

2022年度  
年間活動報告書

慶應義塾大学  
自然科学研究教育センター  
2022年度 年間活動報告書



慶應義塾大学 自然科学研究教育センター



---

# 2022年度 年間活動報告書

---

**慶應義塾大学自然科学研究教育センター**  
Keio Research and Education Center for Natural Sciences



## 目次

I. はじめに	1
組織構成	2
各種委員会	2
II. 2022年度活動報告	
1. 運営委員会	3
2. 構想委員会	4
3. 行事委員会	5
4. 広報委員会	6
5. 一貫教育校との連携委員会	6
6. 学際イベント	
1) シンポジウム	
2022年自然科学研究教育センター・シンポジウム	7
第12回インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム	11
2) サイエンス・メルティング・ポット	
第21回サイエンス・メルティング・ポット	12
第22回サイエンス・メルティング・ポット	13
3) 第7回クマムシ学研究会（センター共催）	14
7. プロジェクト研究	
1) ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明：数論・幾何学・物理学における 発現と展開	15
2) 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	15
3) 雲乱流における混合輸送現象の解明	17
4) らせん渦構造効果に着目した乱流モデルと制御	17
5) 金星探査機あかつきのデータ同化に関する研究	18
6) トポロジカル・サイエンス	19
7) 物理学におけるリサージェンス理論の探求とその応用	21
8) 離散化手法による時空のダイナミクスの研究	21
9) 自己駆動する集団におけるカイラル輸送現象の研究	22
10) バイオセラミックスの原子レベルの構造と機能の発現	22
11) シリカ系乾燥剤の高耐久化に関する研究	23
12) アブラムシ社会の齢分業システムとその進化	24
13) 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	24
14) 海産無脊椎動物受精時の卵活性化を誘起する卵内カルシウムイオン上昇機構の研 究	25
15) ハチクマ（タカ目タカ科）の総合的研究	26
16) 始原新口動物のボディプランに関する研究	26
17) 「細胞の意思」と細胞行動制御メカニズム	26

## 目 次

18) 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	27
19) 日本国内の陸産異クマムシ類の多様性研究	28
20) 透明ホヤを用いた3Dイメージング解析およびモデル生物化の試み	29
21) 緩歩動物クマムシの幼若ホルモンによる性決定機構とその進化	29
22) 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	30
23) 成人不同視性弱視の点眼治療について	30
24) 視覚障害者がスマートスピーカーの対話型デバイスを活用するための基礎研究	31
25) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	32
26) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	32
27) 視覚的に点字を識別するための効率的な学習法の開発	33
8. 教育	
1) 2022塾生会議	34
2) 化学実験の実験器具映像教材の開発	35
3) 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	36
4) 一貫教育校との連携ワークショップ(第10回)	37
9. その他	
1) 2022年度 自然科学部門 第1回新任者研究紹介(センター共催)	40
2) 2022年度 自然科学部門 第2回新任者研究紹介(センター共催)	41

## Ⅲ. 資 料 編

1. 自然科学研究教育センター協議会委員	42
2. 自然科学研究教育センター規程	43
3. 自然科学研究教育センター運営委員会内規	45
4. 自然科学研究教育センター共通スペースの管理・運営に関する内規	47
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	48
6. 共同研究員における大学院生の受入に関する内規	49
7. 研修生の受入に関する内規	50
8. 自然科学研究教育センター各種委員会委員	51
9. 自然科学研究教育センター構成員	52
10. 2022年度の主な活動記録	55
11. 自然科学研究教育センター刊行物等抜粋	56
①ニュースレター    ②ポスター(シンポジウム)	
③ポスター(インターネット望遠鏡シンポジウム)	

# 自然科学の基礎研究は未来への鍵

大学自然科学研究教育センター所長 井奥 洪二

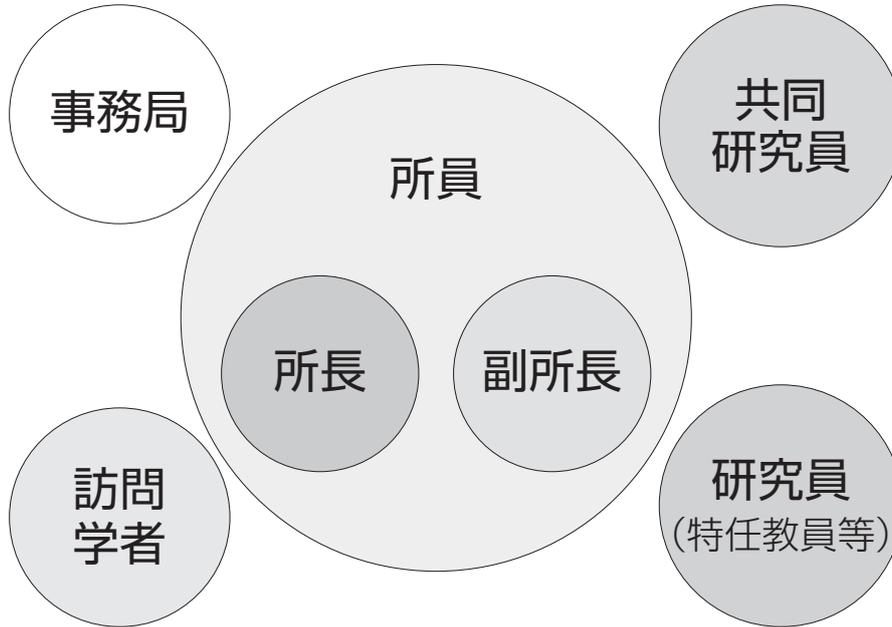
2022年度年間活動報告書をお届けいたします。当該年度も自然災害、人災、また複合災害の頻発した一年でした。COVID-19については、中国の湖北省武漢市で2019年12月に最初の発症が報告されて以来、SARS-CoV-2は変異を重ね続け感染力の強いオミクロン株による感染が拡大しました。2023年2月24日時点の累計で世界の感染者は6億7477万人以上、死者は686万人以上にもなり、日本国内の感染者は3315万人以上、死者は7万2134人に上りました（世界のデータは米ジョンズ・ホプキンス大、日本国内のデータは厚生労働省の集計による）。未だに困難な状況が続いていますが、それでもようやくウイズコロナからポストコロナへ移行する兆しが見えはじめてきたように思います。一方、2022年2月24日にロシアがウクライナへの本格的な軍事侵攻を開始し、1年経過後も戦闘が続いています。世界情勢は不安定化し、食料安全保障やエネルギー問題など私たちの日常生活が大きな影響を受けていることは述べるまでもありません。また2023年2月6日にトルコ南部を震源とするトルコ・シリア大地震が発生し、被害拡大の要因として建築基準の順守に問題があったと指摘されています。同月24日時点で両国の死者は5万人超、行方不明者数は分かっておらず、犠牲者はさらに増える恐れがある（外務省）という被害の甚大さに世界は悲しみに暮れています。

当センターでは、COVID-19対策として密の回避、十分な換気、手指の消毒、マスクの着用などを徹底し、3年ぶりに一貫教育校との連携ワークショップを対面で開催し（テーマ：オンライン教育の取組みと今後への活用、2022年8月29日）、同じく3年ぶりにシンポジウムを対面で開催しました（テーマ：顔の科学最前線、2022年11月12日）。また、慶應義塾SDGsの一環として、大学の全学部から選抜された塾生が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「2022塾生会議」を対面で実施し、塾内外で大きな注目を集めました。当センターの所員をはじめとする多数の教職員がプロジェクトメンバーとなり、縁の下の力持ちとして塾生を支え、2023年1月11日には塾生がSDGsを実現するための提言を伊藤公平塾長へ直接伝達するに至りました。この他にもサイエンス・メルティングポットやインターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウムなど複数のイベントを状況に応じてオンラインで実施し、また所員が自然科学の研究と教育に真摯に取り組んできたことは言うまでもありません。

このように、当センターの所員は自然科学への情熱を絶やすことなくそれぞれの立場で工夫し、粘り強く着実に歩んでいます。皆さまには2022年度年間活動報告書を手にとっていただき、所員の自然科学への熱い想いを感じていただければ幸いです。我が国では停滞が長引く中、自然科学の基礎研究は後回しにされがちですが、基礎研究は未来を開拓する種であることを忘れてはなりません。大学自然科学研究教育センターは設立当初から基礎研究を大切にしている今日に至っています。しかし、今後社会からの理解と支援を受け難くなれば、アピールしやすい目先の研究成果を求めがちになり、真理を探究するチャレンジの衰退が危惧されます。未来開拓の種を大切にするために、これからも大学自然科学研究教育センターへのより一層のご理解とご支援を宜しくお願い申し上げます。

○組織構成

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



○各種委員会

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

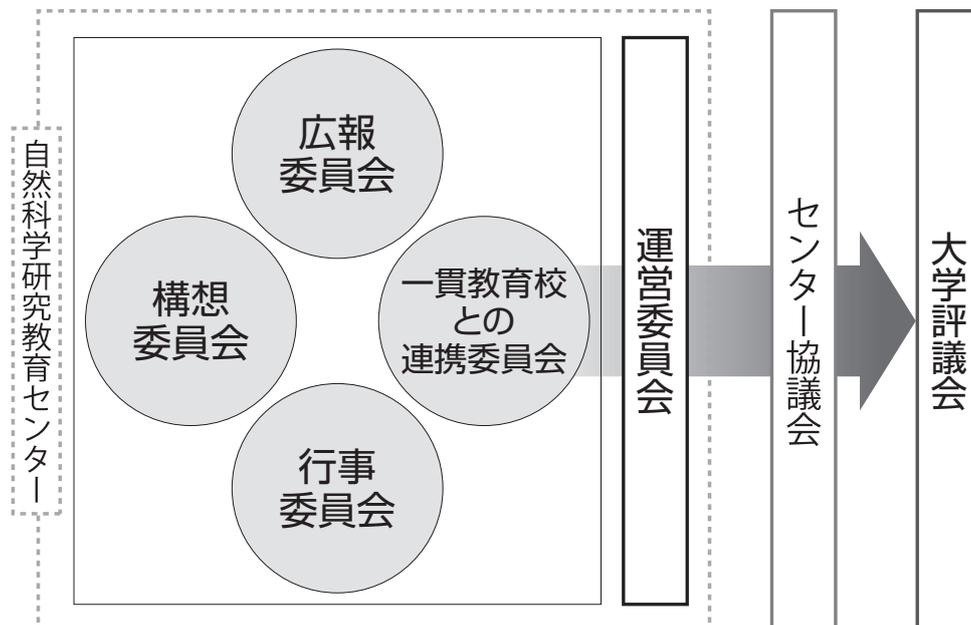
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

構想委員会：センターの長期、短期的な様々な課題や方向性を検討する委員会

行事委員会：シンポジウム、講演会などの様々な行事を企画し、実施する委員会

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

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



# 運営委員会

## 1. 本年度の特記事項

- ・慶應義塾SDGs会議-2022塾生会議を実施した。
- ・一貫教育校との連携ワークショップを3年ぶりに対面で開催した。テーマ：オンライン教育の取組みと今後への活用、2022年8月29日
- ・シンポジウムを3年ぶりに対面で開催した。テーマ：顔の科学最前線、2022年11月12日
- ・久保田真理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、「化学実験の実験器具映像教材の開発」が実施された。
- ・倉石所員を代表者とする日吉教育活動等支援予算が採択され、「生物学教育オンライン化のための試み—生物発生・多様性・生態・行動観察のためのVirtual図鑑Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築」が実施された。
- ・当センターが支給する研究プロジェクト費は、新型コロナウイルス禍の影響を受け部分的な変更を伴いながらも適正に執行された。

## 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した。新型コロナウイルス感染症対策としてオンライン開催とした。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）2022年6月22日、（2）2022年11月14日、（3）2023年2月24日。

## 3. 協議会の開催

例年どおり2回の協議会を開催した。新型コロナウイ

ルス感染症対策としてオンライン開催とした。

- （1）2022年9月6日：慶應義塾SDGs会議-2022塾生会議の取組み、前年度決算報告など
- （2）2023年3月7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

2022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64名、研究員3名、共同研究員22名、訪問学者44名である。なお、2022年度の事務局は、事務長大古殿憲治、事務員 綿引裕也の2名体制で稼働した。

## 5. センター活動

シンポジウムおよび一貫教育校との連携ワークショップは対面で開催した。サイエンス・カフェは、新型コロナウイルス感染症への十分な対策をとれる確証が得られないため、やむを得ず中止した。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）、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（27件）も新型コロナウイルス感染予防・拡大防止を十分に配慮して活発に行われた。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。

（井奥 洪二）

## 構想委員会

### 1. 今年度の特記事項

- ・前年度のオンライン会議において、「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」という当委員会の目的に即し、構想委員会の今後の活動について意見を聴取した結果、自然科学研究教育センター（以下自然セ）に所属する若手研究者（任期付研究者）の研究成果を表彰する制度を設けるという方針が固まった。これは、若手の研究者が自然セメンバーとなるメリットを高め、自然セにさらなる活気を呼び込むことを主

旨としている。

- ・この方針に基づき、本年度第1回の構想委員会では、賞のおおよその応募条件と審査方法について議論した。この議論の内容を下案として運営委員会に報告し、賞の創設について賛成が得られた。本年度第2回の構想委員会では下案をもとに具体的な制度設計について議論した。

### 2. 構想委員会の開催

- ・今年度はオンライン会議を2回開催した。

（田谷 修一郎）

# 行事委員会

## 1. 行事委員会の開催

今年度の行事委員会は、すべてメール審議により行った。

## 2. シンポジウムの開催（講演要旨はⅢ. 資料編、詳細はⅡ. 6.2）を参照のこと。

日 時：2022年11月12日（土）

場 所：日吉キャンパス第4校舎B棟J11教室

### 【プログラム】

講 師：三枝 千尋 氏（花王）

王 牧芸 氏（東京大学）

高橋 康介 氏（立命館大学）

今岡 仁 氏（NEC）

河野礼子 氏（慶應義塾大学）

参加者：64名

## 3. サイエンス・メルティング・ポットの実施（詳細はⅡ. 6.3を参照のこと）

（第21回）

日 時：2022年7月22日（金）13：00～14：30

場 所：オンライン開催

講演1 『イカとミカンとほんの少しのヒト皮膚常在細菌』

講 師：杉本 親要（法学部生物学教室助教（有期）・センター所員）

講演2 『ちょっとディープなゴキブリの話 ～クロモンチビゴキブリ編～』

講 師：藤田 麻里（法学部化学教室助教（有期）・センター所員）

参加者：18名

（第22回）

日 時：2023年1月30日（月）16：30～18：00

場 所：オンライン開催

講演1 『植物につくられる虫こぶの進化』

講 師：植松 圭吾（法学部生物学教室助教（有期）・センター所員）

講演2 『シロアリの真社会性進化に伴う自然選択圧の検出』

講 師：林 良信（法学部生物教室専任講師・センター所員）

参加者：22名

## 4. 自然科学部門との共催 新任者研究紹介の実施（詳細はⅡ. 9.1を参照のこと）

（第1回）

日 時：2021年4月26日（火）18：45～19：45

場 所：オンライン開催

講 師：田野 千春（経済学部化学教室助教）

藤猪 英樹（医学部生物学教室教授・センター所員）

参加者：42名

（第2回）

日 時：2022年10月25日（火）18：15～19：45

場 所：オンライン開催

講 師：岩尾 慎介（商学部数学教室准教授）

参加者：31名

## 5. 所員からの申請によるイベントの実施

センター主催イベント

題 目：第12回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム

日 時：2022年11月19日（土）13：00～16：15

会 場：オンライン開催

対 象：学生・教職員・一般

参加者：17名

センター共催イベント

題 目：第7回クマムシ学研究会報告

日 時：2023年1月14日（土）13：00～18：00

会 場：第4校舎B棟J19番教室

対 象：学生・教職員・一般

参加者：28名

（鈴木 忠）

## 広報委員会

### 1. 広報委員会の開催

2022年度については、対面式会議は開催せず、必要に応じてメール審議を行った。主な議題は、「第12回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」ポスター案について、「ニューズレター第21号」案についてであった。

### 2. イベントのWeb、ポスター、チラシなどによる広報

例年の方針に基づいて活動した。2022年度に開催された、「2022塾生会議」、「2022年自然科学研究教育センター・シンポジウム」、および「第12回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」の各イベントについて、Webサイトで広報するとともに、ポスターを作成し、各キャンパスや一貫教育校に掲出をお願いした。

また、適宜「情報ぼすと」を通して塾内に広報を依頼し、義塾Webサイトや塾生向けWebサイト、理工学部・日吉キャンパスWebサイト、理工学部イベントカレンダー、日吉キャンパスニュースなどに各イベント情報を掲載した。

ポスターについてはⅢ-11を参照。Webサイトでも閲覧できる。

### 3. ニューズレター

例年、年に2回刊行しているニューズレターであるが、2022年度は2020年度、2021年度に引き続き、2月に1回発行した。2023年2月28日発行の第21号はA4判6ページの体裁で800部作成し、日吉・矢上キャンパスの全教員、一貫教育校、各キャンパスに配布した。

内容についてはⅢ-10を参照。Webサイトでも閲覧できる。

### 4. 2022年度年間活動報告書

例年通りのスケジュールで、2023年2月28日を締め切りとして、原稿収集を行った。

### 5. Webサイト

日本語版Webサイトについて、2022年4月に大幅なリニューアルを行った。具体的には、Contents Management System (CMS) の入れ替え、およびデザインの刷新である。これにより、スマートホンでの閲覧が最適化され、見栄えは英語版Webサイトと統一されたものになった。

その他、不明な点などについては、その都度、Webサイトの内情に詳しい小林所員に意見を仰いだ。

(志村 正)

## 一貫教育校との連携委員会

### 1. 本年度の特記事項

コロナ禍で2年間開催できなかった「一貫教育校との連携ワークショップ」の開催を行った。感染状況によってはオンライン開催も視野に入れて準備をしたが、対面での開催ができた。2018年度に、「理科における基礎的な概念の教授法の共有」について連携ワークショップを行うことを決定したが、今回はコロナ禍で余儀なくされたオンライン授業、オンライン教材について共有することとした。

### 2. 連携委員会の開催

すべて、メール審議で行った。

### 3. 一貫教育校との連携WSの開催

以下に実施概要を示す。詳細は、Ⅱ. 8.4を参照のこと。

#### 第10回 一貫教育校との連携ワークショップ

日時：2022年8月29日(月) 13:30~17:30

場所：日吉キャンパス 来往舎 中会議室

内容：オンライン教育の取組と今後への活用

参加者：31名

(久保田 真理)

# 学際イベント

## 1) シンポジウム

### 2022年自然科学研究教育センター・シンポジウム「顔の科学最前線」

日時：2022年11月12日（土）13：00～17：30

場所：日吉キャンパス 第4校舎B棟J11番教室

参加者数：64名

プログラム：

13：00～13：10 開会挨拶

岡田英史（本塾常任理事）

13：10～13：50

講演1. 『顔と魅力—認知心理学分野における研究のご紹介—』

三枝 千尋 氏（花王株式会社 感覚科学研究所）

13：50～14：30

講演2. 『顔認識と社会性記憶という「概念」を表象する神経メカニズム』

王 牧芸 氏（東京大学 定量生命科学研究所 研究員）

（休憩15分）

14：45～15：25

講演3. 『フィールド実験から顔認知の多様性を知る』

高橋 康介 氏（立命館大学 総合心理学部 教授）

15：25～16：05

講演4. 『顔認証の技術と社会実装の最前線』

今岡 仁 氏（NECフェロー/AI・アナリティクス事業統括部長）

（休憩10分）

16：15～16：55

講演5. 『骨から「顔」を考える』

河野 礼子 氏（慶應義塾大学 文学部 教授・センター副所長）

16：55～17：25 総合質疑討論

17：25～17：30 閉会挨拶

井奥 洪二（センター所長・経済学部教授）

全体要旨：

2022年度自然科学研究教育センター・シンポジウム「顔の科学最前線」は、本来は2020年度の行事として計画されていたものである。ところが2020年初めから世界的に急拡大した新型コロナウイルス感染症の流行により日本中が非常事態モードとなる中で、他の殆どすべての行事と同様に中止のやむなきに至った。2021年度もなお対面開催の目途は立たず、オンライン開催のノウハウも確立されなかったため再度シンポジウム開催は見送られたが、本年になって教育研究活動をキャンパスに戻すという義塾の基本方針の下、三年ぶりに対面によるシンポジウムの開催が決定された。テーマについてもセンター内での協議の結果、2020年度の計画と同じものとすることに決し、一度は中止のご連絡を差し上げていた5名の講師の方々に改めて講演を依頼したところ、国外に滞在中のお1人を除く全員からご快諾をいただいた。ご都合がつかなかった方からも、近い専門領域で活躍されている研究者を新たに講師としてご推薦いただき、全体として多様な中にも統一感のある講師陣が揃ったことに深く感謝している。

当日は担当の岡田常任理事より、シンポジウム開催に至った上記の経緯を踏まえた開会挨拶があった後、5名の講師による講演がなされた。まず三枝千尋氏は実験心理学の立場から、顔の魅力に関する目、鼻、口など各要素の役割は一定ではなく時間とともに変化すること、顔が与える印象において「目」が果たす役割が大きいことなどを述べられた。次に王牧芸氏は、顔が部分の集まりとしてではなく、一つの全体として認知されることに注意した後、顔の認識には脳の特定領域が関与していること、発達の特定の段階で多くの顔を見ることがその後の顔認知能力の獲得にとって肝要であると考えられること、などを述べられた。高橋康介氏は顔認知の文化依存性に注目し、アフリカでのフィールド実験の成果を紹介された。続いて今岡仁氏は、電子的な顔認証技術の歴史と、完璧と言えるほどに精度が向上した現状を紹介され、将来は認証自体の技術のみならず、セキュリティや法整備といった課題も解決していく必要があると述べられた。最後に、自然人類学者である河野礼子氏は、頭骨から生前の顔貌を推測する「復顔」の手法について解説された。プロの復顔師の仕事風景を紹介するとともに、復顔においては解剖学の知見に基づく肉付けのみならず、近年は骨から採取したDNAにより顔の表面の特徴

を部分的に推測することが可能になったことを述べられた。

当日は塾の内外から64名が参加した。5つの講演終了後に総合質疑討論の時間が設けられたが、参加者からは「顔の魅力にはどんな時代変遷があったか?」「人間以外にどんな動物が顔を識別するか?」という質問に加えて

「そもそも人間にとって顔とは何か?」「人に対してのみ『何?』と問わず『誰?』と問うのはなぜか?」といった根源的な問も発せられたが、パネリストになった講師の方々はそれらのすべてを共感と関心を持って受け止め、真摯に回答されていたことがたいへん印象的であった。

(南 就将)

## 講演要旨1

「顔と魅力—認知心理学分野における研究のご紹介—」  
三枝 千尋

最初の講演は、化粧品の開発のプロセスで、そもそも「なぜ、この人（の顔）は魅力的と感じるのか」の背景について、主に認知心理学の分野からのアプローチで、①化粧と魅力、②魅力的な顔とは、③顔を見る時間と魅力、④周辺情報と顔の魅力、⑤魅力の多様性、⑥自分の魅力、についてのご紹介があった。

まず、なぜ人は化粧をするのかについては、「対人効果」、「身だしなみ」、「（皮膚）の保護」、「気分高揚」、「変身（願望）」といった感情的・或いは物理的な理由があり、魅力的な顔としては、「平均性」、「左右対称性」、「性的二型性（女らしさ）」、「肌特徴（均一性、明度コントラストの高さ）」などの要素についての具体的な言及があった。また、顔を見る時間と魅力について、極めて短時間（サブ秒）で人は（人の）顔について認識する一方で、時間の経過と共に印象が変化し、顔のそれぞれのパーツ（目、鼻、口、まゆなど）と魅力の相関についての研究報告では、「目は口ほどにものを言う」という諺にも当てはまることで、それらと共に、視線によって魅力度が上がる（目が合っている）という研究結果も示された。顔の周辺情報として、髪（型）についての紹介では、「髪のみに対する髪の魅力」より「髪プラス顔」の方が評価（魅力度）がアップすることや、年齢によって重視される要素が異なる（20代は、笑顔、身だしなみ、ファッション、スタイル、メイクなどで、50代



は内面・心、若さ、人生・生き方、落ち着きなど）との指摘があった。

最後に、誰しも自分の顔は鏡を通してしか見ることができず、実は、自分自身が自分の顔について、一番わかっていないという背景があり、それは動的な要素（様々な生活の場面でのしぐさや表情）についての視覚体験の少なさのためで、自分の魅力に気づくための方法として、コミュニケーション中の表情・動作を動画撮影し、（本人、他人、友人が）好きだと思う表情・動作の抽出し、コントロール群として、コマ送り画像を視聴した場合との比較の結果、新たな気づきを見つけやすいとの報告もあった。

講演全体として、本シンポジウム「顔の科学最前線」の最初の講演として、その後の講演内容に続くような、入口に当たる内容（興味を誘導するような身近な話題）を多数ご提示いただき、誰しもが楽しくリラックスしてお聞きできる内容であった。

(寺沢 和洋)

## 講演要旨2

「顔認識と社会性記憶という「概念」を表象する神経メカニズム」

王 牧芸

我々の顔は互いに非常に似通っている。というと同意できないという人も多いだろう（俳優の〇〇さんと私の顔は全然似てないんですけど?）。しかし視覚パターンとしての顔には全て強い類似性がある。すなわち、目が二つ水平についており、その下に鼻が、さらにその下に口がある。かように似たような構造を持つにもかかわらず、私たちは顔から瞬時に個人を同定できる。これがどれだ



け驚くべきことかは、同様に類似性の高い視覚パターン、例えばさまざまなメーカーの5ドアハッチバックを識別

することを考えてみると良い。エンブレムがなければ、これらの似通った視覚情報（タイヤは4つ、ドアは5つ）からで車種を瞬時に識別することは難しいだろう。王先生のトークはこのような問いかけから始まった。

ヒトの驚くべき顔識別能力の基盤にあると考えられるのが「全体（ゲシュタルト）処理」である。視覚における全体処理とは、全体が局所的な情報の総和とは異なる見えをもたらすことを指す。顔が全体処理でなく、単なるパーツの足し合わせでなら、その結果として知覚される顔は類似性が高すぎて個体の識別には役に立たないだろう。しかしおそらくこの全体処理のおかげで、私たちは個々人の顔を約5000通りも区別できる（Jenkins et al. 2018）。顔の全体処理は方向依存であることが知られ、例えば顔を上下逆さに見るときには働かず、識別能力が落ちる（顔以外の物体の識別能力は倒立呈示でも大きく変わらない）。このことは顔の倒立効果と呼ばれる。さらに、顔識別能力は経験依存であり、普段見慣れないタイプの顔では低下することも知られる。このことは異人種効果と呼ばれ、例えば日本人であれば非アジア系人種の顔の識別能力はアジア系人種に対するものよりも大幅に落ちる。

王先生の発表では、こうした顔認知の特徴を人間以外の社会性動物（メダカ）も有することが紹介された。メダカもヒトと同様に主に顔を用いて他個体を識別するこ

とが知られる。王先生の研究では、メダカも顔の倒立効果を示すことや、生後しばらくの間他個体との接触を断たれた個体は顔の識別能力が大幅に低下することが示された。これらの実験結果はメダカの顔識別能力もヒトと同様に全体処理と経験依存のメカニズムに支えられていることを示している。

さらに、マウスに光遺伝学的手法を用いた、ある属性を有する集団に「偏見」が生じる仕組みに迫る最新の実験結果も紹介された。ある個体と結びついたネガティブな記憶が、その個体の属性（人種や性別など）を有する集団全体に一般化されることは人間社会でも（望ましくないながら）ありふれたことである。報告された実験結果は、人種差別や性差別が社会性を育む脳の仕組みに由来している可能性を示唆し、問題の根深さを窺わせるものであった。

顔の識別を入り口とした社会性を担う脳の仕組みが、人間の理解にとって重要であることは間違いない。しかし人間を対象とする限り、そのメカニズムについて知れることには技術と倫理の両面で限界があるだろう。動物を対象とした行動科学・神経科学的研究は、この難しくも重要な問題に切り込む上で強力なツールであることを実感させられる講演であった。

（田谷修一郎）

## 講演要旨3

「フィールド実験から顔認知の多様性を知る」

高橋 康介

私たちは顔認知のプロである。相手の顔を見れば人物を特定することができるし、表情を読み取ることができる。記号を並べて顔文字を作れば、そのときの気持ちを文章に添えることもできる（^\_^）。顔認知能力が優れているあまり、建造物の窓や扉が目や口に見えたり、壁の模様が顔に見えてしまう、ということもよくある（パレイドリア現象）。普段からなにげなく行っている顔認知だが、私たちの顔認知はみな同じなのだろうか。

実は東洋と西洋では相手の顔を見たとき、注目する部位が異なることが知られている。東洋人は「目」を見て表情を判断するのに対し、西洋人は主に「口」を見て表情を判断する。世界中の国々ではどうなのだろう。今回ご講演いただいた高橋先生は、共同研究者の“ワーカー”の方々と世界の顔認知についてデータを集められている。実際に現地へ赴き、そこに住む人々にタブレットを用いて様々な質問に答えてもらうのだ。タブレット実験では、言葉の通じない異国であっても翻訳を必要としないため、人を介することなく実験ができる。問いの表示も回答方法も同じ、下手なバイアスがかかることがない。今回は、絵文字（笑顔-真顔-泣顔）をどのように認識するのか、どのようなモノを顔として認識するのか



（パレイドリア現象を利用した実験）、笑顔をどのように描くのかといった実験結果を紹介いただいた。かなり衝撃的であったが、どの結果においても私たち日本人が普段から認識している笑顔は、世界共通ではないということが明確に示されていた。カメルーン・タンザニアでは、絵文字のスマイリーは笑顔よりも真顔といった印象を持たれる場合が多く、歯が見えている表情を笑顔とすることが多いようであった。笑顔を簡単に描写してもらう実験では物理的なパーツの取り方を観察できるが、眉毛から鼻筋を1本の線で描く絵が多くみられた。これは日本人がよく描くニコニコマークとは大きく異なり、顔認知の多様性を強く感じるものであった。昔の日本では歯を見せて笑うことが下品であるとされた時代もあり、この顔認知の多様性には各国の文化的背景が影響する可能性も考えられるだろう。

今回、顔認知の多様性を通して自分自身の当たり前が身近な環境を出れば全く異なることを改めて感じた。私たち日本人は目を見て相手の表情を読むことが得意であるために、コロナ禍のマスク文化をすんなり受け入れて

しまったように思う。事態が収束し、互いの笑顔を見ながら会話できる日はやく戻ってくることを心から願う。  
(田口 瑞姫)

## 講演要旨4

「顔認証の技術と社会実装の最前線」

今岡 仁

今年度のシンポジウム、第4番目の講演は「顔認証の技術と社会実装の最前線」というタイトルで、NECフェロー・AIアナリティクス事業統括部長の今岡仁氏にお話いただいた。

認証技術にはパスワードなどを用いる知識認証、カードや鍵を用いる物理認証、顔や指紋などを用いる生体認証がある。この中でも生体認証は第三者によりパスワードや鍵を使用される「なりすまし」の危険が少なく、また紛失や忘却の心配もない認証技術である。

生体認証に利用可能なさまざまな特徴の中で、顔が注目を集める理由は、露出しているためだけでなく、パスポートなどの形で個人に紐づけられた顔写真データが既に大量に存在していたことが挙げられる。そのため、2001年の同時多発テロ事件に端を発する一連のセキュリティ強化において、いち早く実用化へ向けた技術促進が進んだ。一方で、顔の特徴は経年変化や化粧、整形手術によって変わりうる上、マスクやメガネなどにより隠されてしまう。このような問題を克服して正確な認証を行うためには膨大な情報処理が必要となる。しかし、コンピュータとAI技術、デジタルカメラの進歩により、現在では十分実用可能なレベルになっている。講演の途中には、聴衆の挙手をあおぎ、認証システムが同一人物判定できた画像を使ってクイズが行われた。経年変化、マスク、サングラスなどによる変化を加味した問題では、聴衆の多くが正しく解答できなかったことから、現在の顔認証技術の精度の高さが実感できた。しかも、こ



のような高精度の判定を毎秒2億組以上の速度で実行できるとのお話には驚かされた。

講演の後半では、このような技術の導入事例として、インドの社会サービスのための13億人分の生体認証情報登録実績、和歌山県白浜における空港・ホテル・エリア内のショッピングにおけるキャッシュレス決済の実証事例、患者の取り違えを防ぐ医療現場での応用、東日本大震災被災地で津波により流出した写真を家族に返却する事業、兵馬俑中に同一人物の重複があるか否かの検証など、多様な事例が紹介された。

さらに、今後の展望として遠隔視線推定による人の興味の判定、顔が写っていない画像・映像からの人物照合、虹彩を併用したマルチモーダル生体認証、映像から疲労・ストレス・心拍などのデータを抽出する技術を使ったりモート健診などさまざまな可能性が提示された。

スマートフォンの普及により一気に身近になった技術ということもあり、講演後は聴衆からは多くの質問が寄せられ、活発な議論が繰り広げられた。(倉石 立)

## 講演要旨5

「骨から「顔」を考える」

河野 礼子

人類学者の中には骨を見れば顔がわかる人もいる。河野さんもその一人で、大昔の人の顔を復元している。

縄文人の骨は、鼻の付け根が立体的で「顔が低い」(顔の幅に比べて顔高が低い)。それに対して、新たに大陸から別の顔の人たちがやって来た。その人たちの顔はのっぺりして「顔が高い」(面長だ)。後者は、漫画『テルマエ・ロマエ』の中で「平たい顔族」と称される人たちである。



『科捜研の女』の榊マリコもその技術を披露している通り、骨から顔を復元する「復顔」は法医学でも活用法

れている。しかし今回のお話の材料は2万年以上昔の遺跡から発掘された多くの骨の断片なのだ。それらから顔を復元する手法は、X線CT装置によって骨の3次元デジタルデータを取得することから始まり、3次元プリンターによって骨の形を復元するというものだ。河野さんは、実物の骨だけでは不可能な頭骨全体の復元をおこなう第1人者なのだった。

本講演では、石垣島から得られた白保4号個体のお話を中心に研究成果が紹介された。現在では引き続き、白保2号、3号の解析も進行中であることや、縄文人の遺伝子解析なども話題となった。また、学生アンケートの結果などから、古代人の復顔に対して持たれるを如実に示す数字なども紹介された。お話が大変面白く、質疑応答では会場から活発な発言がされた。(鈴木 忠)

## 第12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

日時：2022年11月19日(土) 13:00~16:15

会場：慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎中会議室にてオンラインとのハイブリッド形式で開催

参加者数：17名(塾内関係者数：4名)

### プログラム

13:00~13:05 開会の挨拶

五藤 信隆(五藤光学研究所)

13:05~13:30(25分)

「トレーニングモードを用いたインターネット望遠鏡の使い方—初心者を対象として—」

松本 榮次(佛教大学)

13:30~13:55(25分)

「地球と月の二体からの太陽の2次摂動による月の軌道」

大羽 徹(名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

13:55~14:10(15分)

「小型インターネット望遠鏡の開発」

内村 迅渡(鹿児島大学)

14:10~14:35(25分)

「INDI Libraryを用いたインターネット望遠鏡のシステム開発」

山本 裕樹(東北公益文科大学)

14:35~14:55 休憩(20分)

14:55~15:20(25分)

「『インターネット望遠鏡システムのブラジルへの設置』および『青少年のための科学の祭典2022 名古屋大会』に関する報告」

戸田 晃一(富山県立大学)

15:20~15:35(15分)

「東海大学における活動報告」

櫛田 淳子(東海大学)

15:35~15:50(15分)

「インターネット望遠鏡課題バンクの開発」

中西 裕之(鹿児島大学)

15:50~16:10(20分)

「課題バンクについての議論」

16:10~16:15 閉会の挨拶

山本 裕樹(東北公益文科大学)

コロナウイルスの感染状況の緩和を考慮して今回のシンポジウムは、慶應義塾大学における対面会議をベースに、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、北は東北公益文科大学から、南は鹿児島大学まで17名が集った。インターネット望遠鏡を利用した研究発表から望遠鏡の利用指導方法やシステム開発に関する発表、さらには広報活動に関する発表まで、多岐にわたる発表が実施され、活発な議論がなされた。開会の挨拶では高知県天狗高原にインターネット望遠鏡設置が進められていること、その後の発表ではブラジルにおけるインターネット望遠鏡設置の可能性が高まったことが明らかにされ、ITPのよりいっそうの発展が期待できる。課題バンクの議論では、課題バンクを活用してもらうには大人数でも使えるトレーニングモードの開発が急務であるため、年度内に開発を進めることとなった。ハイブリッド形式としたおかげで、遠方からの参加も容易となり、大変有意義な会議であった。

また、シンポジウム後に、ITP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インターネット望遠鏡の開発や活用の方法について議論した。(小林 宏充)

## 2) サイエンス・メルティング・ポット

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

### 第21回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2022年7月22日（金）13：00～14：30

場 所：会議ツール『ZOOM』によるオンライン開催

参加者数：18名

プログラム

形 式：講演30分、質疑応答15分

司 会：前半担当

鈴木 忠（医学部生物学教室准教授）

後半担当

土居 志織（法学部化学教室専任講師）

(1) 13：00～13：45

演 題：イカとミカンとほんの少しのヒト皮膚常在細菌

講 師：杉本 親要（法学部生物学教室助教（有期））

(2) 13：45～14：30

演 題：ちょっとディープなゴキブリの話 ～クロモンチビゴキブリ編～

講 師：藤田 麻里（法学部化学教室助教（有期））

### 講演要旨1

「イカとミカンとほんの少しのヒト皮膚常在細菌」

杉本 親要

主な研究対象は、イカやタコなどの頭足類である。これは、学部時代の専門講義で受けた強い衝撃がきっかけとなっている。頭足類は軟体動物に属し、貝類を祖先に持つ。しかし、3億年以上前に貝殻を脱ぎ捨てた代わりに、発達した眼と脳そして色素胞を獲得した。このような情報処理機構が、頭足類で進化した背景を知りたいという動機が研究活動の根本にある。霊長類の脳発達の原因を、社会関係の複雑化に求めた社会脳仮説がある。これを頭足類にも適用すべく研究を進めてきた。複雑な個体間関係の存在が示唆されるイカ類の群れを対象に、

ソーシャルネットワーク解析を用いながら、イカ社会の様子を行動学的に明らかにしてきた。近年では、イカとタコの中の認知能変異に着目し、それらの中間的な特性を有するダンゴイカ類をモデルとして、頭足類認知能の進化的背景の解明を進めている。また、頭足類以外にも、ヒト皮膚常在細菌や柑橘類に関する研究プロジェクトにも参加経験がある。前者は、日本人の皮膚形質と常在細菌叢との関係を地理的に比較検討する人類学研究であり、データ取得方法の立上げに携わった。一方、後者は、日本の在来柑橘の進化的背景を探るゲノム科学研究であり、標本採集と初期データ取得を現在も担っている。これらは全て、琉球列島という稀有な環境がベースとなり結びついている。

### 講演要旨2

「ちょっとディープなゴキブリの話 ～クロモンチビゴキブリ編～」

藤田 麻里

ゴキブリ目は、家屋害虫として私たちには馴染みの深い昆虫であるが、地球上には約4,600種が記載され、サイズや形態もさることながら、生息環境も極めて多岐にわたり多様に富むグループである。また、ゴキブリ目は、シロアリ目とカマキリとともに網翅類という単系統グループを構成し、中でもシロアリ目との近縁性が強く

支持され、シロアリ目をゴキブリ目の内群とすることで広義のゴキブリ目 Blattodea とする見方が主流となるなど、より高次系統の進化を理解する上でも重要な位置付けにある。

演者は、系統学的議論において有効な方法の一つである、比較発生学的アプローチから、広義のゴキブリ目全グループを網羅した比較発生学的研究を計画し、これまでに知見が皆無であった種群を対象に発生学的研究を行ってきた。本講演では、新たな課題として取り組んでいる、チビゴキブリ科を対象とした研究について主に

紹介したい。

チビゴキブリ科は、近年ゴキブリ目内の系統学的ステータスが注目されるグループの一つである。しかしながら、その希少性と採集の困難さから、基本的な生物学の知見ですら寡少である。このような背景から、本科に関する知見の蓄積と目内での系統学的位置の理解を目指す

し、日本に唯一報告されているチビゴキブリ科のクロモンチビゴキブリを材料に発生学的研究を開始した。今回は、研究の第一歩として、採集と飼育の過程で明らかとなった本種の生態、繁殖行動そして卵鞘構造等について、他のゴキブリ種群との比較を交えながら詳報する。

## 第22回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2022年1月30日（月）16：30～18：00

場所：会議ツール『ZOOM』によるオンライン開催

参加者数 22名

後半担当

藤田 麻里（法学部化学教室助教（有期））

プログラム

形式：講演30分、質疑応答15分

司会：前半担当

杉本 親要（法学部生物学教室助教（有期））

(1) 16：30～17：15

演題：植物につくられる虫こぶの進化

講師：植松 圭吾（法学部生物学教室助教（有期））

(2) 17：15～18：00

演題：シロアリの真社会性進化に伴う自然選択圧の検出

講師：林 良信（法学部生物学教室専任講師）

### 講演要旨1

「植物につくられる虫こぶの進化」

植松 圭吾

虫こぶは昆虫などの生物が宿主となる植物の葉や芽などに寄生し、組織の分化を過剰に誘導することで形成され、寄生者は内部で成長・繁殖などを行う。虫こぶを形成する生物種は多岐にわたり、その形も多種多様であるため、虫こぶを見ればその内部の生物種を判別できる。虫こぶは古くから染料や薬として用いられるなど、文化に影響を与えていた。また、植物組織の誘導メカニズムを解明することで、産業へ応用できる可能性を持っている。

本講演では、虫こぶの多様性について紹介し、その後

アブラムシの虫こぶ形成に関する研究について紹介する。社会性アブラムシにとって虫こぶは巣かつ食料であり、防衛に適した閉鎖的環境である。その一方で虫こぶ内に蓄積する排泄物（甘露）の蓄積を防ぎ、除去することが必要になる。演者は、ボタンヅルワタムシがケヤキの葉に作る虫こぶにおいて、その内壁に無数の微小毛（トライコーム）が存在することを発見し、その微小毛がアブラムシによる虫こぶ形成に伴い誘導されること、また撥水効果を持つことを明らかにした。異なる形の虫こぶを作る近縁種との比較を行うことにより、昆虫が宿主植物を操作することで作られる撥水構造の進化について紹介する。

### 講演要旨2

「シロアリの真社会性進化に伴う自然選択圧の検出」

林 良信

単独性生物から真社会性生物への進化は生物進化史上のmajor transitionの一つであり、その進化機構を解明することは生物学における最も重要な課題の一つである。ゴキブリ目昆虫（ゴキブリとシロアリを含む）においては、亜社会性の段階を経て真社会性が進化した。本研究では、どのようなゲノムの変異がその進化に大きく寄与したか明らかにすることを目的とし、亜社会性ならびに真社会性の種を含む全8種のゴキブリ目昆虫のゲノ

ムデータを用い、タンパク質コード遺伝子を対象とした自然選択圧の検出を行った。その結果、集合性から亜社会性への進化過程では、78のシングルコピー遺伝子（重複や欠損が生じておらずいずれの種のゲノムでも1コピーしかない遺伝子）において正の自然選択圧が検出された。この中には、シロアリの親子間での栄養交換行動を引き起こすことが示唆されているリポカリン遺伝子も含まれていた。亜社会性から真社会性への進化過程では、5つのシングルコピー遺伝子において正の自然選択圧が検出された。これらの遺伝子の中には、シロアリのカースト間で発現量に有意な差がみられるものもある

が、社会形成にどのように寄与するかは不明である。今ある。  
後、これらの遺伝子機能をさらに詳細に解明する必要がある。

### 3) 第7回クマムシ学研究会（センター共催）

日時：2023年1月14日（土）13：00～18：00  
場所：日吉キャンパス第4校舎B棟J19番教室

田中 冨、荒川 和晴  
セッション2 16：00～17：15（座長：松本緑）

#### プログラム

13：00～13：15 開会のあいさつ

鈴木 忠

13：15～14：15 特別講演

「旅する貝の話」

狩野 泰則准教授（東京大学大気海洋研究所 海洋生態系科学部門）

セッション1 14：30～15：45（座長：荒川和晴）

14：30～14：45

「Paramacrobrotus metropolitanus has come」

杉浦 健太、松本 緑、國枝 武和

14：45～15：00

「トウキョウチョウメイムシの性決定における幼若ホルモンの作用機序」

松本 緑、内田 流星、鈴木 光、高畑 佑伍  
宮川 一志、杉浦健太

15：00～15：15

「東南極のオニクマムシ」

鈴木 忠、杉浦 健太

15：15～15：30

「沖縄県名護市辺野古に生息するオニクマムシ属の分類学的研究」

葛原 華音

15：30～15：45

「クマムシにおけるin vivo発現ベクター TardiVec systemの開発」

16：00～16：15

「クマムシの乾燥耐性を“支える”CAHS線維のはたらき」

田中 彬寛、本田 玄、柳澤 美穂、國枝 武和

16：15～16：30

「乾燥耐性をもつクマムシにおけるゲノム編集」

近藤 小雪、熊谷 瞳、國枝 武和

16：30～16：45

「ヤマクマムシの交叉耐性機構解明へ向けたDNA損傷剤ブレオマイシン応答のマルチオミクス解析」

吉田 祐貴、平山 明由、荒川 和晴

16：45～17：00

「ヨコヅナクマムシにおける乾眠関連遺伝子CAHS3のプロモーター領域の同定」

石川 創良、田中 冨、荒川 和晴

17：00～17：15

「クマムシ非ドメイン型タンパクの多様性と保存性」

荒川 和晴

この研究会を日吉で開催するのは、第1回（2016年）と第3回（2018年）に続いて3回目である。最近の2回はオンライン開催だったため、実際に人が集まる集会は3年ぶりとなった。日程が大学共通テストと重なってしまったため、参加人数はこれまでより少なめの28名だったが、はるばる沖縄からの参加者も迎えることができて、クマムシ研究への熱い思いを共有するとても良い集会となった。

（鈴木 忠）

## プロジェクト研究

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

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」及びそれらに類縁関係にある関数のクラスについて、当面は研究代表者の専攻領域である解析的整数論及び特殊関数論の手法を用いた挙動の解明を行うとともに、ここで得られた成果に幾何学・数理物理学の視座から新たな光をあて、所期の問題意識である上記関数のクラスの挙動解明の研究へのフィードバックをも目指す。

以下、研究期間として設定した2022年度（後半）の本研究の主な進展について、特に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：本研究代表者らは、古典的な正則 Eisenstein 級数を、Lerch ゼータ関数の形に拡張して定義された、複素上半平面のパラメタ  $z$  に対してベクトル  $(1, z)$  を基底とする一般化された正則 Eisenstein 級数に対して、 $z$  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 のゼータ関数  $\zeta(s)$  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 Weierstrass の楕円関数、またここから派生した Weierstrass の  $\zeta$  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 function” 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おり、さらに本論文は現在欧文学術雑誌に投稿中である。

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

[III] Lerch ゼータ関数の積分変換の完全漸近展開とその応用：Lerch ゼータ関数  $\phi(s, a, \lambda)$  からその「特異部分」を適宜除去した修正 Lerch ゼータ関数  $\phi^*(s, a, \lambda)$  に対して、本研究代表者は、主変数  $s$  に関する（ガンマ分布型加重を持つ）Laplace-Mellin 変換、及び（ベータ分布型加重を持つ）Riemann-Liouville 変換、及びそれらの幾つかの iterations の、変数  $s$  が適当な扇状領域内をそれぞれ  $s \rightarrow 0$  及び  $s \rightarrow \infty$  となるとき完全漸近展開を導出した。これらの成果は、論文 “Asymptotic expansions for the Laplace-Mellin and Riemann-Liouville transforms of Lerch zeta-functions” として纏められ、その速報が京都大学数理解析研究所講究録に掲載されており、さらに、本論文は欧文学術雑誌に投稿中である。

（プロジェクトメンバー）桂田 昌紀

### 2) 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

ウィズコロナで対面イベントが増えてきたこともあり、主に対面で活動を行った。2022年度の具体的な活動は以下の通りである。

#### I 学校教育現場での活動および成果報告

##### ① 佛教大学

文科系学生対象の一般教養科目「宇宙を考える・宇宙論」の授業で、インターネット望遠鏡の使い方を説明し、学生が実際にトレーニングモードを使って天体観測

を行った。前期・後期合わせて約30名の学生がインターネット望遠鏡を使ったレポートを提出した。

② 山形県立鶴岡南高校

鶴岡ゼミ（総合的な学習の時間 探究活動）で高校2年生5名にインターネット望遠鏡の画像を使ったプレートソルビングをテーマとして研究指導を行った。

③ 千葉県立柏高校

1、2年生向けの講話 柏葉探求セミナー「宇宙の謎に迫る」にて、インターネット望遠鏡とそれに関する研究の紹介を行った。

④ 東海大学理学部物理学科4年生の卒業研究

インターネット望遠鏡を利用した卒業研究として「光学観測における大気減光の測定」「GAIAデータと光学観測による散開星団の比較研究」というテーマで2件の卒業論文を作成した。

## II 社会教育現場での活動および成果報告

① 青少年のための科学の祭典2022 鹿児島大会（2022年7月23～24日、鹿児島市立博物館）

科学イベント「青少年のための科学の祭典2022 鹿児島大会」に「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、対面でインターネット望遠鏡の操作体験などを行った。シリアル通信で小型望遠鏡を動かす試作品も展示した。

② 学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2022（2022年7月17日、東北大学）

科学イベント「学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2022」に「いつでも・どこでも・だれでも天体観測～インターネット望遠鏡の体験～」というテーマで出展し、対面でインターネット望遠鏡の操作体験とジュニアドクターの研究発表を行った。

③ 青少年のための科学の祭典2022 名古屋大会（2022年10月1～2日、名古屋市科学館）

科学イベント「青少年のための科学の祭典2022 名古屋大会」に「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、対面でインターネット望遠鏡の操作体験などを行った。スマホ望遠鏡の試作品を展示した。

④ 第22回こどものためのジオ・カーニバル（2022年11月5～6日、大阪市立自然史博物館）

科学イベント「第22回こどものためのジオ・カーニバル」において「昼間に天体観測をしよう」という出展テーマの中でインターネット望遠鏡のトレーニングモードを用いた操作体験を行った。小学生が保護者と一緒に土星や木星を導入していた。

⑤ 皆既月食観測会（2022年11月8日、東北公益文科大学）

一般市民を対象に「皆既月食観察会」を開催した。図書館3階で皆既月食の解説と望遠鏡による観測を行った。対面がメインだったが、オンラインでも配信を行った。

## 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. ITP課題バンク

2018年より開発を進めていた「ITP課題バンク」において、小学校・中学校・高校の指導案がある程度まとまったので、ウェブページを2022年9月に一般公開した。

② ハード面での活動

1. NY学院設置のインターネット望遠鏡の開発

NY学院に設置するインターネット望遠鏡のシステム開発を行った。INDI Libraryを用いた新システムで、NY学院だけでなく宮城教育大や防衛大の望遠鏡にも組み込むことを検討している。NY学院への設置は新型コロナウイルス感染症のために2023年度に延期した。

2. 小型インターネット望遠鏡の開発

鹿児島大学の学生が小型望遠鏡を使ったインターネット望遠鏡の開発を行った。Pythonを使ってシリアル通信で望遠鏡操作する仕組みを作成中。

3. スマホ望遠鏡の開発

スマートフォンを用いて簡単にインターネット望遠鏡を構築する仕組みの開発を行った。

## IV 論文・学会発表

① サイエンスネット（数研出版）第74号にコラム「インターネット望遠鏡ネットワーク（ITN）の紹介」（表實、中西裕之、山本裕樹）を掲載した。

② 東北公益文科大学総合研究論集 第44号に研究ノート「INDI Libraryを用いたインターネット望遠鏡のシステム開発」（山本裕樹）を掲載予定。

③ 富山県立大学紀要に「タイトル未定」（戸田晃一、山本裕樹）を掲載予定。

## V その他

① 第12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（2022年11月19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17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プロジェクト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6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

### 3) 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。

今年度も昨年に引き続き、一様等方性乱流におけるナビエ・ストークス方程式において、速度勾配に関するランジュバン方程式のガウシアン・マッピング・クロージャー・モデルを検討した。速度成分に関しては、すでに等方成分は負に偏る確率密度関数を、非等方成分は対称な確率密度分布関数を再現できている。そこで、パッシブスカラとして水蒸気の過飽和度の勾配に関するランジュバン方程式を定式化し、そのラグランジアン時間発

展から、パッシブスカラ勾配の確率密度関数を求めた。速度勾配に関連した外力を与えた場合は、その等方成分からの寄与により、外力方向のパッシブスカラ勾配の確率密度のみ負に偏る分布となることは再現できたが、直接計算の結果より大きく偏る結果となった。そこで、ゆっくり変化する速度勾配で駆動されることをモデル化するために、速度勾配を時間緩和して与えるモデルを導入した。その結果、直接計算の結果を再現できた。今後は、本モデルの一般化を検討する。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究（A）JP 20 H 00225の助成を受けて実施した。

成果：

学会発表

小林宏充、後藤俊幸、三浦英昭、「一様等方性乱流におけるパッシブスカラ勾配に対するランジュバンモデル」、日本物理学会2022年秋季大会（2022年）、東京（2022. 9. 12~15）

（プロジェクトメンバー）小林 宏充・後藤 俊幸

### 4) らせん渦構造効果に着目した乱流モデルと制御

文責 研究代表者 小林 宏充

#### 成果および活動報告

日本学術振興会PDの稲垣氏を受け入れ、本プロジェクトを実施している。

野球ボール周りの流れやスプーンで混ぜたコーヒークップ内の流れなど、身の回りの空気や水の流れが高速になると、乱れた流れ、乱流となる。乱流中には、大きな渦から小さな渦まで大自由度で存在するので、コンピューターを用いてすべての渦を解像する直接数値計算は、乱れが強くなると不可能となる。そのような乱流を低自由度で再現し、乱流を予測することを、乱流のモデル化と呼ぶ。

近年のコンピューターの進展に伴い、非定常な流れでも現象を良く再現する乱流モデルとしてLarge Eddy Simulation (LES) が注目されている。LESでは、計算格子で解像できるスケール (grid-scale: GS) の渦は直接計算するが、計算格子よりも小さいスケール (subgrid-scale: SGS) の渦はモデル化を行う。SGSモデルとして、一番よく利用されるのが、渦粘性モデルである。これは、乱流による粘性係数の増加が、速度勾配に比例するとする線形モデルである。

平板間乱流 (turbulent channel flow) など、壁面に沿ったせん断流れでは、細かい格子を利用すると渦粘性モデルでも、平均流速分布を良く再現する。しかし、粗い格子では、平均流速や乱流強度を大きく見積もり過ぎてしまう。そこで直接数値計算が可能な平板間乱流の速度場を用いて、どのようなモデル化項が不足しているかを検討した。その結果、渦粘性モデルのような速度勾配に比例する線形モデル項に対して、非線形なモデル項が必要であることがわかった。その中でも特に、流れ方向 (streamwise) と垂直かつ壁面に平行な方向 (spanwise) に速度変動を増加させる効果をもつ非線形モデル項が必要であることがわかった。この結果は、粗い格子においても高性能なモデルを開発する際の重要な指針となると期待される。

謝辞：本研究の一部は科研費特別研究員奨励費21 J 00580の助成を受けて実施した。

成果：

論文

Kazuhiro Inagaki, Hiromichi Kobayashi, "Necessity of

anisotropic subgrid-scale stress in coarse large-eddy simulation", arXiv:2301.12672 (2023. 1)

学会発表

Kazuhiro Inagaki, Hiromichi Kobayashi, "Investigation of Subgrid-scale Turbulent Kinetic Energy in Channel Flows", The 12th Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (TSFP-12), (online) Osaka, Japan (2022. 7. 19~22)

稲垣和寛、小林宏充、「エネルギー輸送だけでは説明できないサブグリッドスケール応力の物理的役割について」、京大 数理解析研究所 RIMS共同研究、京都 (2022. 7. 20~22)

稲垣和寛、小林宏充、「チャンネル乱流における非渦粘性型サブグリッドスケール応力のReynolds応力収支に与える効果」、日本物理学会 2022年秋季大会 (2022年)、東京 (2022. 9. 12~15)

稲垣和寛、小林宏充、「渦粘性モデルが適用できない粗い格子におけるLESの開発に向けて」、流体力学学会年会 2022、京都 (2022. 9. 27~29)

(プロジェクトメンバー) 小林 宏充・稲垣 和寛

## 5) 金星探査機あかつきのデータ同化に関する研究

文責 研究代表者 杉本 憲彦

研究プロジェクト期間：

2022年4月1日~2023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)

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

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

本年度は、あかつきの紫外線観測で得られた雲層上端の風速データを同化した世界初の金星の客観解析データを解析し、惑星規模の波動である熱潮汐波に着目した論文を公開した。また、データの公開作業も進行中である。客観解析データ中のコールドカラーを解析した論文

も投稿した。衛星によるカメラ観測を想定した観測システムシミュレーション実験 (OSSE) も行い、中間赤外カメラによって得られる温度の水平分布の疑似観測データを、現実的な観測条件で同化し、熱潮汐波の位相改善の可能性を調査した。さらに大気大循環モデルの改良として、加熱や安定度分布を修正し、熱潮汐波や短周期波動の再現性の向上に努めている。今後は、あかつきの温度観測データの同化に着手し、金星大気現象の理解をさらに深めていく。

主要成果：

Sugimoto, N., Y. Fujisawa, N. Komori, 他3名, Akatsuki LIR observing system simulation experiments evaluated by thermal tides in the Venus atmosphere, *Geoscience Letters*, Vol.9, (2022), 44, <https://doi.org/10.1186/s40562-022-00253-8>.

Fujisawa, Y., N. Sugimoto (3番目), 他10名, The first assimilation of Akatsuki single-layer winds and its validation with Venusian atmospheric waves excited by solar heating, *Scientific Reports*, Vol.12, (2022), 14577, 11pp, [10.1038/s41598-022-18634-6](https://doi.org/10.1038/s41598-022-18634-6). プレスリリース.

Suzuki, A., N. Sugimoto (5番目), 他4名, A sensitivity study of the thermal tides in the Venusian atmosphere: their structures and dynamical effects on the superrotation, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127, (2022), e2022JE007243, [doi.org/10.1029/2022JE007243](https://doi.org/10.1029/2022JE007243).

Takagi, M., N. Sugimoto (3番目), 他2名, A GCM Study on the 4-Day and 5-Day Waves in the Venus Atmosphere, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127, (2022), e2021JE007164, [doi.org/10.1029/2021JE007164](https://doi.org/10.1029/2021JE007164).

2021JE007164.

Ando, H., N. Sugimoto(4 番目), 他11名, Dynamical effect on static stability of the Venus atmosphere simulated using a general circulation model: A comparison with radio occultation measurements, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127, (2022), e2021JE006957, doi.org/10.1029/2021JE006957.

外部資金:

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究B(19H01971)

「階層的数値モデルによる金星大気重力波の励起、伝播、散逸過程の解明」杉本憲彦 (代表)

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究S(19H05605)  
「あかつきデータ同化が明らかにする金星大気循環の全貌」林祥介 (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(20K04064)  
「金星大気の衛星間電波掩蔽観測計画に向けた観測システムシミュレーション実験」藤澤由貴子 (代表) 杉本憲彦 (分担)

## 6) 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: 2022年4月1日~2023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・伊藤 悦子・猪谷 太輔・鶴沢 報仁  
衛藤 稔・大橋 圭介・鎌田 翔・神中 俊明  
木原 裕充・木村 太郎・木村 哲士・倉知 昌史  
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・疋田 泰章・藤森・俊明  
正木 祐輔・三角 樹弘・宮本 朋和・安井 繁宏  
吉井 涼輔・横倉 諒・仇 澤彬(Zebin Qiu)

Chandrasekhar CHATTERJEE

Matthew EDMONDS・Gergely Peter FEJOS

Pasquale MARRA・Calum Duncan ROSS

### 研究成果

場の理論の模型 (超対称理論など)、高密度クォーク物質、高密度核物質、冷却原子気体のボース・アインシュタイン凝縮などにおける、様々なトポロジカルな励起 (渦、ドメイン壁、スカーミオンなど) や、トポロジカル超伝導について調べた。今年度に多くの論文を出版したが、代表者が著者となっている論文と代表者の国際会議・国内研究会の招待講演は以下の通りである。

### 研究代表者の出版論文 (査読有)

- [1] Quantum nucleation of topological solitons  
Minoru Eto, Muneto Nitta  
Published in: *JHEP* 09 (2022) 077・e-Print:  
2207.00211 [hep-th]  
オープンアクセス
- [2] Domain-wall skyrmions in chiral magnets  
Calum Ross, Muneto Nitta  
Published in: *Phys.Rev.B* 107 (2023) 2, 024422・

e-Print: 2205.11417 [cond-mat.mes-hall]

- [3] Abrikosov-Nielsen-Olesen strings from the Coleman-Weinberg potential  
Minoru Eto, Yu Hamada, Ryusuke Jinno, Muneto Nitta, Masatoshi Yamada  
Published in: *Phys.Rev.D* 106 (2022) 11, 116002・  
e-Print: 2205.04394 [hep-ph]  
オープンアクセス

- [4] CP2 skyrmion crystals in an SU(3) magnet with a generalized Dzyaloshinskii-Moriya interaction  
Yuki Amari, Yutaka Akagi, Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Yakov Shnir  
Published in: *Phys.Rev.B* 106 (2022) 10, L100406・  
e-Print: 2204.01476 [cond-mat.str-el]

- [5] Core structures of vortices in Ginzburg-Landau theory for neutron  ${}^3\text{P}_2$  superfluids  
Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta  
Published in: *Phys.Rev.C* 105 (2022) 3, 035807・  
e-Print: 2203.09300 [nucl-th]  
(これは2021年度の業績で、去年度の報告書提出後に出版したもの)

- [6] Relations among topological solitons  
Muneto Nitta  
Published in: *Phys.Rev.D* 105 (2022) 10, 105006・  
e-Print: 2202.03929 [hep-th]  
オープンアクセス

- [7] Resurgence and semiclassical expansion in two-dimensional large-N sigma models  
Hiromichi Nishimura, Toshiaki Fujimori, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai  
Published in: *JHEP* 06 (2022) 151・e-Print:  
2112.13999 [hep-th]  
オープンアクセス

- [8] Phases of rotating baryonic matter: non-Abelian

chiral soliton lattices, antiferro-isospin chains, and ferri/ferromagnetic magnetization

Minoru Eto, Kentaro Nishimura, Muneto Nitta  
Published in: JHEP 08 (2022) 305 · e-Print: 2112.01381 [hep-ph]  
オープンアクセス

[9] Non-Abelian half-quantum vortices in 3P2 topological superfluids

Yusuke Masaki, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta  
Published in: Phys.Rev.B 105 (2022) 22, L220503 · e-Print: 2107.02448 [cond-mat.supr-con]

[10] 1D Majorana Goldstinos and partial supersymmetry breaking in quantum wires

Pasquale Marra, Daisuke Inotani, Muneto Nitta  
Published in: Commun.Phys. 5 (2022) 149 · e-Print: 2106.09039 [cond-mat.mes-hall]  
オープンアクセス

[11] Dispersive one-dimensional Majorana modes with emergent supersymmetry in one-dimensional proximitized superconductors via spatially modulated potentials and magnetic fields

Pasquale Marra, Daisuke Inotani, Muneto Nitta  
Published in: Phys.Rev.B 105 (2022) 21, 214525 · e-Print: 2106.09047 [cond-mat.mes-hall]

#### 研究代表者のプレプリント (査読なし)

[12] Non-Abelian Anyons and Non-Abelian Vortices in Topological Superconductors

Yusuke Masaki, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta  
e-Print: 2301.11614 [cond-mat.supr-con]

[13] Dynamical branes on expanding orbifold and complex projective space

Muneto Nitta, Kunihito Uzawa  
e-Print: 2211.13501 [hep-th]

[14] Proximity effects of vortices in neutron  $^3\text{P}_2$  superfluids in neutron stars: Vortex core transitions and covalent bonding of vortex molecules

Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta  
e-Print: 2209.07205 [nucl-th]

[15] Braiding with Majorana lattices: Groundstate degeneracy and supersymmetry

Pasquale Marra, Daisuke Inotani, Muneto Nitta  
e-Print: 2207.10103 [cond-mat.mes-hall]

[16] All-order Resurgence from Complexified Path Integral in a Quantum Mechanical System with

Integrability

Toshiaki Fujimori, Syo Kamata, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai  
e-Print: 2205.07436 [hep-th]

#### 研究代表者の発表

[1] 集中講義 “トポロジカル・ソリトン入門”

千葉大学大学院理学研究科 (オンライン講義)、2023/3/9, 14, 16, 28  
招待講演

[2] “Domain walls and Skyrmions in Chiral Magnets & Chiral Lagrangian (Dense Baryonic Matter)”

広島大学WPI The International Institute for Sustainability with Knotted Chiral Meta Matter (SKCM2)、2023/2/9

#### 招待講演

[3] “Domain walls & Skyrmions in Magnets”

韓国Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)、(オンライン発表)、2022/12/8

[4] “Physics of Negative Energy Solitons

—Frontiers in Gravity and Fundamental Physics—  
YU Workshop 2022, 山形大学 2022/11/27

[5] 中性子星にみる物性, 3P2 中性子超流動 を中心に

RCNP研究会「微視的系と巨視的系における核子対凝縮相」, 大阪大学RCNP (オンライン発表)、2022/9/27

[6] “Relations among Topological Solitons”

京都大学素粒子論研究室 (オンライン発表)、2022/10/19

[7] “Quantum Nucleation of Topological Solitons”

熱場の量子論, 京都大学基礎物理学研究所 (オンライン発表)、2022/9/21

[8] “Relations among Topological Solitons”

場の理論と弦理論2022 京都大学基礎物理学研究所 (オンライン発表)、2022/8/21

[9] “Relations among Topological Solitons”

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 理論部 (オンライン発表)、2022/7/19

[10] “Stable Z-strings with topological polarization in two Higgs doublet model (with a review of topological solitons in this model)”

名古屋大学素粒子論研究室 (オンライン発表)、2022/7/4

(プロジェクトメンバー) 新田 宗土

## 7) 物理学におけるリサージェンス理論の探求とその応用

文責 研究代表者 藤森 俊明

研究プロジェクト期間：

2022年4月1日～2023年3月31日

研究プロジェクト代表者：藤森 俊明

研究プロジェクトメンバー（代表者以外）：Philip Glass

関係する公的資金：

特別研究員奨励費（20F20787 物理学におけるリサージェンス理論の探求とその応用）

この研究プロジェクトでは、強く相互作用する量子論を解くための鍵となる「非摂動効果」を理解することを目的として、「リサージェンス理論」を発展させ、その応用を広げるための研究を行った。量子論において「非摂動現象」の理解は現代物理学の重要な課題の一つである。それらは直接的な摂動的手法では捉えられないが、「リサージェンス構造」を通して摂動・非摂動効果の間には非自明な関係があると考えられている。

2022年度の研究では、場の量子論における「非摂動効果」を理解するために、「二次元ヤンミルズ理論」において、リサージェンス理論の応用を議論した。一般に場の量子論において厳密に解ける問題というものはほとんど存在しないが、二次元ヤンミルズ理論は厳密に扱う事ができる数少ない場の理論の一例であり、リサージェンス理論をテストする良い実験場となっている。本研究では「Cheshire cat resurgence」と呼ばれる方法を用いて、一般には難解な非摂動効果の情報を、より容易な摂

動展開から抜き出すことができるということを示した。これは場の量子論においてもリサージェンス理論が適用可能であることを示す重要な結果である。

また別の厳密に扱える例として、可積分構造を持った量子論におけるリサージェンス理論の応用も議論した。近年、可積分な理論において非自明なリサージェンスの構造が存在することが示されているが、本研究ではそれ作り出す「準古典的鞍点」の同定を行い、定量的な評価をすることによってそれらが本質的な役割を果たしていることを明らかにした。この結果は、更に一般の場の理論へのリサージェンス理論の応用の際に有用になると考えられる。

文献

- [1] Resurgence in 2-dimensional Yang-Mills and a genus altering deformation  
Toshiaki Fujimori, Philip Glass, e-Print: 2212.11988 [hep-th]
- [2] All-order Resurgence from Complexified Path Integral in a Quantum Mechanical System with Integrability  
Toshiaki Fujimori, Syo Kamata, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai  
e-Print: 2205.07436 [hep-th]  
(プロジェクトメンバー) 藤森 俊明・Philip Glass

## 8) 離散的手法による時空のダイナミクスの研究

文責 研究責任者 松浦 壮

プロジェクトの目的

現在、時空のダイナミクスを記述する一般相対性理論の量子化は未解決の問題である。その解決方法の候補の一つに、いわゆる「ゲージ/重力対応」がある。それによると、ある種の超対称ゲージ理論は重力理論と双対関係にあり、超対称ゲージ理論が時空の量子論的な記述になっていることを示唆している。本プロジェクトは、本来無限自由度を持つ超対称ゲージ理論を離散系の連続極限として定義し、理論とコンピュータによる数値シミュレーションの両面からこの双対性を検証することを目的としている。

アプローチと成果：

時空を格子で近似する「格子ゲージ理論」は、ゲージ理論の離散化する方法の代表例である。我々は、数値計算のコントロールの容易性、及び、将来的に4次元理論

を解析できる環境として杉野理論と呼ばれる格子理論を選択した上で、任意のリーマン面の単体分割上に定義出来るように理論を拡張した。ところが、数値計算を実行してみると、連続極限において再現されなければならない物理量が再現されないという予想外の結果が得られた。この結果を受けて、杉野理論の挙動を理論的に解析した結果、理論の量子的な挙動を支配している配位において、フェルミオンにゼロモードが生じる事が明らかになった。そして、このゼロモードをキャンセルするためにKazakov-Migdal模型に由来する演算子が有望であることが明らかになっていた。

そこで本年度は、Kazakov-Migdal模型に由来する演算子の特性を理論的な立場から集中的に調査した。その結果、この解析にはグラフ理論が有用であり、特にグラフ上のゼータ関数が強力な研究手段になることを発見した。具体的には、オリジナルのKazakov-Migdal模型の

分配関数がグラフゼータ関数を使って厳密に書き下せることを明らかにした。また、Kazakov-Migdal模型を変形した模型をグラフ上に定義すると、その分配関数がグラフゼータ関数で書き下せると同時に、一定の極限で物理的にも意義深いYang-Mills理論が実現されることが判明した。

これらの成果を受けて、理論に生じるフェルミオンのゼロモードを取り除く仕組みを構築し、改めて数値的なアプローチを行うことが今後の課題である。

#### 学術雑誌：

- ・“Kazakov-Migdal model on the graph and Ihara zeta function”, So Matsuura, Kazutoshi Ohta, JHEP 09

(2022) 178

- ・“Graph zeta functions and Wilson loops in a Kazakov-Migdal model”, So Matsuura, Kazutoshi Ohta, PTEP 2022 (2022) 12, 123B03

#### 外部資金：

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究（C）（20K03934）

「離散化した超対称ゲージ理論に基づく量子重力の探求」

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

## 9) 自己駆動する集団におけるカイラル輸送現象の研究

文責 研究責任者 早田 智也

#### プロジェクトメンバー

早田 智也（代表）、猪谷 太輔

#### 概要

本プロジェクトは自己駆動する集団（アクティブマター）において、ミクロなカイラリティ（キラリティ）に起因して生じる輸送現象、すなわち、カイラル輸送現象の研究を行う。

#### 活動報告

本年度の研究成果は以下にまとめる通りである。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究（B）JP 21 H 01007の助成を受けて実施した。

#### 成果：

査読付き論文（投稿中のものを含む）

1. H. Tajima, Y. Sekino, D. Inotani, A. Dohi, S. Nagasaki, T. Hayata  
“Non-Hermitian topological Fermi superfluid near the p-wave unitary limit” (submitted to Physical Review A)
2. T. Hayata, Y. Hidaka, A. Yamamoto, “Dissipation-induced dynamical phase transition in postse-

lected quantum trajectories,” PTEP 023I02 (2023)

3. T. Hayata, Y. Hidaka, A. Yamamoto, “Lattice Lindblad simulation,” PTEP 053B03 (2022) [selected as Editor's choice]

#### 学会発表

1. 猪谷太輔、早田智也、“非エルミートフェルミ原子超流動における強結合効果Ⅱ”、日本物理学会2023年春季大会、東京工業大学、2023年3月25日
2. 早田智也、“非エルミートハバード模型における界面粗さ成長と動的スケールリング”、YITP Workshop “熱場の量子論とその応用”、京都、2022年9月20日
3. 猪谷太輔、早田智也、“非エルミートフェルミ原子超流動における強結合効果”、日本物理学会2022年秋季大会、東京工業大学、2022年9月13日
4. 早田智也、“ゲージ理論の実時間発展”、YITP Molecule Workshop “場の理論の新しい計算方法2022—量子計算とテンソルネットワーク—”、京都、2022年9月14日（招待講演）
5. 早田智也、“非エルミートハバード模型の量子モンテカルロ計算” YITP Workshop “格子上の場の理論と連続空間上の場の理論”、京都、2022年7月20日  
（プロジェクトメンバー）早田 智也・猪谷 太輔

## 10) バイオセラミックスの原子レベルの構造と機能の発現

文責 研究代表者 井奥 洪二

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

水酸アパタイト ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ : HA) は歯や骨

の主成分であり、バイオセラミックスとしての各種特性の向上は種々のイオンとの置換固溶によって達成されることが報告されている。特に、HAの $\text{Ca}^{2+}$ サイトへの

Mg<sup>2+</sup>の置換は、骨密度の増加、骨粗鬆症の予防や改善に効果があると報告されている。そのため既往の研究では、HAのCa<sup>2+</sup>サイトへのMg<sup>2+</sup>の置換が試みられてきた。しかし、8配位のMg<sup>2+</sup>のイオン半径(0.89 Å)は同配位数のCa<sup>2+</sup>のイオン半径(1.12 Å)と比較して小さく、HAへのMg置換には固溶限界量が存在する。そのため複数の研究者が、Mg置換HA(Ca<sub>10-x</sub>Mg<sub>x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>)におけるCa<sup>2+</sup>サイトへのMg<sup>2+</sup>の固溶限界量を調査してきた。ところが、既往の研究を精査するとMgの固溶量と格子体積の間に整合性が認められず、Mgの固溶濃度は定かではない。そこで本研究では、均一組成の制御が容易なキレートゲル法を用いて、Mgの固溶限界までMg置換HAの合成を試みた。

β型リン酸三カルシウム(β-Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:β-TCP)やアモルファスの混相のないHA単相試料では、原料で仕込んだ全てのMgがHAへ固溶していることが保証される。合成した試料をX線回折測定(XRD)のリートベルト解析、ラマン分光測定、固体NMR測定によってHAへのMgの固溶限界濃度を検討した結果、X=0.26であることが明らかになった。さらに熱重量測定と示差熱分析(TG-DTA)により高温でのOHの挙動を検討し、OHがHAから三段階の温度領域で脱離することを明らかにした。すなわち一段階目(25~400℃)は吸着水と結晶構造水の脱水、二段階目(800~1300℃)はHAの結晶構

造におけるc軸に沿ったOHの欠損に伴う脱水、三段階目(1400~1500℃)はHAのTCPへの分解に伴う脱水に起因すると考えられる。このことは、材料合成の基礎的知見として重要な情報である。また、血漿の無機成分を模擬した疑似体液を用いて模擬的な生体内での挙動を検討したところ、合成した試料表面へのリン酸カルシウム質の析出量はX=0.10から上昇し、X=0.20で最大となった。Mg置換HAに認められたこれらの特徴は、Mg<sup>2+</sup>のイオン半径がCa<sup>2+</sup>と比べてかなり小さいことに起因して構造が歪み、結晶格子中のOHが不安定化したためと考えられ、Mgの固溶量が生体親和性に影響を与える可能性があることが示唆された。

なお本研究で求めた固溶限界濃度であるX=0.26は、人骨中のMg/(Ca+Mg)比と一致していることは興味深い。

#### 学会発表

1. 藤森 宏高、森 陽一、井奥 洪二、「マグネシウム置換ハイドロキシアパタイトの固溶限界濃度と置換に伴う高温領域での特性変化」、第23回MRS-J山口大学支部 研究発表会、オンライン開催(山口大学工学部)、p. 25~26(講演番号13)、2023年1月21日  
(プロジェクトメンバー) 井奥 洪二

## 11) シリカ系乾燥剤の高耐久化に関する研究

文責 研究代表者 岡本 昌樹

代表的な乾燥剤としてシリカゲルは広く用いられている。使用後のシリカゲルは、吸着した水を取り除くことにより再利用することができる。しかし、再利用するためには高温で吸着水を脱離させる処理を行わなければならない。しかし、シリカゲルの骨格であるシリカ骨格は水蒸気存在下で高温にさらされると、シロキサン結合(Si-O-Si)の再配列が起り、構造が変化する。そのため、再生時に細孔構造が壊れ、吸着性能が低下することがある。特に、水の飽和吸着量が多いシリカ系材料であるメソポーラスシリカでは、構造変化により細孔がつぶれ、吸着量が減少する。

シリカの耐久性を向上させる方法に、耐塩基性や耐熱性を示すジルコニウムやチタンの酸化物でメソポーラスシリカの細孔壁をコーティングする方法がある。しかし、メソポーラスシリカの中でも細孔径が小さい(3 nm程度以下)メソポーラスシリカでは、均一な細孔壁のコーティングができず、細孔内でジルコニアやチタニアの粒子が形成され、細孔の閉塞が起こる。細孔径の小さいメソポーラスシリカは低湿度でも水を吸着できるという性能を考慮すると、コーティング以外の方法でメソポーラスシリカの耐久性を向上させる必要がある。前年度の研究において、イオン交換法によりジルコニウムを

メソポーラスシリカの細孔表面に少量添加することで、60℃、飽和水蒸気存在下で処理をしても細孔径分布に変化は見られず、水の吸着量も変化しないことがわかった。

2022年度では、ジルコニウムと同様に耐塩基性の向上が見られるチタンを細孔表面に少量導入し、細孔構造および水の吸着量に対する、水蒸気存在下60℃での処理の影響を調べた。

ジルコニウムの場合と同様に、イオン交換法によりチタンの導入を行った。その後、60℃の水の飽和蒸気圧で24時間水蒸気にさらした。耐久性は、窒素吸着による細孔径分布と、水の吸着による吸着等温線と吸着量から判断した。

チタン源濃度が $1.0 \times 10^{-2}$ と $2.5 \times 10^{-2}$  Mでイオン交換したメソポーラスシリカに対して調べた結果、 $1.0 \times 10^{-2}$  Mでイオン交換したものは、水蒸気処理により細孔構造が壊れていることがわかった。水の吸着量は水蒸気処理前後で大きな変化はなかった。 $2.5 \times 10^{-2}$  Mでイオン交換を行うと、細孔構造の崩壊はかなり抑えられ、かつ水の吸着量も変化しなかった。細孔構造の崩壊を抑えるため、濃度を $1.0 \times 10^{-1}$  Mに高くとしたイオン交換も行った。しかし、濃度を高くするとメソポーラスシリカが溶解

し、イオン交換後、固体をほとんど回収できなかった。ジルコニウムをイオン交換する場合には、ジルコニウム源の濃度を $1.0 \times 10^{-1}$  Mにしてイオン交換を行っても、溶解することはほとんどなく、構造崩壊も起こらなかった。以上のことから、ジルコニウム、チタン共に耐久性を向上させることはできるが、ジルコニウムの方が適していることがわかった。

本プロジェクトでは、60℃で水蒸気処理を行ったが、

再生処理を速やかに行う場合には、より高い温度は必要となる。しかし、ジルコニウムを導入したメソポーラスシリカでも180℃での水蒸気処理を行うとメソ孔が壊れた。実用化には更なる耐久性の向上が必要である。そのためには、細孔の閉塞をさせずに、イオン交換よりも多くのジルコニウムまたはチタンを導入する方法を開発する必要がある。

(プロジェクトメンバー) 岡本 昌樹

## 12) 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んして創発するのだろうか?本研究の目的は、単為生殖でクローン繁殖する社会性アブラムシ類を対象に、利他的階級である兵隊の齢と役割分担の関係を分子から生態まで多角的に分析して分業システムの実態を解明し、その進化機構を明らかにすることである。

本年度は、真社会性種であるハクウンボクハナフシアブラムシの自然巣コロニーにおける兵隊の社会行動と余命、コロニーサイズ等に関する過去データを再解析した。その結果、本種の兵隊は、若いうちは巣内で清掃(内勤)を行い、老齢になると危険な巣外で防衛(外勤)に従事するようになることが確認できた。その一方で、兵隊が内勤から外勤にシフトするタイミングは、巣

内外の環境条件(コロニーサイズ、兵隊の齢構造、排泄物・外敵の有無)によって変化しうることが示唆された。今後は人工巣コロニーを用いて兵隊の齢と役割分担の詳細な実験・観察を行い、状況に応じて柔軟な役割分担がみられるかを検証する予定である。兵隊の掃除/攻撃行動を解発するフェロモンや巣の匂いシグナルを同定することも来年度の課題としたい。

外部資金:

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究C (20 K 06765)「集団ゲノミクスを用いた社会性進化の解析」植松圭吾(代表)

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究C (22 K 05671)「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—」柴尾晴信(代表)

業績:

柴尾 晴信・植松 圭吾・沓掛 磨也子・深津 武馬・松山 茂「社会性アブラムシが宿主植物上に誘導するゴールは光合成能力を持つのか?」、日本応用動物昆虫学会 第67回大会(2023年3月15日)ポスター発表

(プロジェクトメンバー) 植松 圭吾・柴尾 晴信

## 13) 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、人工培養品は菌株の活性に疑問がもたれている。さらに、天然品においても産地や生育環境が異なることで薬効成分に違いが生じることが示されているが、その要因は不明である。そこで本研究では、DNA塩基配列情報に基づく系統地理解析と、安定同位体比分析によりシネンシストウチュウカソウの生育環境情報をトレースし、その栄

養源の特性を解明することを目的とした。

これらは、本菌の産地や生育環境と薬効成分との関係を考察するための基礎的知見となりうる。なお、今年度も新型コロナウイルス禍が続いている影響により、中国における現地調査や試料収集を行うことができなかったため、シネンシストウチュウカソウと系統的に比較的近縁であり、日本に広く分布する菌寄生菌類（広義の“冬虫夏草”）である、タンポタケモドキ *Tolypocladium japonicum* およびハナヤスリタケ *Tolypocladium ophioglossoides* を対象に調査を行った。

茨城県潮来市の広葉樹林および石川県白山市の針葉樹林にて野外調査を行い、菌寄生性である広義の“冬虫夏草”の子実体を4点収集した。これらの子実体の基部には、宿主であるツチダンゴ属の菌類が認められた。

野外で採集した子実体について、乾燥標本を作製するとともに、新鮮な生の子実体から剃刀の刃を用いて切り取った組織の一部を、100mM Tris-HCl (pH 8.0) および0.1M 亜硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) を添加したDMSOバッファー中に浸漬し、4℃で保存した。その後、上記のDMSOバッファー中に浸漬した試料を用いてDNAを

抽出した。抽出したDNAからPCRにより核rDNA遺伝子の転写領域内部スペーサー (ITS) 領域を増幅した。ITS領域の増幅にはITS5とITS4のプライマーセットを用いた。PCR産物の精製後、Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kitにより定法に従ってダイレクトシーケンスを行い、塩基配列を決定した。

本研究によって、今回調査した菌寄生性の広義の“冬虫夏草”は、茨城県潮来市産標本がタンポタケモドキ *Tolypocladium japonicum* であり、石川県白山市産標本はハナヤスリタケ *Tolypocladium ophioglossoides* であることが明らかとなった。これらのDNA塩基配列に基づき系統解析を行った結果、それぞれにおいて地理的な分化は認められなかった。宿主であるツチダンゴ属菌については、茨城県潮来市産のタンポタケモドキが寄生していた子実体は、茨城県初記録であり、原記載以降初めての発生記録となるゴマタマツチダンゴ *Elaphomyces fuscus* であり、石川県白山市産のハナヤスリタケが寄生していたものは、ツチダンゴ *Elaphomyces granulatus* であることが明らかとなった。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・伊永 隆史

## 14) 海産無脊椎動物受精時の卵活性化を誘起する卵内カルシウムイオン上昇機構の研究

文責 研究代表者 倉石 立

受精は有性生殖を行う全ての生物にとって新たな個体の出発点として重要な事象である。受精時には卵（細胞）内カルシウムイオン上昇が新たな発生開始の引き金となる。申請者らは人為的に卵内カルシウムイオン上昇を誘起すると発生開始に伴う様々な卵（細胞）内の反応が進行すること、受精時には実際に卵内カルシウムイオン上昇が起ることを、主に棘皮動物、軟体動物、環形動物、尾索動物等の海産動物を用いて測定、解析してきた。

卵内カルシウムイオン上昇は受精の卵活性化における普遍的な現象である。しかし、現時点では精子の何が（精子側の因子）、卵内に複数存在するカルシウムイオン遊離機構のいずれに作用するのか、その実態はほとんど明らかにされていない。これらの問題を解決するため、我々は様々な海産動物における受精時の卵内カルシウムイオン動態を可視化し、細胞外のイオン環境やカルシウム遊離を促進・阻害する薬剤の影響を踏まえて、その制御機構を解析してきた。これらを比較検討することによりその共通性・多様性を探り受精時の卵内カルシウムイオン遊離系の機能の本質の解明を目指している。

これまで我々の扱ってきた海産動物の多くは体外受精

を行うために受精過程の観察、制御が容易であった。また、このことが、受精時の卵活性化機構の解析材料としての利点であった。一方、体内受精を行う海産動物の受精反応は受精反応の観察、更に卵内イオン環境変化の計測が技術的に困難なため、これまでほとんど検討されてこなかった。

申請者らが実験動物として取り上げた環形動物 *Dinophilus* spは、全長が1mm程度で体内受精を行う。生体内の卵を外部から観察できること、生殖サイクルが短いことから *in vivo* において配偶子形成、受精過程を観察出来ることが期待される。本年度までに我々は、交尾後に雌の体内で受精が起きるまでの一連の過程を観察してきた。今年度は、*Dinophilus* spの受精過程におけるカルシウムイオン変化の測定するため、受精のタイミングで顕微操作により卵を取り出し、体外受精を試みた。しかし、顕微操作における卵ダメージが大きく、正常な受精を再現することは難しいと判断された。そこで次年度は体内にある卵における受精時の卵内イオン変化の計測を試みる。その準備段階として、親個体を不動化するための麻酔処理の条件設定を行なった。

(プロジェクトメンバー) 倉石 立・経塚啓一郎

## 15) 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

ハチクマはその名の通りミツバチやスズメバチ類の巣を好んで襲うという特徴ある習性を持つ中型の猛禽類で、日本には夏鳥として東南アジアから渡来する。その採餌行動に役立つハチ防御機構はもちろん、多様な羽毛色バリエーションや渡り経路の選択は野生動物の生理・遺伝・行動の研究材料としてきわめて興味深い。

2022年度は羽毛色（色調）や羽毛内パターン形成に関与する可能性がある遺伝子の探索を引き続き行った。昨年度行った4個体に対する次世代シーケンシングの結果からは特定のASIP遺伝子ハプロタイプと腹面の色調が対応する可能性が示唆されていたので、手持ちの32個体について法則性が当てはまるかどうか、PCR法によるハプロタイプ判定を行った。その結果、遺伝子多型が2種に大別できることは再確認できたが、この方法で判定でき

る遺伝子多型と色調の相関を見いだすことはできなかった。ウズラなどではASIP遺伝子領域に対する大規模なDNA挿入が色調に影響する報告が新たになされているので、今後はPCR法では検出されにくい大規模な遺伝子多型（挿入・欠失）を念頭に引き続き原因を探ることを検討している。

また、羽毛内パターン（模様）形成の候補遺伝子として、ニワトリにおけるSex-linked barringの原因遺伝子であるCDKN 2A と相同な配列領域をハチクマゲノムから探し出すことに成功した。この領域は極端なGC rich領域であることが判明し、多型解析は困難が予想されるが、来年度以降に解析を進めたいと考えている。

（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

## 16) 始原新口動物のボディプランに関する研究

文責 研究代表者 倉石 立

棘皮動物門を含む水腔動物は我々脊索動物と姉妹群をなし、そのボディプランに関する研究は脊椎動物の起源に迫る上でも重要であると考えられる。その中でも棘皮動物ウミユリ綱の有茎ウミユリ類は棘皮動物共通祖先の形質を最もよく保存しているとされている。しかし、現生有茎ウミユリ類のほとんどは深海にのみ生息しており採集が困難であるため、ボディプラン研究の上で重要な個体発生過程の観察は雨宮グループのほか成功例がない。本プロジェクトでは有茎ウミユリ類の一種トリノアシ (*Metacrinus rotundus*) の遊泳幼生期から変態着底期にかけての個体を材料とし、この発生時期における体軸回転過程を走査型電子顕微鏡と3D画像構築によって解析することを目的としている。

走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察のために、遊泳幼生期から変態着底期にかけての個体をブアン液で固定し、固定試料の作成を行った。SEMは試料の外表面を観察

するから、内部に形成される体腔の観察は、そのままでは不可能である。そのために割断SEM法を用いた。これは試料をパラフィン包埋したのち、ミクロトームで試料の途中まで切片を作成し、適当な深さまで達したところで切片の作成を止めて、残ったパラフィン中の試料断片を有機溶媒で溶かした後、乾燥してSEM観察に用いる方法である。同じ時期にパラホルムアルデヒド固定した試料をナイルブルー染色した後、コンフォーカル顕微鏡によって光学連続切片を作成し、その連続切片を用いて3次元再構築によって3D画像を得た。

今年度もコロナウイルス感染症流行の影響により、日吉キャンパスでの走査型電子顕微鏡観察は、あまり進展させることができなかった。そのため、コンフォーカル顕微鏡による3次元観察に重点をおいて研究を進めた。

（プロジェクトメンバー）倉石 立・雨宮 昭南

## 17) 「細胞の意思」と細胞行動制御メカニズム

文責 研究代表者 田中 泉吏

### 概要

細胞行動を誘起する《動機》としての「細胞の意思」と、アウトプットとしての細胞行動の関係について、(研究代表者および分担者の構築した)「細胞の意思デー

タベース (Cell Mind Database: CMDDB)」および (分担者がかつて構築した)「細胞行動データベース (Cell Behavior Database: CBDB)」の発展形への準備を開始した。具体的には、両データベースを英語化して他のデータベース群と連携させる際に機械翻訳を利用するこ

とを検討するなかで、その前段階として、機械翻訳による学術研究データベースの自動英語化に向けて必要な案件を明らかにするために、CBDBのニューラル機械翻訳の結果を詳細に分析した。

## 成 果

CBDBを2種類のニューラル機械翻訳システムで日本語から英語に翻訳したものに対して英語を母語とする話者によるネイティブチェックを加え、文章の違和感や文法上の誤りを確認した。プロジェクトメンバー自身も翻訳された英語データを日本語の原文と比較しながら誤訳の有無を調べた。その結果、翻訳された文章の質の良さが英語話者による校閲で確認できた一方、専門用語の不適切な選択や原文の単語情報が抜け落ちる訳抜け、意味の取り違いなどの誤訳が高頻度で生じていたこともわかった。これらの誤訳はネイティブチェックによっても修正できなかったことから、現行のニューラル機械翻訳システムによって学術研究データベースの自動英語化をするためには、専門用語の翻訳精度の向上と誤訳の最小化が課題であると結論づけた。そしてこれらの課題の解

決に向けて、専門用語集との連携や翻訳前後の処理方法について具体的な提案もおこなった。

## 今後の展望・計画

CBDBとCMDDBの英語化システムの検討も続けながら、細胞の科学のあるべき姿と今後の方向性について総合的な考察をおこなう予定である。そのなかで、細胞行動を素行動と複合行動に分けて考えたときに、細胞の意思を指定する説明モデルと指定しない説明モデルの優劣を具体例に即しながら比較する。そして従来のアプローチに《環境》や《文脈》の視点を取り込むことで、より包括的な細胞の科学のあり方を追求する。

## 業 績

宮田一佐藤由紀子・田中泉史・金子洋之 (2022) 「研究データベースの英語発信におけるニューラル機械翻訳の課題」、『日吉紀要 自然科学』、No. 69, 33-52.

(プロジェクトメンバー) 田中 泉史・金子 洋之  
佐藤 由紀子

## 18) 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

沖縄県の八重山諸島（石垣島と西表島）の固有種コガタハナサキガエル *Odorrana utsunomiyaorum* は、生息環境の悪化や生息域の喪失等により個体群の存続が危ぶまれ、環境省レッドリスト（環境省、2020）では絶滅危惧 I B 類に分類されている。

個体群の保護や保全を考えていくうえでは、対象種の生活史パターンを把握することが重要であるが、本種の生態学的な知見は少ない。個体の年齢や成長を解析できれば、当該個体群の年齢構成や成長率、寿命などの保全上重要な生活史特性を把握することが可能となる。そこで本研究では2020年度からの研究を継続し、コガタハナサキガエルの年齢解析と成長の解明に取り組んだ。

年齢解析は、骨組織を用いた年齢推定法（スケルトクロノロジー）の有効性を検証した。スケルトクロノロジーは活動期と休眠期（冬眠）を交互に繰り返す両生類の性質を利用し、休眠による成長の停止が骨に残したり

ングのような痕跡（LAG）を調べることによって年齢を推定する方法である。しかし、本州に比べ緯度の低い八重山諸島に生息する本種は冬季に繁殖活動するなど、活動を低下させないことが予想された。2020年度から継続して調査した結果、指骨切片に明確なリングが確認できる個体とリングの確認ができない、または不明瞭なリングが形成された個体が出現した。個体によってリング形成に差が生じる理由は不明であり、本種へのスケルトクロノロジーによる年齢推定は更に検証を続けていく必要がある。

成長の解明は、野外個体を対象に標識再捕獲法によって調査した。捕獲個体は、体サイズを計測し、個体識別のためのマイクロチップを腹腔内に挿入するマーキング処理を施して放逐し、後日、再捕獲・再計測することで成長を解析した（図1）。2020年から現在まで163個体をマーキングし21個体を再捕獲した（図2）。捕獲間隔は

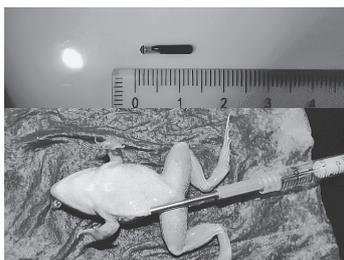


図1 マイクロチップによる個体識別

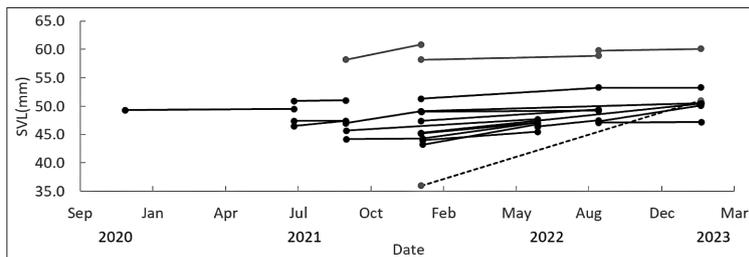


図2 再捕獲個体の体長変化。黒線はオス、灰線はメス、点線は未成熟が再捕獲後にメスになった個体をそれぞれ示す。

最小71日、最大385日であった。オスで最も成長した個体は、158日間で3.6mm（成長率0.02mm/day）、メスでは104日間で2.7mm（成長率0.03mm/day）であった。最も成長した個体は、捕獲時は未成熟であったが再捕獲時にはメスの特徴を示しており、385日間で15mm（成長率0.04/day）成長した。平均成長率はオス0.01mm/day（n=18, SD=0.01）、メス0.01mm/day（n=3, SD=0.01）であり、成長率に有意な差異は認められなかった（t検

定、 $P=0.71$ ,  $df=19$ ）。本研究では長期間による追跡で、個体の成長率を明らかにすることができた。その結果、成熟個体では成長速度は遅いが、成長はゆるやかに続き、成長率に性別による差異は認められず、未成熟個体に比べて成長率が低くなる傾向が認められた。なお、再捕獲率が約13%であることから、更にデータを蓄積し、成長の解明を進める予定である。

## 19) 日本国内の陸産異クマムシ類の多様性研究

文責 研究代表者 鈴木 忠

### 研究の概要

日本産のトゲクマムシ類（緩歩動物門・異クマムシ綱・トゲクマムシ目）として、これまでに40種近くの分布記録があり、そのうち8種は日本から新種記載されている[1]。しかし、それらのうち詳細な形態記載を伴っていないものの中には未記載種（新種）が多く含まれていると考えられ、過去の記録の多くが再検討の対象となっている。実際に鈴木（本研究代表者）らは、すでに八ヶ岳から2種 *Hypechiniscus flavus* および *Hypechiniscus geminus* を新種記載し [2]、1新属 *Stellariscus* を記載した [3]。さらに、御蔵島における採集調査の結果としての6種、および長瀨町宝登山から報告した2種のトゲクマムシ類も未記載種を含んでいると考えられる [4, 5]。

ニホントゲクマムシ *Echiniscus japonicus* Morikawa, 1951は石鎚山のコケから見つけられ記載された種で [6]、その和名にも示されるように日本産の代表的なトゲクマムシであり、日本各地からは同種の多くの報告が存在する。しかしながら、この種のホロタイプ（完模式標本）が現存しておらず、原記載論文の図と記載文しかない状態である。しかも、これまでに多くの類似種が世界中から別種として記載され、現在の分類学では残念なことにニホントゲクマムシは「疑問種」の扱いとなってしまい、同時に国内でのすべての記録も不確実なものとなった。この状態を打破するためには、この種の新たな標本を得てネオタイプとして指定し、遺伝子解析データとともに再記載することが必要である。それをもとにして世界中の類似種との関係を明らかにし、さらに日本産トゲクマムシ類の多様性の全貌を明らかにしていくことが可能となる。

したがって本研究プロジェクトでは、まず現在では疑問種扱いをされているニホントゲクマムシの再記載という目的を達成するために、石鎚山における採集調査を行った。

### 成果と展望

2022年10月に石鎚山での調査を行い、樹幹に付着する蘚類や地衣類を採集した。これらの試料を水に浸し、そ

こから出てくる微小な動物を実体顕微鏡で集めた。それらの中から、ニホントゲクマムシとして再記載できそうな標本および、その他の興味深いトゲクマムシ類が複数種得られ、すでにそれらの遺伝子解析データを取得した。今後、光学（位相差・微分干渉）顕微鏡および走査型電子顕微鏡による詳しい形態記載を行い、これまで報告されている記録も取りまとめた形で再記載論文を作成する予定である。

### 文献

- [1] Suzuki AC (2017) Tardigrade research in Japan. In Motokawa M, Kajihara H (eds.) "Species Diversity of Animals in Japan", Springer Japan, pp.267-284
- [2] Gąsiorek P, Oczkowski A, Blagden B, Kristensen RM, Bartels PJ, Nelson DR, Suzuki AC, Michalczyk Ł (2021) New Asian and Nearctic *Hypechiniscus* species (Heterotardigrada: Echiniscidae) signalize a pseudocryptic horn of plenty. *Zoological Journal of the Linnean Society* 192: 794-852.
- [3] Gąsiorek P, Suzuki AC, Kristensen RM, Lachowska-Cierlik D, Michalczyk Ł (2018) Untangling the *Echiniscus* Gordian knot, part I: *Stellariscus* gen. nov. from Far East Asia (Heterotardigrada: Echiniscidae). *Invertebrate Systematics* 32:1234-1248.
- [4] 鈴木忠, Heard L, 杉浦健太 (2018) 御蔵島の陸生緩歩動物 (第1報)。 *Mikurensis* 7: 3-8.
- [5] 佐藤健, 鈴木忠 (2020) 長瀨町宝登山で発見された興味深いトゲクマムシ属 (異クマムシ綱) 2種について。 *Hiyoshi Review of Natural Science Keio University* 67: 35-41.
- [6] Morikawa K (1951a) Notes on four interesting *Echiniscus* (Tardigrada) from Japan. *Annot Zool Jpn* 24: 108-110  
(プロジェクトメンバー) 鈴木 忠

## 20) 透明ホヤを用いた3Dイメージング解析およびモデル生物化の試み

文責 研究代表者 堀田 耕司

### 概要

ヨーロッパザラボヤを日本における発生生物学のモデル生物化するにあたって本研究プロジェクトでは以下の4つを遂行する。1. 発生段階表を定義、2. 解剖学的・発生学的オントロジーの作成、3. トランスクリプトームのゲノム上へのマッピング、4. 解剖学的・発生学的オントロジーとゲノム情報のデータベース構築、を行う。1において共焦点顕微鏡およびタイムラプス画像を取得し、発生段階表を定義する、2では1で得られた情報のアノテーションを行い、オントロジー情報を国際登録する。3ではilluminaHiSeq配列解析を行い、既に得ているPacBioによるゲノム配列データの整備を行う。そして1～3の情報を統合し、4においてザラボヤの分子生物学的研究ができる基盤となるデータベースを構築する。このデータベースを構築することができれば日本において引き続き高い生産性をもって研究を進展させていくことができると期待され、継続的な発生研究の発展を促すことができる。

### 成果と今後の予定

2022年度は上記ステップの3および4の途中までを行った。本種の全ゲノム配列アセンブルを最適化した結果、BUSCOの値は94%、N50は約2 Mbとなり、10種決

定されている他種ホヤゲノムと比較しカタユレイボヤに次ぎ質の高い配列を得た。本ゲノム配列へのトランスクリプトマッピングのため、異なる発生段階ごと・組織ごとのRNA-seqを実施し、ゲノムへのマッピングを完了した。現在遺伝子モデルの構築とアノテーションを行っている。今後、これらをデータベースとして整備することで次世代新規有用モデル生物としての基盤整備を完了し、ヨーロッパザラボヤが有する透明性のメカニズムの解明に用いる。

### 学会発表

1. Takumi Shito, Haruka Funakoshi, Kotaro Oka, Kohji Hotta, The construction of the developmental table and online 3D anatomical database of the transparent ascidian *Ascidella aspersa*. Society for Developmental Biology 81st Annual Meeting 2022,バンクーバー、カナダ2022年7月
2. Takumi T. Shito, Naohiro Hasegawa, Noburu Sensui, Euichi Hirose, Kotaro Oka, and Kohji Hotta, Phylogenetic comparison of ascidian eggs transparency and analysis of the UV transmittance in ascidians eggs. EURO EVO DEVO 2022, ナポリ、イタリア 2022年6月

## 21) 緩歩動物クマムシの幼若ホルモンによる性決定機構とその進化

文責 研究代表者 松本 緑

### 概要

緩歩動物クマムシは昆虫など節足動物と共に脱皮動物に属し、脱皮を繰り返しながら成長する。昆虫の脱皮は脱皮ホルモンと幼若ホルモンにより制御されていることが詳しく調べられており、幼若ホルモンは脱皮のみならず、生殖に関わる現象も担っていることが知られている。しかし、緩歩動物での研究は皆無である。一昨年度、有性生殖種の*Paramacrobiotus metropolitanus*成体から幼若ホルモンの一種ファルネセン酸メチル (MF) の存在を明らかにした。また、昨年度は、クマムシ雌雄の染色体に差がないこと、雌雄比が3:7であることから、クマムシの性は遺伝ではなく、環境により決まると仮定し、MFの作用に注目し、発生過程のクマムシにMFを曝露したところ、性比がかわり、F1メス出現率が2倍になることを示した。本研究ではこれらの結果をもとに、幼若ホルモン受容体による性決定制御機構を解明

することを目指した。

得られた結果より、さらに、脱皮動物における幼若ホルモンと幼若ホルモン受容体の進化について考察した。

### 成果

*P. metropolitanus*における幼若ホルモンの合成時期を明らかにするために、*P. metropolitanus*ゲノムデータベースより幼若ホルモン合成酵素のJHAMT遺伝子を探索し、1つの候補遺伝子を得た。JHAMT遺伝子は孵化直前に高い発現を示した。また、昆虫や甲殻類で幼若ホルモンあることが示されているbHLH-PASドメインをもつ遺伝子である*Met (Methoprene-tolerant)* もゲノムデータベースより探索し、候補遺伝子を3つ得ることができた。それらの転写活性を調べてみたが、どれもMF特異的な転写活性は持っておらず、*P. metropolitanus*のbHLH-PASドメインをもつ3つの遺伝子は、*Met*ではないことが明らかとなった。よって、*P. metropolitanus*の

幼若ホルモン受容システムは節足動物のものとは異なることが示された。

本研究により、緩歩動物には節足動物と同じく幼若ホルモン本体は存在するが、その受容体は節足動物のMetとは異なることがわかった。進化の見地から考えると、

緩歩動物は出現時に幼若ホルモンを獲得しているが、受容体は節足動物のMetではなく、その後の進化でMetを獲得し、より精緻なシステムが構築されたと考えられる。

(プロジェクトメンバー) 松本 緑

## 22) 培養菌株のない日本産植物病原もち病菌の採集・培養・系統解析

文責 研究代表者 糟谷 大河

植物病原性菌類であるもち病菌は、患部が肥大する病徴のため古くから知られ、文化2(1805)年の文献に「椿木に人手生ず」と記録されている。もち病菌はツバキ科、ツツジ科、及びハイノキ科の植物に寄生する菌類であり、日本産固有植物に特異的な種が記載されてきた。研究代表者らのグループはすでに分子系統学的研究により、もち病菌の寄主特異性が支持される結果を得ている。他方、明治以来新種が記載されているものの、標本と記載は有効でありながら培養菌株のない種がある。加えて標本の管理が大学の一研究室に任されていたため、後年の研究者が標本を確認できずに不明種や疑問種に位置付けられている種もある。そこで本研究プロジェクトでは文献と標本調査に基づき、培養菌株のない既知種の野外での採集と培養を試み、抽出したDNAより系統解析を行った。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。上記の背景に基づき、2022年度は以下の調査研究を行った。

- (1) 標本調査：岩手大学博物館標本庫での標本調査を2022年11月1日～2日に行い、澤田(1950)の文献に記載されたバイカツジ平もち病菌標本の所在を確認した。標本は館外への持ち出し不可のため、2022年11月29日～30日に同博物館を再訪し、プレパラート標本作製した。帰京後プレパラート標本を観察し、担子胞子及び担子器の形態観察を行った。プレパラート標本は博物館に返却済みである。

- (2) 培養菌株のない既知記載種のフィールド採集：2022年7月5日～6日に東京大学日光植物園でバイカツジの葉に発生した平もち病を発見し、採集した。生標本から病斑部を掻き取り、顕微鏡によるもち病菌の形態観察を行い、同時に担子胞子落下法による培養を試みた。
- (3) 培養菌株より抽出したDNAよりITS領域特異的プライマーを用いてPCRで核rRNA遺伝子のITS領域を増幅し、塩基配列の解析を行った。
- (4) 培養菌株は公的な菌株保存機関(農林水産省ジーンバンク)に寄託し、登録番号MAFF 247752を付与された。採集した標本は神奈川県立生命の星・地球博物館に寄贈予定である。

形態観察の結果から、澤田(1950)が報告し、岩手大学博物館に収蔵されているバイカツジ平もち病菌*E. butleri* Syd.の標本と、今回新たに日光で採集したバイカツジ病斑より得た担子胞子の大きさや形態はほぼ一致した。澤田の標本及び日光産標本の形態的特徴は澤田(1950)の記述通りであり、Sydow et al. (1912)による*E. butleri*の原記載とは一致しなかった。日光産標本より得られたITS領域のDNA塩基配列データは、NCBI GenBankの相同性検索により、ミツバツジ類平もち病菌AB180360と94.6%、チョウセンヤマツジ平もち病菌AB180346と94.52%、及びミツバツジ類平もち病菌AB180341と94.36%の相同を示した。このことから、バイカツジ平もち病菌は既知の平もち病菌あるいはDNAデータベースに配列の登録のあるもち病菌とは異なる新種であることが示唆された。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・長尾 英幸

## 23) 成人不同視性弱視の点眼治療について

文責 研究代表者 中野 泰志

本研究はこれまで視力向上困難とされている臨界期年齢(8歳～10歳)を超えた者が対象である。其々の眼科からの調査で研究データからは、年齢に関わらず、何歳であっても視力向上の結果出ていることがわかった。「視力の向上の有無」についてはその介入方法と期間を割

りだすだけではなく、介入内容(点眼薬の作用時間と実際の点眼回数との関係、使用した屈折矯正眼鏡・コンタクトレンズの焦点距離の組み合わせ)を詳細に確認することが重要とわかった。海外でも年齢にかかわらず治療を試みる価値はあるとの報告もあり、臨界期を過ぎた弱視

に対しても治療に反応する可能性が示唆されている。点眼治療を受けている不同視弱者の協力を得て、その視力向上の有無と今期は介入方法と内容の関係を調査している。

<成果>

- (1) 共同研究施設となっている7施設、眼科医7名から、研究対象となる①患者数②その患者の視力数値③両眼視の成績を毎月1回訪問し、データを確認、研究ノートに記録を取らせて貰っている。2021年8月の時点で105名の推移を追跡していることを確認していたがその後110名と増えた。
- (2) 本研究の対象者は、成人である為、途中経過は様々な原因で、眼科受診が中断してしまうケースもある。中間報告の段階にて欠落値の無い(前回の20名分と新たな8名計28名)のデータから視力の向上を統計解析した。これによると前回と同様に治療後6か月で1.0前後に向上し12か月で1.0を超える効果が出ていることがわかった。
- (3) 医療機関によっても、またその一人一人についての治療介入方法が異なる為、現在それぞれに視力向上が起きた「要因を分析」する必要がある。それぞれの「治療介入方法」を分析し視力向上に到る過程を確認している。

(4) 眼球タイプの分類は、①屈折異常(遠視、近視、乱視)の不同視差②斜視(内斜視、外斜視、上下斜視)である。斜視の有無が関与し、また外斜視より内斜視が起きている者の方は、視力の向上に時間がかかることが傾向として表れているので詳細を確認中である。

(5) 介入方法の分類は、①眼鏡及びコンタクトレンズを遠見視に調整か近見PC距離に調整か②1%アトロピン散瞳薬週1~週3③トロピカマイド散瞳薬④1%ウブレチド縮瞳薬⑤アイパッチ遮蔽である。

(6) 通院回数6回~20回、通院期間(6か月~36か月)としてまとめている。

(7) 弱視が「年齢」にかかわらずとも何歳であろうとどんな視機能の弱視であろうと、またそのことに加えて更に先天的な網膜疾患や視神経疾患等、器質的な疾患がある弱視眼であったとしても、弱視眼を使わせることが視力の向上に繋がることを示唆されている。

本研究が、明らかにされた後は、次に、「これらの介入がいかに組み合わせられると視力の向上が効率よく達成できるのか」である。研究を達成したいと思う。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大貫二三恵

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

文責 研究代表者 中野 泰志

### プロジェクトの目的

近年、Amazonのスマートスピーカー「Echo」やGoogleの「Google Home」などの搭乗により、音声によって機器を操作する方式が普及してきた。話しかけると応答を返すという仕組みのスマートスピーカーである。これらの機器は最初の初期設定さえできれば、後は音声で制御できるようになっており、PCやタブレットの操作に不慣れな視覚障害者にとっても有効なテクノロジーになる可能性を秘めている。

そこで、本研究では、近年普及してきたスマートスピーカーのAIの活用を通じて、視覚障害者の情報提供のあり方を検討する。その上で、サピエのようなサービスをよりアクセスしやすくするシステムを構築する。

### 研究プロジェクトの内容

1. スマートスピーカー・スキル開発のための基礎調査  
Amazonの「Echo」シリーズを主軸に、スマートスピーカーを音声で制御するための技術的な実装を調査する。
2. 視覚障害者が自力でスキル開発ができるかの検証  
スキルとはAmazonのAlexaに追加できる個別の機能のことをいう。スキル(機能)を追加することによ

て、Echoのようなスマートスピーカーを用いてラジオを視聴したり家電を操作したりできる。視覚障害者が自力でスキルを開発するためのノウハウについて検証する。

### 3. データベースの構築

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

### 今年度の成果

#### 1. 手続き

##### 1) データベースの更新

今年度は、昨年度構築したデータベースの更新を実施した。

データベースは、将来にわたってコンテンツが持続できるようにするため、維持・更新が容易でありながら、スマートスピーカーを持っていなくてもWebを介しても検索できる仕組みを検討した。また、コンテンツの持続性を担保し、互いの情報をリンクさせ、個別の情報から総合的な情報として構築できる仕組みを既存のコンテ

ンツ管理システムから調査した。結果、システムはWikiで更新した。

WikiはWebサイトのコンテンツ管理システムの種類の一つである。簡便な記法を用いて文書の整形や装飾が可能なサーバ駆動形システムである。Webサーバ側にアプリケーションを導入すれば、ユーザーはWebブラウザからWebページの発行、編集、削除が容易にできる。

一方、コンテンツは、筆者の勤務する視覚障害者総合支援センターちばで、視覚障害者からのITに関する問い合わせ内容をデータベース化した。PCやスマートフォンなどを使用したときのトラブルや使い方などに関する事例を整理した。これは筆者のサーバー (<https://redmine.nvsupport.org/projects/bict>)として結実した。

## 2) スキル開発の検証

次に、昨年度からの課題となっている全盲者が自力でスキルの開発ができるかについて着手した。プログラムの処理を記述するコードはアクセシブルになったが、Alexaとユーザーが対話するためのフローを記述する対話型モデルの構築は階層化されたXMLであり、スクリーンリーダーによる単純なエディタを用いた行単位の読み上げさせ方では理解しコーディングするには限界が生じた。そこで、この手続きをGUIの「Amazon Hostedス

キル」で対応できるかの検証を試みた。結果、GUIベースではスクリーンリーダーのテーブルナビゲーションコマンドを使用することで対話型モデルのIntentのフローを理解しやすくなることがわかった。また、階層化された対話モデルについては、スクリーンリーダーの基本Webナビゲーションやフォーム入力を使用することにより、比較的容易にアクセスできることがわかった。

以上より、プログラムのコーディングはCLIとし、それ以外の対話モデルはPostedスキルでコーディングすることにより、視覚障害者が自力でスキルの開発ができることがわかった。

## 2. 課題と展望

今年度に検証できたことは以下の通りである。

- 1) データベースとしてWikiを軸にしたコンテンツ管理システムの更新を実施した。結果、視覚障害者のICTに資するコンテンツをより充実させることができた。
- 2) スクリーンリーダーを用いた対話モデルの構築は、Amazon Hostedスキルが利用しやすいこと。
- 3) 構築したデータベースをスキル内部で検索できるようにし、さらに自然に対話できる仕組みを検討すること。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・御園 政光

## 25) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討

文責 研究代表者 中野 泰志

昨年に引き続き、漢字学習支援アプリケーション「かんじダス」の技術公開ならびに関連アプリケーションとともに周知を行った。

Web上における技術情報公開では、昨年同様にGoogleのグループウェアであるG Suiteを用いて、漢字学習アプリケーションの研究会（かんじダス研究会）のホームページの公開を続け、その1コンテンツとして製作に関する情報を更新している。また、「かんじダス」のアプリケーション自体もWebブラウザにより公開し、自由に利用することができるようになっている。さらに、公開している「かんじダス」のアプリケーションは、そのWebコード自体も閲覧、保存することが可能なため、このアプリケーションを自由に改変し利用する

こともできるようになっている。

「かんじダス」の使用感及び学習効果への検討に関しては、COVID-19（新型コロナウイルス）流行により、昨年より協力機関や諸先生方との打ち合わせをはじめ、計画していた検証を行うことができなかった。予定していた研究計画は次年度に持ち越し、引き続き検討を進めていきたい。

次年度においては、引き続き実際に児童生徒の協力を仰ぐ研究が困難であると考えられるため、かんじダス開発にかかわったメンバーとの研究会を通して、新たな研究計画を策定する予定である。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・野川 中

## 26) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討

文責 研究代表者 中野 泰志

知覚心理学は認識についてどう考えるかを問題にしている点で認識論の一角を担っている。認識論 (epistemology) とは、「我々はどの様な事柄をどの様にして認識するのか」についての論議であるが、その中に「どの

様な事柄か」を含んでいる。認識対象が存在しなければ、認識はできない。存在について考えることなく、認識の探求はできない。この様な「世界にはどの様な事柄が存在するのか」の議論を存在論 (ontology) という。

存在論に対して意識的かどうかは別として、知覚心理学研究の背景として実体存在論と過程存在論という異なる立場の存在論がある。

実体存在論からすると、知覚とは存在している物理的世界について知ることである。物理的世界と知覚世界の差異が問題となるが、過程存在論からすると知覚は環境中での身体行為であり、その研究対象は物理的世界との差異にとどまらない。過程存在論にたてば、実体(=物)ではなく、事象(=事)が存在する。

過程存在論から、因果関係の知覚、ベクシオンなど運動知覚に限らず、明るさの知覚、非感性的完結化など様々な知覚現象をとらえようと試みている。

運動知覚では、自己運動知覚をとりあげてきた。自身の移動を特定する情報は視覚だけではない。視覚に限らず身体全体を通じて環境と自身の状態を我々は知覚している。視覚で言えば、optical flow、皮膚感覚で言えば、air flowが自身の移動を特定する情報となる。振動、速度の変化に感受性を持つ前庭系がそれに関与していることが知られている。

本年度は、同時に移動撮影した正面、床面、左右の側面の実際場面の動画像を用い、高齢者(平均76.7歳)と若年者(平均21.2歳)のベクシオン知覚に対する提示領

域とマスクの効果について検討した。いずれの実験参加者も立位で観察は行った。マスクの有無、領域の条件にかかわらず、高齢者は若年者と比べて、ベクシオンが早く、長く生起していた。立位姿勢であるために、動画像を見る前に前庭系の揺れが影響している可能性がある。

#### 学会発表

[1]「実画像を用いたベクシオンに及ぼす提示位置とマスクの効果」；日本基礎心理学会第41回大会(千葉大学西千葉キャンパス)；村田佳代子・一川誠；2022年12月3日～12月4日

[2]「高齢者のベクシオン—動画像提示領域とマスクの効果—」；日本視覚学会2023年冬季大会(工学院大学)；村田佳代子・一川誠；2023年1月18日～1月20日

#### 外部資金

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費19 J 00742

「移動動作の加齢変化に影響する要因の検討」

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

## 27) 視覚的に点字を識別するための効率的な学習法の開発

文責 研究代表者 中野 泰志

点字学習者の指導や支援を行う上で、視覚的に点字を識別できると有用であり、効率的に学習できる学習法が求められている。従来の方法では、点字配列と対応する仮名の組み合わせを総当たりで学ぶ方法が採用されることが多いが、効率的でなく、誤学習のリスクがある。そこで本研究では、小原・大島・相澤(2015)のContingency Addition手続きによる視覚的な点字学習の知見を応用し、効率的に視覚的に点字を学習する学習法の開発を行う。

小原ら(2015)のContingency Addition手続きを用いた視覚的な点字学習では、点字が子音と母音のパターンの組み合わせで構成されていることを活かし、12種の点字パターン(母音5種、子音7種)を学習するだけで、仮名文字を提示したときに、35種の中から適切な点字パターンを選択できる学習が成立することを示した。

本研究では、視覚的に点字を識別できる(点字配列を見て、カナを読む)ことをゴールとしているため、小原ら(2015)の手法を用いて、点字を提示した時に適切な仮名文字を選択する学習が成立するかの検証を行なう。

2022年度は10名の参加者を対象に実験を実施したところ、10名中、2名の参加者において、仮名文字を提示した時に適切な点字を選択できることに加え、点字を提示した際に適切な仮名文字を選択することができた。このことから、本手法において、点字と対応する仮名文字を選択する学習が成立する可能性が示された。一方で、小原ら(2015)では約70%の参加者で学習が成立したが、今回の研究では20%程度と学習の成立する割合が少ないという傾向が見られた。小原ら(2015)では訓練後に反転テストを実施しており、この点が重要である可能性があるため、今後、訓練後の反転テストの効果の検証を行う計画である。

#### 引用文献：

小原健一郎・大島研介・相澤裕紀(2015). Contingency Addition手続きを用いた視覚的な点字学習 日本行動分析学会第33回年次大会 1B15.

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大島 研介

# 教 育

## 1) 2022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）、井上浩義（医学部）、久保田真理（医学部）、志村正（法学部）、鈴木亮子（経済学部）、高山緑（理工学部）、寺沢和洋（医学部）、土居志織（法学部）、林良信（法学部）、見上公一（理工学部）、小熊祐子（スポーツ医学研究センター）、加藤有佳織（文学部）、迫桂（経済学部）、森吉直子（商学部）、板垣悦子（体育研究所）

### ・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、「2022塾生会議」プログラムを日吉キャンパスにて実施した。大学の10学部すべてから選抜された塾生が、専門家からアドバイスを受けながらディスカッションを重ね、SDGsを実現するための慶應義塾のビジョン・目標・ターゲットを提言することを目的とした。

募集人数は、公募60名程度（応募多数の場合は下級生を優先）に加えて、新入生からランダム抽出60名程度とした。学部や入学方式、地域、男女比などのバランスをとって選出した。通信教育学部からの学部生も対象とした。公募には150名を超える応募があった。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。

### ・春学期：6月1日～7月6日 計6回 水曜6時限18：15～19：45 第4校舎B棟J29教室

6月1日は、ガイダンスとして、伊藤公平塾長、井奥洪二自然科学研究教育センター所長からこの一年の活動への期待を込めてご挨拶をいただき、長野裕恵日吉メディアセンター パブリックサービス担当課長から情報検索の方法や相談窓口を紹介いただいた。6月8日は、イントロダクションとして、蟹江教授、国谷特任教授によるSDGsに関する対談動画を視聴し、グループディスカッションを行った。専門家からのレク

チャーは4日実施した。6月15日は環境をテーマに、江守正多氏から気候変動の現状とリスク、高村ゆかり氏からカーボンニュートラルに向かう世界について、6月22日は社会をテーマに三輪敦子氏から「誰一人取り残さない」ために必要な視点と実践、山本太郎氏から感染症と社会について、6月29日は経済をテーマに、末吉竹二郎氏からSDGsとサステナブル経済、伊藤公平塾長からこれからの発電を考えると、7月9日は全体として、南博氏からSDGsの成り立ちとその後の変容、川廷昌弘氏から未来をつくる道具わたしたちのSDGsについて、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。

### ・サマーキャンプ：8月31日 13：00～17：00 第4校舎11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、目標1-17に分かれて、グループディスカッションを行った。班には小学生から大学生をバランスよく配置し、ホスト役1名大学生を残して、グループディスカッションを2回実施した。最後に、各班から話し合った内容を発表してもらい、塾長、理事、蟹江先生、国谷先生から講評を返答した。引率として、各校の教諭にも来ていただき、大学教員との懇談も行った。すべての一貫教育校の児童生徒と全学部の大学生が集う、慶應義塾では、はじめてのイベントとなった。とても好評価のアンケート結果を得ることができた。

### ・秋学期：10月5日～12月21日 計11回 水曜6時限18：15～19：45 独立館D205

1月11日 提言発表 18：15～21：00 藤原洋記念ホール

目標1～17に分かれての議論を基本とし、3回程度目標1～4などに全員で分かれて議論する機会を設け、他のグループの提言へコメントできるようにした。K-LMS Canvasを利用して学生にアナウンス、ディスカッション機能でグループ間の進捗状況の共有や話し合いを促進した。学生からの相談は、参加教員でメーリングリストを作り、そこに相談をしてもらい、返答を一元化した。提言作成のために、マッキンゼーのOBOGの方々、生協専務理事、管財・運営サービス・学生生活課の職員の方々から、情報提供や協力をいただいた。提言発表は、目標ごとに5分発表、3セッションに分けて15分質疑、全体講評・記念撮影ま

で21時終了とした。発表されたスライドや写真は2022塾生会議のページで公開する。すべての目標に関する塾長や常任理事からのフィードバックも公開し、

アクションに繋がりそうな提言は、次年度さらに議論をする機会を設けることにした。

(小林 宏充)

## 2) 化学実験の実験器具映像教材の開発

### 概要

2020年度からのコロナ禍において、大学の授業は全オンライン→オンラインと対面の併用→従来の完全対面と、感染対策は行いながらも授業形態そのものはコロナ禍前に戻りつつある。しかしながら、依然、コロナウイルス感染はおさまらず、本年度も感染者や濃厚接触者に対応する必要があった。また、コロナ禍でやむを得ず行うこととなったオンライン授業であるが、オンライン教材もメリットは多い。予習用・復習用教材として使うことで、教育効果のある授業が運営できる。本来は参加して体験することが重要な実験授業であるが、やむなく欠席した学生にも教材を提供することができる。

昨年度、一昨年度に採択された教育・研究調整予算で作成したオンライン教材は非常に役に立っている。しかしながら、①実験そのものに加え、予習復習、器具解説、特殊な手順の説明など多くの実験教材をオンライン化するには時間がかかること、②過年度の成果から新たに浮かび上がった課題の解決を図ること、③オンライン未整備の教材も残されていること、などの理由により、今年度も同様の予算を申請した。今年度は、教室の収容人数もコロナ禍以前に戻ったことから、実験テーマも元に戻したので、必要な教材を追加作成した。対面実験用の予習動画教材・復習動画教材により、学生の学習の理解度に役立ち、オンライン実験用教材により欠席者への対応もできた。

本教材について、自然科学研究教育センターでの一貫教育校との連携ワークショップでも発表の機会があり、紹介したが、非常に関心を持ってもらえ、一般的な授業動画に比べ質が高いという評価をいただいた。本教材はあらゆる学部や大学で、さらに大学生や高校生の自主学習にも活用可能な教材となりうるだろう。

### 成果・今後の展望・計画等

昨年度、一昨年度に引き続き、プロジェクトが認められたことで、オンラインの実験授業を余儀なくされた場合の教材が数多く作成できた。

現行で実施している実験のうち未作成だった1テーマの撮影および動画編集を完了した。また、昨年度や一昨年度に作成した動画のアーカイブ化を想定した動画再編集を行った。さらに、現行テーマおよび予備テーマに付随する予習・復習教材を整備した。

昨年度事業と同様に、オンライン実験動画の作成は、授業で実際に学生が行う内容とほぼ同じ実験を行い、実

験者の目線に合わせて撮影した。また、実験内容によってはビデオカメラを2台設置し、温度計などの計測や観察してほしい部分の拡大撮影を同時に行い、これらの動画を同時に視聴できるように編集することによって、実際に実験を行っているような臨場感のある実験動画を作成した。さらに、カウンター表示をするなどして、時間的な感覚も掴んでもらえるようにした。これによって、作成した動画から測定結果を学生が読み取ったり、観察したりするなど、市販の実験実演動画とは異なり、実験教育を目的とした動画を作成することができた。こういった工夫の一部は、学生へのアンケート調査も踏まえて導入している。

本事業の成果から一部を、一貫教育校との連携ワークショップにおいて紹介した。今年度は塾内のワークショップにおいて報告するにとどまったが、今後は教育関係の学会での発表を行うことで、新たな教材開発として提案していきたい。

教材の一部は一般公開しているので、あらゆる学部や大学、高校で活用可能であり、他大学のオンライン授業にも貢献することができるアーカイブが作成できた。実際に、活用の報告もあった。

一方で、今年度事業の主題であった実験器具映像は、時間や人員不足により満足できる成果に至らなかったため、早急な整備に努めたい。この実験器具や装置の映像とその解説ならびに操作法の動画は、実験操作や内容をイメージしやすく、実験経験の少ない学生や生徒にも効率的な学習や教育効果が期待される。実験における危険や事故の防止、廃液や排気による環境破壊の防止など、安全・倫理教育にも役立つであろう。いつでも視聴できる教材であれば、初めて扱う器具や装置、操作法はもちろんのこと、前回の使用から期間が空いしましても反復学習により記憶に定着させやすい。現代にフィットした教育ができ、効果的な学習が促進されるだろう。さらに、実験動画は今回のようなオンライン授業で活用できるだけでなく、TAの予習や欠席した学生への補講などに役立つことも可能である。

複数年度にわたって用いたオンライン実験教材の検証も課題である。今後もオンライン教材を用いた場合の学習効果や教育効果を追跡するとともに、従来の対面型やハイブリッド（オンライン・対面併用）型実験授業との比較検証もおこなう。並行して、未整備の教材も順次作成していきたい。

(事業メンバー)

久保田真理・志村 正・大石 毅

### 3) 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

#### 概要

生物学において、生物に対する興味や好奇心は、本来観察や実験・実習などの授業を通じて得られる経験に基づく。とくに生物学実習では顕微鏡観察が頻繁に使われており、顕微鏡を覗いた先にあるこれまでみたことのない生物の形や発生、解剖学的特徴、行動・生態を直に体験できるため、教育的効果は非常に高い。しかし、新型コロナウイルスの影響により、生物学における実習や観察など、本来の生物学教育に不可欠な実体験型の授業を行うことが困難な場面が急激に生じている。このような状況は今後も続くと考えられ、そのような事態に即した授業内容のオンライン化が急がれている。そこで生物学教育のオンライン化の試みの一つとしてオンライン上でも顕微鏡を覗いた映像や臨海実習を疑似体験できるオンライン教材として、Web上でも容易に生物の顕微鏡観察や生物採集・分類を疑似体験可能なVisual図鑑Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) を構築することを本プロジェクトの目的とする。これまでに本申請予算のサポートにより、OBAKE傘下の教材として、3つの教材、脊索動物ホヤの3D発生段階解剖学教材EducAnatO、外来侵略種であるヨーロッパザラボヤの発生段階表RAMNe、海洋生物の分類や多様性をまなぶオンライン教材V-RINKAIを開発し本学の授業、理工学部生物学序論や総合教育科目「生物学実験集中」、理工学部大学院科目「進化生物学特論」等で活用し、大きな反響を得た。本年度は、以下を目的とする。3-1. 現在一部の授業内公開である内容をより改善し全塾生が使用可能な公開版に発展させる。また、3-2. OBAKEプロジェクトを通じ、日吉キャンパスにおけるSDGsの14番目の目標である「海の豊かさを守ろう」への貢献を試みる。さらに、3-3. V-RINKAIの仕様は海産動物解剖学情報・分類学の教育だけでなく、全動植物の多様性・分類のオンライン教育にも適用可能であることを他の場所や異なる動物群での適用により立証する。以下に内容の詳細を述べる。

#### 1. 全塾生が使用可能な公開版への活動

理工学部生物学序論や総合教育科目「生物学実験集中」、理工学部進化生物学特論等で用いることにより、生徒からフィードバックをもらい、V-RINKAIの多くのバグを修正し、公開版の準備を整えた(2023年3月末公開予定)。さらに前年度より三崎の陸上生物も含め多くの種を追加した。学習指導要領への準拠も検討すること

で大学だけでなく、系列校の中学、高校等の理科教育で用いられることも期待できるため、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10回)にてVRINKAIを発表させていただいたところ、系列中高の教諭らからご興味をいただき、中高大連携ICT教育の一環として来年度実際に野外実習とVRINKAIまたはVRIKUJO(後述)をタイアップさせて授業を実践するプロジェクトを遂行することとなった。VRINKAIまたはVRIKUJOは2023年夏に系列附属中学・高校の授業での試用が決まっており、教育効果のフィードバックを行うことにより、使いやすいプラットフォームとしてブラッシュアップしていく予定である。

このプロジェクト遂行のための準備的な外部資金を系列中高に得ていただくために、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団(中谷財団)令和5年度科学教育振興助成(子どもたちの論理的思考力や創造性の成長を促すため科学教育の振興を目的とした小学校、中学校、高等学校等における取り組みに対しての助成)に応募した(※別紙1)。申請メンバーは系列校の慶應義塾女子高等学校・内山正登代表、慶應義塾普通部・矢澤 和明教諭、藤田 稜介教諭、慶應義塾湘南藤沢中等部・高等部・藤澤 侑典教諭で構成されている。本申請が採択されればVRinkaiを活用しながら、生徒たちが主体的に生物の採集や観察などの野外実習を行うことにより、生物学に対する興味を育む野外実習およびICT教育を実践するための費用が捻出可能となる。

#### 2. SDGsの14番目の目標である「海の豊かさを守ろう」への貢献

生物学実験集中においてVRINKAIを活用し、海産生物種の同定や系統分類学的位置を理解するクイズを通じて生物の豊饒性を知識として学ぶことで塾生のSDGsへの貢献を促進した。また、次年度において臨海実習や野外探索等においてスマホカメラによる撮影から種同定作業を通じ、学生参加型授業の展開を行うための機能を追加した。さらに、VRINKAIの発展型として生物多様性のリテラシー普及のための教育プラットフォーム構築を提案し、独立法人環境再生保全機構ERCAの環境研究総合推進費 令和5年度新規課題公募へ事業メンバーの一部と動物分類学の専門家を外部分担者に加えて応募したところ、第一次審査を通過し現在、第二次審査ヒアリング審査を終えたところである。来年度本プロジェクトが採択されれば慶應義塾発の提案研究が環境保全活動として広く貢献できることと期待できる。以上のように本事

業プロジェクトはSDGsの14番目の目標である「海の豊かさを守ろう」へ貢献し、環境保全活動においても非常に注目度の高い活動である証左となった。

### 3. V-RINKAIの陸上生物への適用

今年度は本プラットフォームを別の野外実習に応用する試みの第一弾として、アマチュア及び専門家の撮影した200枚以上の高精細な昆虫・両生類写真と生物情報を組み込んだ陸上生物版VRIKUJOを構築した。今年度の目標に基づいて陸上生物の写真として節足動物門、昆虫綱、クモ綱、ムカデ綱、軟体動物門腹足綱、脊索動物門両生綱、爬虫綱の幅広い種を登録した（プロトタイプ仮称VRIKUJO; <https://chordate.bpni.bio.keio.ac.jp/TANIGUCHI/latest/buckets.php>) を2022.08.16に新サーバーを設置 (<https://chordate.bpni.bio.keio.ac.jp>) し、そのサーバー上に構築した（一部インターフェースを更新後、2022年度3月末公開予定）。本VRINKUJOにはプロジェクトメンバー戸金らの収集した石垣島の爬虫類・両生類 195サンプル、約20種、アマチュア及び専門家の撮影した全国の昆虫類151サンプル75種が登録済みである。今後さらに渡嘉敷島の陸上生物や倉石代表提供陸上生物データ未整理分を追加予定である。

VRIKUJOでは実習で撮影した生物写真を簡単にアップロードし、皆で生物の種同定を行う新機能を実装した。実習を担当する教員が登録して独自の生物データベースを構築することで、実習グループ独自のオンライン上の実習アルバムや、スケッチを一元管理できるプラットフォームとして、コロナ収束後も実習のサポートに用いる機能が実装されている。2023年夏に系列附属中学・高校の授業での試用していただき、教育効果のフィードバックを行うことにより、使いやすいプラットフォームとしてブラッシュアップしていく予定である。

#### 成果・今後の展望・計画等

##### 1) 発表等：口頭発表 2件

- ① 「Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) プロジェクトの紹介」  
堀田 耕司（理工学部准教授／生物）

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10回）2022年8月29日（月）日吉キャンパス 来往舎 中会議室

- ② 野外生物実習プラットフォームの陸上生物への適応  
紫藤拓巳1・船越 悠1・小暮悠暉1・戸塚 望1  
内海円花1・土方 希1・河合思聞1・高橋茉莉奈1  
水谷日菜1・古川亮平2・倉石 立2・戸金 大2  
岡浩太郎1・堀田耕司1

（1 慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻、2 慶應義塾大学生物学教室）

日本生物教育学会第107回全国大会群馬大会、2023年3月4日（土）高崎健康福祉大学

##### 2) 今後の展望・計画

採択時のコメントに「当授業履修者のみならず、全塾生が使用可能なものとなった際にはどのように周知するのかその方法について検討しておくといわれる」といただいております、公開時の対応を検討中である。VRINKAIの公開期日は3月末としている。塾内広報を経由し、Facebookなどで宣伝する予定である。「ユーザーが写真をアップロードできる」というOBAKEの特徴的な機能があるので、PR活動の一環として全校生徒対象のフォトコンテストを開催する（OBAKEの「ミュージアム」機能を活用する形で）、マイベスト動物フォト募集すること、Twitterカードなどのアイデアがメンバーから出されており検討している。

VRINKAIまたはVRIKUJOは2023年夏に系列附属中学・高校の野外実習等での試用が決まっております、教育効果のフィードバックを行うことにより、使いやすいプラットフォームとしてブラッシュアップしていく予定である。

#### 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・助教）  
経済学部・戸金 大（日吉生物学教室・助教）  
大学院生5名、学部生2名

## 4) 第10回 一貫教育校との連携ワークショップ ——オンライン教育の取組と今後への活用——

日時：2022年8月29日（月）13：30～17：30

場所：日吉キャンパス 来往舎 中会議室

#### <趣旨>

2020年度春は、新型コロナウイルス感染防止のために、すべての教育がオンラインで行われた。秋学期以降も新型コロナウイルスの終息は見込めず、各校でさまざまな工夫をして、授業を進めた。授業の運営については、各校・各授業で異

なるだろう。現在、慶應義塾では、ほぼコロナ禍以前の状況に戻つつあるものの、陽性者は欠席を余儀なくされるので、欠席者への教材提供も必要な状況であり、完全にコロナ禍前には戻ってはいない。

また、オンライン授業を行ううえで作成した教材やオンライン授業の取組は、教育効果のあるものもあり、対面授業にそのメリットを活かして授業を行っている教員もいる。

## 2022年度活動報告書

さらに、今後も新たな感染症や災害などによりオンラインで授業をしなければならないことも予想される。

今回のWSでは、オンライン教材やオンライン授業の経験に関する情報と意見を交換することで、教育効果の向上を目指したい。

### <プログラム>

《司会：茅野 眞雄（横浜初等部教諭／理科）》

13：30 開会の挨拶

久保田真理（一貫教育校との連携委員長・医学部化学教室専任講師／化学）

13：33 参加者自己紹介

### 事例発表

13：45

1) 【普通部】「普通部理科のオンライン授業例」

藤田 稜介（普通部教諭／理科<Ⅱ分野>）

14：00

2) 【中等部】「目指せYouTuber!? ～オンライン教材制作の労力と生徒の反応～」

武藏 泰（慶應義塾中等部教諭／理科）

14：15

3) 【SFC】「理科でのICTの取り組み」

竹田 大樹（慶應義塾湘南藤沢中・高等部教諭／理科）

14：30

4) 【女子高】「女子高生のオンライン環境と授業への対応」

内山 正登（慶應義塾女子高等学校教諭／生物）

14：45

5) 【塾高】「Microsoft Teamsを活用した欠席者対応とその展望」

星野 友則（慶應義塾高等学校教諭／化学）

15：00

6) 【塾高】「手軽な観測機器を用いて自宅のできる天文探求活動」

松本 直記（慶應義塾高等学校教諭／地学）

《司会：森本 睦子（法学部助教／物理）》

15：15

7) 【塾高・大学】「高校・大学・通信課程における地学リモート授業の実践」

杵島 正洋（慶應義塾高等学校教諭／地学）

15：30

8) 【大学：高大接続】「高大接続とグローバルサイエンスキャンパス事業」

井上 浩義（医学部教授／化学）

<休憩10分>

15：51

9) 【大学】「Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) プロジェクトの紹介」

堀田 耕司（理工学部准教授／生物）

16：04

10) 【大学】「オンデマンド型配信講義とオンライン実験・オンライン教材」

久保田真理（医学部専任講師／化学）

16：17

11) 【大学】「物理学実験における反転授業と慶應義塾SDGs会議——2022塾生会議における一貫教育校との連携」

小林 宏充（法学部教授／物理）

<準備2分>

《司会：高尾 賢一（理工学部教授／化学）》

16：32 総合討論・意見交換

16：55 閉会の挨拶

井奥 洪二（所長・経済学部教授／化学）

### 実施状況：

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10回）が開催された。2018年度のワークショップで議論した結果、今後のワークショップでは「理科における基礎的な概念の教授法と実験教材の共有」について話題提供と議論を行い、「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」についても進めることになっていた。翌2019年度は、この方針に沿ってワークショップが行われたが、2020年度・



2021年度はコロナ禍で見送りとなった。コロナ禍では、小・中・高・大と状況や期間は異なるが、オンライン授業を余儀なくされた。そこで、今年度はイレギュラーな形であるが、「オンライン教育の取組と今後への活用」をテーマとしてワークショップを行った。

残念ながら、すべての学校が参加できる日が調整できず、小学校の部（幼稚舎・横浜初等部）の発表がなかったが、中学・高校の一貫教育校、大学の物理・化学・生物・地学とあわせて11講演からなる充実したワークショップとなった。発表や質疑応答の中で、大学と一貫教育校の大きな違いは、LMS（Learning Management System：学習管理システム）の有無であることを知った。大学は授業支援システム（2021年度からはK-LMS [Canvas]）が用意されており、それとBOXを使用すればよかったが、一貫教育校ではLMSとして何を使用するかということから始めなければならなかった。普通部、中等部、湘南藤沢中高、女子高はGoogle Classroom、塾高はMicrosoft Teamsを使用した。教材についても、いろいろな教材が紹介された。PowerPointによる動画教材、ビデオ録画による動画教材、Google Forms、ロイロノート、Jamboard、Quizlet、Orihimeなど教材の中身まで詳しく説明する時間はなかったが、各教員が児童、生徒、学生のために寝る間を惜しんで教材作成をしたことを改めて認識した。ビデオ録画による動画教材も機材や作成法はさまざま、各自が工夫していることが窺えた。

理科系では、講義以上に実験や実習のオンライン授業が大変である。温度計などの計測や観察してほしい部分の拡大撮影を2台のビデオカメラで同時に行い、これらを同期させて編集したり、カウンター表示をしたりすることで臨場感を出し、実際に実験を行っているような実験動画の報告があった。天体観測では、手軽な観測機器（コンパクトデジカメとポラリエ [自動追尾機能付きのカメラ雲台]）を貸し出すことで観測を成功させ、その後、さらに簡単にiPhoneとSky Flowというアプリでも観測することができたなどの発表もあった。臨海実習に代わる教材として作成した海洋生物のヴァーチャル図鑑では、ゲーム性も取り入れ、楽しく学習できる遊び心のある教材となっており、大いに参考になる。

コロナ禍では、オンライン授業のためにさまざまな取り組みがなされ、各教員が工夫をして教材作成を行った。そうした教材や授業法にはメリットもあり、対面授業でも活かせるものもある。各発表では、コロナ禍での

オンライン教材とその後の活用についても報告があり、多くの授業で、オンライン教材が引き続き利用されている。COVID-19がもたらした2020年からのパンデミックは、世の中に計り知れない影響を与えた。教育上の損失も問題となっている。しかし、この経験で得たものもある。オンライン教材のメリットを活かし、その後の教育にも取り入れる。各教員の思いが伝わってきた。

せっかく作成した教材を有効に利用するために互いの教材を共有できるようにするのはどうかという意見があり、検討することとなった。

慶應義塾内の他の学校、他の教員がどのように授業を運営したかを共有することは、今後の有事に備えるばかりでなく、教育効果のある授業をしていくうえでも参考になった。一貫教育校担当の山内常任理事も忙しいなか、駆けつけてくださり、将来に備えることも重要なことであるが、コロナ禍でこのような授業を行ったという歴史としての記録も残しておきたいとお話があり、今回の発表資料をアーカイブとして、福沢研究センターにも残すこととなった。

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決定した。全一貫教育校が参加できる日程はなかったものの、31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。

（久保田 真理）

参加者：

山内 慶太（常任理事）・茅野 眞雄（横浜初等部）  
 武藏 泰（中等部）・藤田 稜介（普通部）  
 矢澤 和明（普通部）・杵島 正洋（塾高）  
 鈴木 寿子（塾高）・星野 友則（塾高）  
 松本 直記（塾高）・武捨賢太郎（塾高）  
 内山 正登（女子高）・竹田 大樹（湘南藤沢中高）  
 平松 茂樹（湘南藤沢中高）・藤澤 侑典（湘南藤沢中高）  
 吉澤 奏（湘南藤沢中高）・青木健一郎（経済学部・物理）  
 井奥 洪二（経済学部・化学）・小林 宏充（法学部・物理）  
 杉本 憲彦（法学部・物理）・森本 陸子（法学部・物理）  
 井上 浩義（医学部・化学）・久保田真理（医学部・化学）  
 寺沢 和洋（医学部・物理）・三井 隆久（医学部・物理）  
 南 就将（医学部・数学）・高尾 賢一（理工学部）  
 中野 誠彦（理工学部）・堀田 耕司（理工学部）  
 松本 緑（理工学部）・大古殿憲治（事務局）  
 綿引 裕也（事務局）

## その他（センター共催）

### 1) 2022年度 自然科学部門 第1回新任者研究紹介

日時 2022年4月26日（火） 18:15~19:45  
場所 オンライン会議（ZOOM）

プログラム：  
（講演20分+質疑応答10分）

開会の挨拶  
下村 裕（自然科学部門主査）

18:45~19:15  
講演1「他大学での学生実験あれこれ」  
田野 千春（経済学部・化学教室）助教

19:15~19:45  
講演2「ファージセラピーの可能性」  
藤猪 英樹（医学部・生物学教室）教授

閉会の挨拶  
井奥 洪二（自然科学研究教育センター所長）

#### 講演要旨1

「他大学での学生実験あれこれ」

田野 千春

早稲田大学では、商学部「化学探究」・グローバルエデュケーションセンター「身近な化学への招待」・教育学部「生活の化学」といった文系の学生を対象とする化学実験科目が開講されている。授業で取り上げる実験は高校化学でも馴染みのあるテーマ、学生に身近な化学物質や化学現象を扱うテーマが多い。反応式を丸暗記する化学が苦手であった学生にも、実験を楽しみながら化学

の知見を広げていける授業内容となっている。用いる実験テキストは一般的な理系向け実験テキストとは異なり、実験に不慣れた文系の学生でも間違えずスムーズに実験が進められるように、図をふんだんに用いた実験操作の説明、観察すべきポイントの表記など工夫がなされている。本講演では約30種の実験テーマの中から特に試食試飲を通して学生の興味を刺激する実験例として、マイクロカプセルの調製と半透膜の性質確認実験、キレート滴定によるミネラルウォーターの硬度測定を紹介した。

#### 講演要旨2

「ファージセラピーの可能性」

藤猪 英樹

細菌のAntimicrobial Resistance（薬剤耐性、以下「AMR」）は喫緊なグローバル脅威であり、このまま何も対策を講じなければ、2050年にはAMRによる死亡者数が年間1000万人に達すると推定されている。新たな抗菌薬の開発は減少傾向にあり、これまでの新規抗菌薬の開発戦略では時間的猶予は無い。そのため、細菌側の薬

剤耐性機構を規定する遺伝子に依存しない、新たな殺菌・静菌方法の確立が求められる。その手段として、ファージがヒトの細胞には感染せず、特異的な細菌のみに感染して標的細菌を溶菌させることを利用した、ファージ療法の確立を目指す。ファージは薬剤耐性菌も溶菌させることができ、ヒトの細胞に感染しないことから副作用の出現も想定しづらい特徴を持つ。そのため、病原細菌特異的なファージセラピーは抗菌薬に頼ることのない、新しい細菌感染症対策のツールとなりうる。

## 2) 2022年度 自然科学部門 第2回新任者研究紹介

日時 2022年10月25日（火） 18：15～19：30  
場所 オンライン会議（ZOOM）

プログラム：  
（講演20分+質疑応答10分）

開会の挨拶  
下村 裕（自然科学部門主査）

19：00～19：30

講演1 「非可換な対称多項式」  
岩尾 慎介（商学部・数学教室）准教授

閉会の挨拶  
井奥 洪二（自然科学研究教育センター所長）

### 講演要旨 1

「非可換な対称多項式」

岩尾 慎介

本講演では、非可換シューア関数とそれに関わる数学の紹介を行った。可換とは「順番を入れかえても結果が変わらない」という性質であり、我々が普段なじんでいる数の掛け算は、可換な積の代表例である。そのことは数式で

$$xy=yx$$

と表現される。それに対し、順番を入れかえると結果が変わってしまうものを非可換という。行列の掛け算は、非可換な積の代表例である。

一方、対称多項式とは変数を入れかえても変化しない多項式のこと、基本対称多項式

$$e_1(x, y, z) = x + y + z, \quad e_2(x, y, z) = xy + yz + zx, \\ e_3(x, y, z) = xyz$$

がその代表例である。対称多項式研究は代数方程式の解の研究に端を発し、その歴史は長い。

近年、Fomin-Greeneの非可換シューア関数の理論が、様々な対称多項式の研究に役に立つことがわかってきている。これは、可換性の条件を次のクヌース関係式

$$x_i x_j x_k = x_i x_k x_j \quad (j < i \leq k)$$

$$x_j x_k x_i = x_k x_j x_i \quad (j \leq i < k)$$

に弱めても対称多項式理論が保たれるというものである。クヌース関係式は組み合わせ論の分野でしばしば登場する関係式であり、今後様々な応用が期待される。

## 資料編

## 大学自然科学研究教育センター協議会委員

2022年4月1日～2023年3月31日

常 任 理 事	岡田 英史	
所 長	井奥 洪二	
副 所 長	南 就将	
	河野 礼子	
文 学 部 長	倉田 敬子	
経 済 学 部 長	駒形 哲哉	
法 学 部 長	堤林 剣	
商 学 部 長	岡本 大輔	
医 学 部 長	金井 隆典	
理 工 学 部 長	村上 俊之	
総合政策学部長	加茂 具樹	
環境情報学部長	一ノ瀬友博	
看護医療学部長	武田 祐子	
薬 学 部 長	三澤日出巳	
文学部日吉主任	市川 崇	
経済学部日吉主任	柏崎千佳子	
法学部日吉主任	大久保教宏	
商学部日吉主任	福澤 利彦	
医学部日吉主任	南 就将	
理工学部日吉主任	井上 京子	
薬学部日吉主任	大澤 匡範	
日吉研究室運営 委員会委員長	高桑 和巳	
日吉メディア センター所長	横山 千晶	
日吉ITC所長	安田 淳	
教 養 研 究 センター所長	小菅 隼人	(2022年9月30日まで)
	片山 杜秀	(2022年10月1日から)
外国語教育研究 センター所長	七字 眞明	
日吉キャンパス 事 務 長	國分 紀嗣	
自然科学研究教育 センター事務長	大古殿憲治	

# 自然科学研究教育センター規程

平成21(2009)年 3月10日制定  
 平成23(2011)年 3月29日改正  
 平成26(2014)年12月 5日改正  
 令和 3(2021)年 6月15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ITC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、学術研究支援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（2021年6月15日）

この規程は、2021年6月1日から施行する。

## 自然科学研究教育センター運営委員会内規

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

### (設置および概要)

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

### (運営委員の委嘱)

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

### (行事委員会)

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

### (広報委員会)

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

### (構想委員会)

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

### (一貫教育校との連携委員会)

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

### (プロジェクトの申請)

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

### (所員の任用)

第8条 センター所員の任用は運営委員会で承認されなければならない。

### (研究員)

第9条 センターの研究員の任用は特定のプロジェクトに則して行い、受け入れ担当者の所員(専任教員、も

資料編

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

## (注4) 履歴書の写真の必要性

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

## 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。

## (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。

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。

# 自然科学研究教育センター講演会等のセンター主催および共催に関する内規

2012年 3月 1日 制定

2013年11月 6日 改正

2015年 8月 5日 改正

2019年 2月26日 改正

## (概要)

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

## (開催目的)

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

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

## (開催場所)

第3条 講演会等の開催場所は、原則として日吉とする。

## (主催の支援範囲)

第4条 ①センターの主催として申請され、採択された企画のうち、経費を伴う支出は、1件につき20万円を上限とし、その内訳は、別途定める。

- ② センターの行う広報の範囲は、行事委員会が開催する講演会に準じる。
- ③ 定員を設ける場合は、センターのホームページの申込み機能を利用することができる。

## (共催の支援範囲)

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

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

## (利用申請)

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

## 共同研究員における大学院生の受入に関する内規

2019年 2月26日制定

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

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

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

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

- 1 研究計画書（任意の用紙に、使用予定施設、使用予定機器、研究目的と計画を含める）
- 2 協定書
- 3 同意書

4 学生教育研究災害傷害保険（写し）

5 学生教育研究災害付帯賠償責任保険（写し）

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

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

第6条（諸経費）① 事務手数料、施設使用料等は別に定める。

② 研究活動にかかわる費用については、実費を請求することがある。

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

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

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

附 則（2019年2月26日）

この規程は、2019年4月1日から施行する。

## 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。

## 自然科学研究教育センター各種委員会委員

(職位は2023/3/31現在)

### 1. 運営委員会 (14名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏
委 員	文学部	助教	生物学	古川 亮平
委 員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎
委 員	法学部	教授	英文学	横山 千晶

委 員	法学部	准教授	化学	志村 正
委 員	法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎
委 員	商学部	助教(有期)	物理学	藤森 俊明
委 員	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠
委 員	医学部	専任講師	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		事務長		大古殿憲二

### 2. 行事委員会 (8名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委 員	文学部	准教授	生物学	倉石 立
委 員	文学部	助教(有期)	生物学	田口 瑞姫
委 員	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋

### 3. 広報委員会 (8名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
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	経済学部	助教(有期)	物理学	早田 智也
委 員	法学部	専任講師	生物学	林 良信
委 員	医学部	助教	化学	大石 毅

### 4. 構想委員会 (8名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	専任講師	化学	田谷 修一郎
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	商学部	教授	物理学	新田 宗土
委 員	医学部	教授	化学	井上 浩義
委 員	SDM	教授	システム	神武 直彦
委 員		事務長		大古殿憲治

### 5. 一貫教育校との連携委員会 (8名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	法学部	助教	物理学	森本 睦子
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	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄

## 自然科学研究教育センター構成員

1. 所員 64名（職位は2023/3/31現在）

◎所長、 ○副所長

		学 部	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎	経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2021/4/1～2023/3/31
2	○	文学部	教授	人類学	河野 礼子	2021/4/1～2023/3/31
3	○	医学部	教授	数学	南 就将	2021/4/1～2023/3/31
4		文学部	教授	化学	岡本 昌樹	2021/4/1～2023/3/31
5		文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2021/4/1～2023/3/31
6		文学部	教授	生物心理学	伊澤 栄一	2021/4/1～2023/3/31
7		文学部	准教授	生物学	倉石 立	2021/4/1～2023/3/31
8		文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏	2021/4/1～2023/3/31
9		文学部	准教授	生物学	寺澤 悠理	2021/4/1～2023/3/31
10		文学部	助教	生物学	古川 亮平	2021/4/1～2023/3/31
11		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	田口 瑞姫	2022/4/1～2023/3/31
12		経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2021/4/1～2023/3/31
13		経済学部	教授	数理物理学	池田 薫	2021/4/1～2023/3/31
14		経済学部	教授	数学	桂田 昌紀	2021/4/1～2023/3/31
15		経済学部	教授	心理学	中野 泰志	2021/4/1～2023/3/31
16		経済学部	教授	生物学	福山 欣司	2021/4/1～2023/3/31
17		経済学部	教授	生物学	有川 智己	2021/4/1～2023/3/31
18		経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河	2021/4/1～2023/3/31
19		経済学部	准教授	自然地理学	丹羽 雄一	2021/4/1～2023/3/31
20		経済学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	戸金 大	2022/4/1～2023/3/31
21		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	早田 智也	2022/4/1～2023/3/31
22		法学部	教授	物理学	小林 宏充	2021/4/1～2023/3/31
23		法学部	教授	物理学	下村 裕	2021/4/1～2023/3/31
24		法学部	教授	物理学	杉本 憲彦	2021/4/1～2023/3/31
25		法学部	教授	英文学	横山 千晶	2021/4/1～2023/3/31
26		法学部	准教授	生物学	小野 裕剛	2021/4/1～2023/3/31
27		法学部	准教授	化学	志村 正	2021/4/1～2023/3/31
28		法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎	2021/4/1～2023/3/31
29		法学部	専任講師	生物学	坪川 達也	2021/4/1～2023/3/31
30		法学部	専任講師	化学	土居 志織	2021/4/1～2023/3/31
31		法学部	専任講師	生物学	林 良信	2021/4/1～2023/3/31
32		法学部	助教	物理学	森本 睦子	2021/4/1～2023/3/31
33		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	植松 圭吾	2022/8/1～2023/3/31
34		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	杉本 親要	2022/4/1～2023/3/31
35		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	藤田 麻里	2022/4/1～2023/3/31
36		商学部	教授	数学	白旗 優	2021/4/1～2023/3/31
37		商学部	教授	物理学	新田 宗土	2021/4/1～2023/3/31
38		商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2021/4/1～2023/3/31
39		商学部	教授	物理学	松浦 壮	2021/4/1～2023/3/31
40		商学部	准教授	物理学	フサキ, アトシノ	2021/4/1～2023/3/31
41		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	藤森 俊明	2022/4/1～2023/3/31
42		医学部	教授	化学	井上 浩義	2021/4/1～2023/3/31
43		医学部	教授	生物学	藤猪 英樹	2022/4/1～2023/3/31
44		医学部	教授	物理学	三井 隆久	2021/4/1～2023/3/31
45		医学部	准教授	生物学	鈴木 忠	2021/4/1～2023/3/31
46		医学部	専任講師	化学	久保田真理	2021/4/1～2023/3/31

## 資料編

47	医学部	助教	化学	大石 毅	2021/4/1～2023/3/31
48	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋	2021/4/1～2023/3/31
49	医学部	助教	生物学	中澤 英夫	2021/4/1～2023/3/31
50	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一	2021/4/1～2023/3/31
51	理工学部	教授	心理学	高山 緑	2021/4/1～2023/3/31
52	理工学部	教授	電子工学	中野 誠彦	2021/4/1～2023/3/31
53	理工学部	准教授	生命情報学	堀田 耕司	2021/4/1～2023/3/31
54	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑	2021/4/1～2023/3/31
55	理工学部	准教授	物理学	山本 直希	2021/4/1～2023/3/31
56	理工学部	専任講師	物理学	古池 達彦	2021/4/1～2023/3/31
57	理工学部	専任講師	科学史、仏語・仏文学	小林 拓也	2021/4/1～2023/3/31
58	理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2021/4/1～2023/3/31
59	環境情報学部	准教授	気象学	宮本 佳明	2021/4/1～2023/3/31
60	SDM研究科	教授	システムズエンジニアリング	神武 直彦	2021/4/1～2023/3/31
61	高等学校	教諭	生物学	鳥居 隆史	2021/4/1～2023/3/31
62	普通部	教諭	科学・物理	森上 和哲	2021/4/1～2023/3/31
63	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登	2021/4/1～2023/3/31
64	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄	2021/4/1～2023/3/31

## 2. 研究員 3名

	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	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	猪谷 太輔	2022/4/1～2023/3/31
2	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	小守 信正	2022/4/1～2023/3/31
3	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	藤澤 由貴子	2022/4/1～2023/3/31

## 3. 共同研究員 22名

	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	雨宮 史年	
2	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大島 研介	
3	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大貫二三恵	
4	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	
5	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	神中 俊明	
6	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原 裕充	
7	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田 淳子	
8	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林 晋平	
9	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松 英海	
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	迫田 誠治	
11	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	杉野 文彦	
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	時田 賢一	
13	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 <sup>*1</sup>	
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	
16	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	
18	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	
19	自然科学研究教育センター	共同研究員	人間科学	御園 政光	
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	村田佳代子	
21	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田 宏	

※1 複数プロジェクトに従事（他では訪問教授）。

## 資料編

## 4. 訪問学者44名

	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	生物学	雨宮 昭南	
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	石川 健三	
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	衛藤 稔	
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	金子 洋之	
5	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	後藤 俊幸	
6	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	伊永 隆司	
7	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	近藤 慶一	
8	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	坂井 典佑 <sup>※1</sup>	
9	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	戸田 晃一 <sup>※2</sup>	
10	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	
11	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	阿武木啓朗	
12	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	木村 哲士	
13	自然科学研究教育センター	訪問准教授	生物学	経塚啓一郎	
14	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	土屋 俊二	
15	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	疋田 泰章	
16	自然科学研究教育センター	訪問准教授	化学	藤森 宏高	
17	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	三角 樹弘	
18	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	木村 太郎	
19	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	吉井 涼輔	
20	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	安井 繁宏	
21	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	フェヨシユ, ゲルゲイピーター	
22	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	正木 祐輔	
23	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	甘利 悠貴	
24	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	伊藤 悦子	
25	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	猪谷 太輔	
26	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鷗沢 邦仁	
27	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	
28	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	大橋 圭介	
29	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鎌田 翔	
30	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	倉知 昌史	
31	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	佐藤 由紀子	
32	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	柴尾 晴信 <sup>※3</sup>	
33	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	居石 直久	
34	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	
35	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	チャツタルジー, チャンドラセカール	
36	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	西村 健太郎	
37	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	西村 洋道	
38	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	田屋 英俊	
39	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	花田 政範	
40	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	マラ, バスクワレ	
41	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	宮本 朋和	
42	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	横倉 諒	
43	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	ロス, カラム ダンカン ヒュー	
44	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	稲垣 和寛	
45	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	仇 澤彬 <sup>※3</sup>	
46	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	フリップ°, ケラス <sup>※1</sup>	

※1 年度途中で期間満了

※2 複数のプロジェクトに従事 (他では共同研究員)。

※3 年度途中からの職位付与

## 2022年度の主な活動記録

2022（令和4）年

4月13日	運営委員会（第1回）（回議）
4月20日	協議会（第1回）（回議）
4月27日	自然科学部門 新任者研究紹介開催（自然科学研究教育センター共催）（オンライン）
6月22日	運営委員会（第2回）（オンライン）
7月19日	運営委員会（第3回）（回議）
7月25日	協議会（第2回）（回議）
7月22日	サイエンス・メルティング・ポット（第21回）、全体会議（オンライン）
8月15日	運営委員会（第4回）（回議）
9月26日	運営委員会（第5回）（回議）
9月6日	協議会（第3回）（オンライン）
10月4日	協議会（第4回）（回議）
10月26日	自然科学部門 新任者研究紹介開催（自然科学研究教育センター共催）（オンライン）
11月12日	2022年度 自然科学研究教育センター・シンポジウム
11月14日	運営委員会（第6回）（オンライン）
11月19日	第12回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム
12月1日	協議会（第5回）（回議）、構想委員会（第1回）（オンライン）

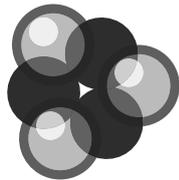
2023（令和5）年

1月14日	第7回クマムシ学研究会（センター共催）
1月30日	サイエンス・メルティング・ポット（第22回）（オンライン）
2月24日	運営委員会（第7回）（オンライン）
3月7日	協議会（第6回）（オンライン）
3月17日	構想委員会（第2回）（オンライン）

※運営委員会、協議会、行事委員会の回覧審議（回議）については、開始日を記載。

## 刊行物等抜粋

- ①ニューズレター (No.21, 2023年2月発行)
- ②ポスター (シンポジウム)
- ③ポスター (インターネット望遠鏡シンポジウム)



REC for NS  
research and education center for natural sciences

# Newsletter

Feb. 2023

No. 21

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

## 2022年自然科学研究教育センター・シンポジウム報告

### 「顔の科学最前線」

2022年11月12日(土) 13:00~17:30, 自然科学研究教育センター・シンポジウム「顔の科学最前線」が日吉キャンパス第4校舎B棟J11番教室にて開催された。このテーマによるシンポジウムは本来、2020年の行事として計画されていたものであるが、2020年初めから世界的に急拡大した新型コロナウイルス感染症の流行により日本中が非常事態モードとなる中で、他の殆どすべての行事と同様に中止のやむなきに至った。2021年度もなお対面開催の目途は立たず、オンライン開催のノウハウも確立されなかったため再度シンポジウム開催は見送られたが、本年になって教育研究活動をキャンパスに戻すという義塾の基本方針の下、3年ぶりに対面によるシンポジウムの開催が決定された。テーマについてもセンター内の協議の結果、2020年度の計画と同じものとするに決し、一度は中止のご連絡を差し上げていた5名の講師の方々に改めて講演を依頼したところ、国外に滞在中のお1人を除く全員からご快諾をいただいた。ご都合がつかなかった方からも、近い専門領域で活躍されている研究者を新たに講師としてご推薦いただき、全体として多様な中にも統一感のある講師陣が揃ったことに深く感謝している。

当日は担当の岡田常任理事より、シンポジウム開催に至った上記の経緯を踏まえた開会挨拶があった後、5名の講師による講演がなされた。まず三枝千尋氏は実験心理学の立場から、顔の魅力に関する目、鼻、口など各要素の役割は一定ではなく時間とともに変化すること、顔が与える印象において「目」が果たす役割が大きいことなどを述べられた。次に王

牧芸氏は、顔が部分の集まりとしてではなく、一つの全体として認知されることに注意した後、顔の認識には脳の特定領域が関与していること、発達の特定の段階で多くの顔を見ておくことがその後の顔認知能力の獲得にとって肝要であると考えられること、などを述べられた。高橋康介氏は顔認知の文化依存性に注目し、アフリカでのフィールド実験の成果を紹介された。続いて今岡仁氏は、電子的な顔認証技術の歴史と、完璧と言えるほどに精度が向上した現状を紹介され、将来は認証自体の技術のみならず、セキュリティや法整備といった課題も解決していく必要があると述べられた。最後に、自然人類学者である河野礼子氏は、頭骨から生前の顔貌を推測する「復顔」の手法について解説された。プロの復顔師の仕事風景を紹介するとともに、復顔においては解剖学の知見に基づく肉付けのみならず、近年は骨から採取したDNAにより顔の表面の特徴を部分的に推測することが可能になったことを述べられた。

当日は塾の内外から64名が参加した。5つの講演終了後に総合質疑討論の時間が設けられたが、参加者からは「顔の魅力にはどんな時代変遷があったか?」「人間以外にどんな動物が顔を識別するか?」という質問に加えて「そもそも人間にとって顔とは何か?」「人に対してのみ「何?」と問わず「誰?」と問うのはなぜか?」といった根源的な問も発せられたが、パネリストになった講師の方々はそのすべてを共感と関心を持って受け止め、真摯に回答されていたことがたいへん印象的であった。(南 就将)

### 『顔と魅力—認知心理学分野における研究のご紹介—』

#### ■講演1. 三枝 千尋 氏



最初の講演は、化粧品開発のプロセスで、そもそも「なぜ、この人(の顔)は魅力的と感じるのか」の背景について、主に認知心理学の分野からのアプローチで、①化粧と魅力、②魅力的な顔とは、③顔を見る時間と魅力、④周辺情報と顔の魅力、⑤魅力の多様性、⑥自分の魅力、についてのご紹介があった。

まず、なぜ人は化粧をするのかについては、「対人効果」、

「身だしなみ」、「(皮膚)の保護」、「気分高揚」、「変身(願望)」といった感情的・或いは物理的な理由があり、魅力的な顔としては、「平均性」、「左右対称性」、「性的二型性(女らしさ)」、「肌特徴(均一性、明度コントラストの高さ)」などの要素についての具体的な言及があった。また、顔を見る時間と魅力について、極めて短時間(サブ秒)で人は(人の)顔について認識する一方で、時間の経過と共に印象が変化し、顔のそれぞれのパーツ(目、鼻、口、まゆなど)と魅力の相関についての研究報告では、「目は口ほどにものを言う」という諺にも当てはまるとのこと、それらと共に、視線によって魅力



2022年度 慶應義塾大学自然科学研究教育センター・シンポジウム

# 顔の科学最前線

2022年11月12日(土) 13:00～17:30

日吉キャンパス 第4校舎 B棟 J11 番教室(日吉駅徒歩3分)

参加費無料(対象：一般・学生・教職員)/ 申込不要

開会のあいさつ 13:00 ▶ 岡田 英史 (慶應義塾常任理事・理工学部教授)

講演 1 13:10 ▶ 13:50 三枝 千尋 氏 (花王株式会社感覚科学研究所)  
顔と魅力—認知心理学分野における研究のご紹介—

講演 2 13:50 ▶ 14:30 王 牧芸 氏 (東京大学定量生命科学研究所研究員)  
顔認識と社会性記憶という「概念」を表象する神経メカニズム

講演 3 14:45 ▶ 15:25 高橋 康介 氏 (立命館大学総合心理学部教授)  
フィールド実験から顔認知の多様性を知る

講演 4 15:25 ▶ 16:05 今岡 仁 氏 (NECフェロー/AI・アナリティクス事業統括部長)  
顔認証の技術と社会実装の最前線

講演 5 16:15 ▶ 16:55 河野 礼子 (慶應義塾大学文学部教授)  
骨から「顔」を考える

総合質疑討論 16:55 ▶ 17:25

閉会のあいさつ 17:25 ▶ 井奥 洪二 (センター所長・慶應義塾大学 経済学部 化学教室教授)

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ office@sci.keio.ac.jp

🌐 <http://www.sci.keio.ac.jp/>



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

第12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

2022年 11月19日 (土) 13:00~16:15 対象：学生・教職員・一般



日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室



オンラインのみ

事前登録必要 (先着順 11/16 締切) <https://bit.ly/3nkjVtp> から



事前登録用

開会の挨拶 五藤 信隆 (五藤光学研究所)

13:05~13:30 松本 榮次 (佛教大学)  
トレーニングモードを用いたインターネット望遠鏡の使い方—初心者を対象として—

13:30~13:55 大羽 徹 (名古屋大学教育学部附属中・高等学校)  
地球と月の二体からの太陽の2次摂動による月の軌道

13:55~14:10 内村 迅渡 (鹿児島大学)  
小型インターネット望遠鏡の開発

14:10~14:35 山本 裕樹 (東北公益文科大学)  
INDI Libraryを用いたインターネット望遠鏡のシステム開発

休憩 (20分)

14:55~15:20 戸田 晃一 (富山県立大学)  
「インターネット望遠鏡システムのブラジルへの設置」  
および「青少年のための科学の祭典2022 名古屋大会」に関する報告

15:20~15:35 榎田 淳子 (東海大学)  
東海大学における活動報告

15:35~15:50 中西 裕之 (鹿児島大学)  
インターネット望遠鏡課題バンクの開発

15:50~16:10  
課題バンクについての議論

閉会の挨拶 表 實 (慶應義塾大学名誉教授)

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ [office@sci.keio.ac.jp](mailto:office@sci.keio.ac.jp)

🌐 <http://www.sci.keio.ac.jp/>

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

---

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2022年度 年間活動報告書

---

2023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 井奥 洪二

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

TEL 045-566-1111

E-mail : [office@sci.keio.ac.jp](mailto:office@sci.keio.ac.jp)

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

©2022 Keio 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。

