

 慶應義塾大学

# 自然科学研究教育センター 2025年度 年間活動報告書

Keio University  
Research and Education Center for Natural Sciences  
2025 Annual Activity Report



REC for NS  
research and education center for natural sciences

# CONTENTS

## I. はじめに

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 世界はどこに向かっているのか？ ..... | 3 |
| 組織構成 .....            | 4 |
| 各種委員会 .....           | 4 |

## II. 2025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 .....                                      | 9  |
| iv. 広報委員会 .....                                       | 11 |
| v. 一貫教育校との連携委員会 .....                                 | 11 |
| vi. 学際イベント .....                                      | 12 |
| ① シンポジウム .....                                        | 12 |
| ② 講演会 .....                                           | 18 |
| ③ サイエンス・メルティング・ポット .....                              | 21 |
| ④ 自然科学研究教育センター主催・最終講義 .....                           | 22 |
| vii. プロジェクト研究 .....                                   | 24 |
| ① 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 .....                     | 24 |
| ② アブラムシ社会の齢分業システムとその進化 .....                          | 25 |
| ③ 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 .....                    | 25 |
| ④ ハチクマ（タカ目タカ科）の総合的研究 .....                            | 26 |
| ⑤ 生育環境トレースと系統地理解析に基づく<br>シネンシストウチュウカソウの産地識別 .....     | 26 |
| ⑥ 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 .....                 | 27 |
| ⑦ ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明：<br>数論・幾何学・物理学における発現と展開 ..... | 28 |
| ⑧ 多様体の構造解明：トポロジー・幾何学・特異点論による包括的アプローチ ....             | 29 |
| ⑨ 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 .....                    | 30 |
| ⑩ 雲乱流における混合輸送現象の解明 .....                              | 31 |
| ⑪ 酸性温泉のメイオベントス研究 .....                                | 32 |
| ⑫ 細胞の行動と認知 — 実例の分類・解析と概念的基盤の整備 .....                  | 33 |
| ⑬ 世界の大気・海洋大循環モデルのアンサンブルデータ作成と解析 .....                 | 33 |
| ⑭ 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 .....                     | 34 |
| ⑮ 産業微生物による有用物質生産の包括的な解析 .....                         | 36 |
| ⑯ 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 .....              | 36 |
| ⑰ トポロジカル・サイエンス .....                                  | 37 |
| ⑱ 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 .....                  | 39 |
| ⑲ ファージを用いた抗ウイルス免疫誘導の確立 .....                          | 39 |
| ⑳ 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 .....                | 40 |
| ㉑ 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 ...            | 40 |
| ㉒ 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 .....                     | 41 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| viii. 教 育 .....                                                                                                     | 42 |
| 1 2025塾生会議 .....                                                                                                    | 42 |
| 2 生物学教育オンライン化のための試み<br>— 生物発生・多様性・生態・行動観察のための Virtual 図鑑<br>Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築 ..... | 43 |
| 3 第13回 一貫教育校との連携ワークショップ .....                                                                                       | 45 |
| 4 未来先導基金「生物実習教材 VRinkaiJr を活用した SDGs への取り組み」 .....                                                                  | 47 |
| ix. 社会貢献 .....                                                                                                      | 48 |
| 1 サイエンス・カフェ .....                                                                                                   | 48 |
| 2 Hiyoshi Research Portfolio 2025 .....                                                                             | 49 |
| x. その他 .....                                                                                                        | 50 |
| 1 第 1 回自然科学部門 新任者研究紹介（自然科学研究教育センター共催） .....                                                                         | 50 |
| 2 第 2 回自然科学部門 新任者研究紹介（自然科学研究教育センター共催） .....                                                                         | 51 |
| 3 自然科学研究教育センター若手研究者賞 .....                                                                                          | 52 |

## 

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1 大学自然科学研究教育センター協議会委員 .....                    | 57 |
| 2 慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程 .....                   | 58 |
| 3 自然科学研究教育センター運営委員会内規 .....                    | 60 |
| 4 自然科学研究教育センター共通スペースの<br>管理・運用に関する内規 .....     | 62 |
| 5 自然科学研究教育センター講演会等の<br>センター主催および共催に関する内規 ..... | 63 |
| 6 共同研究員における大学院生の受入に関する内規 .....                 | 64 |
| 7 研修生の受入に関する内規 .....                           | 65 |
| 8 自然科学研究教育センター各種委員会委員 .....                    | 66 |
| 9 自然科学研究教育センター構成員 .....                        | 68 |
| 10 2025年度の主な活動記録 .....                         | 72 |
| 11 刊行物等抜粋 .....                                | 73 |

# I. はじめに



# 世界はどこに向かっているのか？

慶應義塾大学自然科学研究教育センター所長 岡本昌樹

自然科学研究教育センターに活動の一つとして、塾生会議があります。所員である小林宏充教授が中心になって運営しています。塾生会議のメンバーは、すべての学部を対象に選抜された学生であり、SDGsを実現するための慶應義塾のヴィジョン・目標・ターゲットを提言することが目的です。そのために、学生は毎週木曜日の夕方に集まって、「慶應義塾が2050年に目指すべき姿」というテーマのもと、SDGsについて講義などで理解を深めます。また、目指すべき姿を実現するための具体的なアクションについて、グループに分かれて議論を重ね、提言をまとめます。2025年度も無事、塾生会議が終了し、12月18日には塾長に対して、議論を重ねた結果をまとめた提言発表会が行われました。8グループから、かなり実現性の高いアクションが提言されました。詳しくは塾生会議の活動報告をご覧ください。

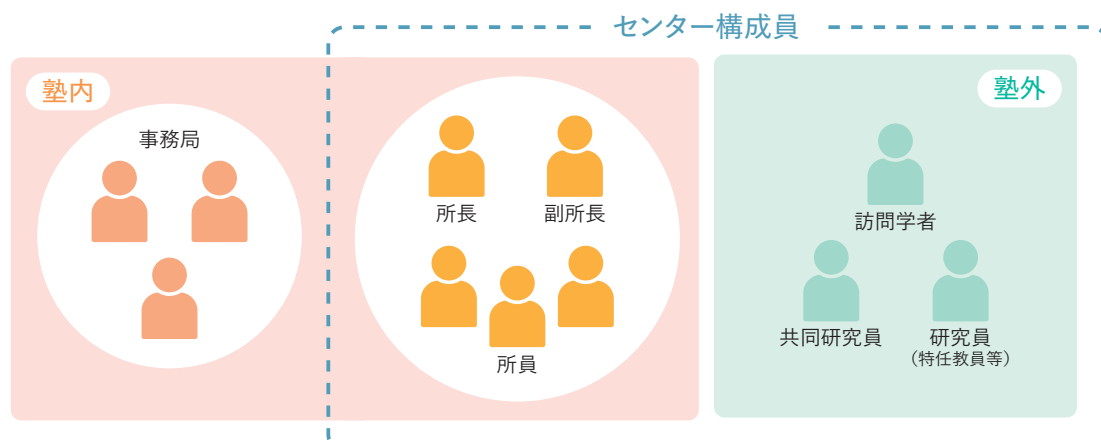
SDGsは2015年に国連サミットで採択され、ちょうど10年が経って、広く多くの人に浸透してきました。塾生会議に参加した学生は、SDGsに対して高い意識をもっています。2025年自然科学研究教育センターシンポジウムにおいてもSDGsに関連した内容で開催しました。「話そう、考えよう、SDGsと科学のこと」というテーマのもと4名の講師の方々に、SDGsと経済の関係の話から、既に行われているSDGsを目指した取り組み、現在の計画、将来構想の話まで幅広く講演をお願いしました。一方、聴講者の内訳をみると、思いのほか学生の参加が少なかったことが気になりました。一部で言われている“SDGs疲れ”なののでしょうか、広く一般に浸透した分、興味と目新しさが減少したのかもしれません。SDGsの目標年度は2030年で残り5年です。まだ達成されていないにもかかわらず、多くの人から注目度が下がってきているのであれば、大きな問題です。

一方、国際社会を見ると、戦争や紛争が多発しています。戦争による無駄なエネルギー消費は大気中の二酸化炭素濃度の増加に寄与します。これらは、SDGsの考えとかけ離れた行動です。10年、20年後に2020年代の人たちは何をやっていたのかと言われないうにしっかり考えて行動したいものです。

2027年9月まで自然科学研究教育センターの所長に再任することになりました。2期目に入りますが、引き続き皆様のご協力をよろしくお願いいたします。自然科学研究教育センターでは、シンポジウムに加えて、講演会も開催しています。また、サイエンス・カフェは、一般の方、特に小さなお子さんを対象とした、自然科学について語り合えるようなイベントで、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。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。

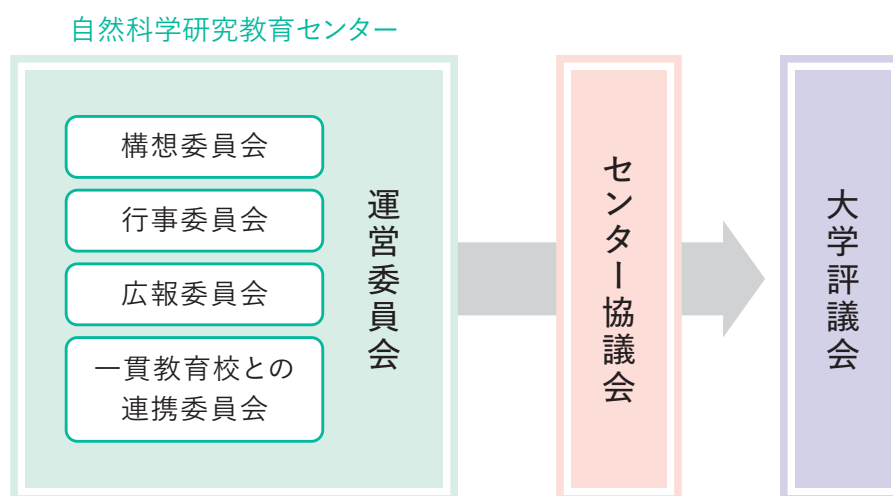
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

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. 2025年度活動報告**



## i. 運営委員会

### 1. 本年度の特記事項

- 岡本所員が2025年10月1日に所長に再任した。これにともなって小林所員が副所長（新任）に、糟谷所員が副所長（再任）に就任した。
- 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ー生物発生・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。成果物として、Virtual 図鑑である iOS 版のアプリ（VRinkai）が公開された。
- 4年ぶりに日吉キャンパスで開催された Hiyoshi Research Portfolio 2025 に、自然科学研究教育センターから岡本所長と皆川所員が参加し、センターの活動と研究の紹介が行われた。
- 事務局の体制が6月から1名増強され4名体制になった。
- 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回の運営委員会を開催（対面1回、オンライン2回）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）2025年6月10日、（2）2025年11月20日、（3）2026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）2025年9月9日：慶應義塾 SDGs 会議-2025塾生会議の取組み、前年度決算報告など  
（2）2026年3月5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・解雇、訪問学者の職位付与・期間満了、次年度予算案など

### 4. 人事

2025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72名、特任教員2名、研究員3名、共同研究員18名、訪問学者42名である。なお、2025年度の事務局は、事務長 佐藤朋、事務員 坂爪あや子（6月から）、平野和子、大江智枝の4名体制で稼働した。

### 5. センター活動

シンポジウム、講演会、サイエンス・カフェ、一貫教育校との連携ワークショップおよび退職教員の最終講義を開催した。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2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（22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

1. 構想委員会では10月と3月に会議を開催し、10月の会議では若手研究者賞の審議を行い、3月の会議では若手研究者賞の公募案の検討を行った。
2. 若手研究者賞関連：公募対象は、現在自然科学研究教育センターに所属、或いは過去に所属していた現有期のポジションの若手研究者による過去数年以内の原著論文である。公募は2025年6月1日～8月20日まで行われた。公募締め切り後、当該分野の専門家の意見を踏まえ構想委員会による厳正な審査を経て、以下2名に対して2025年度の若手研究者賞を授賞することが決定した。

○磯島司君（自然科学研究教育センター研究員・日本学術振興会特別研究員）による論文：  
Tsukasa Isoshima, “Infinitely many standard trisection diagrams for Gluck twisting,” *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*.

○田口瑞姫君（自然科学研究教育センター共同研究員・Postdoctoral researcher at Department of Molecular Biology, Umeå University, Sweden）による論文：  
Mizuki Taguchi, Kota Minakata, Akihiro Tame and Ryohei Furukawa, “Establishment of the immunological self in juvenile *Patiria pectinifera* post-metamorphosis”.

なお、受賞者による研究内容の紹介を主目的とした講演会を2026年3月12日（木）16:00から開催した。

また、本顕彰制度の更なる充実をはかるため、副賞として賞金の賞与を検討している。当委員会の使命はセンターの課題や方向性を検討することであり、若手研究者賞の制度が確立次第、視野を広げて活動する予定である。

（三井 隆久）

## 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、9月10日（水）15:00～16:00にZoomで開催し、その他は、すべてメール審議とした。

### 2. シンポジウムの開催（詳細はⅡ. vi. 1を参照）

日時：2025年11月15日（土）13:00～16:50  
場所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース  
テーマ：話そう、考えよう、SDGsと科学のこと  
講師：大沼あゆみ（慶應義塾大学経済学部教授）  
上原 淳 氏（Jリーフ株式会社 代表取締役社長）  
今川 健一 氏（千代田化工建設株式会社 研究開発センターR&D エネルギー・環境セクションSL代行）  
鶴山 尚大 氏（清水建設株式会社 フロンティア開発室 宇宙開発部 研究開発グループ）

参加者：39名

### 3. 講演会の開催

【第54回】（詳細はⅡ. vi. 2を参照）

日時：2025年7月10日（木）16:30～18:00  
場所：日吉キャンパス来往舎大会議室  
題目：目に見えない、小さな生きものの世界を旅する — 微生物がつなぐ生命の輪  
講師：永久保利紀 氏（筑波大学 生命環境系/高等研究院 助教）

参加者：32名

【第55回】（詳細はⅡ. vi. 2を参照）

日時：2025年12月10日（水）16:30～18:00  
場所：日吉キャンパス第2校舎224番教室  
題目：量子コンピュータとは何か  
講師：山本 直樹（理工学部教授・慶應量子コンピューティングセンター センター長）

参加者：50名

【第56回（2025年若手研究者賞表彰式・受賞講演）】（詳細はⅡ. x. 3を参照）

日時：2026年3月12日（木）16:00～17:30  
場所：日吉キャンパス来往舎大会議室  
講演1：ヒトデはいつ「自分」になるのか — 変態を介した免疫学的自己の確立  
田口 瑞姫 氏（Postdoctoral researcher at Department of Molecular Biology, Umeå University, Sweden・元自然科学研究教育センター所員）

講演2：トライセクションによる4次元図形の可視化  
磯島 司（自然科学研究教育センター研究員・日本学術振興会特別研究員）

参加者：30名

### 4. サイエンス・カフェの開催（詳細はⅡ. ix. 2を参照）

【第37回】

日時：2025年7月26日（土）13:30～15:00  
場所：日吉キャンパス第2校舎212番教室  
題目：息するイクラ!? ～人工のイクラを使って、微生物の呼吸を観察しよう～  
講師：土居 志織（法学部化学教室専任講師・センター所員）

参加者：32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27回】

日時：2025年7月7日（月）16:30～17:15  
場所：オンライン開催  
講演：ツバキ節における送粉様式の違いと生殖的隔離の強化  
講師：森 信之介（理工学部専任講師（有期）・センター所員）

参加者：25名

【第28回】

日時：2026年1月13日（火）16:30～18:00  
場所：オンライン開催  
講演1：量子力学と量子計算新規作用の解析  
早田 智也（医学部物理学教室准教授（有期）・センター所員）  
講演2：ゴムノキ葉枯れ病の防除に向けた農薬スクリーニングと実践的検証  
栗原恵美子（商学部生物学教室助教（有期）・センター所員）

参加者：19名

### 6. 最終講義の開催（詳細はⅡ. vi. 4を参照）

【井奥洪二 教授】

日時：2026年3月7日（土）15:30～17:00  
場所：日吉キャンパス来往舎大会議室  
題目：つなぐ  
講師：井奥 洪二（経済学部化学教室教授・センター所員）

参加者：92名

【鈴木忠 准教授】（クマムシ学研究会との共催）

日 時：2026年3月14日（土）17:00～18:30  
場 所：日吉キャンパス第4校舎B棟J11番教室  
題 目：クマムシ研究＝生物学のメインストリーム  
講 師：鈴木 忠（医学部生物学教室准教授・センター所員）  
参加者：76名

7. 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）

【2025年度第1回】

日 時：2025年4月25日（金）18:30～20:00  
場 所：オンライン開催  
講演1：エントロピーと複素力学系  
上原 崇人（経済学部数学教室教授・センター所員）  
講演2：脳のシワについて  
亀谷 匠郁（文学部生物学教室助教（有期）・センター所員）  
講演3：好奇心に駆られてウミウシ研究へ  
林 牧子（経済学部生物学教室助教（有期）・センター所員）  
講演4：天然ゴム生合成メカニズムの解明：細胞を用いたゴム産生の可能性を探る  
栗原恵美子（商学部生物学教室助教（有期）・センター所員）  
参加者：37名

【2025年度第2回】

日 時：2025年10月8日（水）18:30～18:50  
場 所：オンライン開催  
講 演：ライブイメージングを基盤とした受精メカニズムの解明に向けて  
講 師：中島 耕大（商学部生物学教室助教（有期））  
参加者：29名

8. 所員からの申請によるイベントの開催

（センター主催）

【第15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：2025年11月8日（土）13:00～16:00  
場 所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース  
（対面・オンラインによるハイブリッド開催）  
参加者：15名

（センター共催）

【日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム】（詳細はⅡ. vi. 1を参照）

日 時：2025年5月17日（土）13:30～17:00  
場 所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース  
（対面・オンラインによるハイブリッド開催）  
題 目：AIが拓く台風研究新時代（New Age of Typhoon Research Leveraging AI）  
主 催：公益社団法人日本気象学会  
（林 良信）

## 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、10月1日付の委員交代に伴う新委員長選出と各委員の担当業務、講演会やシンポジウム等のイベントのポスター案についてであった。

### 2. イベントの広報

例年の方針に基づいて活動した。各イベントの開催に際して、ポスターを作成するとともに、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. ニュースレター

ニュースレター第24号を2025年4月28日に、ニュースレター25号を2026年2月27日に刊行した。第24号、第25号ともに 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、2026年2月26日を締め切りとして2025年度年間活動報告書の原稿を収集した。  
(土居 志織)

## 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「進化」をテーマとした。「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」については2年前のワークショップをきっかけに始まった一貫教育校との連携事例の共有がなされた。

### 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13回 一貫教育校との連携ワークショップ

日 時：2025年11月29日（土）15:00～18:55

場 所：日吉キャンパス 来往舎 大会議室

参加者：30名

(久保田真理・藤猪 英樹)

## vi. 学際イベント

### 1 シンポジウム

当センターの活動の一環として、シンポジウム・講演会を年3～4回程度開催しています。その目的は、多分野にまたがる自然科学の相互理解を深め、研究の推進と教育の質の向上を図ることにあります。

対象者：どなたでも（塾生・慶應義塾教職員・一般の方）

#### 2025年自然科学研究教育センター・シンポジウム 「話そう、考えよう、SDGs と科学のこと」

##### 全体要旨

自然科学研究教育センター主催シンポジウム「話そう、考えよう、SDGs と科学のこと」が2025年11月15日に日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースにて開催され、塾内外より39名が参加した。

2015年の国連総会で採択された、2030年までに達成すべき「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals; SDGs）」は今や多くの人々が知る一方で、その目標に向けて現在どのような取り組みが行われているのかを具体的に把握している人はそれほど多くはないだろう。本シンポジウムは、SDGs 関連分野のトップランナー4名を講演者として迎え、2030年まで残り5年と迫る現状を共有するとともに、SDGs と科学技術の発展について改めて話し合い、考えることを趣旨として開催された。

開催挨拶では、奥田暁代常任理事が自然科学研究教育センターの教育プログラム「塾生会議」での取り組みを紹介し、それと対比させるかたちで、本シンポジウムで紹介される、より大きなスケールでの取り組みの意義を述べた。最初の講演者である大沼あゆみ教授は、まだ普及していない技術や生産物がどのように市場に普及していくのかについて、理論的な解説に加え、具体的な事例を交えて紹介した。2番目の講演者、上原淳氏は、レタスの植物工場の現状と今後の展開について紹介し、持続可能な食糧調達の方向性を示した。3番目の講演者、



シンポジウム当日の日吉キャンパスの風景

今川健一氏は、エネルギーとしての水素の利活用（製造、運搬、利用）について解説し、コスト面を踏まえた今後の展望について説明した。4番目の講演者、鶴山尚大氏は、月面での太陽光発電の実現に向けた取り組みを紹介し、将来のエネルギー供給の可能性を示した。

総合討論では、各分野が抱える現在の課題や今後の発展の方向性について、具体的かつ活発な議論が交わされた。本シンポジウムは、講演者と参加者が、2030年とさらにその先を見据え、SDGs と科学技術の具体的な未来像を共に構想し共有する場となった。

（林 良信）

#### 講演 1

##### 「地球環境を支える経済の力 — 経済政策と市民が動かす二輪のエンジン」

大沼あゆみ 氏

地球環境を保全しつつ、持続可能なかたちで巧みに利用していくためには、科学技術の開発とその社会的普及を経済の力で支えることが不可欠である。大沼教授は日本を代表する環境経済学の専門家であり、兵庫県豊岡市

におけるコウノトリの野生復帰事業について、地域経済に与える影響を保全と経済の両立性という観点から分析されるなど、国内外の様々なフィールドにおいて、経済政策や市民の行動という二輪の力がいかにして、環境技術の普及や地球環境・生物多様性の保全に結びつくかという課題に長年にわたり取り組んでこられた。

本講演ではまず、先進的な環境技術が社会に普及していくまでの過程やそこに見られる課題を、主に「学習曲

線」の考え方から解説いただいた。また、グリーン経済政策が地球環境の保全と持続的利用を支えるエンジンとなり、SDGsの目標9に位置付けられる、「産業と技術革新の基盤をつくろう」の実現可能性を高めるうえで重要な役割を果たす、ということの説明された。

次に、地球環境保全を支えるもう一つの力として、市民の側、すなわち需要側に求められる役割を具体例とともに解説いただいた。たとえば、フェアトレードや森林認証といった制度に基づく、環境に配慮した商品が消費者が選択すること、すなわち「責任ある消費」を主体的に進めることで、私たち消費者は、生産者を経済的に支えることができる、という仕組みをわかりやすくお話しいただいた。この「責任ある消費」は、SDGsの目標12「つくる責任 つかう責任」に対応するもので、需要側から生産者、市場、そして経済政策を動かす力として、社会の需要構造を変えるもう一つのエンジンとなりうること強調された。そして、経済政策と市民の行動という二輪の力がかみ合うことで、環境技術の普及と地球環境の改善が加速しうること、しかしそのために残された課題があることを指摘されたうえで、期待と課題の両面から、経済がいかに科学技術と社会をつなぎ、持続可能な未来を支えていくかという今後の展望を示された。



講演の様子

本講演を通して、大沼教授にはSDGsの目標達成や、自然環境保全に向けた政策や認証制度にかかわる基礎をわかりやすく解説いただくとともに、コウノトリの野生復帰事業や「紛争ダイヤモンド」などの事例を通して、私たち消費者にはどのような選択肢が考えられるか、という具体的な課題を「自分ごと」として考えるきっかけを与えていただいた。講演後の総合討論でも活発な意見交換がなされ、科学技術や自然環境保全と、経済との関係を深く考える貴重な機会となった。

(糟谷 大河)

## 講演 2

### 「SDGsの観点で植物工場を考える」

上原 淳 氏

本講演では上原淳氏より、食料問題などに対する解決策の一つとして注目されている、植物工場の役割と課題について、大規模レタス工場を運営されている立場からお話をいただいた。

上原氏はまず、食料危機が外国や遠い未来の問題ではなく、人口増加と環境負荷の増大が進む現代において、人類全体に共通する喫緊の課題であることを強調した。古代文明の例としてシュメール文明を取り上げ、農業の発展が人口増加を促した一方、その持続性が欠けていたために文明自体が衰退した歴史を示し、農業と人類が抱える根源的なジレンマを指摘した。

続いて緑の革命以降、品種改良、農薬・化学肥料の使用、大規模灌漑耕作などの農業技術が爆発的な人口増加を支えてきた経緯を説明した。しかし、これらの近代農業が環境に与える負荷は極めて大きく、地球規模の持続可能性を脅かしている現状にも言及した。

こうした背景を踏まえ、上原氏は自身が運営するレタス工場の事例をもとに、植物工場が持続可能な農業技術として注目されている理由を具体的に示した。植物工場は、水や農地の使用量を大幅に削減できること、農薬に依存しない清潔な生産環境を確保できること、安定した収穫と品質を実現できることに加え、気候変動の影響を受けにくいという利点を有している。これらはSDGs



講演の様子

の目標「2. 飢餓をゼロに」「12. つくる責任つかう責任」「13. 気候変動に具体的な対策」に貢献し得る要素であり、農業のあり方を考える上で重要な示唆を与えている。

一方で、植物工場の課題として、エネルギーや導入費の問題、生産コストの面から栽培できる品目が限定される点などが挙げられたが、改善の余地が大きいのではないかと述べ、今後の可能性を参加者と一緒に考えたいと講演を締めくくった。

クイズやユーモアを織り交ぜ、ときに聴衆とやり取りしながらの講演は、臨場感に溢れ、丁寧でとても分かりやすかった。

(志村 正)

## 講演 3

### 「SDGs に貢献する水素の利活用（製造、運搬、利用）」 今川 健一 氏

地球温暖化が問題になっている昨今、原因となる二酸化炭素の排出量の削減が重要な課題となっている。SDGsの目標「7. エネルギーをみんなに そしてクリーンに」および「13. 気候変動に具体的な対策を」を達成するための方法として、化石燃料の代わりに水素を使用することが提案されている。日本政府も2017年に水素社会の実現に向けた国家戦略（水素基本戦略）を作成し、持続可能な社会づくりを目指している。

千代田化工建設株式会社にて水素事業に携わっている今川健一氏に、水素の利活用についてご講演いただいた。初めに、水素を用いる利点について説明された。水素は燃焼させても水しか生成しないことや、水素は電気と異なり大量に長期間貯蔵することができるため、余剰の電力を水素として貯蔵できる利点を述べられた。また、国で取りまとめられた水素を発電に用いた場合のコストの試算を示された。2040年度のエネルギー価格を単位電力量あたりで比較すると、水素をエネルギー源に用いた場合のコストは約30円/kWhで、太陽光や風力よりも2倍から1.5倍程度になり、試算ではコストのかかるエネルギー源になると述べられた。しかし、排出される二酸化炭素の対策費等がないため、コストの大半は燃料である水素の価格であり、水素の価格が安くなれば、優れたエネルギー源になると言及された。

水素の運搬方法についても述べられた。水素を豊富に入手できる海外から日本に運ぶ場合、効率的な輸送方法が必要である。水素そのものを運搬するのではなく、運



講演の様子

搬しやすいメチルシクロヘキサン（MCH）に変換して運搬する利点についての説明があった。水素をトルエンと反応させMCHにすると、原油を輸送する既存のタンカーが用いられることや、1回で運べる水素の量が多くなることの説明があった。MCHに変換する反応は既存の技術が使えるため、今川氏はMCHから水素を取り出す反応について研究を行い、白金を硫黄で修飾した触媒が長期間、高活性を維持することを見出された。水素を安価に得る方法が確立されれば、運搬貯蔵する技術は確立されていると述べられた。

本講演では、水素を用いる利点から水素運搬のために開発した技術まで、幅広く説明していただいた。水素を利活用することは、持続可能な社会を実現するために必要な技術のひとつであり、今後の日本の進む道を示す興味深い講演であった。

（岡本 昌樹）

## 講演 4

### 「月太陽発電「ルナリング」構想と月面建設技術」 鵜山 尚大 氏

鵜山尚大先生に、表題のご講演を行っていただいた。

はじめに自己紹介として、宇宙好きが高じて海外の大学に進学されたことや、その後の博士取得から清水建設に入社されるまでの経緯をお話されました。また200年以上も続く会社の概要として、渋沢栄一との関わりや、「子どもたちに誇れる仕事を」というコーポレートメッセージも紹介されました。特に所属されているフロンティア開発室は、陸から海へ、地球から宇宙へ、という新たな方向を開拓していく部門であり、私自身の研究分野の展開、大気から海洋に、地球から金星に、と重なる部分に共感しました。ちなみに、本日の会場である来往舎も清水建設による施工とのことで、慶應にも繋がりが深い会社です。

さて、ゼネコンである清水建設がなぜ宇宙に挑戦する



講演の様子

のか、それは将来の宇宙で暮らす時代を見据えた極限環境に対応する技術開発にあります。未来構想シミズ・ドリームとして、1988年にコンクリート製月面基地構想、1989年に宇宙ホテル構想が発表されました。それに続く

のが、今回のトピックである2009年に発表の「月太陽発電ルナリング構想」です。総合宇宙企業として、将来の宇宙ビジネスをリードする宇宙ビジョンの実現を目標に掲げています。

地球の面積は限られていますので、太陽光発電が可能な総量は限定されてしまいます。もし宇宙に太陽光発電を作ることができれば、その発電可能な総量を増やすことができます。しかし、宇宙空間に資材を持っていくことは困難です。この困難を解決し、広大な土地と資材の両方が得られるのが月なのです。ルナリングでは、月を一周するように月太陽電池を敷き詰めていきます。そして、その幅を400kmにまで展開すれば、地球全体のエネルギーを賄うことができます。発電した電気は、地球の各地域にマイクロ波やレーザー光で送られます。

このような大規模な太陽光発電施設をどうやって月に作

るのか。例えば、コンクリートブロック(10kg)を1個、地球から月に運ぶだけでも、10億円以上もかかってしまいます。このため、月の設備に必要な建設資材は、月の砂「レゴリス」を使う必要があります。また、人が長期に渡って滞在して建築することも不可能です。このため、自走式プラントが太陽光パネルを制作し、自動的に拡張していかなくてはなりません。そのための技術開発の様子が紹介されました。これに加えて、産学官が連携した、国土交通省「宇宙建設革新プロジェクト」(内閣府「スターダスト計画」の一環)での技術開発も進行しています。

最後の講演として、とても夢のある大きなお話をしていただきました。参加者全員がワクワクした時間を過ごせたと思います。

(杉本 憲彦)

## 総合質疑討論

総合質疑討論では、まず講演者が互いに質問や討論を交わし、その後、会場の参加者が講演者に質問をし、討論が行われた。質疑討論のなかでは、植物工場における栽培スペースの構造や規模、植物生長の最適化や、さらには物価高が目標達成時期に影響するかなど、具体的な論点にまで議論が及んだ。

会場からの質問は途切れることなく続き、多様な観点から活発な討論が行われたが、そのなかで特に印象的であったのは、大沼教授による太陽光発電パネルの普及に対する見方である。近年、太陽光発電パネルを多数設置する大規模施設の建設が民間企業によって各地で進められており、その一方で、こうした開発が自然環境や景観の破壊につながるのではないかという懸念も生じている。これに対して大沼教授は、太陽光発電は当初きわめて高コストな技術であったにもかかわらず、現在では民間企業の事業として成立しうるまでに低コスト化が進んだこと、すなわち新たな科学技術が市場で広く受け入れられる段階に到達したという点も注目すべきであると指摘した。そのうえで、低コスト化に伴って生じる諸問題については、当然ながら、適切なルールづくりや合意形成を通じて対処していく必要があることにも言及した。このよ



総合質疑討論の様子

うな太陽光発電を取り巻く状況を踏まえると、月面や宇宙空間での太陽光発電施設の建設も、将来のエネルギー供給のあり方を考えるうえで魅力的な選択肢の一つであることが改めて示されたといえる。

4題の講演と総合質疑討論を通じて、科学技術がいかにSDGsの達成に貢献しうるのかについて、より現実的で具体的な方策と未来像が浮かび上がってきた。

(林 良信)

撮影：岸 剛史

## 日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム（自然科学研究教育センター共催） 「AI が拓く台風研究新時代（New Age of Typhoon Research Leveraging AI）」

日 時：2025年5月17日（土）13:30～17:00

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にて、オンラインとのハイブリッド形式で開催

参加者：229名 現地85名（塾内関係者数：約20名）、オンライン144名

### プログラム

13:30～13:40 趣旨説明

筆保 弘徳（横浜国立大学）

13:40～14:05

「デジタル台風：生成 AI 時代のデータ駆動型台風研究に向けて」

北本 朝展（国立情報学研究所）

14:05～14:30

「気象・気候学における生成 AI の活用と展望」

松岡 大祐（海洋研究開発機構）

14:30～14:55

「IT 企業による最新 AI の活用：台風予測から新たな知見獲得へ」

柳瀬 隆史（富士通株式会社）

14:55～15:05 休憩

15:05～15:30

「民間気象業務における AI 活用への展望：災害リスク評価から日々の天気予報まで」

高野 雄紀（株式会社ウェザーマップ）

15:30～15:55

「気象庁数値予報における AI に関する取り組み」

計盛 正博（気象庁情報基盤部）

15:55～16:20

「AI 気象モデルによる台風予測の現状と将来展望」

山口 宗彦（気象庁気象研究所）

16:20～17:00 総合討論

モデレーター 筆保 弘徳（横浜国立大学）

日本気象学会の春季大会はオンラインを基本としているが、現地イベントとしてシンポジウムを慶應義塾大学での対面をベースに、Zoom Webinar と Youtube を用いたオンライン聴講を可能とするハイブリッド形式で開催した。シンポジウムのテーマは「AI が拓く台風研究新時代」で、企業からも含めて6名の方に講演を行っていただき、最後に総合討論も行った。防災の観点からも重要な台風と、現在流行っている AI を組み合わせたテーマということもあり、229名（うちオンライン参加144名）のたくさんの参加があった。この他にも現地イベントして、16日には授賞式および受賞記念講演（4件）、17日にはジュニアセッション（34件）、両日に対面ポスター発表（42件）と企業展示（9社）も行った。オンラインが基本とはいえ、たくさんの方に参加してもらえた、良いイベントであったと思う。

（杉本 憲彦）

## 第15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 (自然科学研究教育センター主催)

日時：2025年11月8日（土）13:00～16:00  
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にてオンラインとのハイブリッド形式で開催  
参加者：15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）  
「プラネタリアムの多目的利用と技術の民主化：だれでもできる全天周3Dレンダリング」  
吉岡 翼（富山市科学博物館）

13:30～13:45（15分）  
「360°実写映像のVR疑似観察による天体の日周運動の授業実践と評価」  
高田 淑子（宮城教育大学）

13:45～14:00（15分）  
「月や星の見え方を生活圏内で学ぶ動画教材の開発と実践」  
岩動 怜奈（宮城教育大学）

14:00～14:15（15分）  
「山形県立致道館高校における取り組み」  
山本 裕樹（東北公益文科大学）

14:15～14:35 休憩（20分）

14:35～15:00（25分）  
「苦しんだのは熱か、それとも登壇数か？ — 2025年夏のインターネット望遠鏡奮戦記」  
戸田 晃一（富山県立大学）

15:00～15:15（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）

15:15～15:30（15分）  
「テレビ観望と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15名、うちオンライン参加が6名だった。発表者は7名で、うち5名が大学教員、1名が学芸員、1名が大学院生だった。次年度からインターネット望遠鏡とプラネタリアムの連携を図っていく予定なので、今回の発表ではプラネタリアムに関係した研究報告が多かった。特に富山市科学博物館の吉岡翼学芸員の実際のプラネタリアムのドームで3次元モデルを表示して自由に動かせるプログラム開発についての報告が興味深かった。その他、Seestar S50などのスマート望遠鏡を使った研究報告があり、活発な議論が行われた。

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今後のプラネタリアムとの連携についての議論を行った。来年6月には福岡で開催される国際プラネタリアム協会の国際会議IPS2026でプラネタリアムとの連携について発表する予定である。

（小林 宏充）

## 2 講演会

### 第54回講演会

日 時：2025年7月10日（木）16:30～18:00

会 場：日吉キャンパス 来往舎 2階大会議室

講 師：永久保利紀 氏（筑波大学生命環境系/高等研究院助教）

講演題目：目に見えない、小さな生きものの世界を旅する — 微生物がつなぐ生命の輪

参加者：32名

第54回自然科学研究教育センター講演会が2025年7月10日（木）16:30～18:00、日吉キャンパス 来往舎 2階大会議室にて開催された。

今回は微生物学、生化学および分子生物学がご専門の永久保利紀氏にご講演いただいた。

ご講演では「目に見えない」小さな生き物、すなわち「微生物」とはどんな生き物なのか？ どこに生息しているのか？ そして私たち人間との関わりは？ など幅広い観点から「微生物」についての基本的な知識をわかりやすくお話しいただいた。

微生物はたった一つの細胞からなり、一見すると私たち多細胞の生物に比べて単純な生物だと思われがちであるが、その分短期間での進化が可能のため、あらゆる環境への適応能力がある。非常に極端な環境下、例えば熱水環境や逆に0度以下の低温環境等にも生存しており、なんと地球上に微生物がいない場所はないと言われているようだ。

また微生物は私たち人間とも深い関わりがあり、永久保利氏曰く「人間にとって最も画期的な発明」であるアルコール（お酒）は実は微生物による呼吸によって作ら



講演の様子

れている。その歴史は古く8000年も前からすでにお酒が作られていたようだ。食品のみならず、アレキサンダー・フレミングによるアオカビからの抗生物質ペニシリンの発見は傷口からの細菌感染による死亡者数を大幅に減らし、医学の歴史上最も重要な発見とも言われている。最近では、PET ボトルを食べる微生物や、微生物を利用した発電方法など、発酵食品、医薬品だけでなく、微生物で環境問題を解決する取り組みも世界中で活発に行われているようだ。このように有用な微生物であるが、私たちがこれまでに発見している微生物は地球上の0.1%にも満たないとも考えられており、画期的な能力を持つ新しい微生物の発見やそれによる地球上のさまざまな問題の解決が今後期待されている。

（土居 志織）

### 第55回講演会

日 時：2025年12月10日（水）16:30～18:00

会 場：日吉キャンパス 第2校舎 2階 224番教室

講 師：山本 直樹（慶應義塾大学理工学部教授、慶應量子コンピューティングセンター・センター長）

講演題目：量子コンピュータとは何か

参加者：50名

第55回講演会では、慶應義塾大学理工学部物理情報工学科・慶應量子コンピューティングセンターセンター長の山本直樹教授をお招きして、量子コンピュータに関して非専門家向けにお話ししていただいた。まず、量子力学とは何かを聴衆にわかりやすく説明していただいた。特に量子力学において重要な電子の重ね合わせ状態や二重スリット実験について、図を用いながら丁寧に解



講演の様子

説していただいた。その後、量子計算のアイデアから、最先端の研究に至るまで幅広くお話ししていただいた。量子計算の説明の前に、古典的な計算と古典物理学の関連、特に計算の背後には物理学があるということを強調された。そこから素因数分解をはじめとする計算を量子計算で行うアイデア、量子計算を行う量子コンピュータの実装、そして量子コンピュータの応用について、歴史的な経緯から最先端の研究まで幅広く説明して

いただいた。最後に、量子コンピュータと社会との関わりを、研究機関と企業の協力や、教育での使用例を挙げて紹介していただいた。最後の質疑応答では、聴衆の皆様から量子力学に関する概念の質問や、量子コンピュータの研究における課題などを始め、たくさんの議論がなされた。

(横倉 諒)

## 第56回講演会

日時：2026年3月12日（水）16:10～16:50

会場：日吉キャンパス来往舎大会議室

参加者：30名

### 講演 1

講師：田口 瑞姫 氏（元自然科学研究教育センター所員・ウメオ大学 博士研究員）

（オンラインでの講演）

講演題目：ヒトデはいつ『自分』になるのかー変態を介した免疫学的自己の確立

本講演は、2025年度自然科学研究教育センター若手研究者賞受賞講演として実施されたものである。講演者の田口博士はスウェーデン在住のため、オンラインでの講演となった。

授賞対象となった研究は、棘皮動物イトマキヒトデの免疫学的自己が変態後の稚ヒトデ期に確立されることを明らかにしたものである。私たちが自分自身の個性を保ちながら生きていくことができるのは、免疫系が「自己」と「非自己」を識別し、非自己を体内から排除することで個体の自己同一性を維持しているからである。これはヒトに限られた現象ではなく、ほとんど全ての動物の免疫系は、同種異個体の細胞を非自己として識別する能力を備えている。実際、成体のヒトデ（一般に見られる星型の大人の個体）も、私たちと同じように同種異個体の移植片に対して拒絶反応を起こすことが古くから知られていた。しかし、個体発生過程でいつ同種異個体を識別する能力を獲得するのか、すなわち、「いつ自己が確立されるのか」が明らかになっている動物は、実はほとんどいない。

田口博士はこの問題を解決するにあたり、遺伝的に異なる細胞が入り混じったキメラ個体を作製して発生させ、これらのキメラ個体が移植拒絶に似た反応によって稚ヒトデ期に死滅することを鮮やかに示した。この成果



スウェーデンからオンラインで行われた受賞者講演の様子

は、免疫学の基礎的な課題に重要な知見をもたらしただけでなく、ヒトデが同種認識研究の優れたモデルであることを確立するものであり、無脊椎動物を材料とした比較免疫学の今後の発展に大きく貢献することが期待される。

講演では、先行研究の丁寧な説明に加え、田口博士が前職で所属していた文学部生物学教室で伝統的に受け継がれてきた細胞生物学的技術についての解説もあり、研究材料としてのヒトデの面白さも十分に伝わったと思われる。講演の最後には、留学先のウメオ大学やスウェーデンの四季折々の風景も紹介され、参加した学生にとっても色々な意味で良い刺激になったのではないかと参加者は30名であり、大変興味深く充実した講演会であった。

(古川 亮平)

## 講演 2

講 師：磯島 司 氏（慶應義塾大学自然科学研究教育センター日本学術振興会特別研究員）

講演題目：トライセクションによる 4 次元図形の可視化

本講演は、2025年度自然科学研究教育センター若手研究者賞受賞講演として実施された。

受賞対象となった論文は、Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society に掲載された論文 Infinitely many standard trisection diagrams for Gluck twisting である。

講演では、4 次元多様体を三つの基本部分に分解するトライセクションと、それにより 4 次元多様体を可視化するトライセクション図式とよばれる、近年発展してきた比較的新しい手法が紹介された。とりわけ、4 次元球面のトライセクションがすべて「標準的」なものに限られるかを問う 4 次元 Waldhausen 予想に関する磯島氏の研究成果が解説された。この予想には反例が存在する可能性が以前から指摘されており、その候補として、球面に沿った切り貼り操作である Gluck ツイストによって得られる多様体が注目されてきた。磯島氏は、特定の無限族の 2 次元結び目に対する Gluck ツイストについて詳しく解析し、そこから得られるトライセクション図式がすべて標準的なものに帰着することを証明した。これは、当該分野を牽引する研究者 Gay と Meier による問いに対して部分的な解答を与える成果である。一見きわめて複雑に見える図式が、巧妙な変形によって標準形へと還元できることを示した点に本研究の特色があり、磯島氏独自の鋭い着想と緻密な議論によって達成された



受賞講演の様子

成果である。

当日は約30名の聴講者が参加した。磯島氏は研究の動機や背景を丁寧に説明しながら、空間の次元の違いや、図式を用いて 4 次元空間を理解する考え方を、数学を専門としない研究者にも理解できるよう平易に解説した。専門的な結果に至るまでの流れも分かりやすく整理されており、聴講者が研究の意義を把握できるよう配慮された講演であった。

講演後には活発な質疑応答が行われ、研究の技術的側面や他の手法との比較についても議論が交わされた。基礎数学の最前線の研究を専門外の研究者にも開かれた形で紹介する機会となり、本賞にふさわしい充実した講演であった。

（古宇田悠哉）

## 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混じって溶け合い、独特の文化を形成する社会をさします。他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。

対象者：自然科学研究教育センター構成員（所員、特任教員、研究員、訪問学者、共同研究員）  
慶應義塾教職員

### 第27回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2025年7月7日（月）16:30～17:15  
会場：会議ツール『Zoom』によるオンライン開催  
参加者：25名

#### プログラム

16:30～17:15（講演30分、質疑応答15分）

演題：ツバキ節における送粉様式の違いと生殖的隔離の強化

講師：森 信之介（理工学部応用化学科専任講師（有期））

司会：草島 美幸（法学部化学教室助教（有期））

#### 講演要旨

##### 「ツバキ節における送粉様式の違いと生殖的隔離の強化」

森 信之介

ツバキ節植物には13種が含まれ、日本にはユキツバキとヤブツバキの2種が自生しています。両種の開花時期と分布域は一部で重複しますが、訪花する送粉者（花粉媒介動物）は明確に異なります。ユキツバキはクロマルハナバチなどの小型昆虫が訪れる虫媒で、ヤブツバキはメジロやヒヨドリが訪れる鳥媒です。共通祖先は虫媒であったとされ、ヤブツバキは繁殖のためのパートナーを

昆虫から鳥へとシフトさせながら分岐したと考えられます。このような送粉者の変化を伴う種分化過程では、送粉者との相互作用を通じて交雑を回避する花形質が進化的に強化された可能性があります。本講演では、現存2種の花色に着目し、その分光特性や色素成分、生合成伝子発現の比較から、花色が送粉者の視認性や適応的進化にどのように関与してきたかを紹介します。送粉者の選好性に影響する分子機構の理解を通じて、植物の繁殖戦略や種分化の仕組みに迫ります。

### 第28回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2026年1月13日（火）16:30～18:00  
会場：会議ツール『Zoom』によるオンライン開催  
参加者：19名

#### プログラム

(1) 16:30～17:15（講演30分、質疑応答15分）

演題：量子力学と量子計算

講師：早田 智也（医学部物理学教室准教授（有期））

司会：津嶋 貴弘（医学部数学教室教授）

(2) 17:15～18:00（講演30分、質疑応答15分）

演題：ゴムノキ葉枯れ病の防除に向けた農薬スクリーニングと実践的検証

講師：栗原恵美子（商学部生物学教室助教（有期））

司会：森 信之介（理工学部応用化学科専任講師（有期））

## 講演要旨 1

### 「量子力学と量子計算」

早田 智也

本講演では、極微な世界を司る基本法則である量子力学と、量子力学の原理を計算に応用した量子計算（機）の基礎概念を紹介した。まず、量子計算の歴史を簡潔に紹介し、なぜ量子計算が革新的な情報処理技術をもたらすと考えられているかを、Shorの素因数分解および

Groverの探索アルゴリズムを例に説明した。次に、量子ビット（qubit）を用いた量子計算機の仕組みと量子計算機の種類を簡単に概説するとともに、物理学および化学で量子計算機どのように応用されようとしているかを紹介した。さらに、物理量子ビットと論理量子ビットという概念を簡潔に導入し、現在の量子ハードウェアの状況や、量子誤り訂正技術の課題にも触れ、量子計算の今後の進展と今後科学や産業に与える影響について展望した。

## 講演要旨 2

### 「ゴムノキ葉枯れ病の防除に向けた農薬スクリーニングと実践的検証」

栗原恵美子

天然ゴムは、航空機タイヤなど私たちの生活に不可欠な資源であるとともに、カーボンニュートラルな素材としても重要である。しかし、天然ゴムを産生するゴムノキの栽培は東南アジアに集中しており、遺伝的多様性が乏しいため、病害発生時には天然ゴムの供給に大きなリスクが伴う。2017年以降、糸状菌によるゴムノキ葉枯れ病が急速に蔓延し、インドネシアでは収量が約50%減少するなど深刻な被害が生じている。この課題に対

し、私たちはJST/JICAの支援によるSATREPSプロジェクトを通じ国際共同研究を行い、農薬による病原菌の増殖抑制、耐病性株育種、画像診断技術による早期検出など、多角的かつ科学的根拠に基づく防除技術の構築を進めている。農薬を用いた防除では、8-ハイドロキシキノリン銅を主成分とする農薬であるキノンドーが、病害抑制に有効だと示唆される結果を得た。現在、協力圃場にて散布方法や濃度条件の検証を行っている。本発表では、主に有効な農薬の選抜に関する研究成果と持続可能な天然ゴム生産体制の構築に向けた進捗について報告した。

## 4 自然科学研究教育センター主催・最終講義

### 最終講義 1

日 時：2026年3月7日（土）15:30～17:00

会 場：日吉キャンパス来往舎大会議室

講演者：井奥 洪二（慶應義塾大学経済学部教授）

講演題目：つなぐ

参加者：92名

井奥洪二教授の最終講義が2026年3月7日（土）15時30分から日吉キャンパス・来往舎大会議室にて開催されました。参加者数は92名と会場は満席となる盛況ぶりでした。塾内関係者のみならず、井奥先生の研究室の卒業生や塾外の研究関係者も数多く駆けつけ、最終講義を拝聴しました。

ご講演は慶應義塾大学日吉キャンパスの紹介から始められ、これまでの歩みを時系列に沿って振り返られました。教員人生の原点である高知大学では、研究において「オリジナリティーが重要」であることと、「夢とロマンが大切」であることを学んだと語られました。続く山口大学では、「守・破・離」における「破」を研究で体験し、その後、東北大学にて水酸アパタイトによる人工骨



生成の成功により、独自性を確立する「離」を達成された経緯を詳述されました。また、東北大学在学中には大きな転換期を迎えられたことにも触れられました。東日本大地震での被災経験から、ご自身の活動の軸足を「ものづくり」から「人づくり」へと移すことを決意し、理

系的センスをもつ文系人材を育成すべく、慶應義塾大学経済学部へ異動された背景を説明されました。そこでは、文理の知見を単に融合させるのではなく、互いをつなぎ合わせる「文理接続」という理念に基づき、教育に邁進してこられた歩みを教えていただきました。

さらに、ノーベル賞受賞者から直接授かった金言を引用し、研究者・教育者として真に重要な姿勢について丁寧にお話しいただきました。最後に慶應義塾大学にて取

り組まれた「みなさん mirai プロジェクト」についても紹介され、講演を締めくくられました。

井奥先生のこれまでの歩みを辿る時間は、聴講者一人一人にとって「研究とは何か」「教育とは何か」を再考させられる、大変感銘深いものでした。井奥先生、長年にわたり、大変お世話になりました。心より感謝申し上げます。

(最終講義発起人代表・岡本 昌樹)

## 最終講義 2

日時：2026年3月14日（土） 17:00～18:30

会場：日吉キャンパス第4校舎 J11教室

講演者：鈴木 忠（慶應義塾大学医学部生物学教室准教授）

講演題目：クマムシ研究＝生物学のメインストリーム

参加者：76名

クマムシ学研究会が会の最後に実施された最終講義が、自然科学研究教育センターとの共催で行われた。鈴木忠先生による最終講義では、研究者人生後半のライフワークである日吉のオニクマムシの観察、飼育、生活環、分類について話され、この研究成果が日本動物学会論文賞に繋がったことがまず初めに紹介された。日吉のオニクマムシはメスだけの単為生殖で行われることが話されたが、そこから突然オスが出現することも紹介された。クマムシは脚の爪の数で新種認定されることがあるとのことで、2019年に日吉のオニクマムシが新種として世に報告されたことが紹介された。鈴木忠先生は、2014年7月～2015年3月 第56次南極地域観測隊員（文部科学省委嘱）観測隊夏隊の一員として南極観測（11月25日出発、3月13日帰国）に従事されておられ、南極に生育するオニクマムシとの比較についても語られた。クマ



ムシは完全に乾燥状態からも蘇生することから、蘇生論争について話され、完全な死と潜在的な生の違いは何かについて、問題提起をされた。これらを糸口として、科学史の変遷に触れられ、クマムシを自然発生説、前世説、細部説など、18世紀から19世紀ごろの論争をクマムシというコンテキストから大変興味深い話を紹介され、最後に万雷の拍手をもって盛会のうちに最終講義を終えられた。

(最終講義発起人代表・藤猪 英樹)

## vii. プロジェクト研究

### 1 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を達成する要因の1つとして結晶構造の変化があることが報告されている。そこで、本研究プロジェクトでは、これまでに「ポリエチレングリコールリン酸エステル (PEG-P) を用いたハイドロキシアパタイトの合成」、「ラマン分光、固体 NMR 測定を用いたマグネシウム置換 HA の固溶限界濃度と置換に伴う高温領域での特性変化」、「高温その場 (オペランド) ラマン測定による Mg 置換 HA 並びに無置換 HA の OH 脱離量の比較検討」のテーマを扱ってきた。本年度は本プロジェクトの最終年度に当たるため、今まで行ってきた研究を振り返り、目的を達成できなかった不十分な部分の再検討を行った。

ポリエチレングリコールリン酸エステル (PEG-P) を用いた HA の合成は、構成元素の組成を精密に制御できる手法として開発してきた。これは組成の違いによる生体親和性の評価や結晶構造の変化を評価するための試料作製に最適な手法であり、従来のキレートゲル法と比較して、リン酸と共存金属イオンとの沈殿生成を回避し、それに伴い不均一性を改善できること、またゲル化の際に形成されるリンアルコキシド ( $\text{P}(\text{OR})_5$ ) に伴うリンの揮発を抑制し、それにより Ca/P 比を精密に制御できるようになったこと、それに加えホスホノ酢酸のような工業的に高価な原料を使用せず、安価な原料で合成が可能となったことの3点の改善に成功している。しかしながら、生成するリン酸エステルが難燃性であるために、生成物に有機物が残留してしまうことが問題であり、これを取り除くためには HA が分解するような高温域での焼成が必要となる。このことにより PEG-P の手法は低温焼成でしか合成できない Ca 欠損型 HA の合成には適用できない。Ca 欠損量の精密な制御は、生体親和性を左右する重要な因子である。そこで、今回はリン酸

エステル結合の軽減を目指し、さらなる別のアプローチとしてポリエチレングリコール (PVA) を用いた合成法に着目した。PVA は高分子の絡み合った網目構造中に陽イオンを物理的に閉じ込めて安定にゲル化できることが期待される。合成で用いた出発原料はリン酸、炭酸カルシウム、錯形成剤としてはクエン酸、リンゴ酸、グリコール酸の3種類を検討した。まずはグリコール酸を用いて通常の市販品の PVA で合成したところ、目的生成物に対してピルソナイト ( $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) の混入を確認した。ピルソナイトの混入は市販品の PVA は製造過程におけるけん化過程において、Na が使用されているためと思われる。そこで、この後の実験は Na フリー PVA (Na 含有量 0.5 ppm 未満) を用いて行った。錯形成剤としてはクエン酸を用いた時が、目的生成物以外の  $\beta$ -TCP と CaO の化合物含有量が最も少なく、最も再現性も高かった。クエン酸は他の酸と比較して錯形成能が高いため、安定した合成が可能と考えられる。Na フリー PVA に対して、完全けん化 (けん化度 99.0 mol% 以上) と部分けん化 (けん化度 86.0 ~ 90.0 mol%) の違いも検討したが、生成物にほとんど違いは見られなかった。この段階までは PVA に尿素を混合して合成してきたが、クエン酸のような錯形成能が高い酸に対しては、尿素を加えないことで、目的生成物のほぼ単相を得ることに成功した。尿素を添加しないことで、難燃性のリン酸エステルの形成を抑制することができ、残留有機物量の低減に伴って組成の不均一性も低減することができたと考えられる。今回開発した合成法により、リン酸のような安価な原料を用い、残留有機物も軽減することができ、低温合成においても適用可能となった。今後は、低温合成でしか得られない Ca 欠損量を制御した HA の合成に展開していき、Ca 欠損量と生体親和性の関係を定量化すると共に、Ca 欠損量に伴う結晶構造の変化にも着目していきたいと考えている。

(プロジェクトメンバー) 井奥 洪二

## 2 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が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、バナナ房状の複室型ゴールを形成する真社会性ササコナフキツノアブラムシの社会システムについて、密度依存的な兵隊分化、齢分業、警報フェロモンによる兵隊動員を明らかにした。人工飼料系による解析の結果、1 齢幼虫が密度依存的に兵隊へ分化し、若齢兵隊が清掃、老齢兵隊が攻撃を担う齢分業を確認した。警報フェロモンとして、他種で一般的な $\beta$ -ファルネセンではなく、2 種の $\alpha$ -ファルネセンを同定し、本成分に

対して普通個体は逃避、兵隊は攻撃を示すことを明らかにした。複室型構造は全滅リスクを分散できる一方、各サブゴールの兵隊数が減少するため、局所的な防衛失敗のリスクを常に抱えている。本種は、警報シグナルを介したサブゴール間での機動的な兵隊動員により、このリスクに対処していると考えられる。本研究は、真社会性アブラムシにおいて、複室型ゴールによるコロニーの物理的分断を化学情報によって機能的に再統合し、局所的な防衛脆弱性を克服する高度な社会システムの存在を示した。

### 学会発表

松山茂・植松圭吾・沓掛磨也子・深津武馬・柴尾晴信「バナナ房状の複室型ゴールを形成するササコナフキツノアブラムシの社会システム：兵隊分化・齢分業・新規警報フェロモン」、日本応用動物昆虫学会 第70回大会（2026年3月28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

## 3 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

水生昆虫・土壌動物は小型で採集・観察・飼育が困難なものが大半を占め、そのため分類学的研究は遅れている。本研究は生態系の実態解明に不可欠な、これら小動物の基礎的分類を行い、更に環境との関連・教材化等を目的としている。

本センターウェブサイトのメンバー（鳥居隆史）の欄内に、本プロジェクト開始以前の鳥居の主たる業績があるので参照されたい。自ら所蔵する数万点の水生昆虫・土壌動物の標本及び各研究機関からの貸与標本を用いて、2025年度は主に下記の研究を行った。

### （1）日本産ガガンボ科昆虫の分類の再検討

ガガンボ科（広義）の大半は幼虫が水生または土壌生である。本科の既知種数は本邦で約800、世界では約16,000に達し、未記載種も多い。現在、本科の各亜科、族、属、種の再検討を進めている。

2025年11月15日にオンライン開催された水生昆虫談話会第522回例会に於いて、「水生ハエ目（注1.）とガガンボの話」が話題提供された。参加者の大半はカゲロウやトビケラ等、他の水生昆虫が専門であったため、鳥居は話題提供者と共にガガンボ科分類の現状を報告した。今後共、データ共有・共同研究を進めたい。

（注1.）ハエ目＝双翅目

### （2）ガガンボ科幼虫の教材化の検討

現在、高等学校の生物教育に於ける唾液腺染色体観察の実習材料は、アカムシユスリカの幼虫であるが、体長十数ミリの細長い同幼虫を解剖して唾液腺を摘出するのは、高校生には困難である。

ミカドガガンボ、マダラガガンボ等の幼虫は体長40～50mmで解剖しやすく、また鱗翅目幼虫（所謂イモム

シ)等とは異なり、余分な脂肪体が無いので体内構造を観察しやすい。ユスリカ幼虫の様に数百個体を揃える事は困難であるため、理科系選択生物、または博物館での

社会教育等に於いて有望な実習材料と成り得る。

(プロジェクトメンバー) 内山 正登・鳥居 隆史

## 4 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) を持ち、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。

これまでの色素・色斑形成関連遺伝子の解析から、ハチクマのゲノムには連続する多数の SNPs が存在する事が判明し、これらを基準とするとゲノムが大きく 2 系統に分けられるであろうと推定された。これは日本に渡来する亜種 *orientalis* が 2 系統の祖先に由来する可能性を示していて大変興味深い。2025 年度はこの 2 系統のゲノムが色素・色斑形成関連遺伝子以外の中立遺伝子においても見られるかどうかを中心に検討を行った。この

結果、中立なゲノム配列として知られるフィブリノーゲンベータ遺伝子 (FGB) のイントロンにも同様の多型が見られること、母系遺伝するミトコンドリア DNA 配列にも特有の SNPs を持つ 2 系統が存在することが明らかとなった。これにより「*orientalis* 二系統由來說」はさらに強化されたと言える。これらの発見については 2025 年 9 月の日本動物学会 第 96 回 名古屋大会で発表を行った。今後は ADMIXTURE 解析などを用いて亜種 *orientalis* がどのように形成されてきたのかなどについて研究を深めてい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

## 5 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プ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。今年度は、系統地理解析の遂行に際して必要な、比較対象としうる昆虫寄生菌類に関する知見を収集するため、日本産昆虫寄生菌類の野外採集と標本作製、DNA 情報の取得と培養菌株の確立を行った。

2025 年 7 月 19 日に茨城県神栖市太田のマテバシイ、タブノキ、マサキ、ハンノキ、イヌマキ、ヒノキ等が混交する森林内とその周囲において調査を実施した。調査地内では、目視で確認された昆虫寄生菌類の子実体を採集した。採集時に、採集地、採集日、採集者、周囲の植生等、必要な情報を記録するとともに、生態写真を撮影した。野外で採集した昆虫寄生菌類は実験室に持ち帰り、写真を撮影した後、肉眼的特徴を詳細に観察した。また、子囊殻の組織を用いて DNA 抽出用試料を調製するとともに、子囊殻の一部より組織分離法により PDA 培地上での分離培養を試み、伸長した菌糸をサブロー寒天培地に移植した。その後、分生子の発芽を培地上で確認し、単分生子分離を行い、菌株を確立した。

調査の結果、コゴメカマキリムシタケ *Petchia mantidicola* (Kobayasi & Shimizu) Thanakitp., Mongkols. & Luangsa-ard およびメタリジウム属の一種 *Metarhizium* sp. の 2 種の昆虫寄生菌類を採集した。このうち、コゴメカマキリムシタケは日本でのみ知られるが、全国的に報告例の少ない、非常にまれな昆虫寄生菌類で、カマキリの卵鞘から発生する。茨城県における本菌の採集例はこれまでに知られておらず、今回の調査が初めての記録と

なる。本菌はもともと *Cordyceps mantidicola* の学名で、Kobayasi and Shimizu (1983) により埼玉県秩父郡両神村の両神山で採集された標本に基づき新種記載された。その後、本菌は Thanakitpipattana et al. (2020) により新属 *Petchia* に組み替えられているが、その DNA 塩基配列情報は得られておらず、系統的位置は不明であり、生態も明確になっていない。コゴメカマキリムシタケは、地表に落下したカマキリの卵鞘から発生する。今回の調査では、林床の腐植上に落下していたハラビロカマ

キリの卵鞘から発生する様子が確認された。また、今回採集した標本からは単生分子分離株を確立することができた。これらの菌株より DNA を抽出し、複数領域の DNA 塩基配列情報をすでに取得済みである。今後は、本菌の系統的位置を明らかにするため、系統解析を行う予定である。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・伊永 隆史

## 6 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ツバキ科、ツツジ科、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。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。2025年度は以下の調査研究を行った。

1. クロフネツツジ (*Rhododendron schlippenbachii* Maxim.) 平もち病 (新病害) を6月21日に岩手県盛岡市上田、岩手大学植物園で採集した。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。培養株の遺伝子同定の結果はミツバツツジ類平もち病菌 *Exobasidium yoshinagae* と *E. dubium* に相同性は近かったが、同種と同定するほど高くなかった。大韓民国では *E. yoshinagae* の報告 (Park et al. 2006) がある。子実層の形態を含め検討を続ける。
2. アマギツツジ (*Rhododendron amagianum* Makino)

平もち病 (新病害) を6月29日に静岡県伊豆市菅引 (天城山、万三郎岳入口) 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。培養株の遺伝子同定の結果はもち病菌との相同性が確認できなかった。来年度再採集の予定。

3. シラタマノキ (*Gaultheria pyrolloides* Hook.f. et Thomson ex Miq.) 平もち病 (新病害) を7月22日に福島県福島市浄土平 (磐梯朝日国立公園) 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。培養株の遺伝子同定の結果は既知のもち病菌とは一致しなかったが、ハナヒリノキ属、ネジキ属およびスノキ属もち病菌が相同性上位であった。また、中華人民共和国で報告されている *Exobasidium pyrolloides* Zhen Ying Li & L. Guo (Li & Guo 2008) と形態および病徴が一致したが、同菌の遺伝子配列の登録がデータベース上にはないため、塩基配列の相同性は確認できなかった。また、今年度はこれまでの研究成果を取りまとめ、以下の論文を投稿した。

- 1) ヤブツバキふくろもち病菌の新組合せ記載 (転属) について、10月14日に屋久島で採集したヤクシマツバキに発生したふくろもち病 (新宿主) の記録と併せて論文投稿中。
- 2) カンザブドウノキもち病菌の系統的位置について論文投稿中。

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

## 7 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・数理解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、2025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、 $\alpha, \beta, \mu, \nu \in \mathbb{R}$  をパラメータとし、 $e(s) = \exp(2\pi is)$  とおく。研究代表者らは、古典的な正則 Eisenstein 級数を（実数パラメータを挿入する形で）Lerch ゼータ関数  $\phi(s, \alpha, \kappa)$  の方向に拡張し、パラメータ  $z \in \mathfrak{H}^+$  ( $\mathfrak{H}^+$  は複素上半平面を表す) に対して、 $(1, z)$  を複素基底とする、(相  $\mu, \nu$  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  $F(s; \alpha, \beta, \mu, \nu; z)$  を新たに導入するとともに、 $z$  が扇状領域  $0 < \arg z < \pi$  内を  $z \rightarrow \infty$  となるとき  $z$  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・ $\zeta$  関数・ $\sigma$  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、 $\chi, \psi$  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、移行指標

$\chi_a(n) = \chi(a+n), \psi_b(n) = \psi(b+n)$  を定める。本研究代表者らは、正則 Eisenstein 級数のこの方向での定式化としてはほぼ最終形ともいえる、法  $(f, g)$  と相  $\mu, \nu$  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（複素半平面  $\operatorname{Re} s > 2$  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し、パラメータ  $z \in \mathfrak{H}^+$  が扇状領域  $0 < \arg z < \pi$  内を  $z \rightarrow 0$  及び  $z \rightarrow \infty$  となるとき  $z$  の完全漸近展開を導出した。結果は、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、現在、欧文学術雑誌に投稿中である。

#### [II] 多変数 Shintani 型ゼータ関数に付随した完全漸近展開：

複素  $d$  変数  $s = (s_1, \dots, s_d) \in \mathbb{C}^d$ 、複素  $d$  次元基底  $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_d) \in \mathbb{C}^d$  及び実数パラメータ  $\alpha \in \mathbb{R}_+^d, \kappa \in \mathbb{R}^2$  を有する Shintani 型ゼータ関数  $\phi_d(s, \alpha, \kappa; \omega)$  に関しては、本研究代表者により、Lauricella 型多変数超幾何関数を積分核に持つ Mellin-Barnes 型積分表示を経由して、Lauricella 型超幾何関数に関して成立する種々の微分公式、隣接関係式を、 $\phi_d(s, \alpha, \kappa; \omega)$  の様々な関係式に広範に移行できることが見出されている。更に、上記の Mellin-Barnes 型積分表示の垂直方向の積分路を、それぞれ左右に平行移動することで、base パラメータ  $\omega$  がそれぞれ減少・増大するときの「完全漸近展開」を導出することにも成功した。これらの漸近展開公式からは、 $\phi_d(s, \alpha, \kappa; \omega)$  の特異点集合の近傍における (Laurent 型) 展開公式や非正の整数格子点の近傍における極限公式の導出も可能であり、 $\phi_d(s, \alpha, \kappa; \omega)$  と特異点近傍の挙動解明に大きな前進が見られた。成果は、欧文論文 “Complete asymptotics for double Shintani zeta-functions of several variables and Lauricella hypergeometric functions” として、現在投稿準備中である。

## 8 多様体の構造説明： トポロジー・幾何学・特異点論による包括的アプローチ

文責 研究代表者 古宇田悠哉

プロジェクト期間：

2025年4月1日～2026年3月31日

### 研究成果

本研究プロジェクトでは、Heegaard 分解やハンドル体結び目、結び目不変量、欠陥構造のホモトピー分類などに関する多角的な研究を進めた。特に、Heegaard 分解の強既約性や Goeritz 群の有限性に関する図式的判定法の構築、Powell 予想の特定の場合での解決、結び目・ハンドル体の補空間の位相構造および結び目不変量の新しい構成法に関して成果を得た。これらは、低次元多様体の位相構造と対称性の理解を深化させるとともに、物理学的モデルへの応用可能性を示すものである。

### 研究代表者の出版論文（受理済）

R. Furutani, Y. Koda, Divides and hyperbolic volumes, *to appear in* Ann. Sc. Norm. Super. Pisa Cl. Sci. (5).

Y. Koda, Y. Tanaka, The Goeritz groups of  $(1,1)$ -decompositions, *to appear in* J. Topol. Anal.

S. Cho, Y. Koda, J. H. Lee, The Powell Conjecture for the genus-three Heegaard splitting of the 3-sphere, *to appear in* Proc. Amer. Math. Soc.

Y. Koda, M. Ozawa, Y.-S. Wang, Essential annuli in genus two handlebody exteriors, *to appear in* Algebr. Geom. Topol.

Y. Nozaki, D. Palmer, Y. Koda, Homotopy classification of knotted defects in bounded domains, Lett. Math. Phys. 115, 114 (2025)

Y. Koda, Y. Nishimura, Y. Sakamoto, Quantum enhancement polynomials associated with the canonical two-element tribracket, *to appear in* J. Knot Theory Ramifications.

### 研究代表者のプレプリント（投稿中）

Y. Koda, K. Takao, Diagrammatic criteria for strong irreducibility of Heegaard splittings and finiteness of Goeritz groups, arXiv:2402.06849.

M. Kobayashi, Y. Nozaki, Y. Koda, M. Nitta, Quantum Knots that Never Come Untied, arXiv:2410.07470.

Y. Koda, M. Ozawa, Y.-S. Wang, On symmetry and exterior problems of knotted handlebodies, arXiv:2506.06713.

Y. Nozaki, D. Hall, I.I. Smalyukh, Y. Koda, Analysis of Hopf solitons as generalized fold maps, arXiv:2507.14778.

S. Cho, Y. Koda, J.H. Lee, Reducing spheres and weak reducing pairs for Heegaard surfaces in the 3-sphere, arXiv:2509.24388.

### 研究代表者の発表（招待講演）

Y. Koda, Knotted defects in ordered media and their homotopy types, The 2025 International Conference of the Honam Mathematical Society, GIST, Gwangju (韓国), 2025年6月20日.

古宇田悠哉, 3次元多様体の Heegaard 分解の写像類群と Powell 予想, 先端数理科学研究センター談話会, 慶應義塾大学, 2025年8月8日.

Y. Koda, Criteria for strong irreducibility of Heegaard splittings and finiteness of Goeritz groups, 2026 Winter Mini Workshop on Low-Dimensional Topology, UNIST, Ulsan (韓国), 2026年1月15日.

(プロジェクトメンバー) 古宇田悠哉・石川 昌治  
磯島 司・上原 崇人  
勝田 篤・桂田 昌紀  
森藤 孝之

## 9 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

2025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 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2名にインターネット望遠鏡の画像を使ったVRプラネタリウムの改良と、スマート望遠鏡を用いた食変光星の観測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 学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2025（2025年7月20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とVRプラネタリウムの体験～」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。映像情報メディア学会東北支部賞を受賞した。

##### ② 青少年のための科学の祭典2025 鹿児島大会（2025年7月26～27日、鹿児島市立科学館）

「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。

##### ③ ダ・ヴィンチ祭2025（2025年8月2日、富山県立大学）

「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とVRプラネタリウムの体験を行った。

##### ④ 鶴岡サイエンスパークまつり2025（2025年11月1日、鶴岡サイエンスパーク）

「VRプラネタリウムで星空を見よう！」というテーマで出展し、VRプラネタリウムの体験を行った。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4回（2025年3月11～12日、東北公益文科大学）と第5回（2025年8月1日、富山県立大学）を開催した。

###### 2) トレーニングモード開発の外注

別府浩寿氏にトレーニングモードをVue.jsで作成するように外注した。現行のトレーニングモードに似た外観と動作をするように作成してもらった。

##### ② ハード面での活動

###### 1) 宮城教育大学設置の小型インターネット望遠鏡の開発

宮城教育大学設置の小型インターネット望遠鏡の状況を視察し、望遠鏡架台とルーフのINDIドライバー作成を行った。

#### IV 論文・学会発表

##### ① 第39回天文教育研究会（2025年8月5日、慶應義塾高校）にて「インターネット望遠鏡（<https://www.kitp.org/>）のトレーニングモードについて」（戸田晃一）というタイトルで口頭発表を行った。

##### ② 日本理科教育学会第75回全国大会（2025年8月23日、富山大学）にて「インターネット望遠鏡（<https://www.kitp.org/>）について」（戸田晃一）というタイトルで口頭発表を行った。

##### ③ 全国キャラバン 3 Questions 東北地区編（2025年8月23～27日）にて「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」（山本裕樹）というテーマでポスター発表を行った。

##### ④ K-12 ASTRO ASIA 2025（2025年9月1～4日、タイ・チェンマイ、オンライン参加）にて「Eyes on the Universe: “Internet Telescope Project” in Action」（戸田晃一）というテーマでポスター発表、「Innovating Astronomy Education via Internet Telescopes; Practice and Outreach」（戸田晃一）というテーマで口頭発表を行った。

##### ⑤ 日本物理学会第80回年次大会（2025年9月16日、広島大学）にて「インターネット望遠鏡のトレーニングモードについて」（戸田晃一）「インターネット望遠鏡を利用したVRプラネタリウムの作成」（山本裕樹）というタイトルで口頭発表を行った。

##### ⑥ 日本教育工学会2025年秋季全国大会（2025年9月27～28日）にて「インターネット望遠鏡プロジェクトについて」（戸田晃一）というテーマでポスター発表を行った。

##### ⑦ 天文教育2025年5月号に論文「インターネット望遠鏡の活動について」（山本裕樹、上田晴彦、櫛田淳子、戸田晃一、中西裕之、松本榮次）を掲載。

##### ⑧ 富山県立大学紀要 第36巻に論文「人生いろいろ、望遠鏡もいろいろ-8-」（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15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（2025年11月8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15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3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

## 10 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、速度場が駆動する水蒸気の過飽和度（パッシブスカラ）に関する直接計算（DNS）を $4096^3$ の格子点を用いて検証した。これほどの格子点を用いても、過飽和度の変動スペクトルには粘性低層による高波数域におけるバンプが影響し、2種類の $-5/3$ 乗則に起因する慣性領域を明瞭に観測することは困難であることを明らかにした。一方で、 $1024^3$ の格子点を用いたLarge-eddy simulation（LES）では、2種類の $-5/3$ 乗則に起因する慣性領域を明確に再現できた。このとき、2種類の慣性領域は、相緩和時間（phase relaxation time）と乱流時間（turbulence time）

の大小によって決まることを見出した。相緩和時間が無限大の場合は、乱流時間によって決定される通常のパッシブスカラの変動スペクトルとなるが、相緩和時間が短くなるにつれて、低波数側から相緩和に伴う別の $-5/3$ 乗則が現れる。また、スカラ変動の輸送関数を検討したところ、相緩和時間が減少するにつれて、輸送の絶対量が減少していくことがわかった。これまでの結果をまとめた論文を投稿した。

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

Hirromichi Kobayashi, Toshiyuki Gotoh, "Spectral LES Modelling for Passive Scalar with Phase Relaxation Time in Isotropic Turbulence", The 15th International ERCOFTAC symposium on engineering, turbulence, modelling and measurements (ETMM15), Dubrovnik, Croatia (2025.9.22-24)

（プロジェクトメンバー） 小林 宏充・後藤 俊幸

## 11 酸性温泉のメイオベントス研究

文責 研究代表者 鈴木 忠

### 研究背景

酸性温泉は生物にとって過酷な極限環境である。長崎県の雲仙温泉はそのような環境の一つで、温泉水はpH2という強い酸性を示すが、そこからオンセンクマムシ *Thermozodium esakii* Rahm, 1937 が発見されている<sup>[1]</sup>。この種は緩歩動物の2綱（真クマムシと異クマムシ）の中間的特徴を持ち、その1種のみで中クマムシ綱が設立された。しかし、そのタイプ標本は残されておらず、また再発見もされていない。そのため現在の分類学的では疑問種という扱いがされているが、ラームの研究姿勢からは結果が捏造されたとは考えられず<sup>[2]</sup>、多くの分類学者がその再発見を待ち望んできた<sup>[3]</sup>。これまでの再調査からは、残念ながらクマムシは未発見ながら、水温40℃でpH2という強い酸性温泉環境にもかかわらず、いくつかの節足動物、輪形動物、線形動物などが生息していることを確認している<sup>[4]</sup>。それらのうち、小型のワムシ *Lecane* sp. がつねに見つかっている。その形態は *Lecane solfatara* (Hauer, 1938) と非常に似ている。しかも興味深いことに、このワムシはスマトラ島北部の酸性温泉地帯からのみ発見された種だったのだ<sup>[5, 6]</sup>。雲仙とスマトラという遠隔の、よく似た特殊な環境に、非常に似た種が存在するという事例として、さらに詳しく研究する必要がある。

### 成果と展望

今回の再調査は2025年8月22日から26日にかけて行った。雲仙の野外に点在する多くの温泉で水温とpHを測定し、岩に付着する藻類や堆積物を採取した。宿泊施設に備わった working space において、試料を実体顕微鏡で観察し、中に含まれる微小動物を探した。ワムシの形態記載のためには生きた状態の画像を得る必要があるため、現地に微分干渉顕微鏡（Nikon L-Ke DIC）を持ち込み、試料から取り出したワムシの生体画像を取得

した。スライド標本作成のためにはホルマリンで固定・保存し、また、遺伝子解析用試料は99.5% エタノール中に回収した。今後、遺伝子解析を行なって記載論文を作成する予定である。

### 文献

- [1] Rahm G (1937) A new ordo of tardigrades from the hot springs of Japan (Furu-yu section, Unzen). *Annotationes Zoologicae Japonenses* 16: 345-352
- [2] Suzuki AC (2016) Specimens with an artifact appearing as 'three spines' in *Milnesium tardigradum* var. *trispinosa* Rahm, 1931 (Tardigrada). *Zoological Science* 33: 431-433
- [3] Grothman GT, Johansson C, Chilton G, Kagoshima H, Tsujimoto M, Suzuki AC (2017) Gilbert Rahm and the status of Mesotardigrada Rahm, 1937. *Zoological Science* 34: 5-10
- [4] Suzuki AC, Kagoshima H, Chilton G, Grothman GT, Johansson C, Tsujimoto M (2017) Meiofaunal richness in highly acidic hot springs in Unzen-Amakusa National Park, Japan, including the first rediscovery attempt for Mesotardigrada. *Zoological Science* 34: 11-17
- [5] Hauer J (1937) Die Rotatorien von Sumatra, Java und Bali nach den Ergebnissen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Teil I. *Archiv für Hydrobiologie, Supplements* 15(2): 296-384
- [6] Hauer J (1938) Die Rotatorien von Sumatra, Java und Bali nach den Ergebnissen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Teil II. *Archiv für Hydrobiologie, Supplements* 15(3): 507-602

(プロジェクトメンバー) 鈴木 忠

## 12 細胞の行動と認知 — 実例の分類・解析と概念的基盤の整備

文責 研究代表者 田中 泉吏

### 概要

本研究プロジェクトの目標①「細胞の行動と認知についての研究の妥当性の明示」および目標③「概念的基盤の整備」に関連して、認知概念の分析と認知概念の生命現象への適用方法に関する基礎論的論考や関連する成書を網羅的にサーベイし、本研究の理論的枠組みを準備した。また、目標②「細胞行動データベース (CBDB) の活用」および目標③に関連して、CBDBに蓄積された日本語の行動記述 (テキストデータ) を計算機 (PhysiCell) 上で実行可能な形式へ変換するパイプラインを構築した。具体的には、日本語記述をそのまま中間表現 (IR) の構造に対応させて項目ごとに整理・配置し、大規模言語モデル (LLM) を用いて英語の仮設文法へ変換する手順を確立した。

### 成果と今後の展望・計画

上記の研究成果の一部を日本分子生物学会で発表した。質疑応答では発生生物学者や再生医療 (iPS) 研究者など顕微鏡下で細胞を取り扱う実験研究者から、「細胞には個性があり同条件でも反応が異なる」、「迷い・選択しているように見える」といった観察実感が共有され、細胞の主体性という概念枠組みへの共感および細胞レベルのデジタルツイン等の医療応用への関心を得た。また、

細胞障害性 T 細胞 (CTL) が癌細胞を破壊するデータを用い、PhysiCell 上でシミュレーションし、CTL の腫瘍内部への侵入とドーナツ状破壊、全滅前の離脱パターンが出現することを観察した。次年度は IR 仕様の確定と LLM による変換の再現性・正確性の定量評価、計算機実装の本格化を進める。同時に、細胞に意思決定能力や心的状態を帰属させる研究者の擬人主義的態度を「認知生命科学」という新たな視点から擁護する可能性を探求する予定である。

学会発表：佐藤由紀子、金子洋之「細胞は何をしているのか？—行動記述の共通ルール化に向けた試み (What Are Cells Doing?: Toward rule-based representations bridging Cell Behavior Database and PhysiCell)」, 第48回日本分子生物学会年会, 横浜, 12月5日, 2025年.

論文：Manica-Cattani MF, Mânica da Cruz IB, Sato-Miyata Y, et al. (2025). Characterization of a Drosophila model to study functions of guarana seeds. *PloS one*, 20(7), e0328985

(プロジェクトメンバー) 田中 泉吏・佐藤由紀子  
金子 洋之

## 13 世界の大気・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：

2025年4月1日～2026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)

須田 芳彦 (自然科学研究教育センター訪問研究員)

### 概要：

世界の大気・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、世界の大気・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、大気・海洋大循環のメカニズムの解明及び気象・気候へのインパクト評価を目指す。

世界で大気・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を須田が行い、大気・海洋大循環のメカニズムの解明と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た比較解析を行った。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たが、黒潮・黒潮統流

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。ここまでの成果を査読付き論文として投稿した。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：

Komori, N., N. Sugimoto, K. Kumeta, H. Mori, Y. Miyamoto, N. Hirose, **An intercomparison of eddy-resolving ocean reanalyses in the western North Pacific**, *Journal of Oceanography*, submitted.

須田芳彦, アメダス地点における対象期間を揃えた10分間・1時間・日降水量のランキング, 天気, 日本気象学会, 72, (2025), p183-189.

Komori, N., N. Sugimoto, K. Kumeta, H. Mori, Y. Miyamoto, and N. Hirose: Intercomparison of eddy-resolving ocean reanalyses around Japan. Japan Geoscience Union Meeting 2025, A-CG36 Extratropical oceans and atmosphere; Oral; Makuhari Messe, Chiba, Japan, 2025年5月.

Komori, N., N. Sugimoto, K. Kumeta, H. Mori, Y.

Miyamoto, and N. Hirose: An intercomparison of eddy-resolving ocean reanalyses around Japan. International Workshop “Mid-latitude Atmosphere–Ocean–Ecosystem Interactions: Processes, Predictability, and Habitability”; Poster; Kyushu University, Fukuoka, Japan, July 2025

小守信正・杉本憲彦・久米田健人・森日桜葉・宮本佳明・広瀬直毅: 日本近海域における渦解像海洋再解析の相互比較. 日本海洋学会 2025年度秋季大会, 25F-08 中緯度海洋の気象・気候や生態系へ果たす役割; 口頭; 北海道大学 函館キャンパス, 2025年9月.

小守信正・杉本憲彦・久米田健人・森日桜葉・宮本佳明・広瀬直毅: 日本近海域における渦解像海洋再解析の相互比較. 日本気象学会 2025年度秋季大会, 専門分科会7: 気象庁第3次長期再解析 (JRA-3Q) と日本における今後の長期再解析の展望; 口頭; 福岡国際会議場, 2025年11月.

#### 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・小守 信正  
須田 芳彦

## 14 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：

2025年4月1日～2026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てきた。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を進め、査読論文を投稿した。また、あかつき後継ミッションとして計画中の小型衛星を用いた衛星間電波掩蔽観測について、観測システムシミュレーション実験 (OSSE) も試行し、査読論文を投稿した。さらに、高解像度計算によって金星大気中の自発的な重力波放射についての査読論文も投稿した。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6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、金星大気の現象の理解をさらに深めていく。

**主要成果：**

Sugimoto, N., Y. Fujisawa, H. Kashimura, N. Komori, T. Kuroda, M. Takagi and Y.-Y. Hayashi, **Spontaneous gravity wave radiation in the Venus atmosphere**, *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, submitted.

Fujisawa, Y., S. Murakami, N. Sugimoto, N. Komori, M. Takagi, T. Imamura, T. Horinouchi, G. L. Hashimoto, M. Ishiwatari, T. Enomoto, T. Miyoshi, H. Kashimura, Y.-Y. Hayashi, **ALERA-V version 1.0: an objective analysis dataset of the Venus atmosphere**, *Geoscience Data Journal*, submitted.

Sugimoto, N., Y. Fujisawa, T. Yamamoto, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, S. Ikari, Y. Kawabata, and T. Imamura, **Assimilation impact of the temperature on the super-rotation obtained by cross-link radio occultation measurements of the Venus atmosphere**, *Geoscience Letters*, minor revision.

Ando, H., K. Noguchi, T. Imamura, M. Takagi, N. Sugimoto, Y. Matsuda, S. Tellmann, M. Pätzold, R. K. Choudhary, M. Antonita, **Vertical propagation of Venusian thermal tides above and below clouds revealed by Akatsuki radio occultation**, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.130, (2025), e2025JE009165, doi.org/10.1029/2025JE009165.

**招待講演：**

杉本憲彦, 金星大気データ同化 (仮), 第27回 惑星圏シンポジウム, 東北大学青葉キャンパス, 宮城, 2026年2月 (予定).

N. Sugimoto, Y. Fujisawa, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, J. Liang, T. Miyoshi, H. Kashimura, Y.-Y. Hayashi, AFES-Venus & ALEDAS-V teams, **Spontaneous gravity wave radiation in geophysical fluid**, OIST-Keio Showcase Talk Series Vol. 8 “Science Meets Society: Twist, Flow, and Instability”, Keio University, Yokohama, Dec. 2025.

杉本憲彦, 藤澤由貴子, 小守信正, 高木征弘, AFES-Venus team, 金星大気中の波と平均流の相互作用, 2025年度日本海洋学会秋季大会, 北海道大学函館キャンパス, 函館, 2025年9月.

杉本憲彦, 藤澤由貴子, 小守信正, AFES-Venus & ALEDAS-V teams, 金星大気大循環モデル (AFES-Venus) を用いた最近の研究の紹介, 京都大学数理解析研究所 (RIMS) 研究集会「乱流と渦」, 京都大学, 京都, 2025年7月.

N. Sugimoto, Y. Fujisawa, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, J. Liang, T. Iwanaka, T. Miyoshi, H. Kashimura, Y.-Y. Hayashi, AFES-Venus & ALEDAS-V teams, **Challenge for the data assimilation of the Venus atmosphere (Keynote lecture)**, IMT-Atlantique & RIKEN joint Data Assimilation workshop, IMT Atlantique, Brest, France, Jun., 2025.

N. Sugimoto, Y. Fujisawa, N. Komori, H. Ando, M. Takagi, J. Liang, T. Iwanaka, T. Miyoshi, T. Imamura, S. Kuwayama, T. Matsushima, H. Kashimura, G. Hashimoto, Y.-Y. Hayashi, AFES-Venus & ALEDAS-V teams, **Recent improvements and results of AFES-Venus and ALEDAS-V**, Workshop “Variability and Stability of the Venus’ Atmosphere in Various Spatiotemporal Scales Inferred from Space Missions and Numerical Simulations”, International Space Science Institute, Beijing, China, Jun., 2025.

**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 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)

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 科学研究費助成金 基盤研究 C (25K07402)  
「データ同化を駆使した次期金星探査計画の最適化」藤澤由貴子 (代表) 杉本憲彦 (分担)

(プロジェクトメンバー) 杉本 憲彦・藤澤由貴子

## 15 産業微生物による有用物質生産の包括的な解析

文責 研究代表者 土居 志織

放線菌はどこにでもいる土壌細菌であるが、人間の手で生産することのできない複雑な化合物を生産することができる。これらの化合物の一つに抗寄生虫薬：イベルメクチンがある。この化合物は放線菌の一種：Streptomyces avermectilis から発見され、この功績により、大村智博士が2015年にノーベル賞を受賞された。

ところで、イベルメクチンのような微生物の作る特殊な化合物は二次代謝産物と呼ばれる。いわゆる「代謝」とは一次代謝のことであり、アミノ酸や糖などの生命活動に必須な代謝である。一方で、二次代謝は生存に必須ではない代謝で微生物や植物には存在するが、人間を含む多くの生物は持っていない。しかしながらこれらの二次代謝産物は医薬品や香料などとして我々人間の生活に不可欠である。

このような有用な二次代謝産物は非常に多種多様で複雑な骨格を持つ化合物であるが、合成の原料となるのはシンプルに全てアミノ酸や糖などの一次代謝産物である。すなわち、アミノ酸などの原料の供給を最適化『代謝フラックスの最適化』することができれば、より効率的に有用化合物を生産できる可能性がある。

そこで二次代謝産物生産に対する一次代謝産物の供給

を最適化すべく、種々の遺伝子を欠失、または増強することで、『代謝フラックスを最適化』し、より効率的な物質生産を目的として本研究を遂行した。

一次代謝経路には解糖系、ペントースリン酸経路、およびTCA回路が存在するが、解糖系および、ペントースリン酸経路中の主要な遺伝子についてその遺伝子破壊株を作成した。これらの破壊株に抗生物質 Streptomycin の生合成遺伝子を導入し、その生産量を定量した。その結果、グルコース 6-リン酸デヒドロゲナーゼ遺伝子の欠失が Streptomycin の生成を若干上昇させた。グルコース 6-リン酸デヒドロゲナーゼは、ペントースリン酸経路における、グルコース 6-リン酸から 6-ホスホグルクノラクトンへの変換を触媒する酵素である。これらのことから、グルコース 6-リン酸デヒドロゲナーゼ遺伝子の欠失により Streptomycin の生合成におけるグルコース 6-リン酸の供給量が増加したためと考えられた。今後は他の二次代謝産物についても同様に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

## 16 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（石垣島・西表島）に固有のコガタハナサキガエル *Odorrana usunomiyaorum* は、生息環境の悪化や生息地の縮小により個体群の存続が危惧されており、環境省レッドリスト（環境省、2020）では絶滅危惧IB類に分類されている。絶滅危惧種の保全を進めるうえでは、年齢構成や成長様式、さらには餌資源利用を含む生活史特性の把握が不可欠である。しかし本種に関する生態学的知見は依然として限られている。食性は生活史特性と密接に関連する重要な要素であるが、両生類は隠遁性が高く直接観察が困難であるため、他分類群と比較して研究例は多くない。本研究では2020年度よりコガタハナサキガエルの胃内容物分析を継続して実施し、その食性の概要を明らかにしてきた（Togane et al., 2023）。八重山諸島には本種と同属のオオハナサキガエルが分布し、一部個体群は常緑広葉樹林に囲まれた山地溪流上流域において同所的に生息している。同所的に生息する近縁種間の資源利用様式を明らかにすることは、種共存の仕組みを理解する上で重要で

ある。そこで本年度は、オオハナサキガエルの食性解明を目的として胃内容物分析を行った。石垣島および西表島の山地溪流において夜間踏査を実施し、捕獲個体から強制嘔吐法により胃内容物を採取した。内容物はエタノール固定後、実体顕微鏡下で同定を行った。計99個体を調査し、そのうち55個体から胃内容物が確認された。検出された被食物は有機物および無機物を含み、動物は7綱17目に分類された（図1）。それぞれの動物が捕食される頻度を比較するため、捕食していたカエルの個体数を被食動物の分類群別に集計した。その結果、昆虫綱を捕食していた個体の割合が最も高く、次いでクモ綱であった。目レベルではゴキブリ目、バッタ目の順で出現頻度が高かった。チョウ目およびハエ目は幼虫であり、ハチ目はアリ科のみが確認された。飛翔性昆虫の出現は認められなかったことから、オオハナサキガエルは沢沿い林床に生息する地表性節足動物を主要な餌資源として利用していると考えられた。今後はデータの蓄積を進めるとともに、コガタハナサキガエル

との食性比較を通じて資源利用の重複度を評価する予定である。

(プロジェクトメンバー) 戸金 大

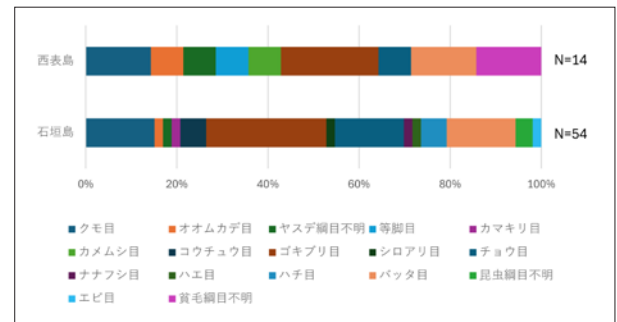


図1. 石垣島と西表島における各分類群の動物を捕食していたカエルの個体数割合。図中のNは胃内容から出現した動物数を示す。解析したカエルの個体数はそれぞれ、石垣島N=44、西表島N=11である。

## 17 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：

2025年4月1日～2026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・鷗沢 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 薫・宮本 朋和・安井 繁宏  
吉井 涼輔・横倉 諒・仇 澤彬 (Zebin QIU)  
Chandrasekhar CHATTERJEE,  
Matthew EDMONDS, Philip GLASS,  
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] “Fermionic domain-wall Skyrmions of QCD in a magnetic field,”  
Patrick Copinger, Minoru Eto and, Muneto Nitta, Zebin Qiu,  
To appear in JHEP, e-Print: 2512.22023 [hep-ph]

オープンアクセス

- [2] “Baryons as linked vortices in QCD matter with isospin asymmetry,”  
Yu Hamada, Muneto Nitta, Zebin Qiu,  
Published in: JHEP 02 (2026) 200 • e-Print: 2509.20844 [hep-ph]

オープンアクセス

- [3] “Holographic QCD matter: chiral soliton lattices in strong magnetic field,”  
Markus A.G. Amano, Minoru Eto, Muneto Nitta, Shin Sasaki,  
Published in: JHEP 02 (2026) 240 • e-Print: 2507.16897 [hep-th]

オープンアクセス

- [4] “Fractional instantons in 2d  $CP^{N-1}$  model and 4d Yang-Mills theory with 't Hooft twists,”  
Yui Hayashi, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi, Yuya Tanizaki,  
to appear in JHEP, e-Print: 2507.12802 [hep-th]

オープンアクセス

- [5] “Dislocations and crystallization dynamics of chiral soliton lattices,”  
Minoru Eto, Kentaro Nishimura, Muneto Nitta,  
Published in: JHEP 12 (2025) 164 • e-Print: 2506.16354 [hep-th]

オープンアクセス

- [6] “Chiral non-Abelian domain walls in the Ginzburg-Landau theory,”  
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta,  
Published in: Phys.Rev.D 112 (2025) 8, 085022 • e-Print: 2506.08819 [hep-th]

オープンアクセス

- [7] “Phase boundary of nuclear matter in magnetic field,”

- Yuki Amari, Muneto Nitta, Zebin Qiu,  
Published in: JHEP 10 (2025) 180 • e-Print:  
2504.08379 [hep-ph]  
オープンアクセス
- [ 8 ] “Glueballonia as Hopfions,”  
Yuki Amari, Muneto Nitta, Chihiro Sasaki, Kenta  
Shigaki, Satoshi Yano  
Published in: Phys.Lett.B 869 (2025) 139805 •  
e-Print: 2503.16810 [hep-ph]  
オープンアクセス
- [ 9 ] “Chiral non-Abelian vortex molecules in dense  
QCD,”  
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta,  
Published in: Phys.Rev.D 111 (2025) 7, 074013 •  
e-Print: 2501.18464 [hep-th]  
オープンアクセス
- [10] “Selection rules of topological solitons from non-  
invertible symmetries in axion electrodynamics,”  
Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura,  
Published in: JHEP 09 (2025) 082 • e-Print:  
2411.05434 [hep-th]  
オープンアクセス
- [11] “Domain-wall Skymion phase of QCD in  
magnetic field: gauge field dynamics,”  
Yuki Amari, Minoru Eto, Muneto Nitta  
Published in: JHEP 05 (2025) 037 • e-Print:  
2409.08841 [hep-ph]  
オープンアクセス
- [12] “Skymion crystal phase on a magnetic domain  
wall in chiral magnets,”  
Yuki Amari, Muneto Nitta  
Published in: Phys.Rev.B 111 (2025) 13, 134441 •  
e-Print: 2409.07943 [cond-mat.mes-hall]
- [13] “Tying Knots in Particle Physics,”  
Minoru Eto, Yu Hamada, Muneto Nitta  
Published in: Phys.Rev.Lett. 135 (2025) 9, 091603 •  
e-Print: 2407.11731 [hep-ph]  
オープンアクセス
- [14] “Domain wall networks as skymion crystals in  
chiral magnets,”  
Seungho Lee, Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Se  
Kwon Kim,  
Published in: Phys.Rev.B 112 (2025) 6, 064422 •  
e-Print: 2407.04007 [cond-mat.mes-hall]
- [15] “Creation of domain-wall Skymions in chiral  
magnets,”  
Sven Bjarke Gudnason, Yuki Amari, Muneto Nitta  
Published in: Nucl.Phys.B 1019 (2025) 117106 •  
e-Print: 2406.19056 [cond-mat.mes-hall]  
オープンアクセス
- [16] “Domain-Wall Skymion Phase in Dense QCD at  
Strong Magnetic Fields Using Leading-Order Chiral  
Perturbation Theory,”  
Minoru Eto, Kentaro Nishimura, Muneto Nitta  
Published in: Phys.Rev.Lett. 134 (2025) 18,  
181902 • e-Print: 2304.02940 [hep-ph]  
オープンアクセス
- 研究代表者のプレプリント（査読なし）**
- [17] QCD phase diagram in a magnetic field with baryon  
and isospin chemical potentials  
Yu Hamada, Muneto Nitta, Zebin Qiu,  
e-Print: 2602.11762 [hep-ph]
- [18] Creation of domain-wall skyrmions in chiral  
magnets with Landau-Lifshitz-Gilbert dynamics and  
demagnetization  
Sven Bjarke Gudnason, Yuki Amari, Muneto Nitta,  
e-Print: 2512.21880 [cond-mat.mes-hall]
- [19] Magnetic D-brane solitons: skyrmion strings ending  
on a Néel wall in chiral magnets  
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta  
e-Print: 2510.14689 [cond-mat.mes-hall]
- 研究代表者の発表（招待講演）**
- [ 1 ] “Vortices in neutron  ${}^3\text{P}_2$  superfluids in neutron stars,”  
東京工業大学原子核理論研究室 2025年12月22日
- [ 2 ] “Baryons as Vortices: From Baryonic Vortex Phase to  
Linked-Vortex Baryons in Dense QCD with Isospin  
Asymmetry,” Workshop on recent developments from  
QCD to nuclear matter, 2025, Dec17-20, Institute  
of Physics, Academia Sinica
- [ 3 ] “中性子星物性： ${}^3\text{P}_2$  中性子超流動,” 2025/Oct 29,  
U. of Osaka, RCNP  
研究会「量子多体系におけるスピン自由度の織り成  
すダイナミクス」
- （プロジェクトメンバー）新田 宗土

## 18 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

本プロジェクト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。

### 活動報告と謝辞

本年度の研究成果は以下にまとめる通りである。また、本研究の一部は科研費基盤研究（B）JP24K00630の助成を受けて実施した。

### 成果

#### 査読付き論文

1. Y. Aoki, K. Ishikawa, Y. Kuramashi, S. Sasaki, K. Sato, E. Shintani, R. Tsuji, H. Watanabe, T. Yamazaki, "Method for high-precision determination of the nucleon axial structure using lattice QCD: Removing  $\pi$ N-state contamination," Phys. Rev. D 112.7 (2025) 074510.
2. J. Nishimura, H. Watanabe, "Quantum decoherence in the Caldeira-Leggett model by the real-time path integral on a computer," JHEP 09 (2025) 197.
3. Y. Tanizaki, A. Tomiya, H. Watanabe, "Lattice gradient flows (de-)stabilizing topological sectors," JHEP 04 (2025) 123.

4. J. Nishimura, H. Watanabe, "Quantum Decoherence from Complex Saddle Points," Phys. Rev. Lett. 134.21 (2025) 210401.

#### 学会発表

1. 渡辺展正, "Quantum decoherence in the Caldeira-Leggett model by the real-time path integral on a computer," Meeting for Intersections of Nuclear and Other Researches (MINOR) 2026 (招待講演), Kobe U., Mar. 19, 2026
2. 渡辺展正, "Lattice Gradient Flows and Their Application to the 't Hooft Loop," Topology in Lattice Systems 2026, (招待講演), U. Tokyo, Feb. 11, 2026.
3. 渡辺展正, "SU(N)<sub>k</sub> 格子ヤンミルズ理論のハミルトニアン形式における非自明な連続極限," 日本物理学会第80回年次大会, 広島大, 口頭, 2025年9月17日
4. "New explorations in lattice gauge theory -- 't Hooft loop and partial deconfinement," 離散的手法による場と時空のダイナミクス2025, (招待講演), 明治学院大, 口頭, 2025年9月8日

(プロジェクトメンバー) 早田 智也・渡辺 展正

## 19 ファージを用いた抗ウイルス免疫誘導の確立

文責 研究代表者 藤猪 英樹

### 概要

本研究ではファージの感染症ワクチンとしての有用性を明らかにすることを目的とする。方法の概略は、ファージディスプレイ法を応用して独自に作成したファージを、新規感染症ワクチンとしてインフルエンザウイルス感染を対象にその効果を検討する。今回用いる M13ファージワクチンの設計方法はファージディスプレイ法の延長線上にあり、構造予測などの最新技術との親和性も高く広範なワクチンデザインに応用できるため、インフルエンザウイルス感染症を対象としたプロトタイプワクチンの確立を目指す。インフルエンザウイルスの主要なスパイク蛋白であるヘマグルチニン (HA)

をワクチン抗原として研究を推進し、mRNA ワクチンに代わる担体として利用できる可能性を高め、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

今年度は、3 者でのメール打ち合わせに加え、徳島大学村上准教授の研究室にて、ファージ作成・回収の効率化について改善を行った。

(プロジェクトメンバー) 藤猪 英樹・村上 明一  
橋口 周平

## 20 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、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、そしてさらに、EVs の主要な供給源は体腔細胞が産生する血小板様の無核断片であることを見出した。そこで本研究では、体腔細胞が形成する無核断片と細胞外小胞のプロテオームを解析することで、体腔細胞による無核断片の形成を介した細胞外小胞分泌過程と、哺乳類の血小板形成機構及び血小板による細胞外小胞分泌過程との類似性を検証した。

先行研究で取得していた体腔細胞、無核断片、および EVs のプロテオームを詳細に解析したところ、我々の予想に反して、未感作の無核断片のプロテオームは体腔細胞に由来するにも関わらず免疫細胞様の特徴をほとんど示さなかった。その一方で、細胞外マトリックスの再組織化や各種代謝経路の調節といった、個体の恒常性維持に寄与するような機能アノテーションを有意に濃縮した。非常に興味深いことに、serotonergic synapse や GABAergic synapse など、神経機能に関するアノテーションが数多くヒットした。免疫刺激後の無核断片では、予想通り、免疫応答に関連する機能アノテーションが増加した一方

で、シナプス構造の組織化や神経伝達物質に AA によるシグナル伝達など、神経機能に関するアノテーションがさらに増加した。同様に、免疫刺激後の無核断片に由来する EV のプロテオームにおいても、免疫関連に加え、神経機能に関するアノテーションが多くヒットした。

近年、血小板と免疫細胞との間のコミュニケーションが、前シナプスと後シナプス間の相互作用に非常に良く似ていることが注目されている。実際、血小板顆粒には多くの神経伝達物質が含まれ、その構造は前シナプス小胞に似ているだけでなく、両者はほぼ同一のメカニズムで分泌される。無核断片から同様の機能アノテーションが得られたという事実は、無核断片がヒトデの広大な体腔の中で神経細胞のように機能することで、効率的な細胞間コミュニケーションを司っている可能性を推測させる。今後は、無核断片や EVs が実際に神経細胞様の機能によって全身の恒常性維持に寄与しているかを解析していく予定である。

#### 論文発表

Minakata, K., Taguchi, M., Tame, A., Kuraishi, R., Furukawa, R. Platelet-like anucleate cell fragments mediate wound healing and immune response in the sea star *Patiria pectinifera*. *J Immunol*. 215(1), vkaf246 (2026)

#### 学会発表

南方宏太, 田口瑞姫, 亀谷匠郁, 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細胞断片のプロテオーム解析. 第36回 日本比較免疫学会. 2025年8月29日. 口頭発表

(プロジェクトメンバー) 古川 亮平・松本 緑

## 21 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

#### 概要

近年多くの組織透明化手法が開発されているものの、対象は固定胚に限られている。一方、透明化せずとも驚くほど透明な生物は存在する。透明な生物を透明にする機構がわかれば、生体を生きたまま透明にする技術の開発に役立つ。しかしながら、このような生物の透明さを体系的に理解するための研究はなされていない。これまでにナツメボヤ科のホヤ胚はおしなべて驚くほど透明で

あることを見出した (Shito et al., 2020)。ホヤ類のうちナツメボヤ科のみが透明であるということは長い進化過程においてナツメボヤ科間で透明性進化に必要な遺伝的変異は共有されているはずである。ナツメボヤ科の全ゲノム配列は申請者らによってすでに1種決定されており、他種ホヤとのゲノムワイドな比較が可能である。そこで本研究では東北以北に住むヨーロッパザラボヤおよび沖縄に生息する *Phallusia nigra* の全ゲノム配列、トラ

ンスクリプトーム、メタボローム等の情報を整理し、進化的背景探索のための基盤づくりを行う。

#### 成果・今後の展望・計画等

ナツメボヤ科 *Phallusia philippinensis* 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、精巢より高い純度の DNA を抽出することに成功し、PacBio による DNA 配列決定により全ゲノム配列データを得た。推定ゲノムサイズや倍数性解析結果に基づき最適なアセンブルプログラムの選定を行い、最終的にゲノムサイズは 150.2Mb で、407本のコンティグから構成され、N50 は 909kb、GC 含量は 42.0% であった。5 種類の器官および 9 つの異なる胚発生段階から得たトランスクリプトームデータを用いて遺伝子モデルを構築し、20,928 遺伝子を同定した。BUSCO 完全性スコアは 88.6% と高い水準を示した。UniProt および RefSeq データベースを用いて 16,507 遺伝子に機能アノテーションを付与した。

1) 発表等：口頭発表 2 件、ポスター発表 1 件、論文投稿 1 件

- ① 紫藤拓巳, Jayakumar Vasanthan, 西辻光希, 西辻淑恵, 河合思聞, 宮坂駿佑, 岡浩太郎, 榊原康

文, 堀田耕司：ヨーロッパザラボヤのゲノム解読および近縁な被囊類の遺伝子モデル作成による比較解析基盤の構築, 日本動物学会第 96 回名古屋大会, 2025 年 9 月 4 日

- ② 紫藤拓巳, Jayakumar Vasanthan, 西辻光希, 西辻淑恵, 河合思聞, 宮坂駿佑, 岡浩太郎, 榊原康文, 堀田耕司：ヨーロッパザラボヤのゲノム解読と尾索動物の包括的ゲノム DB 構築の試み, 第 7 回ホヤ研究会, 2025 年 11 月 8 日
- ③ 高田晨生, 堀田耕司：ナツメボヤ科ホヤノックアウト実験系のための基盤構築, 日本動物学会関東支部第 78 回大会, 2026 年 3 月 14 日 (発表予定)
- ④ Genomic and transcriptomic resources for the tropical ascidian *Phallusia philippinensis*: Shunsuke O. Miyasaka, Takumi T. Shito, Noburu Sensui, Euichi Hirose, Kotaro Oka and Kohji Hotta (投稿中)

#### 2) 今後の展望・計画

今回整備した遺伝子基盤を用いて今後メタボロームまたはプロテオーム解析をすすめる。

(プロジェクトメンバー) 堀田 耕司

## 22 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 GWW 相転移を別の視点から調べるために、元々ユニタリー行列で記述されていた理論を、シュア・ワイル双対性を用いて対称群の理論に書き換え、ヤング図の統計現象として捉え直した。特に、ユニタリー行列模型としては厳密な解が得られていたサイクルグラフ上の FKM 模型は、双対側のヤング図の模型としても厳密に解くことができ、GWW 相転移がヤング図の極限形状 (limiting shape) が、ゲージ群のサイズに応じた頭打ち現象を起こす転移として明確に理解できた。この現象は、オリジナルの GWW 模型に関しては指摘されていたが、より広いクラスの厳密に解ける模型で明確に示されたことに意味がある。また、ヤング図の形状変化として理解されたことによって、GWW 相転移が BE 凝縮と同じ種類の現象であることも示唆された。

### 学会等発表

離散的手法による場と時空のダイナミクス「ヤング図から見た FKM 模型の GWW 相転移について」2025 年 9 月 9 日, 明治学院大学

(プロジェクトメンバー) 松浦 壮・小林 晋平  
杉野 文彦

## viii. 教 育

### 1 2025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）、小熊 祐子  
（スポーツ医学研究センター）、久保田真理  
（医学部）、寺沢 和洋（医学部）、土居 志  
織（法学部）、若澤 佑典（文学部）

#### 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、「2025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40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40名程度とした。学部のバランスをとって選出し、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、サマーキャンプでの提言も参考にして、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 木曜6時限 18:15～19:45 来往舎1階シンポジウムスペース

5月15日は、ガイダンスとして、伊藤公平塾長からの挨拶に始まり、奥田暁代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、蟹江憲史氏と国谷裕子氏から塾生会議でSDGsに取り組む学生への期待について話があった。この日はガイダンスに加えて、ワークショップとして、環境省から塚原沙智子氏を招いてSDGsゲーム「2030SDGs」を実施した。塾生会議メンバーによる2030年の姿をシミュレーションし、

実感が湧くとともにこれからの塾生会議へ取り組む意欲が高まった。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日は経済をテーマに吉高まり氏から循環経済を活かしながら自然再興と炭素中立の調和を図る社会への移行について、5月29日は環境をテーマに平田仁子氏から気候変動の現状と政策動向について、6月5日はパートナーシップをテーマに前野隆司氏からウェルビーイングな世界をいかに作るべきかについて、6月12日は社会をテーマとして宮本太郎氏から社会保障の信頼をどう回復するか？「交差点型」の社会へという内容で、講演をいただいた。これらの講演は録画され、慶應チャンネルYouTubeにて公開した。6月19、26日は参加教員の土居志織氏、久保田真理氏、寺沢和洋氏、小熊祐子氏より、ご自身の研究教育とSDGsの関係についてのミニレクチャーの後、環境・社会・経済・パートナーシップの4つのカテゴリーに分かれて、2050年に目指す未来の姿について、グループディスカッションを実施。7月3日も、大きな目標を考えるために、目指す未来についてグループディスカッションをし、各グループのアイデアを発表した。グループメンバーが毎回変わるように、ランダムにグループを構成した。

#### ・サマーキャンプ：8月29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た。冒頭の伊藤塾長の挨拶に始まり、蟹江憲史氏のミニレクチャーを実施。その後、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、蟹江憲史氏、山内慶太常任理事、岡田英史常任理事、一貫教育校の教諭、岡本昌樹所長から講評を返答した。引率として来ていただいた各校の教諭と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4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。ここでの提言は秋学期の提言作成に活用された。

・秋学期：10月2日～12月11日 計8回 木曜6時限  
18:15～19:45 来往舎大会議室  
12月18日 提言発表 18:15～20:30 藤原洋記念  
ホール

春学期に検討した目標に基づいて、環境・社会・経済・パートナーシップの4つのカテゴリーに分かれての議論を行った。今年度は、8グループを上限とした。結果として、いくつかの提言を取捨選択したり、並列化したり、より練れられた提言となった。K-LMS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質問を受け付けた。今年は、多くの質問や外部への連絡のためにメール文のチェック依頼があり、活発に K-LMS が利用された。提言作成のために、管財部、協生環境推進室、塾員センター、入学センター、グリーンズマルシェの方々から情報提供や協力をいただいた。蟹江憲史氏から Beyond SDGs の取り組みの様子、国谷裕子氏から SDGs が国

連で採択されるに至った国内外の情勢について再考するミニレクチャーも行われた。提言発表は、一貫教育校からの発表はなしとしたが、聴講は可能とした。いくつかの学校から児童・生徒の参加があり、大学生になったらどうしたら、あの舞台で発表できるかと積極的な質問も受けた。大学生の提言発表は、グループごとに5分発表、2分質疑、1分交代とした。8グループに限定したことで、提言発表は、20時には終了した。その後、グループ写真ならびに集合写真を撮影した。発表されたスライドや写真は2025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、4つの提言が、目標・ターゲットの一部採用、1つの提言がプロジェクト化してさらに検討に選ばれた。プロジェクトは、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、4月からプロジェクトとして実行していくことになる。

(小林 宏充)

## 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、VRinkai) の OBAKE 傘下の教材を開発している。とりわけ VRinkai は現在、学部に加え、系列校の中高でも活用されており、分野横断的かつ学習段階横断的な教育展開が実現されている。本年度は、OBAKE の中核教材である VRinkai を対象に、さらに教育プラットフォームとしての可能性を強化すべく、1) WEB ブラウザ版から iOS 版への移行、2) 複数学部多目的対応の教材機能拡張、3) 対象層の拡大に向けた多言語化、4) 新 VRinkai の授業実践および教育効果の検証を行った。

1. WEB ブラウザ版から iOS 版への移行：現行の VRinkai ブラウザ版では授業時間外での利用が技術的に難しく、学習機会が限られてしまうこと、ブラウザの使用が制限されている授業では、現行の VRinkai では授業使用すらできない状況にあることなどの制約があった。これらの問題を解決するために、iOS アプリ化を進めた。iOS 化にあたり Apple での厳しい審査基準に対応するため想定外に時間がかかったものの、これらの問題を解決し iOS 版 VRinkai の正式公開 (2025年11月公開) に至った。本改修により、端末依存性の低減、生物画像の即時登録機能の実装、インターフェースへの刷新、オリジナルキャラクターや音声導入による親和性向上が実現し、教育教材として

の完成度が飛躍的に向上した。

2. 複数学部対応の教材機能拡張：動物画像を取得する際に、撮影日時や GPS 情報を自動抽出し、生物画像と紐づけて登録する機能を実装した。これにより、従来の形態学的・解剖学的・分類学的情報に加え、撮影地点や環境条件といった生態学的情報も同時に統合的に扱うことが可能となった。すなわち、生物個体の「形」だけでなく、「どこで・いつ観察されたか」という空間的・時間的文脈を含めてデータを蓄積できる体制を整備したことで、分野横断的な学習展開が可能となり、探究学習への発展性が大きく高まった。さらに、微小生物データの 3D 可視化機能の実装に向けて、顕微鏡スタック画像や高解像度画像データの取得・整理を進めた。ツルグレン装置を用いた土壌生物調査などの野外実習と連携することで、土壌中の微小生物や単細胞生物、ベントスといった、通常の野外観察では見過ごされがちな生物群も教材対象に組み込む体制を整備した。これらの拡張により、学生は可視的な大型生物だけでなく、生態系を支える多様な微小生物群にも目を向けることが可能となり、生物多様性を構造的に理解した上で探究活動を展開できる教育基盤が構築された。

3. 対象層の拡大に向けた多言語版の開発：留学生を含む全塾生が使えるように昨年度に引き続き VRinkai 英語版機能の構築とその充実を図った。生物種名はもとも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

自動生成される生物分類課題ゲーム、WEB インターフェースをマニュアル作業で英語化した。現在、アプリのトップページにて言語切替えを可能とする機能を実装中である。

#### 4. 授業実践および教育効果検証：新 VRinkai を慶應の学内の授業や未来先導基金での活動と連携し、日吉の森における実習（6月および11月）を中高大合同で実施し、その効果を検証した。

以上の OBAKE プロジェクト活動の成果をまとめ、一貫校ワークショップにて発表した。また、成果を査読付き論文としてまとめ投稿中である。2026年3月にはさらなる VRinkai コンテンツ拡充のため、生物多様性の高い石垣島をフィールドとし、専門家協力のもと陸上生物データを収集する予定である。現在のところ VRinkai ユーザー登録者数は1462名（うち一貫校生徒数995名、大学＋一般利用者467名）、登録生物計2236件（2026年2月21日現在）となった。

本活動遂行のために専門知識のあるポスドク1名・大学院生6名・学部生3名をアルバイト雇用した。

#### 成果・今後の展望・計画等

##### 1) 発表等：①②口頭発表2件、③論文投稿1件、④アプリ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13回）  
2025/11/29 日吉キャンパス 来往舎2階大会議室

##### ②（口頭発表）紫藤拓巳・戸塚望・上田理名・猿渡敏郎・堀田耕司：生物分類ゲーム VRinkai の水族館への応用可能性について、東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 第11回水族館シンポジウム、 2025/12/16

##### ③（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：系統分類を通じた生物多様性のオンライン教材「VRinkai」の開発と中等教育における実践

##### ④ iOS 版 VRinkai : <https://apps.apple.com/jp/app/vrinkai/id6755186459>（2025年11月公開）

##### 2) 今後の展望・計画

念願であったiOS版への移行は、本教育プログラムの持続性の観点から極めて重要なマイルストーンとなった。アプリ化により、時間・場所・学年といった従来の制約を受けることなく利用できる環境が整い、さらに言語設定機能の実装によって、年齢や国籍を問わず、より多くの塾生が本プログラムの教育的価値を享受できる体制が確立された。

今後は、iOS版VRinkaiアプリを日常的に持ち歩ける教材として発展させることで、地球規模での生物多様性をより身近に実感できる学習環境を構築していきたい。加えて、学外および海外の学校との協働を視野に入れ、多文化的な自然教育を実践するための基盤として拡張を目指す。そのため、現在は他校のデータベースを閲覧する機能にとどまっているが、今後は交流機能を追加することで、オンライン上での国際教育交流を実現できるツールへと発展させる。無脊椎動物をはじめとする多様な生物群に目を向けることは、生物保全の観点からも極めて重要であり、VRinkaiを通じてこうした視点を教育活動に体系的に組み込むことが可能となる。今後、VRinkaiは生物多様性や分類学の理解を深める単なる教材にとどまらず、生態学や保全生物学への意識を涵養する教育基盤としての発展が期待される。

#### 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・准教授）

ポスドク1名・大学院生6名・学部生3名

### 3 第13回 一貫教育校との連携ワークショップ

日時：2025年11月29日（土）15:00～18:55

場所：日吉キャンパス 来往舎 大会議室

#### <プログラム>

《司会：内山 正登（中等部教諭／理科）》

15:00 開会の挨拶

久保田真理（前一貫教育校との連携委員長，医学部  
准教授／化学）

15:03 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 —— 進化 ——

[話題提供]

15:20 「小学生に進化を理解させるための『進化ゲーム』  
の試行」

須黒 達巳（幼稚舎／理科）

15:50 「地学担当者の立場で『進化』を考える」

杵島 正洋（塾高教諭／地学）

16:15 「進化を教える上での『適応』と『正解』の問題」

南方 宏太（志木高教諭／理科）

16:40 「子は親から生まれる」

鈴木 忠（医学部准教授／生物）

<休憩10分程度>

《司会：古川 亮平（文学部准教授／生物）》

#### 【第2部】一貫校との連携

17:15 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）

藤澤 侑典（湘南藤沢中高等部／理科）

17:40 総合討論・意見交換・来年度の連携 WS

18:10 山内理事からのお言葉

山内 慶太（常任理事）

18:15 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13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。その後、コロナ禍での見送り、再開後は別の題材で開催し、昨年度からようやく決定した形のワークショップ開催を行っている。「理科における基礎的な概念の教授法の共有」のテーマは、昨年度のワークショップで決定した「進化」であった。

第一部では、「理科における基礎的な概念の教授法の共有——進化——」について、幼稚舎、塾高、志木高、大学から話題提供があった。

幼稚舎の須黒君の発表では、まず、小学生の「進化」のイメージがポケモンそのものであることが紹介された。小学校教員が理科教育における専門性と伝わりやすさの両立について課題を共有したうえで、6年生向けに開発した「進化ゲーム」が紹介された。このゲームでは、島に漂着したバッタの突然変異と自然選択をサイコロで表現し、進化が“個体ではなく集団に起こる”という本質的理解を促す構成となっている。適応・淘汰・環境変動などの概念を体験的に学べる教材となっている。また、捕食者や産卵数の要素も取り入れ、外来種問題とも接続可能である点が示された。抽象概念を体験化する授業デザインの重要性が再認識された。

塾高の杵島君は地学（特に層序分野）が専門で、化石を用いて地質時代を区分する研究を長年行ってきた立場から「進化」をどのように扱うかを解説した。地学では化石の産出範囲や大量絶滅を手がかりに、生物界の大きな変化を理解する。講義では、過去の気候変動や酸素量の急変、大陸分裂や火山活動が生物の栄枯盛衰に与えた影響を説明している。進化は「環境に適応しようと生物が努力した結果」ではなく、存在していた多様な形質の中から環境が選択したものであると話された。古生物学の視点から、環境激変と生物多様性の変遷を結びつけて理解する重要性についても示した。

志木高の南方君は、まず、高校生でも「進化」をポケモンのような成長・変態として誤解する例が多く、目的論的な進化観（環境に合わせて意思で変わる等）も根強いことが紹介された。授業では、進化を結果論として捉える自然選択の視点を重視し、誤概念をあらかじめ否定してから正しい理論を提示している。その結果、基礎理解を問う小テストでは高い正答率を得られたが、人間の老化と進化を結びつけた応用問題では理解が不十分であることが判明した。大人も子どもも経験と結びつかない推論は苦手であり、身近なヒトの話を重視した方がいい、曖昧で正解がないことこそが生物の本質なのではないかと指摘された。

大学からの話題提供は鈴木君が行った。医学部学生向けの生物・進化学の授業として、生物多様性や進化論の基礎に加え、歴史的な学説の変遷を紹介した。特に、アリストテレス以来続いた自然発生説が19世紀まで信じられていた背景を各時代の研究者の考え方とともに解説した。また、ダーウィン以前の進化論（ラマルクなど）や細胞説成立の混乱を示し、科学知識が試行錯誤の積み重ねで進歩してきた点を強調した。細胞分裂の初期の観察例や科学史資料を取り上げ、定説ができるまでの議論と誤解の歴史を学生に伝える意義を述べた。授業では、最後に、ダーウィン『種の起源』の締めくくりの一節を引用し、生命進化の壮大さを伝えているという話もあった。

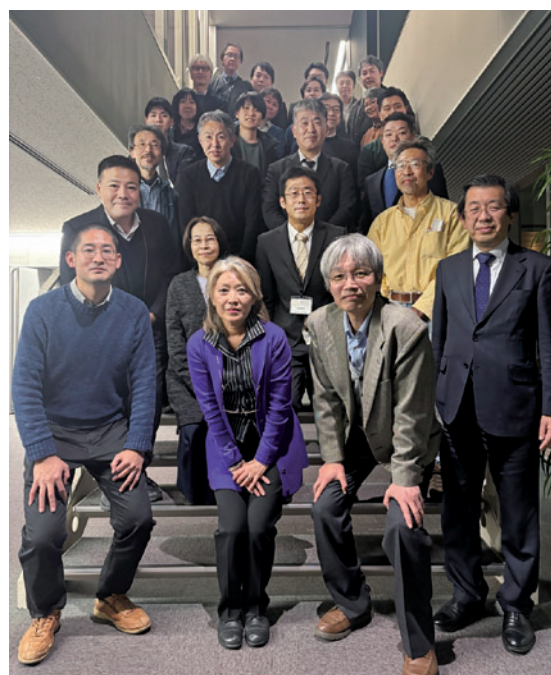
第二部は一貫校との連携事例として、大学の堀田君とSFCの藤澤君が共同で発表を行った。堀田君らが開発したバーチャル野外実習プラットフォームについて、一貫教育校で使用している事例が昨年に続いて紹介された。このプラットフォームの構築には、自然セから申請した日吉教育活動等支援予算（旧教育・研究調整予算）も使われており、2022年度の本ワークショップでオンライン教材として紹介され、一貫教育校教諭が興味を持ち、実際に一貫教育校でも利用されている。「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」の代表例であり、まさに、一貫教育校と大学自然科学研究教育センターが連携して効果のある教育を行うことができ、自然セの「一貫教育校との連携」が実を結んだものといえる。今回は、第一部の「進化」という概念の教授法ともからめての発表であった。進化・分類・発生の関係性について、まず、地球上の生物多様性を体系的に理解するためには分類学が不可欠であり、進化はそのパターンに時間軸を与える概念であるとの話があった。生物の体系的な理解には、若いうちに実際の生物に触れる経験が重要である点を述べた。さらに、バーチャル臨海実習を発展させた生物多様性教育プラットフォームの開発、iOSアプリ版の公開についても報告があった。2024年度には普通部と協働し、現地での生物採集・登録を取り入れた実習を実施し、2026年度も今年度に続いて未来先導基金の採択が決まり、今後、一貫校と連携したプログラム展開を目指すことが説明された。藤澤君との協働によるSFC中高等部・普通部との野外調査実習の概要も紹介された。

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、多くの一貫教育校の教員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、30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」のテーマについても意見交換し、「巨視的視点・微視的視点」と決定した。

#### 参加者：

山内 慶太（常任理事）・柊原 礼士（幼稚舎）  
 須黒 達巳（幼稚舎）・細谷 礼子（幼稚舎）  
 内山 正登（中等部）・藤澤 侑典（SFC中高）  
 杵島 正洋（塾高）・福田 悠人（塾高）  
 磯部 和宏（女子高）・古川 創一（志木高）  
 南方 宏太（志木高）・岡本 昌樹（文学部・化学）  
 亀谷 匠郁（文学部・生物）・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）・杉本 憲彦（法学部・物理）  
 久保田真理（医学部・化学）・鈴木 忠（医学部・生物）  
 寺沢 和洋（医学部・物理）・藤猪 英樹（医学部・生物）  
 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（理工学部ポスドク）  
 水門 善之（大学院SDM研究科）  
 松本 緑（自然セ・訪問学者）・坂爪あや子（事務局）



（久保田真理）

## 4 未来先導基金

### 「生物実習教材 VRinkaiJr を活用した SDGs への取り組み」

#### 概要

これまでに生物学教育のオンライン化の試みの一つとして動物系統分類学実習等で行われる生物の採集・同定・系統分類が疑似体験できるオンライン教材 VRinkai を構築した（2020-2024年度日吉教育活動等支援予算）。本プラットフォームは単なる画像データベースではなく、塾生全体の生物多様性に対する正しい系統分類学的理解、生物多様性保全への関心を促すことができる学習教材である。本活動では大学において教育実績のある VRinkai を一貫校における教育活動において活用し、「生物の分類や進化、多様性への興味関心と理解を醸成すること」を目的とした。一貫校全体を含めた特色ある教育活動として持続的なものにするため大学と一貫校との実習を実現させる。また、開発部門では様々な得意分野を学生が活かし、教育実践部門からのフィードバックを基に VRinkai の機能向上をはかった。

#### 成果・今後の展望・計画等

今年度は実施場所の変更に対応し、日吉キャンパスを核に中高大連携の野外実習モデルを構築した。踏査を2回実施（6/4：90分・4名、6/6：90分・11名）して安全・導線・運用上の改善点を整理し、「採集→観察→分類→比較解析→記録共有」まで一貫した実習設計を整備した上で、大学と一貫校で連携した2日間の「日吉の森実習」（11/2-11/3）を実施（中高生等18名、大学TA7名、専門家2名）した。ツルグレン装置を用いた土壌生物を含む調査から多様性の定量比較まで到達し、VRinkai/VRinkaiJr への登録を進めた。並行してVRinkai の自動登録機能（撮影日時・位置情報等）やUI改善、iOS化を進め、授業外も含めた活用基盤を強化し、学内WSでの発表（11/29）と論文投稿で成果を発信した。

1) 発表等：口頭発表2件、WEBアプリ2件、論文投稿1件

#### \*ワークショップでの発表

堀田耕司および藤澤侑典がそれぞれ発表：「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13回）2025/11/29日吉キャンパス 来往舎2階大会議室

#### \*WEBサイトなど

<https://chordate.bpni.bio.keio.ac.jp/VRinkai/Latest/top.html> [WEBブラウザ版VRinkai]

<https://apps.apple.com/jp/app/vrinkai/id6755186459> [iOS版VRinkai]

#### \*冊子等発行物など

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：系統分類を通じた生物多様性のオンライン教材「VRinkai」の開発と中等教育における実践「環境教育」（投稿中）

#### 2) 今後の展望・計画

今後は運用知見を反映して日帰り企画の拡充や複数フィールド展開、専門家講演の充実を図り、条件が整えば海編も含む陸海統合型プログラムへ発展させる。

#### 主な事業執行部署・参加者：

堀田 耕司（理工学部・准教授）・戸金 大（経済学部・准教授）  
藤田 稜介（普通部・教諭）・矢澤 和明（普通部・教諭）  
藤澤 侑典（湘南藤沢中等部高等部・教諭）  
内山 正登（女子高等学校 中等部・教諭）  
一貫校中・高・大・ポストク学生

## ix. 社会貢献

### 1 サイエンス・カフェ

自然科学研究教育センターでは、サイエンス・カフェを年1～2回程度開催しています。これは一般市民の方と自然科学について、飲み物を片手に気楽に語り合うことをめざしています。講演会とは異なり、科学者と一般市民の間で積極的なコミュニケーションを行い、自然科学に対する相互理解を得ることが目的です。

対象者：どなたでも（塾生・慶應義塾教職員・一般の方）

#### 第27回サイエンス・カフェ

日時：2025年7月26日（土）13:30～15:00

場所：日吉キャンパス

演題：息するイクラ!? ～人工イクラを作って微生物の呼吸を観察しよう～

講師：土居 志織（慶應義塾大学法学部化学教室専任講師 センター所員）

対象：小学3年生以上

（小学生の場合は必ず保護者同伴）

参加者：32名

2025年7月26日（土）13時30分より、日吉キャンパス第2校舎にて、第37回サイエンス・カフェが開催され、15組32名が参加しました。今回は「息するイクラ!? ～人工のイクラを使って、微生物の呼吸を観察しよう～」と題し、体験型のイベントで参加者は自然科学の面白さに触れました。

自然科学研究教育センターでは、一般市民の方と自然科学について気楽に語り合うことを目的として、年1～2回、サイエンス・カフェを開催しています。サイエンス・カフェは、従来の講演会形式とは異なり、科学者と一般の方々が双方向にコミュニケーションをとりながら、

自然科学への理解を深めることを目指すイベントです。

今回は、小学3年生以上を対象に、前半は微生物の呼吸についての講義を行い、後半には実験を通じて理解を深める構成で実施しました。実験では、海藻のネバネバ成分であるアルギン酸ナトリウムなどを用いて人工の「イクラ」を作製し、その中に酵母菌を封入して水中でのアルコール発酵を観察しました。酵母菌が呼吸を行うことで、人工のイクラが水中に浮かび上がる様子を観察することで、目に見えない微生物も私たちと同じように「食べて、息をして、生きている」ことを、実感できたのではないのでしょうか。

参加者からは、多くの質問が飛び交い、講師との活発なやりとりが交わされました。「楽しかった」「理科がもっと好きになった」「また参加したい」といった声が多数寄せられ、本イベントの意義と反響の大きさを感じることができました。

今後も自然科学研究教育センターでは、講演会、シンポジウム、サイエンス・カフェなど、多様で楽しい自然科学イベントを企画・実施してまいります。皆さまのご参加をお待ちしております。

（土居 志織）



講義の様子



作製した「イクラ」が浮かび上がる様子

撮影：岸 剛史

## 2 Hiyoshi Research Portfolio 2025

Hiyoshi Research Portfolio (HRP) は、慶應義塾大学日吉キャンパスで行われている研究・教育活動を慶應義塾内外に広く紹介することを目的としており、前回2021年に開催されて以来4年ぶりに開催された。今年度のテーマを「HRP 2025 ― 踊る日吉キャンパス ―」とし、日吉キャンパスにある4つの研究所・センターが参加した。

第1部「研究活動を繋ぐ」では、4つの研究所・センターの所長（体育研究所 須田芳正教授、外国語教育研究センター 山下一夫教授、教養研究センター 片山杜秀教授、自然科学研究教育センター 岡本昌樹教授）が一堂に会し、コーディネーターである HRP 運営委員長の小菅隼人教授が司会をされた。それぞれの所長から、各研究所・センターについて、目的や取り組んでいる研究やイベントの紹介が行われた。また、「日吉の多様性を繋ぐ上で何が必要か」という視点から、4つの研究所・センターで連携して行える共同研究などについて議論を行った。研究所・センターの研究や活動をお互いの所員が知り合う機会を設けることが連携につながるため、それぞれで行われているイベントの一部を共催にす

ることや、研究・活動分野が広い教養研究センターを中核として連携することなどが提案された。今後も、4つの研究所・センターが連携して、日吉の研究活動の発展を目指すことで締めくくられた。

第2部では、「踊る」というテーマのもと、各研究所・センターから「踊る」関連した研究を紹介した。体育研究所から清水花菜助教による「踊る楽しさと美しさ ― 身と心の調和」、外国語教育研究センターから山下一夫教授による「『踊る』漢字」、教養研究センターから片山杜秀教授による「天の宇受売（あめのうづめ）について」、自然科学研究教育センターから皆川泰代教授による「『踊る』にまつわる認知機能：踊れる赤ちゃんはおしゃべりさん？」というタイトルで講演が行われた。「踊る」というテーマに関して、様々な角度からの研究の紹介が行われ、会場からや講演者同士から活発に質問応答が行われた。

コロナ禍の影響で4年ぶりの開催となったが、とても有意義なイベントであった。HRP は不定期で行われているが、次回の HRP の開催が待ち望まれる。

（岡本 昌樹）



岡本所長によるセンターの紹介



皆川所員による「踊る」に関する研究紹介

## x. その他

### 1 第1回自然科学部門 新任者研究紹介 (自然科学研究教育センター共催)

日時：2025年4月25日（金）18:30～20:00

会場：来往舎2階 大会議室

プログラム：

（講演15分＋質疑応答5分）

講演1 「エントロピーと複素力学系」

上原 崇人 教授（経済学部・数学教室）

講演2 「脳のシワについて」

亀谷 匠郁 助教（有期）（文学部・生物学教室）

講演3 「好奇心に駆られてウミウシ研究へ」

林 牧子 助教（有期）（経済学部・生物学教室）

講演4 「天然ゴム生合成メカニズムの解明：細胞を用いたゴム産生の可能性を探る」

栗原恵美子 助教（有期）（商学部・生物学教室）

#### 講演1

「エントロピーと複素力学系」

上原 崇人

私は複素力学系理論を専門に研究している。力学系とはある規則に従って状態が時間発展する系のことであり、この系の時間発展に関する漸近挙動を解析する分野が力学系理論である。この力学系の漸近挙動の複雑さを表す指標の一つにエントロピーとよばれる量がある。エントロピーは非負の実数であり、真に正の場合に力学系

の軌道が豊富に存在することが知られている。一方、力学系の状態空間が複素多様体の特別なクラスである有理曲面であり、さらにこの力学系を統制する規則が双正則写像を使って記述される場合、エントロピーの値をあるワイル群のスペクトル半径を使って記述できることが示される。本講演では、力学系やエントロピーについて解説するとともに、このエントロピー値についての最近の結果について紹介する。

#### 講演2

「脳のシワについて」

亀谷 匠郁

大脳は高次脳機能の中核であり脳神経系のなかでも特に重要であることから、その進化のプロセスや生理的意義を解明することは脳神経医学の最重要課題の一つである。進化の過程で大脳は著しく肥大化しただけでなく、大脳の表面には脳回（凸）と脳溝（凹）と呼ばれるシワ構造を獲得している。本研究では、大脳シワ構造がどのような機能的意義を持つかを解析した。

近年、グリンファティック系と呼ばれる脳実質内にお

ける脳脊髄液（CSF）の循環システムが認知機能に重要であるとして注目されている。本研究では、グリンファティック系の循環効率という視点から、大脳の進化的変化の生理的意義を検討した。

シワ構造をもち比較的大脳が大きい動物、イタチ科のフェレット大脳では、水チャネルであるAQP4が脳回よりも脳溝で多いことで、脳溝優位なCSF流入パターンが生じることを見出した。また、このAQP4の分布パターンはヒトでも観察された。このように、大脳のシワ構造には、グリンファティック系の循環効率を高める機能があることを示唆している。

## 講演 3

### 「好奇心に駆られてウミウシ研究へ」

林 牧子

私は、ウミウシ類をはじめとする非モデル海産無脊椎動物の発生・系統・分類に関する研究を行っています。なかでも特に注目しているのは、色彩や模様が多様なイロウミウシ科の仲間です。アオウミウシやシロウミウシといった代表的な種は、日本各地の磯で比較的容易に採集でき、身近で親しまれている存在ですが、その一方で発生過程などには未解明の点が多く、様々な研究課題が残されています。

私は学部時代から博士課程を経て現在に至るまで、一貫してイロウミウシ科の飼育法の検討や成長過程の観察などに取り組んできました。研究の原動力は、「世界中で誰も見たことのない、イロウミウシ科の幼若体から成体に至るまでの成長過程を自分の目で見てみたい」という好奇心です。その成果として、アオウミウシが約6か月で卵から成体に成長することを明らかにし、成長に伴う外部形態の変化に基づき、着底後の発生段階を9つに分類しました。

今後もこの研究を軸に、ウミウシ類などの発生過程や分類学的理解を深める基礎研究を進めていきたいと思えます。

## 講演 4

### 「天然ゴム生合成メカニズムの解明：

#### 細胞を用いたゴム産生の可能性を探る」

栗原恵美子

天然ゴムは、我々の生活に欠かせない素材であり、パラゴムノキが産生する特化代謝産物である。近年では、低炭素社会の実現に向け、再生可能かつ環境負荷の低い資源としても注目されている。しかし、パラゴムノキはクローン増殖が主流で遺伝的多様性が低く、東南アジアに限られた地域で栽培されているため、供給の安定性に

課題を抱えている。このような背景から、パラゴムノキに依存しない生産技術の開発が求められている。一方で、天然ゴムの合成機構には未解明な点が多く、細胞レベルでの解析も技術的に困難であった。そこで本研究では、独自の手法によりパラゴムノキ由来の培養細胞株を樹立した。さらに、この培養細胞を用いて、ケミカルバイオロジー的手法を適用し、天然ゴム様粒子の細胞内誘導を試みた。また、ゴム合成に関与すると考えられる因子の導入にも取り組んだ。今後は、本研究の成果を基盤として、天然ゴムの合成メカニズムの解明を進める。

## 2 第2回自然科学部門 新任者研究紹介 (自然科学研究教育センター共催)

日 時：2025年10月8日（金）18:30～18:50

開催方式：オンライン（Zoom）

プログラム：

（講演15分＋質疑応答5分）

講演 「ライブイメージングを基盤とした受精メカニズムの解明に向けて」

中島 耕大 助教（有期）（商学部・生物学教室）

## 講演

### 「ライブイメージングを基盤とした

#### 受精メカニズムの解明に向けて」

中島 耕大

これまで一貫して、ライブイメージングを中核とした受精研究に取り組んできた。動物培養細胞を用いたライブイメージングにより、発現させた受精因子群の機能をリアルタイムに解析する研究では、哺乳類の配偶子接着因子として考えられていたIZUMO1が、培養細胞の融合を誘導することを発見した（Bruckman, Nakajima et al., J. Cell. Biol., 2023）。さらに、細胞接触面での分子の集積

や隣接する細胞への分子の移行を指標に、融合だけでなく接着も評価できる実験系へと発展させ、IZUMO1とJUNOの接着性の評価に成功した（Nakajima et al., Sci. Rep., 2022）。一方で、植物の生殖研究に関しては、植物の種子形成に不可欠な受精依存的な新組織を発見し、二光子励起顕微鏡を駆使した深部イメージングや、生け花の技法に着想を得た新規ライブイメージング法を開発することで、植物体から胚珠への栄養流入を可視化した（Liu, Nakajima et al., Curr Biol., 2025）。そして現在は、C. elegansを用いた生殖研究を行っていることを紹介した。

## 3 自然科学研究教育センター若手研究者賞

慶應義塾大学自然科学研究教育センターでは、センターに所属する若手研究者の研究成果を表彰する「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2023年度に創設しました。

受賞候補者は、現または元センター構成員（研究員・共同研究員・訪問学者・研修生を含む）であることとし、審査の対象論文は、出版済みないしは採択済みの査読付き国際誌に掲載の論文1点とします。

### 2025年度の受賞者 1

磯島 司 氏（自然科学研究教育センター研究員・日本学術振興会特別研究員）

#### 1) 受賞対象論文

Tsukasa Isoshima (In press) Infinitely many standard trisection diagrams for Gluck twisting. Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. doi:10.1017/S0305004125101746

#### 2) 受賞理由

4次元多様体の微分トポロジー的研究において、種々の多様体を効果的に基本分解する「トライセクション」とよばれる手法が[Gay-Kirby (2016)]により導入され成果を上げて来ている。この方面における著名な予想として、4次元球面のトライセクションが「標準的」なもののみに限定されることを主張する、所謂「4次元Waldhausen 予想」がある。この予想に対しては、(球面に沿った切り貼り操作である) 'Gluck twist' によって(何らかの)反例が構成できるのではないかと長らく信じられてきたが、当該論文は、2次元結び目のある種のクラスの 'Gluck twist' に対して、トライセクションにより得られた図式が(反例を与えず)全て「標準的」であることを証明し、(4次元Waldhausen 予想と密接に関連した) Gay-Mayer の問題を(部分的ながら)肯定的に解決した。本論文で開発された高い自由度の手法は、今後(本丸である)4次元Waldhausen 予想の完全解決を導くことが期待され、他の広範な問題にも適用可能なことが見込まれており、この方面の更なる研究の進展への breakthrough を与える可能性がある。本論文の出版が予定されている Math. Proc. Camb. Philos. Soc. は、創刊から180年を超えた歴史を有する伝統的 top journal として、その国際的評価は不動のものがある。以上に鑑み、本論文は当該賞の受賞に相応しい。

#### 3) 受賞コメント

この度は、栄誉ある2025年度自然科学研究教育センター若手研究者賞を頂く運びとなり、大変光栄に思います。受賞内容は、4次元球面の trisection diagram の標準性に関する研究です。本研究では、4次元トポロジー、特に trisection の理論における、「4次元球面の任意の trisection diagram は standard であるか？」とい

う未解決問題に対し、ある無限族のスパントーラス結び目に沿った Gluck twist から得られる trisection diagram が standard であることを、trisection diagram の変形を用いて示しました。本研究で取り扱った trisection diagram は無限族でしたが、無限族の trisection diagram の変形方法に関するテクニックは研究時点では全く確立されていなかったため、そのテクニックをどのように作り出すかを考えることが本研究の最も困難な点でした。最終的には良い変形方法を考案することができましたが、これは、様々な数学の研究者と交わってきた議論の賜物であると考えています。交流してくださった全ての方にこの場をお借りして感謝申し上げます。今後は、本研究で考案したテクニックをさらに発展させることで、trisection および4次元トポロジーへの応用を探していきたいと考えています。また、自然科学研究教育センターには数学以外を研究されている方が多くいらっしゃいますので、その方々との研究に関する意見交換を通じて新たな視点を獲得し、それを数学に還元できるような研究を行うべく精進したいと思います。

#### 4) 論文概要

3つの4次元の1ハンドル体と呼ばれる単純な4次元多様体による一般の4次元多様体の分解を、4次元多様体の trisection という。trisection は現在4次元トポロジーにおいて活発に研究されているが、その概念が導入されてからまだ日が浅いため、基本的な問題においても未解決なものが多い。本論文はその内の一つである、「4次元球面の任意の trisection diagram は standard であるか？」という問題に注目している。ここで、trisection diagram とは、trisection による分解の様子を可視化した図式のことである。この問題には現在、否定的解答例 (standard ではない trisection diagram) の候補が先行研究により幾つか存在しており、その中に、Gluck twist と呼ばれる4次元多様体の改変操作により得られる trisection diagram がある。本論文では、その Gluck twist から得られる trisection diagram の内のある無限族の trisection diagram が、否定的解答例ではなく、実際には肯定的解答例となっている (standard である) ことを示した。否定的解答例の候補の中から肯定的解答例を見つけた研究は今まで存在せず、無限族の trisection diagram を扱うことも一般には全く容易で

はない。本論文では、無限族の trisection diagram を帰納的に扱える新しい技術を導入し、その困難をクリアすることに成功した。この技術をより発展させることで、

trisection の理論をさらに 4 次元トポロジーに応用できる可能性が期待される。

## 2025年度の受賞者 2

田口 瑞姫 氏（自然科学研究教育センター元所員・  
Postdoctoral researcher at Department  
of Molecular Biology, Umeå University,  
Sweden）

### 1) 受賞対象論文

Mizuki Taguchi, Kota Minakata, Akihiro Tame, Ryohei Furukawa (2022) Establishment of the immunological self in juvenile *Patiria pectinifera* post-metamorphosis. *Frontiers in Immunology* 13:1056027. doi: 10.3389/fimmu.2022.1056027

### 2) 受賞理由

本論文では、イトマキヒトデの免疫学的自己が、変態後の稚ヒトデ期に確立されることを見出している。著者らは、イトマキヒトデの胚・幼生期の免疫系が同種異個体に対して免疫応答を生じないのに対し、変態後の成体の免疫系は同種異個体を拒絶することから、免疫系が変態の前後で成熟すると予想した。そして、複数の胚の細胞から作成したキメラ幼生の発生を追跡することで、すべての同種異個体混合キメラが、変態して稚ヒトデまで成長した後、2週間から2ヶ月の間に死滅することを明らかにした。これらの結果から、イトマキヒトデの免疫系が稚ヒトデ期に成熟し、同種異個体を拒絶する能力を獲得することが示された。本論文は、無脊椎動物における免疫系の個体発生や、その自己・非自己認識メカニズムに関する今後の研究の基盤となるものであり、生物学的視点から「自己とは何か？」という問いに答えるための、さらなる研究の発展に寄与する成果を含む。以上のように、本論文が高い学術的重要性ならびに発展性を有すること、そして受賞者が筆頭著者として、本研究において主要な貢献を果たしたことが高く評価された。以上を鑑み、本論文は当該賞の受賞に相応しいと結論付けた。

### 3) 受賞コメント

このたびは、慶應義塾大学自然科学研究教育センター若手研究者賞という栄誉ある賞を賜り、大変光栄に存じます。本研究は、無脊椎動物における免疫系の発生過程、特に「自己」と「非自己」を識別する免疫学的自己がいつ確立されるのかという、免疫学の根幹に関わる重要な問いに取り組んだものです。ヒトデ *Patiria pectinifera* の胚・幼生期では、同種異個体由来の細胞は

免疫系から攻撃されませんが、変態過程を経て稚ヒトデ期に到達すると、拒絶されることを発見しました。これにより、免疫学的自己が稚ヒトデ期に確立されることを明らかにすることができました。本研究の端緒は、自然科学研究教育センターの2020年度プロジェクト研究費による「棘皮動物ヒトデにおける再構築キメラ個体の変態研究」プロジェクトに参加させていただいたことにあります。様々な分野で活躍されているセンター所員の皆様との議論や、センターからの支援を受ける中で研究が進展し、論文としてまとめることができました。日頃よりご指導いただいている先生方、ならびに共同研究者の皆様に心より感謝申し上げます。今後は、本研究成果を基盤として、免疫系の発生を支える分子機構の解明に取り組み、無脊椎動物免疫学および発生生物学の発展に貢献していきたいと考えております。

### 4) 論文概要

免疫系が「自己」と「非自己」を識別する能力（アロ認識能力）をいつ獲得するのか、すなわち免疫学的自己がいつ確立されるのかは、免疫学における重要な課題の一つである。しかし、無脊椎動物では十分に解明されていない。本研究では、ヒトデ *Patiria pectinifera* をモデル生物として、この問題に挑んだ。本研究ではまず、成体の免疫細胞が他個体由来の細胞を貪食することを明らかにし、成体がアロ認識能力を有することを確認した。次に、異なる親由来の胚を単一細胞まで解離後、混合して作製したキメラ個体を用いて、変態後の生存および組織形態を詳細に観察した。その結果、同種異個体キメラは幼生期までは正常に発生するものの、変態後の稚ヒトデ期に達した約2週間後から組織の萎縮を伴う形態異常が観察され、最終的に同種異個体キメラは全滅した。これらの結果から、*P. pectinifera* において免疫学的自己は変態後の稚ヒトデ期に確立されることが示された。本研究は棘皮動物における免疫系成熟の時期を初めて明確にした研究である。本成果は、無脊椎動物の自己・非自己認識機構の理解を深めるとともに、免疫系発生の進化的理解に重要な知見を提供する。

論文へのリンク

<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1056027>

慶應義塾大学プレスリリース

<https://www.keio.ac.jp/ja/press-release/20221214-2/>





### III. 資料編



# 1 大学自然科学研究教育センター協議会委員

2025年4月1日～2026年3月31日

| 役 職       | 氏 名   |                |
|-----------|-------|----------------|
| 常 任 理 事   | 岡田 英史 | (2025年5月26日まで) |
|           | 奥田 暁代 | (2025年5月27日から) |
| 所 長       | 岡本 昌樹 |                |
| 副 所 長     | 河野 礼子 | (2025年9月30日まで) |
|           | 小林 宏充 | (2025年10月1日から) |
|           | 糟谷 大河 |                |
| 事 務 長     | 佐藤 朋  |                |
| 文 学 部 長   | 佐藤 孝雄 |                |
| 経 済 学 部 長 | 駒形 哲哉 | (2025年7月14日まで) |
|           | 河井 啓希 | (2025年7月15日から) |
| 法 学 部 長   | 堤林 剣  | (2025年9月30日まで) |
|           | 亀井源太郎 | (2025年10月1日から) |
| 商 学 部 長   | 牛島 利明 | (2025年9月30日まで) |
|           | 佐藤 和  | (2025年10月1日から) |
| 医 学 部 長   | 金井 隆典 | (2025年9月30日まで) |
|           | 武林 亨  | (2025年10月1日から) |
| 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 | (2025年9月30日まで) |
|           | 永田 智子 | (2025年10月1日から) |
| 薬 学 部 長   | 有田 誠  |                |

|                           |       |                 |
|---------------------------|-------|-----------------|
| 文学部日吉主任                   | 市川 崇  |                 |
| 経 済 学 部<br>日 吉 主 任        | 中野 泰志 | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 山本 賀代 | (2025年10月1日から)  |
| 法学部日吉主任                   | 大久保教宏 | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 鈴木 透  | (2025年10月1日から)  |
| 商学部日吉主任                   | 段 瑞聡  | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 伏見 岳志 | (2025年10月1日から)  |
| 医学部日吉主任                   | 井上 浩義 | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 藤猪 英樹 | (2025年10月1日から)  |
| 理 工 学 部<br>日 吉 主 任        | 小菅 隼人 |                 |
| 薬学部日吉主任                   | 大澤 匡範 | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 大江 知之 | (2025年10月1日から)  |
| 日吉研究室運営<br>委員会委員長         | 荒畑 靖宏 |                 |
| 日吉メディア<br>センター所長          | 横山 千晶 | (2025年9月30日まで)  |
|                           | 大出 敦  | (2025年10月1日から)  |
| KIC 副所長／<br>日 吉 地 区       | 小林 宏充 |                 |
| 教 養 研 究<br>センター所長         | 片山 杜秀 |                 |
| 外国語教育研究<br>センター所長         | 山下 一夫 |                 |
| 日吉キャンパス<br>事 務 長          | 繁森 隆  | (2025年10月31日まで) |
|                           | 金子 康樹 | (2025年11月1日から)  |
| 自然科学研究<br>教育センター<br>事 務 長 | 佐藤 朋  |                 |

I はじめに

II 2025  
年活動報告

III 資料編

## 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）。<br>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

I はじめに

II 2025年活動報告

III 資料編

(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け取り、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

2025年4月1日～2025年9月30日

|     | 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  |          | 佐藤 朋  |

2025年10月1日～2026年3月31日

|     | 学 部   | 職 位  | 分 野                | 氏 名   |
|-----|-------|------|--------------------|-------|
| 委員長 | 文 学 部 | 教授   | 化学                 | 岡本 昌樹 |
| 委 員 | 法 学 部 | 教授   | 物理学                | 小林 宏充 |
| 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 | 経済学部  | 教授   | 数学                 | 森藤 孝之 |
| 委 員 | 法 学 部 | 准教授  | 生物学                | 小野 裕剛 |
| 委 員 | 法 学 部 | 専任講師 | 化学                 | 土居 志織 |
| 委 員 | 法 学 部 | 専任講師 | 生物学                | 林 良信  |
| 委 員 | 商 学 部 | 教授   | 物理学                | 新田 宗土 |
| 委 員 | 商 学 部 | 教授   | 物理学                | 松浦 壮  |
| 委 員 | 理工学部  | 専任講師 | 科学史、<br>仏語・<br>仏文学 | 小林 拓也 |
| 委 員 | 医 学 部 | 教授   | 生物学                | 藤猪 英樹 |
| 委 員 | 医 学 部 | 教授   | 物理学                | 三井 隆久 |
| 委 員 |       | 事務長  |                    | 佐藤 朋  |

### 2. 行事委員会

2025年4月1日～2025年9月30日

|     | 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  |

2025年10月1日～2026年3月31日

|     | 学 部   | 職 位              | 分 野 | 氏 名   |
|-----|-------|------------------|-----|-------|
| 委員長 | 法 学 部 | 専任講師             | 生物  | 林 良信  |
| 委 員 | 文 学 部 | 教授               | 化学  | 岡本 昌樹 |
| 委 員 | 法 学 部 | 教授               | 物理  | 小林 宏充 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授              | 生物  | 糟谷 大河 |
| 委 員 | 文 学 部 | 助教(有期)<br>(自然科学) | 生物  | 亀谷 匠郁 |
| 委 員 | 法 学 部 | 准教授              | 化学  | 志村 正  |
| 委 員 | 法 学 部 | 助教(有期)<br>(自然科学) | 化学  | 草島 美幸 |
| 委 員 | 医 学 部 | 助教               | 物理  | 寺沢 和洋 |

## 3. 広報委員会

2025年4月1日～2025年9月30日

|     | 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  |

2025年10月1日～2026年3月31日

|     | 学 部   | 職 位              | 分 野 | 氏 名   |
|-----|-------|------------------|-----|-------|
| 委員長 | 法 学 部 | 専任講師             | 化学  | 土居 志織 |
| 委 員 | 文 学 部 | 教授               | 化学  | 岡本 昌樹 |
| 委 員 | 法 学 部 | 教授               | 物理  | 小林 宏充 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授              | 生物  | 糟谷 大河 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授              | 生物  | 戸金 大  |
| 委 員 | 経済学部  | 助教(有期)<br>(自然科学) | 物理  | 田屋 英俊 |
| 委 員 | 商 学 部 | 助教(有期)<br>(自然科学) | 生物  | 栗原恵美子 |
| 委 員 | 医 学 部 | 助教               | 化学  | 大石 毅  |

## 4. 構想委員会

2025年4月1日～2025年9月30日

|     | 学 部   | 職 位 | 分 野 | 氏 名   |
|-----|-------|-----|-----|-------|
| 委員長 | 医 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  | 人類学 | 河野 礼子 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授 | 生物  | 糟谷 大河 |
| 委 員 | 文 学 部 | 准教授 | 心理  | 寺澤 悠理 |
| 委 員 | 経済学部  | 教授  | 物理  | 青木健一郎 |
| 委 員 | 法 学 部 | 准教授 | 数学  | 小野 裕剛 |
| 委 員 | 医 学 部 | 教授  | 化学  | 井上 浩義 |
| 委 員 |       | 事務長 |     | 佐藤 朋  |

2025年10月1日～2026年3月31日

|     | 学 部   | 職 位 | 分 野 | 氏 名   |
|-----|-------|-----|-----|-------|
| 委員長 | 医 学 部 | 教授  | 物理  | 三井 隆久 |
| 委 員 | 文 学 部 | 教授  | 化学  | 岡本 昌樹 |
| 委 員 | 法 学 部 | 教授  | 物理  | 小林 宏充 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授 | 生物  | 糟谷 大河 |
| 委 員 | 文 学 部 | 准教授 | 心理  | 寺澤 悠理 |
| 委 員 | 経済学部  | 教授  | 生物  | 有川 智己 |
| 委 員 | 経済学部  | 教授  | 数学  | 古宇田悠哉 |
| 委 員 |       | 事務長 |     | 佐藤 朋  |

## 5. 一貫教育校との連携委員会

2025年4月1日～2025年9月30日

|     | 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 |

2025年10月1日～2026年3月31日

|     | 学 部   | 職 位 | 分 野  | 氏 名   |
|-----|-------|-----|------|-------|
| 委員長 | 医 学 部 | 教授  | 生物   | 藤猪 英樹 |
| 委 員 | 文 学 部 | 教授  | 化学   | 岡本 昌樹 |
| 委 員 | 法 学 部 | 教授  | 物理   | 小林 宏充 |
| 委 員 | 経済学部  | 准教授 | 生物学  | 糟谷 大河 |
| 委 員 | 法 学 部 | 助教  | 物理   | 森本 睦子 |
| 委 員 | 医 学 部 | 准教授 | 化学   | 久保田真理 |
| 委 員 | 理工学部  | 教授  | 化学   | 高尾 賢一 |
| 委 員 | 理工学部  | 教授  | 電子工学 | 中野 誠彦 |
| 委 員 | 中 等 部 | 教諭  | 生物学  | 内山 正登 |

## 9 自然科学研究教育センター構成員

### 1. 所員 72名 (2026/3/31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   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 2  | ○ | 経済学部 | 准教授          | 生物学   | 糟谷 大河   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 3  | ○ | 法学部  | 教授           | 物理学   | 小林 宏充   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 4  |   | 文学部  | 教授           | 人類学   | 河野 礼子   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 5  |   | 文学部  | 教授           | 心理学   | 皆川 泰代   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 6  |   | 文学部  | 准教授          | 生物学   | 倉石 立    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 7  |   | 文学部  | 准教授          | 歴史学   | 大鳥由香子   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 8  |   | 文学部  | 准教授          | 科学哲学  | 田中 泉吏   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 9  |   | 文学部  | 准教授          | 心理学   | 寺澤 悠理   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 10 |   | 文学部  | 准教授          | 生物学   | 古川 亮平   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 11 |   | 文学部  | 助教(有期)(自然科学) | 自然科学  | 小畠 りか※1 | 2025/4/1～2025/11/1  |
| 12 |   | 文学部  | 助教(有期)(自然科学) | 生物学   | 亀谷 匠郁   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 13 |   | 経済学部 | 教授           | 物理学   | 青木健一郎   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 14 |   | 経済学部 | 教授           | 生物学   | 有川 智己   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 15 |   | 経済学部 | 教授           | 化学    | 井奥 洪二   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 16 |   | 経済学部 | 教授           | 数理物理学 | 池田 薫    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 17 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 桂田 昌紀   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 18 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 古宇田悠哉   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 19 |   | 経済学部 | 教授           | 心理学   | 中野 泰志   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 20 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 森藤 孝之   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 21 |   | 経済学部 | 准教授          | 生物学   | 戸金 大    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 22 |   | 経済学部 | 准教授          | 自然地理学 | 丹羽 雄一   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 23 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 上原 崇人   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 24 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 河備 浩司   | 2025/10/1～2027/3/31 |
| 25 |   | 経済学部 | 教授           | 数学    | 宮崎 直哉   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 26 |   | 経済学部 | 助教           | 生物学   | 田野 千春   | 2025/10/1～2027/3/31 |
| 27 |   | 経済学部 | 助教(有期)(自然科学) | 物理学   | 田屋 英俊   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 28 |   | 経済学部 | 助教(有期)(自然科学) | 生物学   | 林 牧子    | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 29 |   | 法学部  | 教授           | 物理学   | 杉本 憲彦   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 30 |   | 法学部  | 教授           | 英文学   | 横山 千晶   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 31 |   | 法学部  | 准教授          | 生物学   | 小野 裕剛   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 32 |   | 法学部  | 准教授          | 化学    | 志村 正    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 33 |   | 法学部  | 助教           | 物理学   | 森本 睦子   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 34 |   | 法学部  | 助教(有期)(自然科学) | 生物学   | 植松 圭吾   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 35 |   | 法学部  | 助教(有期)(自然科学) | 化学    | 草島 美幸   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 36 |   | 法学部  | 助教(有期)(自然科学) | 生物学   | 杉本 親要※1 | 2025/4/1～2026/1/25  |
| 37 |   | 法学部  | 専任講師         | 心理学   | 田谷修一郎   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 38 |   | 法学部  | 専任講師         | 生物学   | 坪川 達也   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 39 |   | 法学部  | 専任講師         | 化学    | 土居 志織   | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 40 |   | 法学部  | 専任講師         | 生物学   | 林 良信    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 41 |   | 商学部  | 教授           | 数学    | 白旗 優    | 2025/4/1～2027/3/31  |
| 42 |   | 商学部  | 教授           | 物理学   | 新田 宗土   | 2025/4/1～2027/3/31  |

|    |                    |              |                   |            |                    |
|----|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------------------|
| 43 | 商学部                | 教授           | 経済学・統計学           | 早見 均       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 44 | 商学部                | 教授           | 物理学               | フラキ, アントニノ | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 45 | 商学部                | 教授           | 物理学               | 松浦 壮       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 46 | 商学部                | 助教(有期)(自然科学) | 物理学               | 横倉 諒       | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 47 | 商学部                | 助教(有期)(自然科学) | 生物学               | 栗原恵美子      | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 48 | 医学部                | 教授           | 化学                | 井上 浩義      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 49 | 医学部                | 教授           | 数学                | 津嶋 貴弘      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 50 | 医学部                | 教授           | 生物学               | 藤猪 英樹      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 51 | 医学部                | 教授           | 物理学               | 三井 隆久      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 52 | 医学部                | 准教授          | 生物学               | 鈴木 忠       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 53 | 医学部                | 准教授          | 化学                | 久保田 理      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 54 | 医学部                | 准教授(有期)      | 物理学               | 早田 智也      | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 55 | 医学部                | 助教           | 化学                | 大石 毅       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 56 | 医学部                | 助教           | 物理学               | 寺沢 和洋      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 57 | 医学部                | 助教           | 生物学               | 中澤 英夫      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 58 | 理工学部               | 教授           | 応用化学科             | 高尾 賢一      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 59 | 理工学部               | 教授           | 心理学               | 高山 緑       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 60 | 理工学部               | 教授           | 電子工学科             | 中野 誠彦      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 61 | 理工学部               | 教授           | 物理学科              | 山本 直希      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 62 | 理工学部               | 准教授          | 物理学科              | 檜垣 太郎      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 63 | 理工学部               | 准教授          | 生命情報学科            | 堀田 耕司      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 64 | 理工学部               | 専任講師         | 物理学科              | 古池 達彦      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 65 | 理工学部               | 専任講師         | 語学(仏語)            | 小林 拓也      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 66 | 理工学部               | 専任講師(有期)     | 応用化学科             | 森 信之介      | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 67 | 環境情報学部             | 准教授          | 気象学               | 宮本 佳明      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 68 | システムデザイン・マネジメント研究科 | 教授           | システムズエンジニアリング     | 神武 直彦      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 69 | システムデザイン・マネジメント研究科 | 教授           | 国際会計、経営・税務会計、監査論等 | 猪熊 浩子      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 70 | システムデザイン・マネジメント研究科 | 准教授          | 社会経済システム          | 水門 善之      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 71 | 経営管理研究科            | 教授           | 経営学               | 劉 慶紅       | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 72 | 普通部                | 教諭           | 科学・物理             | 森上 和哲      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 73 | 中等部                | 教諭           | 生物学               | 内山 正登      | 2025/4/1～2027/3/31 |
| 74 | 横浜初等部              | 教諭           | 有機化学              | 茅野 真雄      | 2025/4/1～2027/3/31 |

※1 期中で登録解除

## 2. 研究員／特任教員 5名(2026/3/31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)   | 物理学 | 小守 信正  | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 2 | 自然科学研究教育センター | 特任助教(有期)(研究)(常勤) | 物理学 | 仇 澤彬   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 3 | 自然科学研究教育センター | 大学研究員(JSPS特別研究員) | 数学  | 磯島 司   | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 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 | 藤澤由貴子  | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 5 | 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  | 2025/4/1～2026/3/31  |
| 6 | 自然科学研究教育センター | 大学研究員(有期)(常勤)    | 物理学 | 梁 建宇※2 | 2025/9/1～2025/10/31 |

※2 年度途中からの任用

### 3. 共同研究員 18名（2026/3/31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 | 物理学・天文学 | 表 實     | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 2  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 生物学     | 金子 洋之   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 3  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 神中 俊明   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 4  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 木原 裕充   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 5  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 櫛田 淳子   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 6  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 化学      | 小瀬村誠治   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 7  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 小林 晋平   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 8  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 迫田 誠治   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 9  | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 杉野 文彦   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 10 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 生物学     | 時田 賢一   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 11 | 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 | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 12 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 生物学     | 鳥居 隆史   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 13 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 生物学     | 長井 和哉   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 14 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 天文学     | 中西 裕之   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 15 | 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   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 16 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 数学      | 山田 裕史   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 17 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 山本 裕樹   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 18 | 自然科学研究教育センター | 共同研究員 | 物理学     | 吉田 宏    | 2025/4/1～2026/3/31 |

※1 複数プロジェクトに従事（他では訪問教授）。

## 4. 訪問学者 42名 (2026/3/31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   | 阿武木啓朗              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 2  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 物理学   | 石川 健三              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 3  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 物理学   | 衛藤 稔               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 4  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 数学    | 勝田 篤               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 5  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 物理学   | 木村 哲士              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 6  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 物理学   | 後藤 俊幸              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 7  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 生物学   | 伊永 隆史              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 8  | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 物理学   | 近藤 慶一              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 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            | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 10 | 自然科学研究教育センター | 訪問教授            | 生物学   | 樋口 広芳              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 11 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 物理学   | 木村 太郎              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 12 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 物理学   | 土屋 俊二              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 13 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 物理学   | 疋田 泰章              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 14 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 化学    | 藤森 宏高              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 15 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 生物学   | 松本 緑               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 16 | 自然科学研究教育センター | 訪問准教授           | 物理学   | 三角 樹弘              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 17 | 自然科学研究教育センター | 訪問講師            | 物理学   | 藤森 俊明              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 18 | 自然科学研究教育センター | 訪問講師            | 物理学   | 吉井 涼輔              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 19 | 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   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 20 | 自然科学研究教育センター | 訪問助教            | 物理学   | 鎌田 翔               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 21 | 自然科学研究教育センター | 訪問助教            | 物理学   | フエヨシュ, ゲルゲイ ビーター   | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 22 | 自然科学研究教育センター | 訪問助教            | 物理学   | 正木 祐輔              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 23 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 雨宮 史年              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 24 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 猪谷 太輔              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 25 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 鷗沢 報仁              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 26 | 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, マシュー ジェームス  | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 27 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 大橋 圭介              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 28 | 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         | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 29 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 科学教育  | 佐藤 紀子              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 30 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 生物学   | 柴尾 晴信              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 31 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 居石 直久              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 32 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 須田 芳彦              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 33 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 高橋 大介              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 34 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | チャットルジー, チャンドラセカール | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 35 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 生物学   | 長尾 英幸              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 36 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 西村 太郎              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 37 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 濱田 佑               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 38 | 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          | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 39 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 宮本 薫               | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 40 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 宮本 朋和              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 41 | 自然科学研究教育センター | 訪問研究員           | 物理学   | 安井 繁宏              | 2025/4/1～2026/3/31 |
| 42 | 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              | 2025/4/1～2026/3/31 |

※1 複数のプロジェクトに従事 (他では共同研究員)。

## 10 2025年度の主な活動記録

### 2025年

|        |                                                 |
|--------|-------------------------------------------------|
| 4月25日  | 自然科学部門 新任者研究紹介（自然科学研究教育センター共催）（第1回）             |
| 5月17日  | 自然科学研究教育センター共催 日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム           |
| 6月10日  | 運営委員会（第1回）                                      |
| 6月23日  | 協議会（第1回）（回議）                                    |
| 7月7日   | サイエンス・メルティング・ポット（第27回）、全体会議（オンライン Zoom）         |
| 7月10日  | 自然科学研究教育センター講演会（第54回）（2024年度若手研究者賞受賞講演）         |
| 7月26日  | サイエンス・カフェ（第37回）                                 |
| 8月8日   | 運営委員会（第2回）（回議）                                  |
| 8月29日  | 塾生会議サマーキャンプ                                     |
| 9月9日   | 協議会（第2回）（オンライン Zoom）                            |
| 10月8日  | 自然科学部門 新任者研究紹介（自然科学研究教育センター共催）（第2回）（オンライン Zoom） |
| 11月8日  | インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム（第15回）                   |
| 11月15日 | 自然科学研究教育センター・シンポジウム                             |
| 11月20日 | 運営委員会（第3回）（オンライン Zoom）                          |
| 11月29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13回）    |
| 12月8日  | 運営委員会（第4回）（回議）                                  |
| 12月10日 | 自然科学研究教育センター講演会（第55回）                           |
| 12月17日 | 協議会（第3回）（回議）                                    |
| 12月18日 | 塾生会議提言発表会                                       |

### 2026年

|          |                                                   |
|----------|---------------------------------------------------|
| 1月13日    | サイエンス・メルティング・ポット（第28回）（オンライン Zoom）                |
| 2月26日    | 運営委員会（第5回）（オンライン Zoom）                            |
| 3月5日     | 協議会（第4回）（オンライン Zoom）                              |
| 3月7日・14日 | 自然科学研究教育センター主催・最終講義 自然科学研究教育センター共催・最終講義           |
| 3月12日    | 自然科学研究教育センター講演会（第56回）（2025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.24, 2025年 4 月発行)
- ② ニュースレター (No.25, 2026年 4 月発行)
- ③ ポスター (日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム)
- ④ ポスター (第54回講演会)
- ⑤ ポスター (第55回講演会)
- ⑥ ポスター (第56回講演会・若手研究者賞授賞式)
- ⑦ ポスター (Hiyoshi Research Portfolio 2025)
- ⑧ ポスター (サイエンス・カフェ)
- ⑨ ポスター (インターネット望遠鏡)
- ⑩ ポスター (シンポジウム)
- ⑪ ポスター (最終講義)
- ⑫ ポスター (塾生会議メンバー募集)
- ⑬ ポスター (塾生会議サマーキャンプ)

I はじめに

II 2025 年活動報告

III 資料編



## Newsletter

Apr. 2025  
No. 24

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

### サイエンス・メルティング・ポット報告

#### 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) 16:30~18:30  
オンライン開催

##### 【プログラム】

演題 1: 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, センター所員)

演題 2: 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, センター所員)

参加者: 24名

##### 【講演要旨】

##### ■演題 1.『化学者の起業 ―糖尿病克服を目指して―』

現在, 若い人たちの起業がブームになっている。私たちも 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小分子化合物による創業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ボ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。

(井上 浩義)

##### ■演題 2.『空間知覚の学習とヒューリスティクス』

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。 (田谷 修一郎)

#### 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  
オンライン開催

##### 【プログラム】

演題 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―

講 師: 津嶋貴弘 (医学部数学教室 教授, センター所員)

演題 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

講 師: 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

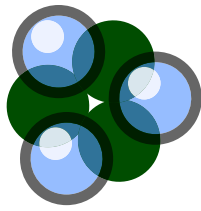
##### 【講演要旨】

##### ■演題 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―

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を続けている。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



REC for NS  
research and education center for natural sciences

# Newsletter

Apr. 2026

No. 25

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

## 第54回講演会報告

日 時：2025年7月10日（木）16:30～18:00

場 所：日吉キャンパス 来往舎 2階大会議室

講 師：永久保 利紀 氏（筑波大学 生命環境系／高等研究院 助教）

演 題：目に見えない、小さな生きものの世界を旅する－微生物がつなぐ生命の輪

参加者：32名

第54回自然科学研究教育センター講演会が2025年7月10日（木）16:30～18:00、日吉キャンパス 来往舎 2階大会議室にて開催された。

今回は微生物学、生化学および分子生物学が専門の永久保利紀氏にご講演いただいた。

ご講演では「目に見えない」小さな生き物、すなわち「微生物」とはどんな生き物なのか？どこに生息しているのか？そして私たち人間との関わりは？など幅広い観点から「微生物」についての基本的な知識をわかりやすくお話しいただいた。

微生物はたった一つの細胞からなり、一見すると私たち多細胞の生物に比べて単純な生物だと思われがちであるが、その分短期間で進化が可能のため、あらゆる環境への適応能力がある。非常に極端な環境下、例えば熱水環境や逆に0度以下の低温環境等にも生存しており、なんと地球上に微生物がいない場所はないと言われているようだ。

また微生物は私たち人間とも深い関わりがあり、永久保氏曰く「人間にとって最も画期的な発明」であるアルコール（お



酒）は実は微生物による呼吸によって作られている。その歴史は古く8000年も前からすでにお酒が作られていたようだ。食品のみならず、アレキサンダー・フレミングによるアオカビからの抗生物質ペニシリンの発見は傷口からの細菌感染による死亡者数を大幅に減らし、医学の歴史上最も重要な発見とも言われている。最近では、PETボトルを食べる微生物や、微生物を利用した発電方法など、発酵食品、医薬品だけでなく、微生物で環境問題を解決する取り組みも世界中で活発に行われているようだ。このように有用な微生物であるが、私たちがこれまでに発見している微生物は地球上の0.1%にも満たないとも考えられており、画期的な能力を持つ新しい微生物の発見やそれによる地球上のさまざまな問題の解決が今後期待されている。（土居 志織）



講演の様子

## 第27回サイエンス・メルティング・ポット報告

日 時：2025年7月7日（月）16:30～17:15 オンライン開催

【プログラム】

形 式：講演30分、質疑応答15分

司 会：草島美幸（法学部助教（有期）センター所員）

16:30～17:15

演 題：ツバキ節における送粉様式の違いと生殖的隔離の強化

講 師：森信之介（理工学部応用化学科 専任講師（有期）センター所員）

参加者：25名

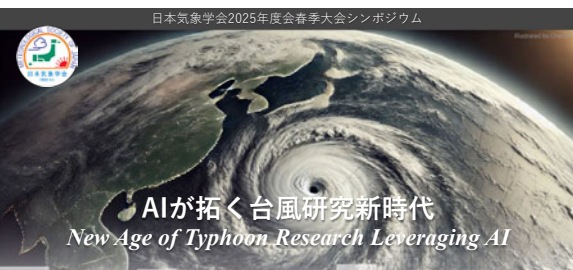
【講演要旨】

「ツバキ節における送粉様式の違いと生殖的隔離の強化」

森信之介（理工学部応用化学科 専任講師（有期））

ツバキ節植物には13種が含まれ、日本にはユキツバキとヤブツバキの2種が自生しています。両種の開花時期と分布域は一部で重複しますが、訪花する送粉者（花粉媒介動物）は明確に異なります。ユキツバキはクロマルハナバチなどの小型昆虫が訪れる虫媒で、ヤブツバキはメジロやヒヨドリが訪れる鳥媒です。共通祖先は虫媒であったとされ、ヤブツバキは繁殖のためのパートナーを昆虫から鳥へとシフトさせなが

日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム



## AIが拓く台風研究新時代 New Age of Typhoon Research Leveraging AI

近年、機械学習技術は大きな脚光をあびており、気象学・気候学においても大きな役割を担う姿が見えてきています。実際に天気予報をするAIモデルが発表されたことは、業界内に大きなインパクトをもたらしました。これまでに幅広い分野において活用の検討がなされておりますが、台風も例外ではありません。一方で、学習結果の不透明性や、学習させるデータの質やデータの解釈性など課題も見えてまいりました。本シンポジウムでは、最先端技術であるAIと機械学習がどのように台風研究に影響を与えているのか、広い視野で第一線の専門家にご講演いただき、どのように気象学・気候学における新しい時代を切り拓いてゆけるのか考えるきっかけを提供することを目的とします。皆様のご参加をお待ちしております。

**日時** 2025年5月17日(土) 13:30 ~ 17:00  
於 慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎+オンライン (自然科学研究教育センター共催)

司会：横浜国立大学 吉田 龍二

デジタル台風：生成AI時代のデータ駆動型台風研究に向けて  
国立情報学研究所 北本 朝展氏

気象・気候学における生成AIの活用と展望  
海洋研究開発機構 松岡 大祐氏

IT企業による最新AIの活用：台風予測から新たな知見獲得へ  
富士通株式会社 柳瀬 隆史氏

民間気象業務におけるAI活用への展望：災害リスク評価から日々の天気予報まで  
株式会社ウェザーマップ 高野 雄紀氏

気象庁数値予報におけるAIに関する取り組み  
気象庁情報基盤部 計盛 正博氏

AI気象モデルによる台風予測の現状と将来展望  
気象庁気象研究所 山口 宗彦氏

総合討論モデレーター：横浜国立大学 筆保 弘徳氏

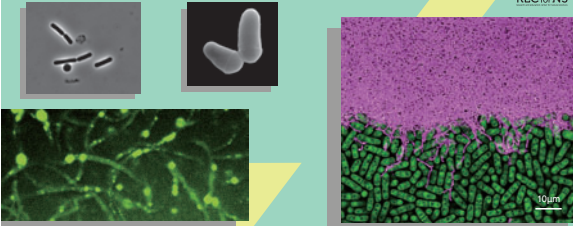
事前申込なし。どなたでもご参加いただけます。



お問い合わせ 気象学会2025年度春季大会実行委員会 (info\_msj2025s@jamstec.go.jp)

③ ポスター (日本気象学会2025年度春季大会シンポジウム)

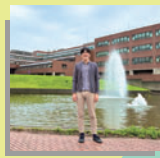
第54回自然科学研究教育センター講演会



## 目に見えない、 小さな生きものの 世界を旅する —微生物がつなく生命の輪—

永久保利紀 氏(筑波大学 生命環境系/高等研究院 助教)

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室  
2025年7月10日(木) 16:30-18:00  
対象：学生、一般、教職員  
参加費無料/事前申込必要(当日参加受付可)



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/



④ ポスター (第54回講演会)

第55回 自然科学研究教育センター講演会

## 量子コンピュータ とは何か

2025年12月10日(木) 16:30 ~ 18:00

会場 慶應義塾大学 日吉キャンパス  
第2校舎2階 224番教室

講師 山本 直樹  
慶應義塾大学理工学部 教授  
慶應義塾大学量子コンピューティングセンター員

対象 学生、一般、教職員  
参加費 無料 ※事前申込必要(当日参加受付可)

【申込フォーム】  
左記のQRコードまたは以下のURLからお申込みください。  
https://forms.gle/XZPD752d1ajxVko96



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/

※学費・受講料等は必ず事前に各機関のウェブサイトを確認し、申し込みも併せて行います。  
※本会、上記ウェブサイトでお知らせしますので、事前にご確認ください。



⑤ ポスター (第55回講演会)

2025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56回 自然科学研究教育センター講演会)

2026年3月12日(木) 16:00 ~ 17:30  
日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室  
対象：学生・教職員・一般  
参加費無料 / 事前申込必要(当日参加受付可) https://forms.gle/dR7GdJk8aMQS5RYP8



## ヒトデはいつ『自分』になるのか

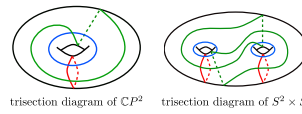
—変態を介した免疫学的自己の確立—

海外からのLive オンライン講演

田口 瑞姫氏  
スウェーデン ウメオ大学 博士研究員  
元自然科学研究教育センター所員




## トライセクションによる4次元図形の可視化



磯島 司氏  
自然科学研究教育センター研究員  
日本学術振興会特別研究員



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/

\*天候・交通情報など予見せしめ事項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、上記ウェブサイトでお知らせいたしますので、事前にご確認ください。



⑥ ポスター (第56回講演会・若手研究者賞授賞式)

Keio University

# HRP 2025

Hiyoshi Research Portfolio 2025  
— 踊る日吉キャンパス —

体育研究所 × 外国語教育研究センター × 教養研究センター × 自然科学研究教育センター

2025年7月5日[土] 13:00-16:15  
慶應義塾大学 日吉キャンパス 独立館DB201教室

入場無料・要申込  
申込フォームはこちら

第1部 | 13:00-14:30

研究活動を繋ぐ  
Connecting Hiyoshi Campus

コーディネーター  
小宮 隼人 慶應義塾大学理工学部教授 (HRP運営委員)

須田 方正 慶應義塾大学 体育研究所長  
山下 一夫 慶應義塾大学 外国語教育研究センター所長  
片山 杜秀 慶應義塾大学 教養研究センター所長  
岡本 昌樹 慶應義塾大学 自然科学研究教育センター所長

第2部 | 14:45-16:15

「踊る」日吉リサーチポートフォリオ  
Dancing Hiyoshi Research Portfolio

コーディネーター  
小宮 隼人 慶應義塾大学理工学部教授 (HRP運営委員)

「踊る楽しさと美しさー身体と心の調和」  
清水 花菜 慶應義塾大学 体育研究所助教 (専門: 新体操、スポーツ科学)

「『踊る』漢字」  
山下 一夫 慶應義塾大学 外国語教育研究センター所長 理工学部教授

「天の字受亮 (あめのうづめ) について」  
片山 杜秀 慶應義塾大学 教養研究センター所長 法学部教授

「『踊る』にまつわる認知機能:  
踊れる赤ちゃんはおしゃべりさん?」  
皆川 泰代 慶應義塾大学 文学部心理学専攻教授

主催 | 慶應義塾大学 HRP実行委員会  
お問い合わせ: HRP事務局 (慶應義塾大学日吉学術研究支援課内) Email: hrp@info.keio.ac.jp  
https://hrp.keio.ac.jp/

このイベントは、毎日Youtubeでの動画公開を予定しています。ご来場の上でお申し込みください。

講演資料  
6月27日曜日より閲覧可能

⑦ ポスター (Hiyoshi Research Portfolio 2025)

サイエンス・カフェ37 REC for NS Keio University

## 息するイクラ!?

人工のイクラを使って、  
微生物の呼吸を観察しよう

2025.7.26(土) 13:30-15:00  
慶應義塾大学 日吉キャンパス

対象 小学3年生以上 ※小学生の場合は必ず保護者同伴  
申込 7月14日(月)10時から (申込方法はHPをご覧ください)  
参加費 無料 定員 30名 (先着順)  
講師 土居 志織 慶應義塾大学法学部化学教室 専任講師・センター所員

「やうつでかわいい人工のイクラを使って、  
微生物が呼吸(アルコール発酵)するのを見て、  
何が起きているのか、観察してみよう。  
ペーサーの中でイクラがぶかぶか浮かんできると  
様子を見て、さうしてどうなるのか、  
みんなと一緒に考えよう。  
(人工のイクラの食べられません。)

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、事前にご確認ください。

⑧ ポスター (サイエンス・カフェ)

第15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

日吉キャンパス 来往舎 シンポジウムスペース

2025年11月8日(土) 13:00~16:00  
対象:学生・教職員・一般 参加費:無料

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

開会式 山本 裕樹 (東北公益文科大学)

13:05~13:30 特別講演 (富山県立大学) プラネタリウムの多目的利用と技術の進化: だれでも使える全天周3Dシミュレーション

13:30~13:45 高田 淳子 他 (宮城教育大学) 360度写真のVR観覧と観測による天体の日常運動の授業実践と評価

13:45~14:00 運動性学 (宮城教育大学) 月や星の見え方と生活圏内で学ぶ動植物の観察と実践

14:00~14:15 山本 裕樹 (東北公益文科大学) 山形県立天文館における取り組み

休憩 (20分)

14:35~15:00 戸田 貴一 (富山県立大学) 望遠鏡の進化と、それと天文学教育

15:00~15:15 藤田 淳子 (東海大学) 富山県立望遠鏡を用いた研究と望遠鏡観望報告

15:15~15:30 松本 敏夫 (徳島大学) 電望望遠鏡とAI

15:30~16:00 インターネット望遠鏡についての議論

閉会式 戸田 貴一 (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  
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、事前にご確認ください。

⑨ ポスター (インターネット望遠鏡)

2025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 REC for NS Keio University

## 話そう、考えよう、 SDGsと科学のこと

2025.11.15(土) 13:00~16:50  
慶應義塾大学 日吉キャンパス  
第4校舎B棟 J11番教室

形態 講演4題 (講演+質疑応答 各40分)、総合質疑討論 30分  
対象 一般・学生・教職員 参加費 無料 (参加申込必要)

申込はこちら / 当日会場でも参加受付も可! 11月14日締切

■ プログラム

開会挨拶 | 13:00~13:10 奥田 博代 (慶應義塾 常任理事)

講演① | 13:10~13:50 「地球環境を支える経済の力ー経済政策と市民が動かす二輪のエンジン」 大沼 あゆみ (慶應義塾大学 経済学部)

講演② | 13:50~14:30 「SDGsの観点で植物工場を考える」 上原 淳氏 (リバー株式会社)

講演③ | 14:45~15:25 「SDGsに貢献する水素の利活用 (製造、運搬、利用)」 今川 健一 氏 (千代田化工建設株式会社)

講演④ | 15:25~16:05 「月太陽発電「ルナリング」構想と 月面建設技術」 鶴山 尚大 氏 (清水建設株式会社)

総合質疑討論 | 16:15~16:45

閉会挨拶 | 16:45~16:50 岡本 昌樹 (慶應義塾大学 自然科学研究教育センター所員)

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、事前にご確認ください。

⑩ ポスター (シンポジウム)

慶應義塾大学自然科学研究教育センター主催  
慶應義塾大学  
経済学部化学教室教授・センター所員

井奥 洪二君 最終講義  
「つなぐ」

申込フォーム  
3月6日 18:00まで

2026年3月7日(土) 15:30→17:00  
日吉キャンパス 来住舎 2階大会議室

井奥 洪二 (いおく こうじ) 1960年生まれ、大阪府出身、上智大学理工学部化学科卒業、東京工業大学大学院博士後期課程単位取得退学、工学博士、高知大学理学部助手、山口大学工学部・工学部化学科助教授、東北大学大学院理学研究科助教授、教授を経て2012年より現職、日本MIS学会理事、日本セラミックス協会総務部長・常務、文部科学省新学術領域研究審査委員、慶應義塾大学自然科学研究教育センター所員、他を歴任。表彰等はアジアバイオセラミックス賞、日本セラミックス協会学術賞、タイ王國チュラロンコン大学訪問学者、トルコ共和国エルトゥール工科大学から科学技術の分野に関する招待状、慶應義塾Hiden Award、World's Top 2% Scientists等、理工学、環境科学、文理連携学を研究しつつ、この大切さを学んでいます。

慶應義塾大学自然科学研究教育センター・クマムシ研究会共催  
慶應義塾大学  
医学部生物学教室准教授・センター所員

鈴木 忠君 最終講義  
「クマムシ研究  
＝生物学のメインストリーム」

申込フォーム  
3月7日 18:00まで

2026年3月14日(土) 17:00→18:30  
日吉キャンパス 第4校舎B棟1階 J11番教室

鈴木 忠 (すずき ちゅう) 慶應義塾大学医学部准教授(日吉・生物学教室)、慶應義塾大学自然科学研究教育センター所員、1964年生まれ。名古屋大学理学部生物学科、同大学医科学研究科生物学専攻、単位取得退学。金沢大学自然科学研究科より博士(理学)取得。クマムシ研究は40歳になる2005年から始めた。昔年、クマムシの話題はヒューアを題材、公文書館に属する膨大な手紙の調査を行った。今後は「ヒューア」だけでなく見えない研究者同士の熱い知の交流の記録を続けていきたい。

対象：学生・教職員・一般  
参加無料・事前申込必要 ※当日会場での受付も可  
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、事前にご確認ください。

⑪ ポスター（最終講義）

2025塾生会議メンバー  
募集!

開催場所  
日吉キャンパス

開催時間  
水曜日6時限(18:15~19:45)の時間帯に行われます。  
原則として対面で行われます。他キャンパスで5時限に  
対面授業を履修している場合は参加できません。

応募資格  
1. 慶應義塾大学に所属する学部生  
(応募者多数の場合は下級生が優先されます。)  
2. 水曜日6時限に日吉キャンパスで参加可能であること  
3. 広くSDGsに関心があり、将来の慶應義塾のサステナブル  
なあり方に興味があること

募集人数  
50名程度を予定しています。学部のバランス等を考慮しながら選考します。  
※「2025塾生会議」にはランダム抽出された新入生も参加します。

応募方法  
下記QRコードのGoogle フォームよりアクセスして応募ください。  
「期限がないとエラーが出る場合は、google アカウントから  
ログアウトし、keio.jp アカウントでgoogle にログインしてください。  
<https://forms.gle/3JZiYJSz9xkMKky5>

選考日程  
応募期限 4月20日(日)  
決定通知 5月8日(木) 連絡予定

SDGsを実現するための  
慶應義塾のビジョン・目標・ターゲットを一緒に考えてみませんか?

開催日程  
春学期 秋学期  
① 5月15日 ① 10月2日  
② 5月22日 ② 10月9日  
③ 5月29日 ③ 10月16日  
④ 6月5日 ④ 10月23日  
⑤ 6月12日 ⑤ 10月30日  
⑥ 6月19日 ⑥ 11月6日  
⑦ 6月26日 ⑦ 11月13日  
⑧ 7月3日 ⑧ 11月20日  
⑨ 7月10日 ⑨ 11月27日  
⑩ 7月17日 ⑩ 12月4日  
⑪ 7月24日 ⑪ 12月11日  
⑫ 7月31日 ⑫ 12月18日

サマーキャンプ 8月29日 12月18日  
(任意参加) (藤原記念ホール)

⑫ ポスター（塾生会議メンバー募集）

慶應義塾SDGs会議  
2025サマー・キャンプ  
参加者募集

参加者には、Keioオリジナル  
トートバック（非売品）を差し上げます。

サマー・キャンプ日程  
2025年8月29日(金) 10:00~16:00

日吉キャンパス  
第4校舎B棟1階12番教室

サマー・キャンプの目的  
慶應義塾のSDGsの目標やターゲットを幅広く考え  
アイディアを集約する（ブレインストーミング）  
提案されたアイディアは、今後の塾生会議に活かされる。

※参加に関する詳細は募集要項をご確認ください。  
募集要項QR 参加申込フォームQR

参加によって期待されること  
※ 期間を定着するアクションまで意識した提案の作り方を学べる。  
※ 同世代のみならずさまざまな人との議論を通して、誰も取り残されない社会の重要性を体感する。  
※ 学校のみならず地域や社会をサステナブルに発展させるシナジーメントを得られる。  
※ 慶應義塾のSDGs実現に貢献することができる。

問い合わせ先  
慶應義塾自然科学研究教育センター  
塾生会議担当  
jukusei-kaigi-2025@sci.keio.ac.jp

サマー・キャンプは、自然科学研究教育センター・プロジェクト「2025塾生会議」の一環として実施します。

⑬ ポスター（塾生会議サマーキャンプ）

---

慶應義塾大学自然科学研究教育センター  
2025年度 年間活動報告書

---

2026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

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

©2026 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。

表紙・中表紙写真：慶應義塾大学日吉キャンパス第2校舎

