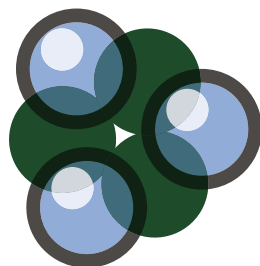


慶應義塾大学

自然科学研究教育センター 2020年度 年間活動報告書



REC for NS
research and education center for natural sciences

2020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. 2020年度活動報告	
1. 運営委員会	3
2. 構想委員会	4
3. 行事委員会	5
4. 広報委員会	6
5. 一貫教育校との連携委員会	6
6. 学際イベント	
1) シンポジウム	
第10回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム	7
2) サイエンス・メルティング・ポット	
第17回サイエンス・メルティング・ポット	7
第18回サイエンス・メルティング・ポット	8
3) 第5回ホヤ研究会（センター主催）	9
7. プロジェクト研究	
1) ゼータ関数・データ関数・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	12
2) 非線形関数解析学における逆問題を介した感染症モデリングへのアプローチ	12
3) 雲乱流における混合輸送現象の解明	13
4) 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	13
5) 量子乱流の2流体結合ダイナミクス	15
6) 金星探査機あかつきのデータ同化に関する研究	16
7) 物理学における渦・ソリトン・位相励起	17
8) 物理学におけるリサージェンス理論の探求とその応用	20
9) 場の量子論	20
10) 離散的手法による時空のダイナミクスの研究	21
11) 構造および形状制御による多孔体材料の高機能化に関する研究	21
12) ハチクマ（タカ目タカ科）の総合的研究	22
13) 生育環境トレースと系統地理解析に基づくシネンシストウチュウカソウの産別識 別	22
14) 海産無脊椎動物受精時の卵活性化を誘起する卵内カルシウムイオン上昇機構の研 究	23
15) 始原新口動物のボディプランに関する研究	23
16) 生命科学における研究伝統の「細胞の意思データベース」解析による再検討	24
17) 酸性温泉のメイオベントス研究	24
18) 単細胞藻の細胞周期の時期をリアルタイムで観察できる蛍光マーカーの作出	25

目 次

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	26
20) 棘皮動物ヒトデ幼生の成長における消化ならびに神経システムの発達	26
21) 棘皮動物ヒトデにおける再構築キメラ個体の変態研究	27
22) クマムシの受精 ―非交型体内受精―	27
23) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	28
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	29
25) 成人不同視性弱視への点眼治療について	30
26) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	30
27) 点字読書速度に及ぼす諸要因の影響	31
8. 教育	
1) 化学実験のオンライン授業用映像教材の開発	32
2) IoT百葉箱の活用による新しい気象学習プログラムの開発	33
3) 生物学教育オンライン化のための試みー生物発生・行動観察のためのVirtual図 鑑Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築	34
9. その他	
1) 2020年度 自然科学部門 新任者研究紹介（センター共催）	36

Ⅲ. 資料編

1. 自然科学研究教育センター協議会委員	38
2. 自然科学研究教育センター規程	39
3. 自然科学研究教育センター運営委員会内規	41
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	43
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	44
6. 共同研究員における大学院生の受入に関する内規	45
7. 自然科学研究教育センター各種委員会委員	46
8. 自然科学研究教育センター構成員	48
9. 2020年度の主な活動記録	52
10. 自然科学研究教育センター刊行物等抜粋	53
①ニュースレター ②ポスター（シンポジウム）	

ポストコロナに求められる科学と非科学

自然科学研究教育センター所長 井 奥 洪 二

新型コロナウイルス感染症COVID-19の拡大によって当たり前の日常が失われてしまいました。COVID-19の影響を受けられた方々に心よりお見舞い申し上げますとともに、献身的に社会を支えている医療・介護従事者やそれぞれの持ち場で奮闘されている方々に心から感謝いたします。

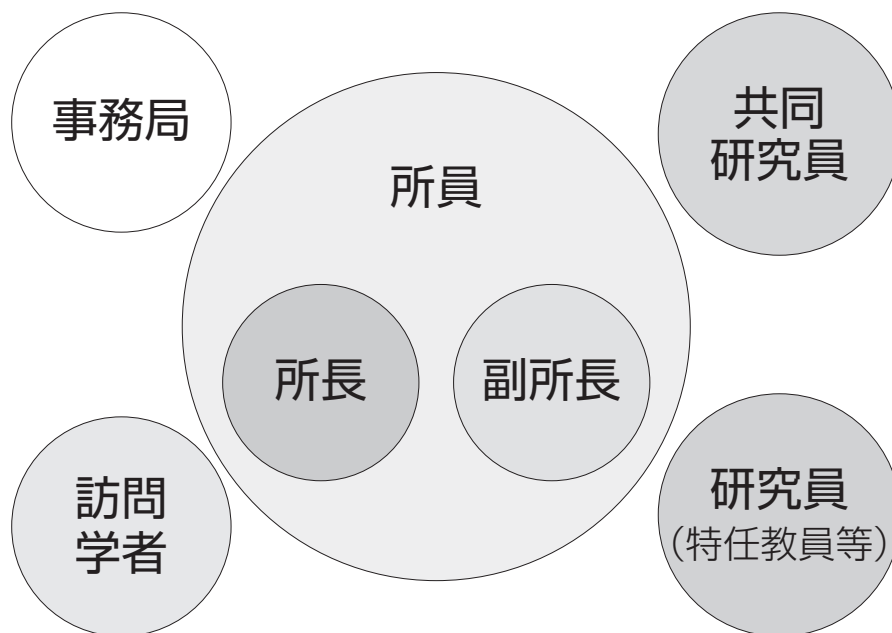
混迷からの回復に向けて、私たちはこれから起こり得ることに、どのように対処すれば良いのでしょうか。Smithら（K. F. Smith, et al., *J. R. Soc. Interface*, 11 [101], (2014) : 20140950, DOI: 10.1098/rsif.2014.0950）によれば、世界の感染症発生数は増加傾向にあるようです。病原体の微生物やウイルスと人との距離が近づいたためであり、その原因は、人類活動にあると多方面から指摘されています。具体的には、農業の進展による家畜の飼育拡大、開発に伴う野生生物との接近、都市化に伴う感染機会の増加、グローバル化による感染拡大の危険性の増加、地球温暖化による病原体の活動の活発化などとされています。私たちの日常生活は、人の本能的な性質と文化に基づく行動、すなわち肉体的・精神的な人と人との接触を基本としています。しかし、この当たり前の日常生活が感染を拡大するため、人との接触を制限することが感染防止対策の基本であり、肉体的なコミュニケーションを必要とするレクリエーション、祭り、演劇、コンサート、スポーツ、展示会などが大打撃を受け、教育機関の休校や美術館、博物館などの閉館が相次ぎました。居酒屋など飲食店も自粛を求められ、街の雰囲気はすっかり変わってしまいました。

感染症に対抗するワクチン、治療薬、治療法の開発などには、科学技術の進展が欠かせません。しかし、それだけでは数多の既存感染症や未知の感染症に対する根源的な対抗策として十分ではありません。人の性質や集団、社会の性質を読み解き、感染症への医科学的対策と合わせて人と社会を総合的に捉えなければ、感染症を制圧して日常を回復するのは容易ではないでしょう。感染拡大の防止と日常の回復には科学技術の進展と合わせて、人文・社会科学の積極的な関与が必要なのです。また、科学者が示す感染症対策と政治家による経済対策はトレードオフの関係にあるため、科学と政治がどのように折り合いをつけるのかが重大な課題です。科学的な妥当性は示せないが、政治的・経済的には仕方がないという決断に迫られることが、今後も頻繁に起こるかもしれません。このような場合、政治的決断に付随するリスク、例えば過剰な安心感など誤解を与えかねない発信の危険について、政治家と科学者は一般市民が納得できるまで根気強く説明を続けることが必要です。こうしたコミュニケーションを強化するためにも、科学と非科学を曖昧にすることなくきちんと区別、整理して、両者の意義を活かせるように連接することが、ポストコロナに向けて重要な鍵となるに違いありません。

かつて、世界的な危機の後には我が国でも劇的な社会的変化が幾度となく起こっています。1929年世界恐慌の翌年には職業婦人と呼ばれる女性の社会進出、1945年第2次世界大戦終了後には今日と変わらぬ女性参政権の実現、1973年オイルショック後には国家を挙げてエネルギー問題と環境問題の抜本的解決を目指すサンシャイン計画の始動、2008年リーマンショック後には国家に依存しない仮想通貨ビットコインの登場など未来に向けた回復です。ポストコロナの社会的変革は、世界の急激なデジタル化に基づく予想され、科学と非科学の機能的な接続が益々重要になります。個々人がそれぞれの立ち位置を見失わず、混迷からの回復を来るべき未来として迎えたいものです。

○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。

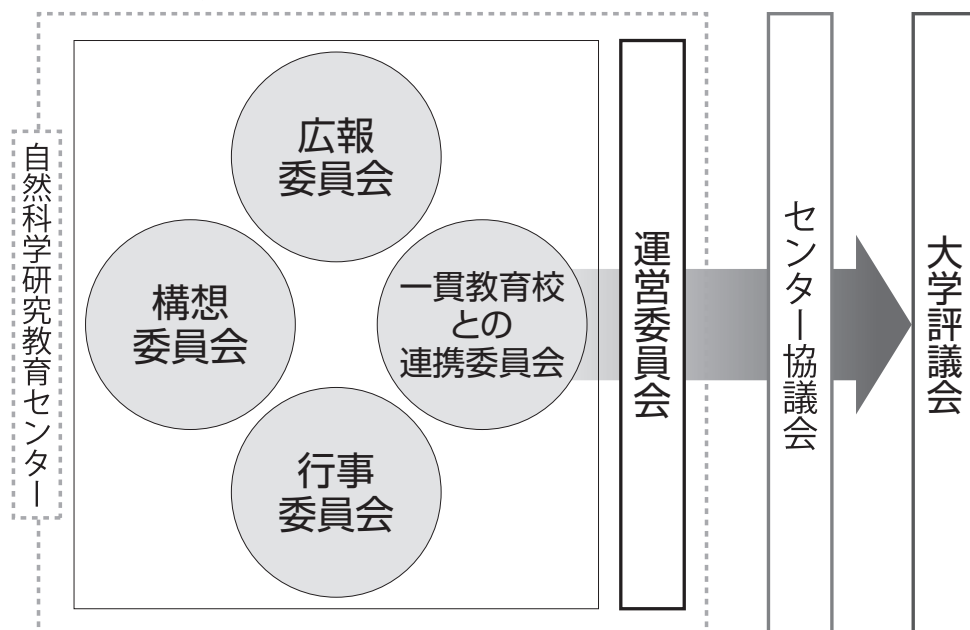
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

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

- ・久保田所員を代表者とする教育・研究調整予算（日吉）が採択され、「化学実験のオンライン授業用映像教材の開発」が実施された。
- ・杉本所員を代表者とする教育・研究調整予算（日吉）が採択され、「IoT百葉箱の活用による新しい気象学習プログラムの開発」が実施された。
- ・倉石所員を代表者とする教育・研究調整予算（日吉）が採択され、「生物学教育オンライン化のための試み—生物発生・行動観察のためのVirtual図鑑 Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE) の構築」が実施された。
- ・当センターが支給する研究プロジェクト費は、コロナ禍の影響を受け部分的な変更を伴いながらも適正に執行された。

2. 運営委員会の開催

本委員会は例年、年に3回開催されるが、第1回目の委員会は新型コロナウイルス対策として、メールによる持ち回り審議とした。また、11月と2月の委員会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）2020年6月12～18日、（2）2020年11月24日、（3）2021年2月26日。

3. 協議会の開催

例年どおり2回の協議会を開催した。新型コロナウイルス対策としてオンライン開催とした。

- （1）2020年9月7日：前年度決算報告、研究員の任用・解嘱、訪問学者の職位付与・期間満了など
- （2）2021年3月4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、研修生受入の検討など

4. 人事

2020年度末時点での当センター構成員の数は次のとおりである。所員67名、研究員3名、共同研究員25名、訪問学者39名である。なお、2020年度の事務局は、事務長大古殿憲治、事務員 鈴木都美子、2020年10月31日まで服部剛久、同年11月1日から綿引裕也の3名体制で稼働した。

5. センター活動

例年開催しているシンポジウム、一貫教育校との連携ワークショップ、講演会、サイエンス・カフェは、新型コロナウイルス感染症への十分な対策をとれる確証が得られないため、やむを得ず中止した。学内研究者のみで開催する比較的小規模の小さなサイエンス・メルティング・ポット（2回）、主催イベント（2回）・共催イベント（1回）についてはオンライン開催とした。また、センター研究プロジェクト（27件）も新型コロナウイルス感染予防・拡大防止を十分に配慮して活発に行われた。詳細は行事委員会や各プロジェクト報告を参照されたい。

（井奥 洪二）

構想委員会

1. 今年度の特記事項

昨年度、他大学の大学院生を受け入れる制度として、共同研究員（院生研究員）制度を設けた。すでに利用されて、順調に実績ができています。今年度は、他大学の学部生を受け入れる制度として、研修生という制度について検討を行った。本制度は、共同研究員には収まらない新しい枠組みとなることから、規程改訂にまで及ぶ。そのため、職員や所長とも多くの時間・機会を設けて、国内外や塾内の制度調査を行い、議論・調整を行った。それらの資料をもとに、構想委員会でも、活発な議論が行

われた。肯定的な意見が多く、ぜひ推進すべき制度として構想委員会にて承認された。本制度が設けられることで、塾内のみならず近隣の他大学とも有機的に研究・教育活動が行われ、本センターの将来発展が益々推進されると期待している。なお、2021年4月より委員長はサバティカルのため、委員長交代の回覧審議を実施した。

2. 構想委員会の開催

今年度はオンラインの会議を1回、委員長交代の回覧審議を1回、開催した。

（小林 宏充）

行事委員会

1. 行事委員会の開催

今年度は行事委員会（Zoom会議）を下記のとおり開催した。

（1）2020年6月8日、（2）2021年3月10日

2. サイエンス・メルティング・ポットの実施（詳細はⅡ.6.2）を参照のこと）

（第17回）

日 時：2020年7月27日（月）16：00～17：30

場 所：オンライン開催

講演 1

講 師：寺澤 悠理（文学部心理学教室准教授・所員）

題 目：感情に”気付く”？

講演 2

講 師：糟谷 大河（経済学部生物学教室准教授・所員）

題 目：南島島きのご探索記

参加者：29名

（第18回）

日 時：2020年1月25日（月）13：00～14：30

場 所：オンライン開催

講演 1

講 師：河野 礼子（文学部人類学教室教授・所員）

題 目：ミャンマーの古生物調査

講演 2

講 師：吉川 夏彦（法学部生物学教室助教・所員）

題 目：オオサンショウウオが来た道：ゲノム情報

で解き明かすその歴史と現状

参加者：25名

3. 自然科学部門との共催 新任者研究紹介の実施（詳細はⅡ.9.1を参照のこと）

日 時：2020年10月23日（金）18：15～20：30

場 所：オンライン開催

講演 1

講 師：戸金 大（経済学部生物学教室助教・所員）

講演 2

講 師：田中 正敦（商学部生物学教室助教）

講演 3

講 師：高橋 弘（商学部数学教室准教授）

参加者：26名

4. 所員からの申請によるイベントの実施

センター主催イベント（詳細はⅡ.6.3を参照のこと）

第5回ホヤ研究会

日 時：2020年10月30日（金）～31日（土）

会 場：オンライン開催

参加者：78名

センター主催イベント

（詳細はⅡ.6.1を参照のこと）

第10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：2020年11月28日（土）14：00～17：00

会 場：オンライン開催

参加者：23名

（杉本 憲彦）

広報委員会

1. 広報委員会の開催

2020年度については、対面式会議は開催せず、必要に応じてメール審議を行った。主な議題は、「第10回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」ポスター案について、および「ニュースレター第19号」案についてであった。

2. イベントのWeb、ポスター、チラシなどによる広報

例年の方針に基づいて活動を行った。2020年度に開催された、「第5回ホヤ研究会」と「第10回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」の両イベントについて、センターWebサイトで広報した。「第10回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」ではポスターを作成し、各キャンパスや一貫教育校に掲出をお願いした。

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

ポスターについてはIII-10を参照。Webサイトでも閲覧できる。

3. ニュースレター

例年、年に2回刊行しているニュースレターであるが、2020年度は2月に1回発行した。2021年2月26日発行の第19号はA4判4ページの体裁で、800部作成し、日吉・矢上キャンパスの全教員、一貫教育校、各キャンパスに配布した。

内容についてはIII-10を参照。Webサイトでも閲覧できる。

4. 2020年度活動報告書

例年通りのスケジュールで、2021年3月12日を締め切りとして、原稿収集を行った。

5. Webサイトの証明書更新と改修

日本語Webサイトについて2020年度は、証明書を更新するとともに、サイトすべてをSSL配下におき、https仕様とした。中期的には、CMSのシステム入れ替えやレスポンシブデザインの導入などを行いながら、2018年4月公開の新しい英語Webサイトに合わせる方向で徐々に改修していく必要性が確認された。

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

(志村 正)

一貫教育校との連携委員会

1. 本年度の特記事項

本年度は新型コロナウイルスの感染拡大の状況により、本委員会のイベントである「一貫教育校との連携ワークショップ」を開催することを断念した。

2. 連携委員会の開催

すべて、メール審議で行った。

(久保田真理)

学際イベント

1) シンポジウム

第10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：2020年11月28日（土）14：00～17：30（オンライン形式で開催）

会 場：オンライン形式で開催

参加者数：23名（塾内関係者数：5名）

プログラム

14：00～14：50

第Ⅰ部 研究報告についての質疑応答

※3日前にPDF・動画をアップしておき、当日はZoomで質疑応答のみ実施

- 1) 山形県立鶴岡南高校の観測—食変光星の多色測光—
山本 裕樹（東北公益文科大学）
- 2) トレーニングモードによるインターネット望遠鏡の
取り組み
「大学でのインターネット望遠鏡の取り組み」
松本 榮次（神戸大学大学院）
- 3) インターネット望遠鏡を利用した月の継続観測一月
と地球の公転運動の解析—
大羽 徹（名古屋大学教育学部附属中・高等学校）
- 4) ITP課題バンク整備に向けた取り組み
中西裕之（鹿児島大学）
- 5) MX-HD赤道儀について
近藤 弘之（五藤テレスコープ）

休憩（10分）

15：00～17：00

第Ⅱ部 プロジェクトの活動方針等に関する議論

- 1) ITPバンクについて
- 2) 寄付について
- 3) その他

コロナウイルスの感染状況を考慮して今回のシンポジウムは、Zoomを利用したオンライン会議であったが、北は秋田大学から、南は鹿児島大学からの参加者を得て、第Ⅰ部では予めアップしてあった報告に対する質疑応答、第Ⅱ部では用意してあった議題に関して活発な議論がなされた。ITPのシンポジウムとしては初めてのオンラインミーティングであったが、大変有意義な会議となったことを報告したい。特に第Ⅱ部の議題（その他）では、ITPの今後の在り方に関して議論がなされ、組織の在り方として運営委員会を立ち上げることと、ITPメンバー間の意思疎通を密にするために、オンラインでのITP会議を年に数回開催することが確認できたことは、今回の会議の大きな成果である。

（小林 宏充）

2) サイエンス・メルティング・ポット

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

第17回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2020年7月27日（月）16：00～17：30

場 所：会議ツール『ZOOM』によるオンライン開催

参加者数：29名

プログラム

形 式：講演30分、質疑応答15分

司 会：前半担当 岡本 昌樹（文学部化学教室教授）

後半担当 有川 智己（経済学部生物学教室教授）

（1）16：00～16：45

演 題：感情に”気付く”？

講 師：寺澤 悠理（文学部心理学教室准教授）

（2）16：45～17：30

講演要旨1

「感情に”気付く”？」

寺澤 悠理（文学部心理学教室准教授）

あなたはいまどのような感情状態ですか？、と問われれば、私たちは自分の状態や置かれている状況といった情報をもとに、落ち着いている、不安だというように答えることができます。あるいは、幸せだった、怖かったといった言葉を使って、他者と自分の気持ちを共有しようします。

このようなコミュニケーションを通じて、あたかも人間には自分の感情状態を察知して表現する能力が均等に備わっているように私たちは感じています。しかし、

様々な精神疾患や心身症の病態が研究されるにつれて、この能力には大きな個人差があり、そのことが病態そのものと深く関連していることが分かってきました。また、そもそも状況に応じて、感じるべき感情が存在するのか、そしてそれは普遍的なものであるのか、といった問題にも注目されるようになってきました。

今回のトークでは、このような背景に基づいて、この問題に対する心理学や認知神経科学の挑戦の仕方をご紹介します。人間が自分の感情を認識するために、脳と身体、そして心がどのように関連しているのかについて考えます。

講演要旨2

「南鳥島きのご探索記」

糟谷 大河（経済学部生物学教室准教授）

南鳥島は日本最東端に位置し、周囲に他の島や大陸は存在しない。また、小笠原諸島や琉球列島のような島々とは全く位置関係が異なり距離的にも大きく隔てられている。南鳥島は周囲約6kmのほぼ平坦な三角形をなした小島で、生物相の全域調査はしやすいと思われるが、アクセスするための民間の航空便や船便は存在しないため、多くの分類群で調査は手つかずである。演者らは防衛省・環境省協力のもと、2019年6月4日～20日にかけて、南鳥島における初の本格的なきのご類の分布調査を実施したので、その概要を紹介する。

島内のモモタマナ林やモクマオウ林、および島外周に広がる海岸植生域等において、きのご類の子実体を探索

し、採集したほか、メタゲノム解析のための土壌・砂サンプルを採集した。さらに海水のメタゲノム解析のために、海岸の4地点より2リットルずつ海水を採取した。また、島の西海岸部にて、空気中に含まれる孢子等を採取するため、一昼夜を通して4時間ずつ計4回（各回約1,000リットル）の空気をポンプで引き、フィルターに吸着させてサンプリングした。

今回は計60点のきのご類の標本を採集できた。種同定が可能であったもの（スエヒロタケ、ヒイロタケ、ツノマタタケ等）については、汎世界的に分布する種が多かった。一方で、東南アジアやオセアニアとの共通種の存在も認められた。その他、南鳥島の菌類相の特徴としては、1）多様性が低く、2）土壌・海浜植生が貧弱で、3）大型の子実体を形成するサルノコシカケ類を欠く、等が示唆された。

第18回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2021年1月25日（月）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：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 寺澤 悠理（文学部心理学教室准教授）

後半担当 糟谷 大河（経済学部生物学教室准教授）

（1）13：00～13：45

演 題：ミャンマーの古生物調査

講 師：河野 礼子（文学部教授）

（2）13：45 - 14：30

演 題：オオサンショウウオが来た道：ゲノム情報で解き明かすその歴史と現状

講 師：吉川 夏彦（法学部生物学教室助教）

講演要旨 1

「ミャンマーの古生物調査」
河野 礼子（文学部教授）

ミャンマー中央を南北に流れるエーヤワディー川（旧名イラワジ川）両岸に広がる低地帯は、熱帯サバナ気候に分類されていて灌木林や草原が広がっているため化石が残りやすく、19世紀末から様々な動物化石が見つかることが知られていた。京都大学霊長類研究所の高井正成は1998年からミャンマーでの古生物学的発掘調査を開始し、2002年からはこの中央低地帯のイラワジ堆積層を対象とした調査を継続してきた。演者はこの調査隊に2013年から参加して、ほぼ年1回の現地調査に加わるとともに、日本での標本分析などをおこなっている。本日はこ

の調査の概要と、ミャンマー現地での暮らしなどについても紹介したい。

イラワジ堆積層の年代は後期中新世～鮮新世と考えられる。これまでにエーヤワディー川周辺の5地域にてこの年代幅のうちの様々な年代の化石調査を実施し、霊長類を含む多様な動物化石を回収してきた。ここ数年は南部のマグウェイとイエナーンジャウンを拠点として後期中新世初頭の化石調査を進めており、少なくとも2種の大型類人猿化石が得られている。同地域からはフランスの調査隊によって2011年にコラトピテクスの化石発見が報告されており、われわれの調査隊の化石資料についても目下分析中である。

講演要旨 2

「オオサンショウウオが来た道：ゲノム情報で解き明かすその歴史と現状」
吉川 夏彦（法学部生物学教室助教）

オオサンショウウオは全長100cmに達することも珍しくない世界最大の両生類の一種である。愛知県・岐阜県から西の本州と九州の大分県に自然分布することが知られており、最近になって新たに四国でも生息が確認されている。本種は河川の中流から上流域に生息し、一生の間にほとんど水から出ることがない完全な水生の両生類であるが、それにもかかわらず水系を超えた広い範囲に分布しているのはどうしてなのだろうか。この問題を解明するべく演者らはオオサンショウウオの地域集団間の遺伝的分化パターンを調査した。ミトコンドリアDNA

の部分塩基配列の分析をおこなったところ、鈴鹿山地より東の愛知・岐阜の集団と近畿以西の集団の間に大きな違いがあることがわかったが、分布域の大部分を占める近畿以西の集団の中は遺伝的な多様性が非常に小さかった。さらに核ゲノムの一塩基多型（SNP）遺伝子座の分析をおこなったところ、上記の愛知・岐阜（伊勢湾水系）に加えて近畿以西の集団が大きく東西の2集団に分化していることが明らかになった。このパターンは、太平洋側（瀬戸内側）の水系の集団に関しては最終氷河期に海面の低下によって出現したとされる古水系の分布とおおむね一致した。日本海側の集団の多くは隣接する瀬戸内側水系の集団と近縁だったことから、日本海側への分散は河川争奪による水系の接続が影響しているものと推定された。

3) 第5回ホヤ研究会（センター主催）

日 時：2020年10月30日（金）～31日（土）
会 場：オンライン形式で開催
参加者数：78名

プログラム
10月30日（金）

13：00～13：05 開会の辞

セッション1 座長：堀田耕司（慶應大）

13：05～13：25

「ホヤ初期胚における遺伝子発現調節と細胞分化・形態形成の研究」

藤原グループ（高知大学 理工学部 化学生命理工学

科）

13：25～13：55

「カタユウレイボヤ姉妹種（*C. robusta*, *C. intestinalis*）を新たな研究モデルに！熱ストレスの影響における発生緩衝の仕組みと、世代間継承について」

環境発生進化学研究室（お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系）

13：55～14：25

「原子間力顕微鏡を用いた初期発生胚の時空間メカニクス」

岡嶋グループ（北海道大学 大学院情報科学研究院 細胞生物工学研究室）

14：25～14：35 Coffee break

2020年度活動報告書

セッション2 座長：小沼健（大阪大）

14：35～14：55

「ニップルアレイ構造は体表の接着力を低下するか？」

広瀬裕一（接着・付着研究グループ，琉球大学／茨城大学）

14：55～15：35

「ホヤの変態メカニズムに関する新知見」

笹倉研究室（筑波大学 生命環境系 下田臨海実験センター）

15：35～15：45 Coffee break

セッション3 座長：日下部岳広（甲南大）

15：45～16：35

「ホヤを用いたイメージングおよび定量解析による発生・進化解明」

堀田グループ（慶應大学大学院 理工学研究科 基礎理工学専攻）

16：35～17：15

「ホヤのゲノムと発生の研究」

佐藤グループ（京都大学大学院 理学研究科）

17：15～17：25 Coffee break

セッション4 座長：熊野岳（東北大）

17：25～17：45

「in silicoスクリーニングによるホヤ抗菌ペプチドの網羅的探索」

大塚幸雄（産業技術総合研究所 バイオメディカル研究部門）

17：45～18：00

「ホヤを用いた恒常性維持の進化についての研究」

関口グループ（金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設）

18：00～18：10

「ホヤ類の系統分類学的研究」

長谷川尚弘（北海道大学理学院自然史科学専攻 多様性生物学講座Ⅰ）

18：10～18：20

「ホヤ付着・変態に於ける基質選択と基質濡れ性」

泉水 奏（接着・付着研究グループ，琉球大学／茨城大学）

18：30～21：30 オンライン懇親会（途中入退出自由）

10月31日（土）

セッション5 座長：笹倉靖徳（筑波大）

9：00～9：40

「ホヤを用いた形態形成機構の解明」

Munroグループ（シカゴ大学）

9：40～10：30

「マボヤの原腸陥入と単離内胚葉割球のブレブ形成活性について 脊索動物オタマボヤをもちいて左右形成の新しい領域を開拓する」

西田研究室（大阪大学 大学院理学研究科 生物科学

専攻）

10：30～10：40 Coffee break

セッション6 座長：堀江健生（筑波大）

10：40～10：50

「グループ浅虫の紹介」

グループ浅虫（東北大学 生命科学研究科 浅虫海洋生物学教育研究センター）

10：50～11：15

「ホヤの自家不和合機構と精子プロテアーゼの役割」

澤田均グループ（金城学院大学 生活環境学部 食環境栄養学科）

11：15～12：05

「カタウレイボヤ幼生の中樞神経系の発生と機能」

日下部研究室（甲南大学 理工学部／統合ニューロバイオロジー研究所）

12：05～13：00 昼休み

セッション7 座長：関口俊男（金沢大）

13：00～13：30

「シングルセル解析を応用した脳神経回路の発生とその生理機能に関する研究」

堀江研究室（筑波大学 下田臨海実験センター）

13：30～14：10

「第5期ナショナルバイオリソース事業へ向けたホヤ研究」

笹倉靖徳、佐藤ゆたか、吉田学

（筑波大学 生命環境系 下田臨海実験センター；京都大学 大学院理学研究科 動物学教室；東京大学 三崎臨海実験所）

14：10～14：30 ラウンドテーブルディスカッション

14：30～14：35 閉会の辞

当初来往舎において開催予定であったがコロナのため、Zoomを用いたオンライン開催へと変更し、実行委員作成HP（<https://sites.google.com/view/hoya5th/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0>）より3カ月前からアナウンスした。

参加者は78名、沖縄から北海道まで20グループの大学、研究機関およびアメリカからの遠隔地からの参加もあり、遠隔地からも容易に参加可能なオンラインの利点を大いに活かした研究会となった。

2日間にわたる会議は7つのセッションからなり18演題のオンライン口頭発表が行われた。内容はホヤ類に関わるさまざまな分野の発表（発生学、生態学、分子生物学、生理学、神経科学、生物物理学、分類学、バイオインフォマティクス）が行われ、質疑応答では活発な議論が交わされた。あらかじめ質問がある場合はチャット欄に「質問」と入力し、質疑応答時間に座長が入力した順に指名していく手順は効率的であった。また各セッションに設けられたCoffeeBreakでも引き続き意見交換する

ことができた。1日目の懇親会では実行委員によって準備されたオンラインレクリエーション企画が行われ研究グループ間の老若男女問わず親睦を深めることができた。オンライン開催という初めての試みの中、HPの作成、要旨集の作成、レクリエーション企画、発表中のさまざまなトラブル対応など実行委員である6人の学生の助けなしには本大会の成功は得られなかった。この場を借りて改めて感謝したい。

(堀田耕司)

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。なお、本研究は研究代表者の科学研究費「ゼータ関数の加重・多重平均化一定式化と挙動解明」（課題番号：17K05182）より一部補助を受けた。

以下、2020年度の研究の主な進展について、特に代表者に関連したものに限定して述べる。

〔I〕一般化された正則 Eisenstein 級数の完全漸近展開とその応用：本研究代表者らは、古典的な正則 Eisenstein 級数を Lerch ゼータ関数の形に拡張して定義された、複素上半平面のパラメタ z に対して $(1, z)$ を基底とする一般化された正則 Eisenstein 級数に対して、 z が扇状領域 $0 < \arg z < \pi$ 内を $z \rightarrow \infty$ となるときの z の完全漸近展開を導出した。この漸近展開公式の応用として、Riemann ゼータ関数 $\zeta(s)$ の奇数点における特殊値と、ある種の Lambert 級数を結びつける古典的に著名な Ramanujan の公式の一般化や、Weierstrass 由来の楕円型関数である、複素平面内の基底 $(1, z)$ に付随して定まる $\wp$ 関数・ ζ 関数・ σ 関数（の対数）の z に関する漸近展開が得られるなど、種々の著しい成果が得られる。詳細は論文“Asymptotic expansions for generalized holomorphic Eisenstein series: applications to Ramanujan’s formula for $\zeta(2k+1)$ and Weierstrass elliptic function”として速報が京都大学数理解析研究所講究録に掲載されており、さらに本論文は現在欧文学術雑誌に投稿中である。

〔II〕種々のゼータ関数に関する完全漸近展開とその応用：本研究代表者は、これまで手がけてきた様々なゼータ関数に対する漸近展開の研究を鳥瞰的に見渡し、それらの間の有機的連関を明確化する形に解説するとともに、これに加え、Lerch ゼータ関数の高階導関数のパラメタに関する完全漸近展開に関する新たな知見を記載した survey 論文が日本数学会発行の学術雑誌 Advanced Studies of Pure Mathematics に掲載された。特に、上記の Lerch ゼータ関数の高階導関数のパラメタに関する完全漸近展開からは、その応用として、古典的に知られている、単位開区間上における、 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 ゼータ関数の積分変換の完全漸近展開とその応用：Lerch ゼータ関数 $\phi(s, a, \lambda)$ からその「特異部分」を適宜除去した修正 Lerch ゼータ関数 $\phi^*(s, a, \lambda)$ に対して、本研究代表者は、主変数 s に関する（ガンマ分布型加重を持つ）Laplace-Mellin 変換、及び（ベータ分布型加重を持つ）Riemann-Liouville 変換、及びそれらの幾つかの iterations の、変数 s が適当な扇状領域内をそれぞれ $s \rightarrow 0$ 及び $s \rightarrow \infty$ となるときの完全漸近展開を導出した。これらの成果は、論文“Asymptotic expansions for the Laplace-Mellin and Riemann-Liouville transforms of Lerch zeta-functions”として纏められ、その速報が京都大学数理解析研究所講究録に掲載されており、さらに、本論文は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) 非線形関数解析学における逆問題を介した感染症モデリングへのアプローチ

文責 研究代表者 南 就将

ある感染症の病原体に免疫を持たない（感受性の）人ばかりからなる集団に一人の感染者（1次感染者）が入ってきたとき、その感染者が感染性を失うまでに直接感染させる2次感染者の平均数 R_0 を基本再生産数と呼

ぶ。 R_0 は1人の1次感染者がその感染性保持期間を通じて行う有効な接触（感受性者に感染を起こすような接触）の平均回数といいかえることができる。集団中の個体すべてではなく、その割合 p のみが感受性者で占めら

れているとき、1次感染者が行う有効な接触の相手が感受性者である確率は p だから、2次感染者の平均数は $R = pR_0$ ということになる。この R は実効再生産数と呼ばれる。 R_0 と R に対する以上の定義は、人と人の接触頻度と集団中の感受性者割合が時間的に不変であることを前提としている。しかし感染者の症状の進行につれて、また流行拡大への対策が講じられるにつれて、接触頻度は変わり得るし、集団中の感受性者割合も一定とは限らない。このような状況において、時間とともに変化する実効再生産数の定義をCh. Fraser (PLoS ONE, August 2007, issue 8, e758) が与えているが、そのアイデアを正当化するためには人と人のランダムな接触を確率モデルにより一般的に記述することが必要であると考えられる。

以上を背景として、点過程と呼ばれる一種の確率過程

により1個体が経験する有効な接触をモデル化し、実効再生産数の一般的な定義を与えることを目標とする本研究プロジェクトを開始した。このような抽象的な一般理論を構築するためには関数解析学の知見が必要であるため、訪問教授の高橋渉氏の助言を得ながら進める計画であった。しかしながら、COVID-19の感染拡大にともなって2020年度前半には日吉キャンパスが閉鎖されて研究活動に支障が出たことに加えて、秋には高橋氏のご病気になる、まこと残念ながら2020年11月に逝去された。これにより本プロジェクトも一区切りとせざるを得なくなったが、今後は代表者の専門である確率論の立場から上述した接触モデルの考察を進めていきたいと考えている。

(プロジェクトメンバー) 南 就将・高橋 渉

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。

雲の中の気流は連続体としてNavier-Stokes (NS) 方程式で記述される。一方で、雲粒子は同じく連続体とし

てNS方程式でパッシブスカラーとして検討する場合と、粒子を追跡するラグランジュ的な検討をする場合に分けることができる。本年度はその切り分けについて検討を行い、特に後者に関するモデル化について検討を行った。計算領域を格子状に切り、格子より大きな流動現象は直接計算を行い、格子以下の拡散・粘性現象をモデル化するLarge-eddy Simulation (LES) において、雲粒子が変動する場合に連続体である気流への拡散・粘性効果を検討することが重要であることがわかった。

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

(プロジェクトメンバー) 小林 宏充・後藤 俊幸

4) 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

今年度は新型コロナウイルス (covid-19) の感染状況悪化という状況のため、当初予定していた活動 (NY学院望遠鏡の補修・シンポジウム開催・いろいろな地域で開催される科学イベントへの参加等) は実行不可能となったが、その状況下新たな活動形態としてオンラインでの会議等に形式を変えた活動を行った。これは、今後新しい形式でのプロジェクト活動展開の可能性を開く端緒となるものと思われる。

2020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 佛教大学での文科系学生対象の一般教養科目で、インターネット望遠鏡を利用した講義を实践
- ② 関西学院初等部 (小学校4年生) で3クラス授業実践し、星座カメラとインターネット望遠鏡トレーニングモードを紹介
- ③ 山形県立鶴岡南高校における鶴南ゼミ (総合的な学習の時間 探究活動) で高校2年生5名に研究指導
- ④ 東海大学理学部物理学科4年生の卒業研究として活動銀河核BL Lacの光度変化観測、活動銀河核BL Lacは電波から超高エネルギーガンマ線にかけて広い範

囲での放射が確認されている天体であり、急激な光度変化を示すフレア現象を起こす天体として知られている。2020年8月に可視光観測にて過去最高光度を達成しており、その後超高エネルギーガンマ線においても高光度を記録している。光度変化を多波長で観測することにより、放射機構を解明することを目的として、東海大学インターネット望遠鏡にて観測を続けている。詳細は2021年2月の卒研発表および卒業論文にてまとめる。

II 社会教育現場での活動および成果報告

今年度は新型コロナウイルス感染状況悪化のため、出展を予定していた社会教育現場でのイベントは全て中止となった。

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

① ソフト面での活動

1) ITP課題バンクの活動を進めた。「ITP課題バンク」とは2018年10月から練られ始めた構想であり、ITPを使った「授業テーマ」や「実践方法」を蓄積・保管し、ユーザー間で共有する仕組みである。2019年6月11日より、MLでの呼びかけに応じたメンバー10名弱で、キックオフミーティングを開始した。ITP課題バンクWGのミーティングは、SKYPEによる遠隔会議を基本とし、隔月程度のペースで行っている。これまでに10回開催し、課題バンクのアップデート等を中心に報告・議論されている。

DokuWikiサーバーを立ち上げ、これまでに「1等星めぐり」「ガリレオ衛星の観測」「光害の調査」「トレーニングモードによる月の観測」「変光星の観測」「金星の観測」「土星の観測」などの課題をアップロードしてきた。

現在、マンパワー不足が課題となっているが、メンバーの拡充を進め、さらなる課題の充実と試用期間を設け、「ITP課題バンク」の公開を目指している。

これまでのミーティング開催日は以下の通り。

2019年6月11日	第1回課題バンクMT
2019年8月1日	第2回課題バンクMT
2019年10月21日	第3回課題バンクMT
2020年3月26日	第4回課題バンクMT
2020年5月11日	第5回課題バンクMT
2020年6月24日	第6回課題バンクMT
2020年8月6日	第7回課題バンクMT

2020年9月18日	第8回課題バンクMT
2020年11月12日	第9回課題バンクMT
2021年1月14日	第10回課題バンクMT

② ハード面での活動

1) NY学院設置のインターネット望遠鏡の開発を行った。修復のためのNY学院に出張は新型コロナウイルス感染拡大により不可能となったので、開発した機材の設置は2021年度に延期した。

2) 東海大学に設置の望遠鏡修復

2020年1月より継続して、望遠鏡およびドーム修理。2020年12月に完了。

修理の内容は、望遠鏡修理（望遠鏡駆動モータの故障修理、望遠鏡制御PCをWindows7からWindows10に変更、それに伴う、制御システム変更）、望遠鏡ドームの修繕（ドーム外部の電気ケーブルにカバーを設置（鳥につつかれて劣化したため））

IV 論文・学会発表

東海大学での「活動銀河核BL Lacの光度変化観測」の成果を卒業論文として発表予定

V その他

① 第10回インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム開催

新型コロナウイルス感染拡大のため予定していた日吉キャンパスでのシンポジウム開催を、Zoomを利用したオンラインでのシンポジウムに変更し、2020年11月28日（土）13:00～17:00に開催した。このシンポジウムでは、I部の研究報告に続いてII部で今後のプロジェクトの活動方針に関する議論を行った。この議論の成果として、インターネット望遠鏡プロジェクトの運営委員会を立ち上げることになった。

② 運営委員会の開催

シンポジウムで立ち上げが決まった運営委員会を、2020年12月と2021年1月の2回開催し、委員長・副委員長および広報担当委員が決まった。また、2021年度の活動内容についての議論がなされた。

（プロジェクトメンバー）小林 宏充・早見 均
大野 義夫・上田 晴彦
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

5) 量子乱流の2流体結合ダイナミクス

文責 研究代表者 小林 宏充

成果および活動報告

日本学術振興会PDの湯井氏を受け入れ、本プロジェクトを実施している。

液体ヘリウム4は、2.17K以下に冷却されると、粘性のない超流体成分と粘性をもつ常流体成分の2流体が混合した状態であることが、実験から示唆されている。温度が高いほど、2流体が互いに相互作用する、相互摩擦力が大きくなる。超流体成分は速度の循環（渦度の強さ）が量子化された、原子1つ分の太さを持つ渦糸として存在する。渦糸超流体と常流体が逆方向に流れる熱対向流の実験において、その相対速度が増加していくと、超流体成分は毛玉状の量子乱流となることが最近観測されている。さらに、相対速度が増加すると常流体も乱流化することが実験においてわかってきた。

そのような複雑な2流体乱流状態の素要素としては、超流体の渦輪発生・消滅や超流体渦糸の再結合（繋ぎ変え）があり、それらが乱流中のあちらこちらで発生することになる。そこで、そのような渦輪や再結合について、相互作用を介して常流体との2流体結合数値シミュレーションを実施した。

その結果、超流体の渦輪が半径を小さくしながら渦輪と垂直方向に並進するが、その際に相互摩擦力によって、周りの常流体が引きずられ、渦輪の内外に2つの常流体の渦輪ができることがわかった。また超流体の渦糸が常流体を押し出す、ジェット構造ができることもわかった。また、超流体の渦糸が繋ぎ変えを行う再結合時直後には、渦糸周りに常流体の渦が捻じれながら発生し、超流体から常流体へ急激にエネルギー輸送が行われ、常流体のジェットが発生することがわかった。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究（C）JP18K03935の助成を受けて実施した。

成果：

論文

Satoshi Yui, Hiromichi Kobayashi, Makoto Tsubota, Wei Guo, "Fully Coupled Two-Fluid Dynamics in Superfluid 4He: Anomalous Anisotropic Velocity Fluctuations in Counterflow", Physical Review Letters, Vol.124, 155301 (2020)

学会発表

Hiromichi Kobayashi, "Two-way coupled dynamics in quantum turbulence of superfluid helium", Kickoff symposium of Japanese Consortium of Theoretical and Applied Mechanics - Current status and outlook, Tokyo, Japan (Webex) (2020)

Hiromichi Kobayashi, Satoshi Yui, Makoto Tsubota, "Two-Way Coupled Simulation between Quantized Vortices and Normal Fluid in Superfluid 4He", 3rd International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems (COMPSAFE2020), Kobe, Japan (Zoom) (2020)

Satoshi Yui, Hiromichi Kobayashi, Makoto Tsubota, "Two-way coupled simulation of quantum turbulence in superfluid 4He", 14th World Congress in Computational Mechanics and ECCOMAS Congress (WCCM), Paris, France (Zoom) (2021)

湯井悟志、小林宏充、坪田誠、「超流動4Heにおける量子渦と常流体間のエネルギー輸送：再結合と渦輪」、日本物理学会 第75回年次大会（2020年）、講演要旨集、オンライン開催（2020）

湯井悟志、小林宏充、坪田誠、「超流動4Heの量子乱流における超流体と常流体のエネルギースペクトル」、日本物理学会 第75回年次大会（2020年）、講演要旨集、オンライン開催（2020）

小林宏充、湯井悟志、坪田誠、「超流動4Heにおける常流体の速度変動」、日本物理学会 2020年秋季大会、講演要旨集、オンライン開催（2020）

小林宏充、湯井悟志、坪田誠、「2流体結合計算による超流動Heの量子乱流現象の理解に向けて」、日本機械学会 第98期 流体工学部門講演会、オンライン開催（2020）

（プロジェクトメンバー）小林 宏充・湯井 悟志

6) 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：

2020年4月1日～2021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）

村上 真也（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、現在も観測データが集積されている。あかつきで観測されるデータは時空間的にまばらである。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。この溝を埋めるの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。

本研究では、局所アンサンブル変換カルマンフィルターを用いて、金星大気初の4次元データ同化を実施する。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。計算コストはかかるが、地球シミュレータを用いることで、実現が可能である。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目標である。

あかつきの紫外線観測で得られた雲層上端の風速データを同化し、世界初の金星の客観解析データを作成した。現在、熱潮汐波に着目した解析及びデータの公開に向けた準備を行っている。また、理想的な疑似観測データを用いた、観測システムシミュレーション実験

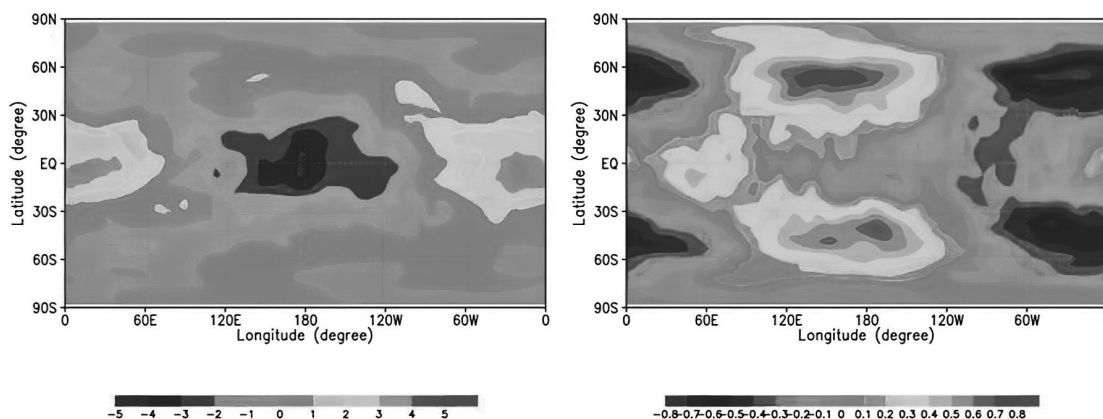
(OSSE)を行った。衛星によるカメラ観測を想定し、雲追跡によって得られる風速の水平分布を同化した実験では、金星大気の特徴的な赤道付近の惑星規模波動（赤道ケルビン波）の再現に成功し、実観測のデータ同化によって、この波動を再現するための観測条件を得た。複数の小型衛星による衛星間電波掩蔽観測を想定し、温度の鉛直分布を同化した実験では、実軌道を計算し、極付近の観測で金星の特徴的な温度場構造「コールドカラー」（金星大気の高度約60-70kmの極域における周辺に比べて温度が高い構造）の再現に成功し、全球的な観測で大気大循環場の改善に成功した。今後は、あかつきの温度観測データの同化に着手し、疑似観測データによるOSSEも継続することで、金星大気の現象の理解を深めていく。

主要成果：

Sugimoto, N., Y. Fujisawa, M. Shirasaka, A. Hosono, M. Abe, H. Ando, M. Takagi, M. Yamamoto, Observing System Simulation Experiment to Reproduce Kelvin Wave in the Venus Atmosphere, Atmosphere, Vol.12, No.1, 14, 16pp, (2021), doi: 10.3390/atmos12010014.

Ando, H., M. Takagi, N. Sugimoto, H. Sagawa, Y. Matsuda, Venusian cloud distribution simulated by a general circulation model, Journal of Geophysical Research: Planets, Vol.125, e2019JE006208, (2020), doi: 10.1029/2019JE006208.

Horinouchi, T., S. Murakami (11番目) 他15名, How waves and turbulence maintain the super-rotation of Venus' atmosphere, Science, Vol.368, 6489, 405-409, (2020), doi: 10.1126/science.aaz4439.



コンポジット（合成図）解析の結果。高度70kmの水平断面で東西風速（左）と温度（右）の擾乱を示す。疑似観測データとして、高度70kmに南北緯度幅15度で6時間毎の水平風速を用いた。

Sugimoto, N., M. Shirasaka, Y. Fujisawa他5名, Observing system simulation experiments of the Venus atmosphere to reproduce planetary-scale waves, Cospar 2021, online, 2021年1-2月.

Fujisawa, Y., A. Hosono, N. Sugimoto他11名, Feasibility study of radio occultation measurement among small satellites by data assimilation for designing the future Venus atmosphere observing mission, Cospar 2021, online, 2021年1-2月.

Shirasaka, M., N. Sugimoto, Y. Fujisawa他5名, Observing system simulation experiment to reproduce Kelvin wave in the Venus atmosphere, AGU Fall Meeting 2020, online, 2020年12月.

Hosono, A., Y. Fujisawa, N. Sugimoto他10名, Observing system simulation experiment for radio occultation among small satellites introducing real orbits of the Venus atmosphere, Europlanet Science Congress 2020, online, 2020年9-10月.

Shirasaka, M., N. Sugimoto, Y. Fujisawa他5名, Horizontal winds assimilation to reproduce equatorial Kelvin wave in the Venus atmosphere. Europlanet Science Congress 2020, online, 2020年9-10月.

外部資金:

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究B (19H01971)
「階層的数値モデルによる金星大気重力波の励起、伝播、散逸過程の解明」杉本憲彦 (代表)

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究S (19H05605)
「あかつきデータ同化が明らかにする金星大気循環の全貌」林祥介 (代表) 杉本憲彦 (分担)

文部科学省 科学研究費助成金 基盤研究C (20K04064)
「金星大気の衛星間電波掩蔽観測計画に向けた観測システムシミュレーション実験」藤澤由貴子 (代表) 杉本憲彦 (分担)
(プロジェクトメンバー) 16ページのとり

7) 物理学における渦・ソリトン・位相励起

文責 研究代表者 新田 宗土

プロジェクト期間: 2020年4月1日~2021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):

サブプロジェクト①: 場の理論と物性論における対称性とトポロジー

阿武木啓朗・雨宮 史年・石川 健三・猪谷 太輔
鶴沢 報仁・衛藤 稔・大橋 圭介・鎌田 翔
神中 俊明・木原 裕充・木村 太郎・木村 哲士
倉知 昌史・近藤 慶一・高橋 大介・土屋 俊二
戸田 晃一・疋田 泰章・正木 祐輔・宮本 朋和
安井 繁宏・吉井 涼輔・横倉 諒

Aron Jonathan BEEKMAN・Chandrasekhar CHATTERJEE

Matthew EDMONDS・Gergely Peter FEJOS

Pasquale MARRA・Calum Duncan ROSS,

サブプロジェクト②: 場の理論のリサージェンス構造とトポロジー

伊藤 悦子・坂井 典佑・田屋 英俊・西村 洋道
藤森 俊明・三角 樹弘

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。

代表者の出版論文 (査読有)

- [1] Fractional black p-branes on orbifold C^n/Z_n
Muneto Nitta, Kunihiro Uzawa
Published in: JHEP 03 (2021) 018 (2 March 2021)
e-Print: 2012.13285 [hep-th]
オープンアクセス
- [2] Confinement and moduli locking of Alice strings and monopoles
Muneto Nitta
To appear in JHEP
e-Print: 2011.14396 [hep-th]
オープンアクセス
- [3] Non-Abelian Alice strings in two-flavor dense QCD
Yuki Fujimoto, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.D 103 (2021) 054002 (1 March 2021)
e-Print: 2011.09947 [hep-ph]
オープンアクセス
- [4] Higher Derivative Supersymmetric Nonlinear Sigma Models on Hermitian Symmetric Spaces,

and BPS States Therein

Muneto Nitta, Shin Sasaki

Published in: Phys.Rev.D 103 (2021) 2, 025001 (4 January 2021)

e-Print: 2011.07973 [hep-th]

オープンアクセス

- [5] Exact WKB analysis of the vacuum pair production by time-dependent electric fields

Hidetoshi Taya, Toshiaki Fujimori, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai

Published in: JHEP 03 (2021) 082 (8 March 2021)

e-Print: 2010.16080 [hep-th]

オープンアクセス

- [6] Synthetic superfluid chemistry with vortex-trapped quantum impurities

Matthew Edmonds, Minoru Eto, Muneto Nitta

To appear in Phys.Rev.Research

e-Print: 2010.14276 [cond-mat.quant-gas]

オープンアクセス

- [7] Global 3-group symmetry and 't Hooft anomalies in axion electrodynamics

Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura

Published in: JHEP 01 (2021) 173 (27 January 2021)

e-Print: 2009.14368 [hep-th]

オープンアクセス

- [8] 1/2-BPS vortex strings in $N = 2$ supersymmetric $U(1)^N$ gauge theories

Sven Bjarke Gudnason, Minoru Eto, Muneto Nitta

Published in: J.Math.Phys. 62 (2021) 032304 (9 March 2021)

e-Print: 2008.13440 [hep-th]

オープンアクセス

- [9] Topological structure of a Nambu monopole in two-Higgs-doublet models: Fiber bundle, Dirac's quantization, and a dyon

Minoru Eto, Yu Hamada, Muneto Nitta

Published in: Phys.Rev.D 102 (2020) 10, 105018 (23 November 2020)

e-Print: 2007.15587 [hep-th]

オープンアクセス

- [10] Higher-form symmetries and 3-group in axion electrodynamics

Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura

Published in: Phys.Lett.B 808 (2020) 135672 (10 September 2020)

e-Print: 2006.12532 [hep-th]

オープンアクセス

- [11] Lattice CP^{N-1} model with Z_N twisted boundary condition: bions, adiabatic continuity and pseudo-entropy

Toshiaki Fujimori, Etsuko Itou, Tatsuhiro

Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai

Published in: JHEP 08 (2020) 08, 011 (4 August 2020)

e-Print: 2006.05106 [hep-th]

オープンアクセス

- [12] Linked vortices as baryons in the miscible BEC-Skyrme model

Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta

Published in: Phys.Rev.D 102 (2020) 4, 045022 (31 August 2020)

e-Print: 2006.04067 [hep-th]

オープンアクセス

- [13] Exhausting all exact solutions of BPS domain wall networks in arbitrary dimensions

Minoru Eto, Masaki Kawaguchi, Muneto Nitta, Ryotaro Sasaki

Published in: Phys.Rev.D 101 (2020) 10, 105020 (28 May 2020)

e-Print: 2003.13520 [hep-th]

オープンアクセス

- [14] Fractional and Integer Vortex Dynamics in Strongly Coupled Two-component Bose-Einstein Condensates from AdS/CFT Correspondence

Wei-Can Yang, Chuan-Yin Xia, Muneto Nitta, Hua-Bi Zeng

Published in: Phys.Rev.D 102 (2020) 4, 046012 (17 August 2020)

e-Print: 2003.09423 [cond-mat.quant-gas]

- [15] Dynamics of Nambu monopole in two Higgs doublet models. Cosmological Monopole Collider

Minoru Eto, Yu Hamada, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta

Published in: JHEP 07 (2020) 004 (1 July 2020)

e-Print: 2003.08772 [hep-ph]

オープンアクセス

- [16] Skyrmion interactions and lattices in chiral magnets: analytical results

Calum Ross, Norisuke Sakai, Muneto Nitta

Published in: JHEP 02 (2021) 095 (11 February 2021)

e-Print: 2003.07147 [cond-mat.mes-hall]

- [17] Vortex patterns of atomic Bose-Einstein condensates in a density-dependent gauge potential

Matthew Edmonds, Muneto Nitta

Published in: Phys.Rev.A 102 1, 011303 (27 July 2020)

e-Print: 2002.09189 [cond-mat.quant-gas]

オープンアクセス

- [18] Coexistence phase of 1S_0 and 3P_2 superfluids in neutron stars

Shigehiro Yasui, Daisuke Inotani, Muneto Nitta

- Published in: Phys.Rev.C 101 (2020) 5, 055806 (27 May 2020)
e-Print2002.05429 [nucl-th]
- [19] Topologically quantized current in quasiperiodic Thouless pumps
Pasquale Marra, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.Res. 2 (2020) 4, 042035 (2 December 2020)
e-Print2001.11022 [cond-mat.quant-gas]
オープンアクセス
- [20] Exact solutions of domain wall junctions in arbitrary dimensions
Minoru Eto, Masaki Kawaguchi, Muneto Nitta, Ryotaro Sasaki
Published in: Phys.Rev.D 102 (2020) 6, 065006 (8 September 2020)
e-Print2001.07552 [hep-th]
オープンアクセス
- [21] Strong-coupling effects of pairing fluctuations, and Anderson-Bogoliubov mode in neutron $^1\text{S}_0$ superfluids in neutron stars
Daisuke Inotani, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.C 102 (2020) 6, 065802 (3 December 2020)
e-Print1912.12420 [nucl-th]
- [22] Z_n modified XY and Goldstone models and vortex confinement transition
Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.D 101 (2020) 8, 085003 (7 April 2020)
e-Print1912.09456 [hep-th]
オープンアクセス
- [23] Collision dynamics and reactions of fractional vortex molecules in coherently coupled Bose-Einstein condensates
Minoru Eto, Kazuki Ikeno, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.Res. 2 (2020) 3, 033373 (8 September 2020)
e-Print1912.09014 [cond-mat.quant-gas]
オープンアクセス
- [24] Emergent discrete 3-form symmetry and domain walls
Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura
Published in: Phys.Lett.B 803 (2020) 135290 (10 April 2020)
e-Print1912.02782 [hep-th]
オープンアクセス
- [25] Chemical bonds of two vortex species with a generalized Josephson term and arbitrary charges
Chandrasekhar Chatterjee, Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta
Published in: JHEP 04 (2020) 109 (17 April 2020)
e-Print1912.02685 [hep-th]
オープンアクセス
- [26] Aharonov-Bohm defects
Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.D 101 (2020) 8, 085002 (3 April 2020)
e-Print1905.01884 [hep-th]
オープンアクセス
- [27] Note on a solution to domain wall problem with the Lazarides-Shafi mechanism in axion dark matter models
Chandrasekar Chatterjee, Tetsutaro Higaki, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.D 101 (2020) 7, 075026 (15 April 2020)
e-Print1903.11753 [hep-ph]
オープンアクセス
- [28] Massive Nambu-Goldstone fermions and bosons for non-relativistic superconformal symmetry: Jackiw-Pi vortices in a trap
Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi
Published in: PTEP 2020 (2020) 5, 053B01 (13 May 2020)
e-Print1712.09974 [hep-th]
オープンアクセス
- 代表者のプレプリント (査読なし)
- [1] Minimum non-Abelian vortices and their confinement in three flavor dense QCD
Minoru Eto, Muneto Nitta
e-Print2103.13011 [hep-ph]
- [2] Alice meets Boojums in neutron stars: vortices penetrating two-flavor quark-hadron continuity
Yuki Fujimoto, Muneto Nitta
e-Print2102.12928 [hep-ph]
- [3] Exact Phase Structure of One Dimensional Chiral Magnets
Calum Ross, Norisuke Sakai, Muneto Nitta
e-Print2012.08800 [cond-mat.mes-hall]
- [4] Orbifold black holes
Muneto Nitta, Kunihiro Uzawa
e-Print2011.13316 [hep-th]
- [5] Pulsar glitches from quantum vortex networks
Giacomo Marmorini, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta
e-Print2010.09032 [astro-ph.HE]
- [6] Effective field theory of magnon: Dynamics in chiral magnets and Schwinger mechanism
Masaru Hongo, Toshiaki Fujimori, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai,
e-Print2009.06694 [cond-mat.mes-hall]

代表者の招待講演

「高密度QCDの渦・クォークハドロン連続性・ブージャ

ム」

山形大学（オンライン） 2021年3月25、26日

8) 物理学におけるリサージェンス理論の探求とその応用

文責 研究代表者 藤森 俊明

研究プロジェクト期間：

2020年11月24日～2021年3月31日

研究プロジェクト代表者：藤森 俊明

研究プロジェクトメンバー（代表者以外）：Philip Glass

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

2020年度の研究では、量子論における「非摂動効果」を理解するための鍵となると考えられている、いわゆる「リサージェンス理論におけるリノーマロン問題」を扱った。量子論において「非摂動現象」の理解は現代物理学の重要な課題の一つである。それらは直接的な摂動的手法では捉えられないが、「リサージェンス構造」を

通して摂動・非摂動効果の間には非自明な関係があると考えられている。2020年度の研究では特に、物性物理学などにも現れる非相対論的な場の理論系において、リサージェンス理論を適用し、その解析を行った。2019年頃からMarino-Reis等によってこのような理論には、非自明なリサージェンスの構造が存在することが示されているが、我々の研究ではその構造を作り出すために本質的な寄与をしているソリトンのオブジェクトの同定を行い、定量的な評価によってその重要性を明らかにした。年度途中からのプロジェクトのため、現時点では研究の途中であるが近日中に成果を論文にまとめる予定である。

9) 場の量子論

文責 研究代表者 フラキ・アントニノ

自然界の基本法則は一見対称でありそうだが、実際にはこの世界はそうっていない。この対称性の破れの機構は、通常の相転移を記述する温度や密度、化学ポテンシャルといった外部パラメータの他に、系の定義されている空間の幾何学によっても決定的に変更されうる。

プロジェクト“Quantum vacuum effects, symmetry breaking and gravity”の目的は、基底状態の構造が、外部条件、特に幾何学的配置によってどのように変わるかを調べることにある。

FY2020には、相互作用するボゾン系（相対論的、非相対論的）における熱力学的補正、不純物、定常性（回転）の役割を研究しました（参照1、3、4）。また、対称性の破れのメカニズムとCasimir効果の関係についても明らかにしました（参照2）。

プロジェクトタイトル：Quantum vacuum effects, symmetry breaking and gravity
プロジェクト番号：18K03626（科研費）

プロジェクトメンバー：フラキ・アントニノ（PI）

研究協力者：Dr. Vincenzo Vitagliano (Dept. of Physics, Univ. of Genova, Italy)

Prof. Guglielmo Fucci (Dept. of Mathematics, East Carolina University, US)

Publications

- 1) A. Flachi, “Remarks on the Large- N CP ($N-1$) model”, Physical Review D102 (2), 025004 (2020)
- 2) A. Flachi, V. Vitagliano, “The Casimir effect for nonlinear sigma models and the Mermin-Wagner-Hohenberg-Coleman theorem”, Journal of Physics (to appear, 2021)
- 3) A. Flachi, G. Fucci, “One-loop effective action of the CP ($N-1$) model at large $\mu \times \beta$ ”, Journal of Mathematical Physics (submitted, 2020)
- 4) A. Flachi, et al., “Constrained bosons on a rotating ring with free boundary conditions”, Physical Review A (submitted, 2021)

10) 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基礎理論は一般相対性理論だが、そ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：

超対称性を持つゲージ理論を離散化する最もよく使われる方法は、正方格子で近似した時空上に理論を定義するいわゆる「格子ゲージ理論」である。格子上に超対称性を残すような理論としては、構成方法の違いから、それぞれCKKU理論、杉野理論と呼ばれる2種類の理論が知られている。どちらの格子理論も、2次元までの低次元の超対称ゲージ理論に関しては数値計算から正しく連続理論の結果が得られることが理論的に予測されている。そして、2次元格子ゲージ理論の非可換球面解まわりで連続極限をとることで、4次元超対称ゲージ理論が実現されることが理論的に示唆されている。そして、この方法が量子論的にも安定して行える事は摂動論的な計算からも示唆されている。

この目的を達成するために、我々は2次元の任意のリーマン面を単体分割し、その上に超対称ゲージ理論を構成する方法を既に確立している。問題は、このリーマン面上で正しく連続極限が取れるかどうかであるが、トーラス以外のリーマン面では量子異常のために真空が電荷を保持しているため、それをキャンセルするような物理量を考えなければならない。数値計算に用いるアルゴリズム（HMC）は、複素数の位相を無視する近似を行わざるを得ないため、この事情との相性が悪い点が問題になっていた。

本年度、我々のグループは、HMCアルゴリズムの利点を損なうことなくアノマリーの効果を取り入れた計算を行うことに注力した。真空の電荷を正しく近似する方法、そして、連続極限が取れているかどうかを見極めるための物理量など、どうしても試行錯誤にならざるを得なかったが、この1年の研究が実を結び、ようやく適切な手法をまとめることが出来た。この成果は現在論文にまとめており、近く発表できる予定である。

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
鎌田 翔・小林 晋平

11) 構造および形状制御による多孔体材料の高機能化に関する研究

文責 研究代表者 岡本 昌樹

細孔を有する材料である多孔体材料は、脱臭剤や乾燥剤として広く用いられている。多孔体材料の中でも規則的で均一な大きさの細孔をもつ材料であるゼオライトは、工業的に広く利用されており、特に化学工業における固体触媒や吸着剤として用いられている。これら多孔体材料をナノレベルで構造や形状を制御することによって、固体触媒や吸着剤の高機能化、さらには新たな機能の発現が期待できる。本研究の目的は、特異な構造の多孔体材料（特にゼオライト）の合成と新規利用法を開発である。

近年、マイクロ波による加熱を用いた化学反応が多数報告されている。マイクロ波加熱では、反応場のみを選択的に加熱することができるため、反応器全体を加熱する必要がなく、省エネルギー化が期待できる。しかし、 SiO_2 が主成分であるゼオライトはマイクロ波によって加

熱されにくい。マイクロ波加熱の工業的利用を考えると、マイクロ波加熱に適したゼオライト触媒の開発が必要である。

ゼオライト触媒をマイクロ波で加熱する方法として、マイクロ波を良く吸収する炭素などと混合する方法が考えられる。しかし、物理混合では、加熱場となる炭素と反応場であるゼオライトの粒子どうしが点で接触するために熱伝導が悪い。反応場と加熱場が同じ粒子内に存在させることで加熱効率の良い触媒が調製できると考えられる。

昨年度、シート状の酸化タングステンとゼオライトが交互に積層している交互積層体触媒の調製に成功した。酸化タングステンはマイクロ波によって容易に加熱できるため、加熱場となる。この交互積層体触媒は加熱場と反応場がnmオーダーで隣接している。また、交互積層

体触媒は、マイクロ波により容易に400℃近くまで加熱できた。

本年度では、交互積層体を触媒として用いたメタノールによるトルエンのメチル化を行った。触媒0.10 gをつめた気相流通系反応器を用い、反応温度250℃、トルエン、メタノールともに6.7 kPaで反応を行った。電気炉加熱では交互積層体を触媒に用いると転化率は34.6%であり、マイクロ波で加熱すると転化率は1.3倍に向上した。一方、酸化タンゲステンシートとMWW型ゼオライトの前駆体単層シートの物理混合を触媒に用いると、電気炉加熱における転化率と比べて、マイクロ波加熱を用いてもほとんど変化しなかった(1.1倍)。物理混合では、加熱場で生成した熱が触媒外部(反応気流)へ逃げ

やすいと考えられる。また、マイクロ波による加熱特性の結果からも、同じマイクロ波出力の条件では、物理混合よりも交互積層構造体のほうが高温まで加熱できることがわかった。以上より、反応場と加熱場が交互積層した構造体は、熱が効率的に加熱場から反応場に供給される構造であることを明らかにした。

本研究では、加熱場と反応場が交互に積層された触媒は、マイクロ波加熱に適していることを明らかにした。トルエンのメチル化以外にも様々な反応にゼオライトが触媒として工業的に用いられている。今後、これらの反応への交互積層体触媒の利用も期待できる。

(プロジェクトメンバー) 岡本 昌樹

12) 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

本プロジェクトはハチクマの対ハチ防御機構に焦点を当てて開始したものであるが、腸内細菌叢や羽毛色バリエーションの遺伝的背景など様々な観点から研究を進めている。本年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、県をまたぐ移動が制限され、6月に予定していた捕獲調査を断念せざるを得なかった。このため、新規サンプルを利用する予定だった研究計画はすべてキャンセルとなった。

そこで今年度は保管されていたサンプルで可能な研究として、羽毛色の定量化を行った。ハチクマの羽毛、特に下面(胸・腹・下尾覆・下尾筒など)の羽毛色には大きな個体差があり、これまでの研究によりMc1r遺伝子の多型が関与していることがわかっている。これまでは野外での印象に基づき「淡色型」・「中間型」・「暗色型」

と分類していたが、今回は手元に保管されていた羽毛の個別かつ詳細な計測により、その分類の色彩学的根拠を検討した。検討に当たっては、微小面分光色差計を用いる方法やデジタルカメラで撮影して計測する方法などを用いて色彩の計測を試みた。

結果の詳細は割愛するが、これまで観察印象で決めていた3型は、特に胸部の羽毛において明度・色相・彩度がはっきり異なることが判明した。これらの情報から、ハチクマの羽毛色にはMc1rに加えてASIPが強く関与することが示唆された。これらの結果については近日中に論文発表の予定である。

(プロジェクトメンバー) 小野 裕剛・樋口 広芳
坂本 文夫・長井 和哉
時田 賢一

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

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。中国のチベット自治区、青海省、四川省や雲南省などの、標高3,500~5,000m級の高山帯がその代表的産地である。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。

このように、シネンシストウチュウカソウは天然品の希少性や経済的価値が高く、流通過程での産地偽装が多発している。また、人工培養により生産された菌糸体由

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。これらのことから、天然品と人工培養品の識別、さらに天然品の産地識別は、シネンシストウチュウカソウの品質管理を進める上で重要な課題である。そこで本研究では、複数の科学的手法を組み合わせたシネンシストウチュウカソウの産地識別方法を確立することを目的とした。

中国のチベット自治区および青海省より、シネンシストウチュウカソウの試料を計5点収集した。さらに、日本各地よりオフィオコルジケプス科に属する昆虫寄生菌類の試料46点を収集し、これら計51試料について、

DNA抽出、PCRによる核rRNA遺伝子のITS領域と大サブユニット（LSU）の増幅、およびシーケンシングを行った。

以上により得られた塩基配列データおよびNCBI GenBankより取得した、シネンシストウチュウカソウを含む昆虫寄生菌類の塩基配列データを統合してデータセットを作成し、ITS領域とLSUそれぞれについて、最節約法および最尤法により系統解析を行った。その結果、今回新たに収集した5点のシネンシストウチュウカソウの真正性が系統的に示された。また、系統解析の結果、チベット自治区と青海省産のシネンシストウチュウカソウの試料の一部において、産地間での系統的な差異が認められた。

あわせて、生育環境情報として化学指紋が残り、これまでも様々な農林水産物の産地識別に用いられている

安定同位体比の分析を行った。今回収集した5点のシネンシストウチュウカソウの試料について、主に昆虫の組織からなる宿主部分と、菌類の菌糸組織からなる子実体部分に分割し、それぞれの部分ごとに、安定同位体比質量分析計を用いて、水素、炭素、窒素、酸素、硫黄の安定同位体比を分析した。その結果、チベット自治区産と青海省産のシネンシストウチュウカソウの宿主部分において、水素および酸素の安定同位体比に有意差が認められ、これらが産地識別のための指標として適用できる可能性が示唆された。

以上のように、系統解析と安定同位体比分析を複合することで、シネンシストウチュウカソウの産地識別手法の確立に向けた基礎的知見を得ることができた。

（プロジェクトメンバー）糟谷 大河・伊永 隆史

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

文責 研究代表者 倉石 立

概要

受精（卵活性化）時の卵内カルシウムイオン上昇を多種の動物卵、特に海産無脊椎動物（原索動物、棘皮動物、軟体動物、環形動物等）を用いて解析することで、種間を超えた共通性及び種に依存した特殊性を検討する。動物の生殖は多様性に富み、一部のモデル動物を除くと採卵、人工受精の方法が確立されているものは少ない。様々な動物の卵で受精時の Ca^{2+} 上昇を観察するため、それぞれの材料に適した配偶子調整法や測光時の卵保定法、媒精時の精子濃度など事前に十分に検討しておく必要がある。本プロジェクトでは、材料動物の配偶子を扱う上での基礎的な技術の検討を行い、受精時の Ca^{2+} 上昇パターンのデータ取得を行う。その結果を踏まえて卵内 Ca^{2+} 上昇をトリガーする精子因子とそのターゲット

を同定し、精子による受精時の卵活性化機構の本質を明らかにすることを目指す。

成果

今年度は、主に体内受精を行う海産環形動物 *Dinophilus* sp を材料として、人工（体外）受精を可能にする方法の検討に取り組んだ。具体的には、人工受精用精子を取得するため、矮小で短命（孵化直後に交尾をして一生を終える）なオス個体からの精子の取得法を検討した。メス個体内における、受精時期について切片資料を用いて検討した結果をふまえ、今後は人工受精条件を検討、受精時の Ca^{2+} 上昇パターンの取得を試みる。また、他の海産動物を材料とした Ca^{2+} 上昇パターンの解析も並行して行う。

（プロジェクトメンバー）倉石 立・経塚啓一郎

15) 始原新口動物のボディプランに関する研究

文責 研究代表者 倉石 立

概要

新口動物は、脊索動物門、半索動物門、棘皮動物門の3門からなる。棘皮動物は5綱（ウニ綱、ヒトデ綱、ナマコ綱、クモヒトデ綱、ウミユリ綱）からなるが、その中で、最もbasalとされているのはウミユリ綱である。ウミユリ綱には、終生茎をもつ有茎ウミユリ類と、成体が茎を欠いているウミシダ類の二つのグループがあり、有茎ウミユリ類、とりわけ、その中のゴカクウミユリ類がより祖先型であるとされる。有茎ウミユリ類の現生種は全て深海性であり、研究が進んでいなかった。日本列島の太平洋沿岸海域は、動物地理学上きわめて特殊な海

であり、深海性の動物が浅海に現れることで知られる。ここでは、ゴカクウミユリの一種トリノアシ (*Metacrinus rotundus*) がおよそ130メートルの深さから採集される。我々は、この海域の特性に注目して、トリノアシ研究を行い、その個体発生過程の記載に初めて成功した（2003年）。この成功に基づいて、トリノアシ個体発生における形態形成過程の研究から、全新口動物の共通祖先が持っていた形質を推察して、そのボディプランを構築することを研究のテーマとし、研究の方法として、走査型電子顕微鏡による観察を行っている。この研究は、我々脊椎動物の起源にも迫る、極めて重要なブ

プロジェクトである。

成 果

このプロジェクトの研究によって、トリノアシ幼生から後幼生に至る全発生過程を記録することに成功し、Acta Zoologicaに3本の論文を発表した（2015年、2017年、2019年）。

今後の研究においては、トリノアシ幼生の変体、着底

後の羊膜腔形成と体軸の回転過程の記録を、走査型電子顕微鏡によって試みる計画であるが、2020年の計画は、コロナ禍の影響により、殆ど、進行させることができなかった。本年は、コロナの終息を待って、この計画を進行させる方針である。

（プロジェクトメンバー）倉石 立・雨宮 昭南

16) 生命科学における研究伝統の「細胞の意思データベース」解析による再検討

文責 研究代表者 田中 泉吏

研究代表者および分担者の構築した「細胞の意思データベース（Cell Mind Database: CMDDB）」に象徴されるような、細胞に心や意思などの概念を適用する擬人主義はきわめてマイナーであり、生命科学の主流をなす「研究伝統」すなわち還元主義や機械論に反するがゆえに、反射的な拒絶もしくは感情的な反発に遭うことも少なくない。しかしながら、主流の研究伝統における方法論的・存在論的命令に背くことは、必ずしもその立場の非科学性を意味しない。むしろ現時点での主流派とは異なる方法論的・存在論的見地からの生命現象の探求は、科学における異なる研究伝統の創出を意味する。未だ多くの謎を秘める複雑な生命現象の解明には、単一の研究伝統の支配的な独占による研究よりも、複数の研究伝統の健全な競合による多元論的アプローチが必要である。本研究ではCMDDBの供給する新たなデータを説明できる研究伝統を構想し、異なる研究伝統との境界に生じる緊張を解消して、複雑な生命現象の多元論的なアプローチ

による統一的な理解を模索した。

そのために、今回は生命の単位である細胞の統合的理解における擬人主義的な思考の有効性を実証する論文を執筆した。その中では、外部環境の刺激下で細胞行動を誘起する主要な機能特性である目標指向性に着目し、それを「細胞の意思」と捉えて擬人的に抽出することを試みた。さらにケーススタディとして、ヒト胚再構築過程における細胞選別を皮切りに、ヒト胚の生体防御反応、細胞性粘菌の生活史、バクテリアによるバイオフィーム形成などの生命現象で観察される凝集塊形成を解析した。さらに、還元主義と全体論の融和の必要性についても考察を加えた。来年度はCMDDBのさらなる増強を図り、生命現象の統一的理解のための多元論的アプローチの展開を目指す。

（プロジェクトメンバー）田中 泉吏・金子 洋之
佐藤 由紀子

17) 酸性温泉のメイオベントス研究

文責 研究代表者 鈴木 忠

研究背景

昭和12年（1937年）にドイツ人研究者ラームによって雲仙温泉から記載されたオンセンクマムシ *Thermozodium esakii* Rahm, 1937は、緩歩動物の2綱（真クマムシと異クマムシ）の中間的特徴を持ち、その1種により中クマムシ綱が設立された[1]。しかしながら、そのタイプ標本は残されておらず、また再発見もされていないために、現在では中クマムシ綱ともども疑問視されているが、ラームの研究姿勢からは、中クマムシが捏造されたものとは考えられない[2、3]。2012-2013年に雲仙における実地調査では残念ながらクマムシは見つからなかったが、40℃の水温とpH 2という酸性の厳しい環境から意外なほど多くの微小動物を見出した[4]。オンセンクマムシの形態の特徴はオニクマムシ科との類似性を示し、オンセンクマムシがオニクマムシ科に関連する希少種なのではないかとも考えられる。私が2000年以来

研究してきた日本産オニクマムシは2019年に *Milnesium inceptum* として新種記載された[5]。近年、遺伝子解析による系統推定により、オニクマムシ類を真クマムシとは別の新綱とする説も現れている[6]。

研究計画

本研究では、雲仙の野外に点在する多くの温泉で水温とpHを測定し、岩に付着する藻類や堆積物を採取する。公共施設の1室を仮設実験室として利用し、試料を実体顕微鏡下でソーティングして、クマムシ等の微小動物を（ワムシ類やセンチウ類も含めて）採集する。形態観察のため光学顕微鏡および走査電子顕微鏡用の標本を作成し、また遺伝子解析用試料は核酸保存液中に回収する。形態学的観察により種同定を行い、また遺伝子解析（18S、28S、COI、ITS2領域）による系統推定を行う。

成 果

Covid-19のパンデミックによる活動自粛のため、今年度の野外調査を遂行することができず、雲仙の標本にもとづく成果は得られなかった。一方、オンセンクマムシを記載したラームが1920年～30年代にかけて使用していたと考えられる実体顕微鏡（文献〔3〕のFig.1）と同型の、Zeiss最初期の実体顕微鏡の完全なセットを発見し、当時の研究状況を理解するための科学的資料として入手した。日本産オニクマムシについては、*Milnesium tardigradum* s.s.が国内に分布することを初めて確認するとともに、太平洋島嶼に分布する新種*Milnesium pacificum* を記載した〔7〕。野外調査の機会が得られないまま2020年度の研究期間が終了することとなったため、2021年度も雲仙野外調査の計画を継続する。

文 献

- 〔1〕 Rahm G (1937) A new ordo of tardigrades from the hot springs of Japan (Furu-yu section, Unzen). *Annotationes Zoologicae Japonenses* 16 : 345-352
- 〔2〕 Suzuki AC (2016) Specimens with an artifact appearing as 'three spines' in *Milnesium tardigradum* var. *trispinosa* Rahm, 1931 (Tardigrada). *Zoological Science* 33 : 431-433
- 〔3〕 Grothman GT, Johansson C, Chilton G, Kagoshima H, Tsujimoto M, Suzuki AC (2017) Gilbert

Rahm and the status of Mesotardigrada Rahm, 1937. *Zoological Science* 34 : 5-10

- 〔4〕 Suzuki AC, Kagoshima H, Chilton G, Grothman GT, Johansson C, Tsujimoto M (2017) Meiofaunal richness in highly acidic hot springs in Unzen-Amakusa National Park, Japan, including the first re-discovery attempt for Mesotardigrada. *Zoological Science* 34 : 11-17
- 〔5〕 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
- 〔6〕 Guil N, Jørgensen A, Kristensen R (2019) An upgraded comprehensive multilocus phylogeny of the Tardigrada tree of life. *Zoologica Scripta* 48 : 120-137
- 〔7〕 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 : 476-495 (*Corresponding author)

(プロジェクトメンバー) 鈴木 忠

18) 単細胞藻の細胞周期の時期をリアルタイムで観察できる蛍光マーカーの作出

文責 研究代表者 墨谷 暢子

細胞は分裂により増殖する。分裂の過程はG1期、S期、G2期、M期の主として4つのステージにわけられ、さらにM期は前期、中期、後期、終期と分けられる。細胞がどのステージにあるかは、核が分裂するステージであるM期を除けば、各ステージで特異的に量が増えるRNAやタンパク質の量を調べる、もしくは、細胞周期に応じて局在が変化するタンパク質の局在を調べることで判別する。単細胞紅藻*Cyanidioschyzon merolae*は単細胞藻のモデル生物として特にオルガネラ分裂に関する細胞生物学的研究に活用されてきた。顕微鏡下での単細胞紅藻*C. merolae*の細胞周期のステージの判別は従来、葉緑体と細胞の形態に加えて、抗体染色によりいくつかのタンパク質の局在を調べることで特定されてきた。抗体染色は細胞を固定する必要があるため、生きた細胞を対象に細胞周期のステージを特定する際の指標は葉緑体と細胞の形態のみである。しかし、G1期からS

期の途中までは葉緑体と細胞の形態だけで細胞周期のステージを確定するのは難しい。また、申請者は葉緑体と細胞の分裂の協調機構を協調が攪乱された細胞で観察することがあるため、研究の推進には葉緑体の形態以外に細胞周期を容易に判断するツールが必要となる。そこでS期に核に局在するPCNA、S期からM期周期まで発現し、S期～M期前期までとM期中期以降で局在を変化させるCENH3に蛍光タンパク質をつなげた株とG2/M期に発現する*cyclin B*のプロモーターに蛍光タンパク質をつなげた株の作出を試みた。現在までに*cyclin B*プロモーターにGFPをつなげた株が得られており、G2/M期に細胞質が蛍光を発することが確認できた。今後PCNAやCENH3に蛍光タンパク質をつなげた株も作出することにより、生きた細胞における細胞周期のステージの特定が容易になることが期待できる。

(プロジェクトメンバー) 墨谷 暢子

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

文責 研究代表者 福山 欣司

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などの生態学的な特性を把握することは重要である。しかし、こうした研究を行うために不可欠な本種の生態学的な知見は少ない。個体の年齢が解析できれば、当該個体群の年齢構成や成長率、寿命などの保全上重要な生活史特性を把握することが可能となる。また、食性は生活史における様々な生態的特性と幅広く結びついており、保全策を検討する上で必要不可欠な情報である。そこで本研究ではコガタハナサキガエルの年齢解析と食性の解明に取り組んだ。

年齢解析は、骨組織を用いた年齢推定法（スケルトクロノロジー）の有効性を検証した。スケルトクロノロジーは活動期と休眠期を交互に繰り返す両生類の性質を利用し、休眠による成長の停止が骨に残したリングのような痕跡（LAG）を調べることによって年齢を推定する方法であり、温帯域に属する日本の九州以北では、現在のところ最も有効な手段と考えられている。他方、本州に比べ緯度の低い沖縄以南の地域では、冬季もカエル類は活動を低下させないことが予想されたため、八重山諸島に生息する本種の年齢解析にあたってスケルトクロ

ノロジーの有効性を検証した。その結果、性成熟した10個体の骨組織を比較したところ、明確なリングが確認できた個体は5個体であり、残りの個体ではリングの確認ができない、または不明瞭なリングLAGが形成された個体であった。半数の個体でリングが確認できた理由は不明であり、本種へのスケルトクロノロジーによる年齢推定は更に検証を続けていく必要がある。

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。18個体を捕獲し、そのうち16個体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、4綱10目51個体が確認された。分類群別では昆虫綱が最も多く、被食動物全体の約82%を占めた。特にゴキブリ目（25.5%）の個体数割合が高く、バッタ目（19.6%）、コウチュウ目（17.7%）がそれに続いた。今回確認された被食動物の中で、樹上を主な生息環境として利用する動物は少数であった。また、成虫が飛翔能力を有する分類群においても、チョウ目は幼虫、ハチ目はすべてアリ科の働きアリであり、飛翔能力の無い個体のみが認められた。これらのことから、コガタハナサキガエルは地表性の動物を主要な餌資源として利用していることが示唆された。

（プロジェクトメンバー）福山 欣司・戸金 大

20) 棘皮動物ヒトデ幼生の成長における消化ならびに神経システムの発達

文責 研究代表者 古川亮平

多くの海産無脊椎動物は、プランクトン状態で幼生過程を経る。幼生プランクトンは、多様な海洋環境に対応できる生理システムを備えた独立した生活者として捉えられる。幼生プランクトンの生理学的特徴をより深く理解していくために、棘皮動物イトマキヒトデのビピンナリア幼生を材料にしたこれまでの免疫システムの研究に加え、新たに消化・神経システムの研究を開始した。

—消化システム—

研究室における20℃の飼育環境では、ビピンナリア幼生は受精後2日で開口し、摂餌を始める。消化システムは、口・食道・胃・腸・肛門により構築されている。これらの器官の中で、胃はサイズの大きな割合を占め、消化ならびに吸収を行なう。消化システムの研究を開始するにあたり、摂餌後に発現する遺伝子解析に着手した。まず、8-(phenylamino)-1-naphthalenesulfonic acid

により、ビピンナリア幼生の胃を生きた状態で蛍光標識した。次に、幼生を個々の細胞にまで解離、続いてセルソータを用いて蛍光標識細胞を分画し、RNA抽出後に発現遺伝子を網羅的に解析した。この分画した胃細胞のトランスクリプトームと、投餌の有無という飼育条件で飼育したビピンナリア幼生のトランスクリプトームを比較解析したところ、胃細胞及び摂餌を行ったビピンナリア幼生で特異的に発現する遺伝子として、ヒトの糖尿病、肥満、脂肪細胞の分化に関わるペルオキシソーム増殖因子活性化受容体 γ (Peroxisome Proliferator-Activated Receptor γ : PPARG) と呼ばれる転写遺伝子が高発現していることが見出された。

—神経システム—

イトマキヒトデのビピンナリア幼生では、夥しい数の神経細胞による神経ネットワークが身体全体に張り巡ら

されている。近年我々は、温度感受性チャネル (Transient Receptor Potential channel A: TRPA) を特異的に発現して、正の温度走性を生み出す僅かな数の神経細胞が存在することを報告した。この過程で、TRPA遺伝子の発現が抑制された幼生に投餌して飼育しても、変態可能なブラキオラリア時期に到達しないことに気付いていた (未発表)。この事実は、TRPA陽性神経細胞が情報伝達や統合以外に成長制御も行っている可能性を示唆する。この仮説に基づき、特異的な翻訳阻害剤であるモルフォリノオリゴ (MO) を用いてTRPA遺伝子のノックダウンを行い、以下の結果を得た: (i)

TRPAを発現する神経細胞の数は僅かであるにも関わらず、成長抑制には $400\mu\text{M}$ という高濃度のMOが必要である、(ii)神経細胞の出現時期とTRPAのノックダウンによる成長抑制の開始時期は同調する、(iii) 僅かな数のTRPA陽性神経細胞におけるTRPAの翻訳阻害が、身体全体の神経ネットワーク構築の不全を引き起こす。

本研究は、文部科学省科学研究補助金基盤研究 (C) (No. 18K05829) の補助を受けている。

(プロジェクトメンバー) 古川 亮平・金子 洋之

21) 棘皮動物ヒトデにおける再構築キメラ個体の変態研究

文責 研究代表者 古川 亮平

棘皮動物ヒトデの胚・幼生の免疫系は、生きた同種細胞であれば自己とみなして免疫応答を生じない。実際、ヒトデの幼生は個々の細胞にまで解離しても再び凝集して個体を再構築できるが、この再構築現象は同種異個体の細胞と混合した状態でも成立し、キメラ個体となる。一方で、変態して成体になると、成体の免疫系は同種異個体を非自己とみなす。従って、複数個体の解離細胞によって生じた再構築キメラ個体が成体に変態する過程において、個々の個体に由来する免疫系が他個体由来の細胞に対してどう応答するかは、ヒトデの免疫系の個体発生を考える上で重要な課題である。本研究では、ヒトデ胚の再構築現象を利用して遺伝的に異なる複数胚からキメラ個体を作製し、その発生過程の観察を通してヒトデにおいて免疫寛容が成立するかを検証した。

まず、キメラ個体を作製するために遺伝的に異なる2組の親のペアA、Bを用意し、それぞれの受精卵を得た。発生の良い胚のみを選抜し、 20°C の人工海水中で後期原腸胚まで飼育した。A胚およびB胚を 0.1ml ずつ混合し、 1.2M グリシン溶液で処理することで胚を単一の細胞にまで解離した。これをベトリ皿に撒き、遺伝的に異なる複数胚から成る再構築キメラ個体を得た。このとき、実験の対照群として、A胚のみ、B胚のみを用いた遺伝的に同一な再構築個体も作製した。それぞれの再構築個体は 20°C の人工海水中で飼育した。口が開いて摂餌が可能になった時点から、珪藻*Chaetoceros calcitrans*を

$1.0 \times 10^6/\text{mL}$ の濃度で毎日給餌し、変態可能なブラキオラリア幼生まで発生させた。ブラキオラリア幼生までの発生は、再構築キメラ個体と遺伝的に同一な再構築個体の間で何ら差は認められず、投餌後の成長速度にも差はなかった。

次に、ヒトデ飼育水槽の濾過砂利を用いてブラキオラリア幼生の変態を誘起した。培養プレートの1穴につき滅菌海水を 3ml ずつ加え、濾過砂利を2つ、ブラキオラリア幼生を5匹ずつ入れた。その結果、全ての再構築キメラ個体が稚ヒトデまで変態した。この変態過程は、遺伝的に同一な再構築個体の変態過程と差はなかった。しかし、稚ヒトデになってから一週間が経過すると、キメラ個体は徐々に形が変形・萎縮し、最終的に全個体が死に至った。一方、遺伝的に同一な再構築個体に異常はなく、キメラ個体が死んだタイミングでも全ての個体の生存が確認された。

以上の結果から、ヒトデの個体性は稚ヒトデ期以降で確立されており、個体性が確立する過程で他個体に対する免疫寛容は成立しないことが示唆された。今後、稚ヒトデ期のキメラ個体の体内でどのような免疫反応が生じているかを、組織レベル及びトランスクリプトームレベルで調べることで、ヒトデにおける自己のアイデンティティ確立システムの詳細を明らかにしていきたい。

(プロジェクトメンバー) 古川 亮平・田口 瑞姫

22) クマムシの受精 —非交接型体内受精—

文責 研究代表者 松本 緑

概要

緩歩動物クマムシは、脱皮に伴い成長する脱皮動物の

一群の水棲動物である。クマムシの生殖様式には、雌雄同体種、単為生殖種、有性生殖種が確認されている。私たちは自由産卵型の有性生殖種*Macrobiotus shonaicus*お

よび*Paramacrobiotus* sp.を用いて、それぞれの生殖行動を詳細に記載した (Sugiura et al, 2018)。交尾器を持たないクマムシのオスは、メスと接合はできないため交尾の準備が完了すると、オス総排泄孔より体外に精子を放出する。その精子は、メスを目指して遊泳する。メスに到達した精子はメス総排泄孔からメス体内に入るが、受精はせず、メス体内の貯精嚢に蓄えられ、精子鞭毛の短縮化が起こる。私たちはこれを非交接的な交尾と呼ぶ。蓄えられた精子は成熟した卵が放卵されるとき、卵とともに放出され、体外で受精が進行する。このように、自由産卵型のクマムシは非交接的な交尾のために、精子はメス個体を認識して遊泳すると考えられる。

生物における情報伝達は細胞間または細胞内でのシグナル分子によるものであるが、交尾行動においては、性フェロモンのような個体間のシグナル分子による情報伝達が行われる。クマムシのような非交接的な交尾にはそれらとは異なる個体と細胞間でのシグナル分子による情報伝達システムが存在すると考えられる。本現象は、個体間情報伝達であるフェロモンとも異なり、個体—細胞間のシグナル分子による新規な情報伝達である。この新規情報伝達を明らかにするための第1歩として、自由産卵型クマムシ *M. shonaicus* と *Paramacrobiotus* sp. の精子の形態と遊泳時の鞭毛、頭部の動態について詳細に解析した。

成 果

クマムシの精子は、先体—核—中片—尾部から構成される。遊泳時は中片で折り曲り構造をとり、中片を先頭

に卵に向かって進み、精子の推進力は尾部の運動により生じていた。両種の精子の形態は異なり、*Paramacrobiotus* sp. の精子は *M. shonaicus* よりも極めて長かった (Sugiura and Matsumoto, 2021)。

先端バイオイメージング支援プラットフォーム (ABiS) の支援を得て、筑波大学下田臨海実験センターにて、運動解析ソフト Bohboh を用いて精子の動態について解析した。射精から数秒でほとんどの精子がメスのもとへたどり着いた。メスに到達した精子はメスの総排泄孔にしばらく留まっていたが、その時点では鞭毛の短縮化は起こっていなかった。また、時間が経って泳げなくなった精子は中片での折り曲り構造は失われていた。

今後は、個体—細胞間のシグナル分子およびその受容体についての知見を得ることを目指す。

文 献

Kenta Sugiura, Hiroki Minato, Atsushi C. Suzuki, Kazuharu Arakawa, Takekazu Kunieda, Midori Matsumoto Comparison of sexual reproductive behaviors in two tardigrades (Macrobiotidae : Eutardigrada) Zoological Science 36 (2) 120-127. (2018) doi.org/10.2108/zs180103

Kenta Sugiura, Midori Matsumoto Spermatozoa morphology changes during reproduction and first observation of acrosomal contact in two dioecious species of Macrobiotidae (Tardigrada : Eutardigrada) . Zygote. 29 : 42-48. (2021) doi : 10.1017/S0967199420000490

(プロジェクトメンバー) 松本 緑・杉浦 健太

23) 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 研究責任者 中野 泰志

2020年度は、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。また、「かんじダス」の使用感及び学習効果への検討も行う予定であったが、COVID-19 (新型コロナウイルス) の影響で計画していた調査を行うことができなかった。

Webページでの技術情報公開としては、一昨年に引き続き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) のホームページを公開し、その1コンテンツとして製作に関する情報を更新している。また、「かんじダス」のアプリケーション自体もWebブラウザにより公開し、自由に利用することができるようになっている。さらに、公開している「かんじダス」のアプリケーションは、そのWebコード自体も閲覧、保存することが可能なため、このアプリケーションを自由に改変し利用することもできるようになっている。

「かんじダス」は、漢字学習の導入目的で制作された

ため、学習教材として利用するためには、漢字素材が大幅に不足している。「かんじダス」では、ディスレクシアでも識別しやすいと考えられるオリジナルのフォントを使用し、漢字学習の導入のためのコンテンツを制作したが、漢字の習得のためには多くの漢字 (文字) を用いる必要があり、そのフォントを用意することが課題であった。そこで次年度では既存のフォントを活用して、新規のフォントを増産することが可能かを検討することを計画している。

一方で、「かんじダス」自体は、その使用感の検討によりディスレクシアに限らず、健常児の漢字学習の導入にも効果的であることが指摘されている。健常児であれば、ディスレクシア児よりも漢字学習へのフォントの影響は少ないため、既存のフォントを用いることも可能である。漢字習得のためのコンテンツを既存フォントで作成したとして、フォントの切り替わりがどの程度学習に影響するのかを検討する必要がある。また、タブレットを指で操作するアプリケーションとしての操作感や視認

性についても、既存フォントを評価し、適したものを見出すことが必須であるが、学校現場での調査研究は次年度も困難であるため、まずはコンテンツや使用するフォ

ントの候補を検討する。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・野川 中

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

文責 研究代表者 中野 泰志

プロジェクトの目的

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

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

研究プロジェクトの内容

1. スマートスピーカー・スキル開発のための基礎調査

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

2. 視覚障害者が自力でスキル開発ができるかの検証

スキルとはAmazonのAlexaに追加できる個別の機能のことをいう。スキル（機能）を追加することによって、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. サピエシステムの応用

本プロジェクトの到達点は、視覚障害者の多くが利用しているオンライン図書館「サピエ」をAmazonのEchoで音声コントロールできるようにすることである。将来的には、サピエに登録された新着図書情報を取得し、話しかけるとそれら情報を音声で応答するように構築する。

今年度の成果

前年度までに取り組んだAmazonのスキル開発は、ウェブで開発者コンソールにアクセスする方式で実施した。しかし、この方式はスクリーンリーダー（SR）によるアクセスが困難なケースがあり、1) 適切に読み上げないボタンがあること、2) フィードアイコンの読み込みがキーボードでフォーカスを得ないこと、3) ビルドエラーメッセージを確認できないことが課題として残

された。ビルドエラーがSRユーザーが自力でチェックできなければ、視覚障害者がデバッグできないため実用的ではない。

さらに、スクリーンリーダーを用いた環境でウェブ上のコードエディタを使用したコーディング作業は十分なスピーチによるフィードバックが得られなかった。通常、SRを使用する視覚障害者がプログラムソースをコーディングするには、ソースに書かれたコードと記号とスペースを1文字単位に判読し記述する。開発者コンソールではこれらの情報が十分に得られないため、自力によるデバッグにおいてバリアが生じていることがわかった。そのため、今年度は新たに別の手法を検討した。

1. 手続き

SRを用いた開発を容易にするためコマンドライン・インターフェイス（CLI）による実行と制御による環境の整備を検討した。Alexa Skills Kit（ASK）には、CLIベースのリソースを提供しており、スキルのバックエンドロジックのホスティングにサーバーレスでプログラムを実行できる「AWS Lambda」を使用する場合は、AWSの認証情報を用いる。そして、npmを用いASK-CLIツールをインストールし、コーディング作業はWindowsのSRに対応したエディタを使用することによってアクセシブルに開発できる環境を整えた。

一方、開発言語はpythonを選定した。この理由は、世界的にオープンソース・スクリーンリーダーとして知られる「NVDA」がpythonで設計されているからである。全盲エンジニアが参加し開発が行われているNVDAは視覚障害のある当事者が参加しやすいようにアクセシブルなpython言語を軸としている。pythonは、キャラクターベースでインデントによってブロック定義を行い、他の言語よりも特殊記号を用いないことにより可視性を高めている。この特徴はSRにとっても相性がよく、本研究においても有用であると考えた。

この環境に置いて、ASKで提供されているサンプルプログラムのカスタマイズとdeployまでを実行したところ、SRで十分開発が行えることがわかった。

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) スキル開発はウェブコンソールを使用するよりもCLIを使用する方がアクセシブルであること。
- 2) ASKにはCLIベースの開発環境が提供されpythonによる開発が可能であること。
- 3) コーディングは使い慣れたエディタを使用でき、

SRを用いた開発が容易にできること。

- 4) 本研究に必要な対話型の実装サンプルは引き続きの課題として取り組むこと。

今年度はコロナ対策のため研究業に時間を割けなかった。引き続き実証的に検証する。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・御園 政光

25) 成人不同視性弱視の点眼治療について

文責 研究代表者 中野 泰志

本研究はこれまで視力向上困難とされている臨界期年齢（およそ8歳～10歳）を超えた者が対象であるが、眼科医からのデータをもとに弱視者の機能変化を「視力の向上有無」をまずは証明することを課題に置いている。

年齢にかかわらず治療を試みる価値はあると報告もあり、臨界期を過ぎた弱視に対しても治療に反応する可能性が示唆されているが、成人の患者は継続が困難であり治療を断念する場合も多い。点眼治療を受けている不同視弱視者の協力を得て、その視力回復の有無を調査している。視機能の変化を定期的にフォローする研究である。成人に達した年齢は本当に視力向上が困難であるのかもう一度確認し検証することを目的とする。

<成果>

- (1) 共同研究施設となっている7施設、眼科医7名から、研究対象となる①患者数②その患者の視力数値③両眼視の成績を毎月1回訪問し、データを確認、研究ノートに記録を取らせて貰っている。
- (2) 現在（2021年1月28日）の時点で60名の推移を追跡していることを確認した。
- (3) 本研究の対象者は、成人である為、途中経過は様々な原因で、眼科受診が中断してしまうケースや、また中断していても再開し継続し始めるケースもある。そ

れも含め5年の歳月、追跡を行うことにしている。

- (4) 前回の中間報告では、中断や、患者の都合で眼科来院が定期的ではない患者を省き現段階にて欠落値の無い12名分のデータから視力の向上を統計解析した。これによると治療後6か月で効果が出ると考えられた。
- (5) また、10、20代と40歳以上では視力向上の程度が変わらないことも同時に確認している。
- (6) 視力の向上について、統計学的な優位差が確認でき、本研究は有効と考えられる結果が出たのでそれを中間報告としたが、今回、対象n数は増加しているが、データ分析は行っていない。

今後は、①現在まだ結果が出ていない40名を追跡しながら、今後の研究の為n数を増やして行きたいと考えていることと、②今回の中間報告を発展させ、内容の充実を図りたいと考える。

2020年から本年まで患者n数は2名増加したが、新型コロナウイルスの懸念から被験者の定期通院が損なわれ、観察途中の視力向上過程の被検者も中断した為視力低下し思うような結果にはならない状況であるようである。少し動向を見ながらコロナ禍までの結果でデータを確認し見解をまとめたいと考えている。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大貫二三恵

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

従来から、知覚に関して、意識するしないは別として、過程存在論と実体存在論という異なる存在論を背景に研究がなされてきた。実体存在論は不変の対象こそが存在するとし、変化は仮像に過ぎないとする。それに対して、過程存在論は変化する事象こそが存在し、不変は、変化からの抽象に過ぎないと捉える。

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。それは要素的感觉から構成される。物理的世界について知ることに失敗することもあり、それを錯視と呼ぶ。

過程とは事象(event)の連続を指す。事象が必然的に備えている性質は、「始まりがあり、終りがある」ということである。過程存在論はある一定の時間経過を伴うこの事象こそが知覚の基本単位とする。いわゆる事象

知覚は広い意味では運動の知覚と同義の用語として使われることもあるが、本来、そうした存在論を背景とすれば、研究の対象は運動知覚に限らない。そこで、我々は、過程存在論から、運動知覚に限らず、明るさの知覚など従来過程存在論の枠組みではあまり扱われてこなかった事も含めて様々な知覚現象をとらえようと試みている。事象知覚として捉えることで明るさ知覚の変動性、多様性に焦点を当てることができる。立体模型の凹凸が見えの上で逆転する際、それに伴って明るさの知覚も変化していた。

近年、自己運動知覚をとりあげてきた。自己運動知覚いわゆるベクシオンは視覚を中心に考えられてきたが、我々の移動を特定する情報は視覚に限らない。光や空気といった何らかのフローが自分の動きによるのか、外的

環境のものなのかが弁別される。外的環境のものならば、自己とフローは分化し、自分の動きとして知覚される場合は、自己身体と環境のフローが全体として体制化されることが考えられる。

我々は皮膚感覚に対する風、前庭感覚に対する振動を用いて、自己運動知覚を研究してきた。風による皮膚感覚ベクションには前庭に対する振動が必須とされているが、振動が検知できないほどの強度か十分検知できる強度かによって、皮膚感覚の役割が異なっていた。検知できない程度の振動の場合、皮膚感覚はより繊細な弁別に寄与していると考えられる。

また、自己の運動の方向は風によって規定されるのだが、そもそも風がどこから吹いてくるかを我々はどう知覚しているのか。視覚を遮断し、聴覚もマスキングした状態で検証した。その結果、前後方向は、風の吹いてくる方向通りに知覚していた。それ以外の方向は左右ともやや後方に定位していた。

学会発表

- [1] “Comparison between Cutaneous and Visually induced vection”; Kayoko Murata, Hidemi Komatsu; 中島祥好先生退職記念ポスター・シンポジウム

(オンライン開催); 2020年3月14日～4月14日

- [2] “The effect of occlusion on “tool effect”; Hidemi Komatsu; 中島祥好先生退職記念ポスター・シンポジウム (オンライン開催); 2020年3月14日-4月14日

- [3] 「移動知覚の皮膚感覚系と前庭感覚系の役割」; 日本バーチャルリアリティ学会VR心理学研究会/映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会 (オンライン開催); 村田佳代子・小松英海・一川 誠; 2020年11月28日

- [4] 「移動感覚における風向きの知覚」; 日本バーチャルリアリティ学会VR心理学研究会/映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会 (オンライン開催); 小松英海・村田佳代子; 2020年11月27日

外部資金

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 19J00742

「移動動作の加齢変化に影響する要因の検討」

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・増田 直衛
小松 英海・村田佳代子

27) 点字読書速度に及ぼす諸要因の影響

文責 研究代表者 中野 泰志

点字読書速度は、点字の習熟を評価の重要な指標の一つであるが、個人差が大きく、また使用する文章に依存することが知られている。個人差を生み出している個人特性の特定に加え、読書速度に与える文章の構造や特性を特定することで、適切な訓練方法の開発などの読書速度の改善につながる知見となると考えられる。

本年度は、声に出して読む音読と声に出さずに読む黙読における点字読書速度と精度を評価する実験の実施を

計画していた。これらの実験のデータを習得することで、音読、黙読の読書速度に対して、個人特性や文章特性が与える影響を検討する予定であったが、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染拡大の中、対面で実施する必要がある本研究は実施することができなかった。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大島 研介

教 育

1) 化学実験のオンライン授業用映像教材の開発

概 要

本年度はコロナウィルス感染拡大を防ぐために、多くの大学が遠隔授業の対応をとった。慶應義塾も授業の開始を遅らせ、春学期はすべてオンラインで行い、秋学期はハイブリッド授業となった。本来は参加して体験することが重要な実験授業もオンラインにせざる得ない状況となり、教材の準備を余儀なくされた。実験手順を示して、頭の中で実験操作をイメージしてもらう方法もあるが、実験教育としては不満が残る。教員が実験をすることで、リアルタイム映像で見てもらうか、事前に撮影した実験動画を見てもらい、バーチャルで実験をすることで、体験してもらいしかないのである。しかし、今年度の春学期のようにキャンパスが閉鎖した状況では、リアルタイムの映像を見せることは現実的ではなく、実験動画などの学習教材を準備することもできなかった。以上のような背景から、今年度や来年度の授業教材に限らず、あらかじめ、有事に備えておくことが必要であることをあらためて認識し、このような緊急時に使用できる動画教材を作成した。本教材はあらゆる学部や大学で活用可能な教材となりうるだろう。

オンライン授業用教材としての動画に加えて、すでに公開していた化学実験の基本操作法の動画も拡充した。化学実験基本操作法の動画は自然科学研究教育センター（自然セ）や申請者のwebサイト上で公開して^{1) 2)}、学生の予習・復習に役立てることができた。今年度の秋学期のように一部対面授業ができるようになって、なるべく短時間で、安全に実験授業を行えるようにするための予習動画や復習教材としての動画も重要であり、そのような動画も作成した。

具体的な実施内容を以下に記す。

(1) ガイダンス動画の作成

授業のガイダンスの資料をパワーポイントで作成して音声を入れ、スライドショー形式の動画教材を作成した。

(2) 実験操作法の動画教材作成

現在の動画に追加して、一般的な実験操作の動画を撮影、編集し、教材を作成した。

(3) 実験内容の説明動画の作成

実験内容の説明動画を撮影、編集し、教材を作成した。

(4) オンライン実験動画の作成

オンラインで受講する実験授業用の動画を作成した。

(5) 対面授業の予習復習用動画・欠席者用オンライン動画の作成

対面実験授業において実験室滞在時間を減らすために、実験テーマによっては、予習動画・復習動画を作成した。また、欠席者にオンライン実験をしてもらうための動画も作成した。

(6) クイズの作成

実験の理解を深めるために、Googleフォームを用いてクイズを作成した。また、解説をつけることで、実際に指導ができない状況でもフィードバックできるようにした。

(7) 実験授業用PDFの作成

授業用のPDF配付資料を作成し、その中に貼ったURLから研究機関のライブラリーやYou Tubeにアクセスできるようにして自習できる教材を作成した。

(8) 実験授業用資料の作成

授業用の資料をパワーポイントで作成して音声を入れ、動画教材を作成した。

(9) Zoom動画の作成

日吉キャンパスの各所、教室、教員の顔を見せることで、対面授業の雰囲気味わえる動画をZoomで作成した。

オンライン授業および対面授業の授業用教材として、当初想定していなかった教材も作成した。

「実験器具・装置の教材作成」については、各実験テーマのオンライン動画作成に手一杯で、追加作成の時間が取れなかった。「クイズ作成」は行ったが、学生の意見を聞いて検討を重ねることはできなかった。

成果・今後の展望・計画等

多くの学部・教員がこのプロジェクトに参加したことで、今後、対面授業が行えず、オンラインの実験授業を余儀なくされた場合の教材が数多く作成できた。

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

また、実験器具や装置の映像とその解説、操作法の動画、理解度チェックページについては通常の授業でも学生の予習復習において活用できる。効率的な学習ができ、教育効果が期待される。実験経験の少ない学生や生徒にとって、実験操作や内容をイメージすることができ、理解の助けになる。さらに、注意点を示すことで実

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にも役立つ。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てしまっても、映像で復習することで、記憶に定着させやすい。現代の学生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。実験動画は今回のようなオンライン授業で活用できるだけでなく、TAの予習や欠席した学生への補講などに役立てることも可能である。

オンライン実験動画の作成は、今回の非常事態で初めての試みであったが、授業で実際に学生が行う内容とまったく同じ実験を行い、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。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。

一部の教材についてはweb上の公開に加え、教育関係の学会での発表を行うことで、外部への発信を行い、新たな教材開発として提案し、慶應義塾大学のみならず、多くの大学の一助となるであろう。

今後、今回のプロジェクトで作成した教材をメンバー内で共有し、学部横断型で互いに活用できるように資料の整理を行う予定である。さらに、オンライン用実験動画、追加の実験操作の動画や予習用・復習用教材を順次作成していきたい。

なお、本事業は2020年度日吉「教育・研究調整予算」で行われた。

(事業メンバー)

久保田真理・井奥 洪二・岡本 昌樹・志村 正
大石 毅・杉山 晴紀

(協力者)

末永 聖武・松原 輝彦・高橋 大介・岩崎 有紘
花田 逸子

(久保田真理)

2) IoT百葉箱の活用による新しい気象学習プログラムの開発

概 要

本事業では、IoT百葉箱を日吉キャンパス（横浜市港北区）と横浜初等部（横浜市青葉区）に設置した。この百葉箱は10cm×10cm×30cm程度の非常にコンパクトな観測機器で、設置場所を選ばず、電池で稼働し、データをBluetoothで送信可能である。これまでの気象観測機器にはない、以下の3つの特徴を有する。①全国の気象観測端末と（株）内田洋行のクラウドサービスを介してつながり、全国各地の気象データをリアルタイムで観察できる。②景観撮影用カメラ画像と気象データを連動して見ることができ、天気と気温、湿度、気圧の変化の関係を視覚的にとらえられる。③在宅でIoT百葉箱の各種気象データに（過去も含めて）アクセス可能なため、現在の感染症対策の状況下でも、オンラインかつリアルタイムで学生に気象の研究や学習を提供できる。

気象観測には、多地点の同時観測が研究レベルにおいては必須である。神奈川県の大気が南西から北東にかけて移動することを踏まえると、その天気の変化をリアルタイムで観測する場合、その軌道上に観測地があることが極めて重要になる。湘南藤沢中等部・高等部（以下SFC中高）では、すでにIoT百葉箱を導入していたため、本事業で日吉キャンパスと横浜初等部に設置できたことにより、3地点の同時観測が可能となった。

日吉キャンパスでは、百葉箱は来往舎横の植木に設置し、カメラは第二校舎2階の講義室から、記念館前の広場の上空に向けて広い視野を撮影できる。横浜初等部では、百葉箱は第2音楽室前の屋上広場の柵に設置し、カメラは屋上の手すりに固定し、こちらも広い視野の撮影

が可能である。それぞれのカメラの画像や気象データはこちらのリンク（<http://iot100.uchida.co.jp/>）より確認が可能である。

また、全国にある多地点のリアルタイムの観測データを利用することで、代表者が今年度から開講した自然科



IoT百葉箱の外観

学研究会Ⅲ・Ⅳ（物理学副専攻認定科目）の学生が、様々な研究テーマでコロナ禍での研究活動を行うことも可能になった。

成果・今後の展望・計画等

リアルタイムの気象データの取得は、天気予報の根幹をなす、気象観測の原点である。代表者が今年度から開講した自然科学研究会Ⅲ・Ⅳ（物理学副専攻認定科目）の研究テーマとして、一人の学生は「IoT百葉箱を活用した八ヶ岳麓における霧の発現観測」を実施した。遠隔カメラの画像を用いて、霧の発生を一年間分調べ、発現型を分類し、百葉箱の観測データや気圧配置から、発生条件の研究を行った。これら成果をまとめたものを、物理学の副専攻論文として提出、審査中で、日吉紀要にも投稿する予定である。また、全国のIoT百葉箱の気圧変動と片頭痛の関係を調査中の学生もいる。

日吉に設置した百葉箱に関しては、気圧、気温、湿度に関して、塾高の屋上に設置されている通常の百葉箱の実観測データの記録と比較を行い、キャリブレーションを実施中である。今回、IoT百葉箱を導入できたことで、次年度以降も自然科学研究会Ⅲ・Ⅳ（物理学副専攻認定科目）の学生が、様々な観測的研究テーマで活動を行うことが可能になった。

今回の事業は、代表者の自然科学研究会での研究教育活動への利用に主眼を置いたものになっているが、このIoT百葉箱の活用は、学生に新しい気象学習を提供し、自然科学への興味関心を高めることも期待できる。今後は、事業メンバー内外のオンラインを含めた大学の各教室での授業での利用はもちろん、協力者の一貫教育校での拡張的な利用も視野にいられている。また、大学内外で幅広く宣伝し、日吉キャンパスの全学的な教育的利用も促進していきたい。

将来的に一貫教育校も含めた気象データネットワークが構築できれば、測定した気象データ（水文情報）を使って市民の防災行動やマーケティングといった将来予測の意思決定プロセスを学ぶことも可能になるだろう。

なお、本事業は2020年度日吉「教育・研究調整予算」で行われた。

（事業メンバー）

杉本 憲彦・井上 浩義・糟谷 大河・古川 亮平
藤森 俊明

（協力者）

茅野 真雄・松本 直記・竹田 大樹・森上 和哲
(杉本 憲彦)

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

概要

生物学において生物に対する興味や好奇心は観察や生物実習などの授業を通じて得られる経験が大きく寄与する。とくに生物学実習では顕微鏡が頻繁に使われており、顕微鏡を覗くことでこれまで見たことのない生物の発生や解剖学的特徴を直に体験できるため教育的効果は非常に高い。このように生物学において顕微鏡観察は、本来の生物学教育に不可欠な実体験型の要素をもつ授業である。しかし、新型コロナウイルスの影響により、実習室やフィールドでの観察が困難な場面が生じている。このような状況は今後も続くと考えられそのような事態に即した授業内容のオンライン化が急がれている。

そこで生物学教育のオンライン化の試みの一つとして実習等において顕微鏡を用いて観察される事象と同様の動画をオンライン上で用意し、顕微鏡を覗き発生過程や解剖学的特徴の観察が疑似体験できるオンライン教材としての役割をもつ、Virtual図鑑（仮称：生物発生・行動観察のためのVirtual図鑑Online Bio-Anatomy for Keio Education (OBAKE)）を構築することを本プロジェクトの目的とした。

成果

本年度は以下2つのオンライン教材開発を目指した。

- ・EducAnatO：モデル生物ホヤの発生・解剖学データベース

- ・RINKAI DB：臨海実習疑似体験オンライン教材

現在RINKAI DBは10年以上蓄積した臨海実習の1000枚以上に及ぶ海の動物写真、古川、倉石らの提供画像を用いて構築中である。当初予定していたよりも完成が遅れている。これは以下3つの理由による。

1. 実習の醍醐味である偶然性などを取り入れた面白い機能をオンライン上で実装するのに時間を要している。
2. 1000以上の動物の動画像をもとに門・綱・目・科・属・種レベルまでアノテーションする作業にかなりの時間を要している。
3. 各動物の系統関係の情報を整理したうえで系統分類に不安がある画像に関しては分類の専門家の確認作業を依頼する必要がある

以上の理由のため公開を延期することとした。RINKAI DBの仕様についてはすでに完成しており、特に審査委員からも要望のあった面白い機能に関しては、単なる画像アルバムにならないようにアイデアを出し合い工夫し、それを実現するため様々な機能を盛り込んでいる。採取する動物はランダムに出現する機能、レアな

2020年度活動報告

動物は採取しにくい機能、知識を学ばないと次の動物を収集できない機能、なぞなぞに間違えるとHPが減少し次のレベルに到達できなくなる機能や収集欲が出る採集水槽内のコレクション画面など多くのゲーム要素を盛り込んだ仕様であるため、実装にかなりの時間を要している。以上を鑑みて、OBAKE傘下としてこれら内容・機能すべてを統合し、EducAnatOと同様にRINKAI DBの完成・発表・授業での活用は次年度行うこととした。

今年度は本事業のサポートを得て、学会発表2件、国際誌論文（査読付き）1件、およびOBAKE傘下オンラ

イン教材EducAnatOを公開した。また、現在臨海動物オンライン教材としてRINKAI DBを開発中である。

（プロジェクトメンバー）倉石 立・堀田 耕司
古川 亮平

参考)

EducAnatO : <https://www.bpni.bio.keio.ac.jp/educanato/1.0/index.html>

（倉石 立）

そ の 他（センター共催）

1) 2020年度 自然科学部門 新任者研究紹介

日 時 2020年10月23日（金）18：15～

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

小瀬村誠治（自然科学部門主査）

18：20～18：45

講演1「谷戸田に生息するトウキョウダルマガエルの個体群存続可能性」

戸金 大（経済学部・生物学教室）助教（有期）

18：45～19：10

講演2「海産環形動物ユムシ類の分類学的研究」

田中 正敦（商学部・生物学教室）助教（有期）

19：10～19：35

講演3「ランダム媒質中の拡散過程の漸近挙動について」

高橋 弘（商学部・数学教室）准教授

閉会の挨拶

井奥 洪二（自然科学研究教育センター所長）

講演要旨1

「谷戸田に生息するトウキョウダルマガエルの個体群存続可能性」

戸金 大

日本では低湿地を本来の生息地とするカエル類の多くが、代替植生となっている水田に依存して生息している。そのため、水田耕作の近代化に伴う様々な水田環境の変化がこれらのカエル類の生息密度の低下を招いていると指摘されている。演者は特に水田依存性の強いカエルといわれている絶滅危惧種トウキョウダルマガエル *Pelophylax porosus porosus* を研究対象として、谷戸田における本種の個体群の存続可能性の研究を行ってきた。まず、本種の生態学的特性を明らかにするために、成長や年齢、生存率、個体数推定、生息地利用などのデータを収集した。パラメータの1つである年齢を指標に解析した結果、本種は0歳から4歳までの比較的若い個体で

構成され、1歳で繁殖可能になる、すなわち本種の世代時間が短いことが挙げられた。しかし、このことは孤立した生息地で数年間繁殖の出来ない状態が続くと局所絶滅が起こる危険性も示唆した。得られた個体群統計学的データと、標識再捕獲法によって算出した生息地内での個体数データを用い、シミュレーションモデルを構築し、個体群存続可能性分析（PVA）を行った結果、50年後に最小存続可能個体数（MVP）を下回る確率は0.029%であることが予想された。感度分析の結果、生存率に比べ、個体群サイズには初期個体数と繁殖率が大きな影響を持つことが示唆された。このことから高齢まで生存し複数回繁殖を行なう場合と、若い年齢で1度でも繁殖活動に参加する場合でも絶滅確率に大きな違いが認められないことが示され、繁殖環境となる水環境の保全が重要であると考えられた。

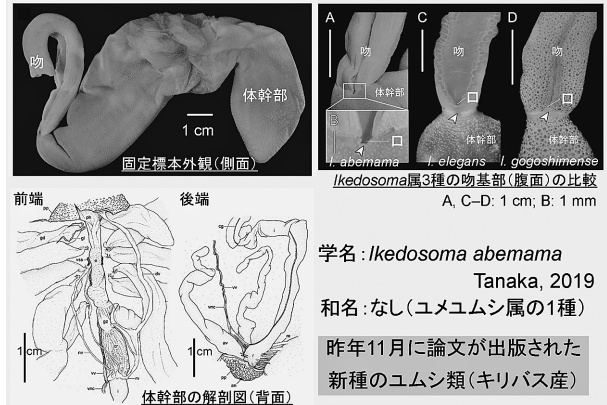
講演要旨2

「海産環形動物ユムシ類の分類学的研究」

田中 正敦

ユムシ類は、真体腔性の海産無脊椎動物で、環形動物門（ゴカイ類、ミミズ類、ヒル類が著名）の内群とされる。演者はユムシ類（現生既知種約175種）の分類学を専攻し、伝統的な比較形態学的手法に加え、分子系統学的手法も駆使して研究を行ってきた。本公演ではまず、多岐にわたる生物学の研究において分類学がどのような役割を果たしているのかを紹介し、その後ユムシ類の形態や生態、私達の人生における接点、演者による最新のユムシ類の新種記載（Tanaka 2019, Species Diversity 24: 267–273）を例にしたユムシ類の分類・同定の実際、現在研究中のユムシ類、などについて解説した。演者はユムシ類の興味深い生態や性的二型、後天的性決定など

最新の新種記載の1例 (Tanaka 2019)



の諸現象の解明をすすめるための基盤となる分類学的研究を通じて、環形動物、ひいては動物界全体の多様性とその進化プロセスの理解にわずかでも貢献することを願いつつ、ユムシ類全種を網羅した総覧（モノグラフ）の完成を究極の目標としている。

講演要旨3

「ランダム媒質中の拡散過程の漸近挙動について」

高橋 弘

「不純物が混ざった媒質のような複雑な構造を持つ環境の中で粒子はどのように伝わるか」という疑問に関する研究は、1960年代から数理物理学・物理化学などの分野で始まり、現在まで続いている。媒質の中を動く粒子の長時間の振る舞いを調べることを問題とする。確率論の枠組みで定式化すると、媒質のモデルのランダムネスと媒質が固定されたときに粒子の動きが持つランダムネスという二重のランダムネスを扱うことになる。

ランダム媒質のモデルとしてBrown運動に代表される自己相似確率過程、すなわち空間に関して適当な変換の下でその分布が不変となる確率過程を与える。この影響を受ける1次元確率過程は、中心極限定理とは異なるスケーリングで極限分布が得られる。多次元確率過程は未解明の問題が多く、再帰性・過渡性などの基本的な漸近挙動の性質についていくつかの結果が知られている。それらをふまえ漸近挙動の様相を媒質の条件から明らかにするための研究を進めている。

資料編

大学自然科学研究教育センター協議会委員

2020年4月1日～2021年3月31日

常 任 理 事	青山藤詞郎	
所 長	井奥 洪二	
副 所 長	南 就将	
	杉本 憲彦	
文 学 部 長	松浦 良充	
経 済 学 部 長	池田 幸弘	
法 学 部 長	岩谷 十郎	
商 学 部 長	岡本 大輔	
医 学 部 長	天谷 雅行	
理 工 学 部 長	岡田 英史	
総合政策学部長	土屋 大洋	
環境情報学部長	脇田 玲	
看護医療学部長	武田 祐子	
薬 学 部 長	三澤日出巳	
文学部日吉主任	坂本 光	
経済学部日吉主任	柏崎千佳子	
法学部日吉主任	奥田 暁代	
商学部日吉主任	大矢 玲子	
医学部日吉主任	井上 浩義	
理工学部日吉主任	井上 京子	
薬学部日吉主任	金澤 秀子	(2020年9月30日まで)
	大谷 壽一	(2020年10月1日から)
日吉研究室運営 委員会委員長	大出 敦	
日吉メディア センター所長	横山 千晶	
日吉ITC所長	小林 宏充	
教養研究セン ター 所 長	小菅 隼人	
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 所 長	國分 紀嗣	
自然科学研究教育 センター事務長	大古殿憲治	

自然科学研究教育センター規程

平成21（2009）年 3月10日制定
平成23（2011）年 3月29日改正
平成26（2014）年12月 5日改正

（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。

（教職員の任免）

- 第7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8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9条 ① センターの経理は、「慶應義塾経理規程（昭和46年2月15日制定）」の定めるところによる。

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

③ 外部資金の取扱い等については、学術研究支援部の定めるところによる。

（規程の改廃）

第10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

この規程は、平成21（2009）年4月1日から施行する。

附 則（平成23年3月29日）

この規程は、平成23（2011）年4月1日から施行する。

附 則（平成26年12月5日）

この規程は、平成26（2014）年4月1日から施行する。

自然科学研究教育センター運営委員会内規

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

(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パランスを考慮して所長を選び、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、運営委員会で承認されなければならない。

資料編

（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。

（注1）慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程
＜抜粋＞

第6条 ① センターに、運営委員会を置く。

② 運営委員会は、次の者をもって構成する。

1 所長

2 副所長

3 事務長

4 その他所員および職員の中から所長が委嘱した者

③ 運営委員会は所長が召集し、その議長となる。

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

（注2）センター協議会での承認および大学評議会での議案書提出

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

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

（*2）履歴書に写真が必要（詳しくは注4を参照のこと）

（注3）任期

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

(注4) 履歴書の写真の必要性

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

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。

自然科学研究教育センター各種委員会委員

(職位は2021/3/31現在)

1. 運営委員会 (12名)

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委員長	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	人類学	河野 礼子
委 員	経済学部	教授	心理学	中野 泰志
委 員	経済学部	教授	生物学	有川 智己
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	法学部	教授	英文学	横山 千晶
委 員	法学部	准教授	化学	志村 正

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委 員	商学部	助教(有期)	生物学	墨谷 暢子
委 員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委 員		事務長		大古殿憲治

2. 行事委員会 (8名)

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	助教(有期)	化学	杉山 晴紀 (~1/31)
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (2/1~)
委 員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河
委 員	法 学 部	専任講師	心理学	田谷修一郎

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委 員	商学部	助教(有期)	物理学	藤森 俊明
委 員	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠

3. 広報委員会 (8名)

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	法学部	専任講師	生物学	林 良信
委 員	法学部	助教(有期)	化学	土居 志織
委 員	法学部	助教(有期)	化学	吉川 夏彦
委 員	医学部	助教	化学	大石 毅

4. 構想委員会（10名）

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹
委 員	文学部	准教授	生物学	倉石 立
委 員	文学部	准教授	心理学	寺澤 悠理
委 員	経済学部	教授	数学	桂田 昌紀
委 員	商学部	教授	物理学	新田 宗土
委 員		事務長		大古殿憲治

5. 一貫教育校との連携委員会（9名）

	所 属	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将
委 員	文学部	助教	生物学	古川 亮平
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一
委 員	理工学部	准教授	電子工学	中野 誠彦
委 員	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄

自然科学研究教育センター構成員

1. 所員 67名（職位は2021/3/31現在）

◎所長、○副所長

		所 属	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎	経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2019/ 4/1～2021/3/31
2	○	法学部	教授	物理学	杉本 憲彦	2019/ 4/1～2021/3/31
3	○	医学部	教授	数学	南 就将	2019/ 4/1～2021/3/31
4		文学部	教授	化学	岡本 昌樹	2019/ 4/1～2021/3/31
5		文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2019/ 4/1～2021/3/31
6		文学部	准教授	生物心理学	伊澤 栄一	2019/ 4/1～2021/3/31
7		文学部	准教授	生物学	倉石 立	2019/ 4/1～2021/3/31
8		文学部	教授	人類学	河野 礼子	2019/ 4/1～2021/3/31
9		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	田口 瑞姫	2020/ 4/1～2021/3/31
10		文学部	准教授	科学哲学	田中 泉吏	2019/ 4/1～2021/3/31
11		文学部	准教授	生物学	寺澤 悠理	2019/ 4/1～2021/3/31
12		文学部	助教(有期)(自然科学)	化学	杉山 晴紀 ^{*1}	2020/ 4/1～2021/1/31
13		文学部	助教	生物学	古川 亮平	2019/ 4/1～2021/3/31
14		経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2019/ 4/1～2021/3/31
15		経済学部	教授	数理解物理学	池田 薫	2019/ 4/1～2021/3/31
16		経済学部	教授	数学	桂田 昌紀	2019/ 4/1～2021/3/31
17		経済学部	教授	心理学	中野 泰志	2019/ 4/1～2021/3/31
18		経済学部	教授	生物学	福山 欣司	2019/ 4/1～2021/3/31
19		経済学部	教授	地理学	松原 彰子	2019/ 4/1～2021/3/31
20		経済学部	教授	生物学	有川 智己	2019/ 4/1～2021/3/31
21		経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河	2019/ 4/1～2021/3/31
22		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	早田 智也	2020/ 4/1～2021/3/31
23		経済学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	戸金 大	2020/10/1～2021/3/31
24		法学部	教授	物理学	小林 宏充	2019/ 4/1～2021/3/31
25		法学部	教授	物理学	下村 裕	2019/ 4/1～2021/3/31
26		法学部	教授	認知科学	辻 幸夫	2019/ 4/1～2021/3/31
27		法学部	教授	英文学	横山 千晶	2019/ 4/1～2021/3/31
28		法学部	准教授	生物学	小野 裕剛	2019/ 4/1～2021/3/31
29		法学部	准教授	化学	志村 正	2019/ 4/1～2021/3/31
30		法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎	2019/ 4/1～2021/3/31
31		法学部	専任講師	生物学	坪川 達也	2019/ 4/1～2021/3/31
32		法学部	専任講師	生物学	林 良信	2019/ 4/1～2021/3/31
33		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	高橋 宏司	2020/ 4/1～2021/3/31
34		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	土居 志織	2020/ 4/1～2021/3/31
35		法学部	助教	物理学	森本 睦子	2020/ 4/1～2021/3/31
36		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	吉川 夏彦	2020/ 4/1～2021/3/31
37		商学部	教授	数学	白旗 優	2019/ 4/1～2021/3/31
38		商学部	教授	物理学	新田 宗土	2019/ 4/1～2021/3/31
39		商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2019/ 4/1～2021/3/31
40		商学部	教授	物理学	松浦 壮	2019/ 4/1～2021/3/31
41		商学部	准教授	仏語	川村 文重	2019/ 4/1～2021/3/31
42		商学部	准教授	物理学	ワキ, アントニ	2019/ 4/1～2021/3/31
43		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	墨谷 暢子	2020/ 4/1～2021/3/31
44		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	藤森 俊明	2020/ 4/1～2021/3/31
45		医学部	教授	化学	井上 浩義	2019/ 4/1～2021/3/31
46		医学部	教授	血管生物学	梶村 眞弓	2019/ 4/1～2021/3/31

資料編

47	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠	2019/4/1～2021/3/31
48	医学部	准教授	物理学	三井 隆久	2019/4/1～2021/3/31
49	医学部	専任講師	化学	久保田真理	2019/4/1～2021/3/31
50	医学部	助教	化学	大石 毅	2019/4/1～2021/3/31
51	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋	2019/4/1～2021/3/31
52	医学部	助教	生物学	中澤 英夫	2019/4/1～2021/3/31
53	理工学部	教授	物理工学	伊藤 公平	2019/4/1～2021/3/31
54	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一	2019/4/1～2021/3/31
55	理工学部	教授	心理学	高山 緑	2019/4/1～2021/3/31
56	理工学部	准教授	電子工学	中野 誠彦	2019/4/1～2021/3/31
57	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑	2019/4/1～2021/3/31
58	理工学部	准教授	物理学	山本 直希	2019/4/1～2021/3/31
59	理工学部	専任講師	物理学	古池 達彦	2019/4/1～2021/3/31
60	理工学部	専任講師	科学史・仏語・仏文学	小林 拓也	2019/4/1～2021/3/31
61	理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2019/4/1～2021/3/31
62	理工学部	専任講師	生命情報学	堀田 耕司	2019/4/1～2021/3/31
63	環境情報学部	専任講師（有期）	気象学	宮本 佳明	2020/4/1～2021/3/31
64	SDM研究科	教授	システムズエンジニアリング	神武 直彦	2019/4/1～2021/3/31
65	高等学校	教諭	生物学	鳥居 隆史	2019/4/1～2021/3/31
66	普通部	教諭	科学・物理	森上 和哲	2019/4/1～2021/3/31
67	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登	2019/4/1～2021/3/31
68	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄	2019/4/1～2021/3/31

※1 期中で登録解除

2. 研究員 3名

	所 属	職 位	分野等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	大学特任助教(有期)(研究)(常勤)	物理学	田屋 英俊	2020/4/1～2021/3/31
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	藤澤由貴子	2020/4/1～2021/3/31
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	村上 真也	2020/4/1～2021/3/31

3. 共同研究員 26名

	所 属	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	雨宮 史年	2020/4/1～2021/3/31
2	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	上田 晴彦	2020/4/1～2021/3/31
3	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大島 研介	2020/4/1～2021/3/31
4	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大貫二三恵	2020/4/1～2021/3/31
5	自然科学研究教育センター	共同研究員	コンピュータ科学・天文学	大野 義夫	2020/4/1～2021/3/31
6	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	2020/4/1～2021/3/31
7	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	神中 俊明	2020/4/1～2021/3/31
8	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原 裕充	2020/4/1～2021/3/31
9	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田 淳子	2020/4/1～2021/3/31
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林 晋平	2020/4/1～2021/3/31
11	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松 英海	2020/4/1～2021/3/31
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	迫田 誠治	2020/4/1～2021/3/31
13	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	佐藤 由紀子	2020/4/1～2021/3/31
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	戸金 大	2020/4/1～2020/9/30
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	時田 賢一	2020/4/1～2021/3/31
16	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学・天文学	戸田 晃一 ^{*1}	2020/4/1～2021/3/31
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	2020/4/1～2021/3/31
18	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	2020/4/1～2021/3/31
19	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	2020/4/1～2021/3/31
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	疋田 泰章	2020/4/1～2021/3/31

資料編

21	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	2020/4/1～2021/3/31
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	理科教育学	松本 榮次	2020/4/1～2021/3/31
23	自然科学研究教育センター	共同研究員	人間科学	御園 政光	2020/4/1～2021/3/31
24	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	宮本 朋和	2020/4/1～2021/3/31
25	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	2020/4/1～2021/3/31
26	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	2020/4/1～2021/3/31
27	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田 宏	2020/4/1～2021/3/31

※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39名

	所 属	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	雨宮 昭南	2020/ 4/1～2021/ 3/31
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	石川 健三	2020/ 4/1～2021/ 3/31
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	衛藤 稔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	金子 洋之	2020/ 4/1～2021/ 3/31
5	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	後藤 俊幸	2020/ 4/1～2021/ 3/31
6	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	伊永 隆史	2020/ 4/1～2021/ 3/31
7	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	近藤 慶一	2020/ 4/1～2021/ 3/31
8	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	坂井 典佑	2020/ 4/1～2021/ 3/31
9	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	高橋 渉	2020/ 4/1～2020/11/19
10	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	戸田 晃一※1	2020/ 4/1～2021/ 3/31
11	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	2020/ 4/1～2021/ 3/31
12	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	阿武木 啓朗	2020/ 4/1～2021/ 3/31
13	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	木村 哲士	2020/ 4/1～2021/ 3/31
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	2020/ 4/1～2021/ 3/31
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	2020/ 4/1～2021/ 3/31
16	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	木村 太郎	2020/ 4/1～2021/ 3/31
17	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	三角 樹弘	2020/ 4/1～2021/ 3/31
18	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	伊藤 悦子	2020/ 4/1～2021/ 3/31
19	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	猪谷 太輔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
20	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	ヴィタリアノ, ヴインチェンツォ	2020/ 4/1～2021/ 3/31
21	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鷗沢 邦仁	2020/ 4/1～2021/ 3/31
22	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	2020/ 4/1～2021/ 3/31
23	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	大橋 圭介	2020/ 4/1～2021/ 3/31
24	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	加堂 大輔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
25	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鎌田 翔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
26	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	倉知 昌史	2020/ 4/1～2021/ 3/31
27	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	2020/ 4/1～2021/ 3/31
28	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, チャンドラセカル	2020/ 4/1～2021/ 3/31
29	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	西村 洋道	2020/ 4/1～2021/ 3/31
30	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	花田 政範	2020/ 4/1～2021/ 3/31
31	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	フィリップ, グラス	2020/11/24～2021/3/31
32	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	フェヨシュ, ゲルゲイピーター	2020/ 4/1～2021/ 3/31
33	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	ペークマン, アーロン ヨナタン	2020/ 4/1～2021/ 3/31
34	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	正木 祐輔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
35	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	マラ, パスクワレ	2020/ 4/1～2021/ 3/31
36	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	湯井 悟志	2020/ 4/1～2021/ 3/31
37	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	安井 繁宏	2020/ 4/1～2021/ 3/31
38	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	横倉 諒	2020/ 4/1～2021/ 3/31
39	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	吉井 涼輔	2020/ 4/1～2021/ 3/31
40	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	2020/ 4/1～2021/ 3/31

※1 複数のプロジェクトに従事（他では共同研究員）。

2020 年度の主な活動記録

2020（令和2）年

6月8日	行事委員会（第1回）（オンライン）
6月12日	運営委員会（第1回）（回議）
7月27日	サイエンス・メルティング・ポット（第17回）（オンライン）、全体会議（オンライン）
8月17日	構想委員会（第1回）（オンライン）
9月7日	協議会（第1回）（オンライン）
9月10日	運営委員会（第2回）（回議）
9月18日	協議会（第2回）（回議）
10月23日	自然科学部門 新任者研究紹介（自然科学研究教育センター共催）（オンライン）
10月30日 ～31日	第5回ホヤ研究会（オンライン）
11月24日	運営委員会（第3回）（オンライン）
11月28日	インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム（第10回）（オンライン）
12月7日	協議会（第3回）（回議）

2021（令和3）年

1月25日	サイエンス・メルティング・ポット（第18回）（オンライン）
2月26日	運営委員会（第4回）（オンライン）
3月4日	協議会（第4回）（オンライン）
3月9日	構想委員会（第2回）（回議）
3月10日	行事委員会（第2回）（オンライン）
3月19日	運営委員会（第5回）（回議）
3月29日	協議会（第5回）（回議）

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

刊行物等抜粋

- ①ニューズレター (No.19, 2021年2月発行)
 ②ポスター (インターネット望遠鏡シンポジウム)



Newsletter

Feb. 2021

No.19

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2020年を振り返って 副所長 南 就将 (数学教室)



コロナ禍の中で何かとやりづらいところをどのように工夫しながら研究を進めてきたか、というお題ですが、端的に言ってしまうと「研究どころではなかった」の一言で終わりです。しかしそれでは身も蓋もありませんので、この1年を平凡な数学者としてどう過ごしてきたかを振り返ってみたいと思います。

1. オンライン授業

同僚の数学者から頂戴した年賀状に「2020年は遠隔授業に追われた一年でした」という言葉がありました。日本中の大学教員が同じ状態だったのでしょうか。昨年3月に授業のオンライン化が決まった瞬間私も「これは困った」と思いました。それまでも紙を節約するため「授業支援システム」で資料を電子配布することはありましたが、音声や動画まで提供したことはなく、ましてZoomなど聞いたこともありません。私の数学の授業は黒板を用いるローテクなものでしたから、これをどうやってオンライン化したらよいのか、そのギャップの大きさに当惑しました。思い悩んだ末、大失敗のない方法として、授業内容を文書化したファイルを配布して学生に自習してもらい、課題を提出させて出席を認定する、という通信教育のような形で始めることにしました。このやり方で授業内容がうまく伝わるかという不安はありましたが、次の2つを自分に対する言い訳としました。(1)自分自身の学生時代を振り返ると、数学の講義を聴いてその場で理解できたことは殆どなかった。したがってその場で消えてしまうリアルタイム授業よりも学生が自分のペースで学習できる文書ファイルをオンデマンド形式で配布する方がむしろ教育効果が上がるはず。(2)文書ファイルはサイズが小さいためダウンロードが容易であり、ネットワークへの負荷も小さくすむはず。

さて、実際にこの方法で授業を始めてみると準備作業の負担は想像以上で、1回分の授業の準備に平均2日かかりました。まず講義内容を紙にメモ書きします。普段ならこれで準備はほぼ終わりですが、後は教室に行って板書しながら説明するだけです。しかしオンラインの場合は教室での「しゃべり」まで文書化することになるので、言葉遣いに注意しながら詳しい原稿を作らなければなりません。これに1日かかってしまいます。次にファイルの作成ですが、数学の文書には当然ながら「数式」という厄介なものが現れます。しかも計算過程を示すために複数行に渡ることが多い。数学者は通常TeXというプログラムを用いて数式を含む文書を作成しますが、その

際数式そのものをタイプするのではなく、TeXプログラムに数式をタイプさせるコマンドをタイプするという作業になります。例えば三角関数 $\sin x$ を0から π まで積分すると2になる、という式をタイプさせるには $\int_0^\pi \sin x dx = 2$ と打ち込まなければなりません。式が複雑になるとコマンドも長くなるし、式をうまくページに収めるための工夫をしなければならなくなります。しかも地の文章は日本語ですから全角と半角の頻繁な切り替えが煩わしく、パソコンでの清書作業でさらに1日つぶれます。

こういう苦勞をしながらオンデマンド形式の授業を始めましたが、配布資料だけで学習を進めるのは一部の学生にとってはやはり辛いことだったようです。質問への対応をオンラインで行ってほしい、教材を音声の入った動画にしてほしい、といった要望が寄せられるようになりました。それに応える形でオンライン質問会を始めましたが、講義の動画化には春学期の終わり近くになるまで対応できませんでした。今は画面共有だけのZoomミーティングを一人で開催し、その録画を配信するようにしています。

2. 研究について

私の主な研究テーマは「ランダム作用素のスペクトル理論」というものです。関連する研究集会が2020年夏にフランスで開かれるはずでしたが、結局2年後に延期となってしまいました。また、私自身もこのテーマで小規模な研究集会をほぼ毎年開催しており、数学者と理論物理学者の交流の場としてきましたが、2020年は対面での集会の開催が困難である上に、上述のようにオンライン授業への対応に明け暮れてしまったため、残念ながら何も企画できませんでした。今年はオンラインでの開催を検討したいと思っています。

もう一つ副業として「感染症の数理モデル」について研究しています。このテーマで日吉紀要にいくつか論文を載せていただいたのですが、その一つを医学部生が読んでくれて、自分なりにモデルを作って解析してくれました。学生がせっかく自発的に取り組んでくれた研究ですから、何か形にしてあげたいと思っています。

2021年度も私の講義はオンラインと決まりました。今年度の経験を活かして授業の改善をし、同時に教育と研究のエフォートのバランスを取りなおしていきたいものです。

RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES



第10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

インターネット望遠鏡プロジェクト
<https://www.kitp.org/>

2020年11月28日(土) 14:00~17:00 対象: 学生・教職員・一般



事前登録用

事前登録必要 (先着順 11/23 締切) <https://bitly/3nkiVtp> から

1. 研究報告についての質疑応答 14:00~14:50 [各テーマ10分ずつ]

3日前にPDFか動画を<https://www.kitp.org/> にアップし、シンポジウム当日にはZoomで質疑のみを行います。

山形県立鶴岡南高校の観測 一食変光星の多色測光ー 山本 裕樹 (東北公益文科大学)

トレーニングモードによるインターネット望遠鏡の取り組み 松本 榮次 (神戸大学大学院)

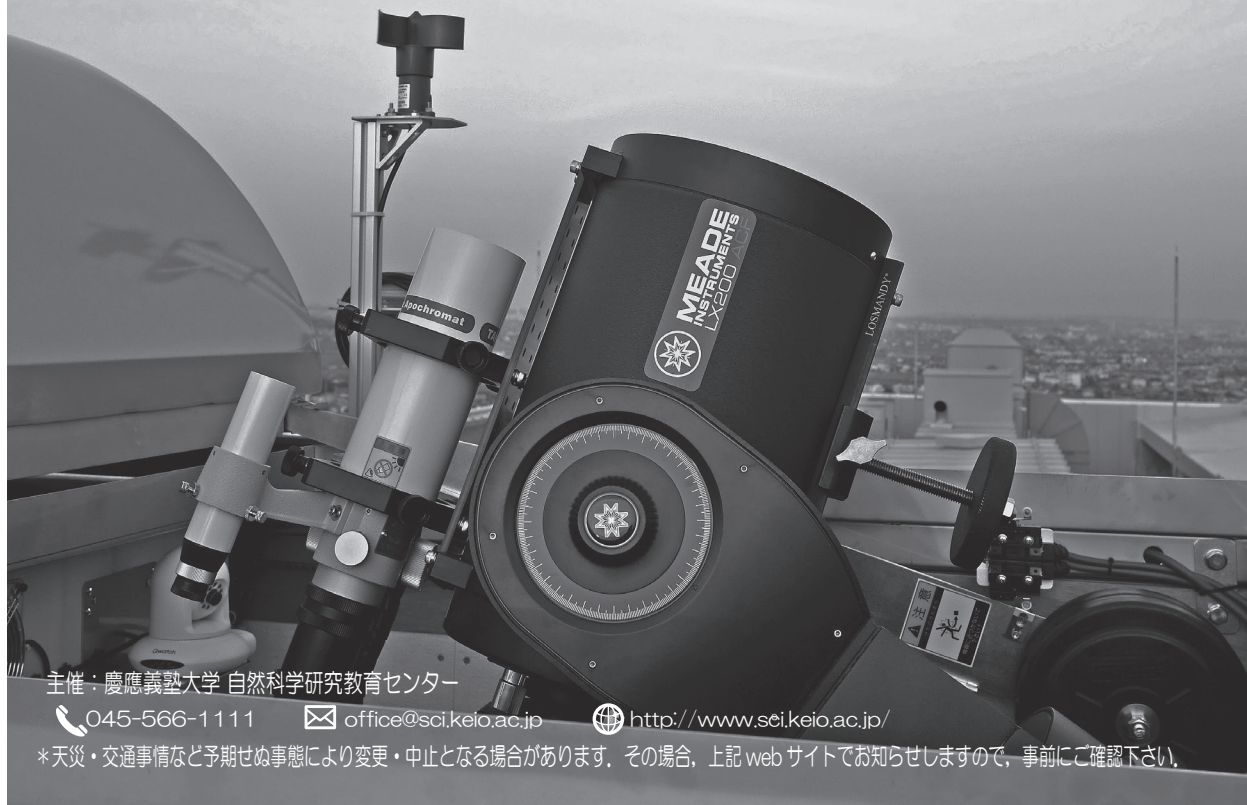
インターネット望遠鏡を利用した月の継続観測
一月と地球の公転運動の解析ー 大羽 徹 (名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

ITP課題バンク整備に向けた取り組み 中西 裕之 (鹿児島大学)

MX-HD赤道儀について 近藤 弘之 (五藤テlescope)

2. プロジェクトの活動方針等に関する議論 15:00~17:00

ITP課題バンクについて ・ 寄付について ・ その他



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。

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2020年度 年間活動報告書

2021年 6 月30日発行

編集・発行 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

代表者 井奥 洪二

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

TEL 045-566-1111

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

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

Keio University



REC for NS research and education center for natural sciences