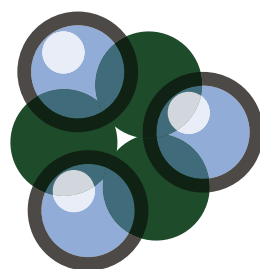


慶應義塾大学

自然科学研究教育センター 2023年度 年間活動報告書



REC for NS
research and education center for natural sciences

2023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. 2023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	4
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	
2023年自然科学研究教育センター・シンポジウム	7
第13回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム	10
2) 2023年度自然科学研究教育センター講演会	
第50回講演会	11
3) サイエンス・メルティング・ポット	
第23回サイエンス・メルティング・ポット	12
第24回サイエンス・メルティング・ポット	13
4) 自然科学研究教育センター主催・最終講義	
2023年度最終講義	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	16
3) 雲乱流における混合輸送現象の解明	17
4) 金星探査機あかつきのデータ同化に関する研究	18
5) トポロジカル・サイエンス	19
6) 離散化手法による時空のダイナミクスの研究	20
7) 自己駆動する集団におけるカイラル輸送現象の研究	21
8) Quantum black holes	21
9) 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
10) シリカ系乾燥剤の高耐久化に関する研究	23
11) バクテリアの生産するウイルス様粒子の機能解析	23
12) ゴキブリ類の比較発生学的研究のための化学的手法の検討	24
13) アブラムシ社会の齢分業システムとその進化	24
14) 水生昆虫・土壌動物の分類学的研究及びその成果の教材化	25
15) 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	26

目 次

16) 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	26
17) ハチクマ（タカ目タカ科）の総合的研究	27
18) 「細胞の意思」と細胞行動制御メカニズム	28
19) 絶滅危惧両生類の年齢構成と食性に関する保全生物学的研究	29
20) 緩歩動物オニクマムシ類の系統進化に関する研究	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	30
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	31
23) 成人不同視性弱視への点眼治療について	32
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	32
25) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	33
26) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	34
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	34
8. 教育	
1) 2023塾生会議	36
2) 化学実験のオンライン実験および欠席者用動画教材と実験器具映像教材の開発	37
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	38
4) 自然科学研究教育センターにおける大学と一貫教育校での知見のシェアとストック	38
5) 一貫教育校との連携ワークショップ（第11回）	39
9. その他	
1) 2023年度 第1回自然科学部門 新任者研究紹介（センター共催）	42
2) 2023年度 第2回自然科学部門 新任者研究紹介（センター共催）	43
3) 2023年度 自然科学研究教育センター若手研究者賞	43

Ⅲ. 資料編

1. 自然科学研究教育センター協議会委員	45
2. 自然科学研究教育センター規程	46
3. 自然科学研究教育センター運営委員会内規	48
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	50
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	51
6. 共同研究員における大学院生の受入に関する内規	52
7. 研修生の受入に関する内規	53
8. 自然科学研究教育センター各種委員会委員	54
9. 自然科学研究教育センター構成員	56
10. 2023年度の主な活動記録	59
11. 自然科学研究教育センター刊行物等抜粋	60
①ニューズレター ②ポスター（インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム）	
③ポスター（シンポジウム） ④ポスター（講演会） ⑤ポスター（最終講義）	

自然科学から学ぶこと

慶應義塾大学自然科学研究教育センター所長 岡本 昌樹

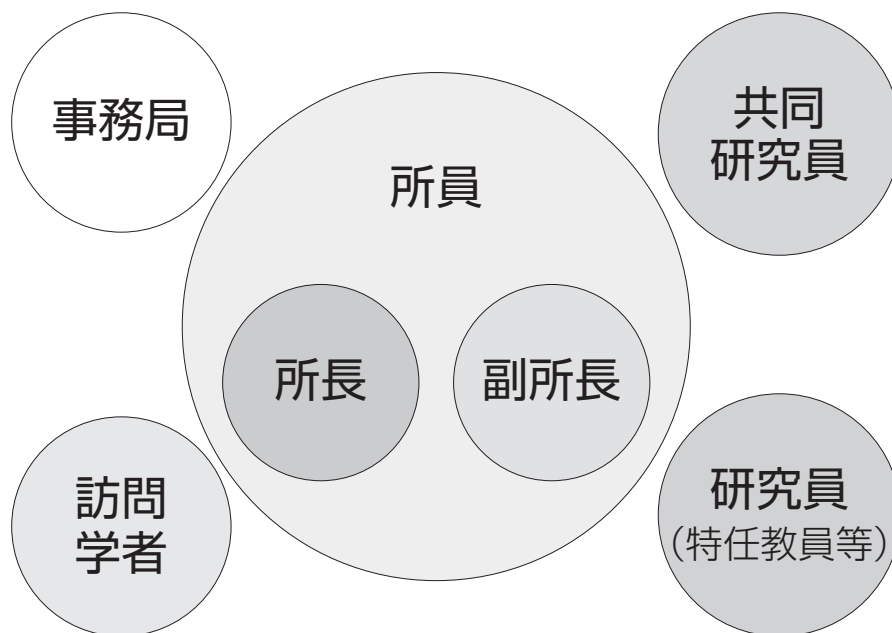
2020年1月に新型コロナウイルスの感染者が日本で確認されてから約3年間、感染予防のために様々な対策が行われていました。自然科学研究教育センターの活動もかなり制限を受けました。2023年5月8日からは5類感染症に位置づけが変更され、2019年以前と同様に行動できるようになっています。感染がなくなったわけではありませんが、感染しても軽症の場合が多いことなどから、感染対策はほぼなくなりました。そのためか、コロナ渦中にはほとんど流行しなかったインフルエンザなどの感染症が、コロナ禍以前よりも流行しているという報道を見ると、感染対策の効果と人の免疫について、いろいろと考えさせられます。

当センター所員の多くは日吉キャンパスに在籍し、自然科学系基礎科目の講義を行っています。私も化学を担当していますが、自然科学を通して、正確な情報を得て正しく判断できるようになることを目的に講義を行っています。新型コロナが流行していた期間には、新型コロナに関連した化学の話をし、その中で、自分で判断することの重要性を伝えていました。一例をあげると、飲食店などに二酸化炭素濃度計が設置され、大学の講義室にも設置されました。換気が十分かどうかを二酸化炭素の濃度で判断するためです。二酸化炭素濃度計では二酸化炭素による赤外線の吸収量から濃度を測定しています。これは化学の話です。一方で、飲食店の濃度計が会計を行う場所（レジ）に設置されていることについて、どう思うかを学生に聞いています。レジは多くの店で入口にあります。通常、入口は人の出入りで換気が十分行われます。レジに濃度計を設置することは店の中が十分に換気されていることを示すことよりも、安全な店であることを客に示すことが目的となっているように思います。客が飲食している店の奥での換気状態がどうなっているのかについては、入り口の濃度を測ってもわかりません。受講している学生には、濃度計の表示が安全だから換気が十分であると単純に判断するのではなく、自分の頭で一度は考えて判断してほしいと伝えていきます。またSNSなどを通して疑似科学も広がっています。「正確な情報を得て、自分で考え判断する」、これから社会で活躍する学生にとって不可欠な能力です。

自然科学研究教育センターでは、シンポジウム、講演会を一般に公開しております。今年度は、地球環境やビックデータ同化を用いた予測科学に関する講演を開催し、塾生や塾外の方を含めた多くの方々に聴講していただきました。シンポジウム、講演会を通して、現在話題になっている様々なトピックスに関して、正確な情報を伝えていきたいと考えております。聴講者がこれらの講演から正確な情報を得て、これからの社会について考えていただければ幸いです。また、一般市民の方と自然科学について気楽に語り合うことをめざしたサイエンス・カフェも、コロナ渦中には開催できませんでしたが、2024年度には再開する予定です。このように自然科学研究教育センターでは様々な活動を行っております。これからも当センターのご理解とご支援をよろしくお願い申し上げます。

○組織構成

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

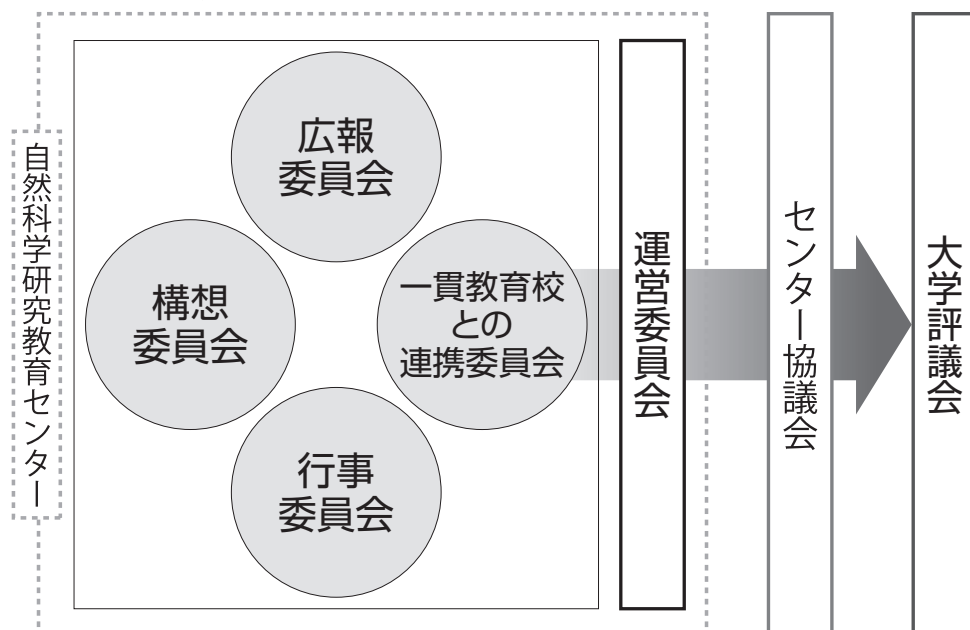
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

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

- ・岡本所員が2023年10月1日に所長に就任した。これにともなって河野所員が副所長（再任）に、糟谷所員が副所長（新任）に就任した。
- ・自然科学研究教育センター若手研究者賞を創設した。初回受賞者として藤澤研究員が受賞した。
- ・定年退職教員の最終講義をセンター主催で実施する制度を創設し、南所員の最終講義を開催した。

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。所長選挙を実施した6月の運営委員会以外は、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）2023年 6 月15日、（2）2023年11月24日、（3）2024年 2 月27日。

3. 協議会の開催

例年どおり2回の協議会をオンラインで開催した。

- （1）2023年 9 月 6 日：慶應義塾SDGs会議-2023塾生会議の取組み、前年度決算報告など
- （2）2024年 3 月 5 日：今年度の活動状況報告、所員・

共同研究員の登録・解除および研究員の任用・解嘱、訪問学者の職位付与・期間満了、次年度予算案など

4. 人 事

2023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65名、研究員4名、共同研究員23名、訪問学者45名である。なお、2023年度の事務局は、事務長大古殿憲治（10月まで）、事務長 安川力（11月から）、事務員 大江智枝、綿引裕也の3名体制で稼働した。

5. センター活動

シンポジウム、講演会および一貫教育校との連携ワークショップは対面で開催した。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。2024年度には対面での実施を予定している。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）も活発に行われた。詳細は行事委員会や各プロジェクト報告を参照されたい。

（岡本 昌樹）

構想委員会

自然科学研究教育センター「構想委員会」活動記録

2023年度の「若手研究者賞」の表彰状文面につき、各委員から寄せられた文案・意見等を集約・勘案しつつ、文案の最終的な確定を行い、表彰状テンプレートを完成

した。次年度以降もこのテンプレートを適宜修正しつつ活用して行きたい。2024年3月中に、「若手研究者賞」の全体的な方向性を検討することを目的として、「構想委員会」を開催する予定である。

(桂田 昌紀)

行事委員会

1. 行事委員会の開催

今年度(10月1日以降)の行事委員会は、すべてオンラインで開催した。

2. シンポジウムの開催(詳細はⅡ. 6.1を参照)

日 時: 2023年12月2日(土) 13:00~16:50
場 所: 日吉キャンパス第4校舎B棟J11教室
テーマ: 海と陸の豊かさ—地球環境を考える—
講 師: 岸 由二 氏(慶應義塾大学 名誉教授)
磯辺 篤彦 氏(九州大学)
吉田 尚弘 氏(東京工業大学 名誉教授)
武井 良修(慶應義塾大学)
参加者: 50名

3. 講演会の開催(詳細はⅡ. 6.2を参照)

(第50回)
日 時: 2024年1月18日(木) 16:30~18:00
場 所: 日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース
題 目: ビッグデータ同化: グリラ豪雨予測から予測科学へ
講 師: 三好 建正 氏(理化学研究所 計算科学研究センター データ同化研究チーム チームリーダー)
参加者: 27名

4. サイエンス・メルティング・ポットの開催(詳細はⅡ. 6.3を参照)

(第23回)
日 時: 2023年7月26日(水) 16:30~18:00
場 所: 日吉キャンパス来往舎大会議室
講演1『八重山諸島に生息するカエルの保全研究』

講 師: 戸金 大(経済学部生物学教室助教(有期)・センター所員)

講演2『太陽系探査機の軌道を描く』

講 師: 森本 睦子(法学部物理学教室助教・センター所員)

参加者: 25名
(第24回)

日 時: 2024年1月31日(水) 13:00~14:30

場 所: オンライン開催

講演1『ホタルの生物発光とその利用』

講 師: 小畠 りか(文学部化学教室助教(有期)・センター所員)

講演2『回転するゆで卵の運動あれこれ』

講 師: 下村 裕(法学部物理学教室教授・センター所員)

参加者: 33名

5. 2023年度若手研究者賞表彰式の開催(詳細はⅡ. 9.3を参照)

日 時: 2024年1月31日(水) 12:45~12:55
場 所: オンライン開催
受賞者: 藤澤 由貴子 氏(センター研究員)

6. 南就将教授最終講義の開催(詳細はⅡ. 6.4を参照)

日 時: 2024年3月15日(金) 15:00~16:30
場 所: 日吉キャンパス来往舎大会議室
題 目: アンダーソン局在をめぐる数学と感染症の数理モデル
講 師: 南 就将(医学部数学教室教授・センター所員)
参加者: 37名

7. 自然科学部門との共催 新任者研究紹介の開催（詳細はⅡ. 9.1, 2を参照）

（2023年度第1回）

日 時：2023年4月25日（火）18：40～19：55

場 所：オンライン開催

講演1『物理学における対称性とトポロジー』

講 師：横倉 諒（商学部物理学教室助教（有期）・センター所員）

講演2『ホタル生物発光の人工基質合成—その後の発展』

講 師：小畠 りか（文学部化学教室助教（有期）・センター所員）

講演3『多様体の微分トポロジー』

講 師：古宇田 悠哉（経済学部数学教室教授）

参加者：42名

（2023年度第2回）

日 時：2023年10月31日（火）18：55～19：30

場 所：オンライン開催

講演1『植物に備わった能力を活かす方法』

講 師：草島 美幸（法学部化学教室助教（有期）・センター所員）

参加者：39名

8. 所員からの申請によるイベントの開催（詳細はⅡ. 6.1を参照）

センター主催イベント

第13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：2023年11月11日（土）13：00～16：05

場 所：対面とオンラインによるハイブリッド形式、対面会場は日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

参加者：24名

（志村 正）

広報委員会

1. 広報委員会の開催

必要に応じてメール審議を行った。主な議題は、10月1日付の委員交代に伴う新委員長選出と各委員の担当業務、「第50回講演会」および「第13回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」の各ポスター案、「ニューズレター第22号」案であった。

2. イベントの広報

例年の方針に基づいて活動した。具体的には、「2023 塾生会議」、「2023年自然科学研究教育センター・シンポジウム」、「第13回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」、および「医学部・南就将教授 最終講義」の各イベントの開催について、Webサイト (<https://www.sci.keio.ac.jp/>) 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依頼した。

また、「情報ばすと」を通して適宜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. 所員の研究・教育における活動および受賞の報告

所員による論文発表の報告をWebサイトで行った。また、2023年度に新設された「自然科学研究教育センター若手研究者賞」についても、Webサイトで本年度受賞者の決定、および受賞者による受賞コメントなどを報告した。

4. ニューズレター

ニューズレター第22号を2024年2月29日に刊行し(A4判6ページ構成で500部作成)、日吉キャンパスの全教員、一貫教育校、各キャンパス等に配布した。

内容についてはⅢ-11を参照。Webサイトでも閲覧できる。

5. 年間活動報告書

例年通りのスケジュールで、2024年2月29日を締め切りとして2023年度年間活動報告書の原稿を収集した。

6. Webサイト管理

当センター内で知見のストックやシェアをするため、Webサイトに資料共有機能を新たに実装した。

(林 良信)

一貫教育校との連携委員会

1. 本年度の特記事項

本委員会のメインである「一貫教育校との連携ワークショップ」を開催した。このワークショップは、「理科における基礎的な概念の教授法の共有」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」の2本立てで行うことを2018年度のワークショップで決定した。しかし、2022年11月に生成AI、ChatGPTが公開され、社会に与える影響が話題となっていることを踏まえて、今年度は「理科における基礎的な概念の教授法の共有」に代えて「教育における『AI』の利用」をテーマとした。

2. 連携委員会の開催

すべて、メール審議で行った。

3. 一貫教育校との連携WSの開催

以下に実施概要を示す。詳細は、Ⅱ. 8.5を参照のこと。

第11回 一貫教育校との連携ワークショップ

日 時 : 2023年8月29日(月) 13:30~17:50

場 所 : 日吉キャンパス 来往舎 中会議室

参加者: 25名

(久保田 真理)

学際イベント

1) シンポジウム

2023年自然科学研究教育センター・シンポジウム「海と陸の豊かさ—地球環境を考える—」

日 時：2023年12月2日（土）13：00～16：50

場 所：日吉キャンパス 第4校舎B棟J11番教室

参加者数：50名

16：45～16：50 閉会挨拶

岡本 昌樹（センター所長・文学部教授）

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.『小網代は保全も管理も流域思考』

岸 由二 氏（慶應義塾大学 名誉教授）

13：50～14：30

講演2.『海洋プラスチック研究の最前線と今後の展開』

磯辺 篤彦 氏（九州大学 応用力学研究所 教授（主幹教授）、海洋プラスチック研究センター／センター長）

（休憩15分）

14：45～15：25

講演3.『安定同位体分子を計測して地球環境を理解する』

吉田 尚弘 氏（東京工業大学 名誉教授、東京工業大学地球生命研究所 フェロー、情報通信研究機構 上席客員研究員）

15：25～16：05

講演4.『環境問題と国際法—地球の三重危機について 海洋法から考える—』

武井 良修（慶應義塾大学 法学部 准教授）

（休憩10分）

16：15～16：45 総合質疑討論

全体要旨：

2023年の当センター・シンポジウムが12月2日、日吉キャンパス第4校舎J11番教室で開催された。今年のテーマは「海と陸の豊かさ—地球環境を考える—」で、2017年の「気候変動と日本」以来となる環境問題である。この問題は、刻々と地球規模で状況が変化しながら、年を追って深刻さを増しているように思う。岡田英史常任理事の挨拶でも、「きれいに色づいた日吉キャンパスの銀杏並木を通してこの会場までやってきましたが、師走に入ったというのに、例年より黄色くなるのが遅いように感じられます」とご指摘があった。

慶應義塾では、全学部を対象に選抜された学生がSDGsを実現するための義塾のヴィジョン・目標・ターゲットを塾長に提言する、「塾生会議」を2022年度から実施しており、当センターが主体となってお手伝いしている。17あるSDGsのうち、13、14、15は、それぞれ気候変動、海、陸に関する目標で、シンポジウムのテーマ「海と陸の豊かさ」は世界全体で多角的に考えていくべき課題である。

講師には、ご専門の異なる岸由二氏、磯辺篤彦氏、吉田尚弘氏、武井良修氏の四先生をお招きした。岸氏は陸に関する環境保全、磯辺氏は海洋プラスチック問題、吉田氏は分子レベルでの環境測定、武井氏は国際法からみた環境問題について、とても分かりやすく丁寧にお話くださった。詳しい内容は個々の講演報告に委ねるが、このシンポジウムに相応しく、それぞれ生物学、物理学、化学、そして法学と、非常に幅広い視点から地球環境問題を知ることができた。

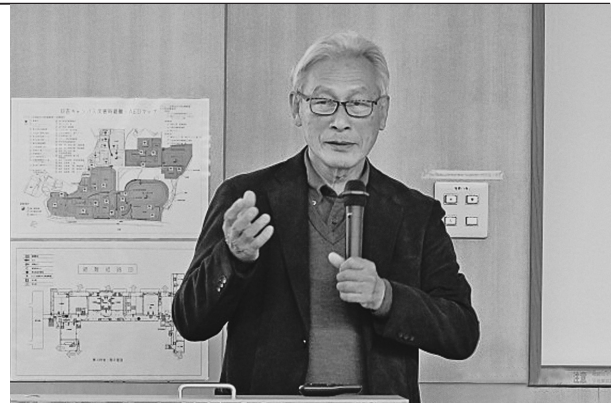
お忙しい中ご講演くださった先生方、ご参加いただいた皆様方に改めて御礼申し上げます。なお、当日の参加者は50名であった。（志村 正）

講演要旨 1

「小網代は保全も管理も流域思考」

岸 由二 氏

生物学の中で有名な『すべての生物は細胞から』という言葉がある。岸氏は『すべての環境は流域から』という言葉を出される。ある環境を考えるということは、その「流域」を考える、ということなのだ。ところが「流域」という用語は日本で正しく認識されてこなかった。この語は「豪雨で水を集める水系」という意味で考えるべきである。岸氏の講演はこのような話題から始まり、小網代の流域をまるごと、完全に保全した経緯が詳しく語られた。バブル期の1985年に始まった大規模都市計画に対して、自然保護型の「開発」を提案したのが1987年のことだった。開発には反対せず、ただゴルフ場建設にだけは反対する、という提案が採用され、環境の保全はこの段階で決まった。しかし計画が具体化するまでに20年近くかかった。この報告を書いている私は1991年に生物学教員として日吉の一員となり、社会生物学あるいは行動生態学と呼ばれる分野で活発な活動をしていた岸氏との会話を楽しみにしていたのだが、あの頃、岸氏にはなかなか大学で会うことはなかった。おそらくこの「開発」がらみの会議や調査活動などで飛び回っていた時期だったのだと思う。そして最終的に保全された形で小網代の自然が一般公開されたのは、ようやく2014年の7月であった。現在もまだ問題は色々残って



おり、赤潮対策や汚染処理などを考えていかなければならない。お金をかければ保全ができなくなる、という皮肉な現実があるそうで、岸氏たちはこれまで、お金をかけずに保全してきた。流域をうまく使った汚染処理という方法があるはずだが、学术界は現実をわかっていない人ばかりで困るとのこと。

講演の最後に、小網代の1/10サイズの流域として、日吉記念館裏にひろがる『一の谷』が話題となった。ここは雨が降れば水が集まる6000 m²の小流域なのだそう。1986年～87年に土砂崩れによって崩壊したことがあり、森林を管理して治水に繋げる活動が始まった。今回の講演を聴いた方々はきっと、私たちにもっとも身近な日吉キャンパスの小流域がさらに豊かで美しい財産となるように、見守りたいという気持ちになっただろう。

(鈴木 忠)

講演要旨 2

「海洋プラスチック研究の最前線と今後の展開」

磯辺 篤彦 氏

世界で投棄されるプラスチックごみの重量は年間3000万トン、そのうち200万トンが海に流出していると推定されている。これらが5mm以下の大きさに破碎したものがマイクロプラスチックである。実験室では1 g/m³の濃度を超えると、海洋生物の誤食により、体長の低下や生殖障害、炎症が生じることが報告されている。つまり増え続ける海洋プラスチックごみによって、将来的に海洋生態系の劣化、水産資源への影響が予想される。

一方で、マイクロプラスチックは海洋科学の中でも新たな研究対象であり、過去のデータや科学的知見の蓄積が極めて少ない。このため、データの比較統合のため、①観測手法の標準化、②データベースの構築、③現存量の可視化、④将来予測、再解析データの作成を順に行っていかなければならない。講演では、磯辺氏の研究グループで取り組んでいるこれらの研究について、世界最



先端の成果をご紹介いただいた。特に、浮遊マイクロプラスチックが数年で海洋表層から消失していて、植物プランクトンの活動が寄与していることが明らかになってきているのが興味深かった。将来的にプラスチックごみの投棄量を減らせれば、浮遊マイクロプラスチック問題は意外と簡単に解決するかもしれない。

最後に、スマホアプリと深層学習で、陸上プラスチックごみの存在量・漏出量を推定しているのも印象的だった。

(杉本 憲彦)

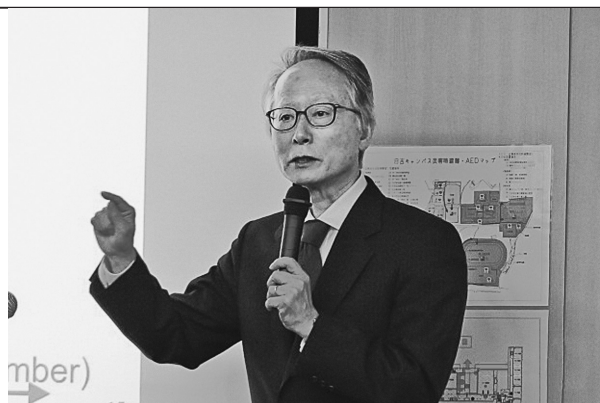
講演要旨3

「安定同位体分子を計測して地球環境を理解する」

吉田 尚弘 氏

我々が住んでいる地球では、分子は大気、海洋、陸域の中で循環している。この循環している分子を計測して地球環境を理解する研究について、ご講演いただいた。分子を詳細に分析すると、なぜ地球環境が理解できるのか、その理由について、絵画に例えて説明された。画家はパレット上で様々な色の絵の具を混ぜ合わせて色を作り、キャンバス上に絵を描く。描かれた絵画の絵の具を分析し、どのような色の絵の具を混ぜて描いているのかを調べれば、絵画作成の情報が得られる。地球上で循環している分子についても同様のことがいえる。分子を構成している原子を詳細に調べると、分子の起源や履歴がわかると説明された。

例として二酸化炭素について説明していただいた。炭素の安定同位体は ^{12}C と ^{13}C である。大気中の二酸化炭素の分子中に ^{13}C がどれくらいの割合で含まれているのか（存在比）を調べると、二酸化炭素の起源がわかることを紹介された。化石燃料中の炭素原子では ^{13}C の存在比が低いため、化石燃料の燃焼により生成する二酸化炭素中の ^{13}C の存在比も低い。近年、二酸化炭素の濃度の上



昇がみられるが、 ^{13}C の存在比は年々減少していることから化石燃料由来の二酸化炭素であることがわかると説明していただいた。

現在では、いくつかの分子に対して分子内のどの部分にどのような安定同位体が存在しているかがわかるようになってきたとの説明があった。分子内の安定同位体の位置がわかれば、より詳細に分子の起源や履歴がわかるようになり、地球環境についての情報もより詳細に得られるであろう。この分野の研究はまだ始まったばかりで、これから10年、20年くらいの間に様々な分子について研究が行われるとのことで、今後の研究成果が待ち遠しいお話を伺うことができた。（岡本 昌樹）

講演要旨4

「環境問題と国際法—地球の三重危機について海洋法から考える—」

武井 良修

四番目の講演は、本塾法学部の武井良修氏にお願いした。武井氏の専門は国際法、中でも海に関する海洋法であり、副題のとおり地球の三重危機（①気候変動、②自然・生物多様性の喪失、③汚染と廃棄物）を海洋法の視点からお話いただいた。

前半は、環境問題と国際法のかかわりについて解説された。三重危機のように今の環境問題は地球規模で広がっているため、一つの国だけでは対処できず、国際協力が必須である。法的な観点からいうと、各国の国内法で個別に規制するだけでは不十分で、国と国との関係を規律する国際法が重要な役割を果たすことになる。続いて、環境問題で主要な国際法となる条約について説明された。条約は国家間の合意を文章化したものだが、締結には国内外で多くの手続きが必要であるなど発効までにさまざまなハードルが存在する。また枠組だけの条約では発効後に、締約国会議（COP）で細かいルール、議定書などを決め、随時更新していくことになるようだ。

後半は、具体的な問題を取り上げていただいた。海洋



プラスチック汚染については、これに特化した条約は2024年末完了を目指して交渉中であり、現在は1982年の国連海洋法条約をはじめとする既存の諸条約で規制している。海洋生物多様性については、国連海洋法条約の実施協定として2023年6月に国の管轄権外にも適用できるBBNJ協定が採択されたばかりである。気候変動については、1992年の国連気候変動枠組条約があり、COPで京都議定書やパリ協定が採択されるなど発展している一方、例えば海面上昇による領土減少などの影響に対しては、国際法で対応できていない状況だという。最後に、環境問題は国際法によって対処していかなければならないが、機能するためには多くのハードルがあるので、実効性をもたせることがとても重要であると強調された。

自然科学とは異なる社会科学の立場から環境問題につ

いて講演いただき、当センターのシンポジウムとして大変貴重な機会を頂戴したものと感謝している。

(志村 正)

総合質疑討論

いずれのご講演も時間いっぱいお話しいただいたので、総合質疑討論はまず各ご講演に対する質疑応答から進めた。いずれも今後にかかわるような質問がフロアから出たのに対し、岸氏は、防災や環境保護には流域単位での考え方が導入される必要性を改めて述べ、磯辺氏は廃プラスチック問題をさらに理解するための新しい段階として市民調査を含めたいいくつかの方向性を示し、吉田氏は同位体分子の研究もまさに次の段階へ進みつつあるとして今後の進展に期待を寄せた。武井氏は国際河川にかかわる事例を問われ、いくつかの事例を紹介するとともに、条約を作るだけでなく実効力を持たせることの重要性を改めて強調した。最後に司会から、難しい状況の中で今後個人としてはどのように考えていけばよいかとの問いに対し、必要以上に悲観的にならずに、ピンチは



チャンスでもあるととらえればよいこと、身近な問題から考えてみることの重要性などのコメントをいただき、討論は終了した。様々な問題が差し迫っている現状ではあるが、そうした問題にそれぞれ正面から取り組んでおられる講演者らの言葉は心強いものとして聴衆の心に響いたものと思われる。

(河野 礼子)

第13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：2023年11月11日（土）13：00～16：05

会場：慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースにてオンラインとのハイブリッド形式で開催

参加者数：24名（塾内関係者数：5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）

13：05～13：20（15分）

「インターネット望遠鏡の歴史について」

松本 榮次（佛教大学）

13：20～13：35（15分）

「オープンキャンパスでの展示について」

迫田 誠治（防衛大学校）

13：35～14：00（25分）

「ダ・ヴィンチ祭／APRIM2023/K-12 Astronomy Education参加報告」

戸田 晃一（富山県立大学）

14：00～14：25（25分）

「NY望遠鏡修理と山形県立鶴岡南高校における取り組み」

山本 裕樹（東北公益文科大学）

14：25～14：45 休憩（20分）

14：45～15：00（15分）

「東海大学望遠鏡を用いた研究および望遠鏡現状報告」

櫛田 淳子（東海大学）

15：00～15：25（25分）

「インターネットを用いた天体観測の宮教大の取り組み」

高田 淑子（宮城教育大学）

林 樹生（宮城教育大学）

15：25～15：40（15分）

「インターネット望遠鏡周辺機器を用いた気象予測システムの構築」

阿部 和希（東海大学）

15：40～16：00（20分）

「インターネット望遠鏡についての議論」

16：00～16：05 閉会の挨拶

戸田 晃一（富山県立大学）

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、全国の大学から17名、それ以外の一般の人が7名だった。発

表者は8名で、うち6名が大学教員、2名が学生と大学院生だった。発表ではインターネット望遠鏡の歴史からインターネット望遠鏡を利用した研究やアウトリーチ活動についてなど多岐にわたる発表があり、活発な議論がなされた。コロナ禍の影響で電子観望がトレンドとなっており、リモートで天体観測できる装置が増えてきており、インターネット望遠鏡を設置しやすくなってきていることが確認できた。また、インターネット望遠鏡の議論では、五藤光学研究所の笠原氏が高知県天狗高原に設置し

た独自開発のリモート望遠鏡についての説明と実演を行った。シンポジウムを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、カナリア諸島にいる発表者の発表も行うことができた。

また、シンポジウム後に、インターネット望遠鏡運営委員会をハイブリッド形式で開催し、次期運営委員長の選出と秋田大の新しいインターネット望遠鏡についての報告があった。

2) 講演会

2023年度第50回講演会

日時：2024年1月18日（木）16：30～18：00

場所：日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース

講演者：三好 建正 氏（理化学研究所 計算科学研究センター データ同化研究チーム チームリーダー）

講演題目：ビッグデータ同化：ゲリラ豪雨予測から予測科学へ

今回はデータ同化研究の第一人者である三好建正氏にご講演いただいた。データ同化とは、観測とシミュレーションを融合して、双方の情報を最大限に引き出し、相乗効果を得る手法である。

膨大な観測データとシミュレーションデータを同化する「ビッグデータ同化」により、ゲリラ豪雨の30秒予測までもが可能になってきた。実際、先の東京オリンピックの際には、この予測情報がスマホアプリ「3D雨雲ウォッチ」でリアルタイム提供された。気象予測には、良い眼（観測）と頭（数値計算）が必要である。今回の30秒予測は、これまでのレーダーの100倍の性能を持つ Phased Array Weather Radar による「眼」と、それぞれ世界一の計算機「京」および「富嶽」の「頭」が揃って初めて達成された。そのデータ量、数値計算の解像度（100mメッシュ）、アンサンブルメンバー数は、それぞれ従来の100倍の規模で、まさに天気予報の革命である。

さて、データ同化の数理は、力学系におけるカオス同期である。観測という現実空間から、モデルという模型空間に、データ同化によって同期させることに相当す



る。系の不安定性（カオス性の強さ）やモデルの不完全性（モデル誤差）がデータ同化の成否を左右する。また、観測、モデルともに誤差があるものを、ベイズ推定で重ね合わせる点で、誤差の数理でもある。系のカオス性をうまく活用すれば、初期値を少し変えることで線状降水帯や台風などの気象制御も可能になることも期待される。

気象分野以外にも、海洋環境、生態系、プレス加工、COVID予測など、様々な分野でのデータ同化の応用例が紹介された。これらは、実験科学、理論科学に続く、第3の科学である計算科学と、第4の科学であるデータ科学を統合した、新たな「予測科学」の創生にも繋がっている。講演後には活発な質疑応答が行われた。特に学生さんから、株価の予測にも使えるのか、などの興味深い疑問も投げかけられていた。とても充実した講演会であったと思う。（杉本 憲彦）

3) サイエンス・メルティング・ポット

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

第23回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2023年7月26日（水）16：30～18：00

場 所：来往舎大会議室

参加者数：25名

プログラム

形 式：講演30分、質疑応答15分

司 会：前半担当

植松 圭吾（法学部生物学教室助教（有期））

後半担当

林 良信（法学部生物学教室専任講師）

（1）16：30～17：15

演 題：八重山諸島に生息するカエル類の保全研究

講 師：戸金 大（経済学部生物学教室助教（有期））

（2）17：15～18：00

演 題：太陽系探査機の軌道を描く

講 師：森本 睦子（法学部物理学教室助教）

講演要旨1

「八重山諸島に生息するカエル類の保全研究」

戸金 大

日本国内には外来種を含めて52種（亜種を含む）のカエル類が生息している。沖縄県には在来種の約4割にあたる19種のカエル類が分布し、八重山諸島では11種が確認されている。多くの種が日本でもこの地域にしか分布していないため、カエル好きにとって八重山諸島は桃源郷のような場所である。

他方、沖縄県に生息するカエルのうちの10種が絶滅の危機に瀕しており、生息状況は必ずしも良好といえない。しかし多くの種において、生活史の把握が十分進んでおらず、有効な保全対策のための知見が不足している。なかでも石垣島と西表島の湿地に生息するヤエヤマ

ハラブチガエル *Nidirana okinavana*（環境省絶滅危惧Ⅱ類・VU）は砂泥質の岸に巣穴を造るという独自の習性を有しており、その特殊性から、他のカエル類よりも生息地の改変による影響を受けやすい。演者らは生活史を把握するための第一歩として、カエルの年齢、成長、食性の解明に取り組んできた。近年では複数の研究者と共同研究を進め、各生息地における個体群構造や繁殖状況などの実態を調査している。

講演では、複数の地域個体群を対象に、年齢構造解析及び遺伝学的解析を行ったヤエヤマハラブチガエルの繁殖の状況と遺伝的構造について報告する。後半では現在の研究の取組状況とカエル調査の実態についてお話する。研究チームの活動を通して、魅惑に満ちた八重山諸島のカエル研究について紹介する。

講演要旨2

「太陽系探査機の軌道を描く」

森本 睦子

私の専門である「ミッションデザイン（軌道設計）」とは、太陽系というキャンパスに探査機の軌道を描くことである。

恒星・惑星・衛星などの自然天体の軌道を描く学問は「天体力学」と呼ばれ、天文学の範疇である。それに対

してミッションデザイナーは、まるで自然を模倣する写実画のように、人工衛星や人工惑星の軌道を描くのである。一枚の絵を描くのに、習作・ラフ画・完成画という段階を踏むとすると、様々な制約をトレードオフしてミッションの概略を決めた後（習作）、探査機を打ち上げる前にその軌道の「ラフ画」を描くことが、ミッションデザインに相当する。さらに打上後の探査機が、自らのエンジンを使って軌道を微修正しながら、やがて目標

天体に達することが「完成画」に相当する。

本講演では、まず古くから使われている天体力学に準拠した軌道図の座標系と時刻、次に太陽系探査機の軌道

設計の基本となる2体問題と3体問題、さらにいくつかの軌道図を紹介する。

第24回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2024年1月31日（水）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：33名

プログラム

形 式：講演30分、質疑応答15分

司 会：前半担当

戸金 大（経済学部生物学教室助教（有期））

後半担当

森本 睦子（法学部物理学教室助教）

（1）13：00～13：45

演 題：ホタルの生物発光とその利用

講 師：小島 りか（文学部化学教室助教（有期））

（2）13：45～14：30

演 題：回転するゆで卵の運動あれこれ

講 師：下村 裕（法学部物理学教室教授）

講演要旨1

「ホタルの生物発光とその利用」

小島 りか

初夏の夜に光を放ちながら無音で飛び交う蛍は、日本でよく知られている昆虫です。蛍の発光は、蛍のルシフェラーゼという酵素が、その基質のホタルルシフェリンを酸化触媒することで生じます。このホタルルシフェリン-ルシフェラーゼの反応は鋭敏であるため、さまざまな分野で利用されています。演者は、その一つである、生体内細胞の可視化ツールの開発に取り組んでいます。これは、観察したい細胞にルシフェラーゼ遺伝子を組み込んで実験動物に移植し、必要な時期になったらルシフェリンを投与して、発光する光を生体の外部から撮

影することで、細胞を追跡する技術です。生体を開腹することなく、生きたまま外部から観察でき、また、電離放射線を用いないという点でも特殊な施設が不要で安全な手法であるため、基礎医学、生化学や薬学分野の研究に用いられています。天然のホタルルシフェリン-ルシフェラーゼによる発光色は黄緑色ですが、ルシフェリンの構造を変えた人工ルシフェリンを合成し、共役二重結合の数を変えることで発光色を青や赤に制御する手法を見出しました。

講演では、ホタルルシフェリン-ルシフェラーゼの発光色のメカニズムなどに加え、ホタルに関連するよもやま話や、ホタル見学スポットもご紹介いたします。

講演要旨2

「回転するゆで卵の運動あれこれ」

下村 裕

回転するゆで卵の3種の運動について、ゆで卵を剛体として力学を適用したこれまでの研究結果の要点を簡単に紹介する。

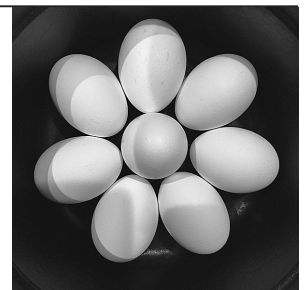
その運動とは、水平面上に置かれたゆで卵をその重心を通る鉛直軸のまわりに高速回転させた場合の立ち上がりとその際に見せる微小な自発的ジャンプ、そして水平面上に置かれたゆで卵をその側面から回転を与えないように微小な力を瞬間的に加えた後の転がりである。

ゆで卵を水平面上に置いてその両端に左右の手の指をあてて速く回すとゆで卵は徐々に立ち上がり、その対称

軸が水平方向から鉛直方向に向きを変える。そして、回転が十分速いと、ゆで卵は立ち上がる途中でひとりでに水平面との接触を失って微小なジャンプを繰り返

す。立ち上がりは重心の上昇を意味し、ゆで卵の角運動量が高速回転中は常にほぼ鉛直方向を向くことにより説明できる。そして、ジャンプは、立ち上がり運動からの揺らぎによって重心の加速度が重力加速度まで増加することにより説明でき、実証にも成功した。

また、ゆで卵の転がりはお馴染みの運動であるが、水平面上でゆっくり転がっている場合、その角運動量が運



動中常にはほぼ水平方向を向くことにより重心の回転半径を解析的に計算できる。その結果を用いて、最小の回転

半径で転がるゆで卵の形を予測した。

4) 自然科学研究教育センター主催・最終講義

日 時：2024年03月15日（金）15：00～16：30

場 所：日吉キャンパス来往舎大会議室

講演者：南 就将（慶應義塾大学医学部教授、自然科学研究教育センター所員）

講演題目：アンダーソン局在をめぐる数学と感染症の数理モデル

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

南教授は、数学者として確率論ならびに数理物理学の研究を深められました。特にアンダーソン局在をめぐる

数学と感染症の数理モデルについて、日頃数学にあまり縁のない出席者にもわかりやすく説明されました。南教授に由来する世界的に有名なMinami's Estimateに関する解説では、Stiglerの法則「科学的発見に第一発見者の名前が付くことはない（初めて発見したと思っても、既に誰かが発見している）」の概念を紹介しながら、研究者が意識すべき大切な心構えをお話しされました。また、自然科学研究教育センター副所長であったお立場から、当センターへのメッセージとして「気運を下げないことが大切である」とお話ししてくださいました。常に紳士的で高い見識をお持ちの南教授の講義に、出席者は深い感銘を受けました。南先生、長年に渡りお世話になりました。ありがとうございました。一同、心より感謝申し上げます。（最終講義発起人代表・井奥洪二）

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、2023年度の研究の主な進展について、特に研究代表者に関連したもの限定して述べる。

〔I〕一般化された正則Eisenstein 級数の完全漸近展開とその応用：

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

次に、 χ, ψ を任意の法 $f \geq 1, g \geq 1$ を有する Dirichlet 指標とし、任意の $a, b, n \in \mathbb{Z}$ に対して、 $\chi_a(n) = \chi_a(a+n)$ 、 $\psi_b(n) = \psi(b+n)$ を移行指標とする。研究代表者らは、正則Eisenstein 級数のこの方向での定式化としてはほぼ最終的な形ともいえる、(異なり得る) 加法指標 $e_f(\mu s) = e(\mu s/f)$ 、 $e_g(\nu s) = e(\nu s/g)$ 、及び移行指標 $\chi_a(n)$ 、 $\psi_b(n)$ をともに含んだ Dirichlet-Hurwitz-Lerch 型正則 Eisenstein 級数を定式化するとともに、パラメタ $z \in \mathfrak{H}^+$ が扇状領域 $0 < \arg z < \pi$ 内を $z \rightarrow 0$ 及び $z \rightarrow \infty$ となるときの完全漸近展開を導出した。結果については、論

文 “Asymptotics for Dirichlet-Hurwitz-Lerch holomorphic Eisenstein series and Ramanujan’s formula for $\zeta(2k+1)$ ” として纏められ、欧文学術雑誌に投稿準備中である。

〔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、 Γ 関数の対数に対する Kummer による Fourier 展開、 $\psi = \Gamma'/\Gamma$ 関数の Lerch による Fourier 展開、さらには、 ψ 関数の有理点における Gauss の明示的表示など、種々の結果の新たな証明が得られた。ゼータ関数に付随する完全漸近展開が、古典的に知られている種々の特殊関数の性質についてのより深い理解に導くという研究の方向性は、この方面の解析に新機軸を切り拓くことが期待される。

〔III〕Lerch ゼータ関数の種々の積分変換の完全漸近展開とその応用：

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

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

以下、 $\alpha > 0, \lambda \in \mathbb{R}$ に対して、 $L_{\chi_a}(s, \alpha, \lambda)$ を Dirichlet 級数 $\sum_{l=0}^{\infty} \chi_a(l) e_f(\lambda l) (\alpha + l)^{-s}$ ($\text{Re } s > 1$) で定まる Dirichlet-Hurwitz-Lerch L 関数とする。研究代表者は、 $L_{\chi_a}(s, \alpha, \lambda)$ の離散的 2 乗平均 $\sum_{\chi \bmod f} |L_{\chi_a}(s, \alpha, \lambda)|^2$ (離散

和平均は全ての法 f の Dirichlet 指標 χ に互る) の $f \rightarrow +\infty$ となるときの f の減少オーダーの完全漸近展開を、さらには、連続的 2 乗平均 $\int_0^1 |L_{\chi_a}(s, \alpha + f\xi, \lambda)|^2 d\xi$ に対しても、 $\text{Im } s \rightarrow \pm\infty$ となるときの $\text{Im } s$ の減少オーダーの完全漸近展開を確立することが出来た。結果は、論文

“Asymptotics for certain mean squares of Dirichlet-Hurwitz-Lerch L -functions” として纏められ、現在、欧文学術雑誌に投稿準備中である。

(プロジェクトメンバー) 桂田 昌紀

2) 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

2023年度の具体的な活動は以下の通りである。

I 学校教育現場での活動および成果報告

① 佛教大学

文科系学生対象の一般教養科目「宇宙を考える・宇宙論」の授業で、インターネット望遠鏡の使い方の動画や課題バンクに似た動画で説明し、学生が実際にトレーニングモードを使って天体観測を行った。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8名にインターネット望遠鏡の画像を使ったVRプラネタリウムをテーマとして研究指導を行った。

③ 東海大学理学部物理学科

卒業研究としてインターネット望遠鏡を利用して観測を行い2件の卒業論文を作成した。

④ 東北公益文科大学

卒業研究としてインターネット望遠鏡で撮影した月面や銀河の画像を利用した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 学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2023 (2023年7月16日、東北大学)

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

② 青少年のための科学の祭典2023 鹿児島大会 (2023年7月22～23日、鹿児島市立博物館)

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

③ 防衛大学校オープンキャンパス (2023年7月22～23日、防衛大学校)

インターネット望遠鏡のトレーニングモードを利用してインターネット望遠鏡の紹介を行った。

④ ダ・ヴィンチ祭2023 (2023年8月5日、富山県立大学)

「おもしろ科学縁日」の中で「いつでも・どこでも・だれでも天体観測」というテーマで出展し、インターネット望遠鏡の操作体験を行った。40グループほど、63名の多くの参加があった。

⑤ 東海大学オープンキャンパス (2023年8月6日、東海大学湘南キャンパス)

インターネット望遠鏡の紹介を行った。

⑥ スーパームーン観望会 (2023年8月31日、東北公益文科大学)

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

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) 英語版ホームページ

以前より操作インターフェースは英語版があったが、ホームページの英語版はなかったため作成した。

2) トレーニングモード開発研修会

トレーニングモードと操作インターフェースを新たに開発するための開発研修会を開催した。第1回は7月14～15日に東北公益文科大学で開催し対面で3名、オンラインで4名の参加があった。第2回は11月10日に東海大学湘南キャンパスで開催し対面で4名、オンラインで1名の参加があった。

② ハード面での活動

1) 慶應義塾ニューヨーク学院設置のインターネット望遠鏡のリプレイス

2023年10月にアメリカ・ニューヨーク州の慶應義塾ニューヨーク学院に設置しているインターネット望遠鏡機器のリプレイスを行った。筐体以外はほとんどリプレイスした。INDI Libraryを用いた新システムで動作する。

2) 秋田大学の小型インターネット望遠鏡の設置

秋田大学に小型の望遠鏡を使ったインターネット望遠鏡を設置した。INDI Libraryを用いた新システムで動作する。筐体は慶應義塾ニューヨーク学院のものを参考に作成した。

IV 論文・学会発表

- ① 国際会議APRIM2023（2023年8月7～11日、福島県郡山市）にて「Activities of Internet Telescope in Astronomical Education」（山本裕樹、その他）というタイトルでポスター発表を行った。
- ② APRIM2023サテライトミーティング（2023年8月16日、台湾）にて「Activities of Internet Telescope in Astronomical Education」（戸田晃一）というタイトルで口頭発表を行った。
- ③ 東北公益文科大学総合研究論集 第46号に研究ノート「ニューヨークのインターネット望遠鏡のリリースについて」（山本裕樹）を掲載予定。
- ④ 秋田大学教育文化学部研究紀要に論文「INDI LibraryとRaspberry Piを用いた小型インターネット望遠鏡の実現」（上田晴彦、山本裕樹、戸田晃一、高田淑子、成田堅悦、綿谷健佑）を掲載予定。
- ⑤ 富山県立大学紀要に論文「人生いろいろ、望遠鏡もいろいろ- 6 -」（戸田晃一、櫛田淳子、松本榮次、中西裕之、上田晴彦、山本裕樹）を掲載予定

V その他

- ① 第13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（2023年11月11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24名の参加があった。シンポジウムでは8名が研究発表と活動報告を行い、今後のインターネット望遠鏡の開発や活用についての議論を行った。その後、インターネット望遠鏡の運営委員会を行い、次期委員長を決定した。

- ② 運営委員会の開催

インターネット望遠鏡プロジェクトの運営委員会を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。

今年度は、低波数で外力を与えることで定常状態を実現する一様等方性乱流場において、水蒸気の過飽和度に関するパッシブスカラを速度場の外力で駆動し、位相緩和時間による線形抑制項の影響を調査した。スカラ変動スペクトルやpdfは、位相緩和時間が短い場合は、その抑制項と外力がつり合い、外力である速度場が $5/3$ 乗則に従うので、速度場に起因したスカラの $5/3$ 乗則が得られる。一方、位相緩和時間が無限大の場合、線形抑制項

の影響がなくなるので、外力とスカラ輸送項が釣り合う、別の $5/3$ 乗則が得られた。DNSでは、高波数において粘性項に起因するスペクトルの影響が大きく、慣性領域を大きく取れないが、スペクトル場でのLESを実施することで、大きな慣性領域の実現に成功した。緩和時間が大きくなるにしたがって、低波数から、緩和時間が無限大のスペクトルやpdfに近づいていく、波数依存性を明らかにできた。

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

Hiromichi Kobayashi, Toshiyuki Gotoh, “Statistical properties of supersaturation fluctuations in isotropic turbulence studied by LES”, 5th Workshop on Cloud Turbulence, Nagoya (2024. 3. 14～15)

プロジェクトメンバー

（プロジェクトメンバー） 小林 宏充・後藤 俊幸

4) 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：

2023年4月 1日～ 2024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、あかつきの中間赤外観測で得られた雲層の温度データを同化した金星の客観解析データの作成に着手し、惑星規模の波動である熱潮汐波に着目した解析を行った。また、これまでの客観解析データ中のコールドカラーを解析した論文を出版し、データの公開作業も進行中である。小型衛星を用いた衛星間電波掩蔽についての観測システムシミュレーション実験（OSSE）の論文化も行った。さらに改良した大気大循環モデルの短周期波動の解析や解像度依存性についても調査した。今後は、あかつきの画像データの直接同化に着手し、金星大気の現象の理解をさらに深めていく。

主要成果：

藤澤由貴子、2023年度慶應義塾大学自然科学研究教育センター若手研究者賞

Takagi, M., N. Sugimoto (4 番目), 他 3 名, Formation

and quasi-periodic variation of equatorial jet caused by planetary-scale waves in the Venusian lower cloud layer, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.128, (2023), e2023JE007922, doi.org/10.1029/2023JE007922.

Fujisawa, Y., N. Sugimoto, 他 6 名, Evaluation of new radio occultation observations among small satellites at Venus by data assimilation, *Icarus*, Vol.402, (2023), 115728, 10pp, doi:10.1016/j.icarus.2023.115728.

Suzuki, A., N. Sugimoto (5 番目), 他 4 名, Dependency of the vertical propagation of mountain waves on the zonal wind and the static stability in the lower Venusian atmosphere, *Icarus*, Vol.402, (2023), 115615, 12pp, doi:10.1016/j.icarus.2023.115615.

Ando, H., Y. Fujisawa, N. Sugimoto, 他 2 名, Cold collar reproduced by a Venus GCM with Akatsuki horizontal wind assimilation, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.128, (2023), e2022JE007689, doi.org/10.1029/2022JE007689.

Sugimoto, N., Y. Fujisawa, N. Komori, 他 3 名, Super-rotation independent of horizontal diffusion reproduced in a Venus GCM, *Earth, Planets and Space*, Vol.75, (2023), 44, https://doi.org/10.1186/s40623-023-01806-7.

Karyu, H., N. Sugimoto (7 番目), 他10名, Vertical-Wind-Induced Cloud Opacity Variation in Low Latitudes Simulated by a Venus GCM, *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.128, (2023), e2022JE007595, doi.org/10.1029/2022JE007595.

外部資金：

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

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

5) トポロジカル・サイエンス

文責 研究代表者 新田 宗土

プロジェクト期間：2023年4月1日～2024年3月31日

プロジェクト代表者：

商学部・日吉物理学教室 新田宗土

プロジェクトメンバー（代表者以外）：

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

Chandrasekhar CHATTERJEE,

Matthew EDMONDS, Gergely Peter FEJOS,

Pasquale MARRA, Calum Duncan ROSS

研究 成果

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

研究代表者の出版論文（査読有）

- [1] Minoru Eto, Kentaro Nishimura & Muneto Nitta, Non-Abelian chiral soliton lattice in rotating QCD matter : Nambu-Goldstone and excited modes, J. High Energ. Phys. 03 (2024) 035, e-Print : 2312.10927 [hep-ph].
 オープンアクセス
- [2] Yuki Amari, Calum Ross, Muneto Nitta, Domain-wall skyrmion chain and domain-wall bimerons in chiral magnets, To appear in Phys.Rev.B, e-Print : 2311.05174 [cond-mat.mes-hall].
- [3] Fujimori, T., Nitta, M. & Ohashi, K. Moduli spaces of instantons in flag manifold sigma models. Vortices in quiver gauge theories. J. High Energ. Phys. 02 (2024) 230 e-Print : 2311.04508 [hep-th].
 オープンアクセス
- [4] Minoru Eto, Kentaro Nishimura & Muneto Nitta, Phase diagram of QCD matter with magnetic field : domain-wall Skyrmion chain in chiral soliton lattice, J. High Energ. Phys. 12 (2023) 032, e-Print : 2311.01112 [hep-ph].
 オープンアクセス
- [5] Minoru Eto, Kentaro Nishimura & Muneto Nitta, Domain-wall Skyrmion phase in a rapidly rotating QCD matter, J. High Energ. Phys. 03 (2024) 019, e-Print : 2310.17511 [hep-ph].
 オープンアクセス
- [6] Amari, Y., & Nitta, M. Chiral magnets from string theory. Journal of High Energy Physics, 11 (2023) 212, e-Print : 2307.11113 [hep-th].
 オープンアクセス
- [7] Eto, M., Hamada, Y. & Nitta, M. Composite topological solitons consisting of domain walls, strings, and monopoles in $O(N)$ models. J. High Energ. Phys. 08 (2023) 150, e-Print : 2304.14143 [hep-th].
 オープンアクセス
- [8] Qiu, Zebin, and Muneto Nitta Quasicrystals in QCD Journal of High Energy Physics 05 (2023) 170, e-Print : 2304.05089 [hep-ph].
 オープンアクセス
- [9] Yusuke Masaki, Takeshi Mizushima & Muneto Nitta, Non-Abelian Anyons and Non-Abelian Vortices in Topological Superconductors, in Encyclopedia of Condensed Matter Physics (Second Edition), Volume 2, Pages 755-794 (Elsevier, 2024), <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90800-9.00225-0>
 Publication (in press, appearing in this fiscal year, actually in this week)
- [10] Kobayashi, M., & Nitta, M. Proximity effects of vortices in neutron $3P_2$ superfluids in neutron stars : Vortex core transitions and covalent bonding of vortex molecules Physical Review C, 107 (2023) 4, 045801, e-Print : 2209.07205 [nucl-th].
- [11] Fujimori, T., Kamata, S., Misumi, T., Nitta, M., & Sakai, N., 105011. All-order resurgence from complexified path integral in a quantum mechanical system with integrability. Physical Review D, 107 (2023) 10, 105011, e-Print : 2205.07436 [hep-th].
 オープンアクセス
- [12] Giacomo Marmorini, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta, Pulsar glitches from quantum vortex networks, To appear in Sci.Rep., e-Print : 2010.09032 [astro-ph.HE]

オープンアクセス

研究代表者のプレプリント（査読なし）

- [13] Minoru Eto, Yu Hamada, Ryusuke Jinno, Muneto Nitta, Masatoshi Yamada, Neutrino zero-modes on electroweak strings in light of topological insulators
e-Print : 2402.19417 [hep-ph]
- [14] Pasquale Marra, Daisuke Inotani, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta, Majorana modes in striped two-dimensional inhomogeneous topological superconductors
e-Print : 2312.08439 [cond-mat.mes-hall]
- [15] Minoru Eto, Kentaro Nishimura, Muneto Nitta, How baryons appear in low-energy QCD : Domain-wall Skyrmon phase in strong magnetic fields,
e-Print : 2304.02940 [hep-ph]

研究代表者の発表（[8] 以外は招待講演）

- [1] “Research Overview,” at Winter school, SKCM2 at Hiroshima U., 2024/ 1/11
- [2] “Topological Solitons in Neutron Stars and Early Universe,” KiPAS International Workshop “From particle physics to supernovae and early Universe” at Keio University, Nov 24 /2023
- [3] “Chiral Magnets : Domain-Wall Skyrmions & String Theory Realization,” Korea Institute of Advanced Study (KAIST), Sep 28/2023
- [4] “Skyrmions and Chiral Solitons in QCD and

Condensed Matter,” IBS CTPU-CGA 2023 Workshop on Topological Defects, IBS @ Daejeon, Korea, Sep 25 /2023

- [5] “Domain-Wall Skyrmions in QCD and Chiral Magnets,” International Seminar-Type Online Workshop on Topological Solitons, Sep 13 /2023.
- [6] “Domain-wall Skyrmions in condensed matter & high energy physics,” JSPS site visit, SKCM2 at Hiroshima U. Sep 11, 2023.
- [7] “Memories of Prof. Sakai – His Great Contributions to Solitons –” Norisuke Sakai Memorial Symposium, Tokyo Institute of Technology, Aug 5, 2023.
- [8] “How baryons appear in low-energy QCD : Domain-wall Skyrmon phase in strong magnetic fields,” String and Fields, YITP, Kyoto U., Aug 4 /2023
- [9] “How baryons appear in low-energy QCD : Domain-wall Skyrmon phase in strong magnetic fields,” QCD theory seminar June 15/2023
- [10] “Quasicrystals in QCD,” Chuo Univ. June 5/2023
- [11] “How baryons appear in low-energy QCD : Domain-wall Skyrmon phase in strong magnetic fields,” KMI seminar @ Nagoya U. May 31/ 2023
- [12] “How baryons appear in low-energy QCD : Domain-wall Skyrmon phase in strong magnetic fields,” 50 Year of Supersymmetry (SUSY 50), University of Minnesota, Minneapolis, May 20/2023
(プロジェクトメンバー) 新田 宗土

6) 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。これまでの研究成果として、この拡張した杉野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ている。そして、このゼロモードをキャンセルするために有望視されているKazakov-Migdal (KM) 模型に由来する演算子を詳細に調べた結果、この演算子の元になったKM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なった。

この結果を受けて我々は、KM模型、及び、その拡張版(FKM模型)の特性をグラフゼータ関数の観点から網羅的に調査した。その結果、FKM模型には、オリジナルのKM模型では起こらなかったGross-Witten-Wadia (GWW) 相転移と呼ばれる相転移が起こる事が示され

た。しかも、この相転移はグラフの詳細によらず、極めてuniversalに引き起こされることもわかった。さらに、グラフゼータ関数が持つ関数等式に由来して、FKM模型は弱結合・強結合双対性をもつことも示され、グラフゼータ関数が杉野模型を制御するために有用な視点を与えることが示唆された。また、FKM模型は適切なパラメータ極限を取ることで格子上のヤン・ミルズ理論を再現するため、ゲージ理論の特性を調べるためのツールとして活用できる可能性がある。この可能性を追求するのも重要な将来の課題である。

学術雑誌：

・ “Gross-Witten-Wadia phase transition in induced

QCD on the graph”, So Matsuura, Kazutoshi Ohta, Physical Review D 108 054504 (2023).

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

7) 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

1. T. Ozawa, T. Hayata, “Two-dimensional lattice with an imaginary magnetic field”, Phys. Rev. B 109 085113 (2023)
2. T. Hayata, K. Nakayama, A. Yamamoto, “Dynamical chirality production in one dimension”, Phys. Rev. D 109 034501 (2023)
3. T. Hayata, Y. Hidaka, “String-net formulation of

Hamiltonian lattice Yang-Mills theories and quantum many-body scars in a nonabelian gauge theory,” JHEP 09 126 (2023)

4. T. Hayata, Y. Hidaka, “q deformed formulation of Hamiltonian SU (3) Yang-Mills theory,” JHEP 09 123 (2023)
5. H. Tajima, Y. Sekino, D. Inotani, A. Dohi, S. Nagataki, T. Hayata “Non-Hermitian topological Fermi superfluid near the p-wave unitary limit” Phys. Rev. A 107 033331 (2023)

学会発表

1. 早田智也、日高義将、“q変形を用いたハミルトニアンSU(3)ヤン-ミルズ理論の定式化”日本物理学会2024年春季大会、2024年3月18日
2. 早田智也、“スピンネットワークに基づくハミルトニアン格子ヤン-ミルズ理論の定式化”、熱場の量子論とその応用、基礎物理学研究所、2023年8月29日
3. T. Hayata, Y. Hidaka, K. Nishimura, “(1+1)-dimensional QCD at finite density with matrix product states,” ATHIC2023, JMS Aster Plaza, Hiroshima, 26 April 2023

（プロジェクトメンバー）早田 智也・猪谷 太輔

8) Quantum black holes: a short progress report

文責 研究責任者 Antonino Flachi

The project “quantum black hole” is currently evolving in three directions.

One direction concerns the study of quantum effects

in the vicinity of black holes in quantum gravity. Such black holes solutions can be constructed in loop quantum gravity as well as in string theory and quantum gravity effects incorporated in certain parameters. The

scope of our research is to uncover the effects of quantum gravity corrections at within a semi-classical treatment.

A second direction we are currently exploring focuses on studying the non-linear wave equation in black hole spacetimes, where nonlinearities are generated by interactions. Such models are relevant to understand several properties of black holes, including quantum phase transitions in their vicinity as well as to better understand whether any secular effect may be present in the evolution of black holes.

The third direction the project is advancing regards a connection that I have recently pointed out between quantum vacuum effects and von Neumann entropy in quantum field theory. This part of the project has not yet reached maturity, at least in the context of black hole physics, but one of the goals is to understand whether the connection we have found can offer some clarification about the quantum structure of black holes.

Acknowledgements.

My work is partially supported by the Japanese Society for the Promotion of Science Grant-in-Aid for Scientific 11 Research (KAKENHI, Grant No. 21 K 03540).

9) バイオセラミックスの原子レベルの構造と機能の発現

～ポリエチレングリコールリン酸エステルを用いたハイドロキシアパタイトの合成～

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。研究対象であるハイドロキシアパタイト (HA: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) はリン酸カルシウムの一種で、優れた生体親和性から骨や歯の代替材料に用いられている。本プロジェクトではHAの更なる高機能化を目標とし、原子レベルの構造と機能の発現について継続的に調査研究を行っている。

前年度はHAへのマグネシウムの固容量の評価を行い、その合成方法としてキレートゲル法を用いた。この合成法は原料を原子レベルで均一に混合することが可能で、不純物を含まない組成が均一な試料が合成可能である。しかしながら、ゲル化の際にリンアルコキシド ($\text{P}(\text{OR})_5$) が形成し、それに伴いリンが揮発しCa/P比が変化してしまうことが問題となっている。この問題を解決する方法として、ポリエチレングリコールリン酸エステル (PEG-P) を用いた合成を行った。PEG-Pは分子量が大きいため蒸気圧が低く、ゲル化の過程において揮発しにくいという利点を持つ。この方法によってリン系蛍光材料が合成されているが (M. Kim et al., Optics and Photonics J., 3 (6A), 13-18, 2013)、本研究ではその手法を生体材料の合成に応用することを試みた。

PEG-Pの合成においては、既往の研究ではリンの原料として五酸化二リンとピロリン酸を用いていたが、本研究では各出発原料におけるP含有量の誤差の影響を極力避け、組成の信頼性を高めるために、五酸化二リンのみを用いた。五酸化二リンを秤量し、液温50℃攪拌下でポリエチレングリコール (数平均分子量300) に加え2時間攪拌した。さらに液温を100℃に上げ10時間攪拌しPEG-Pを得た。すべての操作は窒素雰囲気下で行った。合成したPEG-Pは液体NMRにより評価を行った。

上記で得られたPEG-Pを用いて、キレートゲル法に

よりHAを合成した。超純水に炭酸カルシウムと塩酸を加え溶解させた。ここに錯形成剤としてリンゴ酸を加え、90℃で2時間キレート化した後、合成したPEG-Pを加えて150℃でゲル化した。得られたゲルを450℃、1時間加熱し前駆体を得た。この前駆体を大気中900℃、10時間で仮焼成後、ペレット成形した。これを水蒸気を含む酸素ガスフロー下で900℃、24時間焼結した後、2℃/minで100℃以下の温度になるまで冷却し、最終生成物であるHAを得た。

蛍光材料の既往の研究では、 H_3PO_4 17.4%、モノエステル72.5%、ジエステル 10.1%であったが、本研究のPEG-Pの31P NMRスペクトルからはそれぞれ8.8%、51.9%、39.3%となり、ジエステルの生成量を各段に高め、分子量を増加させることができた。これにより本研究のPEG-Pはリンの揮発を抑制できる効果が高いと期待される。粉末X線測定においてHAの他に不純なピークはなく、試料はHA単相であった。PEG-Pを用いることによって、リンの揮発を抑制して組成の信頼性の高いHAを合成できたと考えられる。今後は各種元素の固容量の精密な制御に応用展開する予定である。

国際会議発表

Hiroataka Fujimori, Yoichi Mori, Koji Ioku, "Solid Solubility Limit of Magnesium in Hydroxyapatite and Characteristics Variation with the Substitution in High Temperature Region", Grand Meeting MRM2023/IUMRS-ICA2023 (The 3rd Materials Research Meeting / The 24th International Union of Materials Research Societies-International Conference in Asia), Kyoto International Conference Center, Kyoto, Japan, December 11-16, 2023.

(プロジェクトメンバー) 井奥 洪二

10) 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

シリカゲルは代表的な乾燥剤として広く用いられている。シリカゲルは再利用できるが、再利用するためには高温で吸着水を脱離させる必要がある。シリカゲルの骨格を形成するシロキサン結合 (Si-O-Si) は、高温の水蒸気にさらされると再配列が起こる。そのため、再生時に細孔構造が壊れ、吸着性能が低下する。

メソポーラスシリカは均一な大きさの細孔が規則的に配列したシリカで、水の飽和吸着量が他のシリカ材料に比べて多い材料である。しかし、シリカゲルに比べて耐久性が低く、高温の水蒸気にさらされると細孔が崩壊し、吸着量が減少する。

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と、メソポーラスシリカの耐久性を向上できることを報告した。しかし、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る。そのため、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利点があるため、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と高性能の乾燥剤を調製することができる。これまでの研究において、イオン交換法によりジルコニウムやチタン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の崩壊は見られず、水の吸着量も変化しないことがわかった。また、ジルコニウムのほうがチタンよりも耐久性向上の効果が大きいことがわかった。

再生処理を速やかに行う場合には、60℃よりも高い温度での処理が必要となる。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。本年度では、更なる耐久性向上を目指して、イオン交換後、含浸担持法により少量のジルコニウムを追加導入した。イオン交換法でジルコニウムを導入したメソポーラスシリカと、含浸法のみでジルコニウムを導入したメソポーラスシリカを比較することにより、追加の含浸担持の効果を調べた。

メソポーラスシリカに直接、ジルコニウムを含浸担持すると、窒素吸着測定の結果から、含浸時にメソポーラスシリカの構造が破壊されることがわかった。一方、予めイオン交換法によりジルコニウムを導入した試料に含浸担持した場合、メソポーラスシリカの規則性は維持された。含浸担持時に水が除去されジルコニウム源の濃度が上がり強酸性を示すことで、シリカ骨格が崩壊したと考えられる。イオン交換法によりジルコニウムが導入されている場合、骨格の耐久性が向上しているため、含浸時に崩壊しなかったと推測した。

60℃の水の飽和蒸気圧で24時間水蒸気にさらし、耐久性を調べた。窒素吸着、水蒸気吸着の結果から、残念ながら、イオン交換後、さらに含浸法でジルコニウムを追加導入しても耐久性は向上せず、水熱安定性が低下することがわかった。イオン交換後でも含浸担持時に多少シリカ骨格に損傷を受けていることが原因と考えられる。

以上のことから、ジルコニウムの導入量を増やすことにより耐久性の向上を目指したが、含浸法では逆の効果が見られた。追加の担持を行うために、担持時に損傷の受けにくい気相担持などの方法を今後開発する必要がある。

(プロジェクトメンバー) 岡本 昌樹

11) バクテリアの生産するウイルス様粒子の機能解析

文責 研究代表者 土居 志織

原核生物バクテリアに感染するウイルスは一般にファージと呼ばれ、その典型的な粒子構造は、遺伝物質を格納する「頭部」とそれを宿主細胞に打ち込む「尾部」で構成されている。一部のファージ尾部は、収縮することにより「銛」のようにスパイク状のタンパク質複合体を射出し、標的細胞の表層をつらぬく機構を備えている。このことから、バクテリアのウイルス様粒子が特定のタンパク質を標的細胞に注入するナノマシンとして機能しうることが示唆されている。近年、多くのバクテリアがウイルス様粒子 (頭部を欠いた非感染性のファージ尾部様粒子) を生産することが報告されている。しか

しながら、その生理的な意義は未だよくわかっていない。そこで本研究では、*Streptomyces*属放線菌を用いて、バクテリアの生産するウイルス様粒子の詳細な構造の解析および、その生理学的な意義を検討することを目的とした。さらに、将来的には生物制御ナノマシンとしての応用を目指している。

ゲノム解析により既に、ウイルス様粒子合成遺伝子クラスターの存在が明らかになっている。そこで、本菌の有するウイルス様粒子合成に関わる遺伝子クラスターを一部破壊することにより、その生育や、形態の変化、また、他のバクテリアとの相互作用等、遺伝子破壊が本菌

に与える影響の解析を試みた。遺伝子破壊はゲノム編集で行うこととした。しかしながら、ゲノム編集効率が悪く、本菌の遺伝子破壊株は得られなかった。一般的にバクテリアでのゲノム編集効率は高くはないが、放線菌で

のゲノム編集はすでに報告されているため、再度条件を検討し、遺伝子破壊株の作成を今後も行なっていく予定である。

(プロジェクトメンバー) 土居 志織

12) ゴキブリ類の比較発生学的研究のための化学的手法の検討

文責 研究代表者 藤田 麻里

研究プロジェクト期間：

2023年4月1日～2023年7月31日

研究プロジェクト代表者：藤田 麻里

研究概要

昆虫類は最大級の多様性を誇る生物グループであり、農業や医療健康の実用面や防除面で大きな関心が向けられてきた。特に衛生害虫であるゴキブリ類は人間との関わりが強く注目すべき昆虫群である。生物に関する基本的理解は、応用研究の発展につながる大事な礎であるが、中でも進化を考える上で、比較発生学的アプローチは有効な方法の一つである。一方、昆虫比較発生学において、より精度と解像度の高いデータを得るためには、集合や生殖を誘導するフェロモンを利用した、天然物化学的な視点による安定・効率的な飼育・繁殖法、そして、卵の固定や観察における化学的手法の確立は必要不可欠である。本プロジェクトでは、ゴキブリ類を対象に、比較発生学的研究のための化学的手法の基盤構築を目的として、「飼育法」、「採卵法」、「観察法」の3点に関して検討した。

研究成果・今後の展望・計画等

ゴキブリ類の発生学的研究は100年以上前から行われてきたが、それらは衛生害虫種に関するものが殆どであった。本研究では、知見が皆無である種群を対象に、今年度も引き続きチビゴキブリ科のクロモンチビゴキブリを主材料とした。まず2021年度からの野外調査によって、本種の生息環境や成虫発生のタイミングの把握、そして採集法を確立した。続いて実験室での、飼育・採

卵・観察における化学的手法の検討を行った。飼育においては、野外と遜色ない飼育環境として、褐色森林土の上に落葉広葉樹の落ち葉を敷いた環境で、1ケース中に成虫雌雄を同程度の比率にして集団飼育した。これにより、生殖のタイミングが高まり、定常的に卵鞘（卵を複数含む保護殻）を得ることができた。採卵と卵の固定においては、最初に、卵鞘の解剖および卵鞘に隙間なく接着した卵の分離作業が必要となる。卵鞘の合成と硬化は、母体内で分泌されるフェノール化合物の代謝とタンパク質架橋によって引き起こされるが、今回はタンパク質を標的に、簡易な方法として、タンパク質分解酵素を含む酵素系洗剤を利用することで、卵鞘殻の軟化および卵と卵鞘の接着を緩めることができた。軟化させた卵鞘を、解剖すると同時に、卵に穿孔を施し、パラホルムアルデヒドやグルタルアルデヒドを主成分とした固定液を浸潤させ、固定処理を行った。これにより、光学レベルから、電子顕微鏡による高解像度観察にも耐えうる良好な固定卵が得られた。さらに、これらの卵の組織切片試料の観察から、卵内部の卵黄や胚に至るまで問題なく固定が行われていることが確認できた。

今後は、チビゴキブリ科で検討された化学的手法の基盤構築を進めるとともに、これらの手法が他のゴキブリ種群にも適用できるか試行改良を重ねたい。

学会発表

・藤田 麻里、町田 龍一郎「クロモンチビゴキブリ *Anaplecta japonica* Asahina, 1977の発生学的研究（昆虫綱・ゴキブリ目・チビゴキブリ科）—卵構造・胚運動・初期発生—」、第59回節足動物発生学会大会、福島大学、2023年6月

13) アブラムシ社会の齢分業システムとその進化

文責 研究代表者 植松 圭吾

社会性昆虫のコロニーは、“超個体”と形容されるように、コロニー全体で適切な意思決定を行い、環境条件や社会的状況に応じて柔軟に振る舞うことができる。各個体はコロニーの需要について全体像を把握しておらず、役割分担を決める中央指令も存在しない。そのため、個体は外部からの様々な刺激や巣仲間から得た情報

を手がかりに行動を選択している。すなわち、社会性昆虫のコロニーでは、さまざまな階級を構築する多数の個体が、局地的な環境入力に対して各々反応を示し、その総和が調和的かつ適応的なコロニーレベルの応答として出力されるのである。単純な反応の総体から高度で複雑なシステムがいかにして創発するのだろうか？本研究の

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

本年度は、真社会性のハクウンボクハナフシアブラムシにおいて、同種個体間に作用するフェロモンと異種個体間に作用するアレロケミカルが、社会システムの成立や維持に果たす役割について解析を行った。その結果、本種が宿主植物に形成するゴール組織から常時放出される「ホーム・スイート・ホーム」シグナル（リナロール）と、損傷したゴール組織から速やかに放出される警報シグナル（トランス-2-ヘキセナール）という2つの植物由来のアレロケミカルを特定した。また、死体認識フェロモン（リノール酸）と警報フェロモン（トランス- β -ファルネセン）というアブラムシの2つのフェロモンも特定し、それぞれ家事と防衛のコミュニケーションを担っていることを明らかにした。若齢の兵隊は主に死体認識フェロモンに反応してゴール掃除行動を行い、老齢の兵隊はもっぱら警報フェロモンに反応して攻撃行動を行い、齢による分業が見られた。しかし、各フェロモン・アレロケミカルの濃度が高くなると、齢に関係なくすべての種類のタスクをこなす兵隊が出現した。興味深いことに、中間齢の兵隊は2つのフェロモンと警報シグ

ナルに反応し、特に警報シグナルによって攻撃行動が促進された。対照的に、「ホーム・スイート・ホーム」シグナルは警報反応を抑制し、アブラムシをリラックスさせ、ゴール内の社会的混乱を軽減させる働きがあった。これらの発見は、多様なフェロモンとアレロケミカルが複雑に絡み合ってアブラムシの社会システムを制御していることを示している。今後は、人工巣コロニーを利用して、コロニーの発達と分業の出現に関連する現象や、環境からの化学刺激と兵隊の反応の閾値について検証する予定である。

学会発表

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誘導する植物ゴールの蒸散作用と温度調節機能の実験的検証」、日本応用動物昆虫学会 第68回大会（2024年3月29日）ポスター発表

外部資金

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

（プロジェクトメンバー）植松 圭吾・柴尾 晴信

14) 水生昆虫・土壤動物の分類学的研究及びその成果の教材化

文責 研究代表者 内山 正登

分類学的研究は有害・有益生物や大型美麗種に偏りがちである。しかし、健全な生態系を構築する動物の9割方は小型で目立たず、人畜に対して直接的には害も益も無い。これらの小動物相の解明無くして自然の実態解明は不可能であり、中でも水生昆虫・土壤動物は新種の宝庫と言われるほど未解明な部分が多い。本研究はこの分野に注力し、基礎的分類・応用（環境との関連）・教材化（学校や博物館に於ける環境教育）等を目的とする。

本稿執筆時点で、鳥居の手元には水生昆虫・土壤動物の標本が既に数万点蓄積されている。それらを用いて主に下記の研究を行った。

（1）Tipula (Nippotipula) ガガンボ属マダラガガンボ亜属の日本未記録種に関する考察

本亜属の幼虫は流れの緩い溪流生、蛹は湿地の土壤生である。本亜属は大型のガガンボで、日本からTipula (Nippotipula) coquillettii マダラガガンボのみが知られていた。

鳥居は本州各地から、本種に類似し雄交尾器のみで区別可能なT.(N.) sp. 1を得た。マダラガガンボの原記載に雄交尾器の記載は無く、既知の“マダラガガンボ”とsp. 1のどちらが真のマダラガガンボであるか決定不可

能であった。そこで米国国立自然史博物館からマダラガガンボのholotype（新種発表の際、証拠品として保存される標本）の貸与を受け、雄交尾器を中心に詳細に所見、真のマダラガガンボを再記載した（Hiyoshi Research Portfolio 2012）。

もう1種のT. (N.) sp. 1はマダラガガンボよりは、中国四川省及び浙江省に分布するT. (N.) sinica に酷似しており、後者の不十分な原記載故に正体不明であった。本年度、T. (N.) sinicaのholotype及びparatypesを詳細に所見し、T. (N.) sp. 1との間に明瞭な差異を認めた。T. (N.) sp. 1は本邦並びに隣接地域に同一の種がおらず、未記載種（出版後は新種となる）と認定され、投稿準備中である。

（2）水生昆虫・土壤動物の教材化について

ツルグレン装置を用いて土壤動物を採集し分類・記録する実習は、既に鳥居により高等学校生物学研究会の指導において実践済みであり、これを生物の授業で行える様マニュアル化を行っている。

一方の水生昆虫に関しては、野外調査の経験が無い大人数の生徒を山地の溪流に於ける採集に引率する事は、今日の法令遵守の元では困難と思われ、一般的には指導

者により採集済の標本を使用して実習を行うのが妥当と考える。

(プロジェクトメンバー) 内山 正登・鳥居 隆史

15) 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ものである。今年度は、2024年1月2日～6日にベトナム・ホーチミン市のBiotechnology Center of Ho Chi Minh City（図1）を訪問し、シネンシストウチュウカソウやサナギタケ等、冬虫夏草類の人工培養設備（図2）、およびそれらの培養品の加工設備等の視察を行った。また、同所にて、これらの人工培養品を利用した製品（薬用茶）を入手し、次年度以降に、分析に用いる計画である。そして、同所にて、冬虫夏草類の培養や生理学的研究を担当する研究員と、本研究課題について意見交換を行った。

さらに、2022年度に、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、タンボタケモドキ *Tolypocladium japonicum*を対象に行った調査結果（概要は2022年度の本活動報告書にて紹介済み）を今年度、論



図1 Biotechnology Center of Ho Chi Minh City（ベトナム・ホーチミン市）



図2 冬虫夏草類の人工培養設備

文原稿にまとめ、日本地下生菌研究会発行のオンライン・ジャーナル「Truffology」に投稿し、受理された（2024年3月出版予定）。

(プロジェクトメンバー) 糟谷 大河・伊永 隆史

16) 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濃度の上昇が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1 mm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。体外受精の試みが不成功に終わった事を受け、昨年度半ばから体内にある卵における受精時の卵内イオン濃度変化を計測する系の開発に取り組んできた。昨年度に引き続き、体内にある卵への各種イオン指示薬注入のための麻酔条件の検討を行った。同時に、イオン指示薬注入の試みを進めたが、成功には至らなかった。

（プロジェクトメンバー）倉石 立・経塚啓一郎

17) 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。

2023年度は前年度に引き続き、羽毛色や羽毛内パターンに関与する可能性が高いASIP遺伝子の多型と表現型の関連を調査した。まずASIP遺伝子のコード領域の配列を調べたところ、コード領域の23番目の塩基（c.23）がCであるもの（頻度38/64）とTであるもの（頻度26/64）が見つかった。これはASIPタンパク質のシグナルペプチド内に存在する8番目のアミノ酸であるプロリンをロイシンに置き換える変異（P8L）であるが、MC1Rとの結合部位からは離れているため結合には影響しないものと考えられる。また、これらの遺伝子型と表現型の対応は見られなかったため、この変異はハチクマの羽毛色に大きな影響を与えるものではないと考えている。次に欠失や繰り返し配列の有無を確かめるため、ハチクマのASIP遺伝子領域（40 kb程度と推定）をいくつかの領域に分け、Long PCRによる広範囲増幅とクローニングを試みた。すべての領域で良好な増幅産物を得ることができ、そのうちショートリードのアセンブリで

は配列形成が最も難しかった中程のエリアについて先行してクローニングを行った。その結果、11 kbほどの長さで、制限酵素切断パターンが異なる3タイプを得ることができた。来年度以降は全エリアでクローニングを進め、Oxford Nanopore Technologyを用いたこれら全長の配列決定からハチクマASIP遺伝子の全貌を解明していく予定である。

学会発表

小野裕剛・長井和哉・樋口広芳「保存されたハチクマ羽毛の色彩計測からわかる多様性」、日本動物学会 第94回大会（2023年9月7日）口頭発表

論文発表（査読付き、受理済み）

Ono H., Nagai K., Higuchi H. “Dark Morph of the Oriental Honey-Buzzard (*Pernis ptilorhynchus orientalis*) is Attributable to Specific MC1R Haplotypes” Zool. Sci., in press.

（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

18)「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

棘皮動物ヒトデにおいては、あらゆる動物の身体に共通な上皮細胞（ECs）が単層シート状（上皮シート）に身体を覆っており、その中をたった1種類の間充織細胞（MCs）が散在している。多細胞動物の進化の過程で身体を構成する細胞はどのような行動の下に身体を構築してきたのかを知るために原始的な形質を多く残すヒトデの個体発生を解析することは有益であるという考えに基づき、胚体内部に散在するMCsの個体発生上の役割に目を向けた。

具体的な実験としては、ECsにはなく、MCsの細胞表面にだけ発現している分子（MC5分子）を同定し、その機能実体を解析した。まずMC5分子の遺伝子構造を調べた結果、ザリガニの消化酵素アスタチンと同じ特徴があることがわかり、アスタチン属の進化系統樹の解析から、それがヒトデより原始的な刺胞動物ヒドラで報告されていたアスタチン属の消化酵素グループに属することが判明した。しかし、ヒドラグループではアスタチン酵素は分泌型であるのに対し、ヒトデでは細胞膜結合型として表面に発現しているという決定的な違いがある。ヒドラにはMCsは存在せず、アスタチンを発現する細胞は上皮シートであり、外胚葉と内胚葉の上皮シートが互いに近接しているゆえに、そのまま分泌しても相手側の上皮シートに容易に届く状況である。一方ヒトデ胚では胞胚腔をMCsが移動して目的地の上皮シート部分に

到達できるようにMCs自身がMC5分子を運んで必要とされる上皮シート領域で何らかの消化作用を行っていることが推測される。もしそうなら何を何のために消化しているのか、それが個体発生にどのような役に立つのかなどが疑問として浮かび上がった。

成果と今後の展望・計画

MCsに対して特異的にMC5分子の発現を抑制させる実験系の下でMC5分子の機能解析を行った結果、MC5分子はECsの増殖を誘導する役割があることが示唆された。さらに幼生期におけるMC5分子の機能に焦点を合わせた結果、MCsに発現しているMC5分子は上皮シートの細胞増殖、基底膜形成、細胞生存を制御しながら幼生成長を制御していることが見出された。この結果はMC5分子が多機能であることを示唆している。原始的な多細胞動物では最低限の細胞種しかない状態で、その細胞種に多様な分子種を発現させるやり方の他に、発現させた特定の分子に何役も負わせている可能性がある。このことは、細胞行動をすべて分子レベルに還元して説明することの困難と、細胞の意思を措定する全体論的な説明モデルの必要性を示唆しており、具体的な説明モデルの構築が今後の課題として位置づけられる。また「細胞の意思データベース」の拡張を図り、その中で他の細胞種の行動と比較することが今後の研究の重要な一部になることも予想される。

19) 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、対象種的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。そこで本研究では2020年度の研究を継続し、コガタハナサキガエルの食性解明に取り組んだ。

食性解析は、強制嘔吐法により摘出した胃内容物に含まれる生物種を顕微鏡下で原則目レベルまで同定した。2020年から現在まで75個体を捕獲し、そのうち62個体（石垣島個体群N=36、西表島個体群N=26）から胃内容物を確認した。胃内容物を分類したところ、有機物（動物、植物）と無機物（石や砂）が検出された。混飲されたと考えられる植物と無機物を除き、被食動物の種数と個体数を解析した結果、8綱17目が確認された（表1）。分類群別ではバッタ目とゴキブリ目の割合が高く、コウチュウ目、チョウ目、クモ目がそれに続き、その多くが林床に生息する動物であった。KimotoのC π 指数によって、個体群間の類似度を算出した結果、石垣島と西表島の胃内容物は高い類似性を示した（C π =0.84）。これらの結果から、本研究の成果はコガタハナサキガエルの代表的な食性を示したといえる。

表1 Diet composition of *Odorrana utsunomiyaorum* from Ishigaki-jima (IS) and Iriomote-jima (IR) Islands. Number(N) = Number of animals from the stomach contents. Frequency of occurrence (%) = Proportion of frogs eating each taxon. undet.= undetermined.

Prey taxa	Number(N)		Frequency of occurrence (%)	
	Ishigaki	Iriomote	Ishigaki	Iriomote
Gastropoda				
undet.	1	1	2.44	1.72
Oligochaeta				
Haplotaxida	1		2.44	
undet.		2		3.45
Arachnida				
Araneae	3	8	7.32	12.07
Opiliones	2	2	4.88	3.45
Crustacea				
Isopoda	3	6	4.88	8.62
Amphipoda		2		1.72
Chilopoda				
Scolopendromorpha		1		1.72
Geophilomorpha	3		7.32	
undet.	1		2.44	
Insecta				
Collembola		1		1.72
Thysanura	1		2.44	
Orthoptera	9	9	19.51	13.79
Dermaptera		2		3.45
Blattaria	15	12	19.51	12.07
Isoptera		1		1.72
Coleoptera	3	11	7.32	12.07
Diptera		1		1.72
Lepidoptera				
Adult	1		2.44	1.72
Larva	37	5	12.20	5.17
Trichoptera		1		1.72
Hymenoptera				
Formicidae	1	10	2.44	8.62
undet.	1	2	2.44	3.45
Total	80	74		

20) 緩歩動物オニクマムシ類の系統進化に関する研究

文責 研究代表者 鈴木 忠

研究の背景

クマムシの仲間（緩歩動物門）は大きく異クマムシ類と真クマムシ類に分けられる。オニクマムシ類は、独特な形態的特徴と遺伝子解析の結果から、真クマムシの中でもっとも原始的なグループと考えられ、異クマムシカ

ら真クマムシへの進化過程を考えるうえで重要なグループであり、またもともと海産だったクマムシの中から最初に陸上化が起こったグループとして興味深い。このうち*Milnesium*属以外の3属は各1種ずつのみが記載された稀産種で、どれも口管が細長いという特徴がある。4属間の系統関係は明らかとなっていない。*Milnesium*属

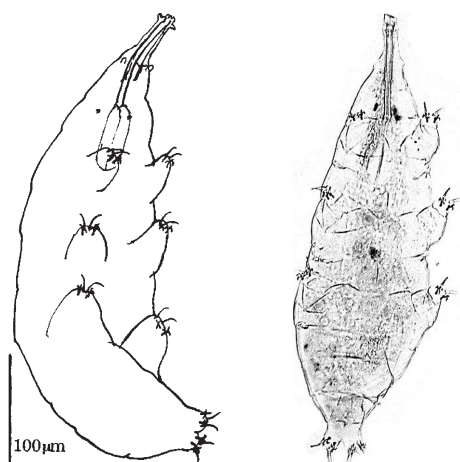


図 1

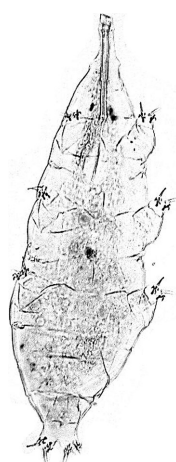


図 2

では40種以上が記載されており、日本からは2000年に日吉で確立された培養系統^[1]が2019年に*Milnesium inceptum*として新種記載され^[2]、さらに*M. pacificum* Sugiura et al., 2020と*M. tardigradum* Doyère, 1840の存在が報告された^[3]。

宇津木 (2001) は飛騨山脈・後立山連峰にある雪倉岳 (標高2,611 m) の山頂付近のコケから口管の細長いオニクマムシを見つけ日本動物分類学会で発表した^[4]。しかし、この未記載種について詳細な記載はされないままとなっていた。本研究ではこの未記載種 (図1) を再発見し、オニクマムシ類の系統関係をさらに明らかにすることを目的とする。

成果と展望

雪倉岳の調査を2023年8月に行なった。岩や樹幹などに付着するコケを採取し、研究室においてコケをシャーレに入れて水に浸し、実体顕微鏡下で水中に出てくる微小動物を採した。クマムシ類は光学顕微鏡で観察するた

めのスライド標本、あるいは走査電子顕微鏡で観察するための標本とし、また試料の一部からの遺伝子解析を行い、18S rRNA, 28S rRNA, ITS-2, COIの各遺伝子配列による分子系統推定を行った。

雪倉岳避難小屋～朝日岳にかけての登山道付近から採取したサンプルのうち、雪倉岳山頂のクロゴケから口管の細長いオニクマムシが得られた (図2)。形態観察からは*Bergtrollus dzimbowski* Dastych, 2011と同属であることが示唆されたが、分子系統解析からは*Milnesium*属内に入る結果が得られた。今後は同種の標本を追加してさらに詳細な解析を加えて記載論文を作成し、口管が細長いグループを含めたオニクマムシ類の系統に関する考察を行う予定である。

文 献

- [1] Suzuki AC (2003) Life history of *Milnesium tardigradum* Doyère (Tardigrada) under a rearing environment. *Zoological Science* 20:49–57
- [2] Morek W, Suzuki AC, Schill RO, Georgiev D, Yankova M, Marley NJ, Michalczyk Ł (2019) Redescription of *Milnesium alpigenum* Ehrengerg, 1853 (Tardigrada: Apochela) and a description of *Milnesium inceptum* sp. nov., a tardigrade laboratory model. *Zootaxa* 4586:35–64
- [3] Sugiura K, Minato H, Matsumoto M, Suzuki AC (2020) *Milnesium* (Tardigrada: Apochela) in Japan: the first confirmed record of *Milnesium tardigradum* s.s. and description of *Milnesium pacificum* sp. nov. *Zoological Science* 37 (5) : 476–495
- [4] 宇津木和夫 (2001) オニクマムシ属の一新種について。タクサ 11 : 29
(プロジェクトメンバー) 鈴木 忠

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 (JH) により制御されていることが詳しく調べられており、JHは脱皮のみならず、性決定など生殖に関わる現象も担っている。しかし、同じ脱皮動物でも、緩歩動物の性決定についての知見は皆無であった。

本研究では、有性生殖種の*Paramacrobiotus metropolitanus*のJHがファルネセン酸メチル (MF) の存在を明らかにし、MF合成酵素であるJHメチル化酵素 (JHAMT) の発現時期が胚発生後期であることを示している。さらに、胚発生期のJH産生が性決定に関わるのではないか

と仮定し、通常は雌：雄が3：7である同種の胚発生後期から幼虫前期の卵および仔虫に対して低濃度のMFを曝露させたところ、それらが成長した成虫集団では雌雄比が1：1とメスが增加することを発見している。

しかし、JHに対する受容体 (MET) を探索したが、発見できなかった。

系統的にJHの合成系は緩歩動物の出現時に獲得しているが、節足動物が保有する受容システムは獲得していないと考えられる。

成 果

本年度はクマムシの性決定機構について、ショウジョウバエや線虫で性決定を制御するDM遺伝子を用いて、検討した。*P. metropolitanus*からオス特異的に発現する

DM遺伝子PARRI3090とメス特異的に発現するDM遺伝子PARRI9851を単離した。孵化後1日めの個体1匹ずつからRNAを抽出し、PARRI3090とPARRI9851で各個体での発現解析を行ったところ、PARRI3090のみを発現する個体、PARRI9851のみを発現する個体とともに両者を発現する個体も存在した。また、孵化前4日の卵からRNAを抽出し、同様に発現を調べたところ、全ての卵がPARRI9851のみを発現していた。これらのことから、*P. metropolitanus*の性は孵化前4日まではメス型を示しているが、孵化後1日目では、オス型へ移行するものが出現し、3日目にはオス型、メス型が決定することが示された。

このように本課題はクマムシの性決定機構をはじめて解明した研究となった。

(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ている。また、寄主植物の分布は局在している固有種であることが多いので、もち病菌の系統樹上の位置づけから寄主特異性という解釈がさらに支持される可能性がある。以上のように、本プロジェクトにより日本産もち病菌の分類体系を最新版に更新し、寄生性の進化について植物の進化と対比しながら論じることが可能となると考える。2023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標本調査を2023年9月27日～28日に行い、澤田(1950)の文献に記載されたハナヒリノキ平もち病菌標本の所在を確認した。また未発表のヤマツツジ平もち病菌の標本を同博物館にて発見し、筆者らが昨年東京大学日光植物園で採集したヤマツツジ平もち病菌がすでに澤田により発見されていたことが判明した。標本は館外持ち出し不可のため、博物館内にて病徴の確認及び病斑の計測を行った。

(2) 培養菌株のない既知種の野外調査と系統分類学的

研究：2023年10月17日～18日に宮崎県日南市及び宮崎市で新たにカンザブrouノキもち病を観察し、採集した。生標本から病斑部を掻き取り、顕微鏡下でもち病菌の形態観察を行い、同時に担子孢子落下法にて培養を試みた。患部の徒手切片を作成し細胞の肥大及び造成を確認した。

カンザブrouノキもち病菌培養菌株より抽出したDNAより特異的プライマーを用いてPCRを行い、核rRNA遺伝子のITS領域及びLSU遺伝子を増幅し、塩基配列の系統解析を行った結果、本菌はハイノキ科もち病菌クレードに属することが支持された。カンザブrouノキもち病菌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、登録番号を付与された。採集した標本は宮崎県総合博物館に寄贈した。

(3) 前年度から継続中の調査項目：バイカツツジ平もち病菌について、今回新たに岐阜県と東京都で採集したバイカツツジ病斑より得た標本を観察した結果、担子孢子の大きさはほぼ一致し、担子孢子隔壁数も2～4であった。新たな形態学的情報とDNA塩基配列情報に基づきバイカツツジ平もち病菌の新種記載を発表準備中である。サラサドウダンもち病菌は今年度静岡県で採集することができ、担子孢子などの形態学的情報、発芽様式とDNA塩基配列情報に基づき本菌の新種記載を発表準備中である。また、チャもち病菌の組織分離に新たに成功し、培養株に形成される厚膜孢子様構造体の発芽及び芽状孢子形成の観察結果を発表準備中である。

(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

12歳までとされていた不同視弱視の改善可能期間に疑問を投げかける報告が増えている。本研究は、20歳を平均年齢とする100名の患者に対する弱視改善の可能性を探索した。弱視眼のみを活用する生活スタイルの適応、及び選択的な医薬品の使用を通じて、視力改善を試みた結果、6か月後には平均視力が0.1から1.0へ、12か月後には1.2へと顕著に改善した。これらの結果は、適切な方法を用いれば、10歳を超えた患者でも弱視の改善が見込めることを示唆している。不同視弱視は、一般的には幼少期に診断され、訓練治療が行われる一時的な視機能障害である。今までは、視覚神経の可塑性が大きく低下する8歳から10歳までが治療のゴール年齢とされてきた。しかし、最近の研究では、成人期に入ってからでも視力の改善が報告されており、本研究もこれまでの常識に挑戦している。本研究では、生活スタイルの変更と医薬品の適応を組み合わせることで、12歳を超える年齢の患者における弱視改善の可能性を探っている。

<成果>

方 法

この研究では、平均年齢20歳の100名以上の弱視患者を対象に、6か月及び12か月の期間で視力の変化を協力医療機関からデータを採取し追跡した。医療機関での治療法としては、患者のライフスタイルに応じて弱視眼の使用を促進する指導と、弱視眼を鍛えるために縮瞳薬及び視力を抑える医薬品を優位眼に処方する方法である。患者は毎日最低10分以上を弱視眼のみを使用する時間として確保し、定期的なフォローアップを通じて視力測定

を行っている。(最高何時間使用しているのかはまだ調査中である)

結 果

治療開始時、対象患者の視力は平均0.4。6か月後の評価では、視力が平均1.0に改善。12か月後の評価ではさらに改善が見られ、平均1.2に達した。特に、優位眼の視力を長時間抑える医薬品を使用した患者群では、より顕著な改善が見られた。これらの結果から、弱視眼の積極的な使用と適切な医薬品の併用が、視力改善に有効であることが示された。

考 察

本研究の結果は、12歳を超えた患者においても、弱視の改善が可能であることを示唆している。特に、日常生活の中で弱視眼を積極的に使用することで、視覚系の再教育が促され、視力の回復が見られることが重要な発見である。また、視力向上を支援する医薬品の効果も無視できず、個々の患者の状態に応じた適切な治療法の選択が重要であることが強調された。視力の改善が起きることは事実であり、生活に支障が出ず継続させることが成功の要因である。本研究では視力向上の要因を深く知るうえで視力の良い方の眼と弱視眼への点眼回数や時間を追及したが、患者個々に様々な生活スタイルがあり介入時間は統一されていない為に点眼作用時間などの結果は出ていない。今後の研究では、さらに多くの患者を対象にした長期間の追跡調査や、他の治療法との比較研究が求められる。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大貫二三恵

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

文責 研究代表者 中野 泰志

プロジェクトの目的

Amazonのスマートスピーカー「Echo」やGoogleの「Google Home」などの登場により、音声によって機器を操作する方式が普及している。話しかけると応答を返すという仕組みのスマートスピーカーである。これらの機器は初期設定さえすれば対話で制御できるようになっている。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。

本研究は、スマートスピーカーの対話型モデルを活用して、視覚障害者の情報提供のあり方を検討する。その上で、視覚障害者の情報提供サービスであるサピエのシ

ステムをよりアクセスしやすくするシステムを構築する。

研究プロジェクトの内容

1. スマートスピーカー・スキル開発のための基礎調査
Amazonの「Echo」シリーズを主軸に、スマートスピーカーを音声で制御するための技術的な実装を調査する。
2. 視覚障害者が自力でスキル開発ができるかの検証
スキルとはAmazonのAlexaに追加できる個別の機能のことをいう。スキルを追加することによって、Echoのようなスマートスピーカーを用いてラジオを視聴したり家電を操作したりできる。視覚障害者が自力でスキル

を開発するためのノウハウについて検証する。

3. データベースの構築

スマートスピーカーによる音声対話モデルを構築するためには、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

今年度取り組んだ事項として、まずは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で採用した。

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。これはサーバー (<https://redmine.nvsupport.org/projects/bict>) として結実した。

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

2) スキル開発の検証

次に、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。プログラムのコーディング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。XMLは、要素を開始タグと終了タグによって構成するが、階層が入れ子になるほどスクリーンリーダーでは上下関係を理解するのは困難であった。そのため、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インテント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。

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

知覚心理学は認識論の一角を担っている。認識論 (epistemology) とは、「我々はどのよう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。そこには「どのような事柄か」が含まれる。存在について考えることなく、認識の探求はできない。「世界にはどのような事柄が存在するのか」についての議論を存在論 (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。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、ベクショ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 (ベクション) をとりあげてきた。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。

ベクションに対する加齢の影響を検討するために、同時に移動撮影した正面、床面、左右の側面の実験場面の動画を複数同時に提示した場合、正面の映像が含まれると高齢者は若年者に比べてベクションが早く長く強く生じた。しかし、個別に提示すると両者に違いは見られ

なくなった。提示領域による違い、立位か座位かによる姿勢の違いの影響について言えば、高齢者と若年者に有意な差は見られず、床面条件で右面条件よりも潜時が有意に短かった。

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

静止状態では平面として知覚される図形が運動状態では立体として知覚される現象がある。運動事態において、知覚される構造が変化したことに伴い、明るさも静止事態とは異なることが確認された。また、その際の構造と明るさの関係は、知覚体制化の観点から理解可能であった。

学会発表

[1] 「加齢がベクション成立に及ぼす効果の検討—動画像提示位置と姿勢の効果—」; 日本視覚学会2023年夏季大会 (あわぎんホール); 村田佳代子・一川誠; 2023年9月18日~9月20日

[2] 「回転立体視における構造変化と明るさの関係」; 日本基礎心理学会第42回大会 (豊橋技術科学大学); 新井哲也・増田知尋・増田直衛; 2023年12月1日~12月3日

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

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 (2023) のContingency Addition手続きによる視覚的な点字学習の知見を応用し、効率的に視覚的に点字を学習する学習法の開発を行う。

小原ら (2023) のContingency Addition手続きを用いた視覚的な点字学習では、点字が子音と母音のパター

ンの組み合わせで構成されていることを活かし、12種の点字パターン (母音5種、子音7種) を学習するだけで、仮名文字を提示したときに、35種の中から適切な点字パターンを選択できる学習が成立することを示した。

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 (2023) 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った。

2023年度は6名の参加者を対象に実験を実施したところ、仮名点字テストでは約67%の参加者が、点字仮名テ

ストでは約83%の参加者が学習達成となり、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。今年度の成果に基づくと30%程度の学習未達成の参加者がおり、追加のヒントを与えることで学習が達成できるかどうかなど、より多くの人に有効な手続きの開発が今後の課題である。

引用文献：

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

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・大島 研介

教 育

1) 2023塾生会議

・プロジェクトメンバー常任理事：奥田暁代

スーパーバイザー：蟹江憲史（政策・メディア研究科）、国谷裕子（政策・メディア研究科）参加教員：小林 宏充（代表：法学部）、久保田真理（医学部）、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）、小熊祐子（スポーツ医学研究センター）、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、「2023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ヴィジョン・目標・ターゲットを提言することを目的とした。

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

春学期は専門家の意見を聞き、夏休みはサマーキャンプで一貫教育校の児童生徒と学生が議論し、秋学期は学生間で議論を重ねて提言を作成した。

・春学期：5月17日～7月5日 計8回 水曜6時限18：15～19：45 第4校舎B棟J19教室

5月17日は、ガイダンスとして、伊藤公平塾長からの挨拶動画に始まり、奥田常任理事から塾生会議の目的や昨年の提言についての説明をいただき、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。5月24日は、イントロダクションとして、蟹江教授、国谷特別招聘教授によるSDGsに関する対談後、グループディスカッションを行った。専門家からのレクチャーは今年は各回1名とし、後半の時間をグループディスカッションに割り当てて、4日実施した。5月31日は環境をテーマに小林光氏からエコロジカルとは

どういうことかについて、6月7日はSDGs全体をテーマに上田壮一氏から未来を変革するソーシャルデザインについて、6月14日は経済をテーマに長谷川知子氏からSustainableな資本主義の実践について、6月21日は社会をテーマとして藺田綾子氏からバックカスティングでウェルビーイングな未来を描きましようという内容で、講演をいただいた。これらの講演は録画され、慶應チャンネルYouTubeにて公開した。6月28日は環境・社会・経済・全体の4つのカテゴリーに分かれて、グループディスカッションを実施。7月5日は、その議論内容を発表した。

・サマーキャンプ：9月1日 10：00～16：00 第4校舎J12番教室

一貫教育校の全校から6名以内で児童・生徒を選抜していただき、大学生とともに、環境・経済・社会・パートナーシップの4つのカテゴリーに分かれて、グループディスカッションを行った。班には小学生から大学生をバランスよく配置し、ホスト役として1名大学生を残して、グループディスカッションを午前1回、午後1回メンバーを変えて実施した。最後に、各班から話し合った内容を発表してもらい、伊藤塾長、山内常任理事、岡田常任理事、奥田常任理事、蟹江先生、国谷先生から講評を返答した。引率として、各校の教諭にも来ていただき、大学教員との懇談も行った。すべての一貫教育校の児童生徒と全学部の大学生が集う、慶應義塾でも珍しい形態のイベントであるが、昨年に引き続き、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4日～12月13日 計10回 水曜6時限18：15～19：45 独立館D201

12月20日 提言発表 18：15～21：00 来往舎シンポジウムスペース

環境・社会・経済・全体の4つのカテゴリーに分かれての議論を基本とし、最初3回は、それぞれのテーマに絞って、グループディスカッションを実施した。その後4つのカテゴリーに分かれて議論を進めた。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。学生からの相談もディスカッション機能を利用し、そこでやり取りをすることで、全員に内容を開示した。提言作成のために、マッキンゼーのOBOGの方々、協生環境推進室、管財・運営サービスの職員の方々から、情報提供や協力をいただいた。学

生へのアンケートにより、総合政策学部の高橋裕子先生にジェンダー平等に向けて一人ひとりができることについて、講演いただいた。提言発表は、一貫教育校からも募集をして、中等部、普通部、SFC中高大からの発表をまず実施した。グループごとに5分発表、5分質疑とした。全体講評・記念撮影までで21時終了と

した。発表されたスライドや写真は2023塾生会議のページで公開する。すべての提言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、次年度さらに企画書を作成し、実行していくことにした。

2) 化学実験のオンライン実験および欠席者用動画教材と実験器具映像教材の開発

概 要

複数回にわたり、日吉教育活動等支援予算（教育・研究調整予算）に採択され、多くの教材を作成した。コロナ禍以前から作成してきた実験の基本操作動画教材もさらに充実した。コロナ禍で作成したオンライン実験教材についても、従来の対面授業に戻ってからも有効に活用している。これらを予習用・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ている。また、従来の授業では、欠席者に対する教材がなかったが、オンライン実験教材の準備ができたことで、これを利用して学習することが可能となった。今年度は、現行の実験テーマのうち、オンライン実験教材が準備されていなかった最後の1テーマの作成をした。これで、すべてのオンライン実験動画教材が完成した。

これらの動画教材は、予習用・復習用教材として学生の学習の理解度に役立つ。また、やむなく欠席した学生には、これらによりオンラインで実験を体験できるようになった。

成果・今後の展望・計画等

オンライン実験動画のプロジェクトは2020年度から毎年申請し採択された。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、全テーマのオンライン実験動画が完成した。それ以前にプロジェクトで作成していた化学実験基本操作動画と合わせて、教育効果のある授業運営ができるようになった。

基本操作や器具の扱い方の動画を予習用動画として視聴してもらうことで、実験内容を理解した上で、かつ、安全に、実験に取り組むことができる。初めて扱う器具や装置、操作法をイメージすることができ、理解の助けになる。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。また、実験経験の少ない学生にとって、映像で復習することで記憶に定着させやすい。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。

オンライン実験動画作成の発端はコロナ禍の実験授業

のためであったが、有事の際ばかりでなく、欠席者の教材としても有効である。以前は、欠席により学習の機会を失っていたが、欠席者にも教材を提供できることは、学生にも評価されている。今までの事業と同様に、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。さらに、実験出席者にも、時間内に行えなかった実験や復習用動画として動画配信することができる。さらに、これらの教材はTAの予習にも役立てることができた。

申請者は、操作法の動画について公開していたので、コロナ禍では他大学にも貢献することができた。今年度も引き続き、自分の学部のみならず、他学部にも動画教材を提供することで貢献できている。今年度の1年生から、高校時代に基本操作動画教材を視聴したという報告も受け、一般教材としても活用されていることがわかった。今後も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。

今後、本事業の成果を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。

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。実験器具や装置の映像とその解説は、化学実験基本操作動画同様に、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。

主な事業執行部署・参加者

医 学 部・久保田真理（日吉化学教室・准教授）

法 学 部・志村 正（日吉化学教室・准教授）

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

コロナ禍の中始まったVisual図鑑Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) プロジェクトはこれまでに本申請予算のサポートにより、3つ (EducAnatO、RAMNe、V-RINKAI) のOBAKE傘下の教材を開発し、本年度は学会発表1件、論文発表2件を行った。さらに、OBAKEプロジェクト活動はコロナ禍を契機に始まった科学教育のDX化としての新たな試みであり、系列中高の教諭らからご興味をいただき、本年度系列中高において授業実践するに至った。本年度は1.全塾生が使用可能な公開版への活動として、系列校を含む全塾生が使用可能な教育プラットフォームに発展させた。このためにV-RINKAIの仕様をフィードバックをもとにより教育用途に特化させ、実習において教員・生徒らによるユーザー参加型機能を実装した。また、2.侵略的外来種情報やさらなる生物種情報の拡充を行い、RAMNeへの新規侵略的外来種の情報追加や引き続きV-RINKAIへ不足している分類群データの収集を行った。生物多様性や分類学への寄与だけでなく、義塾におけるSDGsの14番目の目標である「海の豊かさを守ろう」だけでなくSDGsの15番目の目標「陸の豊かさを守ろう」への教育に貢献した。

成果・今後の展望・計画等

発表等：口頭発表 1件、論文発表： 2件

- ① 野外生物実習プラットフォーム V Rinkai の中等教育授業実践とその効果

紫藤 拓巳・戸塚 望・小暮 悠暉・内海 円花
土方 希・高橋茉莉奈・水谷 日菜・上田 理名
古川 亮平・倉石 立・戸金 大・藤田 稜介
矢澤 和明・藤澤 侑典・内山 正登・堀田 耕司
日本生物教育学会第108回全国大会 2024年1月7日

- ② 侵略的外来種ヨーロッパザラボヤー透明ホヤの研究活用への道一

紫藤 拓巳
公益財団法人 水産無脊椎動物研究所 うみうし通信
119 5-7 2023年7月

- ③ Lin, B., Shi, W., Lu, Q. et al. Establishment of a developmental atlas and transgenic tools in the ascidian *Styela clava*. *Mar Life Sci Technol* 5, 435-454 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42995-023-00200-2>

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) 自然科学研究教育センターにおける大学と一貫教育校での知見のシェアとストック

概 要

自然科学研究教育センターはセンター開所以来、一貫教育校との連携ワークショップをほぼ毎年開催している。このワークショップは、各校の教員が教育を中心とする最前線の知見を発表し、情報と意見の交換を行う貴重な場となっている。しかしながら、各校で有意義な知見を有しているにもかかわらず、ワークショップの場以外では、これまでに情報交換や知見の積み上げが機能的に行われてきたとは言い難い。この課題を解決するために、自然科学研究教育センターの既存のホームページに情報やデータのやり取りをする機能を実装することによって、まずは当センター内から大学と一貫教育校での

情報流通を促進することを目指した。さらに、当センターのメンバーをハブとし、各校での教育研究活動の発展にまで寄与させることを目標として、当該プロジェクトを実施した。

成果・今後の展望・計画等

当プロジェクトによる成果と今後の展望について以下に述べる。

- 自然科学研究教育センターホームページの機能強化
既存の当センターホームページを情報やデータのやり取りができるプラットフォームとして利用できるように機能を強化した。具体的には当センターのメンバーのみがログインでき、その中でデータのアップロード、閲

覧、ダウンロードができるような機能を実装させた。また、一般公開されているギャラリーには、より多くの画像データを掲載できるようにホームページを改修した。

2. 機能強化されたホームページを用いた情報と意見の交換

当センターホームページの改修後、オンライン教材やハイブリッド授業のノウハウと教育効果などについて各校の関係者間で情報と意見の交換を開始すべく、現時点では試行している。この改修によって日々の教育や研究活動の中で培われた現場の最前線の情報をほぼリアルタイムで横展開ができるようになり、自然科学研究教育センターのメンバーの教育研究活動の発展に寄与すること

が見込まれる。そのことが更に各校の教育と研究の質向上にも寄与すると考えられ、小・中・高・大の教育の連携と連携へと機能的に発展することが期待される。

主な事業執行部署・参加者

経済学部・井奥 洪二（日吉化学教室・教授）

法 学 部・志村 正（日吉化学教室・准教授）

医 学 部・久保田真理（日吉生化学教室・准教授）

事 務 局・大古殿憲治（自然科学研究教育センター事務長）

綿引 裕也（自然科学研究教育センター事務員）

5) 第11回 一貫教育校との連携ワークショップ

日 時：2023年8月29日（火）13：30～17：50

場 所：日吉キャンパス 来往舎 中会議室

<プログラム>

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）

【第1部】教材・参考資料のデータベース化・アーカイブ化

《司会：茅野 眞雄（横浜初等部教諭／理科）》

「バーチャル博物館の現状」

「日吉教育活動等支援予算プロジェクトー自然科学研究教育センターにおける大学と一貫教育校での知見のシェアとストックー」

井奥 洪二（所長・経済学部教授／化学）

意見交換・来年度の連携WS

<休憩10分>

【第2部】教育における『AI』の利用

《司会：高尾 賢一（理工学部教授／化学）》

参加者自己紹介

[話題提供]

1) 「生成AIを使ってみた

ー生成AIは教育に使えるかー」

小林 宏充（法学部教授／物理）

2) 「生成AIが教育現場と社会に与える影響予測と理系研究指導における課題」

中野 誠彦（理工学部教授／物理）

<休憩10分>

[講 演]

「AIコンソーシアムにおける塾一貫校教育支援プロジェクトについて」

小林 真里（AI・高度プログラミングコンソーシアム運営委員、理工学研究科特任准教授）

総合討論・意見交換

山内理事からのお言葉

山内 慶太（常任理事）

閉会の挨拶

井奥 洪二（所長・経済学部教授／化学）

背景：

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11回）が開催された。このワークショップは、「理科における基礎的な概念の教授法の共有」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」の2本立てで行うことを2018年度のワークショップで決定した。翌2019年度は、この方針に沿ってワークショップが行われたが、2020年度・2021年



度はコロナ禍で見送りとなった。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、2022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。そして、今年度も少しイレギュラーな形での開催となった。「理科における基礎的な概念の教授法の共有」の代わりに「教育における『AI』の利用」をテーマとした。2022年11月に生成AI、ChatGPTが公開され、社会に与える影響が話題となっている。教育現場でも混乱が生じている。教員もどうしていいかわからない状態である。生成AIはChatGPTばかりではなく、今や研究にも欠かせない存在のものもある。そこで、この機会に「教育における『AI』の利用」を取り上げることとした。ワークショップ準備中には、奇しくも文科省から小中学校向け生成AIガイドライン、大学・高専における生成AIの教学面の取扱いについての周知がなされた。

実施状況：

残念ながら、すべての学校が参加できる日が調整できなかった。「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」および「教育における『AI』の利用」についてのワークショップを行った。

第1部「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」では、井奥所長から現状の報告があった。2019年度に未来先導基金「自然科学ヴァーチャル博物館の創出」と教育・研究調整予算「自然科学ヴァーチャル博物館の創設：展示物のデジタル収集のための基盤構築」の資金を獲得して、データ収集が行われた。幼稚舎、塾高、第2校舎の130点余りの資料を2D、3D画像にしたが、現在、公開するまでには至っていない。これらのデータを公開するとともに、教材・参考資料のやりとりが行えるプラットフォームを構築できるように、センターのwebサイトを強化・改善する必要がある。そのため、本年度に日吉教育活動等支援予算（旧教育・研究調整予算）「自然科学研究教育センターにおける大学と一貫教育校での知見のシェアとストック」の資金を獲得し、webサイトの改修が行われていることが報告された。意見交換・討論では、今後、引き続き、データ収集を続けることが提案された。また、昨年度も話題にあがったが、教材・参考資料のやりとりについては、keio.jpで行う方法もある。しかしながら、一貫教育校にはkeio.jpの提供がなく、ITCが試みているが、処理能力が限界に近く難航しているという情報が共有された。さらに、すでに公開されている幼稚舎のサイエンスミュージアムを管理している幼稚舎の柊原君からは、データベースの管理を片手間にやることは難しいというアドバイスもあり、管理面での費用についても今後検討する必要がある。

また、来年度の「理科における基礎的な概念の教授法の共有」については、2019年度のワークショップで決定していた「温度」で話題提供が可能かどうかを議論し、

「温度・熱」をテーマとすることが確認された。

第2部「教育における『AI』の利用」では、特にChatGPTは登場したばかりということもあって、話題提供をしてくださる一貫校教員や所員があまりいなかった。所員からの話題提供2件と講演1件に続いて討論・意見交換を行った。小林宏充君からは、ChatGPTの説明のあと、会場で実際にChatGPTを使って、その結果が共有された。例えば、簡単な足し算の筆算をさせると、答えは正しいが、導出過程がおかしいという事例からは、その不完全さが露呈された。一方、モンテカルロ法で π を求めるプログラムをすぐに作成してくれて、実際に走らせると、正しいプログラムであることがわかった。中野誠彦君からは我々が懸念する生成AIが教育現場と社会に与える影響についていくつか挙げられた。例えば、認知科学者スティーブン・ハルナッド氏が指摘する「記号接地問題」の紹介があった。この問題は、ChatGPTでも解決されていない。AIは身体感覚や経験と結びつけずに与えられた定義だけで操ろうとしているのである。さらに、理系研究指導における課題についても多くが語られた。オリジナリティーはどこまで求められるのか？という問いかけがあった。アドバイスを受けたことはオリジナリティーが保たれるのか？今まで気にしていなかったが、確かになかなか難しい…小林真里氏は、AI・高度プログラミングコンソーシアム（AIC）の所属である。AICは人工知能や機械学習、高度プログラミングに興味のある塾生が集い、大学生が大学生を教える。まさに、半学半教のスタイルで運営されている。現在、7つのチームがあり、その一つである一貫校チームの活動が紹介された。幼稚舎、横浜初等部、SFC中高での活動や本ワークショップの前週に行われたAICweekの講習について説明があった。MESHで自動車を作る、スポーツデータ分析、ボトルフリップ、株式投資などさまざまなイベントについて紹介された。その後の総合討論・意見交換では、活発な議論がなされた。多くの教員が児童・生徒・学生の文章を書く能力の低下を危惧している。ChatGPTの使用はさらなる低下を助長するのではないだろうかという意見があった。これに対して、むしろ、引き上げるという相反する意見もあった。書く能力の低下は、漫画さえもあまり読まず、YouTubeなどを視聴していることによるという話もあった。ChatGPTなどの生成AIが身近に使えるようになった今、子供たちにそのメリット、デメリットを正しく教えていく必要があるのではないだろうか。

山内常任理事にいただいた感想の中で、幼稚舎で教えられた「疑いの精神を持つこと」という話があったが、この精神を教えるのが、いままで以上に重要であると感じる。また、山内常任理事が授業で行っているChatGPTに書かせた内容の誤りを指摘するという手法は、今までにない課題の出し方で、勉強になった。これから出てくるであろうさまざまな文明の利器を、我々も柔軟に考えて、教育や研究に利用していかなくてはならないと感じた。

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、25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。なお、当日、話題提供者の中野誠彦君は都合によりZOOMでの参加となったが、このようなアクシデントにも迅速に対応ができるのは、コロナ禍でのオンライン授業や会議のおかげである。

最後に、このような報告もAIにお任せできる日がくるのを願いつつ、筆を置くことにする。

参加者：

山内 慶太 (常 任 理 事)・柊原 礼士 (幼 稚 舎)
細谷 礼子 (幼 稚 舎)・茅野 眞雄 (横浜初等部)
武藏 泰 (中 等 部)・鈴木 寿子 (塾 高)
古川 創一 (志 木 高)・藤澤 侑典 (湘南藤沢中高)
岡本 昌樹 (文学部・化学)・河野 礼子 (文学部・人類学)
古川 亮平 (文学部・生物)・青木健一郎 (経済学部・物理)
井奥 洪二 (経済学部・化学)・小野 裕剛 (法学部・生物)
小林 宏充 (法学部・物理)・森本 睦子 (法学部・物理)
久保田真理 (医学部・化学)・寺沢 和洋 (医学部・物理)
三井 隆久 (医学部・物理)・南 就将 (医学部・数学)
高尾 賢一 (理 工 学 部)・中野 誠彦 (理 工 学 部)
小林 真里 (A I C)・大江 智枝 (事 務 局)
綿引 裕也 (事 務 局)

そ の 他

1) 2023年度 自然科学部門 第1回新任者研究紹介（センター共催）

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15分＋質疑応答5分）

開会の挨拶

下村 裕（自然科学部門主査）

18:45～19:05

講演1「物理学における対称性とトポロジー」

横倉 諒（商学部・物理学教室）助教

19:05～19:25

講演2「ホタル生物発光の人工基質合成—その後の発展」

小島 りか（文学部・化学教室）助教

19:25～19:45

講演3「多様体の微分トポロジー」

古宇田悠哉（経済学部・数学教室）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

「物理学における対称性とトポロジー」

横倉 諒

対称性とトポロジーは、物理学における普遍性の理解のために重要な概念である。ここで対称性とは、何らかの操作に関する運動方程式の不変性のことである。また、トポロジーとは、連続変形で移り合うものの同士の同じものとみなし、不連続なものを区別する概念である。これらは系の詳細によらないため、様々なスケールの物理現象に幅広く適用することが可能な上、共通の物理法則を見出す助けとなる。

本講演では、物理学における対称性とトポロジーに関する、近年の発展と講演者の研究を説明する。まず、時間発展で不変な保存量という重要な量を対称性が導くことを、角運動量を例にレビューする。次に、トポロジカルな量も連続変形で不変な保存量と見なせることを、閉曲面を貫く電気力線を例に説明する。これらから対称性とトポロジーの類似性を議論し、これらを統一した「一般化対称性」という近年提唱された概念を解説する。最後に、講演者の研究の一つとして、アクシオン電磁気学における一般化対称性を紹介する。

講演要旨2

「ホタル生物発光の人工基質合成-その後の発展」

小島 りか

ホタルの生物発光は、発光物質であるルシフェリンと酸素が、酵素ルシフェラーゼで反応することで起こります。非常に感度が高く、ATPを必要とするため、生物の有無の検査などに使われてきました。近年では、ガンの基礎研究などで、動物の光イメージングにホタルの生物発光が使われています。演者らは、動物の光イメージ

ング用の試薬として、種々の人工ルシフェリンを合成しています。天然のホタルルシフェリンの発する色は黄緑色ですが、青や赤で発光する人工ルシフェリンを作り出しました。中でも、生体内の透過性の良い近赤外領域の波長で発光する人工ルシフェリンAlaLumie, その塩酸塩のTokeOni, またヘテロ環を有するseMpaiなどを市販することができました。さらに、このAlaLumieに特化して輝度を向上させた変異体ルシフェラーゼAkalucは、生体内の1細胞の検出を可能にしました。

講演要旨3

「多様体の微分トポロジー」

古宇田 悠哉

多様体とは、微分積分論が展開可能な構造を備えた空間モデルであり、現代幾何学の主要な研究対象になっています。例えば円周は1次元多様体、球面やトーラス（ドーナツの表面）は2次元多様体です。多様体の大域的な形状を記述する上で、トポロジーという「ものの見方」が有効です。トポロジーでは、連続変形でうつりあう図形や空間は「同じ」とみなします。例えば、トポ

ロジーの見方では、球面と楕円面は「同じ」ですが、トーラスはこれらとは「異なる」、ということが出来ます。本講演で紹介する微分トポロジーという分野では、微積分を使って多様体のトポロジカルな性質を引き出すことを目標にしています。講演では、多様体上のモース関数や球面間のホップファイブレーションなど、古典的な例を通してこの分野の研究の様子を概説し、時間の許す範囲で、このような古典的な話が現代の研究にどのように発展しているのかということについて紹介したいと思います。

2) 2023年度 自然科学部門 第2回新任者研究紹介（センター共催）

日 時 2023年10月31日（火） 18：30～19：30

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

岡本 昌樹（自然科学研究教育センター所長）

19：00～19：30

講演1「植物に備わった能力を活かす方法」

草島 美幸（法学部・化学教室）助教（有期）

閉会の挨拶

有川 智己（自然科学部門主査）

講演要旨1

「植物に備わった能力を活かす方法」

草島 美幸

私は、農薬を用いて植物の能力を効果的に活かすため、植物ホルモンを中心に作用機序の解析を行ってきた。サリチル酸は古代より、植物由来の解熱鎮痛剤として用いられてきた。植物のサリチル酸応答経路を活性化させる抵抗性誘導剤は農薬として使用されている。抵抗性誘導剤は植物自身の全身獲得抵抗性を活性化するため、殺菌剤と比較して耐性菌が生じないという利点があるが、環境ストレスによって効果が弱くなるという問題点

がある。私は環境ストレスおよびシグナル分子であるアブシジン酸が抵抗性誘導剤の効果を弱めることを明らかにしてきた。また、植物成長調整剤であるイソプロチオランと、モデル植物であるシロイヌナズナの変異体を用いて解析した。その結果、一般的に生育を負に制御するエチレンおよびジャスモン酸シグナルがイソプロチオランの根の伸長促進効果に必要なことを示した。これらの知見は、既存の農薬の用途拡大、新規作用の農薬の開発につながる事で環境低負荷型農業への貢献が期待される。

3) 2023年度自然科学研究教育センター若手研究者賞

1) 受賞者

Scientific Report (2022) 12: 14577 に掲載の“The first assimilation of Akatsuki single-layer winds and its validation with Venusian atmospheric waves excited by solar heating”筆頭著者：藤澤 由貴子氏（慶應義塾大学 自然科学研究教育センター 研究員）に2023年度慶應義塾大学自然科学研究教育センター若手研究者賞を授

与する。

2) 受賞理由

本論文は、海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用いた金星大気に対するデータ同化システムに、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の金星探査機「あかつき」から得られる観測データを加える

ことで、世界で初めて金星大気の客観解析データを得ることに成功したことを報告したものである。報告された成果の重要性に加え、受賞者が、筆頭著者として研究に主要な貢献を行ったこと、および責任著者として研究組織を牽引したことが高く評価された。

3) 受賞コメント

このたびは、今年度から創設された若手研究者賞を頂くこととなり、大変嬉しく光栄に思います。本研究は、金星大気における観測研究と数値シミュレーション研究における双方の知見を共有することで成し遂げられるものです。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の金星探査機「あかつき」や海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」に関わる方々をはじめとするたくさんの研究者の協力によって、本成果が得られました。これまでに積み重ねられてきた研究に関わる方々のご尽力に支えられ、本研究に従事できていることを誇りに思います。本研究の客観解析データが、金星大気の運動を解明する新たな糸口となることを期待しています。所属する自然科学研究教育センターでは、多様な分野の研究者が受け入れられる土壌にある中で、世界で初めての取り組みに挑戦することができました。恵まれた研究環境に感謝するとともに、これからも新しい研究を生み出すべく、より一層の努力を続けていきます。

4) 論文概要

海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用いた金星大気に対するデータ同化システムに、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の金星探査機「あかつき」から得られる観測データを加えることで、世界で初めての金星大気の客観解析データを作成することに成功した。金星は厚い雲層によって空全体を覆われており、内部の大気の運動についてはほとんどわかっていない。時間と空間が限られた衛星観測のみでは、その全体像を把握することは難しい。また、大気大循環モデルを用いた大気運動の数値シミュレーションも試みられているが、金星大気の運動を正確には再現できていない。今回の研究では、地球の気象予報や気象学研究で用いられているデータ同化手法を金星の大気大循環モデルに導入し、「あかつき」の紫外線イメージャー（UVI）から得られる高解像度かつ高頻度の水平風速の観測データを取り込むことで、風速・温度・気圧場を含む金星大気の全球にわたる客観解析データを作成することに成功した。数値モデルの不確実性と観測データの間欠性を補い合う今回の研究成果は、観測データと数値モデルの両方を最大限に活用でき、金星大気の運動を解明する新たな糸口となることが期待される。

資料編

大学自然科学研究教育センター協議会委員

2023年4月1日～2024年3月31日

常 任 理 事	岡田 英史	
所 長	井奥 洪二	(2023年9月30日まで)
	岡本 昌樹	(2023年10月1日から)
副 所 長	南 就将	(2023年9月30日まで)
	糟谷 大河	(2023年10月1日から)
	河野 礼子	
文 学 部 長	倉田 敬子	(2023年9月30日まで)
	佐藤 孝雄	(2023年10月1日から)
経 済 学 部 長	駒形 哲哉	
法 学 部 長	堤林 剣	
商 学 部 長	岡本 大輔	(2023年9月30日まで)
	牛島 利明	(2023年10月1日から)
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	(2023年9月30日まで)
	野末 聖香	(2023年10月1日から)
薬 学 部 長	三澤日出巳	(2023年9月30日まで)
	有田 誠	(2023年10月1日から)
文学部日吉主任	市川 崇	
経済学部日吉主任	柏崎千佳子	(2023年9月30日まで)
	中野 泰志	(2023年10月1日から)
法学部日吉主任	大久保教宏	
商学部日吉主任	福澤 利彦	(2023年9月30日まで)
	段 瑞聡	(2023年10月1日から)
医学部日吉主任	南 将	(2023年9月30日まで)
	井上 浩義	(2023年10月1日から)
理工学部日吉主任	井上 京子	(2023年9月30日まで)
	小菅 隼人	(2023年10月1日から)
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	(2023年9月30日まで)
	七字 眞明	(2023年10月1日から)

日吉メディア センター所長	横山 千晶	
KIC副所長／日 吉 地 区	安田 淳	(2023年9月30日まで)
	小林 宏充	(2023年10月1日から)
教 養 研 究 センター所長	片山 杜秀	
外国語教育研究 センター所長	七字 眞明	
日吉キャンパス 事 務 長	國分 紀嗣	(2023年10月31日まで)
	黒田 修生	(2023年11月1日から)
自然科学研究教育 センター事務 長	大古殿憲治	(2023年10月31日まで)
	安川 力	(2023年11月1日から)

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
 令和 6（2024）年 3月29日改正

（設置）

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

（目的）

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

（事業）

第3条 センターは、前条の目的を達成するために、次の事業を行う。

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

（組織）

第4条 ① センターに次の教職員を置く。

- 1 所長
- 2 副所長 若干名
- 3 所員 若干名
- 4 研究員 若干名
- 5 共同研究員 若干名
- 6 事務長
- 7 職員 若干名

② 所長は、センターを代表し、その業務を統括する。

③ 副所長は、所長を補佐し、所長に事故あるときはその職務を代行する。

④ 所員は、原則として兼担所員または兼任所員とし、センターの趣旨に賛同して、目的達成のために必要な研究または職務に従事する。

⑤ 研究員は特任教員および研究員（有期）とし、事業を推進すべく研究および職務に従事する。

⑥ 共同研究員は事業を推進すべく研究および職務に従事する。

⑦ 国内外の研究者に関しては、別に訪問学者を置くことができる。

⑧ 事務長は、センターの事務を統括する。

⑨ 職員は、事務長の指示により必要な職務を行う。

（協議会）

第5条 ① センターに協議会を置く。

② 協議会は、次の者をもって構成する。

- 1 所長
- 2 副所長
- 3 事務長
- 4 大学各学部長
- 5 大学各学部日吉主任
- 6 日吉研究室運営委員長
- 7 日吉メディアセンター所長
- 8 日吉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、調達会計部の定めるところによる。

（規程の改廃）

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

附 則（2024年3月29日）

この規程は、2024年3月29日から施行する。

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2024/3/31現在)

1. 運営委員会 (21名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	経済学部	教授	化学	井奥 洪二 (~9/30)
委員長	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (9/30まで委員、10/1より委員長)
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (~9/30)
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 (10/1~)
委 員	文学部	准教授	生物学	倉石 立 (10/1~)
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 (~9/30)
委 員	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀 (10/1~)
委 員	経済学部	准教授	自然地理学	丹羽 雄一 (10/1~)
委 員	法学部	教授	英文学	横山 千晶 (~9/30)
委 員	法学部	准教授	化学	志村 正
委 員	法学部	専任講師	生物学	林 良信 (10/1~)
委 員	法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎 (~9/30)
委 員	医学部	教授	物理学	三井 隆久
委 員	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠
委 員	医学部	准教授	化学	久保田真理
委 員	理工学部	准教授	生物学	堀田 耕司 (~9/30,12/1~)
委 員	環境情報学部	准教授	気象・環境情報学	宮本 佳明 (10/1~)
委 員		事務長		大古殿憲二 (~10/31)
委 員		事務長		安川 力 (11/1~)

2. 行事委員会 (14名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠 (~9/30)
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正 (10/1~)
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二 (~9/30)
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (~9/30)
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 (~9/30)
委 員	文学部	助教(有期)	生物学	田口 瑞姫 (~9/30)
委 員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河 (10/1~)
委 員	文学部	助教(有期)	化学	小畠 りか (10/1~)
委 員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦 (10/1~)
委 員	法学部	助教(有期)	生物学	杉本 親要 (10/1~)
委 員	商学部	助教(有期)	物理学	横倉 諒 (10/1~)
委 員	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋 (~9/30)

3. 広報委員会（11名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正 (～9/30)
委員長	法学部	専任講師	生物学	林 良信 (9/30まで委員、10/1より委員長)
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二 (～9/30)
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (～9/30)
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (10/1～)
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	化学	土居 志織 (10/1～)
委 員	法学部	助教(有期)	生物学	植松 圭吾 (10/1～)
委 員	医学部	助教	化学	大石 毅

4. 構想委員会（15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 (～9/30)
委員長	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀 (10/1～)
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二 (～9/30)
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (～9/30)
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (10/1～)
委 員	文学部	教授	心理学	伊澤 栄一 (10/1～)
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 (10/1～)
委 員	法学部	教授	物理学	下村 裕 (10/1～)
委 員	法学部	准教授	生物学	小野 裕剛 (10/1～)
委 員	商学部	教授	物理学	新田 宗土 (～9/30)
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 (～9/30)
委 員		事務長		大古殿憲治 (～10/31)
委 員		事務長		安川 力 (11/1～)

5. 一貫教育校との連携委員会（13名）

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	准教授	化学	久保田真理
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二 (～9/30)
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (～9/30)
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (10/1～)
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 (10/1～)
委 員	文学部	助教	生物学	古川 亮平 (10/1～)
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充 (10/1～)
委 員	法学部	助教	物理学	森本 睦子 (～9/30)
委 員	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一
委 員	理工学部	教授	電子工学	中野 誠彦
委 員	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登 (10/1～)
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 65名（2024/3/31現在）

◎所長、 ○副所長

		学 部	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎	文学部	教授	化学	岡本 昌樹	2023/4/1～2025/3/31
2	○	文学部	教授	人類学	河野 礼子	2023/4/1～2025/3/31
3	○	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河	2023/4/1～2025/3/31
4		文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2023/4/1～2025/3/31
5		文学部	教授	生物心理学	伊澤 栄一	2023/4/1～2025/3/31
6		文学部	准教授	生物学	倉石 立	2023/4/1～2025/3/31
7		文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏	2023/4/1～2025/3/31
8		文学部	准教授	心理学	寺澤 悠理	2023/4/1～2025/3/31
9		文学部	助教	生物学	古川 亮平	2023/4/1～2025/3/31
10		文学部	助教(有期)(自然科学)	自然科学	小畠 りか	2023/4/1～2024/3/31
11		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	田口 瑞姫	2023/4/1～2024/3/31
12		経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2023/4/1～2025/3/31
13		経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2023/4/1～2025/3/31
14		経済学部	教授	数理解物理学	池田 薫	2023/4/1～2025/3/31
15		経済学部	教授	数学	桂田 昌紀	2023/4/1～2025/3/31
16		経済学部	教授	心理学	中野 泰志	2023/4/1～2025/3/31
17		経済学部	教授	生物学	福山 欣司	2023/4/1～2025/3/31
18		経済学部	教授	生物学	有川 智己	2023/4/1～2025/3/31
19		経済学部	准教授	自然地理学	丹羽 雄一	2023/4/1～2025/3/31
20		経済学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	戸金 大	2023/4/1～2024/3/31
21		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	早田 智也	2023/4/1～2024/3/31
22		法学部	教授	物理学	小林 宏充	2023/4/1～2025/3/31
23		法学部	教授	物理学	下村 裕	2023/4/1～2025/3/31
24		法学部	教授	物理学	杉本 憲彦	2023/4/1～2025/3/31
25		法学部	教授	英文学	横山 千晶	2023/4/1～2025/3/31
26		法学部	准教授	生物学	小野 裕剛	2023/4/1～2025/3/31
27		法学部	准教授	化学	志村 正	2023/4/1～2025/3/31
28		法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎	2023/4/1～2025/3/31
29		法学部	専任講師	生物学	坪川 達也	2023/4/1～2025/3/31
30		法学部	専任講師	化学	土居 志織	2023/4/1～2025/3/31
31		法学部	専任講師	生物学	林 良信	2023/4/1～2025/3/31
32		法学部	助教	物理学	森本 睦子	2023/4/1～2025/3/31
33		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	植松 圭吾	2023/4/1～2024/3/31
34		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	草島 美幸	2023/10/1～2024/3/31
35		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	杉本 親要	2023/4/1～2024/3/31
36		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	藤田 麻里 ^{*1}	2023/4/1～2023/7/31
37		商学部	教授	数学	白旗 優	2023/4/1～2025/3/31
38		商学部	教授	物理学	新田 宗土	2023/4/1～2025/3/31
39		商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2023/4/1～2025/3/31
40		商学部	教授	物理学	松浦 壮	2023/4/1～2025/3/31
41		商学部	教授	物理学	フサキ, アントノ	2023/4/1～2025/3/31
42		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	横倉 諒	2023/4/1～2024/3/31
43		医学部	教授	化学	井上 浩義	2023/4/1～2025/3/31
44		医学部	教授	生物学	藤猪 英樹	2023/4/1～2025/3/31
45		医学部	教授	物理学	三井 隆久	2023/4/1～2025/3/31
46		医学部	教授	数学	南 就将	2023/4/1～2025/3/31

資料編

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

※1 期中で登録解除

2. 研究員／特任教員 3名（2024/3/31現在）

	研 究 所	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(常勤)	物理学	猪谷 太輔	2023/4/1～2024/3/31
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	2023/4/1～2024/3/31
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	2023/4/1～2024/3/31
4	自然科学研究教育センター	大学特任助教(有期)(常勤)(研究)	物理学	仇 澤彬	2023/4/1～2024/3/31

3. 共同研究員 23名（2024/3/31現在）

	研 究 所	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	新井 哲也	
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※1	
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	鳥居 隆史	
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	
16	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	
18	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	
19	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	
20	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	
21	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	
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	
23	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45名（2024/3/31現在）

	研 究 所	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	石川 健三	
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	衛藤 稔	
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	勝田 篤 ^{※2}	
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	戸田 晃一 ^{※2}	
9	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	
10	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	山田 裕史 ^{※2}	
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	物理学	木村 太郎	
14	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	
15	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	土屋 俊二	
16	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	疋田 泰章	
17	自然科学研究教育センター	訪問准教授	化学	藤森 宏高	
18	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	三角 樹弘	
19	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	藤森 俊明	
20	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	吉井 涼輔	
21	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	鎌田 翔	
22	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	フェヨシュ, ゲルゲイ ピーター	
23	自然科学研究教育センター	訪問助教	物理学	正木 祐輔	
24	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	雨宮 史年	
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	グラス, フィリップ エドワード	
30	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	
31	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	柴尾 晴信	
32	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	居石 直久	
33	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	
34	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	
35	自然科学研究教育センター	訪問研究員	生物学	長尾 英幸	
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	田屋 英俊	
38	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	パシニ, マルコ	
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	濱田 佑	
41	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	
42	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	宮本 朋和	
43	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	安井 繁宏	
44	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	
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	甘利 悠貴	

※1 複数のプロジェクトに従事（他では共同研究員）。

※2 年度途中からの職位附与

2023 年度の主な活動記録

2023（令和5）年

4月17日	運営委員会（第1回）（回議）
4月24日	運営委員会（第2回）（回議）、協議会（第1回）（回議）
4月25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15日	運営委員会（第3回）
6月21日	協議会（第2回）（回議）
7月26日	サイエンス・メルティング・ポット（第23回）、全体会議（オンライン）
7月31日	運営委員会（第4回）（回議）
8月16日	運営委員会（第5回）（回議）
8月29日	一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ
9月6日	協議会（第3回）（オンライン）
9月8日	運営委員会（第6回）（回議）
10月31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11日	第13回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム
11月24日	運営委員会（第7回）（オンライン）
12月1日	協議会（第4回）（回議）
12月2日	2023年度 自然科学研究教育センター・シンポジウム

2024（令和6）年

1月18日	第50回自然科学研究教育センター講演会
1月31日	自然科学研究教育センター・若手研究者賞表彰式（オンライン）、サイエンス・メルティング・ポット（第24回）（オンライン）
2月27日	運営委員会（第8回）（オンライン）
3月5日	協議会（第5回）（オンライン）
3月15日	自然科学研究教育センター主催・最終講義

※運営委員会、協議会の回覧審議(回議)については、開始日を記載。

刊行物等抜粋

- ①ニューズレター (No.21, 2023年2月発行) ④ポスター (講演会)
 ②ポスター (インターネット望遠鏡シンポジウム)
 ③ポスター (シンポジウム) ⑤ポスター (最終講義)



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名の講師の方々に変更を依頼したところ、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。続いて岡岡仁氏は、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、複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(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

第13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



対面とオンライン
のハイブリッド開催

2023年 11月 11日 (土) 13:00~16:05



対象：学生・教職員・一般 参加費：無料



事前申込用

zoom
オンラインのみ事前申込必要 (先着順 11/8 締切) <https://bit.ly/3nkjVtp>

日吉キャンパス 来往舎シンポジウムスペース

開会の挨拶 五藤 信隆(五藤光学研究所)

13:05~13:20 松本 榮次(佛教大学)
インターネット望遠鏡の歴史について

13:20~13:35 迫田 誠治(防衛大学校)
オープンキャンパスでの展示について

13:35~14:00 戸田 晃一(富山県立大学)
ダ・ヴィンチ祭/APRIM2023/
K-12 Astronomy Education 参加報告

14:00~14:25 山本 裕樹(東北公益文科大学)
NY望遠鏡修理と山形県立鶴岡南高校における取り組み

休憩(20分)

14:45~15:00 榎田 淳子(東海大学)
東海大学望遠鏡を用いた研究および望遠鏡現状報告

15:00~15:25 高田 淑子(宮城教育大学)
インターネットを用いた天体観測の宮教大の取り組み

15:25~15:40 阿部 和希(東海大学)
インターネット望遠鏡周辺機器を用いた気象予測システムの構築

15:40~16:00
インターネット望遠鏡についての議論

閉会の挨拶 戸田 晃一(富山県立大学)

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎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。



2023 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

海と陸の豊かさ —地球環境を考える—

2023 年 12 月 2 日 (土) 13:00 ~ 16:50

目吉キャンパス 第4校舎 B 棟 J11 番教室 (目吉駅徒歩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 (本塾常任理事・慶應義塾大学 理工学部教授)

講演 1 13:10 ▶ 13:50 岸 由二 氏 (慶應義塾大学 名誉教授)

小網代は保全も管理も流域思考

講演 2 13:50 ▶ 14:30 磯辺 篤彦 氏 (九州大学 応用力学研究所 教授 (主幹教授),
海洋プラスチック研究センター / センター長)

海洋プラスチック研究の最前線と今後の展開

講演 3 14:45 ▶ 15:25 吉田 尚弘 氏 (東京工業大学 名誉教授, 東京工業大学地球生命研究所 フェロー,
情報通信研究機構 上席客員研究員)

安定同位体分子を計測して地球環境を理解する

講演 4 15:25 ▶ 16:05 武井 良修 (慶應義塾大学 法学部 准教授)

環境問題と国際法

総合質疑討論 16:15 ▶ 16:45

閉会のあいさつ 16:45 ▶ 岡本 昌樹 (センター所長・慶應義塾大学 文学部教授)

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50回 自然科学研究教育センター講演会



ビッグデータ同化: ゲリラ豪雨予測から予測科学へ

2024年1月18日(木) 16:30~18:00

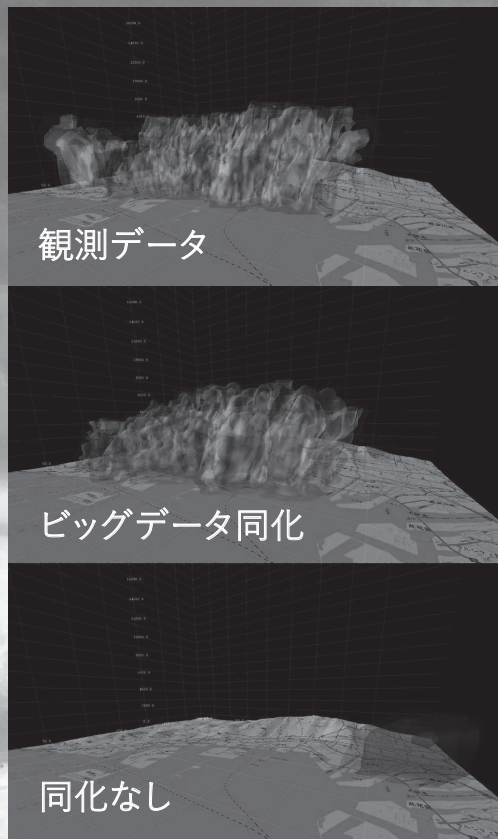
対象: 学生・教職員・一般

参加費無料 / 事前申込必要

申込方法の詳細は、HPをご覧ください。



三好 建正 氏
理化学研究所 計算科学研究センター
データ同化研究チーム チームリーダー



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。

自然科学研究教育センター主催



医学部・南 就将 教授 最終講義

「アンダーソン局在をめぐる数学と感染症の数理モデル」

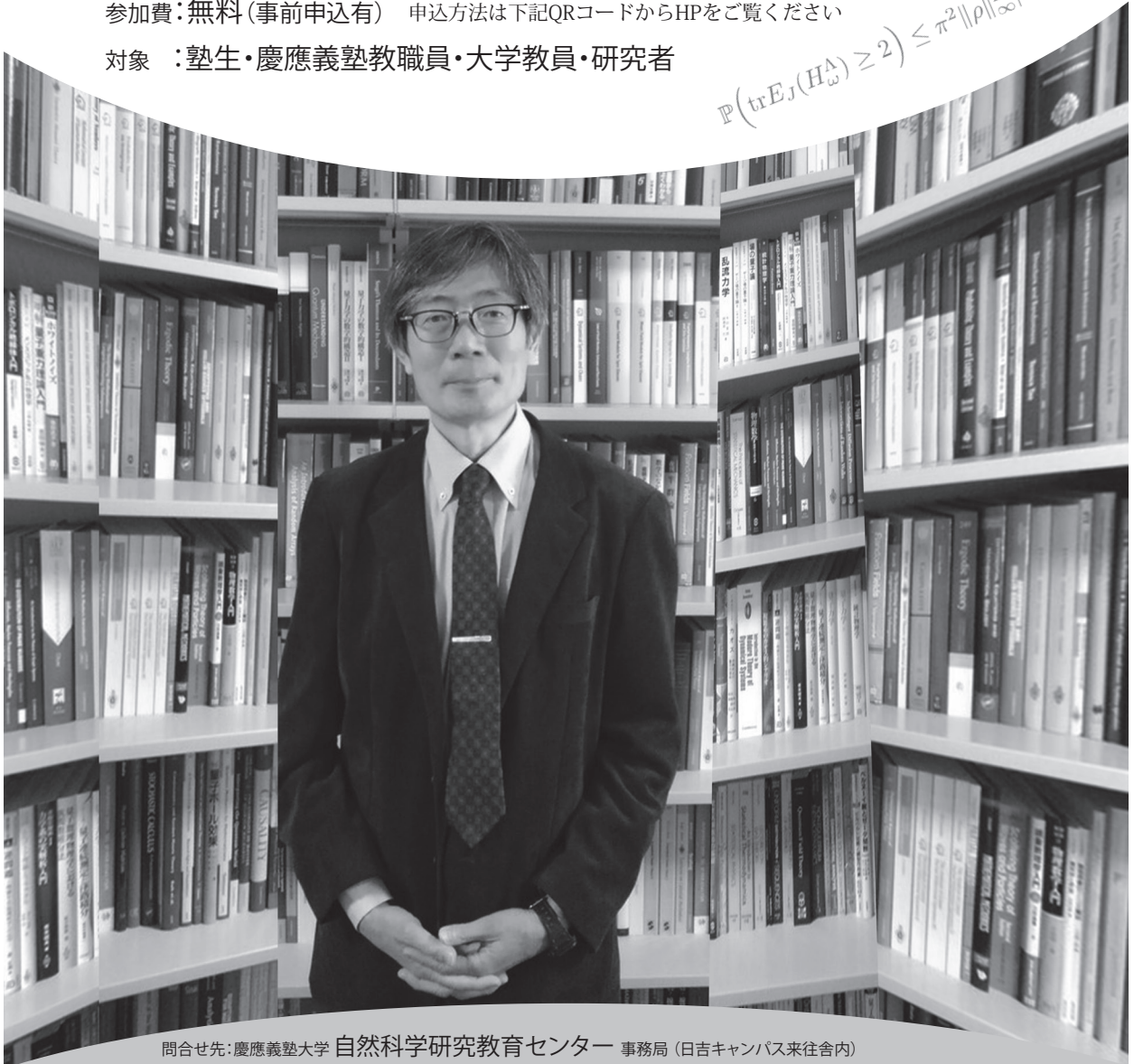
日時 : 2024年 3月15日(金) 15:00-16:30

会場 : 日吉キャンパス来往舎大会議室 司会者: 医学部・三井隆久

参加費: 無料(事前申込有) 申込方法は下記QRコードからHPをご覧ください

対象 : 塾生・慶應義塾教職員・大学教員・研究者

$$\mathbb{P}(\mathrm{tr} E_J(H_\omega^\Lambda) \geq 2) \leq \pi^2 \|\rho\|_\infty^2 |\Lambda|^{3/2} J^{1/2}$$



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

〒223-8521 横浜市港北区日吉 4-1-1

Tel: 045-566-1111(直通) 045-563-1111(代表) 内線 33016 office@sci.keo.ac.jp

発起人: 経済学部・井奥 洪二(代表)、文学部・岡本 昌樹、経済学部・桂田 昌紀、商学部・白旗 優、経済学部・池田 薫、

医学部・三井 隆久、寺沢 和洋、井上 浩義、久保田 真理、大石 毅、藤猪 英樹、鈴木 忠、中澤 英夫



慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2023年度 年間活動報告書

2024年 6 月28日発行

編集・発行 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

代表者 岡本 昌樹

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

TEL 045-566-1111

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

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

Keio University



REC for NS research and education center for natural sciences