果であるとは結論できない。今後、さらなる研究が必要だと考えられる。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大貫二三恵

24 視覚障害者がスマートスピーカーの対話型デバイスを活用するための基礎研究

文責 研究代表者 中野 泰志

プロジェクトの目的

Amazon のスマートスピーカー「Echo」や Google の「Google Home」などの搭乗により、音声によって機器を操作する方式が普及している。話しかけると応答を返すという仕組みのスマートスピーカーである。これらの機器はスマートフォンと連携して初期設定を終えると、使い始めることが出来る。PC やスマートフォンの操作に不慣れた視覚障害者にとっては有効なテクノロジーである。

本研究は、スマートスピーカーの対話型モデルを活用して、視覚障害者の情報提供のあり方を検討する。その上で、視覚障害者の情報提供サービスであるサピエのシステムをよりアクセスしやすくするシステムを構築する。

研究プロジェクトの内容

1. スマートスピーカー・スキル開発のための基礎調査

Amazon の「Echo」シリーズを主軸に、スマートスピーカーを音声で制御するための技術的な実装を調査する。

2. 視覚障害者が自力でスキル開発ができるかの検証

スキルとは Amazon の Alexa に追加できる個別の機能のことをいう。スキルを追加することによって、Echo のようなスマートスピーカーを用いてラジオを視聴したり家電を操作したりできる。視覚障害者が自力でスキルを開発するためのノウハウについて検証する。

3. データベースの構築

スマートスピーカーによる音声対話モデルを構築するために、対話モデルで使用するデータベースが必要である。データベースの根幹となるコンテンツを充実し、作成したコンテンツの妥当性の検証とテスト、スキルへの関連付けを行い、音声発話で制御できる仕組みを実装する。

今年度の成果

1. 手続き

1) データベースの更新

データベースは、将来にわたってコンテンツが持続できるようにするため、維持・更新が比較的容易でありながら、スマートスピーカーを持っていなくても Web を介しても検索できる仕組みを検討した。また、コンテンツの持続性を担保し、互いの情報をリンクさせ、個別の情報から普遍的な情報として構築できる仕組みを既存のコンテンツ管理システムから調査した。結果、システムは Wiki で採用した。

コンテンツは、筆者が勤務する視覚障害者総合支援センターちばで、視覚障害者からの PC やスマート

フォン等の機器の使い方に関する問い合わせ内容を階層的に整理しデータベース化した。これはサーバー (<https://redmine.nvsupport.org/projects/bict>) として実装した。

稼働サーバーは、Google Cloud Platform (GCP) の Google Compute Engine を使用している。Web インターフェイスによる設定が可能で、従来の CLI 方式よりも柔軟性に優れている点と、稼働時間のスケジューリングができる点で採用した。

2) サピエ図書館への応用

従来、DAISY (Digital Accessible Information System) に対応した専用の再生機器やアプリを用いることで、視覚障害者の電子図書館「サピエ」から音声コンテンツをダウンロードして活用できる。しかし、専用の再生機器で Wi-Fi に対応したモデルは限られており、物理ボタン操作を基本とするため、ボタンの配置や機能に慣れる必要があるという煩わしさがあった。また、アプリを利用する際にはタッチデバイスの操作に習熟しなければならないという制約もあった。この点、対話型デバイスであれば、指で押したりタッチしたりといった操作が不要になるため利便性が向上する。すべて対話であることから音声コンテンツのメリットを生かすこともできる。

本研究で採用した音声対話モデルは、Amazon の Alexa である。今年度、サピエの音声コンテンツを対話形式で操作可能にする Alexa スキルを、全国視覚障害者情報提供施設協会 (全視情協) が開発した。筆者はユーザー評価の立場からこの開発に関与した。一連の操作における音声ガイドとユーザーへのプロンプトは、従来の操作方式を踏襲しつつ、物理ボタンやタッチ操作で行っていたアクションを音声コマンドに置き換えている。例えば、ユーザーに選択を求める際には、「1. 音声新着情報 2. 人気のあるコンテンツ」といった形式で案内し、選択肢を明確に提示する仕組みだ。また、発話の聞き間違いを防止するため、音声コマンドは構造化された応答形式を採用し、ユーザーが番号で回答する方式としている。システムは、来年度中の実用化を目指している。

2. 課題と展望

今年度に検証できたことは以下の通りである。

1) データベースとして Wiki を軸にしたコンテンツ管理システムの更新を実施した結果、関係職員間の知識データベースの充実に関与した。

2) データベースをスキル内部で検索できるようにし、さらに対話方式で使用できるよう検討した結果、コンテンツへのアクセスを容易にするアクセ

シビリティを確保した。

- 3) 視覚障害者の電子図書館「サピエ」を対話方式で使用するためのAmazonスキルの開発に関与

した。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・御園 政光

25 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討

文責 研究代表者 中野 泰志

本プロジェクトでは、実体(=物)ではなく、事象(=事)を存在の単位と考える過程存在論から、知覚心理学の問題を扱ってきた。事象(出来事)には、一定の時間経過を伴う変化がある。過程存在論からすると知覚は環境中での行為として捉えられる。これまで因果関係、生き物らしさ、非感性的完結化、遮蔽、ベクション、触運動知覚、明るさの知覚など様々な知覚現象を取り上げてきた。

水平方向に運動する対象が出現前はどこから、消失後はどこまで動き続けているように知覚されるかについて、遮蔽物が存在する条件と霧の中からだんだんと現れるまたは消えていく様なパターンを用いて検証した。その結果、出現前よりも消失後、遅いよりも速い速度、霧に霞むパターンで、より長く移動するように知覚されていた。遮蔽の仕方によって、遮蔽中の運動の知覚が影響を受ける。

文脈の知覚について、整合性効果という現象が知られている。空を背景に飛ぶヘリコプターは自然に感じるが、室内を飛ぶヘリコプターには違和感を感じる。物体が背景文脈と整合していない場合、物体や情景が認識しにくくなる。10~12ヶ月児を対象に選好注視法を用い、整合性効果の生起を検討した。乳児が日常的に目にする可能性の高いベビーカーなどを提示した。その結果、10~12ヶ月では物体と背景を組み合わせで認識していないことが示唆された。

自分が静止しているにもかかわらず、光学的流動や皮膚にあたる空気の流れに誘導されて、自分が動いているように知覚される。この現象をベクションと呼ぶ。ここでは、ベクションに対する加齢の影響を検討した。同時に移動撮影された正面、床面、左右の側面の動画像をそれぞれの組み合わせで同時に提示した場合、正面映像が含まれると高齢者では若年者に比べてベクションが早く長く強く生じていた。しかし、個別に提示するとその違いは見られなくなった。

明るさの知覚において、従来は、静止対象の面の明るさを検討したものが主であり、対象の運動により立体構造が変化する観察事態における明るさについては不明な

点が多い。

運動透明視の観察事態における、面の層化と明るさとの関係について予備観察を行った。運動透明視とは、運動方向の異なるランダムドットキネマトグラムを重ねることで、奥行の異なる2つの透明面が同時に知覚される現象である。

中灰の背景に黒点と白点をランダムに配置し、黒点または白点全体を左右に往復運動させる。静止点群は背景と同一平面に見えるが、運動点群はその手前に透明な層を成して知覚される。この時、背景の知覚された明るさを比較すると、黒点運動条件の方が明るい印象を受けた。奥側の層をなす静止点群との明るさの同化が起きている可能性がある。面の明るさは同一平面に見える領域との関係で決まるという知覚体制化の観点から解釈可能である。

学会発表

- [1] “Occluded motion trajectories before appearance and after the disappearance”; Hidemi Komatsu, Kayoko Murata; European Conference on Visual Perception 2024 (Aberdeen, Scotland); 2024年8月26日
- [2] “Influence of Aging on Vection”; Kayoko Murata, Makoto Ichikawa; European Conference on Visual Perception 2024 (Aberdeen, Scotland); 2024年8月28日
- [3] 「運動対象の出現前と消失後の遮蔽された運動軌道の知覚」; 小松英海・村田佳代子; 日本基礎心理学会第43回大会(人間環境大学松山道後キャンパス); 2024年11月30日
- [4] 「乳児期のシーン整合性効果について」; 真保陸斗・村田佳代子・山中菜七子・白井述; 日本基礎心理学会第43回大会(人間環境大学松山道後キャンパス); 2024年12月1日

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・増田 直衛
小松 英海・村田佳代子
新井 哲也

26 視覚的に点字を識別するための効率的な学習法の開発

文責 研究代表者 中野 泰志

点字学習者の指導や支援を行う上で、視覚的に点字を識別できると有用であり、効率的に学習できる学習法が求められている。従来の方法では、点字配列と対応する仮名の組み合わせを総当たりで学ぶ方法が採用されることが多いが、効率的でなく、誤学習のリスクがある。そこで本研究では、小原・大島・相澤（2023）の Contingency Addition 手続きによる視覚的な点字学習の知見を応用し、効率的に視覚的に点字を学習する学習法の開発を行う。

小原ら（2023）の Contingency Addition 手続きを用いた視覚的な点字学習では、点字が子音と母音のパターンの組み合わせで構成されていることを活かし、12種の点字パターン（母音5種、子音7種）を学習するだけで、仮名文字を提示したときに、35種の中から適切な点字パターンを選択できる学習が成立することを示した。この手法は、子音と母音の組み合わせで表現する仮名（か行、さ行、た行、な行、は行、ま行、ら

行）の学習に限られる。そこで、本プロジェクトでは、Contingency Addition 手続きによる点字学習と異物見本合わせ手続きを組み合わせることで、2マスで構成される仮名（濁音や半濁音）においても、最小の訓練（か行5音）だけで、残りの濁音や半濁音の学習が成立するかの検証を行う。

2024年度は実験計画を実現すべく、実験プログラムの開発を行なった。現在、実験プログラムの最終調整中であり、実験に用いる iPad による実機テストで問題がなければ、実験をスタートできる見込みである。

【引用文献】

- 小原健一郎・大島研介・相澤裕紀（2023）. Contingency addition 手続きを用いた視覚的な点字学習 行動分析学研究, 38, 16-26.

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・大島 研介

viii. 教育

1 2024塾生会議

・プロジェクトメンバー

常任理事：奥田 暁代

スーパーバイザー：蟹江 憲史（政策・メディア研究科）、
国谷 裕子（政策・メディア研究科）

参加教員：小林 宏充（代表：法学部）、久保田真理
（医学部）、寺沢 和洋（医学部）、土居 志
織（法学部）、小熊 祐子（スポーツ医学研
究センター）、森吉 直子（商学部）

・成果および活動報告

慶應義塾SDGsの一環として、蟹江憲史氏および国谷裕子氏をスーパーバイザーに迎え、「2024塾生会議」プログラムを日吉キャンパスにて実施した。大学の10学部すべてから選抜された塾生が、専門家からアドバイスを受けながらディスカッションを重ね、SDGsを実現するための慶應義塾のビジョン・目標・ターゲットを提言することを目的とした。

募集人数は、公募60名程度（応募多数の場合は下級生を優先）に加えて、新入生からランダム抽出60名程度とした。学部や地域のバランスをとって選出した。通信教育学部からの学部生も対象とした。公募は春学期開始時のみならず、秋学期開始時にも実施した。ランダム抽出に関しては、フランスやイギリスで行われた気候市民会議にヒントを得た。気候市民会議では、政策に市民の声を取り入れるため、ランダム抽選で選ばれた市民が専門家の話を聞いた後、議論を重ね提言を作り上げたが、本会議でもそのスタイルを踏襲した。

春学期は専門家の意見を聞き、夏休みはサマーキャンプで一貫教育校の児童生徒と学生が議論し、秋学期は学生間で議論を重ねて提言を作成した。今年度は、春学期に2050年に目指す姿を考え、提言における大きな目標・ターゲットをグループで考えてもらい、それらをブラッシュアップしたものを夏に中間発表し、秋学期のアクション作成につなげてもらうことにした。

・春学期：5月15日～7月3日 計8回 水曜6時限 18:15～19:45 第4校舎 B棟 J14教室

5月15日は、ガイダンスとして、伊藤塾長からの挨拶に始まり、奥田常任理事から塾生会議の目的や昨年の提言についての説明をいただき、吉井日吉メディアセンター パブリックサービス担当課長から情報検索の方法や相談窓口を紹介いただいた。さらに、イントロダクションとして、蟹江教授のSDGsの取り組みの現状に関する講演、国谷特別招聘教授による

SDGsに取り組む学生への期待についての話の後、グループディスカッションを行った。専門家からのレクチャーを各回1名とし、後半の時間をグループディスカッションに割り当てて、4日実施した。5月22日は環境をテーマに竹内純子氏からSDGsにおける気候変動問題をどう考えるかについて、5月29日は経済をテーマに諸富徹氏から環境と経済は対立するのかについて、6月5日はエシカルをテーマに末吉里花氏からエシカルは新しい幸せのものさしとなるかについて、6月12日はSDGs全体をテーマとして日下部英紀氏から持続可能な開発目標（SDGs）達成に向けて日本が果たす役割という内容で、講演をいただいた。これらの講演は録画され、日下部氏の動画は期間限定での公開であったが、他の講演は慶應チャンネルYouTubeにて公開した。6月19、26日は環境・社会・経済・全体の4つのカテゴリーに分かれて、グループディスカッションを実施。7月3日は、グループで検討した目標について模擬発表会を実施した。

・サマーキャンプ：9月2日 10:00～16:00 第4校舎 J12番教室

一貫教育校の全校から6名以内で児童・生徒を選抜していただき、大学生とともに、環境・経済・社会・パートナーシップの4つのカテゴリーに分かれて、グループディスカッションを行った。班には小学生から大学生をバランスよく配置し、ホスト役として1名大学生を残した。冒頭の伊藤塾長の挨拶動画に始まり、グループディスカッションを午前1回、午後1回メンバーを変えて実施した。最後に、各班から話し合った内容を発表してもらい、山内常任理事、岡田常任理事、奥田常任理事、蟹江先生、国谷先生から講評を返答した。引率として、各校の教諭にも来ていただき、大学教員との懇談も行った。すべての一貫教育校の児童生徒と全学部の大学生が集う、慶應義塾でも珍しい形態のイベントで、今回で3年目となるが、今年度も高評価のアンケート結果を得ることができた。また、9月3日の午前には中間発表会、午後には東京都の未来を考える東京都職員とのワークショップを実施した。

・秋学期：10月2日～12月11日 計10回 水曜6時限 18:15～19:45 来往舎大会議室 12月18日 提言発表 18:15～21:30 藤原洋記念ホール

春学期に形成したグループで、環境・社会・経済・全体の4つのカテゴリーに分かれての議論を基本とし

た。K-LMS Canvasを利用して学生にアナウンスを実施、ディスカッション機能でグループ間の進捗状況の共有や話し合いを実施したが今年度はグループからの書き込みが少なかった。学生からの相談もディスカッション機能を利用し、そこでやり取りをすることで、全員に内容を開示した。提言作成のために、総務部、協生環境推進室、塾員センター、入学センター、マッキンゼーのOBOGの方々、生協、グリーンズマルシェ、塾員の方々から情報提供や協力をいただいた。蟹江教授から国連未来サミットの様子、国谷特別招聘教授から世界で広がる気候訴訟についてのミニレクチャーも行われた。提言発表は、一貫教育校からも募集をして、中等部、SFC高、塾高からの発表をまず実施した。グループごとに5分発表、2分質疑、1分交代とした。大学生からは14グループの発表と多くなった結果、全体講評・記念撮影までで21時30分終了となった。発表されたスライドや写真は2024塾生会議のページで公開した。提言に関する塾長や常任

理事からのフィードバックにより、アクションに繋がりそうな提言が2つ選ばれた。3月上旬締め切りの企画書を提出し、その審査を通過すれば、来年度のプロジェクトとして実行していくことになる。



2 生物学教育オンライン化のための試み — 生物発生・多様性・生態・行動観察のための Virtual 図鑑 Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築

概要

コロナ禍の中始まった Visual 図鑑 Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) プロジェクトはこれまでに本申請予算のサポートにより、3つ (EducAnatO、RAMNe、V-RINKAI) の OBAKE 傘下の教材を開発している。本年度は留学生や系列校を含む全塾生が使用可能な教育プラットフォームに発展させ、そしてより高い教育効果が見込まれる教材として OBAKE プロジェクトを発展させるために、以下に述べる活動を行った。

- 1) 教材として汎用性のある機能拡充：各実習ごとに学生がスマホ撮影等で得た生物画像データを授業ごとに登録し、担当教員が管理することのできるローカライズ機能や動物だけでなく植物や菌類を含む生物を網羅して分類・登録できる機能を実装した。本機能のデモンストレーションのため、大学の臨海実習や系列校の実習において試用した。
- 2) プラットフォームグローバル化：VRINKAI 現バージョンは日本語のプラットフォームである。留学生を含む全塾生が使えるように V-RINAKAI 英語版のパイロット版を構築した。生物種名はもともとラテン語で表記されており、これらに紐づいた和名の門・綱・目・科・属等の分類学的なデータや登録種についてのアノテーション情報を1つ1つマニュアルで英語化し登録する作業を行った。また、WEB インターフェースも改善した。
- 3) 普及活動：OBAKE プロジェクトを義塾における

ユニークな教育活動として広く普及させるため、口頭発表4 (うち発表賞受賞1件)、論文投稿1を行った。

成果・今後の展望・計画等

- 1) 発表等：口頭発表4件、論文投稿1件
 - ① (ワークショップ) 堀田耕司：「野外実習における VRinkai を通じた一貫教育校との連携事例
一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ (第12回) 2024/11/16 日吉キャンパス 来往舎2階大会議室
 - ② (ワークショップ) Shito, T.T., Totsuka, N.M., Kogure, Y.S., Mizutani, H., Takahashi, M., Ueda, L.L., Furukawa, R., Togane, D., Kurashi R., Fujita, R., Fujisawa, Y., Yazawa, K., Uchiyama, M. and Hotta, K: Application of the online teaching material for biological course to secondary education and construction of the English version. 第29回アジア生物教育協議会隔年会議, 2024年10月12~14日, 松山市 (AABE 202 会議. 愛媛大学城北キャンパス教育学部2号館 〒790-0826 愛媛県松山市文京町3 教育学部・大学院教育学研究科)
 - ③ (口頭発表賞受賞) Shito, T.T., Totsuka, N.M., Kogure, Y.S., Mizutani, H., Takahashi, M., Ueda, L.L., Furukawa, R., Togane, D., Kurashi R., Fujita, R., Fujisawa, Y., Yazawa, K., Uchiyama, M. and Hotta, K., "Let's try VRinkai!! -online teaching

material for field biological course”, The 29th Biennial Conference of Asian Association for Biology Education, October 12-14, Matsushima, Japan

④ (口頭発表) 紫藤拓巳・戸塚望・上田理名・小暮悠暉・高橋茉莉奈・水谷日菜・古川亮平・倉石立・戸金大・藤田稜介・矢澤和明・藤澤侑典・内山正登・堀田耕司：野外生物実習のオンライン教材 VRinkai 英語版の実装、日本生物教育学会第109回全国大会、2025/3/15～16、安田女子大学

⑤ (投稿中) 紫藤拓巳・戸塚望・小暮悠暉・内海円花・土方希・水谷日菜・高橋茉莉奈・上田理名・古川亮平・戸金大・倉石立・藤田稜介・藤澤侑典・矢澤和明・内山正登・堀田耕司：野外生物実習オンライン教材 VRinkai の中等教育向け開発と授業実践

2) 今後の展望・計画

今年度の大学や中等教育実習後のフィードバックをもとにさらに各実習単位で集計・閲覧・データ解析が可能な機能を実装する。また、より多くの教育現場で

の VRinkai での活用を目指し、初等教育や多言語に対応することで、小学生や外国人留学生なども参加可能な教育ツールとしての応用を見込んでいる。また、現状は他校のデータベースを覗くだけだが、交流要素を追加することでオンラインにおいて国際教育交流ができるツールとしても発展性がある。さらに、無脊椎動物などの多様な生き物にも目を向けることは生物保全のためにも大事であり、VRinkai を通じこのような活動を教育に組み込むことができる。以上、VRinkai は教材でありながら、生物多様性や分類学だけでなく生態学や保全生物学への寄与も期待できる。

主な事業執行部署・参加者

文学部・倉石立 (日吉生物学教室・准教授)
理工学部・堀田耕司 (生命情報学科・准教授)
文学部・古川亮平 (日吉生物学教室・准教授)
経済学部・戸金大 (日吉生物学教室・助教)
大学院生5名、学部生2名

3 第12回 一貫教育校との連携ワークショップ

日時：2024年11月16日 (火) 15:00～18:30

場所：日吉キャンパス 来往舎 大会議室

<プログラム>

《司会：茅野 眞雄 (横浜初等部教諭/理科)》

開会の挨拶

久保田真理 (一貫教育校との連携委員長・医学部化学教室准教授/化学)

参加者自己紹介

【第1部】理科における基礎的な概念の教授法の共有 —— 温度・熱 ——

[話題提供]

「中2実験『ジュール熱と比熱』」

藤田 大地 (普通部教諭/理科)

「温度と熱 — マクロな世界で考える」

古川 創一 (志木高等学校教諭/理科)

「『化学Ⅰ,Ⅱ』,『基礎化学』における『熱と温度』」

岡本 昌樹 (所長・文学部教授/化学)

「文系学部学生に向けた物理学における温度・熱に関する話題」

青木 健一郎 (経済学部教授/物理)

<休憩10分>

総合討論・意見交換・来年度の連携 WS

《司会：中野 誠彦 (理工学部教授/電気工学)》

【第2部】一貫教育校との連携

教材・参考資料のデータベース化・アーカイブ化

「自然セ HP 内の資料共有機能について」

志村 正 (法学部准教授/化学)

連携事例

「野外実習における VRinkai を通じた一貫教育校との連携事例」

堀田 耕司 (理工学部准教授/生物)

意見交換

山内理事からのお言葉

山内 慶太 (常任理事)

閉会の挨拶

岡本 昌樹 (所長・文学部教授/化学)

実施報告：

一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ(第12回)が開催された。このワークショップは、「理科における基礎的な概念の教授法の共有」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」の2本立てで行うことを2018年度のワークショップで決定した。翌2019年度は、この方針に沿ってワークショップが行われたが、2020年度・2021年度はコロナ禍で見送りとなった。2022年度・2023年

度はイレギュラーな形で開催した。2022年度はコロナ禍で余儀なくされたオンライン授業を題材として「オンライン教育の取組と今後への活用」というテーマでワークショップを行った。2023年度は「理科における基礎的な概念の教授法の共有」の代わりに「教育における『AI』の利用」をテーマとした。2022年11月に生成AI、ChatGPTが公開され、社会に与える影響が話題となり、教育現場でも混乱が生じていたためである。そして、今年度はようやく通常のワークショップ開催となった。「理科における基礎的な概念の教授法の共有」のテーマは、2019年にワークショップで決定した「温度・熱」とした。

第一部では、「理科における基礎的な概念の教授法の共有——温度・熱——」について、普通部、志木高、大学（2件）の話題提供があった。普通部の藤田君の発表は比熱の実験に関してであった。教科書に記載されている比熱の実験を発展させて、外部への放熱を避けるために自作の恒温槽を用いる、水に加えてエタノールの実験を行うことで比熱の違いも理解させる、文献値との違いを検討させるなどの工夫について話があった。志木高の古川君の発表は理工系志望である高校3年生対象の熱力学の講義についてであった。熱力学の歴史についても触れ、現代的な視点における「熱」・「温度」の定義などについてどのように教えているかが話された。岡本君と青木君は大学で文系の学生を対象とする講義（実験を含む）を担当している。岡本君は化学の担当であり、学生の多くは高校で「化学基礎」しか受講していない状況であり、絶対温度さえ、一部の教科書の発展項目で記載されている程度の中、実験や環境問題を通して理解してもらうように工夫をされているお話がなされた。青木君は物理学担当であり、物理学を高校で学んでいることを前提とせず、中学レベルの数学で理解できるような講義としていること、そのような状況でも半定量的な計算は重視しているお話がなされた。室温における空気中分子の平均の速さやブラウン運動などについて学生実験とも連動させて扱っているなどの話があった。

第二部では、まず、「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」として、プロジェクトメンバーの志村君から、自然セHP内の資料共有機能の紹介がなされた。この機能は、長年、待ち望まれたもので昨年度に日吉教育活動等支援予算（旧教育・研究調整予算）「自然科学研究教育センターにおける大学と一貫教育校での知見のシェアとストック」の資金を獲得して実装されたものである。

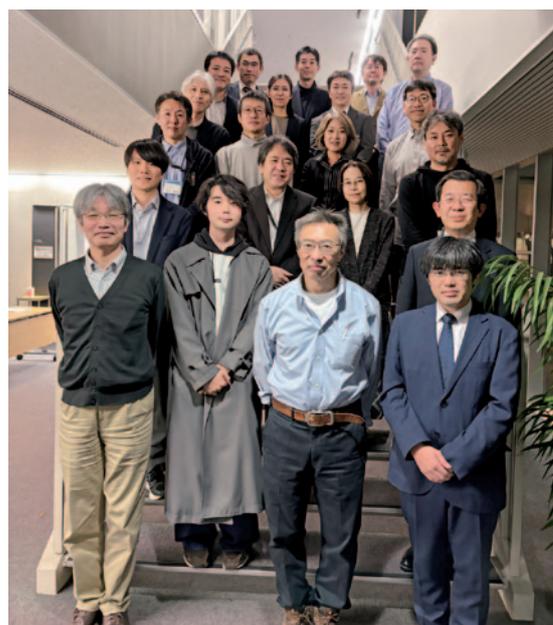
続いて、堀田君からは、堀田君らが開発したバーチャル野外実習プラットフォームを一貫教育校で使用している事例が紹介された。このプラットフォームの構築費用の一部として、自然セから申請した日吉教育活動等支援予算（旧教育・研究調整予算）が使われており、2022年度のワークショップでもオンライン教材として紹介された。本ワークショップでこの教材について聞いた一貫教育校教諭が興味を持ち、実際に使用したということで、

まさに、一貫教育校と大学自然科学研究教育センターが連携して効果のある教育を行うことができ、自然セの「一貫教育校との連携」が実を結んだと言えよう。この取組は、来年度の未来先導基金も獲得し、さらに発展が期待されている。

今年度の開催日も年度の初めに各一貫校代表の教諭に日程調査をして全一貫教育校が参加できる日とした。残念ながら、全一貫教育校の参加はかなわなかったが、26名の出席者があり、非常に活気のある充実したワークショップとなった。来年度の「理科における基礎的な概念の教授法の共有」のテーマについては、「進化」という声が多かったが、当日参加の一貫教育校教諭に生物担当教諭が不在であったことから、後日、改めて決定することとなった。

参加者：

山内 慶太（常任理事）・柊原 礼士（幼稚園舎）
細谷 礼子（幼稚園舎）・茅野 眞雄（横浜初等部）
藤田 大地（普通部）・森上 和哲（普通部）
武捨賢太郎（塾高）・古川 創一（志木高）
岡本 昌樹（文学部・化学）・河野 礼子（文学部・人類学）
古川 亮平（文学部・生物）・青木健一郎（経済学部・物理）
小林 宏充（法学部・物理）・志村 正（法学部・化学）
杉本 憲彦（法学部・物理）・森本 睦子（法学部・物理）
久保田真理（医学部・化学）・寺沢 和洋（医学部・物理）
三井 隆久（医学部・物理）・高尾 賢一（理工学部）
中野 誠彦（理工学部）・堀田 耕司（理工学部）
紫藤 拓己（理工学部D3）・大江 智枝（事務局）
佐藤 朋（事務局）・平野 和子（事務局）



ix. 社会貢献

1 第36回サイエンス・カフェ

場 所：日吉キャンパス第2校舎4階244実験室ほか
講演者：糟谷 大河（慶應義塾大学経済学部准教授・センター副所長）

参加対象者：小学3年生以上
（小学生の場合は必ず保護者同伴）

参加者：18名

企画趣旨ならびに実施報告

第36回サイエンス・カフェは、「日吉の森探検」と題して、2024年7月20日（土）に開催されました。サイエンス・カフェは、新型コロナ禍の影響などでしばらくの間、中断を余儀なくされていましたが、今年度は久々に開催することができました。今回は、日吉キャンパス内に広がる雑木林、通称「日吉の森」や、その周辺の水辺などを参加者と散策しながら、昆虫、植物やきのこなどの生物、そしてキャンパス内の自然環境の観察を行いました。

当日は、13時30分に第2校舎1階の正面玄関付近に集合し、受付や注意事項の説明の後、野外観察に出発しました。気温が35度を超える猛暑日であったため、受付や説明は屋外ではなく、第2校舎1階の化学実験室を急ぎよ、使わせていただきました。その後、13時45分ごろから約1時間かけて散策し、まむし谷に広がる雑木林や水辺の自然を観察しました。

ウグイスのさえずりを聞きながら、クヌギやコナラなどからなる雑木林の成り立ちや特徴について解説をした後、参加者の皆さんと一緒に生物を探して観察しました。色々なトンボの仲間やコクワガタなどの昆虫類、アラゲキクラゲ、クロヒメオニタケ、ヒイロベニヒダタケ、モミジウロコタケなどのきのこ類ほか、たくさんの生物を見つけるたびに歓声が上がりました。今回は小中学生の参加者も多く、虫取り網や虫かごを持参して、観察に熱中していました。ヒガシニホントカゲを捕まえて、虫かごに入れてじっくり観察している小学生の参加者も見られました（捕まえた動物はその場で観察し、観察後はリリースしました）。

野外観察の後は第2校舎に戻って休憩をとり、4階の244実験室にて15時から15時30分まで、きのこ類の顕微鏡観察や、まとめの説明などを行いました。野外観

察で見つけたきのこ類のうちいくつかを実験室に運び、実体顕微鏡を用いて、表面の構造を拡大して観察しました。食材としておなじみのキクラゲ（アラゲキクラゲ）ですが、実体顕微鏡で拡大すると表面には毛が密生しており、その様子などを参加者の皆さんは興味津々で観察していました。終了時刻である15時30分を過ぎても、熱心に観察する参加者の姿もありました。

実施当日は気温が35度を超える猛暑の中での野外観察となり、熱中症や体調不良となる参加者が出ないか心配な状況でしたが、水分補給や休憩を随時行うこと、また帽子や日傘などを着用して、直射日光をできるだけ避けることなどをアナウンスしました。サポートいただいた教職員・学生の皆さんのおかげで、事故やトラブルもなく、無事に終了することができました。今後、暑い季節に野外活動を伴う企画を実施する際には、熱中症暑さ指数（WBGT）計の活用なども考慮する必要がありそうです。

なお、今回は事前の参加申し込みをお願いしたところ、最大受け入れ可能人数と想定した20名の枠が、申し込み開始早々で満員となる盛況ぶりでした。日吉キャンパスや、キャンパス内の自然環境に、地域の皆さんが強い関心をお持ちであることがうかがわれます。今後も当センターとして、日吉キャンパスの自然環境を発信する企画を続けていければと思います。

（糟谷 大河）



日吉の森で自然観察をしている様子

x. その他

1 2024年度 自然科学部門 新任研究紹介 (自然科学研究教育センター共催)

日時：2024年4月23日(火) 18:30～19:30

オンライン (Zoom)

プログラム：

(講演15分+質疑応答5分)

開会の挨拶

有川 智己 (自然科学部門主査)

19:00～19:20

講演1 「植物-送粉者パートナーシップの変遷に伴う
花形質の変化」

森 信之介 (商学部・生物学教室) 助教 (有期)

19:20～19:40

講演2 「無」から「有」をつくる：最強の光を使った
素粒子物理学の研究」

田屋 英俊 (経済学部・物理学教室) 助教 (有期)

19:40～20:00

講演3 「歴史探訪 — 数論幾何 —」

津嶋 貴弘 (医学部・数学教室) 教授

閉会の挨拶

岡本 昌樹 (自然科学研究教育センター所長)

講演1

「植物-送粉者パートナーシップの変遷に伴う花形質の
変化」

森 信之介

日本に自生するツバキ節植物にはユキツバキとヤブツバキの2種が存在する。これらの花は類似した形態をもつが、ユキツバキがより祖先的な種であるとされ、ユキツバキは虫媒（ハチやハエなど）でヤブツバキは鳥媒（メジロ）という違いがある。この2種に送粉者の違いをもたらす要因として、花形質の比較に取り組んでいる。(1) ユキツバキの葯には鳥類に対して忌避活

性を示すアントラニル酸類2種が多く含まれる一方でヤブツバキはそれらをほとんど含まないこと、(2) 花弁に含まれるアントシアニンの化学構造に違いがあり、クマロイル基が非結合型であるユキツバキの花弁はUVを反射するのに対し、ヤブツバキは結合型を含むことによってUVを吸収していることなどが分かってきた。この花卉のUV反射特性が鍵となり、ユキツバキはハチが視識しやすく、ヤブツバキは視識しづらいことが視覚モデリングと行動実験から明らかになった。今後、嗅覚刺激となる香りの違いを探り、種間の花形質と送粉物の関係がどのような機構で説明されるのか理解を深めたい。

講演2

「無」から「有」をつくる：

最強の光を使った素粒子物理学の研究

田屋 英俊

講演者は、理論物理学、特に、広い意味での素粒子物理（正確に言えば高エネルギー原子核物理）の研究を行っています。高温・高密度・高強度のような何らかの外的要因が非常に「高」くなったような極限的な状況を考え（あるいは、現実にある関連した実験・観測データを解析し）、そこで生じる素粒子スケールの微視的な運動を調べることで、私たちの世界の成り立ちのより深い

理解を得、また、新しい物理現象を予言することを狙っています。そうした研究の一例として、本講演では、「『無』から『有』をつくる」ということについて議論します。「無からは何も生まれない」とよく言われます。これは私たちの日常的な感覚からもとても自然なことに思えます。驚くべきことに、現代の物理学の根幹の一つである量子論は、「無」から「有」を作ることが可能だ、ということを実証します。本講演では、最近/近い将来に高強度レーザーによって実現される超強力な光を使うことで「無」からさまざまな「有」を作り出す可能性について、私の研究成果を基に議論します。

私の専門分野は、代数の一分野である数論幾何学です。代数は様々な数の世界を探求する学問です。その中で、数論的な数の世界を探求するのが数論です。数論的な体として有限体、局所体、大域体などが挙げられます。このような体の上の代数方程式で定義される図形（スキーム、代数多様体）を研究するのが数論幾何学です。この分野はグロタンディークによって創始されました。

数論に類体論という理論があり、アルティンや高木貞治らの貢献で完成されました。これは局所体や大域体のアーベル拡大を記述する理論です。現代の数論は、類体論を一般化する試みの中で発展してきました。その一つの定式化としてラングランズ対応があります。類体論の相互法則を明示的に記述するものに明示的相互法則があります。私はラングランズ対応に対する明示的相互法則の研究を行っています。また、有限体の代数曲線がいつ最大になるかに興味を持ち、研究を行っています。その他に、局所体の代数多様体の安定還元モデルやコホモロジーから来るガロワ表現についての研究もを行っています。

2 2024年度自然科学研究教育センター若手研究者賞

1) 受賞者

Crystal Growth & Design (2019) 19:4324-4331 に掲載の “In-Situ Photochromism Switching with Crystal Jumping through the Deammoniation of N-Salicylideneaniline Ammonium Salt,” 筆頭著者：杉山晴紀氏（総合科学研究機構中性子産業利用推進センター・研究員）に2024年度慶應義塾大学自然科学研究教育センター若手研究者賞を授与。

2) 受賞理由

本論文は、サリチリデンアニリン誘導体のアンモニウム塩である有機結晶において、アンモニアの脱離および再吸着により結晶構造を維持したままフォトクロミズム物性を可逆的に制御できることを見出した報告である。本成果は分子吸脱着を鍵とした動的な結晶構造制御が可能であることを示唆しており、センサーなど産業利用を含めた様々な分野での利用が期待される。以上のように報告された成果の重要性に加え、受賞者が筆頭著者として研究に主要な貢献を行ったことが高く評価された。

3) 受賞コメント

このたびは、栄誉ある2024年度若手研究者賞を頂くこととなり、大変嬉しく、また身の引き締まる思いです。受賞内容は、外部刺激に応答して物性が変化する材料の開発研究になります。本研究では、加熱や蒸気暴露といった外部刺激を利用して、有機結晶材料を構成する分子の配列をその場で組み換え、その特性を変化させることに成功しました。有機結晶中では分子が規則的に配列しており、その結晶構造は強固です。この研究の最も難しい点は、強固に保たれている分子配列に変化を与え自在に組み替える方法を見つけることでした。私は、物質

の吸着脱離を利用して分子配列を変化させる方法を考案いたしました。これは自然科学研究教育センターに在籍する多様な専門分野の研究者との交流を通じ、異なる視点から物事を見る機会を得た環境で生み出されたものと確信しています。いつも温かく研究を見守り、ときには議論に付き合っていたいただいた、共同研究者、自然科学研究教育センター所属メンバーの皆様へ感謝申し上げます。また、本研究成果が、結晶材料の新しい構造制御方法として、産業界および学术界に大きなブレイクスルーをもたらすことを期待しています。これからも、現状に慢心することなく、研究活動に精進してまいります。また、多様な専門分野の研究者に知り合い、異なる視点で物事を観察する機会を大切にしながら、新しいサイエンスを開拓したいと思います。

4) 論文概要

サリチリデンアニリン (SA) と呼ばれる有機物は、光を照射すると黄色から赤色への可逆的な色変化現象 (フォトクロミズム) を示すことが知られている。興味深いことに、固体中の SA 分子がねじれている場合のみフォトクロミズムを示す。申請者はこの物性と構造の相関関係に特徴に注目して、固相中の分子構造をその場変化させ、フォトクロミズム物性を切り替えることを考案した。本研究では、SA 誘導体のアンモニウム塩結晶を合成し、加熱による脱アンモニア反応から、フォトクロミズム物性のスイッチに成功した。X線回折法を用いて、脱アンモニア過程での結晶構造変化を精密に捉え、フォトクロミズム物性変化との相関を明らかにした。本成果は、分子の吸脱着を鍵として、固体のその場構造制御が可能であることを示唆しており、新しい構造改変手法として様々な分野での応用が期待される。

III. 資料編



1 大学自然科学研究教育センター協議会委員

2024年4月1日～2025年3月31日

常任理事	岡田 英史	
所長	岡本 昌樹	
副所長	糟谷 大河	
	河野 礼子	
文学部長	佐藤 孝雄	
経済学部長	駒形 哲哉	
法学部長	堤林 剣	
商学部長	牛島 利明	
医学部長	金井 隆典	
理工学部長	村上 俊之	
総合政策学部長	加茂 具樹	
環境情報学部長	一ノ瀬友博	
看護医療学部長	野末 聖香	
薬学部長	有田 誠	

文学部日吉主任	市川 崇	
経済学部日吉主任	中野 泰志	
法学部日吉主任	大久保教宏	
商学部日吉主任	段 瑞聡	
医学部日吉主任	井上 浩義	
理工学部日吉主任	小菅 隼人	
薬学部日吉主任	大澤 匡範	
日吉研究室運営委員会委員長	七字 眞明	(2024年9月30日まで)
	荒畑 靖宏	(2024年10月1日から)
日吉メディアセンター所長	横山 千晶	
KIC副所長／日吉地区	小林 宏充	
教養研究センター所長	片山 杜秀	
外国語教育研究センター所長	七字 眞明	(2024年9月30日まで)
	山下 一夫	(2024年10月1日から)
日吉キャンパス事務長	黒田 修生	(2024年10月31日まで)
	繁森 隆	(2024年11月1日から)
自然科学研究教育センター事務長	安川 力	(2024年5月31日まで)
	黒田 修生	(2024年10月31日まで)
	佐藤 朋	(2024年11月1日から)

2 慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程

平成21年 3月10日制定
平成23年 3月29日改正
平成26年12月 5日改正
2021年 6月15日改正
2024年 3月29日改正

(設置)

第1条 慶應義塾大学（以下、「大学」という。）に、慶應義塾大学自然科学研究教育センター（Research and Education Center for Natural Sciences。以下、「センター」という。）を日吉キャンパスに置く。

(目的)

第2条 センターは、自然科学の研究と教育を促進し、研究の進展と教育の質の向上に貢献することを目的とする。

(事業)

第3条 センターは、前条の目的を達成するために、次の事業を行う。

- 1 自然科学の研究と教育の推進とその支援
- 2 慶應義塾における自然科学研究を促進するための事業
- 3 慶應義塾における自然科学教育の充実のための事業
- 4 自然科学における専門分野・キャンパス間の交流、ならびに一貫教育校と学部間の連携の推進
- 5 その他センターの目的達成のために必要な事業

(組織)

第4条 ① センターに次の教職員を置く。

- 1 所長
 - 2 副所長 若干名
 - 3 所員 若干名
 - 4 研究員 若干名
 - 5 共同研究員 若干名
 - 6 事務長
 - 7 職員 若干名
- ② 所長は、センターを代表し、その業務を統括する。
- ③ 副所長は、所長を補佐し、所長に事故あるときはその職務を代行する。
- ④ 所員は、原則として兼担所員または兼任所員とし、センターの趣旨に賛同して、目的達成のために必要な研究または職務に従事する。
- ⑤ 研究員は特任教員および研究員（有期）とし、事業を推進すべく研究および職務に従事する。
- ⑥ 共同研究員は事業を推進すべく研究および職務に従事する。
- ⑦ 国内外の研究者に関しては、別に訪問学者を置くことができる。
- ⑧ 事務長は、センターの事務を統括する。
- ⑨ 職員は、事務長の指示により必要な職務を行う。

(協議会)

第5条 ① センターに協議会を置く。

② 協議会は、次の者をもって構成する。

- 1 所長
- 2 副所長
- 3 事務長
- 4 大学各学部長
- 5 大学各学部日吉主任
- 6 日吉研究室運営委員長
- 7 日吉メディアセンター所長
- 8 日吉 KIC 所長
- 9 教養研究センター所長
- 10 外国語教育研究センター所長
- 11 日吉キャンパス事務長
- 12 その他所長が必要と認めた者

③ 委員の任期は、役職で選任された者はその在任期間とする。その他の者の任期は2年とし、重任を妨げない。ただし、任期の途中で退任した場合、後任者の任期は前任者の残任期間とする。

④ 協議会は所長が招集し、その議長となる。

⑤ 協議会は、次の事項を審議する。

- 1 センター運営の基本方針に関する事項
- 2 センターの事業計画に関する事項
- 3 人事に関する事項
- 4 予算・決算に関する事項
- 5 運営委員会に対する付託事項
- 6 その他必要と認める事項

(運営委員会)

第6条 ① センターに、運営委員会を置く。

② 運営委員会は、次の者をもって構成する。

- 1 所長
- 2 副所長
- 3 事務長
- 4 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者

③ 運営委員会は所長が招集し、その議長となる。

④ 運営委員会は、協議会における審議結果について報告を受け、これに基づき諸事業を円滑に遂行するため情報の交換を行う。

(研修生)

第7条 センターは研修生を受け入れることができる。研修生は、国内外の他大学学部および高等専門学校に在籍する学生とする。研修生の受け入れについては、別に定める。

(教職員の任免)

第8条 ① センターの教職員等の任免は、次の各号による。

- 1 所長は、大学評議会の議を経て塾長が任命する。
 - 2 副所長、所員、研究員および共同研究員は、所長の推薦に基づき、協議会の議を経て塾長が任命する。ただし、研究員は大学評議会の議を経て塾長が任命する。
 - 3 訪問学者については、運営委員会の推薦に基づき、「訪問学者に対する職位規程（昭和51年8月27日制定）」の定めるところにより認める。
 - 4 事務長および職員については、「任免規程（就）（昭和27年3月31日制定）」の定めるところによる。
- ② 所長・副所長の任期は2年とし、重任を妨げない。ただし、任期の途中で退任した場合、後任者の任期は前任者の残任期間とする。
- ③ 所員の任期は2年とし、重任を妨げない。
- ④ 共同研究員の任期は1年とし、重任を妨げない。

(契約)

第9条 ① 外部機関等との契約は、慶應義塾の諸規程等に則り行うものとする。

② 学内機関等との契約は、協議会の議を経て所長が行うものとする。

(経理)

第10条 ① センターの経理は、「慶應義塾経理規程（昭和46年2月15日制定）」の定めるところによる。

② センターの経費は、義塾の経費およびその他の収入をもって充てるものとする。

③ 外部資金の取扱い等については、調達会計部の定めるところによる。

(規程の改廃)

第11条 この規程の改廃は、協議会の審議に基づき、大学評議会の議を経て塾長が決定する。

附 則（2024年3月29日）

この規程は、2024年3月29日から施行する。

3 自然科学研究教育センター運営委員会内規

平成22（2010）年3月2日制定
平成24（2012）年3月1日改正
平成29（2017）年12月11日改正
令和5（2023）年2月24日改正

（設置および概要）

第1条 慶應義塾大学自然科学研究教育センター（以下「センター」という）規程（第6条）に定める運営委員会については同条の他、詳細はこの内規に定める。

（運営委員の委嘱）

第2条 ① センターの規程（第6条）に従い、所長、副所長、事務長は運営委員となる。それ以外の運営委員は、専門分野と所属学部のバランスを考慮して所長が選び、運営委員会の承認を経て委嘱する。
② 運営委員の任期は2年とし、重任を妨げない。ただし、任期の途中で退任した場合、後任者の任期は前任者の残任期間とする。

（行事委員会）

第3条 ① 運営委員会の下に行事委員会を置く。
② 行事委員は、次の者をもって構成する。
1 所長
2 副所長
3 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者
③ 行事委員長は委員の中から互選によって決める。
④ 行事委員会は行事委員長が召集し、その議長となる。
⑤ 行事委員会は、講演会やシンポジウムの企画等を検討し、運営委員会に報告する。
⑥ 行事委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、所員以外にオブザーバーとして教職員を出席させることができる。

（広報委員会）

第4条 ① 運営委員会の下に広報委員会を置く。
② 広報委員は、次の者をもって構成する。
1 所長
2 副所長
3 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者
③ 広報委員長は委員の中から互選によって決める。
④ 広報委員会は広報委員長が召集し、その議長となる。
⑤ 広報委員会は、センター公式ホームページの管理運用、ニューズレターの発行、パンフレットや報告書の作成等を検討し、運営委員会に報告する。
⑥ 広報委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、所員以外にオブザーバーとして教職員を出席させることができる。

（構想委員会）

第5条 ① 運営委員会の下に構想委員会を置く。
② 構想委員は、次の者をもって構成する。
1 所長
2 副所長
3 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者
③ 構想委員長は委員の中から互選によって決める。
④ 構想委員会は構想委員長が召集し、その議長となる。
⑤ 構想委員会は、自然科学の研究と教育の推進とその支援、および将来を見越した計画等を検討し、運営委員会に報告する。
⑥ 構想委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、所員以外にオブザーバーとして教職員を出席させることができる。

（一貫教育校との連携委員会）

第6条 ① 運営委員会の下に一貫教育校との連携委員会（以下「連携委員会」という）を置く。
② 連携委員は、次の者をもって構成する。
1 所長
2 副所長
3 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者
③ 連携委員長は委員の中から互選によって決める。
④ 連携委員会は連携委員長が召集し、その議長となる。
⑤ 連携委員会は、一貫教育校との連携ワークショップの企画等を検討し、運営委員会に報告する。
⑥ 連携委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、所員以外にオブザーバーとして教職員を出席させることができる。

（プロジェクトの申請）

第7条 センターのプロジェクトはその代表者である所員が申請し、運営委員会で承認されなければならない。代表者は毎年度末にプロジェクトの報告書を所長に提出する。

（所員の任用）

第8条 センター所員の任用は運営委員会で承認されなければならない。

（研究員）

第9条 センターの研究員の任用は特定のプロジェクトに則して行い、受け入れ担当者の所員（専任教員、もしくは有期契約教員が申請する場合は専任教員と連

名とする。)が申請し、運営委員会で承認されなければならない。

(訪問学者)

第10条 センターの訪問学者の任用は受け入れ担当者の所員(専任教員、もしくは有期契約教員が申請する場合は専任教員と連名とする。)が申請し、運営委員会で承認されなければならない。

(共同研究員)

第11条 センターの共同研究員の任用は特定のプロジェクトに則して行い、運営委員会で承認されなければならない。

(出張届)

第12条 センターの研究員等が、プロジェクト遂行等のために出張する場合、所長に出張届を提出し運営委員会で承認されなければならない。

(内規の改廃)

第13条 この内規の改廃は、運営委員会の議を経なければならない。

附 則

この内規は、平成22(2010)年3月2日から施行する。

附 則(平成24年3月1日)

この内規は、平成24(2012)年3月1日から施行する。

附 則(平成29年12月11日)

この内規は、平成29(2017)年12月11日から施行する。

附 則(令和5年2月24日)

この内規は、令和5(2023)年2月24日から施行する。

(注1) 慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程
 <抜粋>

第6条 ① センターに、運営委員会を置く。

② 運営委員会は、次の者をもって構成する。

1 所長

2 副所長

3 事務長

4 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者

③ 運営委員会は所長が召集し、その議長となる。

④ 運営委員会は、協議会における審議結果について報告を受け、これに基づき諸事業を円滑に遂行するため情報の交換を行う。

(注2) センター協議会での承認および大学評議会での議案書提出

	協議会	評議会	備 考
所 長	—	○	大学評議会の議を経て、塾長が任命する(センター規程第7条)
副 所 長	○	○	センター協議会承認。人事部に所長名で人事報告文書提出。大学評議会に報告。
所 員	○	—	センター協議会承認。人事部に所長名で人事報告文書提出。
研 究 員*1	○	○	センター協議会承認。大学評議会に議案書提出。(協議会の審査結果報告書、履歴書*2、業績書添付)
訪 問 学 者	○	○	センター協議会承認。大学評議会に議案書提出。(職位附与申請書、履歴書、業績書添付)
共 同 研 究 員	○	—	センター協議会承認。人事部に所長名で人事報告文書提出。(共同研究員受入れ申請書、履歴書、業績書添付)

(*1) 「研究員」は特任教員および研究員(有期)である(センター規程第4条の⑤)

(*2) 履歴書に写真が必要(詳しくは注4を参照のこと)

(注3) 任期

	任 期	備 考
所 長・副 所 長	2 年	任期途中での交代の場合は残任期間。
所 員	2 年	有期(助教)は契約期間の関係で任期は1年。事務手続きの効率化のため、センター設立時(2009年4月)を起点として、2年ごとに任期を更新することとする。
研 究 員	1 年	
訪 問 学 者	1 年	
共 同 研 究 員	1 年	

(注4) 履歴書の写真の必要性

研 究 員	大学評議会に諮る研究員については、履歴書に写真が必要である（人事部）。
訪 問 学 者	写真がないからといって、大学評議会にかけられないわけではない（学生部）。 写真があった方がよいが、必須ではない（人事部）。
共 同 研 究 員	共同研究員は、履歴書に写真が（必ず）必要というわけではない（人事部）。

4 自然科学研究教育センター共通スペースの 管理・運用に関する内規

平成22（2010）年3月2日制定

平成24（2012）年3月1日改正

(概要)

第1条 自然科学研究教育センター（以下「センター」という）が大学から管理を任されている部屋の管理・運用は、運営委員会で審議する。

② 利用申請者は原則としてセンター所員に限る。

③ 特任教員、研究員（有期）、共同研究員、訪問学者が使用する場合、利用期間はそれぞれの任期を上限とする。

(利用目的)

第2条 利用目的は以下のいずれかに該当しなければならない。

- (1) 特任教員、研究員（有期）、共同研究員、訪問学者が事業を推進する場合。
- (2) センター構成員が、センターの活動に関連して作業や打ち合せなどを行う場合。
- (3) センター所有の資料を保管する場合。
- (4) その他、所長が必要と認める場合。

(利用調整)

第4条 共通スペースの容量を超えての申請があった場合、あるいは利用申請の段階で既にスペースが不足している場合、それまでの共通スペースの利用状況も加味した上で、調整するものとする。

(内規の改廃)

第5条 この内規の改廃は、運営委員会の議を経なければならない。

附 則

この内規は、平成22（2010）年3月2日から施行する。

附 則（平成24年3月1日）

この内規は、平成24（2012）年3月1日から施行する。

(利用申請)

第3条 ① 利用開始前に所長あてに利用申請書を提出し、許可を得ておく。1ヶ月以上の長期間にわたり、常駐して利用する予定のときは、利用希望開始の2ヶ月前（原則として）までに利用申請書を提出し、運営委員会で承認を得ておく。

5 自然科学研究教育センター講演会等の センター主催および共催に関する内規

2012年3月1日制定
2013年11月6日改正
2015年8月5日改正
2019年2月26日改正

(概要)

第1条 自然科学の研究と教育を促進するため、自然科学研究教育センター（以下「センター」という）の所員が独自に企画する講演会等の開催を支援する。支援の方法は、主催・共催ともに、経費を伴う支援、経費を伴わない広報のみの支援がある。センター主催あるいはセンター共催として申請された講演会やシンポジウムおよびセミナー等の採否は行事委員会で審議し、経費の配分は運営委員会で審議する。ここでいう共催とは、学会など特定の組織が主催するイベントの開催に協力することを意味する。なお、行事委員会等が企画し実施する講演会やシンポジウムなどは、当センター全体の活動の一環として行っているものであるため、この内規による制約は受けないものとする。

(開催目的)

第2条 開催は公開で行うことを前提とし、目的は以下のいずれかに該当しなければならない。

- (1) 多分野にまたがる自然科学の相互理解を深めるような講演会やシンポジウム。
- (2) 学術的な専門分野のセミナー・研究会・ワークショップ。
- (3) 学会等の機会に行うシンポジウム。
- (4) その他、所長が必要と認める場合。

(開催場所)

第3条 講演会等の開催場所は、原則として日吉とする。

(主催の支援範囲)

第4条 ① センターの主催として申請され、採択された企画のうち、経費を伴う支出は、1件につき20万円を上限とし、その内訳は、別途定める。
② センターの行う広報の範囲は、行事委員会が開催する講演会に準じる。
③ 定員を設ける場合は、センターのホームページの申込み機能を利用することができる。

(共催の支援範囲)

第5条 ① センターの共催として申請され、採択された企画のうち、経費を伴う支出は、1件につき10万円を上限とし、その内訳は、別途定める。

② センターの行う広報の範囲は、キャンパスの広報紙やセンターのホームページ等にとどめ、ポスターやちらしの作成の手配には関与しないこととする。

(利用申請)

第6条 ① 経費を伴う支援については、前年度6月に通知される募集要項に従って、前年度10月上旬までに、所長あてに利用申請書を提出する。経費を伴わない支援については、原則として実施予定日の3ヵ月前までに、所長あてに利用申請書を提出する。

② 利用申請者はセンター所員に限る。経費の負担を伴う主催あるいは共催のイベントについて、同一所員からの申請の採択は合計で年1回までとする。

③ 講演会を除くセンター主催のシンポジウム・セミナー等は研究プロジェクト申請を必要とする。

(報告書)

第7条 主催・共催ともに、センターが経費を負担して行われたイベントについては、その実施報告書（趣旨および写真を含めての講演会等の様子など、A4版1枚程度）を実施1ヵ月後までに運営委員会に報告するとともに、領収書も含めて事務局に提出するものとする。ただし、年度末に開催されたイベントについては、事務局から指示された提出期限に従うものとする。なお、この実施報告書の内容は、センターのニューズレターや年間活動報告書の原稿としても使うものとする。

(内規の改廃)

第8条 この内規の改廃は、運営委員会の議を経なければならない。

附 則

この内規は、平成24(2012)年3月1日から施行する。

附 則(平成25年11月6日)

この内規は、平成25(2013)年11月6日から施行する。

附 則(平成27年8月5日)

この内規は、平成27(2015)年8月5日から施行する。

附 則(2019年2月26日)

この内規は、2019年4月1日から施行する。

6 共同研究員における大学院生の受入に関する内規

2019年2月26日制定

第1条（目的） 自然科学研究教育センター所員は、研究上の協力関係、外部資金による共同プロジェクト等に基づいて研究活動を行ううえで必要な場合、国内外の他大学大学院に在籍する大学院生を自然科学研究教育センター規程第4条第6項の共同研究員として受入れ申請することができる（以下、「院生研究員」と呼ぶ）。

第2条（資格） 院生研究員は、自然科学研究教育センターにおいて研究活動を遂行する十分な能力を有する者とする。

第3条（期間） 院生研究員の従事期間は、1年以内とする。ただし、申請により延長することができる。

第4条（手続） ① 院生研究員を受け入れる場合、所員は、自身が所属する教室や部門の同意を得たうえで、共同研究員の申請上定められた書類（「共同研究員受入申請書」、「履歴書」、「業績書（業績がある場合）」）とともに、次に掲げる書類を自然科学研究教育センター所長に提出する。

- 1 研究計画書（任意の用紙に、使用予定施設、使用予定機器、研究目的と計画を含める）
- 2 協定書
- 3 同意書
- 4 学生教育研究災害傷害保険（写し）
- 5 学生教育研究災害付帯賠償責任保険（写し）

② 本内規に定める院生研究員は、来往舎二階プロジェクト研究員室を原則として利用できない。

第5条（許可） 自然科学研究教育センター所長は、受入れに支障が無いと認められた場合にはこの申請を受理し、自然科学研究教育センター運営委員会、自然科学研究教育センター協議会で受入れについて審議を行う。なお、著しい支障が生じた場合には、受入れ期間中であっても取り消すことができる。

第6条（諸経費） ① 事務手数料、施設使用料等は別に定める。

② 研究活動にかかわる費用については、実費を請求することがある。

第7条（義務） 院生研究員は、本塾諸規程ならびに諸規則を遵守しなければならない。

第8条（事務） 院生研究員に関する事務は、自然科学研究教育センター事務室が管掌する。

第9条（改廃） 本内規の改廃は、自然科学研究教育センター運営委員会の議を経なければならない。

附 則（2019年2月26日）

この規程は、2019年4月1日から施行する。

7 研修生の受入に関する内規

2021年4月19日制定

第1条（目的） 自然科学研究教育センター所員は、研究上の協力関係にある大学および高等専門学校からの要請に基づき、国内外の他大学に在籍する学部生および高等専門学校に在籍する学生を自然科学研究教育センター規程第7条の研修生として受け入れ申請することができる。

第2条（資格） 研修生は、自然科学研究教育センターにおいて研修するうえで十分な能力を有する者とする。

第3条（期間） 研修生の従事期間は、1年以内とする。ただし、申請により延長することができる。

第4条（手続） ① 研修生を受け入れる場合、所員は、自身が所属する教室や部門の同意を得たうえで、研修生の申請上定められた書類（「研修生受入申請書」、「履歴書」、「業績書（業績がある場合）」）とともに、次に掲げる書類を自然科学研究教育センター所長に提出する。

- 1 研修計画書（任意の用紙に、使用予定施設、使用予定機器、研修目的と計画を含める）
- 2 同意書
- 3 誓約書
- 4 学生教育研究災害傷害保険（写し）
- 5 学生教育研究災害付帯賠償責任保険（写し）

② 本内規に定める研修生は、来往舎二階プロジェクト研究員室を原則として利用できない。

第5条（許可） 自然科学研究教育センター所長は、受け入れに支障が無いと認められた場合にはこの申請を受理し、自然科学研究教育センター運営委員会で受け入れについて審議を行う。なお、著しい支障が生じた場合には、受け入れ期間中であっても取り消すことができる。

第6条（諸経費） ① 事務手数料、施設使用料等は別に定める。

② 研修にかかわる費用については、実費を請求することがある。

第7条（義務） 研修生は、本塾諸規程ならびに諸規則を遵守しなければならない。

第8条（事務） 研修生に関する事務は、自然科学研究教育センター事務室が管掌する。

第9条（改廃） 本内規の改廃は、自然科学研究教育センター運営委員会の議を経なければならない。

附 則（2021年4月19日）

この規程は、2021年6月1日から施行する。

8 自然科学研究教育センター各種委員会委員

1. 運営委員会（15名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委員	文学部	准教授	生物学	倉石 立
委員	文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏
委員	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀
委員	経済学部	准教授	自然地理学	丹羽 雄一
委員	法学部	准教授	化学	志村 正
委員	法学部	専任講師	生物学	林 良信
委員	医学部	教授	物理学	三井 隆久
委員	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠
委員	医学部	准教授	化学	久保田真理
委員	理工学部	准教授	生物学	堀田 耕司
委員	環境情報学部	准教授	気象・環境情報学	宮本 佳明
委員		事務長		安川 力 (~5/31)
委員		事務長		黒田 修生 (~10/31)
委員		事務長		佐藤 朋 (11/1~)

2. 行事委員会（8名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正
委員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委員	文学部	助教（有期）	化学	小畠 りか
委員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委員	法学部	助教（有期）	生物学	杉本 親要
委員	商学部	助教（有期）	物理学	横倉 諒

3. 広報委員会（8名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	専任講師	生物学	林 良信
委員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委員	医学部	准教授（有期）	物理学	早田 智也
委員	法学部	専任講師	化学	土居 志織
委員	法学部	助教（有期）	生物学	植松 圭吾
委員	医学部	助教	化学	大石 毅

4. 構想委員会（9名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委 員	文学部	教授	心理学	伊澤 栄一 (~8/7)
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	文学部	准教授	心理学	寺澤 悠理 (8/21~)
委 員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委 員	法学部	教授	物理学	下村 裕
委 員	法学部	准教授	生物学	小野 裕剛
委 員	医学部	教授	化学	井上 浩義
委 員		事務長		安川 力 (~5/31)
委 員		事務長		黒田 修生 (~10/31)
委 員		事務長		佐藤 朋 (11/1~)

5. 一貫教育校との連携委員会（10名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	准教授	化学	久保田真理
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委 員	文学部	准教授	生物学	古川 亮平
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一
委 員	理工学部	教授	電子工学	中野 誠彦
委 員	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登
委 員	横 浜 初 等 部	教諭	有機化学	茅野 真雄

9 自然科学研究教育センター構成員

1. 所員 67名 (2025/3/31現在)

◎所長、○副所長

	学 部	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎ 文学部	教授	化学	岡本 昌樹	2023/4/1～2025/3/31
2	○ 文学部	教授	人類学	河野 礼子	2023/4/1～2025/3/31
3	○ 経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河	2023/4/1～2025/3/31
4	文学部	准教授	歴史学	大鳥由香子	2024/4/1～2025/3/31
5	文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2023/4/1～2025/3/31
6	文学部	教授	生物心理学	伊澤 栄一※ ¹	2023/4/1～2025/3/31
7	文学部	准教授	生物学	倉石 立	2023/4/1～2025/3/31
8	文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏	2023/4/1～2025/3/31
9	文学部	准教授	心理学	寺澤 悠理	2023/4/1～2025/3/31
10	文学部	准教授	生物学	古川 亮平	2023/4/1～2025/3/31
11	文学部	助教(有期)(自然科学)	自然科学	小畠 りか	2024/4/1～2025/3/31
12	文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	田口 瑞姫	2024/4/1～2025/3/31
13	経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2023/4/1～2025/3/31
14	経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2023/4/1～2025/3/31
15	経済学部	教授	数理物理学	池田 薫	2023/4/1～2025/3/31
16	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀	2023/4/1～2025/3/31
17	経済学部	教授	心理学	中野 泰志	2023/4/1～2025/3/31
18	経済学部	教授	生物学	有川 智己	2023/4/1～2025/3/31
19	経済学部	教授	数学	古宇田悠哉	2024/4/1～2025/3/31
20	経済学部	教授	数学	森藤 孝之	2024/4/1～2025/3/31
21	経済学部	准教授	自然地理学	丹羽 雄一	2023/4/1～2025/3/31
22	経済学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	戸金 大	2024/4/1～2025/3/31
23	経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	田屋 英俊	2024/4/1～2025/3/31
24	法学部	教授	物理学	小林 宏充	2023/4/1～2025/3/31
25	法学部	教授	物理学	下村 裕	2023/4/1～2025/3/31
26	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦	2023/4/1～2025/3/31
27	法学部	教授	英文学	横山 千晶	2023/4/1～2025/3/31
28	法学部	准教授	生物学	小野 裕剛	2023/4/1～2025/3/31
29	法学部	准教授	化学	志村 正	2023/4/1～2025/3/31
30	法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎	2023/4/1～2025/3/31
31	法学部	専任講師	生物学	坪川 達也	2023/4/1～2025/3/31
32	法学部	専任講師	化学	土居 志織	2023/4/1～2025/3/31
33	法学部	専任講師	生物学	林 良信	2023/4/1～2025/3/31
34	法学部	助教	物理学	森本 睦子	2023/4/1～2025/3/31
35	法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	植松 圭吾	2024/4/1～2025/3/31
36	法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	草島 美幸	2024/4/1～2025/3/31
37	法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	杉本 親要	2024/4/1～2025/3/31
38	商学部	教授	数学	白旗 優	2023/4/1～2025/3/31
39	商学部	教授	物理学	新田 宗土	2023/4/1～2025/3/31
40	商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2023/4/1～2025/3/31
41	商学部	教授	物理学	松浦 壮	2023/4/1～2025/3/31
42	商学部	教授	物理学	フラキ, アントニノ	2023/4/1～2025/3/31

43	商学部	助教(有期)(自然科学)	化学	森 信之介	2024/4/1~2025/3/31
44	商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	横倉 諒	2024/4/1~2025/3/31
45	医学部	教授	化学	井上 浩義	2023/4/1~2025/3/31
46	医学部	教授	数学	津嶋 貴弘	2024/4/1~2025/3/31
47	医学部	教授	生物学	藤猪 英樹	2023/4/1~2025/3/31
48	医学部	教授	物理学	三井 隆久	2023/4/1~2025/3/31
49	医学部	准教授	化学	久保田真理	2023/4/1~2025/3/31
50	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠	2023/4/1~2025/3/31
51	医学部	准教授(有期)	物理学	早田 智也	2024/4/1~2025/3/31
52	医学部	助教	化学	大石 毅	2023/4/1~2025/3/31
53	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋	2023/4/1~2025/3/31
54	医学部	助教	生物学	中澤 英夫	2023/4/1~2025/3/31
55	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一	2023/4/1~2025/3/31
56	理工学部	教授	心理学	高山 緑	2023/4/1~2025/3/31
57	理工学部	教授	電子工学	中野 誠彦	2023/4/1~2025/3/31
58	理工学部	准教授	生命情報学	堀田 耕司	2023/4/1~2025/3/31
59	理工学部	准教授	物理学	山本 直希	2023/4/1~2025/3/31
60	理工学部	専任講師	物理学	古池 達彦	2023/4/1~2025/3/31
61	理工学部	専任講師	科学史、仏語・仏文学	小林 拓也	2023/4/1~2025/3/31
62	理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2023/4/1~2025/3/31
63	環境情報学部	准教授	気象学	宮本 佳明	2023/4/1~2025/3/31
64	SDM 研究科	教授	システムズエンジニアリング	神武 直彦	2023/4/1~2025/3/31
65	経営管理研究科	教授	経営学	劉 慶紅	2023/4/1~2025/3/31
66	普通部	教諭	科学・物理	森上 和哲	2023/4/1~2025/3/31
67	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登	2023/4/1~2025/3/31
68	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄	2023/4/1~2025/3/31

※1 期中で登録解除

2. 研究員／特任教員 4名 (2025/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	大学特任講師(有期)(常勤)(研究)	物理学	小守 信正	2024/4/1~2025/3/31
2	自然科学研究教育センター	大学特任助教(有期)(常勤)(研究)	物理学	仇 澤彬	2024/4/1~2025/3/31
3	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	藤澤由貴子	2024/4/1~2025/3/31
4	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	渡辺 展正 ^{※2}	2025/2/1~2025/3/31

※2 年度途中からの任用

3. 共同研究員 25名 (2025/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	新井 哲也	2024/4/1～2025/3/31
2	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	伊藤 篤子※ ²	2024/4/1～2025/3/31
3	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大島 研介	2024/4/1～2025/3/31
4	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大貫二三恵	2024/4/1～2025/3/31
5	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学・天文学	表 實	2024/4/1～2025/3/31
6	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	神中 俊明	2024/4/1～2025/3/31
7	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原 裕充	2024/4/1～2025/3/31
8	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田 淳子	2024/4/1～2025/3/31
9	自然科学研究教育センター	共同研究員	化学	小瀬村誠治	2024/4/1～2025/3/31
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林 晋平	2024/4/1～2025/3/31
11	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松 英海	2024/4/1～2025/3/31
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	追田 誠治	2024/4/1～2025/3/31
13	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	鈴木 麻央	2024/4/1～2025/3/31
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	杉野 文彦	2024/4/1～2025/3/31
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	時田 賢一	2024/4/1～2025/3/31
16	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学・天文学	戸田 晃一※ ¹	2024/4/1～2025/3/31
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	鳥居 隆史	2024/4/1～2025/3/31
18	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	2024/4/1～2025/3/31
19	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	2024/4/1～2025/3/31
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	2024/4/1～2025/3/31
21	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	2024/4/1～2025/3/31
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	理科教育学	松本 榮次	2024/4/1～2025/3/31
23	自然科学研究教育センター	共同研究員	人間科学	御園 政光	2024/4/1～2025/3/31
24	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	村田佳代子	2024/4/1～2025/3/31
25	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	2024/4/1～2025/3/31
26	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田 宏	2024/4/1～2025/3/31

※1 複数プロジェクトに従事 (他では訪問教授)。

※2 登録機関中で研究満了

4. 訪問学者 43名 (2025/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	石川 健三	2024/4/1～2025/3/31
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	衛藤 稔	2024/4/1～2025/3/31
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	勝田 篤	2024/4/1～2025/3/31
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	金子 洋之	2024/4/1～2025/3/31
5	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	木村 哲士	2024/4/1～2025/3/31
6	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	伊永 隆史	2024/4/1～2025/3/31
7	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	近藤 慶一	2024/4/1～2025/3/31
8	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	後藤 俊幸	2024/4/1～2025/3/31
9	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	戸田 晃一 ^{※1}	2024/4/1～2025/3/31
10	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	2024/4/1～2025/3/31
11	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	山田 裕史	2024/4/1～2025/3/31
12	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	阿武木啓朗	2024/4/1～2025/3/31
13	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	木村 太郎	2024/4/1～2025/3/31
14	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	土屋 俊二	2024/4/1～2025/3/31
15	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	疋田 泰章	2024/4/1～2025/3/31
16	自然科学研究教育センター	訪問准教授	化学	藤森 宏高	2024/4/1～2025/3/31
17	自然科学研究教育センター	訪問准教授	生物学	松本 緑	2024/4/1～2025/3/31
18	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	三角 樹弘	2024/4/1～2025/3/31
19	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	藤森 俊明	2024/4/1～2025/3/31
20	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	吉井 涼輔	2024/4/1～2025/3/31
21	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	ロス, カラム ダンカン ヒュー	2024/4/1～2025/3/31
22	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	鎌田 翔	2024/4/1～2025/3/31
23	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	フェヨシユ, ゲルゲイ ビーター	2024/4/1～2025/3/31
24	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	正木 祐輔	2024/4/1～2025/3/31
25	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	雨宮 史年	2024/4/1～2025/3/31
26	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	猪谷 太輔	2024/4/1～2025/3/31
27	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鶴沢 邦仁	2024/4/1～2025/3/31
28	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	エドモンズ, マシユ ジェームス	2024/4/1～2025/3/31
29	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	大橋 圭介	2024/4/1～2025/3/31
30	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	グラス, フィリップ エドワード	2024/4/1～2025/3/31
31	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	佐藤由紀子	2024/4/1～2025/3/31
32	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	柴尾 晴信	2024/4/1～2025/3/31
33	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	居石 直久	2024/4/1～2025/3/31
34	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	2024/4/1～2025/3/31
35	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	チャツタルジー, チャンドラセカール	2024/4/1～2025/3/31
36	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	長尾 英幸	2024/4/1～2025/3/31
37	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	西村健太郎	2024/4/1～2025/3/31
38	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	花田 政範	2024/4/1～2025/3/31
39	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	濱田 佑	2024/4/1～2025/3/31
40	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	マラ, パスクワレ	2024/4/1～2025/3/31
41	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	宮本 朋和	2024/4/1～2025/3/31
42	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	安井 繁宏	2024/4/1～2025/3/31
43	自然科学研究教育センター	訪問研究員 (日本 学術振興会)	物理学	甘利 悠貴	2024/4/1～2025/3/31

※1 複数のプロジェクトに従事 (他では共同研究員)。

10 2024年度の主な活動記録

2024年

4月16日	運営委員会（第1回）（回議）
4月23日	自然科学部門 新任者研究紹介開催（自然科学研究教育センター共催）（オンライン）
4月24日	協議会（第1回）（回議）
5月2日	運営委員会（第2回）（回議）
5月10日	協議会（第2回）（回議）
6月3日	第51回自然科学研究教育センター講演会（2023年度若手研究者賞受賞講演）
6月14日	運営委員会（第3回）（オンライン）
6月21日	協議会（第3回）（回議）
7月16日	サイエンス・メルティング・ポット（第25回）、全体会議（オンライン）
7月20日	第36回サイエンス・カフェ 日吉の森探検
8月16日	運営委員会（第4回）（回議）
9月5日	協議会（第4回）（オンライン）
10月4日	運営委員会（第5回）（回議）
11月9日	第14回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム
11月16日	一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ（第12回）
11月20日	運営委員会（第6回）（オンライン）
11月30日	2024年度 自然科学研究教育センター・シンポジウム
12月13日	運営委員会（第7回）（回議）
12月20日	協議会（第5回）（回議）

2025年

1月16日	第52回自然科学研究教育センター講演会
1月17日	サイエンス・メルティング・ポット（第26回）（オンライン）
1月31日	自然科学研究教育センター主催・最終講義
2月26日	運営委員会（第8回）（オンライン）
3月6日	協議会（第6回）（オンライン）
3月10日	第53回自然科学研究教育センター講演会（2024年度若手研究者賞受賞講演）・若手研究者賞表彰式

※ 運営委員会、協議会の回覧審議（回議）については、開始日を記載。

11 刊行物等抜粋

- ① ニュースレター (No.23, 2024年7月発行)
- ② ポスター (第51回講演会)
- ② ポスター (第52回講演会)
- ② ポスター (第53回講演会)
- ③ ポスター (サイエンス・カフェ)
- ④ ポスター (シンポジウム)
- ⑤ ポスター (インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム)
- ⑥ ポスター (最終講義)



Newsletter

Jul. 2024
No.23

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

自然科学研究教育センター主催・最終講義報告

日 時：2024年3月15日(金) 15:00~16:30

場 所：日吉キャンパス来往舎大会議室

講 演 者：南 就将

(慶應義塾大学医学部教授 (現名誉教授))

講演題目：アンダーソン局在をめぐる数学と感染症の数理モデル

南就将教授の最終講義が2024年3月15日(金)に日吉キャンパス来往舎大会議室で行われました。会場には数学者や自然科学者など多様な分野の人が集い、また現役の教職員に加えて在学学生、他大学学生、本学名誉教授など幅広い層からの出席がありました。

南教授は、数学者として確率論ならびに数理物理学の研究を深められました。特にアンダーソン局在をめぐる数学と感染症の数理モデルについて、日頃数学にあまり縁のない出席者にもわかりやすく説明されました。南教授に由来する世界的に有名なMinami's Estimateに関する解説では、Stigler



最終講義集合写真

の法則「科学的発見に第一発見者の名前が付くことはない(初めて発見したと思っても、既に誰かが発見している)」の概念を紹介しながら、研究者が意識すべき大切な心構えをお話しされました。また、自然科学研究教育センター副所長であったお立場から、当センターへのメッセージとして「気運を下げないことが大切である」とお話しくださいました。常に紳士的で高い見識をお持ちの南教授の講義に、出席者は深い感銘を受けました。南先生、長年に渡りお世話になりありがとうございました。一同、心より感謝申し上げます。

(最終講義発起人代表・井奥 洪二)

第51回自然科学研究教育センター・講演会報告

日 時：2024年6月3日(金) 15:00~16:30

場 所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

講 演 者：藤澤由貴子

(自然科学研究教育センター、研究員)

講演題目：「データ同化による世界で初めての金星気象データセットの作成」

今回は、2023年度自然科学研究教育センター若手研究者賞の受賞記念講演も兼ねて、藤澤由貴子氏にご講演いただきました。前回の講演会に引き続き、観測とシミュレーションを融合する、データ同化を用いた研究テーマであるが、今回はこの手法を世界で初めて金星大気に適用した成果の紹介である。

最初に、博士課程までを過ごされた北海道大学時代の、地球シミュレータを用いた大気大循環モデル「AFES」による水惑星実験の結果が紹介された。赤道域の降水活動の組織化とその階層構造は、地形などの効果がなくとも水惑星で再現でき、またその国際比較プロジェクトにも関わった経験について紹介された。当時の趣味であるお弁当撮影の成果は、あかつきの紫外線画像の可視化にも生きたとのことである。



RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES

第51回 自然科学研究教育センター講演会
(2023年度若手研究者賞受賞講演)



データ同化による世界で初めての 金星気象データセットの作成



藤澤由貴子
慶應義塾大学 自然科学研究教育センター 研究員

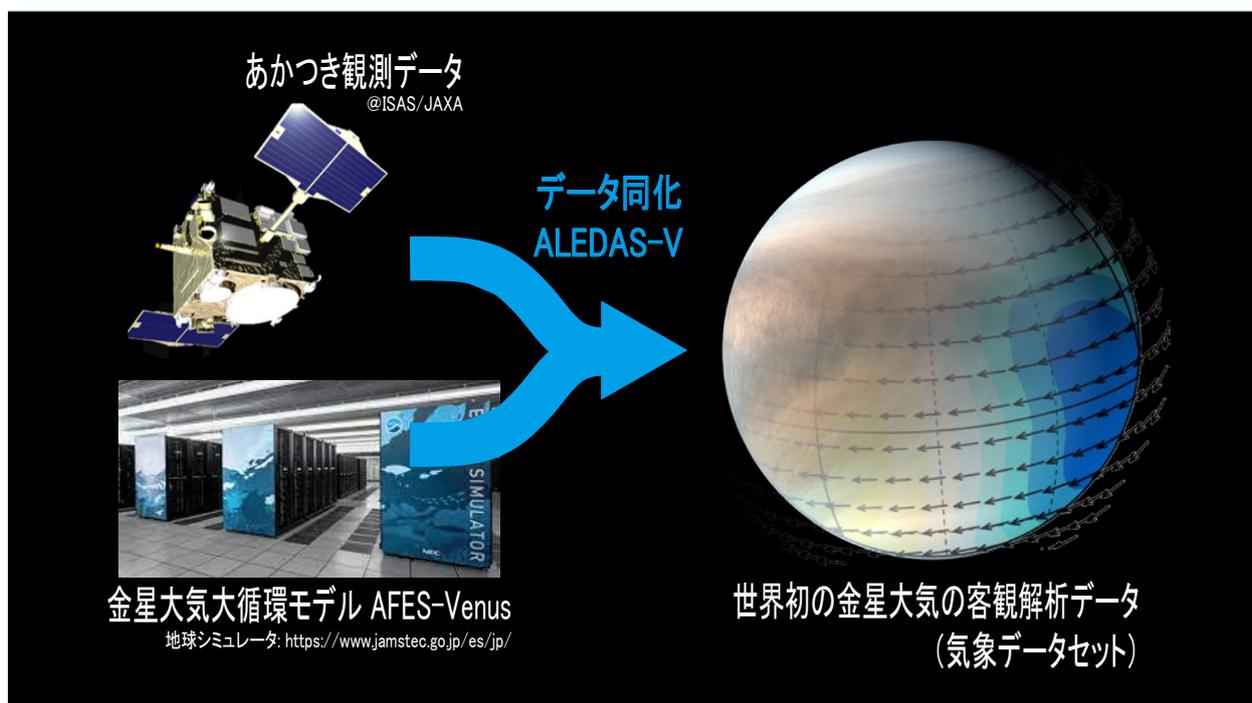
来往舎 シンポジウムスペース

2024年 6月 3日 (月) 16:30~18:00

対象: 学生・教職員・一般

参加費無料 / 事前申込必要

申込方法の詳細は、HPをご覧ください。



主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ office@sci.keio.ac.jp

🌐 <http://www.sci.keio.ac.jp/>



*天災・交通事情など予期せぬ事態により変更・中止となる場合があります。その場合、上記 web サイトでお知らせしますので、事前にご確認下さい。

② ポスター (第51回講演会)

第52回 自然科学研究教育センター講演会



負の遺伝観を覆すことは可能か — 行動遺伝学・進化教育学からの挑戦

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

2025年 1月 16日 (木) 16:30~18:00

対象: 学生・教職員・一般



申込用
コード

参加費無料 / 事前申込必要
(当日参加受付も可)

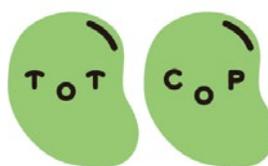


講師: 安藤 寿康 氏

慶應義塾大学名誉教授 教育学博士

専門は行動遺伝学・教育心理学・進化教育学。
大規模な双生児コホート研究により、遺伝と環境が認知能力やパーソナリティに及ぼす研究を行うとともに、教育の進化的・脳科学的基盤にも関心を広げ、「教育学を生物学にする」という野望(妄想?)を抱いている。

TOKYO TWIN COHORT PROJECT



Keio Twin Study

主催: 慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

✉ office@sci.keio.ac.jp 🌐 <https://www.sci.keio.ac.jp/>

*天災・交通事情など予期せぬ事態によりプログラムの変更・中止となる場合があります。その場合、上記 web サイトでお知らせしますので、事前にご確認下さい。

② ポスター (第52回講演会)

2024年度自然科学研究教育センター

若手研究者賞受賞講演



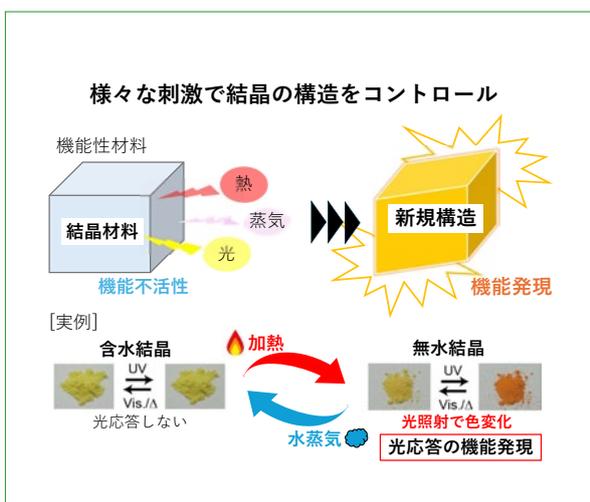
(第53回 自然科学研究教育センター講演会)



杉山 晴紀 氏

(総合科学研究機構中性子産業利用推進センター・研究員)

固体材料の『構造』を自在に操る 刺激による結晶構造のその場制御



日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース

2025年 3月 10日 (月) 13:00~14:30

対象：学生・教職員・一般

参加費無料 / 事前申込必要
(当日参加受付も可)



申込用
コード

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

office@sci.keio.ac.jp <https://www.sci.keio.ac.jp/>

*天災・交通事情など予期せぬ事態によりプログラムの変更・中止となる場合があります。その場合、上記 web サイトでお知らせしますので、事前にご確認下さい。



会場：来往舎アクセス

サイエンス・カフェ36 @自然科学研究教育センター



日吉の森探検

2024年7月20日(土) 13:30~15:30 日吉キャンパス

かすや たいが
糟谷 大河 (慶應義塾大学経済学部生物学教室 准教授・センター副所長)

対象：小学3年生以上 (小学生の場合は必ず保護者同伴)

参加費無料 / 定員20名 (先着順 申込方法はHPをご覧ください)



日吉キャンパスには「日吉の森」と呼ばれる豊かな自然があり、1200種を超える多様な生き物が生息しています。キャンパス内にはコナラやクヌギなどからなる雑木林が広がり、タヌキなどの動物が暮らし、カブトムシなどおなじみの昆虫も見られます。また、森には様々な植物やきのこも生育しています。日吉の森を皆さんと一緒に探検し、その成り立ちや特徴を、日吉キャンパスの地形や歴史とともに解説します。また、夏の日吉の森で、植物、鳥、昆虫、きのこなど、いろいろな生き物を探して観察してみましょう。身近な場所にも豊かな自然環境が残されていること、そして、生き物の不思議な世界が広がっていることを、体感していただければと思います。

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ office@sci.keio.ac.jp

🌐 <https://www.sci.keio.ac.jp/>



*天災・交通事情など予期せぬ事態により変更・中止となる場合があります。その場合、上記webサイトでお知らせしますので、事前にご確認下さい。

③ ポスター (サイエンス・カフェ)

I はじめに

II 2024年活動報告

III 資料編



2024年 慶應義塾大学自然科学研究教育センター・シンポジウム

醸造と発酵の文化と科学 —ワイン、チーズ、味噌を味わう—



2024年 11月30日(土) 13:00 ~ 16:50

日吉キャンパス

第4校舎 B棟 J11 番教室(日吉駅徒歩3分)

参加費無料 (対象：一般・学生・教職員)

事前申込必要 (当日参加受付も可)



申込用
コード



講演1 福澤諭吉が酒造業に期待したこと

井奥成彦氏 (慶應義塾大学名誉教授)



講演2 ワインの発見とビールの発明 —オリエントで生まれた酒—

小泉龍人氏 (NPO 法人メソポタミア考古学教育研究所 代表)



講演3 乳文化の発酵と醸造

平田昌弘氏 (帯広畜産大学人間科学研究部門 教授)

講演4 味噌玉はどこから来たか?

星野保氏 (八戸工業大学工学部 工学科 生命環境科学コース 教授)



総合質疑討論

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

✉ natural_sciences_event@info.keio.ac.jp 🌐 <https://www.sci.keio.ac.jp/>

*天災・交通事情など予期せぬ事態によりプログラムの変更・中止となる場合があります。その場合、上記webサイトでお知らせしますので、事前にご確認下さい。

④ ポスター (シンポジウム)

第14回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム



インターネット望遠鏡を利用した 天文学教育の可能性

2024年11月9日(土) 13:00~16:00

対象：学生・教職員・一般 参加費：無料

日吉キャンパス 第2校舎 224教室

オンライン参加希望者のみ事前申込必要(先着順 11/6 締切)

<https://forms.gle/rGUPMGv6avSYmK4U7>



事前申込用
QRコード

開会の挨拶 山本 裕樹(東北公益文科大学)	14:30~14:45 阿部 和希(東海大学)・柳田 淳子(東海大学)・佐部利 魁人(名古屋大学) インターネット望遠鏡周辺機器を用いた気象予測システムの構築(2)
13:05~13:30 山本 裕樹(東北公益文科大学) 山形県立致道館高校における取り組みとイベント参加報告	14:45~15:00 榎木 奏汰(鹿児島大学) 鹿児島大学における小型ITP望遠鏡の開発
13:30~13:55 戸田 晃一(富山県立大学) ダ・ヴィンチ祭/天文教育普及研究会/日本物理学会 参加報告	15:00~15:15 高田 淑子(宮城教育大学) 宮教大のインターネット望遠鏡の現状と金星ライブを活用した実践授業の展開
13:55~14:10 柳田 淳子(東海大学) 東海大学望遠鏡を用いた研究および望遠鏡現状報告	15:15~15:30 松本 榮次(佛教大学) インターネット望遠鏡とALCAT
休憩(20分)	15:30~16:00 インターネット望遠鏡についての議論
	閉会の挨拶 戸田 晃一(富山県立大学)

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

✉ natural_sciences_event@info.keio.ac.jp <https://www.sci.keio.ac.jp/>

*天災・交通事情など予期せぬ事態によりプログラムの変更・中止となる場合があります。その場合、上記webサイトでお知らせしますので、事前にご確認ください。

自然科学研究教育センター主催



法学部 物理学教室・下村 裕 教授 最終講義 「慶應義塾での34年間」

日時 : 2025年1月31日(金) 15:00-16:30

会場 : 日吉キャンパス来往舎1階シンポジウムスペース 司会者: 法学部・小林宏充

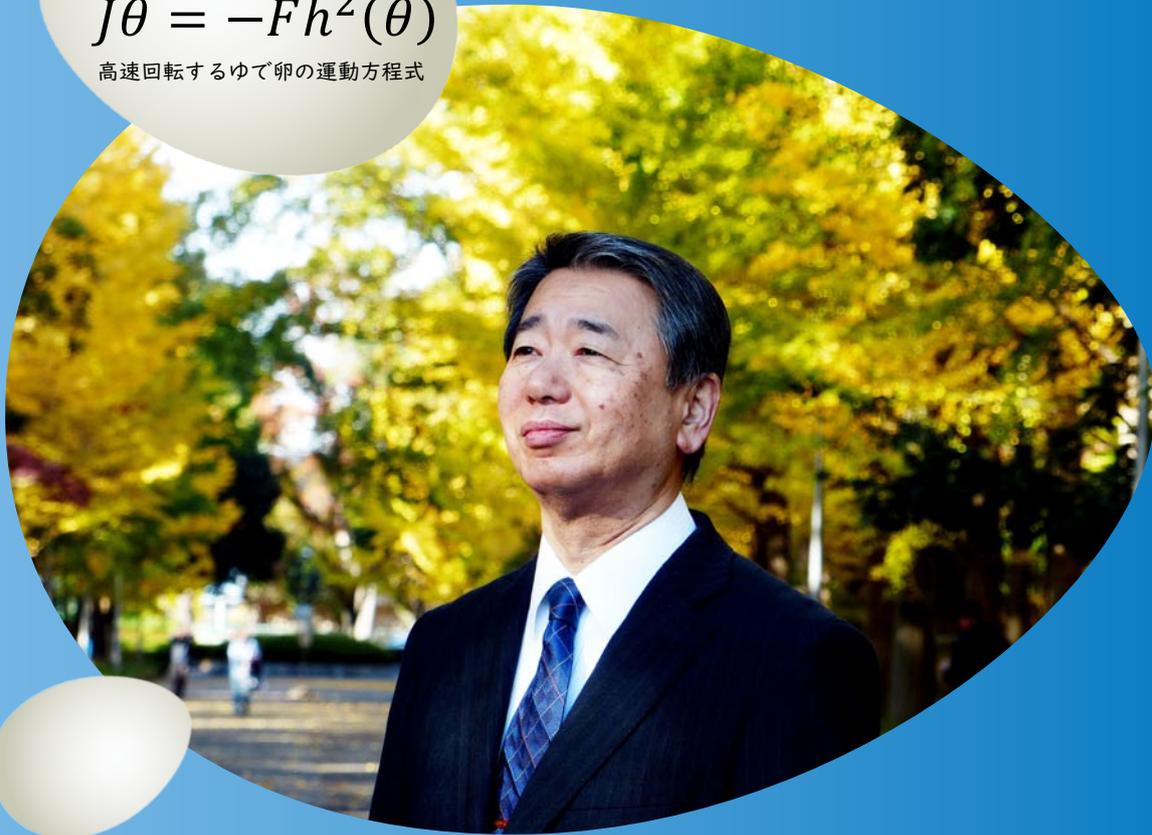
参加費: 無料(事前申込必要、当日参加受付も可) 申込用コード

対象 : 学生・教職員・一般



$$J\dot{\theta} = -Fh^2(\theta)$$

高速回転するゆで卵の運動方程式



発起人: 法学部・小林宏充(代表)、杉本憲彦、森本睦子、経済学部・青木健一郎、田屋英俊、
商学部・新田宗土、松浦 壮、フラキ アントニノ、横倉 諒、医学部・三井隆久、早田智也、寺沢和洋

問合せ先: 慶應義塾大学 自然科学研究教育センター 事務局(日吉キャンパス来往舎内) office@sci.keio.ac.jp

慶應義塾大学自然科学研究教育センター
2024年度 年間活動報告書

2025年6月30日発行

編集・発行 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

代表者 岡本 昌樹

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

E-mail office@sci.keio.ac.jp

<https://www.sci.keio.ac.jp/>

©2025 Keio University (Research and Education Center for Natural Sciences)
著作権者の許可なしに複製・転載を禁じます。

