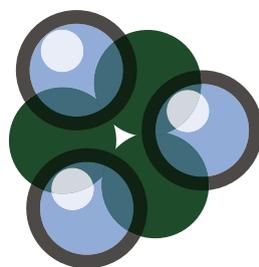


慶應義塾大学

自然科学研究教育センター 2019年度 年間活動報告書



REC for NS
research and education center for natural sciences

2019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「科学の果たすべき役割とは」	1
組織構成	2
各種委員会	2
II. 2019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	7
5. 一貫教育校との連携委員会	8
6. 学際イベント	
1) シンポジウム・フォーラム	
2019年自然科学研究教育センター・シンポジウム（センター開所10周年記念シンポジウム）	9
第9回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム	13
教育フォーラム「学生の興味がわく実験教育をめざそう！—論理的思考力を身につける現代の実験教育—」	14
2) 2019年度自然科学研究教育センター講演会	
第45回講演会	16
第46回講演会	17
第47回講演会	18
3) サイエンス・メルティング・ポット	
第15回サイエンス・メルティング・ポット	19
第16回サイエンス・メルティング・ポット	20
7. プロジェクト研究	
1) 平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「トポロジカル・サイエンス」	22
2) 自然科学研究教育センター・研究プロジェクト	
2-1) 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	25
2-2) 不動点理論と凸解析学を介した非線形関数解析学	25
2-3) 場の量子論における数理物理的手法の開拓と応用	26
2-4) 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	27
2-5) 量子乱流の2流体結合ダイナミクス	28
2-6) 金星探査機あかつきのデータ同化に関する研究	29
2-7) 発達した台風の構造変化に関する研究	30
2-8) 物理学における渦・ソリトン・位相励起	31
2-9) An interdisciplinary approach to Gravitational and Curvature Effects on Strongly Coupled Systems	34

目 次

2-10) 離散化手法による時空のダイナミクスの研究	35
2-11) 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	35
2-12) 分子内相互作用を利用した熱安定なフォトクロミック材料の開発	36
2-13) ハチクマ(タカ目タカ科)の総合的研究	37
2-14) 細胞機能理解のための擬人化の効用(データベース作成に向けたフォーマットの検討)	37
2-15) 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	38
2-16) 始原新口動物のボディプランに関する研究	38
2-17) 日本の海産クマムシ探索	39
2-18) 単細胞紅藻 <i>Cyanidioschyzon merolae</i> の新規栄養要求性株の作成	39
2-19) 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	40
2-20) 酵母Two-Hybrid法による棘皮動物ヒトデのマクロファージ遊走阻止因子受容体の探索	41
2-21) 初期胚発生3Dイメージングに適した新規日本産ホヤ種の探索とモデル生物化	41
2-22) 有性生殖を行う3倍体プラナリアの減数分裂における染色体削減機構の解明	42
2-23) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	43
2-24) 視覚障害者に対するAIによる情報提供システムの構築	44
2-25) 成人不同視性弱視への点眼治療について	45
2-26) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	45
2-27) 点字読書速度に及ぼす諸要因の影響	46
2-28) 小学校理科教育における精油の抽出研究	46
8. 教育	
1) 一貫教育校との連携ワークショップ(第9回)	48
2) 化学実験の予習用映像教材の開発	49
9. 自然科学ヴァーチャルの博物館創出に向けて	
1) 未来先導基金による取り組み	51
2) 教育・研究調整予算による取り組み	52
10. 社会貢献	
1) サイエンス・カフェ 第35回サイエンス・カフェ	54
11. その他(センター共催)	
1) 2019年度 自然科学部門 新任者研究紹介	55
2) 電気学会 新エネルギー・環境研究会	57
3) 日本動物学会関東支部第72回大会	58
Ⅲ. 資料編	
1. 自然科学研究教育センター協議会委員	59
2. 自然科学研究教育センター規程	60
3. 自然科学研究教育センター運営委員会内規	62
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	64

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	65
6. 自然科学研究教育センタートポロジカル・サイエンス運営委員会内規	66
7. トポロジカル・サイエンス研究課題審査委員会内規	66
8. 講演会等のセンター主催および共催に関する内規	67
9. 共同研究員における大学院生の受入に関する内規	68
10. 自然科学研究教育センター各種委員会委員	69
11. 自然科学研究教育センター構成員	71
12. 2019年度の主な活動記録	75
13. 自然科学研究教育センター刊行物等抜粋	76
①ニュースレター ②～⑧ポスター（シンポジウム, フォーラム, 講演会, サイエ ンス・カフェ） ⑨チラシ（主催イベント）	

はじめに ～科学の果たすべき役割とは～

自然科学研究教育センター所長 井 奥 洪 二

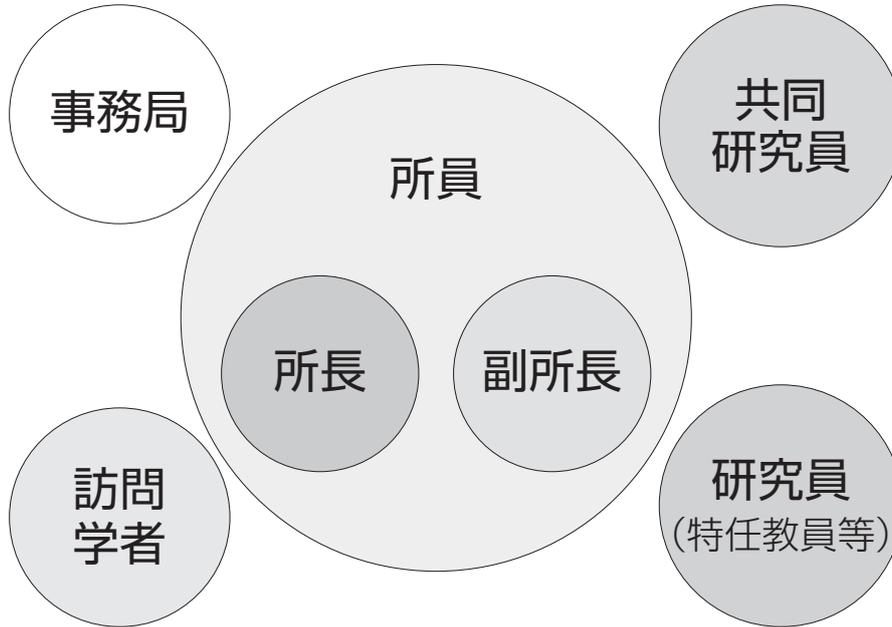
自然科学研究教育センターは2009年に設立されました。2019年10月には10周年記念シンポジウムを開催し、参加者に記念品のオリジナルクリアファイルをお渡ししたところ、「自然科学らしいユニークで面白いデザインですね」との声も聞かれ、10周年を無事に迎えることができた喜びを感じた次第です。この10年の間に、各種のプロジェクトによってオリジナリティー豊かな研究を進展させた者、教育の高度化を達成した者、サイエンスカフェなどイベントの開催により社会貢献した者など、多くの所員が充実した活動を展開したように思います。また、世界のトップランナーたる研究者を塾内外の各方面からお招きしてご講演いただき、所員が研鑽を積むとともに、一般市民にも良質な話題を提供することができました。皆様からのご支援とご協力の賜物と心より感謝いたします。これから未来へ向けた10年を考えますと、研究・教育・社会貢献をより一層高度で豊かなものとするために、当センターの所員を多面的に支援していくことが重要な課題です。夢やビジョンを持つ所員が多数居りますので、当センターは所員のためにも不断の努力を積み重ねる所存です。皆様の益々のお力添えを心よりお願い申し上げます。

順調に思えた2019年でしたが、新型コロナウイルス感染症COVID-19が出現し、世界を揺るがす事態が続いています。WHOは2020年3月11日に感染拡大をパンデミックと明言し、世界中で感染者が12万人超、死者4,200人超（3月12日WHO公表値）という不安な状況下で、科学の果たすべき役割は何かとあらためて考えさせられています。ウイルスの構造や特徴を明らかにすること、ウイルスの検出や創薬、感染者の治療方法の確立など技術的な側面に目が向けられがちですが、困難な状況の中で適切なリーダーシップが発揮されてこそ、科学は有効に活かされるのではないのでしょうか。科学を活かすためには、まず私たち個々人が科学的な思考力を身に着ける必要があります、その上で社会の軸となる優れたリーダーを育てることが重要です。高潔な精神と思いやりの心を持つリーダーが高い識見のもと、科学的な根拠に基づいて行動すれば、現在直面している災害にも立ち向かえるはずですが、一方、リーダーに科学の素養がなく、科学的に思考することができなければ、根拠のない思い込みや感情に左右されて正しい判断ができなくなり、場当たりの要請を繰り返して社会の混乱を招き、救えたはずの命まで最悪の場合には犠牲になることさえあるでしょう。この様な最悪の状況に陥らないためにも、私たちは個人から社会全体に至るまで、科学への関心を高め、科学の素養を身に着けることが重要です。

災害のリスクは日常に潜んでいます。私たちは、今日が平穏無事であれば、明日も穏やかな一日になるだろうと思いがちです。しかし、2万2千人超の犠牲者を生じた2011年3月11日の東日本大震災（死者15,899人、行方不明者2,529人（警察庁20年3月1日）、震災関連死者3,739人（復興庁19年9月30日））を例に出すまでもなく、母なる自然は人々の日々の暮らしには目もくれず、時に無慈悲に牙を剥くことがあります。また、交通事故（2019年1月～12月における事故後24時間以内の死亡3,215人（警察庁20年1月6日））のような人災についても、多くの方が自分ごととは意識していないように思います。人類は、数々の災害を経験してきましたが、残念ながら現代でも対策は十分とは言えません。想定外という言葉を繰り返さないためにも、未来の災害を科学的に予測してリスクを最小限に抑えることが今以上に必要でしょう。科学への先行投資は、災害復興費用よりも格段に低コストであることを福島第一原子力発電所の事故が教えています。現代を生きる私たちと未来世代のために、社会全体の科学力を底上げして優れたリーダーを世に送り出すことが必要です。科学への期待と責任は益々大きく膨らんでいることを、科学者は肝に銘じる必要があるように思います。自然科学研究教育センターは、専門領域の研究に専念するだけでなく、たとえ小さな活動であったとしても、科学を啓蒙する科学者集団でありたいと願っています。

○組織構成

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



○各種委員会

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

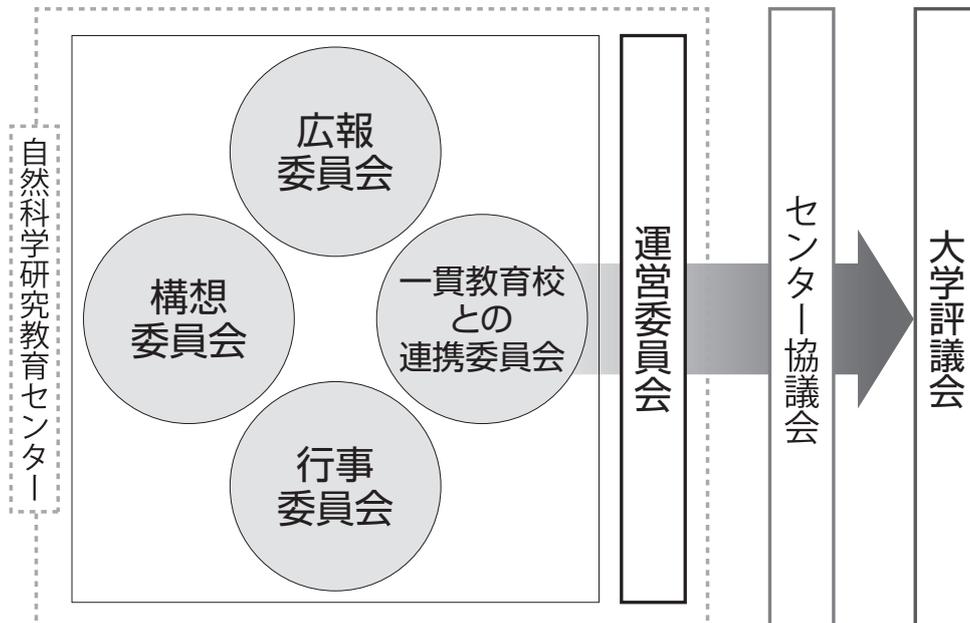
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

構想委員会：センターの長期、短期的な様々な課題や方向性を検討する委員会

行事委員会：シンポジウム、講演会などの様々な行事を企画し、実施する委員会

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

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



運営委員会

1. 本年度特記事項

- ・井奥所員が2019年10月1日に所長に就任した。これにともなって南所員が副所長（新任）に、杉本所員が副所長（再任）に就任した。
- ・新田所員を代表とする私立大学戦略的基盤形成支援事業「トポロジカル・サイエンス」は順調に推移し、2019年度末で終了した。
- ・井奥所長を代表者とする慶應義塾創立150年記念未来先導基金2019年度追加公募プログラムで採択された「ヴァーチャル博物館の創出」が実施された。
- ・杉本副所長を代表者とする教育・研究調整予算（日吉）で採択された「ヴァーチャル博物館の創設：デジタル資料の活用へ向けた基盤構築とその検証」が実施された。
- ・久保田所員を代表者とする教育・研究調整予算（日吉）で採択された「化学実験の予習用映像教材の開発」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順調に執行された。

2. 運営委員会の開催

今年度は、本委員会を計3回開催した（持ち回り審議を除く）：（1）2019年6月13日、（2）2019年11月19日、（3）2020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が、第2回は新型

コロナウイルス対策としてメールによる回覧審議に変更した。

- （1）2019年9月3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）2020年3月4日～10日（回議）：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

2019年度末時点での当センター構成員の数は以下のとおりである。所員69名、研究員7名、共同研究員35名、訪問学者29名である。なお、2019年度の事務局は、事務長 大古殿憲治、事務員 鈴木都美子、服部剛久の3名体制で稼働した。

5. センター活動

シンポジウム（1回）、一貫教育校との連携ワークショップ（1回）、講演会（3回）、サイエンス・カフェ（1回）、サイエンス・メルティング・ポット（2回）、主催・共催イベント（4回）を開催したが、新型コロナウイルス対策として1件を中止した。また、センター研究プロジェクト（28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。

（井奥 洪二）

構想委員会

1. 今年度の特記事項

昨年度、「2019年度からの公私立大学を対象とした共同利用・共同研究拠点」へ新田所員を代表とする「トポロジカルサイエンス」にて文部科学省へ申請を行い、ヒアリングまで進んだが、残念ながら不採択であった。

今年度は、10月より所長が交代し、新たに構想委員会が設置された。11月の会議において、互選により引き続き委員長を拝命した。会議においては、新たな委員と情報を共有するために、ここ10年で実施したことと今後の課題について報告を行い、それに基づいて議論を行った。そこでの質問について調べたところ、共同研究員は

keio.jpアカウントの取得はできないが、ITCアカウントを申請することで学内無線LANの利用が可能であることが分かった。また、他大学からの学部生の受け入れについても、理工学部にて前例があることが分かり、後に全学部全研究科に協定学生・協定研究生の制度があることが分かった。次年度から自然セにおいても受け入れ可能な制度を議論することにした。

2. 構想委員会の開催

今年度は対面の会議を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（対面式）を下記のとおり開催した。

- (1) 2019年7月25日、(2) 2019年10月15日、
(3) 2020年1月31日

2. シンポジウムの実施（講演要旨はⅢ.資料編、詳細はⅡ.6.1）を参照のこと）.

2019年度自然科学研究教育センター・シンポジウム

日 時：2019年10月5日（土）13：00～17：30

場 所：日吉キャンパス 第4校舎B棟 J29 教室

テーマ：センター開所10周年記念シンポジウム「自然科学のこれまでと今後の展望」

参加者：102名

3. 講演会の実施（講演要旨はⅢ.資料編、詳細はⅡ.6.2）を参照のこと）.

(第45回)

日 時：2019年9月24日（火）16：30～18：00

場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

題 目：猫は自分の名前を聞き分ける－ネコとヒトのコミュニケーション

講 師：齋藤 慈子 氏 上智大学総合人間科学部心理学科 准教授

参加者：133名

(第46回)

日 時：2019年10月23日（水）16：30～18：00

場 所：日吉キャンパス来往舎1階 シンポジウムスペース

題 目：昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン

講 師：永田 晋治 氏 東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 准教授

参加者：45名

(第47回)

日 時：2020年2月6日（木）16：30～18：00

場 所：来往舎2階 大会議室

題 目：量子アニーリングと未来の情報科学

講 師：大関 真之 氏 東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻 准教授

参加者：53名

4. サイエンス・カフェの実施（詳細はⅡ.10.1）を参照のこと）

(第35回)

日 時：2019年8月3日（土）14：30～16：30

会 場：第二校舎2階 222室

題 目：宇宙船の通り道—軌道計画「基本のキ」—

講 師：森本 睦子（法学部物理学教室助教・所員）

参加者：35名

5. サイエンス・メルティング・ポットの実施（詳細はⅡ.6.3）を参照のこと）

(第15回)

日 時：2019年7月25日（木）16：00～17：30

場 所：来往舎2階 大会議室

講演 1

講 師：青木 健一郎（経済学部物理学教室教授・所員）

題 目：氷の表面とは？—氷はなぜ滑るのか

講演 2

講 師：嶋田 大輔（商学部生物学教室助教・所員）

題 目：新種を記載する：海産線虫類の分類学

参加者：28名

(第16回)

日時：2020年1月31日（金）13：00～14：30

場所：来往舎2階 大会議室

講演 1

講師：有川 智己（経済学部生物学教室・所員）

題目：レッドデータブックの作り方

講演 2

講師：岡本 昌樹（文学部化学教室・所員）

題目：化学工業を支える固体触媒—広い表面と狭い空間の利用—

参加者：20名

6. 自然科学部門との共催 新任者研究紹介の実施（詳細はⅡ.11.1）を参照のこと）

日 時：2019年4月25日（木）18：15～20：15

場 所：来往舎2階 中会議室

参加者：31名

7. 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（講演要旨はⅢ.資料編、詳細はⅡ.6.1）を参照のこと）

題 目：学生の興味がわく実験教育をめざそう！
（フォーラム）

日 程：2019年9月9日（月）13：30～18：30

場 所：来往舎1階 シンポジウムスペース

参加者：55名

センター主催イベント

（講演要旨はⅢ.資料編、詳細はⅡ.6.1）を参照のこと）
第9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3月7日（土）13：00～16：55

会 場：来往舎2階 大会議室

テーマ：インターネット望遠鏡を利用した天文学教育の可能性

参加者：（新型コロナウイルスのため中止）

センター共催イベント

（詳細はⅡ.11.2）を参照のこと）

題 目：電気学会 新エネルギー・環境研究会

日 時：2019年9月19日（木）13：00～16：25 9
月20日（金）10：00～13：40

場 所：来往舎2階 大会議室

参加者：28名（19日） 26名（20日）

センター共催イベント

（詳細はⅡ.11.3）を参照のこと）

題 目：日本動物学会関東支部第72回大会

日 時：2020年3月14日（土）10：00～17：00

場 所：独立館1階D101室、他

参加者：約200名（オンライン開催、懇親会のみ新型コロナウイルスのため中止）

（杉本 憲彦）

広報委員会

1. 広報委員会の開催

対面式会議として10月15日、行事・広報合同委員会が開催され、委員の交代に伴いウェブ、ニューズレター、活動報告書の各担当を決めた。ポスター案、センター・シンポジウムのチラシ案、およびニューズレター案などについては、すべてメール審議で意見を交換、議決した。

広報委員会とは別に、ウェブサイト改修に関する対面式打ち合わせを12月12日に行った。ウェブ担当の林委員、大石委員、鈴木事務員、服部事務員、委員長が出席して、現状の問題を共有し今後の進め方について話し合った。ここでの議論をもとに、ウェブサイト作成外注先の株式会社ヒーローガレージ高橋氏を交えた打ち合わせを12月16日に行い、今年度の改修、および中期的な改修の方向性などを話し合った。

2. イベントのWeb、ポスター、チラシなどによる広報

例年通りの活動を行った。すべてのイベントについて、センターWebサイトで広報した。センター主催のシンポジウム、サイエンス・カフェや講演会など、各公開イベント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。加えて、サイエンス・カフェについては、これまでの参加者のうち、メール配信希望者に対して、個別に情報を送信した。

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。

センター・シンポジウム、第35回サイエンス・カ

フェ、第45回講演会、および第46回講演会については、これらのイベント情報を掲載したA4判カラーチラシを約29000部作成し、慶應カード保有者へのダイレクトメールに同封して送付した。

各ポスターとチラシについてはⅢ-9を参照。Webサイトでも閲覧できる。

3. ニューズレター

例年、年に2回刊行しているニューズレターであるが、今年度は、イベントが後半に集中したため、1月に1回発行した。1月15日発行の第18号はA4判8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-9を参照。Webサイトでも閲覧できる。

4. 2019年度活動報告書

例年通りのスケジュールで、2020年3月13日を締め切りとして、原稿収集を行った。

5. ウェブサイトの改修

日本語ウェブサイトについては今年度、全7項目の改修を株式会社ヒーローガレージへ発注した。一方で、公開から10年が経過し、仕様が古くなっていることから、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ウェブサイトに合わせて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、ウェブ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

昨年度の一貫教育校との連携ワークショップで決定した方針にしたがい、活動を進めた。そのうち、「自然科学関係のヴァーチャル博物館の創設」について、2種類の塾内助成金に応募して採択された。未来先導基金による「ヴァーチャル博物館の創出」と教育・研究調整予算（日吉）による「自然科学ヴァーチャル博物館の創設：デジタル資料の活用へ向けた基盤構築とその検証」である。この資金を使って事業を進めた。詳細は、ヴァーチャル博物館の創出に向けて（Ⅱ.9）を参照のこと。

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.8.1を参照のこと。

第9回 一貫教育校との連携ワークショップ

日 時：2019年11月30日（土）15：00 — 18：30

場 所：日吉キャンパス 第2校舎224教室

内 容：第1部「自然科学関係のヴァーチャル博物館」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」

第2部「理科における基礎的な概念の教授法の共有」（テーマ【光】）

参加者：22名

（久保田真理）

学際イベント

1) シンポジウム・フォーラム

2019年自然科学研究教育センター・シンポジウム

センター開所10周年記念シンポジウム「自然科学のこれまでと今後の展望」

日時：2019年10月5日（土） 13：00～17：30

場所：日吉キャンパス第4校舎 J11番教室

プログラム：

13：00～13：10

開会挨拶

青山藤詞郎（本塾常任理事・理工学部名誉教授）

13：10～13：50

講演1『物理学とトポロジー』

新田 宗土（本塾商学部 物理学教室 教授・センター所員）

13：50～14：30

講演2『生体に学び、生体を越える—物質・材料化学の未来—』

井奥 洪二（本塾経済学部 化学教室 教授・センター所長）

14：45～15：25

講演3『ゲノム科学でつなぐ「4つの問い」—昆虫における社会性の包括的理解を目指して—』

林 良信（本塾法学部 生物学教室 専任講師・センター所員）

15：25～16：05

講演4『アンダーソン局在をめぐる数学の話題』

南 就将（本塾医学部 数学教室 教授・センター副所長）

16：15～16：55

講演5『生物心理学：カラスをモデルとした“こころ”の進化』

伊澤 栄一（本塾文学部 生物心理学研究室 教授・センター所員）

16：55～17：25

総合質疑討論

17：25～17：30

閉会挨拶

金子 洋之（センター前所長・文学部教授）

趣旨：

自然科学研究教育センターでは、2009年の開所以来、自然科学研究および教育に関するシンポジウムを毎年開催してきました。今年はセンター開所10周年の記念シンポジウムとして、各分野を代表するセンター所員による講演を企画しました。多様な自然のとらえ方、方法論、その応用を紹介できる場にしたいと考え、共通テーマの設定はしていません。物理、化学、生物、数学、心理の各分野から、これまでの研究と今後の展望について、一般の方々に向けて広くご講演いただきます。10周年の節目に、これまでを振り返り、未来を考えることで、センターの活動がより盛り上がる機会にしたいと思っています。

講演1

講演1

13：10～13：50

「物理学とトポロジー」

新田 宗土（本塾商学部 物理学教室 教授・センター所員）

2016年ノーベル物理学賞は、「トポロジカル相転移と物質のトポロジカル相の理論的発見」という業績で、David James Thouless博士（米ワシントン大学）、Frederick Duncan Michael Haldane博士（米プリンス



写真1 新田 宗土

トン大学)、John Michael Kosterlitz博士(米ブラウン大学)が受賞している。

トポロジー(位相幾何学)とは、“モノ”と“モノ”のつながりを考える学問である。たとえば、ドーナツとコーヒーカップは、穴が1つ空いているという共通点を除いて、全く異なる形に見える。しかし、ある連続変形(物体を切ったり貼ったりしない)により相互に変換可能であるため、トポロジー的にはドーナツもコーヒーカップも同じである。

もし、物質の本質がトポロジーで決まるとすれば、連続変形しても物性は変わらない。本講演者である商学部の新田氏は、トポロジーを利用した新しい現象の解明に取り組まれており、今回はその研究の一端が紹介された。紙面上に垂直に立てた棒は、紙と共に回転しても、その前後での変化を区別することができない。しかし、この棒が倒れると、棒の向きを認識できるようになる。つまり、棒が自発的に倒れることにより、対称性の破れが起こったといえる。次に、棒の数を増やして考えてみると、空間の各点にある棒はそれぞれ適当な方向に倒れることができ、あるところでは渦のようなものができる。この渦のある棒の倒れた状態は、トポロジー的に自

明なすべての棒がある方向に並んだ状態になれないため、トポロジー的に非自明であるといえる。

ヘリウムや金属を冷却すると、超流動や超伝導という興味深い現象が生じ、渦がある状態が安定的に持続することが可能となる。つまり、この渦の性質(形状変化、消滅や移動といった動的挙動)を調査することで、超流動や超伝導の物理的性質をトポロジカルに理解することができる。

新田氏が代表を務める研究プロジェクト「トポロジカル・サイエンス」は、平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択され、2015年度から現在までに大変多くの成果を上げている。驚くべきことに採択からわずか4年の間に、日本国内外を問わず、大変多くの若手研究者がポスドクとして本プロジェクトに参加している(計25名)。彼らは日吉と矢上を拠点に研究者としての研鑽を積み、その後、企業や大学、元の所属研究機関へと移る。すなわち、慶應自然セが、世界的なトポロジーの研究拠点となり、同分野の研究者を数多く輩出していることに大変感銘を受けた。

(杉山 晴紀)

講演2

13:50~14:30

「生体に学び、生体を超える ―物質・材料化学の未来―」

井奥 洪二(本塾経済学部 化学教室 教授・センター所長)

井奥氏は、まず化学の歴史を振り返り、錬金術が近代化学の基盤となったこと、さらに産業革命にもなって急速に進展し、学問ならびに技術分野として確固たる地位を築いたことを解説した。近年では他分野との融合が進み、医歯薬学、農学、環境科学、生命科学、エレクトロニクス、新素材、機能材料、宇宙工学など最先端の科学技術分野に新物質の創製や材料の設計・製造の新技术として化学は欠かせない存在となっていることを示した。次に、再生医療など医工学分野における化学に焦点を当てて、物質・材料の設計と応用の現状ならびに未来への展望が紹介された。一例として独自研究が紹介され、リン酸カルシウムという一つの素材であっても、透明な緻



写真2 井奥 洪二

密体、円柱状の多孔体、球状顆粒などデザインを最適化することによって、特定の細胞を活性化できること、骨欠損部で新生骨の形成を促進すること、抗がん剤の副作用を軽減させるがん治療の新技术などとして応用できる可能性が示された。紹介されたデータには、細胞培養実験や動物実験など医学・歯学・生命科学など異分野との融合研究が多く、化学が多様な学問であり、未来はどのように展開していくのか期待させるものであった。

(杉本 憲彦)

講演3

14:45~15:25

「ゲノム科学でつなぐ「4つの問い」—昆虫における社会性の包括的理解を目指して—

林 良信 (本塾法学部 生物学教室 専任講師・センター所員)

「シロアリはゴキブリの仲間だ」と聞いたことのある人は多いかもしれない。これをもっと丁寧に説明するならば「ゴキブリ類のうちでもっとも進化し、真社会性を獲得したグループがシロアリだ」ということになる。ちなみに、シロアリになる一歩手前にはキゴキブリという、木材を食べて子育てもする(亜社会性の)ゴキブリがいるそうだ。真社会性の動物では、女王、兵隊、働きアリのようなカーストが発達する。本講演では、この進化に伴って何が、なぜ、どのように起こってきたのかを解き明かす手段としてゲノム科学がいかに活用されているかが説明された。

生物学には、特に行動生態学の分野でよく耳にするティンバーゲンの「4つの問い」という概念がある。生物研究には、4つの異なる観点があり、(1)どのような仕組みが(2)どのように作られ(3)何をしているか、そしてそれは(4)どのように進化してきたのか?



写真3 林 良信

つまり生物学では「機構」「発達」「機能」「進化」という4つの観点から問いを設けることができる。それらの研究は基本的には互いに独立に行われるが、その全ての答えを統合できれば、生物を深く理解することができる。そして、現代のゲノム科学がそれを可能とする手段となっているのである。

シロアリの真社会性の進化を題材として、次世代シーケンサーを用いたゲノム科学が4つの問いをつなぎつつある過程を聞くことができた。質疑応答では会場から活発な発言がされ、座長が出る幕もない大変良い講演であった。

(鈴木 忠)

講演4

15:25~16:05

「アンダーソン局在をめぐる数学の話題」

南 就将 (本塾医学部 数学教室 教授・センター副所長)

アンダーソン局在とは、不規則で乱雑な物質中で電子が空間的にある点に局在するという現象である。これは無秩序系における電子の根本的な性質と考えられており、物質の電気的性質に関わる重要な現象である。その可能性を1977年に初めて指摘したのがフィリップ・アンダーソンで、その功績により1977年のノーベル物理学賞(受賞理由:磁性体と無秩序系の電子構造の基礎理論的研究)が与えられている。講演者の南氏はアンダーソン局在を数学の問題として捉える数理物理学的な立場から、その研究の歴史および今後の展望について講演された。

アンダーソン局在はミクロの世界を記述する量子力学において電子の状態を記述する波動関数の局在として理論的に説明される現象である。その波動関数を決定する方程式がいわゆるシュレーディンガー方程式で、数学的には解析学、特に関数解析学と呼ばれる分野の範疇に属しており、ハミルトニアン作用素に対するスペクトル理論として述べられる。アンダーソンの局在定理は次のよ



写真4 南 就将

うに述べられる。

ハミルトニアンにはポテンシャル項と呼ばれる電子に働く力を表す項が含まれているが、それが乱数から成るとする。このときある時刻で波動関数が局在しているならば、その後の時刻でも局在し続けている。

アンダーソンによる1958年の「証明」は数学者の基準では証明と呼べるものではなく、その真偽は多くの研究者によって研究されている。乱れない場合(ポテンシャル項が例えば調和振動子型などの決まったものである場合)は、波動関数の局在は量子力学の初等的なコースで必修の問題であるが、乱れのある場合は1977年に旧ソ連のGoldsheid-Molchanov-Pasturの三人の数学者によって初めて証明された。これは特殊な場合にのみ通用

する証明であったが不連続でありながら離散的ではないエネルギー分布といった新しい数学的現象も発見された。その後の発展として、離散化による多次元化、スケール理論によるアンダーソン予想、スペクトル統計の問題に関するMolchanovによる定理と講演者による多次元化について紹介された。

最後に現状と課題と展望について南氏の率直な意見が述べられた。南氏曰く、アンダーソン局在に関する残された問題は「アンダーソン予想の証明」や「Minami's

estimateの乱れを含む微分作用素に対する証明」など難問ばかりになっており、その数理物理学的な研究はやや袋小路に入りかけているとのことである。その理由として物理と数学の間の「橋渡し」が欠如していることが挙げられている。南氏も述べているように2つの学問領域を行き来して活躍する研究者が増え、両分野のさらなる発展が望まれる。

(藤森 俊明)

講演5

16:15~16:55

「生物心理学：カラスをモデルとした“こころ”の進化」
伊澤 栄一（本塾文学部 生物心理学研究室 教授・センター所員）

最後の講演はセンター職員で文学部心理学専攻の伊澤栄一氏がカラスを研究材料とした「こころ」の進化に関する研究の紹介を行なった。動物が社会性や知能行動に重要なこのころの働きを発達させた過程を解析するには2つのやり方がある。一つはこのころの働きの発達程度が異なる近縁動物間の比較を通して、このころの働きに必要な諸形質を獲得した道筋を探る方法である。もう一つは、進化的には独立にこのころの働きを発達させた動物との比較により、このころの発達に必要な要因を探る方法で、氏の研究は後者の立場を取っている。

カラスの仲間は、一夫一妻のつがいを基本単位としながらメンバー構成が流動的に変化する離合集散型社会を形成する点で、私たちヒトと類似した社会性を発達させている。一方で、カラスとヒトは鳥類と哺乳類という異なる動物群に属しており、両者の社会性は独立に獲得されたと考えられる。また、カラスの仲間は道具の使用や作成といった高度な知能に基づく行動を行うが、トリの脳には哺乳類において知能を司る大脳皮質は存在しない。しかし、カラスはトリの中でも比較的大きな脳を持っており、大脳皮質とは異なる部分を発達させたことで収斂的に知能行動を獲得したと捉えられる。

カラスは群れを作ることで捕食を免れたり摂食などの活動場所を確保したりしていると考えられるが、そのメンバー構成は流動的に変化している。このような社会を形作るためには各個体が群のメンバーを識別する必要がある。講演では、カラスが我々と同様に聴覚と視覚を利



写真5 伊澤 栄一

用して個体識別を行い、群内にはっきりとした序列を作っていることが紹介された。カラスが群の中の各個体の鳴き声を聞き分けているか否かの検定法、ほぼ360°の視界を持つカラスが近くにいる他の個体を注視しているか否かの判定法など、このころの働きを客観的に評価するための巧妙な実験方法の紹介もあり、興味深く聞くことができた。

一方で、毛づくろい（羽づくろい）はサル仲間では劣位個体が優位個体に服従を示す際に行われる事例が知られているのに対し、カラスでは優位個体が劣位個体に行うという相違が見られることも示された。見かけ上よく似た行動であっても同じ要因により生じたとは考えられない場合もある、という研究上の難しさも垣間見ることができた。

その他にも、隠し場所を変えることで蓄えた餌が盗まれることに備える行動が、盗まれた経験よりも盗んだ経験によって促進されるといった含蓄に富んだ話もあり、私たちのこころや社会について改めて思いを馳せる機会となる講演であった。

(倉石 立)

総合質疑討論

16:55~17:25

「総合質疑討論」

討論：講演者全員 司会：倉石

会場からいくつかの質問が出た中に、全講演者に対して「人類の進化が加速しているように思うが、科学者が集まって人類の未来について論ずるべきではないか？」という鋭い問いかけがあり、講演者全員が基本的にはそれに同意したうえで、各人の考えも語られた。中でも井奥氏は、東日本大震災時の原発事故後の展開においてみられたような科学者と行政に携わる人たちとの間でずれ違いが生じる原因として、科学者はいわゆる理科系の素養はあるが文化的教養が足りていない部分があり、一方で政治などの職業に就く人に多い文化系出身者には科学の基礎的理解が足りていないことを挙げ、双方が不足部分を補いながら対話していく必要性を提示した。新田氏は科学的な問題自体も特定の分野にとどまらず複合的になっている現状を指摘し、南氏も異なる領域間での連携の必要性を説いた。林氏は自身の研究対象であるシロアリの社会についての理解をベースに人間社会がどうあるべきか考えたいとし、伊澤氏は良いとされる事柄であっても裏の面にも考えを及ぼす必要性を指摘した。

また司会の倉石氏から、自然科学研究教育センターの10周年に当たり、センターが今後どうあるべきか、講演者と会場の全員に対して問いかけたところ、林氏より、自身の講演でも指摘したとおり今後は研究分野の統合が必要となってくる中で、自然セは多様性の高い貴重な場であり、研究アイデアを実現するようなつながりが生まれうることが指摘された。また文系学部にも所属する自然セのメンバーが多いことも特徴として挙げられ、理系



写真6 講演者全員（閉会挨拶：金子前所長）

文系をつなぐ役割を果たし得る組織であるとの認識が得られた。さらに会場からは、自然セという組織が存在しなかった以前にくらべて、今回のシンポジウムなどを通じて外部へ発信していくのは開かれた学問の場として評価でき、慶應義塾出身者に限定せず外からの人材も多く取り入れている現状にも意義がある、とのコメントがあった。

最後は、分野を超えた「つながり」ということから、井奥氏の研究のように医療の現場に役立ちうるアイデアをいかにして実用化できるかに話は転じ、医学と工学などの分野間連携がなかなか進まない理由について議論された。海外ではそうした連携を扱う専門的機関が作られているといった事例も紹介され、医学と工学に限らず異なる分野の連携を可能とするための日本なりの仕組みを作っていく必要性が示されたが、金銭面など実現にはハードルも多いことも指摘された。これに対し会場からは義塾ならではのOB網を活用すればよい、との発言も出たり、まだまだ議論は尽きない感じであったが、予定時間となってシンポジウムは終了した。

(河野 礼子)

第9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3月7日（土）13:00~16:55（中止）
会場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

プログラム

13:00~13:05

開会の挨拶

プロジェクト代表 小林 宏充（慶應義塾大学）

13:05~13:30（25分）

「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）

13:30~13:55（25分）

「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）

13:55~14:20（25分）

「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）

14:20~14:45（25分）

「北半球および南半球からの同時観測を可能とする『月カメラ』の作製: インターネット望遠鏡の南半球設置に向けて」

上田 晴彦（秋田大学）

14:45~15:05 休憩（20分）

15:05~15:30（25分）

「MX-HD赤道儀について発表・デモ」

近藤 弘之（五藤テレスコープ）

15：30～15：55（25分）

「学都『仙台・宮城』サイエンス・デイ2019の出版報告」

山本 裕樹（東北公益文科大学）

15：55～16：20（25分）

「ITP課題バンク」

中西 裕之（鹿児島大学）

16：20～16：50（30分）

インターネット望遠鏡プロジェクトの今後の活動について

16：50～16：55

閉会の挨拶

五藤 信隆（五藤光学研究所）

シンポジウムの実施報告

新型コロナウイルスの状況に鑑み、中止とした。

（小林 宏充）

教育フォーラム

学生の興味がわく実験教育をめざそう！

—論理的思考力を身につける現代の実験教育—

日 時：2019年9月9日（月）13：30～18：00

場 所：日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース

主 催：自然科学研究教育センター（所員申請イベント）

協 力：株式会社 ベネッセiキャリア

助 成：一般財団法人 大学IR総研（2018～2019年度）

<プログラム>

司会

大石 毅（慶應義塾大学 医学部 化学教室 助教）

開会の挨拶

久保田真理（慶應義塾大学 医学部 化学教室 専任講師）

講演1 外部アセスメントから見る初年次での思考力育成の必要性

風間 直樹（株式会社 ベネッセiキャリア 教育事業本部 部長）

講演2 思考力を育むPBL型実験

—頭もアクティブに—

久保田真理（慶應義塾大学 医学部 化学教室 専任講師）

講演3 近畿大学工学部応用化学（JABEE認定プログラム）における課題合成実験for PBLの実施事例紹介

石船 学（近畿大学 工学部 応用化学科 准教授）

講演4 役割演技型実験レポートを用いた文系大学生向け自然科学実験の展開

小野 裕剛（慶應義塾大学 法学部 生物学教室 准教授）

講演5 自ら考え行動する技術者を育成するPBL型科目群「プロジェクトデザイン」

江村 伯夫（金沢工業大学 情報フロンティア学部 メディア情報学科 准教授）

講演6 融合型理科実験による自然理解と論理的思考：これまでの経緯とこれから

中村 教博（東北大学 高度教養教育・学生支援機構 学際融合教育推進センター 教授）



風間 直樹 氏



久保田真理



石船 学氏



小野 裕剛



江村 伯夫氏



中村 教博氏

趣旨：

大学の実験教育における問題点とは何か？ 論理的思考力を育むために新しい実験教育を取り入れている授業担当者・開発者に取組について紹介していただき、現代の学生にフィットした実験教育を行うにはどうすべきか、その質の向上を目指して議論する。

実施状況：

本フォーラムの企画者である久保田真理と大石毅は、化学実験の授業に「頭をアクティブに」をスローガンとしたPBL型実験を導入し、論理的思考力を身につけるための実験を展開してきた。一般的に学生実験は長年変わらない形で行っている大学が多い。そこで、我々の取組を対外的に発信するとともに、他学部や他大学での実験教育における課題や改善策、新たな取組について情報交換する場を設けたいと思っていた。「平成30年度 一般財団法人 大学IR総研 大学IRの充実に資する研究または実践活動への助成（2年型）」に採択されたのを機に、本フォーラムを開催した。

開催日の9月9日は、八王子で開催された初年次教育学会の翌日であり、この学会へ遠方から参加する方の利便性を狙ったが、今回の初年次教育学会への理系研究者の参加は少なく、その効果はなかった。むしろ、当日は関東地方に上陸した観測史上最強勢力の台風に見舞わ

れ、学会参加中に開催の可否の判断をすることになり、大変な状況になった。開催が危ぶまれたが、フォーラムは午後であったこと、遠方からの講師の先生が利用する新幹線には問題がなかったことから予定通りの開催とした。しかし、関東圏の鉄道運休などにより、当日のスタッフや講師の到着も遅れ、急遽、開催時刻を30分繰り下げた。事前参加登録制にしていたが、交通機関の乱れにより、遅刻や欠席の参加者も多く、その点は残念であった。そんな最悪の状況の中、60名近くの参加者があり、大変意義のあるフォーラムであった。

6講演のトップバッターは、本フォーラムの協力をしてくださった株式会社 ベネッセiキャリアから風間氏に、全国の大学にサービスを提供している民間企業として、大学および学生を取り巻く環境の変化、大学教育における思考力育成の必要性と課題をお話いただいた。2番目は企画者の久保田から、本塾医学部1年生の化学実験におけるPBL型実験の授業について紹介した。今まで実施してきた二つのテーマ「金属イオンの分離分析」と「旋光性と旋光度を利用した反応速度」について具体的な方法と成果、問題点とその改善策について紹介した。3番目の講演も同じく化学実験であるが、化学を専門とする近畿大学理工学部応用化学科3年生の学生実験の取り組みについて石船氏にお話いただいた。用意された方法で行う規定実験を3種類経験したのちに、数種類の化

化合物から各グループが選択した化合物の合成法を調査し、合成を行うPBL型実験について紹介いただいた。4番目の講演は生物実験での取り組みで、本塾文系学部の1、2年生を対象とした授業について小野氏にお話いただいた。単なる実験報告のレポートではなく、食材宅配会社の研究員になったつもりで剥いたジャガイモが褐色化しないように新製品提案書を作成させる形式など役割演技型実験レポートを用いた生物実験について紹介いただいた。5番目の講演は実験ではなく、メディア情報分野におけるPBL型授業の取り組みで、工学系の単科大学である金沢工業大学情報フロンティア学部メディア情報学科での1、2年生を対象とした授業について江村氏に



お話いただいた。メディアテクノロジーとメディアデザインを結びつけ、問題の発見、解決方法の創出、具体化、検証のプロセスを実践的に学ぶ授業について紹介いただいた。6番目の講演では、分野を融合した理科実験の取り組みで、東北大学理系学部の初年次学生を対象とした授業について中村氏にお話いただいた。物化生地の枠を取り払い、あるテーマをいくつかの学問領域から多角的に捉えることで、自然を論理的に理解する力を身につける授業について紹介いただいた。各講演の後では、フロアーから多くの質疑があった。総合討論では、大学時代に思考力が伸びるようにするには、どのような教育が良いのか、思考力の評価や成果の可視化の困難さ、PBL型実験に対する学生への評価法、学生に論理的思考力の重要性をどうやって理解させるか、など活発な議論がなされた。

実験授業に新しい取り組みを導入することで、学生の論理的思考力や興味、自主性を育むことについての関心の高さが感じられた。今回のような形の所員申請イベントとしてのフォーラムは自然セとして初めての開催であったが、非常に活気のある充実したフォーラムであった。一方、自然セ主催イベントであるものの従来の主催イベントとは異なるものであったため、運営面で難しい点もあった。今後活かせるように執行部や事務局とも問題点を共有したいと思う。

2) 2019年度自然科学研究教育センター講演会

第45回講演会

日時：2019年9月24日(火) 16:30~18:00
 場所：日吉キャンパス来往舎2階 大会議室
 講演者：齋藤 慈子 氏（上智大学総合人間科学部心理学科准教授）
 題目：猫は自分の名前を聞き分ける - ネコとヒトのコミュニケーション

講演冒頭に「ネコノミクス」という言葉が出た。現在日本は空前のネコ・ブームであり、その経済効果は何と2兆円を超えるとみられている。ネコと同じ伴侶動物であり、何かと比べられるイヌに対しても、全国での飼育頭数、関連書籍の数、インスタグラムでの検索該当数、すべての数字で優っている。しかし、イヌに比べて、ネコのヒトとのコミュニケーション能力への理解はあまり進んでいない。

イエネコの祖先に最も近いと考えられているのが、アフリカ・中近東に生息しているリビヤヤマネコである。ネコとヒトとの共生の開始は、人類が農耕生活を開始した時期に近く、蓄えられた穀物に集まるネズミを目当てに、ネコもヒトのそばに集まるようになったと考えられている。ネズミ捕りとしてのネコは、野性的である方が



有能であったため、人為淘汰（選択的交配）が行われなかった。これが、イヌよりもネコの家畜化が大きく遅れている理由である。しかしながら、長年におけるヒトとの共存生活は、ネコの対ネコ社会性や対ヒト社会性に変化を与えているようだ。最新の研究結果では、ネコもヒ

トの表情を認識できたり、人の注意が自己に向いているかどうか判断できることが示されている。「意外とネコも賢いでしょう」とネコ好きにはたまらない情報である。講演者であられる斎藤氏の研究グループはネコの音声認識能力に着目し、イエネコが「自分の名前」を、「同居ネコの名前」や「音が似ているの言葉」と区別していることを音声実験にて検証した。実際の実験動画を見せていただいたが、「自分の名前」を呼ばれたときだけでなく、明らかにネコの反応が変わっている様子が見れた。

講演会場は立ち見が出るほどの超満員であり、参加者

数は会場定員を大きく超える133名を記録した。これは、単にネコ・ブームということではなく、斎藤氏の研究が非常に魅力的であり、大きな関心が向けられていることを示している。講演は、斎藤氏の研究を楽しむ姿とネコへの愛情溢れる情熱的な語りともに進行し、聴衆は引き込まれ続けていた。

最後に、ネコに関する講演会が大盛況であると、他の伴侶動物と暮らす人々も黙ってはいないだろう。次は犬を取り上げた講演会を企画すべきかと思う。

(杉山 晴紀)

第46回講演会

日時：2019年10月23日（水） 16：30～18：00

場所：日吉キャンパス来往舎1階 シンポジウムスペース

講演者：永田 晋治 氏（東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻准教授）

題目：昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン

第46回講演会は2019年10月23日（水）16：30～18：00に日吉キャンパス来往舎1階のシンポジウムスペースにて、永田晋治氏（東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻・准教授）を講師に迎えて開催された。講演タイトルは「昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン」であった。昨年のシンポジウムに次ぐ昆虫関連の話題であったが、学生も含めて45名の参加者が熱心に聞き入る様子は、身近な存在である昆虫に対する関心の高さを改めて感じさせた。

昆虫の進化の歴史は私たち陸上脊椎動物のそれよりも長く、植物の上陸に続いて水棲の祖先から陸棲の昆虫が誕生したのは5億年ちかく前であるという。その後、翅を獲得して飛翔するものがあらわれ、蛹期を獲得した完全変態昆虫が出現し、地球上のさまざまな環境に適応して大繁栄してきた。こうした大繁栄を可能とした要因として永田氏が特に注目するのが、昆虫が植物を栄養源とする「植食性」を獲得したことである。「何を食べるべきか」という、すべての動物に共通する本能的命題について、その決定メカニズムを明らかにすることを究極の目的として研究してきたという。

具体的には、肉食性と植食性を合わせ持ち、進化的起源も古いと考えられる直翅目（バッタ目）に注目し、その中でも飼育が容易で入手もしやすいフタホシコロギを実験対象として、おもにホルモンによって制御された



メカニズムが昆虫の食性を決定していることを明らかにしてきた。環境に対する応答や、成長や交尾といったライフイベント、そして共食いまで、代謝系と内分泌系のメカニズムが鍵となって効いていることがわかってきたということである。

非常に専門的なトピックも多く、具体的なホルモンの名称や関係性などはただちには理解し切れないにしても、全体として、「何を食べるかはどうか決まっているのか」という根本的興味に導かれて創意工夫をこらして実験をし、膨大なデータを蓄積してきた、ということは講演から明確に伝わってきた。ときにユーモアも交えた話しぶりに引き込まれながら、最近得られたばかりの未公表データも惜しげなく示してくださる姿に、知りたいことをとことん追求するという研究本来のあり方を強く感じた。質疑応答ではフロアからもそうした姿勢に呼応するかのようになんげな興味に基づいた質問が次々に投げかけられ、予定時間はあっというまに終了してしまった。いずれまた新たな知見が追加蓄積されたところに再びお話しいただく機会のあることを期待する。

(河野 礼子)

第47回講演会

日時：2020年2月6日（木）16：30～18：00

場所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

講演者：大関 真之 氏（東北大学大学院 情報科学研究
科応用情報科学専攻応用情報技術論講座 物理
フラクチュオマティクス論分野 准教授 東京
工業大学 科学技術創成研究院 准教授）
株式会社シグマアイ 代表取締役

題目：量子アニーリングと未来の情報科学



現在のコンピュータを超える計算能力を持つと期待されている量子コンピュータの中でも、量子アニーリングと呼ばれるタイプの量子コンピューティングに関する研究が進んでいる。世界初の商用量子コンピュータとして注目を浴びたD-Wave Systemsによるマシンもこの量子アニーリングに基づくものである。本講演会では、量子アニーリングの研究者として世界の第一線で活躍されている東北大学・東京工業大学准教授で株式会社シグマアイ代表取締役の大関真之氏を講師に迎え、量子アニーリングと未来の情報科学に関して講演をしていただいた。大関氏は東京工業大学大学院にて量子アニーリングの提唱者である西森秀稔氏の指導のもと学位を取得し、その後、量子アニーリングに関する研究のみならず機械学習やスパースモデリングなどの分野で研究活動を展開している。

量子アニーリング方式による量子コンピュータは、当初より提案されていた量子ゲート方式の汎用の量子コンピュータとは異なり、いわゆる「巡回セールスマン問題」などの「組合せ最適化問題」に特化した専用の計算機ということができる。本講演では、まずこの新しい技術がいかにして「量子」の性質を用いているかというこ

とについて言及され、量子アニーリングの仕組みについて、その根底にある「イジングモデル」から始まり、「量子トンネル現象」など量子論特有の現象が利用されていることを非専門家にもわかりやすく説明していただいた。

また講演者による量子アニーリングの応用に関する研究の紹介も行われた。量子アニーリング方式の量子コンピュータの研究は、その得意分野である「最適な経路を見つける」などのような「与えられた制約条件下で目的関数を最適化する」という「最適化問題」への応用が盛んに研究されている。また様々な機関と共同して研究が行われており、今後の技術の発展によってさらなる産業界への応用も期待されている。

量子アニーリング方式のみならず、量子ゲート方式の汎用量子コンピュータを含め、量子コンピューティングの技術は近年大きく進展してきている。本講演会は、量子コンピューティングの技術が今後の学术界・産業界においてより重要なテーマになるであろうということを感じさせる講演会であった。

（藤森 俊明）

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15回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2019年7月25日（木）16：00～17：30

場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

プログラム：

（講演30分、質疑応答15分）× 2

司 会：墨谷 暢子（所員・商学部生物学教室助教）

（1）16：00～16：45

演 題：氷の表面とは？ —氷はなぜ滑るのか

講 師：青木健一郎（所員・経済学部物理学教室教授）

（2）16：45～17：30

演 題：新種を記載する：海産線虫類の分類学

講 師：嶋田 大輔（所員・商学部生物学教室助教）

講演要旨1

「氷の表面とは？ —氷はなぜ滑るのか」

青木健一郎（所員・経済学部物理学教室教授）

氷の表面が滑りやすいことは、痛いほど実感している方も多いだろう。これは、皆が知っている事実でありながら、なぜ滑りやすいのかについては、現在も論文が発表され続けており、原因は明らかにはなっていない。実験が困難なため、氷表面詳細の理解がまだ不十分であるからだ。氷表面の物理は、滑りやすさの原因以外に、物理学、気象学、生物学等あらゆる分野にとって重要な分野である。

我々は、既存の実験方法とは質的に異なる光学的な方法を用いて、氷表面の性質を調査した。氷表面には薄い液体状の層が形成されると考えられているが、それが存在すればその表面には波がたつ。この表面波を見て、その性質を調べた。純水では液体の層がうすすぎて、氷の滑りやすさを説明できない。不純物がわずかでもあるこ



とにより滑りやすい状況が作られていることがわかった。我々の研究の特徴の1つは、ミクロンオーダーで表面の様子を分析できることである。それにより、不純物の種類によって質的に異なるふるまいがあることも我々の研究から明らかになった。既存の研究結果も概観し、その中で我々の研究成果が持つ意味についても考察した。

講演要旨2

「新種を記載する：海産線虫類の分類学」

嶋田 大輔（所員・商学部生物学教室助教）

地球上にはどんな生物がどれだけ存在するのか？そんな素朴かつ永遠のテーマに挑む学問が記載分類学である。哺乳類などの大型動物では新種などめったに見つかるものではなく、ともすれば前時代の学問などと軽視されがちな分野であるが、総重量でいえば大型動物をもしのぐ顕微鏡サイズの微小動物においては未発見の種類の



方ははるかに多く、日々新種が発表され続けている。本講演では、そんな微小動物の中でも特に種数と個体数が多いとされる海産線虫類を取り上げ、その知られざる多様性の高さを紹介した。

講演者が近年取り組んでいるテーマは、南極大陸沿岸および深海底の線虫の生物多様性である。前者は国立極地研究所との共同研究で、主に昭和基地周辺の海岸から約2,300個体、35種の線虫を採集し、11種の未記載種（＝

いわゆる新種）を発見、うち2種はすでに論文として公表した。また後者の例としては、北大、海洋研究開発機構との共同研究として行った北米アリューシャン諸島周辺海域の生物調査によって約1,200個体、60種の線虫が得られ、3未記載属、9未記載種を発見した。本講演では多種多様な線虫の顕微鏡写真を通じて、その表情の豊かさをお見せした。

第16回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2020年1月31日（金）13：00～14：30

場所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

プログラム：

（講演30分、質疑応答15分）×2

司会：嶋田 大輔（所員・商学部生物学教室助教）

（1）13：00～13：45

演題：レッドデータブックの作り方

講師：有川 智己（所員・経済学部生物学教室准教授）

（2）13：45～14：30

演題：化学工業を支える固体触媒 – 広い表面と狭い空間の利用 –

講師：岡本 昌樹（所員・文学部化学教室教授）

講演要旨 1

「レッドデータブックの作り方」

有川 智己（所員・経済学部生物学教室准教授）

地球上には現在、1400万種ともいわれる多様な生きものが存在しているが、その多様性の損失は、私たち人類の存続に関わる深刻な問題である。生きものの絶滅の速度はかつてない速度となっており、地球上の動植物の実に4分の1が絶滅の危機に瀕している、という分析もある。国際自然保護連合（IUCN）は、1950年代から絶滅のおそれのある生きものをカード化して情報を整理し始めたが、1966年に地球上で絶滅のおそれのある哺乳類と鳥類のリストをルーズリーフ形式にまとめたものを出版した。警告の意味を込めて赤い表紙がつけられたそのリストは、Red List、そのリストをまとめた書籍は、Red Data Bookと呼ばれるようになった。

現在では、レッドデータブック、レッドリストには、地球規模での絶滅危惧種を扱うIUCN版の他に、日本国内の絶滅危惧種を扱う環境省版、地域ごとに扱う各都道府県版などが存在している。また、絶滅危惧種の判定や



ランク付けは、IUCNレッドリストカテゴリーに準拠したものが広く使われている。「絶滅危惧IA類」とか「絶滅危惧II類」という言葉をニュースや新聞などで目にする機会も増えている。ところが、この判定やランクわけが、誰によってどのようにされているかは案外知られていない。

本講演では、環境省、鳥取県、神奈川県のコケ植物のレッドリスト作成に関わっている演者が、あまり科学的とは呼べないそのプロセスの裏側についてお話しした。

講演要旨2

「化学工業を支える固体触媒 ―広い表面と狭い空間の利用―」

岡本 昌樹（所員・文学部化学教室教授）

触媒は、目的物質を合成する主反応から副生成した有害な廃棄物を無害化する反応まで、化学工業における様々な工程で用いられている。触媒には酸や金属錯体などの溶媒に溶解して用いるものがあるが、工業的に用いられる触媒の大半は固体の触媒である。その理由としては、高温などの過酷な条件でも使用が可能であること、使用後の触媒の分離や再生が容易であることが挙げられる。しかし、製薬などの精密合成で使用されている金属錯体触媒と比べて、通常、目的生成物への選択性が低い（すなわち副生成物が多く生成する）という欠点がある。石油精製や石油化学工業では、高い触媒活性と高い生成物選択性が同時に得られる多孔質のゼオライトが固体触媒としてよく用いられている。ゼオライトには無数の細孔があり、その細孔の壁に起因する広い表面を有している。固体触媒では表面にある触媒活性点でのみ反応



が進行することから、高表面積のゼオライト触媒では触媒活性点を多く存在させることができ、高い触媒活性が得られる。また、ゼオライトの細孔内という狭い空間で反応を進行させると、細孔径より大きな分子は生成しない。このことを利用して、ゼオライト触媒では目的生成物を高い選択率（形状選択性）で得ることができる。本講演では、固体触媒、特にゼオライト触媒について概説し、触媒改良により、さらに高い選択性を得る方法についても紹介した。

プロジェクト研究

1) 平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業トポロジカル・サイエンス

文責 代表 新田 宗土

メンバー

代表：新田宗土 所員（商学部・教授）

教員メンバー：山本直希 所員（理工学部・准教授）、松浦壮 所員（商学部・教授）、青木健一郎 所員（経済学部・教授）、古池達彦 所員（理工学部・専任講師）、小林宏充 所員（法学部・教授）、檜垣徹太郎 所員（理工学部・専任講師）、Antonino Flachi（アントニノ・フラキ）（商学部・准教授）、坂井典佑（自然セ・訪問教授）、三角樹弘（秋田大学・専任講師、自然セ・訪問講師）、衛藤稔（山形大学・教授）、木村太郎 所員（経済学部・助教）、藤森俊明 所員（商学部・助教）、Di-Lun Yang（理工学部・助教）

ポスドクメンバー：Aron Johnathan Beekman（アロン・ヨナタン・ベークマン）、Chandrasekhar Chatterjee（チャンドラセカール・チャッタージー）、Matthew Edmonds（マシュー・エドモンズ）Sven Bjarke Gudnason（スヴェン・ビヤルケ・グドナソン）、Giacomo Marmorini（ジャコモ・マルモリーニ）、大橋圭介、高橋大介、Vincenzo Vitagliano（ヴィタリアノ・ヴィンチャンツォ）、Gergely Peter Fejos（ゲルケイ・ピーター・フェヨシュ）、伊藤悦子、鶴沢報仁、安井繁宏、本郷優、Pasquale Marra（パスクワーレ・マラ）、Calum Ross（カラム・ロス）

慶應義塾大学自然科学研究教育センターより、新田宗土 所員（商学部・教授）が代表として応募していた「トポロジカル・サイエンス」が、平成27年度の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択され（予算番号 S1511006）、2018年度も、多くの成果をあげている。リアルタイムな活動状況は、以下のHPを参照願いたい。

<https://sites.google.com/site/keiotopsci/>

1. 活動報告

ポスドクらは2015年10月より、日吉、矢上の両キャンパスに配属し活発に研究活動を行っている。本報告書では、最終年度である2019年度の活動について活動報告を行う。

セミナー

以下のような日程で、セミナー活動を行った（詳しい内容は、上記HPを参照のこと）。通常のセミナーとして外部の研究者を招待し、セミナー発表をして頂き、活発な質疑応答と有益な意見交換を行った。また、2019年10

月に新しく所属するメンバーの研究紹介を目的として、短めの時間でメンバー複数人のセミナーを行った。

New comers's Seminar

October 16 (Wed) 15:00~17:25

Tomoya Hayata, Hiromichi Nishimura, Kunihito Uzawa

トポロジカル・サイエンス 2019年度 セミナー開催実績

通常セミナー

Date: February 7 (Fri.) 15:00~16:30 @ 2nd building, Room 221

Speaker: Sinya Aoki (YITP, Kyoto U.)

Title: Holography from field theories: a realization of AdS/CFT correspondence and beyond

Date: January 22 (Wed) 11:00~12:30 @ 2nd building, Room 221

Speaker: Gianni Tallarita (Adolfo Ibanez U.)

Title: The holographic non-abelian vortex

Date: November 26 (Tue) 13:30~17:00 @ Raiosha Symposium Space (1F)

Speaker: Grigori E. Volovik (Aalto U.)

Title: From topological condensed matter to particle physics and cosmology

Date: November 25 (Mon) 13:30~15:00 @ Raiosha Symposium Space (1F)

Speaker: Jaakko Nissinen (Aalto U.)

Title: Geometric aspects in the topological responses of 3 + 1d crystalline insulators

Date: November 22 (Fri) 14:00~15:30 @ Raiosha Symposium Space (1F)

Speaker: Antti Niemi (Nordita and CNRS)

Title: What is life

Date: November 19 (Tue) 10:00~11:30 @ Raiosha Symposium Space (1F)

Speaker: José Juan Blanco Pillado (UPV/EHU)

Title: FLYOVER VACUUM DECAY

- Date: November 18 (Mon) 15:00~16:00 @ Raiosha Symposium Space (1F)
 Speaker: Yakov Shnir (BLTP, JINR)
 Title: Fermions on solitons revisited
- Date: October 28 (Mon) 15:30~17:30
 Speaker: Hosho Katsura (Univ. Tokyo)
 Title: QCD Club : 格子上的フェルミオン系の話題
- Date: October 16 (Wed) 15:00~17:25
 Speakers: Tomoya Hayata, Hiromichi Nishimura, Kuni-hito Uzawa
 Title: New comers' seminars
- Date: August 26 (Mon) 10:00~
 Speaker: Taro Kimura (Keio Univ.)
 Title: Instanton counting and infinite symmetry
- Date: August 15 (Thu) 15:00~16:30
 Speaker: Jun Nian (Univ. Michigan)
 Title: Solving Bose-Einstein Condensate with String Theory and Conformal Field Theory
- Date: July 24 (Mon) 13:30~14:50
 Speaker: Stefano Ansoldi (Univ. of Udine / Trieste)
 Title: A renormalization group inspired realization of the limiting curvature hypothesis in $f(R)$ gravity
- Date: July 22 (Mon) 15:00~17:00
 Speaker: Takuya Furusawa (Tokyo Institute of Technology)
 Title: Boson-fermion duality in four dimensions
- Date: July 10 (Wed) 15:00~16:00 (or 15:30 -16:30)
 Speaker: Akio Tomiya (RIKEN, BNL)
 Title: Phase transition in three flavor QCD with background magnetic field
- Date: July 10 (Wed) 13:30~14:30
 Speaker: Maurizio Muratori (University of Modena)
 Title: Analytical and numerical studies of perturbative and non-perturbative worldline methods in quantum field theory
- Date: July 8 (Mon) 15:30~17:30
 Speaker: Koji Hashimoto (Osaka University)
 Title: 深層学習、QCD、ホログラフィー (第30回 QCD Club, トポロジカル・サイエンス共催)
- Date: July 3 (Wed) 15:00~16:30
 Speaker: Philp Glass (Durham University)
- Title: Cheshire Cat Resurgence in SUSY Localizable QFTs in Various Dimensions
- Date: June 19 (Wed) 15:30~17:00
 Speaker: Matthew Edmonds (Keio Univ.)
 Title: Solitons and Impurities in Atomic Bose-Einstein condensates
- Date: May 13 (Mon) 15:00~16:30
 Speaker: Oleg Evnin (Chulalongkorn University)
 Title: AdS and Cold Atoms
- Date: April 24 (Wed) 16:00~17:00
 Speaker: Calum Ross (Heriot-Watt University)
 Title: Magnetic Skyrmions at Critical coupling
- Date: April 24 (Wed) 15:00~16:00
 Speaker: Akinori Tanaka (RIKEN)
 Title: Machine learning and (theoretical) physics
- Date: April 3 (Wed) 13:30~17:15
 Speaker: Hiromichi Nishimura (RBRC)
 Title: Effective potential for the Polyakov loop to higher loop order / High-temperature domain walls of QCD with imaginary chemical potential
- Date: April 1 (Mon) 14:00~16:00
 Speaker: Dmitri Bykov (MPP & Steklov Math Inst)
 Title: $SU(N)$ spin chains and flag manifold sigma-models

シンポジウム

1度のシンポジウムを開催し、物性理論から素粒子宇宙まで幅広い分野においてトポロジーを用いて研究を行っている国内外の著名な研究者を招待、有益な議論を行った。

(1) Topological Science Symposium 2019 20~22 November 2019

招待講演者

Jose-Juan Blanco-Pillado (UPV/EHU)

Tetsuo Hatsuda (RIKEN)

Takahiro Morimoto (U. Tokyo)

Shuichi Murakami (TiTech)

Antti Niemi (Nordita and CNRS)

Tetsuya Onogi (Osaka U.)

Yuji Tachikawa (U. Tokyo)

Toshitaka Tatsumi (Osaka Sangyo U.)

Carl Turner (Cambridge U.)

Gregory Volovik (Aalto U.)

Masahide Yamaguchi (TiTech)

(2) CP^N model: recent developments and future directions 22~24 January 2020

招待講演者

Minoru Eto (Yamagata)

Gergely Fejos (Budapest)

Antonino Flachi (Keio)

Toshiaki Fujimori (Keio)

Takuya Furusawa (TiTech)

Etsuko Itou (Keio)

Taichiro Kugo (Kyoto)

Tetsuo Matsui (Kindai)

Tatsuhiko Misumi (Akita)

Okuto Morikawa (Kyushu)

Keisuke Ohashi (Keio)

Calum Ross (Keio)

Norisuke Sakai (Keio)

Nobuyuki Sawado (Tokyo U. Science)

Mikhail Shifman (Minnesota)

Hiromasa Takaura (Kyushu)

Shinji Takeda (Kanazawa)

Ryosuke Yoshii (Chuo)

クラスター PC

クラスター PCを運用している。

2. 研究業績

数多くの論文を出版した。詳細はHPを参照のこと。

3. 国際会議・学会発表

多くのメンバーが、国内外の様々な学会、研究会、国際会議、スクールで多くの発表を行った。

2) 自然科学研究教育センター・研究プロジェクト

2-1) ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明：数論・幾何学・物理学における発現と展開

文責 研究代表者 桂田 昌紀

本研究プロジェクトでは、古くからその存在が捉えられており、これまで数学諸分野の進展を牽引する役割を果たしてきた「ゼータ関数・テータ関数・楕円関数」及びそれら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、2019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” として現在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 論文を日本数学会発行の学術雑誌 Advanced Studies of Pure Mathematics に投稿し、掲載が受理されている。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、 ψ 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：本研究代表者は、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、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、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

2-2) 不動点理論と凸解析学を介した非線形関数解析学

文責 研究代表者 小宮 英敏

定例の研究会を毎週火曜に開催し研究の基礎を固めた。研究代表の小宮英敏、共同研究者の自然セ訪問教授の高橋渉氏、自然セ共同研究員の竹内幸雄氏、八尾政行氏や外部から研究者を招き知識と発想の交換に務めた。共同研究員の竹内幸雄氏はヒルベルト空間およびバナッハ空間における繰り返し近似法の研究を進め以下の論文

を発表した。

Yukio Takeuchi, A fixed point theorem and the solvability of some nonlinear equations, Linear and Nonlinear Analysis, to appear.

Yukio Takeuchi, Shrinking projection method with allowable ranges, Journal of Nonlinear Analysis and

Optimization, to appear.

Yukio Takeuchi, 新しいtypeの不動点定理と非線形方程式, 京都大学数理解析研究所講究録 (非線形解析学と凸解析学の研究), to appear.

共同研究員の八尾政行氏は以下の3つの論文が進行中である。

1. “Dynamic Programming with Upper Semicontinuous Returns”. (with T. Kamihigashi)
2. “The hypo-convergence of value iteration” (仮題).
3. “Envelope theorems: a general subgradient approach” (仮題) .

論文1では先行文献で反例があがった上限の関数からの収束問題を、ベルマン作用素に関する順序集合の連続性に関する仮定を加えることで肯定的に解いた。論文2では論文1で導入したモデルの仮定程度で、解への収束がhypo収束することを示した。論文3では先行文献で扱われている劣微分を用いた包絡線定理を正則劣微分まで拡張し、従来より一般的な制約構造をもつ最適化問題を扱っている。

訪問教授の高橋渉氏は非線形解析学と凸解析学を介しての非線形作用素の研究、及び関数解析を用いての逆問題の研究とその解を求める近似法の研究を中心に行ったが、紙数の制限よりその成果の一部を挙げる。

Strong convergence theorems by hybrid methods for new demimetric mappings in Banach spaces, J. Convex Anal. 26 (2019), 201–216.

Weak convergence theorem for infinite families of demigeneric generalized hybrid mappings in Hilbert spaces (with C.-N. Lin and C.-F. Wen), J. Nonlinear Convex Anal. 20 (2019), 133–147.

A nonlinear mean convergence theorem for generic 2-generalized nonspreading mappings in a Banach Space (with M. Hojo), Linear and Nonlinear Analysis, 5 (2019), 33–49.

Attractive point and nonlinear ergodic theorems for generic 2-generalized hybrid mappings in Hilbert spaces (with Atsumasa Kondo), Linear and Nonlinear Analysis, 5 (2019), 87–103.

Fixed point and weak convergence theorems for new generic generalized nonspreading mappings in Banach spaces, J. Nonlinear Convex Anal. 20 (2019), 337–361.

The split common fixed point problem for two infinite families of nonlinear mappings in Hilbert spaces (with J.-C. Yao), J. Nonlinear Convex Anal. 20 (2019), 173–195.

Weakly iterative method for the split common fixed point problem in Hilbert spaces (with M. Hojo), J. Nonlinear Convex Anal. 20 (2019), 1715–1729.

The split common fixed point problem for generalized demimetric mappings in two Banach spaces, Optimization, 68 (2019), 411–427.

The split common fixed point problem by the hybrid method for families of new demimetric mappings in Banach spaces (with Ching-Feng Wen and Jen-Chih Yao), J. Convex Analysis, 27 (2020), to appear.

(プロジェクトメンバー) 小宮 英敏・高橋 渉
竹内 幸雄・八尾 政行

2-3) 場の量子論における数理解析的手法の開拓と応用

文責 研究代表者 木村 太郎

本プロジェクトでは場の量子論と呼ばれる理論物理学における最も一般的な方法論に基づいた数理解析的手法の開拓と応用を目指すものである、本年度は超群対称性を伴うゲージ理論におけるトポロジカル配位であるインスタントンについての研究を行い、非摂動的性質の解明に向けたアプローチを行った。また超対称ゲージ理論と量子可積分系との相互関係に基づいて、高次元空間におけるより一般的なD-brane配位 (ゲージ折り紙) から新しい量子可積分系モデルの導出を行った。

本プロジェクトに関連した成果は以下の通りである：

- 原著論文
1. T. Kimura, V. Pestun, Super instanton counting and localization, Preprint [arXiv:1905.01513](https://arxiv.org/abs/1905.01513)
 2. T. Kimura, V. Pestun, Twisted reduction of quiver

W-algebras, Preprint [arXiv:1905.03865](https://arxiv.org/abs/1905.03865)

3. T. Kimura, R.-D. Zhu, Web Construction of ABC-DEFG and Affine Quiver Gauge Theories, JHEP, 1909 (2019) 025, DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2019\)025](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2019)025)
4. H.-Y. Chen, T. Kimura, and N. Lee, Quantum Elliptic Calogero-Moser Systems from Gauge Origami, Preprint [arXiv:1908.04928](https://arxiv.org/abs/1908.04928)
5. T. Kimura, Integrating over quiver variety and BPS/CFT correspondence, Preprint [arXiv:1910.03247](https://arxiv.org/abs/1910.03247)

● 招待講演

1. T. Kimura, Super instanton counting and localization, [Strings, Branes and Gauge Theories](https://arxiv.org/abs/1907.08000), Jul 2019, Pohang, Korea
2. 木村太郎, ランダム行列と無限の対称性, [中央大学](https://arxiv.org/abs/1907.08000)

物理学科 談話会, Jul 2019, Tokyo, Japan

3. T. Kimura, Free field realization in BPS/CFT, BPS/CFT Correspondence, Sep 2019, Marseille, France
4. T. Kimura, Quantum infinite symmetry from quantum gauge theory, Colloque de l'insitut de Mathématiques de Bourgogne, Dec 2019, Dijon, France
5. T. Kimura, Integrating over quiver variety and BPS/CFT correspondence, Journée de l'équipe GADT, Jan 2020, Dijon, France

また本プロジェクトは以下の公的資金による助成を受けた:

- 日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究 (B) 「ゲージ理論の双対性による W 代数の研究」 (No. 17K18090)
- 日本学術振興会 科学研究費助成事業 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「次世代物質探索のための離散幾何学」 (No. 17H06462)
- 文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 「トポロジカル・サイエンス」 (No. S1511006)
(プロジェクトメンバー) 木村 太郎
BEEKMAN, Aron

2-4) 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

I 学校教育現場での活動および成果報告

- ① ITPのトレーニングモードを用いた月の観測方法についてインターネットのホームページに掲載。これを大学生に配り、天体観測の練習に用いた学生や天体観測の練習としてITPを用いたり課題のレポートとして用いた学生があった。
- ② 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年生に研究指導 (2019年4月25日~2020年1月9日)。テーマは「小惑星の自転の推測」。
- ③ 東海大学理学部物理学科4年生の卒業研究3件において利用。
テーマは以下の通り。
 - ・色一等級図と星の進化モデルの比較による散開星団の年齢推定
 - ・散開星団M45を構成する星の研究
 - ・可視光望遠鏡の観測による元素分析からの超新星爆発までのタイムスケール
 特に3番目のテーマは赤色巨星を分光観測して元素構成を調べ、超新星爆発を起こすまでのタイムスケールを見積もるというもので、東海大に設置したITP望遠鏡に分光フィルターが搭載されているため可能な特色ある研究だったが、夏ごろから天候不良が続き、10月に望遠鏡CCDの不調、12月にモーター故障があったため観測はできないままになってしまった。

II 社会教育現場での活動および成果報告

- ① 2019年7月14日 (日)
「学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ2019」(東北大学) に出展。
- ② 2019年7月27日 (土)・7月28日 (日)
「青少年のための科学の祭典2019鹿児島大会」(鹿児

島市立科学館) に出展。

設置済みの望遠鏡を利用した天文教育用の観測テーマの開発と観測を伴う天文教育の普及活動を行った。特に昨年度からの試みとして、参加者に天体写真のシールと台紙を配り、インターネット望遠鏡を使って、写真と天体名をチェックし、「天体写真ギャラリー」を完成させるという活動を取り入れている。

- ③ 2019年8月3日 (土)

第24回 ダ・ヴィンチ祭2019 (富山県立大学・射水キャンパス) に出展。

テーマ: インターネット望遠鏡で天体観測-いつでも・どこでも・だれでも天体観測-

出展内容: ITPのデモンストレーション・広報活動

- ④ 2019年10月6日 (土)・7日 (日)

「青少年のための科学の祭典2019名古屋大会」(名古屋科学館) に出展。

テーマ: 望遠鏡がなくても天体観測

出展内容:

「天体観測をしたいけれど、望遠鏡を持っていないので、望遠鏡を持っているけれど操作に慣れていないので・・・、いろいろな理由で天体観測の夢を諦めている人はいませんか。そんな人たちが、実際に自分で望遠鏡を操作し、夜空に輝く天体を観測し、それらの天体の美しい写真を撮るために必要となる技と場をこのブースで提供しています。いままで望遠鏡に触れたことがない人も、この機会にインターネット望遠鏡の操作法をしっかりと身に着けることで、諦めていた天体観測の夢をかなえましょう。」

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

- インターネット望遠鏡を用いた実習授業をユー

ザー間でシェアできるシステムとして、ITP課題バンクというプロジェクトを立ち上げることにした。そのためのキックオフミーティングを行い、課題バンク作成に着手した。キックオフミーティングの開催回数は3回で、SKYPEによる電話会議を、以下の日程で実施：

6月11日（火）18：00～19：00、8月1日（木）13：00～14：00、10月21日（月）11：00～12：00

- ITPのトレーニングモードを用いた月の観測方法についての例を、インターネットのホームページにアップ、学校現場での活用に寄与。
- ② ハード面での活動
 - NY学院設置のインターネット望遠鏡修復のため、現状調査を目的としてNY学院に出張（2019年6月17日～21日）。2020年度修復予定。
 - 東海大学に設置の望遠鏡修復
 - 10月に望遠鏡CCDの不調、12月にモーター故障。1月から五藤光学さんに何度か修理に来てもらい、故障モーターの交換は完了したが、これを機会に望遠鏡制御PCをWindows 7から10に変更中で、まだ、Windows10上ですべての機器の動作確認ができていない。東海大望遠鏡が動くようになるのはもう少しかかりそう。

IV 論文・学会発表

- ① インターネット望遠鏡を使った食変光星U Sgeの多

色測光
東北公益文科大学総合研究論集 第37号（2020）、pp.83-95

山本裕樹（東北公益文科大学）

- ② インターネット望遠鏡を利用した月の継続観測
物理教育 第67巻 第3号（2019）、pp.151-158
大羽 徹（名古屋大学教育学部附属高等学校）・仁田野竜大（名古屋大学教育学部附属高等学校）・迫田誠治（防衛大学校）・表實（慶應義塾大学名誉教授）

V その他

- ① 第9回インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム

2020年3月7日開催予定だったインターネット望遠鏡プロジェクトのシンポジウムは、新型コロナウイルスがかなり蔓延している状況で参加者の感染リスクが懸念されるため中止した。次年度に状況を見ながら改めてシンポジウムの開催を計画する予定。

（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

2-5) 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。

粘性のない超流動成分は、量子化された渦糸からなり、渦点（渦線素）が作る誘導速度場をビオサバル積分することで求めることができる。そのような渦糸は流れ場が高速になると毛玉のようなタングル状態になり、粘性を有する常流体成分と相互作用をすることが知られている。その相互作用を加味した方程式をもとに、渦点を追跡するラグランジュ的な渦糸とオイラー的なNavier-Stokes方程式を結合して数値シミュレーションを行う。

超流動成分が乱流化し、常流体成分は層流の状態をT1遷移後の状態と呼ぶが、この際実験において流れ方向に異常な常流体の速度変動が観測された。その現象を

解明すべく、2流体同時計算を実施した。この際、相互作用が局所的に行うようにモデル化することで、超流動成分が作り出す原子1つ分の直径をもつ渦糸の変動が常流体へ及ぼす影響を検討した。

その結果、渦糸が乱流化し変動をすることで、常流体が引きずられ、wakeと呼ばれる形状の速度変動が現れることが分かった。一方で、常流体の流れ方向には、渦糸が疎な領域において大きな速度変動が誘起されることが分かった。これらの速度変動は量子渦に起因したものであり、通常の古典流体が乱流遷移する際には壁からの変動がトリガーになる現象に対して、2流体ならではの新しい乱流遷移の可能性を示唆している。

謝辞：本研究の一部は科研費基盤研究（C）JP18 K03935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・湯井 悟志

2-6) 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：

2019年10月1日～2020年3月31日

研究プロジェクトメンバー：

杉本 憲彦 (法学部・准教授)

藤澤由貴子 (自然科学研究教育センター研究員・科研費基盤Sでの雇用)

概要：

金星は高度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、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を評価するため、計算コストがかかるが、本プロジェクトでは地球シミュレータを用いるため、この計算が実現可能である。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可能になる。

あかつき観測のデータ同化準備と並行し、実際の観測の同化を行う前の基礎的な準備実験として、理想的な疑似観測データを作成し、観測システムシミュレーション実験(OSSE)を行った。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、衛星軌道を極付近に配置した場合には、金星の特徴的な温度場構造である「コールドカラー」(金星大気の高高度約60～70kmの極域における周辺に比べて温度が高い構造)の再現に成功した。全球的な衛星実軌道を配置した場合には、大循環モデルの全球的な温度場の偏りの補正に成功した。衛星のカメラ観測を想定し風速場の鉛直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の波構造(赤道ケルビン波)の再現に成功した。今後は、あかつきのデータ同化に着手し、また、引き続き疑似観測データによるOSSEで理論的検証・経験を積むことで、金星大気の大気現象の理解を深める。

成果：

Observing system simulation experiment for radio occultation measurements of the Venus atmosphere among small satellites, Norihiko Sugimoto, Mirai Abe,

Yukako Kikuchi, Asako Hosono, Hiroki Ando, Masahiro Takagi, Itziar Garate-Lopez, Sebastien Lebonnois, and Chi Ao, Journal of Japan Society of Civil Engineers Ser. A2 (Applied Mechanics), Vol. 75, No. 2 (Journal of Applied Mechanics, Vol. 22), (2019), p477-486, doi:10.2208/jscejam.75.2_I_477

Thermal structure of Venus atmosphere from sub-cloud region to the mesosphere observed by radio occultation, Hiroki Ando, Takeshi Imamura, Silvia Tellmann, Martin Pätzold, Bernd Häusler, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, Hideo Sagawa, Sanjay Limaye, Yoshihisa Matsuda, Rajkumar Choudhary, and Maria Antonita, Scientific Reports, Vol.10, (2020), 3448, 7pp, doi:10.1038/s41598-020-59278-8.

「金星の衛星間電波掩蔽観測立案に向けたデータ同化による研究」、杉本憲彦、阿部未来、細野朝子、菊池由佳子、白坂翠萌、藤澤由貴子、他5名、第146回 地球電磁気・地球惑星圏学会総会、2019年10月

その他、日本航空宇宙学会(2020年4月)、日本地球惑星科学連合(2020年5月)、日本気象学会(2020年5月)、Asia Oceania Geosciences Society(2020年6月)、Committee on Space Research(2020年8月)の国内外の学会発表を予定しており、予稿を投稿済である。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究A(16H02225) 「あかつき・地上観測と数値モデリングの連携による金星大気力学の研究」松田佳久(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B(17H02961) 「光化学結合GCMと地上観測による金星上層大気の運動と物質循環の解明」高木征弘(代表) 杉本憲彦(分担)

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究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A(19H00720、基盤研究S採択のため廃止)

「あかつきデータ同化による金星大気循環の研究」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）
（プロジェクトメンバー）29ページのとおり

2-7) 発達した台風の構造変化に関する研究

文責 研究代表者 杉本 憲彦

研究プロジェクト期間：

2019年4月1日～2020年3月31日

研究プロジェクトメンバー：

杉本憲彦（法学部・准教授）

宮本佳明（環境情報学部・専任講師（有期）；自然科学研究教育センター所員）

概要：

発達した台風の外側に出現する目の壁雲の形成メカニズムを解明するため、これまでにプロジェクト遂行者らが提案したメカニズムの理解を深める研究を行った。具体的には、提案したメカニズム（エクマンパンピング不安定）のエネルギー解析や、メカニズムが働く系において外部からの強制を与えた数値計算を実行した。まず、線形化した支配方程式から擾乱の力学的エネルギーの方程式を導出し、擾乱のエネルギーの発達に寄与する項を特定した。その結果、エクマンパンピング不安定による風速の極大は、基本場が持つ風の水平方向シアーに起因することが分かった。古典的なエクマン理論では、エネルギー方程式には摩擦によって擾乱を減衰させる効果しか含まれないが、今回考える系では、順圧不安定のように不安定シアーによる生成項が含まれる。また、渦の外側に強制を入れた時に、風速の極大が形成するまでの時間スケールなどを数値的に解くことで調べた。その結果、強制が弱い・持続時間が短い時には、風速極大は形成しなかった。

本研究の結果、外側壁雲の形成に重要と考えられるエクマンパンピング不安定は、水平風速の水平方向のシアーからエネルギーをもらって出現することが分かった。そこで考えられることが、現実世界ではエクマンパンピング不安定が出現する前に、水平シアーによって不安定が解消されてしまうのではないかという点である。今回考えた系は水平次元であったため、二次元に拡張して、水平シアーによるモードが卓越するのか、今回のエクマン不安定が卓越するのかを検証する。一方で、風速極大形成に注目してシンプルな系において各パラメータを系統的に変えた数値実験を継続して行い、現実大気において重要な強制を特定する。

成果：

論文

1. Nolan, D.S., Y. Miyamoto, S. Wu, and B.J. Soden, 2019: On the Correlation between Total Condensate and Moist Heating in Tropical Cyclones and

Applications for Diagnosing Intensity. *Mon. Wea. Rev.*, 147, 3759–3784

2. Sato, Y., Y. Miyamoto, and H. Tomita, 2019: Large dependency of charge distribution in a tropical cyclone inner core upon aerosol number concentration. *Prog. Earth Planet Sci.*, 6, 62.
3. Miyamoto, Y., S. Nishizawa, H. Tomita, 2020: Impacts of Number of Cloud Condensation Nuclei on Two-Dimensional Moist Rayleigh Convection, *J. Meteor. Soc. Jpn.*, in press.

国際学会発表

1. Miyamoto, Y., D. S. Nolan, and N. Sugimoto, 2019: A Dynamical Mechanism on Secondary Eyewall Formation, 2019 Typhoon Seminar, 4/26/19, 京都.
2. Miyamoto, Y., and D. S. Nolan, 2019: Structural Changes Preceding Rapid Intensification in Tropical Cyclones as shown in a Large Ensemble of Idealized Simulations, Japan Geoscience Union 2019 meeting, 5/30/19, 幕張.
3. Miyamoto, Y., D. S. Nolan, and N. Sugimoto, 2019: Ekman Pumping Instability: A Mechanism for Secondary Eyewall Formation in Tropical Cyclones, AMS Atmos. Ocn. Fluid Dyn. Conf., 6/25/19. Portland, US.

招待講演

1. エクマンパンピング不安定, Japan Geoscience Union 2019 meeting, 5/30/19, 幕張.
2. 台風について, 防衛大学校課外講演, 6/1/19, 防衛大学校
3. A Dynamical Mechanism on Secondary Eyewall Formation, Asia-Oceania Geoscience Society 2019 meeting, 8/1/19, Singapore.

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）宮本佳明（分担）

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究B(19H01973)
「新世代衛星観測の同化がもたらす、台風と大気上層場との相互作用メカニズムの解明」岡本幸三（代表）宮本佳明（分担）

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究 計画研究 (19H05696)
「台風・爆弾低気圧の予測可能性とスケール間大気海洋相互作用」川村隆一 (代表) 宮本佳明 (分担)

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究促進費

(19K24677)

「令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査」丸山喜久 (代表) 宮本佳明 (分担)

(プロジェクトメンバー) 30ページのとおり

2-8) 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：2019年4月1日～2020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 (外部資金①, ⑤に基づく)

阿武木啓朗・雨宮 史年, 飯田 英明・石川 健三
鶴沢 報仁・衛藤 稔・大橋 圭介・鎌田 翔
神中 俊明・木原 裕充・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, 吉井 涼輔
横倉 諒・Aron Jonathan BEEKMAN

Giacomo MARMORINI・Chandrasekhar CHATTERJEE
Gergely Peter FEJOS・Pasquale MARRA,

サブプロジェクト②：トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア (外部資金②に基づく)

猪谷太輔・安井繁宏・Sven Bjarke Gudnason
Matthew EDMONDS・Calum Duncan ROSS

サブプロジェクト③：場の理論のリサージェンス構造とトポロジー (外部資金③, ④に基づく)

伊藤 悦子・坂井 典佑・西村 洋道・藤森 俊明
三角 樹弘

代表者が本プロジェクトに利用する外部資金名

- ① 文部科学科学研究費助成事業・基盤B「場の理論と物性論における対称性とトポロジー」
- ② 文部科学科学研究費助成事業 (新学術研究)「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」における「トポロジカル相におけるエキゾチック準粒子」
- ③ 文部科学科学研究費助成事業・基盤B「場の量子論のリサージェンス理論に基づく非摂動的定式化」
- ④ 文部科学科学研究費助成事業・基盤C「リサージェンスを通じた場の量子論における摂動・非摂動関係の解明」
- ⑤ 文部科学科学研究費助成事業・基盤C「チャーム・ボトムハドロン分子/原子核の解明に向けた重いハドロン有効相互作用の構築」

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] Linking number of vortices as baryon number
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta Published in:
Phys.Rev.D 101 (2020) 6, 065011 DOI: [10.1103/PhysRevD.101.065011](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.101.065011) Published 20 March 2020
e-Print: 2002.01762 [hep-th] (Feb 5, 2020)

オープンアクセス、国際共同研究

[2] Z_n modified XY and Goldstone models and vortex confinement transition Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta To appear in Phys.Rev.D • e-Print: 1912.09456 [hep-th] (Dec 19, 2019)

オープンアクセス

[3] Collision dynamics and reactions of fractional vortex molecules in coherently coupled Bose-Einstein condensates
Minoru Eto, Kazuki Ikeno, Muneto Nitta
To appear in Phys. Rev. Research 2, (2020)
e-Print: 1912.09014 [cond-mat.quant-gas] (Dec 18, 2019)

オープンアクセス

[4] Emergent discrete 3-form symmetry and domain walls
Yoshimasa Hidaka, Muneto Nitta, Ryo Yokokura
Published in: Phys.Lett.B 803 (2020) 135290
DOI: [10.1016/j.physletb.2020.135290](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.135290)
Published 10 April 2020
e-Print: 1912.02782 [hep-th] (Dec 5, 2019)

オープンアクセス

[5] Chemical bonds of two vortex species with a generalized Josephson term and arbitrary charges Chandrasekhar Chatterjee, Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta

To appear in JHEP

- e-Print: 1912.02685 [hep-th] (Dec 5, 2019)
オープンアクセス、国際共同研究
- [6] Vortex confinement transitions in the modified Goldstone model
Michikazu Kobayashi, Gergely Fejős, Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta
Published in: Phys. Rev. Research 2, 013081 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevResearch.2.013081](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013081)
Published 27 January 2020
e-Print: 1908.11087 [cond-mat.stat-mech] (Aug 29, 2019)
オープンアクセス、国際共同研究
- [7] Critical endpoint and universality class of neutron ${}^3\text{P}_2$ superfluids in neutron stars
Takeshi Mizushima, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.Research. 2 (2020) 013194
DOI: [10.1103/PhysRevResearch.2.013194](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013194)
Published 24 February 2020
e-Print: 1908.07944 [nucl-th] (Aug 21, 2019)
オープンアクセス
- [8] Microscopic description of axisymmetric vortices in ${}^3\text{P}_2$ superfluids
Yusuke Masaki, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.Research. 2 (2020) 013193
DOI: [10.1103/PhysRevResearch.2.013193](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013193)
Published 24 February 2020
e-Print: 1908.06215 [cond-mat.supr-con] (Aug 16, 2019)
オープンアクセス
- [9] Domain walls in neutron ${}^3\text{P}_2$ superfluids in neutron stars
Shigehiro Yasui, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.C 101 (2020) 1, 015207
DOI: [10.1103/PhysRevC.101.015207](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.101.015207)
Published 21 January 2020
e-Print: 1907.12843 [nucl-th] (Jul 30, 2019)
- [10] Confinement-deconfinement crossover in the lattice CP^{N-1} model
Toshiaki Fujimori, Etsuko Itou, Tatsuhiko Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai
Published in: Phys.Rev.D 100 (2019) 9, 094506
DOI: [10.1103/PhysRevD.100.094506](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.100.094506)
Published 21 November 2019
e-Print: 1907.06925 [hep-th] (Jul 16, 2019)
オープンアクセス
- [11] Topologically nontrivial Andreev bound states
Pasquale Marra, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.B 100 (2019) 22, 220502
DOI: [10.1103/PhysRevB.100.220502](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.100.220502)
Published 5 December 2019
e-Print: 1907.05416 [cond-mat.supr-con] (Jul 11, 2019)
- [12] Instantons in Chiral Magnets
Masaru Hongo, Toshiaki Fujimori, Tatsuhiko Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai
Published in: Phys.Rev.B 101 (2020) 10, 104417
DOI: [10.1103/PhysRevB.101.104417](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.104417)
e-Print: 1907.02062 [cond-mat.mes-hall] (Jul 3, 2019)
国際共同研究
- [13] Ground state modulations in the CP^{N-1} model
Antonino Flachi, Guglielmo Fucci, Muneto Nitta, Satoshi Takada, Ryosuke Yoshii
Published in: Phys.Rev.D 100 (2019) 8, 085006
DOI: [10.1103/PhysRevD.100.085006](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.100.085006)
Published 16 October 2019
e-Print: 1907.00120 [hep-th] (Jun 28, 2019)
オープンアクセス、国際共同研究
- [14] Topological defects at the boundary of neutron ${}^3\text{P}_2$ superfluids in neutron stars
Shigehiro Yasui, Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.C 101 (2020) 2, 025204
DOI: [10.1103/PhysRevC.101.025204](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.101.025204)
Published 27 February 2020
e-Print: 1905.13666 [nucl-th] (May 31, 2019)
国際共同研究
- [15] Aharonov-Bohm defects
Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta
To appear in Phys.Rev.D
e-Print: 1905.01884 [hep-th] (May 6, 2019)
オープンアクセス、国際共同研究
- [16] Reexamining Ginzburg-Landau theory for neutron ${}^3\text{P}_2$ superfluidity in neutron stars
Shigehiro Yasui, Chandrasekhar Chatterjee, Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta
Published in: Phys.Rev.C 100 (2019) 2, 025204
DOI: [10.1103/PhysRevC.100.025204](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.100.025204)
Published 5 August 2019
e-Print: 1904.11399 [nucl-th] (Apr 25, 2019)
国際共同研究
- [17] Topological Nambu monopole in two Higgs doublet models
Minoru Eto, Yu Hamada, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta
Published in: Phys.Lett.B 802 (2020) 135220
DOI: [10.1016/j.physletb.2020.135220](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.135220)
Published 10 March 2020
e-Print: 1904.09269 [hep-ph] (Apr 19, 2019)
オープンアクセス
- [18] Nambu-Jona Lasinio and Nonlinear Sigma Models in Condensed Matter Systems
Ryosuke Yoshii, Muneto Nitta

- Published in: Symmetry 11 (2019) 5, 636
 DOI: [10.3390/sym11050636](https://doi.org/10.3390/sym11050636)
 Published 6 May 2019
 e-Print: 1904.01216 [cond-mat.supr-con] (Apr 2, 2019)
 オープンアクセス
- [19] Note on a solution to domain wall problem with the Lazarides-Shafi mechanism in axion dark matter models
 Chandrasekar Chatterjee, Tetsutaro Higaki, Muneto Nitta
 To appear in Phys.Rev.D
 e-Print: 1903.11753 [hep-ph] (Mar 27, 2019)
 オープンアクセス、国際共同研究
- [20] Topological order in the color-flavor locked phase of a (3+1) -dimensional U (N) gauge-Higgs system
 Yoshimasa Hidaka, Yuji Hirono, Muneto Nitta, Yuya Tanizaki, Ryo Yokokura
 Published in: Phys.Rev.D 100 (2019) 12, 125016
 DOI: [10.1103/PhysRevD.100.125016](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.100.125016)
 18 December 2019
 e-Print: 1903.06389 [hep-th] (Mar 15, 2019)
 オープンアクセス
- [21] Dual formulations of vortex strings in a supersymmetric Abelian Higgs model
 Muneto Nitta, Ryo Yokokura
 Published in: Phys.Rev.D 100 (2019) 6, 065007 •
 DOI: [10.1103/PhysRevD.100.065007](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.100.065007)
 Published 16 September 2019
 e-Print: 1812.11776 [hep-th] (Dec 31, 2018)
 オープンアクセス
- [22] Topological couplings in higher derivative extensions of supersymmetric three-form gauge theories
 Muneto Nitta, Ryo Yokokura
 Published in: JHEP 05 (2019) 102
 DOI: [10.1007/JHEP05\(2019\)102](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2019)102)
 Published 20 May 2019
 e-Print: 1810.12678 [hep-th] (Oct 30, 2018)
 オープンアクセス
- [23] Berezinskii-Kosterlitz-Thouless Transition of Two-Component Bose Mixtures with Intercomponent Josephson Coupling
 Michikazu Kobayashi, Minoru Eto, Muneto Nitta
 Published in: Phys.Rev.Lett. 123 (2019) 7, 075303
 DOI: [10.1103/PhysRevLett.123.075303](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.075303)
 Published 16 August 2019
 e-Print: 1802.08763 [cond-mat.stat-mech] (Feb 23, 2018)
- [24] Massive Nambu-Goldstone Fermions and Bosons for Non-relativistic Superconformal Symmetry:
 Jackiw-Pi Vortices in a Trap
 Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi
 To appear in: Prog.Theor.Exp.Phys.
 e-Print: 1712.09974 [hep-th] (Dec 28, 2017)
 オープンアクセス
- [25] Casimir force for the CP^{N-1} model
 Antonino Flachi, Muneto Nitta, Satoshi Takada, Ryosuke Yoshii
 Published in: Phys.Lett.B 798 (2019) 134999
 DOI: [10.1016/j.physletb.2019.134999](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2019.134999)
 Published 10 November 2019
 e-Print: 1708.08807 [hep-th] (Aug 29, 2017)
 オープンアクセス
- [26] Half-quantized Non-Abelian Vortices in Neutron 3P_2 Superfluids inside Magnetars
 Kota Masuda, Muneto Nitta
 Published in: PTEP 2020 (2020) 1, 013D01
 DOI: [10.1093/ptep/ptz138](https://doi.org/10.1093/ptep/ptz138)
 Published 08 January 2020
 e-Print: 1602.07050 [nucl-th] (Feb 23, 2016)
 オープンアクセス
- 代表者のプロシーディングス (査読有)
- [1] Lattice study on the twisted CP^{N-1} models on $R \times S^1$
 Tatsuhiro Misumi, Toshiaki Fujimori, Etsuko Itou, Muneto Nitta, Norisuke Sakai
 Published in: PoS LATTICE2019 015
 Pre-published on: 2020 January 03
 Contribution to: Lattice 2019
 e-Print: 1911.07398 [hep-lat] (Nov 17, 2019)
- [2] Effects of Strong Magnetic Fields on Neutron 3P_2 Superfluidity with Spin-Orbit Interactions
 Shigehiro Yasui, Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta
 Published in: JPS Conf.Proc. 26 (2019) 024022
 DOI: [10.7566/JPSCP.26.024022](https://doi.org/10.7566/JPSCP.26.024022)
 Published 8 November 2019
 Contribution to: QNP2018
 e-Print: 1902.00674 [nucl-th] (Feb 2, 2019)
 国際共同研究
- [3] Quark-Hadron Crossover with Vortices
 Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta, Shigehiro Yasui
 Published in: JPS Conf.Proc. 26 (2019) 024030
 DOI: [10.7566/JPSCP.26.024030](https://doi.org/10.7566/JPSCP.26.024030)
 Published 8 November 2019
 Contribution to: QNP2018
 e-Print: 1902.00156 [hep-ph] (Jan 31, 2019)
 国際共同研究

代表者のプレプリント (雑誌に投稿中)

- [1] Exhausting all exact solutions of BPS domain wall networks in arbitrary dimensions
Minoru Eto, Masaki Kawaguchi, Muneto Nitta, Ryotaro Sasaki (Mar 30, 2020)
e-Print: 2003.13520 [hep-th]
- [2] 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 (Mar 20, 2020)
e-Print: 2003.09423 [cond-mat.quant-gas]
- [3] Dynamics of Nambu monopole in two Higgs doublet models -- Cosmological Monopole Collider --
Minoru Eto, Yu Hamada, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta (Mar 19, 2020)
e-Print: 2003.08772 [hep-ph]
- [4] Skyrmion Interactions and Lattices in Solvable Chiral Magnets
Calum Ross, Norisuke Sakai, Muneto Nitta (Mar 16, 2020)
e-Print: 2003.07147 [cond-mat.mes-hall]
- [5] Radial Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov state in a population-imbalanced Fermi gas
Daisuke Inotani, Shigehiro Yasui, Takeshi Mizushima, Muneto Nitta (Mar 6, 2020)
e-Print: 2003.03159 [cond-mat.quant-gas]
- [6] Vortex Patterns of atomic Bose-Einstein condensates in a density-dependent gauge potential
Matthew Edmonds, Muneto Nitta (Feb 21, 2020)
e-Print: 2002.09189 [cond-mat.quant-gas]
- [7] Coexistence phase of 1S_0 and 3P_2 superfluids in neutron stars
Shigehiro Yasui, Daisuke Inotani, Muneto Nitta (Feb 13, 2020)
e-Print: 2002.05429 [nucl-th]
- [8] Topologically quantized current in quasiperiodic Thouless pumps
Pasquale Marra, Muneto Nitta (Jan 29, 2020)
e-Print: 2001.11022 [cond-mat.quant-gas]
- [9] Exact solutions of domain wall junctions in arbitrary dimensions
Minoru Eto, Masaki Kawaguchi, Muneto Nitta, Ryotaro Sasaki (Jan 21, 2020)
e-Print: 2001.07552 [hep-th]
- [10] Strong-coupling effects of pairing fluctuations and Anderson-Bogoliubov and Higgs modes in neutron 1S_0 superfluids in neutron stars
Daisuke Inotani, Shigehiro Yasui, Muneto Nitta (Dec 28, 2019)
e-Print: 1912.12420 [nucl-th]

代表者の招待講演

1. “多成分系の渦やソリトン：多成分超伝導・超流動、高密度QCD、2ヒッグス・ダブレット模型を通して”
新田宗土
神戸大学 2019 9/19
2. “物理学とトポロジー”
新田宗土
慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
センター開所10周年シンポジウム
自然科学のこれまでと今後の展望
3. “Non-Abelian vortices in dense QCD: quark hadron continuity and non-Abelian statistics,”
XQCD 2019, The 17th International Conference on QCD in Extreme Conditions
Tokyo, Japan, June 24 - 26, 2019
(プロジェクトメンバー) 31ページのとり

2-9) An interdisciplinary approach to Gravitational and Curvature Effects on Strongly Coupled Systems

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になっていない。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。

本年度は、グラフェンにおける相互作用する電子系のモデル幾何学的欠陥を含んだ。我々は、熱力学と効果と幾何学的効果が絡み合いによる非自明な特徴を持つ新奇な結果を得た。Refs. 2) , 4)

非従来型の外部条件が存在する際の粒子間相互作用の修正は他の文脈においても数多くの興味深い展開が見込まれる。追加の作業は、ブラックホールの周りの対称性の復元とシグマモデルに焦点を当てている。Refs. 1) ; 3) ; 5)

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 (Institute of High Energy Physics (IFAE), Barcelona University)

Publications

- 1) A. Flachi, Remarks on the Large-N CP (N-1) model. ArXiv:1912.12376 (submitted to Journal of High Energy Physics) .
- 2) A. Flachi, V. Vitagliano, Cosmic strings, deformed

lattices and spontaneous symmetry breaking, J. Phys. 1275 (2019) 012030.

- 3) A. Flachi, et al., Ground State modulations in the CP (N-1) model, Phys. Rev. D100 (2019) 085006.
- 4) A. Flachi, V. Vitagliano, Symmetry breaking and lattice kirigami: finite temperature effects, Phys. Rev. D99 (2019) 125010.
- 5) A. Flachi, et al., Spontaneously broken symmetry restoration of quantum fields in the vicinity of neutral and electrically charged black holes, Journal of High Energy Physics 1904 (2019) 139.

(プロジェクトメンバー) フラキ,アントニノ
 Vincenzo Vitagliano

2-10) 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は、2次元理論の連続極限を取らなければならないが、超対称性を持つ理論はフェルミオンにゼロモードを持つ可能性があり、安直に連続極限を取るのには危険である。事実、十分な統計を溜めた結果、対称性の観点から素朴には成り立つべき恒等式が成り立っていないという現象が球面背景とトーラス背景の両方で観測された。そこで我々は、フェルミオンのゼロモードの寄与を排除するための新しい機構を開発し、理論・数値計算の双方からその効果を解析した。この成果は近く論文にまとめて公表する予定である。

国内外の会議等での発表

1. “球面上の超対称ゲージ理論の数値実験” 離散的手法による場と時空のダイナミクス 2019年9月10日 鳥根県松江市

(プロジェクトメンバー) 松浦 壮・加堂 大輔
 小林 晋平・花田 政範

2-11) 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

多孔体材料は高表面積を有することから、固体触媒や吸着剤として広く用いられている。多孔体材料をナノレベルで構造や形状を制御し、新規多孔体材料を創製することによって、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の合成と新規利用法の開発である。

近年、加熱方法にマイクロ波加熱を用いた化学反応が数多く報告されている。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、工業的に固体酸触媒として広く用いられているゼオライトはマイクロ波を吸収せず、マイクロ波によって加熱されにくい。そのため、マイクロ波加熱の工業的な利用への課題の一つとなっている。

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と混合する方法が考えられる。しかし、単なる物理混合では、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。これまでにゼオライト粒子内部のコア細孔に炭素を詰めたコア-シェル構造のゼオライト触媒が報告されている。しかし、同じゼオライト粒子内でもコアとシェルの中心距離は数 μm あり、加熱場と反応場が遠い。

本研究では、加熱場と反応場の中心距離がnmオーダーで隣接した、シート状の加熱場（酸化タングステン）と反応場（ゼオライト）が交互に積層している交互積層体触媒の開発を行った。

加熱場の酸化タングステン単層シートの表面にチオール基を修飾し、反応場にはシート内に細孔を有するMWW型ゼオライトの前駆体単層シートを用い、その表

面にアシル基を修飾した。チオール基とアシル基を反応させることにより2種類のシートを交互に積層させた。得られた交互積層体のチオール基とアシル基を焼成により除去することによって、反応場と加熱場が交互に積層し、密着した交互積層体を合成した。交互に積層していることは粉末X線回折の結果により確認した。得られた交互積層体は、出力50 Wのマイクロ波により400秒で368 $^{\circ}\text{C}$ まで加熱できることがわかった。

本研究では、加熱場となる酸化タングステンシートと反応場であるゼオライトシートを交互に積層したゼオライト触媒は、マイクロ波加熱に適していることを示した。今後は、触媒反応へ利用し、効率的に反応が進行することを明らかにする予定である。

学会発表：高橋昂，椿俊太郎，和田雄二，岡本昌樹「マイクロ波加熱に適したMWW型ゼオライト前駆体シートと酸化タングステンシートとの交互積層体の合成」第35回ゼオライト研究発表会

(プロジェクトメンバー) 岡本 昌樹・高橋 昂
陳 韋宏

2-12) 分子内相互作用を利用した熱安定なフォトクロミック材料の開発

文責 研究代表者 杉山 晴紀

[概要]

サリチリデンアニリン (SA) およびその誘導体は、代表的なフォトクロミック有機物であり、その結晶は紫外光照射により赤色へ色変化し、可視光照射または加熱により黄色に戻る。この可逆的な色変化現象は、紫外光によりSA分子がenol体から(cis-keto体を経て)trans-keto体へ異性化することに起因している。また、SAのフォトクロミズム活性は分子コンフォメーションに依存しており、芳香環間の二面角が30 $^{\circ}$ 以上の場合にはフォトクロミズムを示すが、二面角が30 $^{\circ}$ 以下の場合にはフォトクロミズムを示さない特徴を持つ。本研究では、光生成物であるtrans-keto体を結晶内で分子内相互作用により安定化し、熱安定なSAフォトクロミック結晶の開発を試みた。

[成果]

trans-keto体のN-H基との分子内相互作用を期待して、キノリン骨格を有したSA誘導体 (SN) を四種類合成し

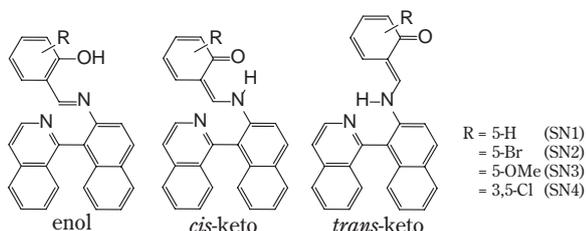


Figure 1 Chemical structures of the SN isomers

た (Fig.1, SN1-4)。その後、再結晶および単結晶X線構造解析により結晶構造を決定した (Fig.2)。結晶中のSN誘導体の構造を比較すると、末端の置換基が異なるにもかかわらず、いずれも類似したコンフォメーションをとることが明らかとなった。隣接したナフチル環とキノリン環は、大きくねじれて結合しており、その芳香環間の二面角は90 $^{\circ}$ に近い。これは、各八員環の8位に結合している水素間の立体反発によるものと考えられる。このため、キノリン環の窒素原子は光異性化するアゾメチン基部分と離れており、目的とした分子内相互作用によるtrans-keto体の安定化は期待できなかった。一方、

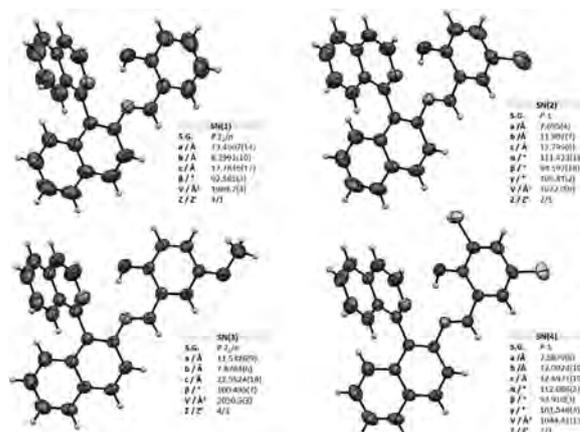


Figure 2 ORTEP drawings (probability is 50%)

ナフチル環とフェノール環はほぼ同一平面状に位置し、芳香環間の二面角は 0.42° (SN1)、 8.5° (SN2)、 9.03° (SN3)、および 7.56° (SN4) といずれも小さな値だった。また、SN2とSN4は同形の結晶構造であった。

SN誘導体結晶に紫外光 (365nm) を照射したところ、いずれも色変化を示さなかった。クロミズム活性に関係するナフチル環とフェノール環の間の二面角は、 30° よりも十分に小さく、このために結晶はフォトクロミズム

を示さなかったと考えられる。加えて、紫外光照射下では、緑色 (SN1)、黄色 (SN2)、赤茶色 (SN4)、および橙色 (SN4) の発光現象が観察された。いずれもストークスシフトが極めて大きく、enol体からketo体への励起状態での水素移動を伴うESIPT (excited-state intramolecular proton transfer) 発光であると考えられた。

(プロジェクトメンバー) 杉山 晴紀

2-13) 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

当プロジェクトは、当初ハチクマの対ハチ防御機構に焦点を当てて開始したが、昨年度よりハチクマが持つより広範囲な特性を調査するプロジェクトとし、今年度からプロジェクト名を「ハチクマ (タカ目タカ科) の総合的研究」とした。対ハチ防御機構の研究に関しては、本プロジェクトメンバーと密接に連携をとって進めているものの、プロジェクト外の共同研究者が中心となることとなった。そのため、この報告ではハチクマの羽毛色変異の遺伝的基盤とその多様性を生じせしめた個体群の由来に関する研究について報告する。

1. ハチクマ羽毛色バリエーションとMc1r遺伝子多型の関連 (継続)

昨年度の研究により、ハチクマの多様な羽毛色を決定する遺伝子の一つであるMc1r遺伝子には多数の遺伝子多型が存在することが明らかになった。今年度は更に解析個体数を増やしたところ、ハプロタイプは大きく二群に分けられること、それらの間の組換えによって生じた

と思われる中間タイプが存在することが判明した。暗色型に近い中間タイプでも、特定の部位が普通タイプに置き換わると、羽毛色が暗色型でなくなることから、暗色タイプを引き起こす変異箇所を絞り込むことに成功した。

2. ハチクマのミトコンドリアDNAの配列決定による遺伝的多様性の分析

Mc1r遺伝子が二群に分かれることから、日本に生息するハチクマは二系統の祖先個体群が混ざり合って形成されたのではないかと考えた。この考えを補足するためにミトコンドリアDNAの調節領域とND2遺伝子の配列を決定したところ、ミトコンドリアDNAも二群に分かれる結果を得た。今後さらなる研究を要するが、種の形成を考える上で有用な情報になるだろう。

(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

2-14) 細胞機能理解のための擬人化の効用 (データベース作成に向けたフォーマットの検討)

文責 研究代表者 金子 洋之

どのようなアプローチのもと細胞機能を解析するかという方法論は、生命の最初単位となる細胞を深く理解する重要な鍵となる。私たちは、多様な生命現象間に見られる細胞行動に着目し、「生命現象名」、「生物種」、「発生時期」、「細胞の種類 (主語)」、「状況 (インプット)」、「行動 (アウトプット)」といったフォーマットで、細胞機能をオーソライズして表記することを試みてきた。これらは、1000件以上の細胞行動を含んだデータベースとして一応の完成をみている (細胞行動データベース; Cell Behavior DataBase:CBDB)。このCBDB作成過程で、研究グループの主要メンバーであった団まりな氏 (故人) は、細胞行動の「状況 (インプット)」と「行動 (アウトプット)」の間には、「細胞の意思」とも呼ぶべき自発的な目的機能が存在することを直感してい

た。

団まりな氏のアイデアを検証するために、CBDBと同様なアプローチのもと、多様な生命現象における「細胞の意思」を表記できるかについて検討を進めている。これまで「細胞の意思」を表記するためには、細胞に「心」を認め、擬人手法を取ることが有効であることを報告した。これをもとに、CBDBと同様のフォーマットで、多様な生命現象における「細胞の意思」を表記した「細胞の意思データベース; Cell Mind DataBase (CMDB)」の作成に向けて検討を進めてきた。

今回、主語となる細胞が単数の場合と複数の場合 (擬人的に言い換えれば個人と集団) において、「細胞の意思」はどのような表記になるかについて考察した。その結果、同じ表記にならない可能性が出てきた。例をあげ

る。ヒトデ幼生の免疫現象を担う間充細胞に目を向けると、身体の中に自身より大きな異物が入ってきた場合、間充細胞は異物を取り囲むように凝集する行動をとるが、単数では「食べる」、複数では「包囲する」という表記が、各主語の意味として妥当であると考えられ

る。これが正しいとすると、CMDDBには、主語が単数か複数かに留意した表記を可能にするフォーマットを準備する必要が出てくるかもしれない。

(プロジェクトメンバー) 金子 洋之・佐藤由紀子

2-15) 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は普遍的な現象だが、多くの動物でその機構は明らかでない。本プロジェクトは様々な種を用いてそのメカニズム及び共通性、種特異性を解析することを目的とする。

受精は有性生殖を行う生物にとって、新たな個体の出発点として重要な事象である。受精時の卵活性化には卵内カルシウムイオン(Ca^{2+})上昇が重要な役割を果たしている。 Ca^{2+} 上昇は現在のところ動物界における普遍的な現象であるが、卵内の Ca^{2+} 上昇パターンは種によって多様性に富んでいる。これまで報告された動物の多くでは、受精時に卵細胞質中でイノシトールトリスリン酸(IP3)依存性 Ca^{2+} 遊離機構が機能している。申請者のグループはIP3依存性 Ca^{2+} 遊離機構以外にも、cyclic ADP riboseやNAADP、卵細胞膜上の Ca^{2+} チャンネルを介した卵外からの Ca^{2+} の流入など、複数の卵内 Ca^{2+} 遊離機構が機能していることを数種の動物で報告しており、IP3以外の Ca^{2+} 遊離機構を含めた総合的な卵内 Ca^{2+} 遊離機構の役割に着目している。本プロジェクトでは多種の動物卵、特に海産動物(原索動物、棘皮動物、軟体動物、環形動物等)を用いて Ca^{2+} 上昇パターンを詳細に解

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。以上を踏まえて卵内 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。一方、動物の生殖様式は多様性に富んでいるため、一部のモデル動物を除くと採卵・人工授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。

成果

今年度は、昨年度に引き続き海産環形動物*Dinophilus* spを材料として、人工(体外)授精を可能にする方法の検討に取り組んだ。精子を効率よく採取するには孵化前のオス個体を使用する必要がある。精子形成がいつ完了するか切片試料を用いた検討を進めている。今後は、精子形成時期および受精時期の確認後に、目的達成の前段階として体腔中への精子注入による受精の誘起、およびその際の卵内 Ca^{2+} 濃度変化のイメージングを試みる。

(プロジェクトメンバー) 倉石 立・経塚啓一郎

2-16) 始原新口動物のボディプランに関する研究

文責 研究代表者 倉石 立

概要

本プロジェクトは棘皮動物有茎ウミユリ類トリノアシの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、そのボディプランを構築することを目的とする。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。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、極めて重要なプロジェクトである。

成果

今年度は、新たな取り組みとして、走査電子顕微鏡に

よるトリノアシ幼生の変態、着底後の羊膜腔形成と体軸の回転過程の観察を開始した。今後観察をさらに詳細な観察を続け、変態時における体軸変換の全容を明らかに

する計画である。

(プロジェクトメンバー) 倉石 立・雨宮 昭南

2-17) 日本の海産クマムシ探索

文責 研究代表者 鈴木 忠

研究背景

海産クマムシ類の研究は、地中海など一部の海域の他では進んでおらず、緩歩動物全体で約1,300種が記載されている中で海産種は約220種にとどまっている。鈴木(2010)は島原湾での予備的な調査によって、未記載種を含む多くの珍しい海産クマムシが存在することを報告した。その中の1種は紀伊半島の田辺湾でも見つかかり、新種記載した(Fujimoto et al., 2013)。その後、いくつかの新種が日本の海から発見されたが、日本の海産種の多様性に関する基本情報はいまだに限られており、さらなる調査努力が必要である(Suzuki, 2017)。島原湾からすでに得られた標本からは、地中海の海中洞窟付近からしか見つからないような珍種と非常に類似した未記載種として、*Actinarctus* cf. *neretinus*などについて国際シンポジウムなどで発表したが、詳しい記載のためには新たな標本を必要としていた。本研究プロジェクトでは、日本各地の海底や砂浜に生息するメイオベントス(微小動物類)を採集し、分類と系統に関する研究を続けるが、優先的課題として島原湾における未記載種の解明のための新たな標本の確保と、新種記載を目標とする。

成果

合津マリンステーション(熊本大学)に11月11日から11月15日まで滞在し、採集調査を実施した。11月12日に島原湾に調査船を出し、海上よりスミス・マッキンタイヤ採泥器により海底試料採取を行い、計8サンプル(各

2-3 Lずつの海底堆積物)を回収した。各サンプルは、淡水で攪拌後に32 µmメッシュで濾過し、メッシュ上の残渣を海水で回収し、実体顕微鏡によってクマムシ等のメイオベントスを拾い出した。その一部は核酸保存液中に回収し、残りはホルマリンで固定した。未検査の堆積物試料は丸ごとホルマリンで固定し、後日のソーティングのため保存している。地中海産クマムシのタイプ標本は、その多くがパーリ大学(イタリア)に保存されていたが、大学改組に伴ってそれらがほとんど廃棄もしくは行方不明となったことが判明した。タイプ種との比較が困難となったため、次善の策として、*Actinarctus neretinus*を含むと思われる地中海の海底試料から新たな標本を再記載し、島原湾産の標本との比較をおこなう予定である。

文献

鈴木忠(2010)日本沿岸に生息する緩歩動物——島原湾のクマムシ——. うみうし通信 67: 2-3

Fujimoto S, Miyazaki K, Suzuki AC* (2013) A new marine tardigrade, *Tanarctus diplocerus* (Arthrotardigrada, Halechiniscidae) from Japan. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93:955-961 (*Corresponding author)

Suzuki AC (2017) Tardigrade research in Japan. In Motokawa M, Kajihara H (eds.) "Species Diversity of Animals in Japan", Springer Japan, pp.267-284

(プロジェクトメンバー) 鈴木 忠

2-18) 単細胞紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* の新規栄養要求性株の作成

文責 研究代表者 墨谷 暢子

*Cyanidioschyzon merolae*は、全ゲノムが解読され、また、相同組換えによる形質転換が可能であることから、近年単細胞藻のモデル生物として活用されるようになった単細胞紅藻である。現在、*C. merolae*の形質転換された細胞の選抜に必要なマーカー遺伝子は、ウラシル合成遺伝子と抗生物質クロラムフェニコールの耐性遺伝子の2つだけである。このため、*C. merolae*においてゲノムの複数箇所の改変を行うことは困難であり、マーカー遺伝子を増やすことがさらなる研究の発展のために必要となる。本研究では新規マーカー遺伝子の候補とし

てホスホリボシラントラニル酸イソメラーゼ(*TRP1*)に着目した。この遺伝子はトリプトファン生合成の第3段階を担う遺伝子であり、出芽酵母 *Saccharomyces cerevisiae* のトリプトファン要求性変異株の原因遺伝子でもある。*S. cerevisiae* *TRP1* 遺伝子のホモログである *CmTRP1* (Locus ID:CMG194C) を破壊することにより、*C. merolae* トリプトファン要求性変異株を得ることができれば、このトリプトファン要求性変異株に対して *CmTRP1* 遺伝子をマーカー遺伝子とした遺伝子組換えを行うことが可能となる。

一般的にトリプトファン要求性変異株は5-フルオロアントラニル酸に対して耐性を示す。*C. merolae*のトリプトファン要求性変異株の選択時に5-フルオロアントラニル酸が活用できるかを確かめるために、まず、5-フルオロアントラニル酸の*C. merolae*野生株の増殖へ対する影響について確かめた。25 μ g/mL以上の5-フルオロアントラニル酸存在下では*C. merolae*野生株の増殖が抑制されたことから*CmTRP1*破壊株の選択に5-フルオロアントラニル酸が有効であることが示唆された。

次に*C. merolae*のウラシル要求性変異株であるM4株に対して、*CmTRP1*遺伝子のコード領域の上流領域に直接下流領域をつないだDNA断片を形質転換し、5-フルオロアントラニル酸とトリプトファンを含むMA2-ゲラン

ガム培地上で培養した。3週間程度培養後得られたコロニーに対してPCRとシーケンスにより*CmTRP1*遺伝子が欠失していることを確認した。

今後、今回得られた株に対して*CmTRP1*コード領域をもった外来遺伝子の導入を行うことにより形質転換の元株として活用できるか、また、ウラシル合成遺伝子および*CmTRP1*遺伝子を選択マーカーとして2つの遺伝子を同時に形質転換できるかについて検証する予定である。

本研究の遂行にあたっては一部平成31年度科学研究費(若手B)助成金を使用した。

(プロジェクトメンバー) 墨谷 暢子

2-19) 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

沖縄県八重山諸島の石垣島および西表島に生息するヤエヤマハラブチガエル*Nidirana okinavana*は、森林伐採や土地造成等に伴い、繁殖場所である湿地が失われ生息数が減少している。一般的に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。そこで本研究では西表島に生息するヤエヤマハラブチガエルの胃内容物を分析し、成長および年齢による食性の比較に取り組んだ。西表島の湿地帯や林内を踏査し、捕獲した個体を0.1%MS222水溶液で麻酔後、成長の指標として、吻端から総排出口までの距離(SVL: Snout-Vent Length)を測定し、サイズ別に3グループ(幼体、亜成体、成体)に区分した。また、左後肢第3指を第2関節まで切り取り10%ホルマリンで固定し、スケルトクロノロジーによって各個体の年齢を推定した。さらに強制嘔吐法により胃内容物を摘出した。胃内容物は80%エタノールで固定し、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。捕獲個体は麻酔から覚醒後に捕獲地点に放逐した。結果として49個体を捕獲し、33個体で胃内容物を確認した。砂等の無機物を除くと、被食動物群全体で6綱19目296個体が確認された。これらを分析した結果、体サイズや年齢と食性の関係には大きな差異は認められず(図1、図2)、いずれの体サイズや年齢においても昆虫綱が最も多く出現し、その割合は被食動物全体の80%以上を占めた。特にハチ目アリ科は被食動物全体の約40%を占め、アリ科を1個体以上捕食していた個体の割合は約70%であった。今回確認されたアリ科の多くはオオズアリ属やフトハリアリ属などで、体長5mm未満の個体が多数を占めていた。以上のことから、ヤエヤマハラブチガエルは変態上陸後の各成長段階において昆虫綱を主

要な餌資源として利用しており、中でも小型のアリ科を

	幼体	亜成体	成体
幼体		60.60	69.68
亜成体			72.39
成体			

図1 パーcentage類似度指数(0-100)による成長段階と食性の評価。

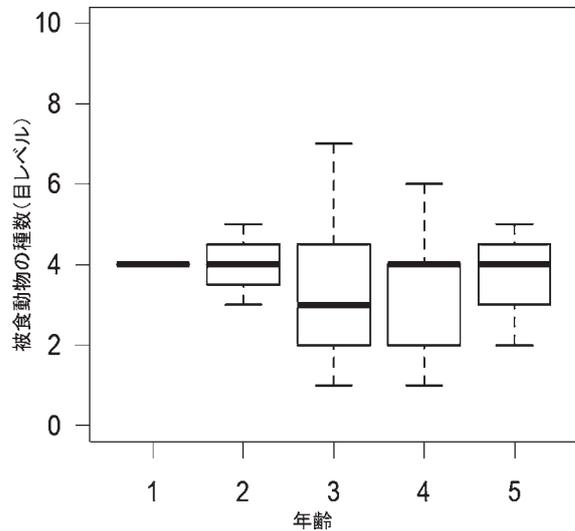


図2 年齢と食性の関係。年齢と被食動物の種類(目レベル)には関係性が認められない(Kruskal-Wallis test, df=4, p=0.85)。

高い頻度で利用している可能性があ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

2-20) 酵母Two-Hybrid法による棘皮動物ヒトデのマクロファージ遊走阻止因子受容体の探索

文責 研究責任者 古川 亮平

マクロファージ遊走阻止因子 (MIF) は、植物を含め幅広い生物種に存在する、最も原始的な炎症性サイトカインの一つとして知られる。一方で、近年の比較ゲノム解析により、既知のMIF受容体であるCXCR2、CXCR4及びCD74は、無脊椎動物には存在しないことが示唆されている。従って、MIFによる炎症制御システムとその進化を理解する上で、進化的に保存された未知のMIF受容体の同定は非常に重要である。

我々はこれまで、棘皮動物ヒトデの幼生において唯一の免疫細胞である間充織細胞を材料に、MIFによる炎症制御メカニズムの理解を目指して研究を進めてきた。その結果、間充織細胞で発現する2種のMIF、*ApMIF1*及び*ApMIF2*がそれぞれ「走化性阻止因子」、「走化性因子」として時間差で作用することにより、炎症部位へリクルートされる間充織細胞の数を適切に制御していることを明らかにした。一方で、間充織細胞のトランスクリプトーム解析を行っても既知のMIF受容体を得ることは出来ず、また、MIFのHisタグ融合タンパク質と各種クロスリンカーを用いたプルダウンアッセイにおいても受容体候補は得られていない。そこで本プロジェクトでは、酵母Two-Hybrid法による受容体探索を目指した。

まず、グラム陰性菌の細胞壁構成成分であるリポポリサッカライドで処理することで炎症反応を惹起した間充織細胞を、処理0、15、30、45、60、75、90、120分後の時間で経時的にサンプリングし、total RNAを抽出した後にmRNAを精製した。全てのサンプルのmRNAを混合したもの (58 ng) をインプットとし、SMART III-Oligo-dTプライマー及びSMART MMLV Reverse Transcriptase (Clontech) を用いて1st Strand cDNAを合成した。次に、得られたcDNAを鋳型とし、Advantage 2 Polymerase Mix (Clontech) を用いて

Long Distance PCRを行った。PCRの条件は、95℃ -30秒の後、95℃ -10秒、68℃ -6分+5秒/サイクルを26サイクル、68℃ -5分で行った。電気泳動で増幅を確認後、MicroSpin S-400HRカラム (GEヘルスケア) を用いてプライマー及び200 bp以下のcDNAを除去した。精製したcDNAとpGADT7-Recベクターとの*in vivo* recombinationを介して*Saccharomyces cerevisiae* Y187株 (Clontech) を形質転換し、SD/-Leu寒天培地 (Clontech) に播種した。30℃で3日培養した後に増殖したコロニーをfreezing medium (YPDA/25% Glycerol) で回収し、これをpreyライブラリーとした。タイターを測定したところ、プロトコルが推奨する 2.0×10^7 /mL以上の菌数が得られたことから、非常に網羅性の高いライブラリーが構築できたと考えられる。

一方、baitは、*ApMIF1*、*ApMIF2*の各PCR産物をIn-Fusion法 (Clontech) によってそれぞれpGBKT7ベクター (Clontech) にライゲーションし、これを用いて*S. cerevisiae* Y2HGold株を形質転換した。SD/-Trp寒天培地で培養したところ、形質転換していない株と比較してコロニーサイズに差はなく、またX- α -Galとの反応性も認められなかったことから、*ApMIF1*、*ApMIF2*は共にY2HGold株に対する毒性及び自己反応性を有していないことが確かめられた。

現在、作製したpreyライブラリーと、各baitクローンを交配させ、スクリーニングを進めている。今後は、陽性クローンから遺伝子を単離し、実際にMIF受容体であるかを詳細に検討していく予定である。

本研究の遂行にあたっては、一部平成29年度科学研究費補助金 (若手B) 助成金を使用した。

(プロジェクトメンバー) 古川 亮平・田口 瑞姫

2-21) 初期胚発生3Dイメージングに適した新規日本産ホヤ種の探索とモデル生物化

文責 研究代表者 堀田 耕司

概要

ホヤ類は脊椎動物に最も近縁な種である一方、モザイク発生を行い、胚発生が早いことから古くから発生学の分野においてモデル生物として用いられてきた。現在、日本ではマボヤやカタユレイボヤが用いられているものの、共焦点顕微鏡などの顕微鏡とともに近年発達してきた蛍光分子を用いた3次元 (3D) イメージングによる解析を行う上ではいくつかの課題がある。1つは胚が完全に透明ではなく個体まるごと全細胞内の蛍光タンパ

ク質を可視化することができない。そのため、全細胞の3Dイメージングには透明化の作業が必要である点、2つめは未受精卵においてmRNAの翻訳が起らないため初期胚における分子の働きが解析しづらい点である。一方、近年ヨーロッパではヨーロッパ産の*Phallusia*属がこれらの問題をクリアできる種として発生研究におけるモデル生物がカタユレイボヤから*Phallusia*属に取って代わられつつある現状がある。そこで本研究では日本においてもこのようなイメージングに適した種を新たに探索し実際に3Dイメージング適した種を見出しその有用

性を検証することを目的とする。

成 果

2019年度は見出した種でインジェクションによる蛍光遺伝子導入を試し全細胞の3Dイメージングにふさわしいホヤの探索を試み、個体まるごと全細胞内の蛍光タンパク質が可視化可能かどうか検討した。

酵素処理した卵でコリオンを剥けた一部の種に関して卵の多精が少なかったことから本種を3Dイメージングに適した種として検討した。本種の発生過程を明らかにするためにタイムラプスイメージングを行い既知のホヤ種との発生段階ごとの発生速度の比較を行った。

本種の発生段階を定義した先行研究はいまだないため、カタユレイボヤの発生ステージ (Hotta et al., 2007) を参照し、特徴的な形態を比較することで判断し

た。また、Ca²⁺の時空間的動態情報を得るために蛍光カルシウムセンサーであるGCaMP6sを卵に導入した。その結果、本種の初期発生過程は既存のカタユレイボヤの発生速度と類似しており、孵化までの時間は約18時間であり、卵割パターンも初期胚では非常によく似ていた。一方、カルシウムイメージングにおいてはカタユレイボヤで報告されているCa²⁺ transients in epidermal cells (CTECs) (Akahoshi et al., 2017) が本種の後期尾芽胚期においても同様に観察された。さらに共焦点顕微鏡を用いて3Dイメージングを行い、本種幼生における神経活動のイメージングに成功した。これらの本研究成果をもとに科研費等の公的資金の申請を行い、本研究のさらなる展開を図る。

(プロジェクトメンバー) 堀田 耕司

2-22) 有性生殖を行う3倍体プラナリアの減数分裂における染色体削減機構の解明

文責 研究代表者 松本 緑

1. はじめに

扁形動物リュウキュウナミウズムシ *Dugesia ryukyuensis* は、自然界に2倍体と3倍体が共存する。さらにそれぞれの核相に、分裂により増殖する無性個体と、雌雄同体の生殖器官を持つ有性個体が存在する。3倍体動物は一般的に、減数第一分裂での相同染色体の対合が多価染色体となり、正常に分配が起こらないために、不妊になるとというのが生物学の通説である。しかし、研究代表者は先行研究でリュウキュウナミウズムシの3倍体有性個体は有性生殖により次世代を産生すること、その減数分裂では精子と卵の形成過程に異なる機構が存在することを明らかにした (Kobayashi et al. 2008, Chinone et al. 2014)。雄性生殖細胞では減数第一分裂開始前の時点で既に染色体を1セット削減し、2倍体細胞となり減数分裂し1倍体の精子を産生する。一方、雌性生殖細胞では、減数第一分裂開始時にはまだ3倍体であり、減数第一分裂中期以降に染色体削減が行われ、2倍体または1倍体の卵を産生する。特に、雌性生殖細胞において減数第一分裂後期と推測される細胞では、染色体が3つの塊に分かれ、3つの紡錘体極が観察された。昨年度は、減数第一分裂前期における染色体対合に必要なシナプトネマ複合体を構成するタンパク質SYCP-1に着目し、3倍体プラナリアにおいてもSYCP-1はシナプトネマ複合体の架橋構造部に存在し、2価染色体を形成していることを示した。

本年度は、リュウキュウナミウズムシにおける中心体関連遺伝子の存在について調べるとともに、昨年度の雌性生殖細胞におけるSYCP-1の機能解析の継続と雄性生殖細胞の染色体削減時期について確認した。

2. 成 果

(1) 中心体存在：扁形動物は進化の過程で中心体を消失したとされている。リュウキュウナミウズムシにおける中心体の有無を確認するために、その構成分子を、RNAseqのデータより探索した。その結果、他の扁形動物と同様に中心体構成分子のほとんどが欠けていることが示唆された。また、解離細胞に対して中心体構成分子であるγ-チューブリンで免疫組織化学染色を行った結果、分裂中の細胞にすらγ-チューブリンのシグナルは確認できなかった。これらの結果から、リュウキュウナミウズムシでも中心体が存在せず、それゆえ3倍体性を維持しながらも卵母細胞は配偶子の形成が可能なのではないかと考えられる。

(2) SYCP1の機能解析：昨年度に局在を検討したSYCP1についてRNAiを用いて機能解析を行った。RNAi個体では、減数第一分裂前期パキテン期様の卵母細胞において染色体が細胞内に散在している様子が観察された。このことから、その後、減数第一分裂後期の卵母細胞において、染色体分離の乱れが起こり、減数分裂の進行が停止すると考えられる。また、3倍体の正常個体でも少数ながらパキテン期様の卵母細胞内に染色体が散在している様子が観察された。先行研究により、正常な3倍体の卵母細胞でも多価染色体が観察されたことと原因を同じくするものと予想される。

(3) 雄性生殖細胞の染色体削減時期：リュウキュウナミウズムシ精巣内の細胞を3種の生殖細胞マーカーを用いて分化のステージングを行なった。Dr-gh4発現はネオプラスト・生殖幹細胞・精原細胞、Dr-vasa発現は精原細胞・精母細胞、Dr-L10発現は精母細胞以降で観察された。これより、gh4発現細胞は、vasaの発現時

期と被らない、ネオプラストと生殖幹細胞であると考えられる。有性化個体を切断・再生させると、生殖器官は一旦退縮したのち、再生されることを利用して、再生時期の個体の中からDr-gh4の発現は検出されるが、Dr-vasaの発現は検出されない再生個体を選び、この個体の解離細胞に対し、蛍光ISHを行い、gh4発現細胞の核相を観察したところ、3n、4n、6n細胞のピークが見られた。3n、6nのピークはネオプラストによるものだと考えられるため、残りの4nのピークは生殖幹細胞由来だと考えられる。このことから、雄性減数分裂では生殖細胞系列に分化する時点で染色体削減が行われている事が示唆された。

本プロジェクトの一部は科学研究費補助金基盤(C)「3倍体プラナリアの有性生殖を可能にする減数分裂における染色体削減の雌雄差」(YYH8C14)の補助を受けた。

3. 今後の予定

雌性生殖細胞において減数第一分裂中期での染色体および分裂装置を共焦点顕微鏡により詳細なデータを取得し、論文として投稿する。

4. 学会、研究会での発表

3倍体プラナリアの雌性減数分裂における染色体分配機構の解明、鎬木百、松本緑、日本動物学会第90回大阪大会、1F1600、大阪、2019年9月、口頭発表

3倍体プラナリアの雌性減数分裂における染色体分配機構の解明、鎬木百、松本緑、日本分子生物学会年会、3P-0388、福岡、2019年12月、ポスター発表、公募ワークショップでの口頭発表

(プロジェクトメンバー) 松本 緑

2-23) 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 研究代表者 中野 泰志

2019年度は、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ページでの技術情報公開としては、昨年は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。G Suiteは組織向けに提供されている有料グループウェアだが、教育機関であれば無料で利用することができる(アカウント作成は大学などの組織単位になるため、研究会などが独自に利用登録することはできない)。今回は研究会メンバーの所属大学の傘下としてグループを作成した。また、G Suiteには研究会活動に必要なグループメール、クラウドストレージ、チャットなどの機能が用意されているため、クローズドなWeb上の研究活動の場として利用している。さらに、G Suiteでは簡易なホームページを作成し、公開範囲はグループ内のみや全体など任意に設定することができる。ホームページの機能が限定されており、「かんじダス」のWebアプリケーションのような複雑な機能を含めることができないため、リンクで外部サイトに誘導することとした。Webページになんでも盛り込む

ことができない反面、簡便に作成することができるため、内容さえ決まっていれば10分ほどでPC・タブレット・スマートフォン対応のホームページを公開することができる(FTPへのアップロードも不要である)。

また、獨協医科大学越谷病院にて、iPadのPDFビューアーであるUDブラウザ並びに電子拡大教科書に関する説明を行い、併せて「かんじダス」のアプリケーションについても紹介を行った。聴衆は20代から60代の視機能訓練士の方々に、弱視児の保護者へのツール紹介を行えるようになりたいという明確な目標をもって、活発な説明会となった。Webアプリケーションが比較的取り組みやすいとはいえ、教育者が自ら開発してみようという段階にはかなりの時間が必要であると思われるが、教育現場でのタブレット端末の利用促進・拡大に伴い、親族や教育関係者、病院関係者の支援ツールに対する関心が高まっており、積極的な関わりが持てるようになってきていると感じる。タブレットが使える、アプリケーションが使える、という教育者が多くなるほど、要望や改善案も多く出ようになり、必然的にオリジナルのアプリケーションが製作されやすくなっていくと期待できる。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・野川 中

2-24) 視覚障害者に対するAIによる情報提供システムの構築

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

Amazonのスキルの作成を通じて、対話型機能を実装するための知見を得た。

1. 手続き

Amazonのスキル開発を視覚障害者が自力でどこまで開発できるかを以下の手続きで検証した。

デベロッパアカウントの作成→ウェブで開発者コンソールにアクセス (<https://developer.amazon.com/alexa/console/ask>) →スキルに追加するモデルを選択（用途に応じて「カスタム」「フラッシュブリーフィング」「スマート ホーム」「ビデオ」「ユーザー定

義のプロビジョニング」より1つを選択）*1→スキルのバックエンドリソースをホスティングする方法を選択→保存の実行→テストと公開→審査→一般公開。

2. スクリーンリーダーによるスキル開発の課題

オープンソース・スクリーンリーダー（以下、SR）「NVDA」を用いて動作検証を実施した。今回は、フラッシュブリーフィングモデルの開発を通じて問題点を洗い出した。なお、フラッシュブリーフィングモデルは、ユーザーがAlexa搭載デバイスに「アレクサ、ニュースを聞かせて」のようなリクエストをすることでフラッシュニュースを入手できるスキルである。

1) 適切に読み上げないボタンがある

スキル作成時:キャンセルは「create-skill-cancel-btn」、保存は「create-skill-save-btn」と読み上げている。

フィード追加時: プリアンプルのサンプル再生ボタンが「ボタン」としか読み上げない。

現状は、ボタンに対して適切なテキストラベルが設定されていないため、SR・ユーザーに判読しにくい。

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

Alexaアプリに表示するアイコンを選択できるようになっており「フィードアイコンをここにドロップ」と示されている。しかし、キーボードではフォーカスを得られないためアイコンの読み込みがSR・ユーザーは困難である。なお、筆者が検証した範囲は「フィードアイコンをここにドロップ」とSRが読み上げた位置でエンターキーを押下することでアイコンを選択するためのファイル選択ダイアログが表示され対処方法を発見できなかった。一般的な使用方法では、SR・ユーザーはこの手法は発見できない。

3) ビルドエラーメッセージを確認できない

ビルド実行時「保存」ボタンをクリックすると、コードにエラーのある場合にはエラーメッセージが表示される。しかし、SRは確認できない。なお、筆者の代替策は「保存」を実行した後、ビルドページから公開ページを表示しようとしたとき、エラーとなっている場合にはページ遷移ができないことをヒントに、エラーの有無を確認している。

これら課題の検証については、引き続き実証的に行う。「フラッシュブリーフィング」はRSSやJSONとして配信されているフィードをアレクサに受け渡し内容を読み上げさせる手法である。「スマート ホーム」は家電をコントロールする際に用いる。「ビデオ」はユーザーがビデオコンテンツを検索、再生できるようにする。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・御園 政光

2-25) 成人不同視性弱視への点眼治療について

文責 研究責任者 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」を先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（2020年1月30日）の時点で6月より増え48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48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中間報告を発展させ、内容の充実を図りたいと考える。

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・大貫二三恵

2-26) 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

我々は、これまで事象（event）知覚の枠組みから、因果関係など対象間に見られる意味的連関の知覚、生き物らしさ、意図の知覚及び自己と環境の関係として皮膚感覚を中心に自己運動知覚などを扱ってきた。

まず、因果関係の知覚の一つである「道具の見えない道具効果」に対する遮蔽の効果を検証した。「道具の見えない道具効果」は、運動対象同士は接触しないが、先行して移動する対象からの力によって後続の運動対象が動かされるように知覚される現象である。その際、先行対象が後続対象の近くで止まるほど、顕著に因果印象が知覚される。しかし、停止位置を遮蔽する場合、後続対象からの距離が遠いほど、遮蔽されてから後続対象の移動開始までの時間が短くなり、遮蔽がない場合と逆に「道具の見えない道具効果」が知覚されやすくなる。ただし、その中間で、遮蔽対象の背後で先行対象が後続対象にぶつかり、後続対象を動かすというアモーダルな追突印象が生じていた。遮蔽状態では、全体として、因果印象そのものは知覚されやすくなる。

風による皮膚感覚バクシオンには前庭に対する振動が必須とされているが、風速と振動強度の適合というよりもそれぞれの強度そのものがバクシオン強度に影響して

いた。また、それは視覚バクシオンと比べても早く生じ、持続時間も長くなった。つまり、視覚と前庭よりも皮膚感覚と前庭の処理の方が早いことが示唆された。

また、変化が知覚の根幹をなすという事象知覚の観点から明るさの知覚を問い直すことを試みている。静止した二次元図形の観察においても明るさの動的変化の知覚を経験することがある。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。

論文

[1] Arai, T., Masuda, T., Igarashi, Y., Omori, K., Aizawa, Y., & Masuda, N. (2019). Depth inversion with a 3D structure influences brightness perception. PLoS ONE, 14 (10) : e0224192.

[2] 新井 哲也・増田 知尋・増田 直衛 (2019). 事象知覚の観点から捉えた明るさ 基礎心理学研究, 38巻1号p. 63-76.

学会発表

- [1] 「皮膚感覚誘導性バクシオンと視覚誘導性バクシオンの比較」；知覚情報研究会；村田佳代子・小松英海；2019年3月1日
- [2] 「皮膚感覚バクシオンにおける前庭感覚との関係」；知覚情報研究会；小松英海・村田佳代子；2019年3月1日
- [3] “The effect of occlusion on “tool effect””；Hidemi Komatsu；42nd edition of European Conference on Visual Perception (Leuven, Belgium)；2019年8月27日
- [4] “Comparison between Cutaneous and Visually

- induced vection”；Kayoko Murata, Hidemi Komatsu；42nd edition of European Conference on Visual Perception (Trieste, Italy)；2019年8月29日
- [5] 「「変化する知覚」の諸相—視知覚・嗅知覚の時間変動に関する知見から—」；企画代表者、司会者：境 敦史；企画者、指定討論者：小松英海；企画者：増田知尋；話題提供者：新井哲也、小川 緑；日本心理学会第83回大会公募シンポジウム（立命館大学：大阪いばらきキャンパス）；2019年9月12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

2-27) 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、点字の習熟の評価で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ための予備調査と課題選定を行なった。特に、文章の特性により読書速度が影響を受けることから、比較的読解のレベルが明確になっている高等学校と中等学校で採用されている国語の教科書より、27本の文章の選定を行なった。選定した文章を1文の長さ、単語親密度、文の数といった文章レベルの特性と点訳した際の点字の特性（点の数やマスの数など）に関して評価を行い、多様な文章にな

るよう、16本の文章に絞り込みを行なった。

読書は音として読み上げるだけでなく、文章内容を理解する過程であることから、内容理解を評価するための課題の準備を行なった。墨字による読書では、文章理解度の確認では、読み上げた文章に関する質問や単語の再認課題などが用いられることが多い。しかし、視覚障害者の場合、音声を通じて質問や再認課題を行うため、記憶負荷が低い課題を実施する必要がある。そこで、読み上げた文章の内容の説明と含有される単語の報告の2種類の課題をランダムに行うことで代替することとした。

以上の準備により、来年度以降の研究の推進が期待できる。

謝辞：本プロジェクトは、科研費 16K21444 の助成を受け、実施した。

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・大島 研介

2-28) 小学校理科教育における精油の抽出研究

文責 研究責任者 茅野 真雄

研究概要

子どもは体験をきっかけに、科学に興味関心を深める。横浜初等部では、多くの体験型の理科授業（実験）を実施している。小学校4年生は水の三態を学ぶ。子どもたちは水を温めると水になり、さらに熱すると、水が水蒸気になることを学ぶ。その水蒸気をビニール袋に集めると再び水に戻り、さらに冷やすと氷に戻ることを知る。氷（固体）、水（液体）、水蒸気（気体）の3種類の状態が、温度と深い関係にあることを知り、科学に興味関心を深める。しかし授業時間数に制約があり、小学校ではさらに踏み込んだ内容を学ぶことはない。そこで本プロジェクトを活用して、理科部の子どもたちに「蒸

留」を体験する機会を提供した。子どもたちは、加熱によりフラスコの中の水が水蒸気になって、みるみるなくなるとともに、冷却器で冷やされ回収されることを体験した。目の前の現象に大喜びだ。さらに、ローズマリーやミントの葉を水蒸気蒸留装置にセットし、香りの成分（精油）を抽出した。実験装置からたちこめる香りに大興奮だ。子どもたちは本プロジェクトを通じて、自然科学の面白さを体験し、実験機器とその操作法について知識を深めることができた。

研究成果・今後の展望

子どもたちは水蒸気蒸留で、植物から精油を抽出できることを学んだ。さらに、ローズマリーとミントの抽出

留分（精油）がそれぞれ異なる香りであることを実感した。本プロジェクトを通じて、子どもたちは、蒸留、抽出という実験操作と、植物によって香りの成分が異なるという天然物化学の本質を学んだ。残念ながら、抽出できた精油は期待したほど多くなかったため、分液操作や遠心分離操作で純粋な精油を得ることはできなかった。それでも、子どもたちは留分の香りをとても楽しんでいった。今後は、クスノキ（樟脳）など、より多種類の植物

の精油を抽出し、さらには抽出量を増やし、分液操作で油分としての精油を単離し、本プログラムを発展させる予定である。

なお、本プロジェクトは2019年度日吉「教育・研究調整予算」の研究費で行われた。

（プロジェクトメンバー）茅野 真雄・久保田真理
大石 毅

教 育

1) 一貫教育校との連携ワークショップ (第9回)

日 時：2019年11月30日 (土) 15:00~18:30

場 所：日吉キャンパス 第2校舎224教室

<プログラム>

15:00~15:05

開会の挨拶

井奥 洪二 (所長・経済学部教授/化学)

15:05~16:05

第1部：「自然科学関係のヴァーチャル博物館」と「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」

司会：小林 宏充 (所員・構想委員長・法学部教授/物理学)

1) 【未来先導基金】「自然科学ヴァーチャル博物館の創出」および【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」の進捗状況

井奥 洪二 (所長・経済学部教授/化学)

杉本 憲彦 (副所長・法学部准教授/物理)

2) 幼稚舎のサイエンスミュージアムの概要・教育利用の実践報告

相場 博明 (幼稚舎教諭/理科)

<休憩10分程度>

16:15~17:55

第2部：「理科における基礎的な概念の教授法の共有」

テーマ：光

司会：杉本 憲彦 (副所長・行事委員長・法学部教授/物理学)

1) 【小学校】「横浜初等部における理科教育(光)」

茅野 眞雄 (横浜初等部教諭/理科)

2) 【中学校】「光による現象」

武藏 泰 (中等部教諭/理科)

3) 【中学校】「像の見え方(どこに見えるかな?)」

戸川 一成 (普通部教諭/理科)

4) 【高校】「相互型演示実験授業から、映える写真のための幾何光学へ」

磯部 和宏 (女子高等学校教諭/物理)

5) 【大学：文系】「物理学の授業における光の様々な面」

青木健一郎 (経済学部物理学教室教授/物理学)



6) 【大学：文系】「光と植物の色、動物の色」

坪川 達也 (法学部生物学教室専任講師/生物学)

7) 【大学：理系(物理)】「電磁波としての光」

中野 誠彦 (理工学部電子工学科准教授/物理学)

8) 【大学：理系(化学)】「光の二重性」

久保田 真理 (医学部化学教室専任講師/化学)

17:55~18:25

総合討論

18:25~18:30

閉会の挨拶

南 就将 (副所長・医学部教授/数学)

実施状況：

一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ(第9回)が開催された。昨年のワークショップで議論して決定したように、「自然科学関係のヴァーチャル博物館」および「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」と「理科における基礎的な概念の教授法と実験教材の共有」についてのワークショップを行った。今年度は、連携委員と幼稚舎の相場博明教諭で企画を行った。

「自然科学関係のヴァーチャル博物館」については、今年度、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」の資金を獲得することができた。現在の進捗状況について報告をし、実現に向けて議論をした。すでに存在する幼稚舎のサイエンスミュージアムについて相場教諭に紹介いただき、より具体的なヴァーチャル博物館のイメージをふくらませることができた。また、幼稚舎のサイエンスミュージアムでは、PCからミュージアムを見学す

る入り口と検定の入り口があることも紹介された。さらに、児童が見つめてきたものも展示に加えることができるようになっており、児童が楽しみながら、ミュージアムを活用する工夫がなされていることや教諭が安く展示品を購入するために海外に買い付けに行った話などもあった。非常に貴重な資料があり、義塾全体の教育、研究に役立てることができるようにヴァーチャル博物館での展示方法を考えていく必要がある。一方、自然科学ヴァーチャル博物館の進捗状況の報告では、展示品として3D画像のテスト撮影を何度か行ったが、撮影した後に、画像処理をする必要があり、時間、コストに加え、技術が必要なこともわかった。すべてを3D画像にする必要はなく、貸し出しのできないものなどに絞るという意見も出た。一貫教育校、理工学部や第2校舎の研究室に対して行った所有する資料についてのアンケート調査の回答状況についても報告され、回答のあったところについては撮影したり、説明をまとめたりする必要がある。引き続き調査の協力をお願いしていくことも確認された。ヴァーチャル博物館では、どのようなものが何処にあるのかなどの検索法や展示品の並べ方についても検討する必要がある。後の検討事項として、継続的に、議論していくことが確認された。

第2部の「理科における基礎的な概念の教授法の共有」では、今回は「光」をテーマとして、小・中・高および大学の理系、文系学部の物理、化学、生物分野での授業における取り扱いを紹介していただいた。8講演か

らなり、質疑応答も多く、予定の時間をかなり超過した。総合討論でも、自分自身が小中高大時代に誤解を生むような形で習った経験なども加え。光や波に対する議論が白熱し、教育に対する各教員の熱意が感じられた。なかなか、皆で集まるチャンスがないので、この機会に来年度のテーマについても議論をし、「温度」に決定した。

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、22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。

参加者：相場博明（幼稚舎）、茅野真雄（横浜初等部）、武蔵泰（中等部）、戸川一成（普通部）、藤田大地（普通部）、森上和哲（普通部）、磯辺和宏（女子高）、宮橋裕司（志木高）、岡本昌樹（文学部・化学）、金子洋之（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）、小林宏充（法学部・物理）、杉本憲彦（法学部・物理）、坪川達也（法学部・生物）、久保田真理（医学部・化学）、寺沢和洋（医学部・化学）、三井隆久（医学部・物理）、南就将（医学部・数学）、中野誠彦（理工学部）、鈴木都美子（事務局）、服部剛久（事務局）

（久保田真理）

2) 化学実験の予習用映像教材の開発

主な事業執行部署・参加者

部署名・氏名（所属・職名）

自然科学研究教育センター

久保田 真理（医学部・専任講師）

自然科学研究教育センター

大石 毅（医学部・助教）

自然科学研究教育センター

志村 正（法学部・准教授）

事業概要（内容）

高校時に理科を履修していても、実験に関してはほとんどの学生が経験に乏しいのが現状である。化学実験では、危険を伴う試薬や操作が避けられない。また、試薬の環境への排出抑制も常に考える必要がある。このような状況の中、一般的な注意や操作法については初回授業で行い、特に注意を要する試薬や操作、新しく使用する機器の操作法などに関しては、テーマごとに短い解説を行うのが通常の実験授業スタイルである。しかし、1週間に1回や2週間に1回、あるいは、もっと間隔の空く授業では説明した内容の記憶も薄れてしまう。また、60人～80人程度の学生に対して教員が2～3人と

Teaching Assistantが2～3人程度の授業でも実験初心者である学生の指導は行き渡らないのに、教員2人での指導を強いられている授業もある。このような背景のもと、教員が実験に関して口頭で説明を行っても、学生の理解は不十分であることが多い。

そこで、我々は10数年前にリアルタイム動画による説明を導入し、視覚からの学習が有効であることを確認した^{1) 2) 3)}。さらに、反復学習ができるように、いくつかの操作法の動画を自然科学研究教育センター（自然セ）や申請者のweb上で公開した^{4) 5)}。使用する実験器具や操作法の動画をweb上に公開しておけば、学生の予習に役立てることができ、実験内容の理解が深まるだけでなく、安全面や環境面での効果も期待される。

現在、公開している映像教材は限られた操作法の動画のみである。本プロジェクトでは、操作法の動画を拡充するとともに、新たに実験器具や装置の映像も加え映像教材を充実させた。さらに、学生がいつでも視聴でき、自分の理解度もチェックできるインタラクティブな環境を整えた。具体的な実施内容を以下に記す。

(1) 実験器具・装置の教材作成

化学実験で用いる一般的な器具や装置の写真を撮

影し、それぞれの名称と解説のページを作成した。

(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。また、授業中にインストラクターが携帯するiPadやブルーレイにも動画を保存した。

(3) スマホに適したウェブサイトへの改変

今までのウェブサイトは、スマホへの配慮がなされていない旧タイプのものであったので、スマホから閲覧したときに見やすいウェブサイトリニューアルした。

(4) 授業予習ページの作成

実験の予習がしやすいように、実験テーマごとに使用する試薬や実験器具、動画などをまとめたページをつくった。

成果・今後の展望・計画等

まず、ウェブサイトをスマホに適したものに改変したことで、学生が格段にアクセスしやすくなるだろう。

化学実験で用いる一般的な器具や装置の映像と名称および解説、操作法の動画をweb上に公開することで、慶應義塾の大学生のみならず、一般の大学生や高校生も活用可能なアーカイブができた。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。また、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。

授業予習ページを通して予習することで、効率的な学習ができ、教育効果が期待される。

このような教材を通して、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。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、時代の変化により要求される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。

なお、当初計画していた学生が自身の理解度をチェックするための簡単なクイズのページについては、新たに加わったウェブサイトのリニューアルを優先させたためもあり、納得のいくページを作成することができなかった。今後、検討を重ねて、実現させたい。さらに、他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。

参考文献

- 1) “動画を用いた初年次学生実験ガイダンスーリアルタイム動画とストリーミング動画の活用ー”, 久保田真理, 大石毅, 初年次教育学会第4回大会, 1E-2, 久留米大学, 2011年8月.
- 2) “動画を活用した実験指導”, 久保田真理, 大石毅, 日本化学会第92春季年会, 3H2-47, 慶應義塾大学, 2012年3月.
- 3) 久保田真理, 慶應義塾大学自然科学研究教育センター平成22年度文部科学省選定大学教育・学生支援推進事業 大学教育推進プログラム活動報告書「科学的思考力を育む文系学生の実験の開発ー実学の伝統の将来への継承ー, 35 (2012).
- 4) http://www.sci.keio.ac.jp/eduproject/teaching_material02/detail.php?eid=00004
- 5) <http://user.keio.ac.jp/~shinly/video/video.html>
(久保田真理)

自然科学ヴァーチャル博物館の創出に向けて

1) 未来先導基金による取り組み

概要

2019年度未来先導基金の公募プログラム（追加分）に採択され、本年度の後半から自然科学ヴァーチャル博物館の創出に向けた活動を開始した。見落とされがちな自然科学関連の資料類を全義塾で連携して掘り起こし、資料類を大切にしつつヴァーチャル空間にも整理・集積して全義塾の共有財産とすることを目指している。以下に、活動内容について述べる。

慶應義塾に存在する化石や標本などの自然科学関連の資料類は、大学の研究室や一貫教育校ごとに保管されているものが多い。価値ある資料であっても、このように点在した状態では、その価値は限られた範囲に留まってしまう。本プログラムでは、従来の博物館のように資料類を一か所に集めるのではなく、義塾に点在する資料類の現在の保管場所・状況を尊重しつつ、ヴァーチャル空間に画像データを集積・整理・保存し、有機的に連結してコンテキストとすることを目的とした。義塾全体で自然科学関連のコンテキストを共有できれば、未来を開拓し先導する種を育む場を教室や自宅にも提供できるであろう。まずは、義塾内での利用を想定して自然科学ヴァーチャル博物館の試作と検討を繰り返し、将来的には、この知的な創造の場を一般社会にも広げることが構想している。

成果・今後の展望

本プログラムでは、大学と一貫教育校が連携して自然科学関連の資料類の掘り起こしと整理を行った。あわせてヴァーチャルをどのようにデザインするのかを検討した。資料類の単なる集積で終わらせるのではなく、義塾全体で自然科学関連のコンテキストを共有できるようにするため、自然科学ヴァーチャル博物館は未来を開拓し先導する種を育む場になると期待できる。以下に、コンテンツの整理・集積ならびにヴァーチャルデザインの検討に関する活動内容と成果について述べる。

コンテンツの整理・集積

- (1) 自然科学に関連する資料類の中には、休眠状態のものや価値を見落とされているものが複数ある可能性がある。このような資料を掘り起こし修復の要否を確認するために、アンケート調査を実施した。対象は、一貫教育校、理工学部、日吉地区の自然科学を担当する教員とした。有効回答数16に加えて、口頭での回答を複数回収できた。

- (2) アンケート調査によってリストアップした資料類を吟味し、必要に応じて各資料の追加調査と修復の要否を検討した。
- (3) 精査した資料類の一部について2Dおよび3D画像を作成し、解説を付した整理を行っている。その際に、資料類の種類、分野、数量、保管されている場所・状況など基本的な情報を明確にした。
- (4) 撮影した資料の中には、目視では気付かなかった細部の情報を新たに発見したものもあり、研究が深化した。このような成果は、今後の教育においても有効に活用されるであろう。

ヴァーチャルデザインの検討

- (1) 自然科学研究教育センター主催の一貫教育校と大学の連携ワークショップにおいて、3D画像や立体投影などに関する意見と情報を交換した。動画による表示など、検討の価値のある意見を回収できた。
- (2) コンテンツ表示の効果的な方法を検討するために、各地の博物館、科学館、大学等を訪問し、館長、学芸員、大学教授など専門家と意見交換を行った。それに基づいて、博物館の在り方、思想、哲学を踏まえた上での自然科学関連の情報の整理ならびに発信の方法を検討した。
- (3) 高度なヴァーチャル関連技術を保有する企業から技術情報を収集し、コンテンツを発信するためのwebサイトの構築と運用について検討した。

プログラムの今後の展望について

自然科学ヴァーチャル博物館の試作版を期間限定として義塾内で公開し、教材としての利用に関する意見を回収する。数年後には体裁を本格的に整えてweb閲覧、講義棟に端末を設置、校舎のホワイエで投影するなど広く公開することを検討している。また、資料類の所在など基本的な情報を自然科学ヴァーチャル博物館で公開し、研究や教育の場でオリジナルの資料を見やすくできるように利便性を向上させる。このような活動によって義塾で学ぶ者たちや働く者たちの知的好奇心が刺激され、未来を切り開く種を生み、育む可能性が高まるであろう。近未来には慶應義塾ミュージアム・コモンズに寄与すると考えられ、その先には、利用対象者を一般市民に広げて知的な創造の場を公共の財産として創出することが可能となり、義塾の社会貢献がより拡大すると考えられる。さらに英語など外国語版も完備し、自然科学ヴァーチャル博物館による義塾の世界的な貢献が可能となるであろう。このような活動を大学と一貫教育校が連携して

全義塾挙げて進めていけるように、プログラムを展開したい。

(事業メンバー)

井奥洪二 (代表・経済学部・教授)、相場博明 (幼稚園舎・教諭)、茅野真雄 (横浜初等部・教諭)、戸川一成 (普通部・教諭)、武蔵 泰 (中等部・教諭)、内山正登 (女子高・教諭)、宮橋裕司 (志木高・教諭)、高尾賢一

(理工学部・教授)、中野誠彦 (理工学部・准教授)、小林宏充 (法学部・教授)、久保田真理 (医学部・専任講師)、杉本憲彦 (法学部・准教授)、金子洋之 (文学部・教授)、服部剛久 (事務担当・自然科学研究教育センター・主務)、大古殿憲治 (事務責任者・自然科学研究教育センター・事務長)

(井奥 洪二)

2) 教育・研究調整予算による取り組み

自然科学ヴァーチャル博物館の創設: デジタル資料の活用へ向けた基盤構築とその検証

概要

本事業は自然科学研究教育センター (自然セ) が中心となって実行する。ヴァーチャル博物館の創設には、(A) 理念構築、価値ある展示物の選定、収集、(B) 実際の運営に即したヴァーチャル設備の確定が鍵である。これらを互いに連関させつつ、着実に実現へ向かわなければならぬ。本申請では、(B) を以下の計画のもと実行した。

- (1) (A) で定められるヴァーチャル博物館の理念を具現化するためのフォーマット案に準じ、収集したデジタルコンテンツの保管、展示法に関して安全性や効率性の協議を行った。サーバーは、自然セのホームページ (外部業者の有料サービスシステム) 内を利用した。
- (2) 上記 (1) のサーバーには、デジタルコンテンツを収納するデータベース (DB)、そのDBを格納する博物館本体であるホームページ (HP) を搭載した。HPはアート面も重視したデザインを施せるように、専門業者 (herogarage) に外注した。また、一貫教育校の教員も参加するワークショップにて、様々な教育現場を想定した議論を行い、デザイン等に要望を取り入れた。
- (3) デジタル作品の仮収集として、ArtecEvaやSmart Scan (Shrinkよりリース) を用いて3Dコンテンツの撮影を行った。10~20件のデジタル作品をDBに格納し、博物館運営の経験者の評価や意見を取り入れながら、入館や貸出しなどの機能が成立するか丁寧にチェックしつつ博物館の基盤確定を行った。大学生のアルバイトの協力を得ながら撮影や加工を行った。各分野から数点ずつ選定した作品に、専門家による説明文章を設けた。
- (4) 一貫教育校の教員と行ったワークショップにて、3Dホログラムdreamoc POP3 (Cinefocusよりリース) を使った3次元下での提示を試行し、教育効果を確認した。
- (5) 慶應内外への入館、貸出機能の準備として、ITCへのヴァーチャル博物館構想の説明とサーバー契約を外注する相談も行った。

成果・今後の展望

- ・ヴァーチャルであっても、日吉キャンパスで開講されている自然科学科目の授業内での展示は、学生への大きな教育効果が期待できる。また、画像の重ね合わせ等ヴァーチャルであるからこそできることがあり、かつてない教育効果が生まれる可能性もある。さらに、自主学习での自由な閲覧 (入館) により、興味を持った展示物を学生が自由に調査できることで、予習や復習を含めた幅広い教育効果を生むことが期待される。
- ・貸し出しシステムとしての利用の促進は、実物を共有する手段としても有効である。義塾に眠るたくさんの有用な資料の再発掘と教員や学生への存在の周知は、義塾の教育レベルを大きく高めるものである。また、資料の整理・保存・管理に役立ち、資料の散逸を防ぐことにもつながる。
- ・本プロジェクトは、ヴァーチャル博物館を実現するためのハード面での基盤整備を主体とする。これにより、次年度以降に本格化させる予定であるデジタルコンテンツの格納、展示、貸出が可能になるだろう。次年度以降に財源が確保できなければ、大きな活動 (進展) は実現できないものの、今年度に施行した内容だけでも、(教職員および学生へ向けて) ヴァーチャル博物館を公開 (展示) することは十分に可能である。自然セの活動として継続していく基盤が今年度中に構築できた。
- ・本プロジェクトは、現在進行中の「慶應義塾ミュージアム・コモンズ」との連携や貢献するための実体として位置づけられる。ただし、ミュージアム・コモンズの構想実態が定まっておらず、本事業への予算も確定していないため、アートセンター等の関係者との具体的な調整には進んでいない。一方で、理事との面談により、一貫教育校の学校長会議での協力の呼びかけを行ってもらった。また、一貫教育校とのワークショップでも継続的に協議を続けている。
- ・ヴァーチャル博物館の実現は、自然セの活動内容が広がり、当センターが有する機能をより多様化させることと等価である。これにより、自然セの存在意義がより明確になると同時に、慶應内外への自然科学の知の

発信が可能になるだろう。

なお、本事業は2019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・藤森俊明・小林宏充・杉山晴紀・久保田真理・井奥洪二・河野礼子・吉川夏彦・糟谷大河・有川智己・金子洋之

(杉本 憲彦)



モデル1 bird

所要時間 : 2.5-3.5h
使用ソフト : Blender, Photoshop

3Dスキャンを加工したもの



モデル2 Micro- scope

所要時間 : 1.1h
使用ソフト : Blender, Photoshop

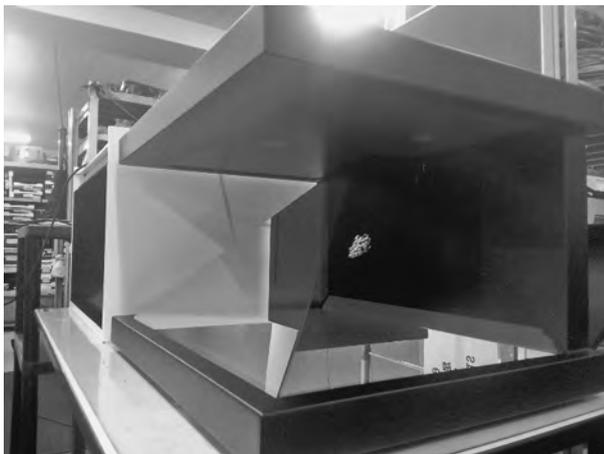
3Dスキャンを加工したもの



3Dスキャンの様子



3D画像の試写



3D画像の試写

社会貢献

1) サイエンス・カフェ

第35回 サイエンス・カフェ

日時：2019年8月3日（土）15：00～16：30
 場所：第二校舎2階 222室
 題目：「宇宙船の通り道 ―軌道計画「基本のキ」―」
 講師：森本 睦子（所員・法学部物理学教室助教）
 対象：一般（小学校高学年以上）
 定員：当日先着50名

映画にもなった「はやぶさ」の奇跡的な帰還を覚えている方も多いだろう。今回のサイエンスカフェの講師は、その映画の登場人物のモデルにもなった森本睦子先生であった。宇宙機を目標へ向かって飛ばすためには、どのようなことを考えればよいのか、その基本を教えていただいた。

まず、宇宙空間では、どうやって座標を定義しているのだろうか。太陽系では太陽を中心に春分点方向を x 軸にとり、黄道面を xy 平面とする日心-黄道面座標系を使っている。また、地球付近では、地球を中心に赤道面を xy 平面とする地心-赤道面座標系を使うとのことだ。それでは、時刻はどうしているのかというと、紀元前4713年1月1日12時UTから起算した通年日（ユリウス歴）を用いている。2019年8月3日15時はなんと2458698.75000日になるとのこと。

さて、天体の軌道は離心率 e を使って、円 ($e=0$)、楕円 ($0<e<1$)、放物線 ($e=1$)、双曲線 ($e>1$) に分類される。これを先ほどの座標系に落とし込むと、6つの変数で天体の軌道が表現できる。単純に xyz 座標での位置（3変数）と速度（3変数）の6つに対応していると思えばよい。宇宙機の軌道は、単純な2体問題を解いたケプラー軌道で計算されるとのことである。他の天体の力もかかるが、制御エンジンで調整するために、2体問題として解くだけで十分な精度になるのだという。

ここで、地球の大きさがどれくらいかを考えてみよう。国際宇宙ステーションは高度約400kmを飛行してい



る。これは地球の半径6378kmに比べて十分に小さく、地球の大きさを意識しているといえよう。一方、月は地球から38万5千kmも離れている。このため、地球の大きさは意識せず、重力のみを意識すればよいことになる。最後に、太陽は地球に比べて半径100倍、質量33万倍にもなる。このため、地球の大きさどころか重力すらも意識せずによいことになる。

最後に、最も簡単な軌道設計の考え方（接続円錐曲線法）が紹介された。円軌道（閉曲線）になる第一宇宙速度と、放物線軌道（開曲線）になる第二宇宙速度、その間の速度差 (Δv) をエンジンで加速・減速して得られれば、円軌道から出たり、円軌道に入ったりすることができる。その具体例として、ボイジャー1、2号や火星探査機のぞみが、スイングバイしながら、目標へと向かっていく軌道が紹介された。

視覚的なスライドが入念に準備され、リラックスした雰囲気の中で自由に質問がなされ、終了時間が超過してしまうくらいであった。非常に充実したサイエンスカフェであったと思う。参加者は約40名。

（杉本 憲彦）

その他（センター共催）

1) 2019年度 自然科学部門 新任者研究紹介

日時 2019年4月25日（木）18：15～20：15

場所 来往舎2階 中会議室

プログラム：

（講演20分＋質疑応答10分）

開会の挨拶

小宮 英敏（自然科学部門主査、商学部教授、数学）

18：45～19：15

講演1 「形状と構造を精密制御した無機多孔体材料の開発と利用」

岡本 昌樹（文学部教授、化学）

19：15～19：45

講演2 「きのこ類の系統分類・生物地理学的研究」

糟谷 大河（経済学部准教授、生物学）

19：45～20：15

講演3 「ハコネサンショウウオ属の分類と系統地理」

吉川 夏彦（法学部助教、生物学）

閉会の挨拶

金子 洋之（自然科学研究教育センター所長、文学部教授、生物学）

講演要旨1

「形状と構造を精密制御した無機多孔体材料の開発と利用」

岡本 昌樹

ゼオライトや規則性メソ多孔性シリカなどの無機多孔体材料は、高表面積を有し耐熱性があることから、固体触媒や吸着剤など、様々な分野で利用されている。これらの多孔性シリカの形状や構造を制御することにより、さらなる高機能化が期待できる。これまで、コアシェル構造化、一次元細孔の三次元化、結晶成長抑制剤による形状の制御、細孔壁の均一コーティングなど、様々な構造や形状の多孔体の開発を行った。本講演では中空および鈴型構造の多孔体とその利用法について紹介した。シリカに親・疎水性の僅かな差をつけることにより、親



水性のみを溶解させ、中空（図1）や鈴型構造（図2）を形成させる方法を開発した。さらに、中空部に様々な物質を内包させることにより、薬物徐放用容器やマイクロ反応容器、酵素固定化容器として利用できることを見出

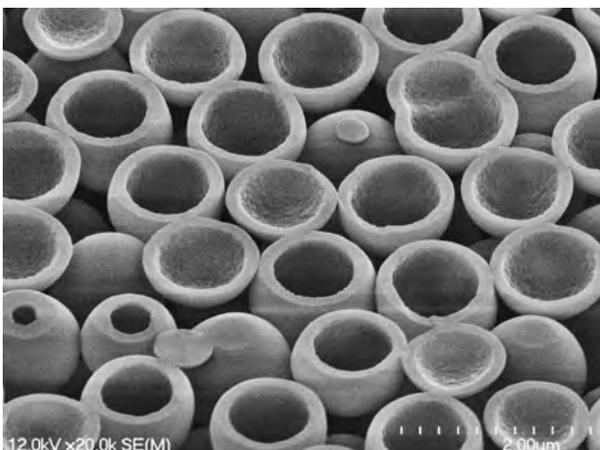


図1 中空メソ多孔性シリカの断面の電子顕微鏡像

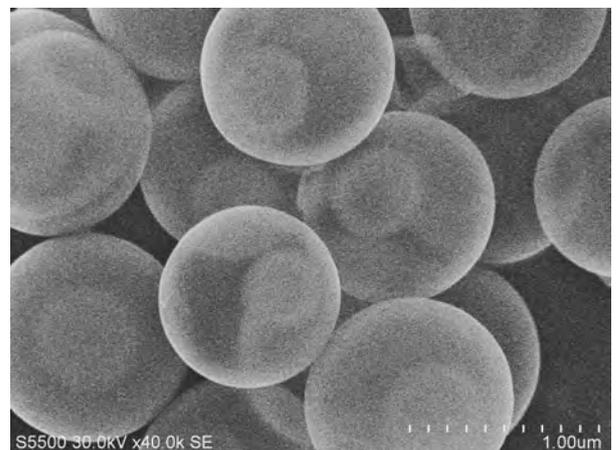


図2 鈴型メソ多孔性シリカの電子顕微鏡像

した。このように多孔体の構造や形状の精密制御によっ

て、多孔体の新たな利用法が開けることを示した。

講演要旨2

「きのこ類の系統分類・生物地理学的研究」

糟谷 大河

海浜は貧栄養の砂質土壌からなり、高温かつ高塩濃度で乾燥した環境下にある。海浜にはこのような環境によく適応し得る特有の植物（海浜植物）が分布することから、その菌類相もまた独特であると推測される。海浜の菌類相、特に担子菌きのこ類の種多様性については、ヨーロッパや南アメリカで詳細な調査が行われ、その結果、海浜には独特な形態的・生態的特徴を持つ、多様な担子菌きのこ類が発生することが明らかとなっている。

近年、天然の地形や植生を有する海浜は世界的に減少しており、海浜の環境や生物多様性の保全が求められている。海浜生担子菌きのこ類の多様性や独自性を把握することは、海浜の生物多様性保全や、環境と調和した適切な海浜の利用を図る上での基礎的情報として重要である。しかし日本では、海浜生担子菌きのこ類の分類や系統に関する包括的な研究は少なく、その多様性も十分に解明されていない。

演者は、多様な海浜生種が存在すると推測されるものの、種の多様性や系統関係に不明な点が多いスッポンタケ目（担子菌門スッポンタケ亜綱）の分類群を中心に、日本における海浜生担子菌きのこ類の分布や種類相の一端を明らかにすることを目的として、それらの分類・系統学的研究を行ってきた。そのために、日本全国の海浜で野外調査を行うとともに、世界各地の菌類標本庫を調査して網羅的に標本を収集し、それらの形態的特徴の詳細な記載やDNAの塩基配列情報の蓄積を進めてきた。

また、スッポンタケ目以外の分類群については、北海道の海浜産の標本に基づき、*Typhula*属（ハラタケ目ガマノホタケ科）の1新種、*T. maritima*（スナハマガマノ



ホタケ)を記載した。そして、本州（新潟県、富山県、石川県など）の海浜における*T. maritima*の分布を新たに明らかにし、その系統地理学的特徴を考察した。ITS領域を用いた分子系統解析の結果、北海道と本州の*T. maritima*の集団間には遺伝的な分化が生じていたことから、近接した地域間では本菌の遺伝子流動が生じているものの、その長距離分散は比較的まれであると考察した。

これまでの研究により、日本の海浜には多種多様な担子菌きのこ類が分布することが明らかになるとともに、それらの分類や系統関係に関する知見が蓄積された。一方で、これらのきのこ類の中には、分類学的再検討を必要とする菌群が未だ多数存在している。さらに、これまでの調査により複数の未記載種や日本新産種と考えられる標本も収集されている。今後もこれらの課題を解決していくとともに、日本における海浜生担子菌きのこ類の多様性をつぶさに調査していきたい。そして、海浜生担子菌きのこ類の胞子分散に関わる戦略を解き明かすとともに、それらの分布拡大のパターンとプロセスについて明らかにしていきたいと考えている。

講演要旨3

「ハコネサンショウウオ属の分類と系統地理」

吉川 夏彦

演者は極東アジア産のサンショウウオ科の1群であるハコネサンショウウオ属*Onychodactylus*の分類や自然史について研究を行ってきた。本属は日本列島では本州と四国の山地に、ハコネサンショウウオ*O. japonicus*の1種だけが分布するとされてきた。まず演者らは分布域全体からサンプルを収集し、DNAに基づく分子系統解析を行って種内の遺伝的分化パターンを調査した。その結果、日本列島内では地域ごとに大きく4系統に分岐し、各系統内はさらに1～3つの小系統に分岐することが明らかとなり、実際には複数の隠蔽種に分けられることが



強く示唆された。これらの遺伝子情報と標本の外部形態に基づく調査によって分類学的な再検討を進めた結果、現在までに日本のハコネサンショウウオ属は6種にまで細分化されている。今後はこれらの種の分布や遺伝構造

から、どのように日本列島内でハコネサンショウウオ属が多様化し、現在のような種の分布を形作るに至ったか

を解明していきたいと思っている。

2) 電気学会 新エネルギー・環境研究会

日 時：2019年9月19日（木）13：00～16：25

9月20日（金）10：00～13：40

会 場：日吉キャンパス来往舎2階大会議室

参加人数19日 28名：塾関係者2名 塾外者26名

20日 26名：塾関係者2名 塾外者24名

実施報告

プラズマなどの電磁界応答流体に関わる宇宙・エネルギー・環境技術（パルス磁場印加型RFプラズマ推進機の実験や凍結希ガスプラズマMHD発電機の電磁流体解析やその電力系統接続への影響）、またそれ以外のエネルギー・環境技術関連（蓄電池やリチウム電池、アルカリ水電解の電磁流体解析など）の発表が13件行われ、活発な質疑応答がなされた。

参加機関は、慶應義塾大学、東京大学、東京工業大学、芝浦工業大学、茨城大学、筑波大学、名古屋大学、長岡科学技術大学、滋賀県立大学、京都大学、和歌山高専、産業技術総合研究所、株式会社IHIであり、各機関の教員、研究者、学生が参加した。

それぞれの日に特別講演が1件ずつ行われた。1日目は、「太陽風－小型磁気圏環境とプラズマ粒子シミュレーション」と題して、東京大学の松本先生による宇宙機の磁気セイル特性に関する数値シミュレーションの最新結果やスーパーコンピュータによる超並列計算のアルゴリズムについて紹介頂いた。学生からも多くの質問があった。

2日目は、「デトネーション燃焼技術応用による宇宙推進システムの高度化研究」と題して、名古屋大学の川崎先生から、デトネーション燃焼についての基礎物理現象から、新展開を見せている回転型デトネーション装置の特性、宇宙ロケットの推進機への適用プロジェクトについて紹介頂いた。自励回転するデトネーション装置の内筒がなくともデトネーションが維持される理由など、活発な質問応答があった。

プログラムの詳細は、電気学会ホームページ (<https://workshop.iee.or.jp/sbtk/cgi-bin/sbtk-showprogram.cgi?workshopid=SBW000062C0>) を参照されたい。

(森本 睦子)



3) 日本動物学会関東支部 第72回大会

2020年3月14日に日本動物学会関東支部 第72回大会を慶應義塾大学・日吉キャンパスで開催することとなり、自然科学研究教育センターの共催をいただきました。日吉、矢上、女子高の教員により実行委員会が組織され、大会長を鈴木 忠（医）、学会との調整等を特任幹事として松本 緑（理工）が行う体制が整いました。公開シンポジウムと、一般会員と高校生によるポスターセッションの準備を1年前より進め、参加申し込みの締め切りも迫った今年の2月半ば、武漢からの新型コロナウイルスの感染、特にクルーズ船での感染がニュースになっていました。当初は、私たちはその恐ろしさを正確には理解できませんでしたが、対面で行うポスターセッションには危険があるのではと考えていました。そして2月26日、慶應義塾大学本部より学内での集会延期/中止の要請があり、対面での開催は不可能となりました。

実は、日本動物学会関東支部大会は2011年3月12日にも慶應義塾大学日吉キャンパスで開催する予定でしたが、前日の学会会場設営作業中に、東日本大震災が起これ、支部大会は中止せざるを得ませんでした。このような経験のある実行委員会メンバーは、今回も中止にするのはなんと口惜しく、ONLINEで開催する方法の検討

を始めました。メンバーはONLINE会議に対する知識をまったく持たなかったのですが、慶應が契約しているWebexのシステムを公開シンポジウムで活用する方法を矢上と日吉のITCの職員の方々に教えていただきました。当日、シンポジストと実行委員会のメンバーのみが日吉来往舎に集まり、無事、発信することができました。さらに、ポスターセッション実施のためLINC Biz（AIoTクラウド）と契約し、ONLINEで当日から3月末までの間、無事開催することができました。

シンポジストや参加者の方々から、初めてのONLINEシンポジウムとONLINEポスターセッションを楽しく体験でき、とても有意義だったという感想をたくさんいただきました。

あれから5ヶ月、今ではONLINE会議は当たり前となりました。しかし、あの当時、わずか2週間強の準備期間で開催できたのは、慶應義塾の教職員と学生の皆様の協力の賜物です。この場をお借りして、ご協力いただいた方々に感謝の気持ちをお伝えさせていただきます。ありがとうございました。

（松本 緑）

資料編

大学自然科学研究教育センター協議会委員

2019年4月1日～2020年3月31日

常 任 理 事	青山藤詞郎	
所 長	金子 洋之	(2019年9月30日まで)
	井奥 洪二	(2019年10月1日から)
副 所 長	井奥 洪二	(2019年9月30日まで)
	南 就将	(2019年10月1日から)
	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	榊原 研互	(2019年9月30日まで)
	岡本 大輔	(2019年10月1日から)
医 学 部 長	天谷 雅行	
理 工 学 部 長	岡田 英史	
総合政策学部長	河添 健	(2019年9月30日まで)
	土屋 大洋	(2019年10月1日から)
環境情報学部長	濱田 庸子	(2019年9月30日まで)
	脇田 玲	(2019年10月1日から)
看護医療学部長	小松 浩子	(2019年9月30日まで)
	武田 祐子	(2019年10月1日から)
薬 学 部 長	金澤 秀子	(2019年9月30日まで)
	三澤日出巳	(2019年10月1日から)

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	種村 和史	(2019年9月30日まで)
	大矢 玲子	(2019年10月1日から)
医学部日吉主任	井上 浩義	
理工学部日吉主任	萩原 眞一	(2019年9月30日まで)
	井上 京子	(2019年10月1日から)
薬学部日吉主任	田村 悦臣	(2019年9月30日まで)
	金澤 秀子	(2019年10月1日から)
日吉研究室運営 委員会委員長	不破 有理	(2019年9月30日まで)
	大出 敦	(2019年10月1日から)
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 長	蠣崎 元章	(2019年10月30日まで)
	國分 紀嗣	(2019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	

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、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。

自然科学研究教育センター トポロジカル・サイエンス運営委員会内規

平成30(2018)年11月22日制定

(設置)

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）にトポロジカル・サイエンス運営委員会（以下「運営委員会」という）を置き、詳細はこの内規により定める。

(目的)

第2条 トポロジカル・サイエンス共同研究拠点における研究の進展、国際的な基盤形成を円滑に遂行するために、拠点の運営に関する重要事項を審議することを目的とする。

(運営委員会)

第3条 ①運営委員会の委員は、次の者をもって構成する。

- 1 自然科学研究教育センター構想委員会委員長
- 2 共同研究拠点代表者
- 3 学外の有識者若干名
- 4 その他共同研究拠点代表者が必要と認めた者若干名

② 運営委員会は共同研究拠点代表者が招集し、その委員長となる。

③ 学外の有識者の委員の人数は、委員の過半数としなければならない。

④ 運営委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、委員以外にオブザーバーとして学外の研究者もしくは学内の教職員を出席させることができる。

⑤ 運営委員会の事務は自然科学研究教育センターが行う。

(運営委員の委嘱)

第4条 ①運営委員は、自然科学研究教育センター運営委員会の承認を経て所長が委嘱する。

② 運営委員の任期は1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。

(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て、自然科学研究教育センター運営委員会が決定する。

附 則

この内規は、平成31(2019)年4月1日から施行する。

トポロジカル・サイエンス研究課題審査委員会内規

平成30(2018)年11月22日制定

(設置)

第1条 トポロジカル・サイエンス共同研究拠点（以下「共同研究拠点」という）は、研究課題を公募・審査・採択するために、トポロジカル・サイエンス研究課題審査委員会（以下「審査委員会」という）を置き、詳細はこの内規により定める。

(目的)

第2条 審査委員会は、共同研究拠点が共同利用・共同研究の課題等を広く全国の関連研究者から募集し、採択のうえ研究費配分をおこなうために、審査基準を定め、応募された研究課題等を審査することを目的とする。

(審査委員会)

第3条 ①審査委員会の委員は、次の者をもって構成する。

- 1 共同研究拠点代表者
- 2 トポロジカル・サイエンス運営委員若干名
- 3 学外の有識者若干名
- 4 その他共同研究拠点代表者が必要と認めた者若干名

② 審査委員会は共同研究拠点代表者が招集し、その委

員長となる。

③ 学外の有識者の委員の人数は、委員の過半数としなければならない。

④ 審査委員長は、必要に応じて、助言等を求めるため、委員以外にオブザーバーとして学外の研究者もしくは学内の教職員を出席させることができる。

⑤ 審査委員会の事務は自然科学研究教育センターが行う。

(委員の委嘱)

第4条 ①審査委員は、自然科学研究教育センター運営委員会の承認を経て所長が委嘱する。

② 審査委員の任期は1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。

(内規の改廃)

第5条 この内規の改廃は、審査委員会の議を経て、自然科学研究教育センター運営委員会が決定する。

附 則

この内規は、平成31(2019)年4月1日から施行する。

講演会等のセンター主催および共催に関する内規

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

(概要)

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

(開催目的)

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

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

(開催場所)

第3条 講演会等の開催場所は、原則として日吉とする。

(主催の支援範囲)

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

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

(共催の支援範囲)

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

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

(利用申請)

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

- ② 利用申請者はセンター所員に限る。経費の負担を伴う主催あるいは共催のイベントについて、同一所員からの申請の採択は合計で年1回までとする。
- ③ 講演会を除くセンター主催のシンポジウム・セミナー等は研究プロジェクト申請を必要とする。

(報告書)

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

(内規の改廃)

第8条 この内規の改廃は、運営委員会の議を経なければならない。

附 則

この内規は、平成24（2012）年3月1日から施行する。

附 則（平成25年11月6日）

この内規は、平成25（2013）年11月6日から施行する。

附 則（平成27年8月5日）

この内規は、平成27（2015）年8月5日から施行する。

附 則（2019年2月26日）

この内規は、2019年4月1日から施行する。

共同研究員における大学院生の受入に関する内規

2019年 2月26日制定

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

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

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

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

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

4 学生教育研究災害傷害保険（写し）

5 学生教育研究災害付帯賠償責任保険（写し）

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

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

第6条（諸経費）① 事務手数料、施設使用料等は別に定める。

② 研究活動にかかわる費用については、実費を請求することがある。

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

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

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

附 則（2019年2月26日）

この規程は、2019年4月1日から施行する。

自然科学研究教育センター各種委員会委員

1. 運営委員会 (12名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	文学部	教授	生物学	金子 洋之 (~9/30)
委員 (10/1~ 委員長)	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委員	法学部	准教授	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	心理学	皆川 泰代 (~9/30)
委員	文学部	准教授	人類学	河野 礼子
委員	経済学部	教授	心理学	中野 泰志

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員	経済学部	准教授	生物学	有川 智己
委員	経済学部	助教(有期)	物理学	木村 太郎 (~8/31)
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 (10/1~)
委員	法学部	准教授	化学	志村 正
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)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦
委員	文学部	教授	生物学	金子 洋之 (~9/30)
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 (10/1~)
委員	文学部	准教授	生物学	倉石 立 (~9/30)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員	文学部	准教授	人類学	河野 礼子 (~9/30)
委員	文学部	助教(有期)	化学	杉山 晴紀
委員	経済学部	准教授	生物学	糟谷 大河 (10/1~)
委員	法 学 部	専任講師	心理学	田谷修一郎 (10/1~)
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)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	准教授	化学	志村 正
委員	文学部	教授	生物学	金子 洋之 (~9/30)
委員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦
委員	医学部	教授	数学	南 就将 (10/1~)
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

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員	法学部	助教(有期)	化学	吉川 夏彦 (10/1~)
委員	商学部	助教(有期)	生物学	嶋田 大輔 (~9/30)
委員	医学部	専任講師	化学	久保田真理 (~9/30)
委員	医学部	助教	化学	大石 毅 (10/1~)

4. 構想委員会 (10名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	文学部	教授	生物学	金子 洋之 (~9/30)
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (10/1~)
委 員	文学部	教授	化学	岡本 昌樹 (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	心理学	寺澤 悠理
委 員	文学部	助教(有期)	生物学	古川 亮平 (~9/30)
委 員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎 (~9/30)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
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	生物学	有川 智己 (~9/30)
委 員	法学部	教授	英文学	横山 千晶 (~9/30)
委 員	法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎 (~9/30)
委 員	商学部	教授	数学	白旗 優 (~9/30)
委 員	商学部	教授	物理学	松浦 壮 (~9/30)
委 員	商学部	教授	物理学	新田 宗土 (10/1~)
委 員	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑 (~9/30)
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)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委 員	文学部	教授	生物学	金子 洋之 (~9/30)
委 員	文学部	助教	生物学	古川 亮平 (10/1~)
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦
委 員	医学部	教授	数学	南 就将 (10/1~)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋 (~9/30)
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 69名 (2020/3/31現在)

◎所長、 ○副所長

		学 部	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎	経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2019/ 4/1~2021/ 3/31
2	○	法学部	准教授	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	生物学	金子 洋之	2019/ 4/1~2020/ 3/31
6		文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2019/ 4/1~2021/ 3/31
7		文学部	准教授	生物心理学	伊澤 栄一	2019/ 4/1~2021/ 3/31
8		文学部	准教授	生物学	倉石 立	2019/ 4/1~2021/ 3/31
9		文学部	准教授	人類学	河野 礼子	2019/ 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	2019/ 4/1~2020/ 3/31
13		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	古川 亮平	2019/ 4/1~2020/ 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	准教授	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	木村 太郎 ^{*1}	2019/ 4/1~2019/ 8/31
23		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	早田 智也	2019/10/1~2020/ 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	2019/ 4/1~2020/ 3/31
34		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	土居 志織	2019/ 4/1~2020/ 3/31
35		法学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	森本 睦子	2019/ 4/1~2020/ 3/31
36		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	吉川 夏彦	2019/ 4/1~2020/ 3/31
37		商学部	教授	数学	小宮 英敏	2019/ 4/1~2020/ 3/31
38		商学部	教授	数学	白旗 優	2019/ 4/1~2021/ 3/31
39		商学部	教授	物理学	新田 宗土	2019/ 4/1~2021/ 3/31
40		商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2019/ 4/1~2021/ 3/31
41		商学部	教授	物理学	松浦 壯	2019/ 4/1~2021/ 3/31
42		商学部	准教授	仏語	川村 文重	2019/ 4/1~2021/ 3/31
43		商学部	准教授	物理学	フラキ,アントニオ	2019/ 4/1~2021/ 3/31
44		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	嶋田 大輔	2019/ 4/1~2020/ 3/31
45		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	墨谷 暢子	2019/ 4/1~2020/ 3/31
46		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	藤森 俊明	2019/ 4/1~2020/ 3/31

資料編

47	医学部	教授	化学	井上 浩義	2019/ 4/1~2021/ 3/31
48	医学部	教授	血管生物学	梶村 眞弓	2019/ 4/1~2021/ 3/31
49	医学部	准教授	生物学	鈴木 忠	2019/ 4/1~2021/ 3/31
50	医学部	准教授	物理学	三井 隆久	2019/ 4/1~2021/ 3/31
51	医学部	専任講師	化学	久保田真理	2019/ 4/1~2021/ 3/31
52	医学部	助教	化学	大石 毅	2019/ 4/1~2021/ 3/31
53	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋	2019/ 4/1~2021/ 3/31
54	医学部	助教	生物学	中澤 英夫	2019/ 4/1~2021/ 3/31
55	理工学部	教授	物理工学	伊藤 公平	2019/ 4/1~2021/ 3/31
56	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一	2019/ 4/1~2021/ 3/31
57	理工学部	教授	心理学	高山 緑	2019/ 4/1~2021/ 3/31
58	理工学部	准教授	電子工学	中野 誠彦	2019/ 4/1~2021/ 3/31
59	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑	2019/ 4/1~2021/ 3/31
60	理工学部	准教授	物理学	山本 直希	2019/ 4/1~2021/ 3/31
61	理工学部	専任講師	物理学	古池 達彦	2019/ 4/1~2021/ 3/31
62	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
63	理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2019/ 4/1~2021/ 3/31
64	理工学部	専任講師	生命情報学	堀田 耕司	2019/ 4/1~2021/ 3/31
65	環境情報学部	専任講師 (有期)	気象学	宮本 佳明	2019/ 4/1~2020/ 3/31
66	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
67	高等学校	教諭	生物学	鳥居 隆史	2019/ 4/1~2021/ 3/31
68	普通部	教諭	科学・物理	森上 和哲	2019/ 4/1~2021/ 3/31
69	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登	2019/ 4/1~2021/ 3/31
70	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、その後訪問講師

2. 研究員 7名 (2020/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	大学特任准助教(有期)(研究)(非常勤)	物理学	グドナソン,ビヤルケ ^{※2}	2019/ 4/ 1~2019/ 9/30
2	自然科学研究教育センター	大学特任講師(有期)(研究)(非常勤)	物理学	伊藤 悦子	2019/ 6/ 1~2020/ 3/31
3	自然科学研究教育センター	大学特任講師(有期)(研究)(常勤)	物理学	猪谷 太輔	2019/ 6/ 1~2020/ 3/31
4	自然科学研究教育センター	大学特任講師(有期)(研究)(常勤)	物理学	大橋 圭介	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
5	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	西村 洋道	2019/10/ 1~2020/ 3/31
6	自然科学研究教育センター	大学特任助教(有期)(研究)(非常勤)	物理学	ベークマン,アロン ヨナタン	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
7	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	本郷 優 ^{※3}	2019/ 4/ 1~2019/ 9/30
8	自然科学研究教育センター	大学特任助教(有期)(研究)(非常勤)	物理学	安井 繁宏	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
9	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	2019/10/ 1~2020/ 3/31

※2 期中で解嘱。

※3 期中で解嘱、その後訪問研究員

3. 共同研究員 35名 (2020/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	雨宮 史年	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
2	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	猪谷 太輔 ^{※4}	2019/ 4/ 1~2019/ 5/31
3	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	上田 晴彦	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
4	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大島 研介	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
5	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
6	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
7	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
8	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	鎌田 翔	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
9	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	神中 俊明	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原 裕充	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31

資料編

11	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木村 哲士	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田 淳子	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
13	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林 晋平	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松 英海	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	迫田 誠治	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
16	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	化学	高橋 昂	2019/ 6/ 1~2020/ 3/31
18	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	田口 瑞姫	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
19	自然科学研究教育センター	共同研究員	数学	竹内 幸雄	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	化学	陳 韋宏	2019/ 6/ 1~2020/ 3/31
21	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	戸金 大	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	時田 賢一	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
23	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 ^{※5}	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
24	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
25	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
26	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
27	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	パシニ, マルコ ^{※6}	2019/ 6/20~2019/ 9/3
28	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	疋田 泰章	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
29	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	廣谷 玲於 ^{※7}	2019/ 4/ 1~2019/ 9/30
30	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
31	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
32	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	マルモリーニ, ジャコモ	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
33	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
34	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	宮本 朋和	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
35	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	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
36	自然科学研究教育センター	共同研究員	数学	八尾 政行	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
37	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31
38	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田 宏	2019/ 4/ 1~2020/ 3/31

※4 期中で解職、その後特任講師。

※5 複数プロジェクトに従事 (他では訪問教授)。

※6 期中で期間満了。

※7 期中で期間満了。

4. 訪問学者29名 (2020/3/31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	生物学	雨宮 昭南	2019/4/1～2020/3/31
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	石川 健三	2019/4/1～2020/3/31
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	近藤 慶一	2019/10/1～2020/3/31
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	坂井 典佑	2019/4/1～2020/3/31
5	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	高橋 渉	2019/4/1～2020/3/31
6	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	戸田 晃一 ^{※8}	2019/4/1～2020/3/31
7	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	2019/4/1～2020/3/31
8	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	2019/4/1～2020/3/31
9	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	衛藤 稔	2019/4/1～2020/3/31
10	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	2019/4/1～2020/3/31
11	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	土屋 俊二	2019/4/1～2020/3/31
12	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	伊藤 悦子 ^{※9}	2019/4/1～2019/5/31
13	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	木村 太郎	2019/9/1～2020/3/31
14	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	三角 樹弘	2019/4/1～2020/3/31
15	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	飯田 英明	2019/4/1～2020/3/31
16	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	2019/4/1～2020/3/31
17	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	2019/6/1～2020/3/31
18	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	加堂 大輔	2019/4/1～2020/3/31
19	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	倉知 昌史	2019/4/1～2020/3/31
20	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	2019/4/1～2020/3/31
21	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	2019/4/1～2020/3/31
22	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	花田 政範	2019/4/1～2020/3/31
23	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	バークマン, アーロン ヨナタン	2019/9/1～2020/3/31
24	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	本郷 優	2019/10/1～2020/3/31
25	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	正木 祐輔	2019/4/1～2020/3/31
26	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	2019/6/1～2020/3/31
27	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	湯井 悟志	2019/4/1～2020/3/31
28	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	横倉 諒	2019/4/1～2020/3/31
29	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	吉井 涼輔	2019/4/1～2020/3/31
30	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	2019/6/1～2020/3/31

※8 複数のプロジェクトに従事(他では共同研究員)。

※9 期中で解職、その後特任講師。

2019年度の主な活動記録

2019（平成31，令和元）年

3月27日	新任教員オリエンテーションで所長がセンターを紹介
4月22日	運営委員会（第1回）（回議）
4月26日	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）
6月13日	運営委員会（第2回）
6月14日	協議会（第2回）（回議）
7月25日	行事委員会（第1回）、サイエンス・メルティング・ポット（第15回）、全体会議
8月3日	サイエンス・カフェ（第35回）
8月5日	運営委員会（第3回）（回議）
9月9日	学生の興味がわく実験教育をめざそう！（フォーラム，センター主催）
9月3日	協議会（第3回）
9月19日	電気学会 新エネルギー・環境研究会（センター共催）（2日間）
9月24日	講演会（第45回）
9月26日	運営委員会（第4回）（回議）
10月4日	協議会（第4回）（回議）
10月5日	センター開所10周年記念シンポジウム
10月15日	行事（第2回）広報（第1回）合同委員会
10月23日	講演会（第46回）
11月14日	構想委員会（第1回）
11月15日	行事委員会（第3回）（回議）
11月19日	運営委員会（第5回）
11月20日	Keio Topological Science Symposium 2019（3日間）
11月30日	一貫教育校と大学自然科学研究教育センターの自然科学教育に関するワークショップ（第9回）
12月4日	協議会（第5回）（回議）

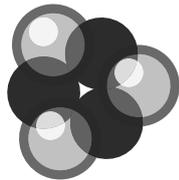
2020（令和2）年

1月22日	CP ^N Model Workshop Keio 2020（Topological Science, 3日間）
1月31日	行事委員会（第4回）、サイエンス・メルティング・ポット（第16回）
2月6日	講演会（第47回）
2月26日	運営委員会（第6回）
3月4日	協議会（第6回）
3月14日	日本動物学会関東支部第72回大会（センター共催）
3月16日	運営委員会（第7回）（回議）
3月19日	協議会（第7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.18, 2020年1月発行) | ⑤ポスター (第45回講演会) |
| ②ポスター (シンポジウム) | ⑥ポスター (第46回講演会) |
| ③ポスター (インターネット望遠鏡シンポジウム) | ⑦ポスター (第47回講演会) |
| ④ポスター (教育フォーラム) | ⑧ポスター (サイエンス・カフェ35) |
| | ⑨チラシ (主催イベント) |



REC for NS
research and education center for natural sciences

Newsletter

Jan. 2020

No.18

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

自然科学研究教育センター所長 就任のご挨拶 井奥 洪二

自然科学は、真実に基づいて法則性を見出していく学問です。ある実験を同一の手順で正確に行えば、年齢、性別、人種、民族、国籍、宗教などの違いによらず、同じ現象が観察されます。この自由で公平な学問には、偏見も差別も存在する余地はありません。現代では最先端の科学技術の牽引に欠かせない基礎学問となっています。

自然は美に溢れ、人々にやすらぎを与えてくれます。しかし時として、圧倒的な脅威を見せつけることもあります。自然科学の研究者は、自然のありとあらゆる側面を研究対象としていますので、一筋縄ではいかない自然の多面性を相手にしなければなりません。自然からは、難解な表情を見せつけられることが多く、研究者はしばしば途方に暮れることもあります。それでも、人類の知の積み重ねを基にして、知の巨人と呼ばれる研究者によって謎が解き明かされ、自然の奥深い凛とした佇まいが世界中の人々に示されることがあります。私にも、立ち込めた霧の晴れるような、生涯忘れることのない貴重な時間がありました。一度目は、ノーベル生理学・医学賞受賞者の京都大学iPS細胞研究所所長 山中伸弥 教授とお話しさせていただき幸運に恵まれたときのことでした(2015年 京都賞授賞式・晩餐会)。細胞の初期化のメカニズムやiPS細胞のベネフィットとリスクについて意見交換させていただいたときに、細胞が目の前で語りかけてくるような錯覚に陥りました。その後の手紙のやり取りでも生命現象を生き活きとイメージできたことを昨日のこのように覚えています。二度目は4年後、同じ京都賞授賞式・晩餐会でノーベル生理学・医学賞受賞者の京都大学高等研究院副院長 本庶佑 特別教授に隣席し、お話を伺ってきたときのことです。生命現象の巧妙なシステムと美しさが眼前に広がるとともに、知の巨人の真理を探求する圧倒的な意志の力を感じずにはいられませんでした。浅学の身には、到底手に負えない複雑で難解な自然が、ほんの一瞬でも微笑んでくれたかのような不思議な世界へと引きずり込まれたのでした。知の巨人たちへの大いなる尊敬と憧れとともに、自分自身も研究者の端くれとして身近な人々に自然の側面を、たとえ一部だけでも伝えて伝えることのできる存在になりたいと思います。そうは言っても、一介の研究者にできることには限りがありますが、何人もの自然科学者が1つのチームとなってベクトルを揃えれば、自然からの奥深いメッセージを多面的に理解し、人々に豊かに伝えることが可能となるでしょう。

自然科学研究教育センターは、多分野にわたる多様な自然科学研究者で構成されています。自然科学を未来へ向けて今後どのように先導していくのか、世界に問いかけ、提案し続けるセンターでありたいと考えています。真理の探求を怠らずオリジナリティー豊かな研究を展開し、研究成果を次世代へと引き継ぐために高度でわかりやすい教育を心がける所存です。当センターの未来に向けた活動として、2019年よりヴァーチャル博物館の創成に取り組んでいます。この取り組みによって、義塾に散在する自然科学の貴重な資料類をヴァーチャル空間にコンテキストとして集約し、多くの人が自然科学に関する知見を共有できるように統合することを目指しています。また、子供の頃のみずみずしい感性を失うことなく、驚きや感動を高度な教養へと昇華させることを目標として、義塾の一貫教育校との機能的な協力を深化させるように小・中・高・大の連携を強化しつつあります。いつの日か、このような取り組みの成果を皆様にご報告できますよう、自然科学と真摯に向き合っておりまます。自然科学研究教育センターへの皆様の益々のご理解とご支援をお願い申し上げます。



井奥 洪二

自然科学研究教育センター所長・経済学部 教授

<所長・副所長人事>

(任期：2019年10月1日から2021年9月30日まで)

所 長：井奥 洪二 (経済学部 教授) (新任)

副所長：杉本 憲彦 (法学部 准教授) (重任)、

南 就将 (医学部 教授) (新任)

RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES



2019年自然科学研究教育センター・シンポジウム

開所 10周年記念シンポジウム

自然科学のこれまでと今後の展望

2019年 10月5日(土) 13:00 ~ 17:30

日吉キャンパス 第4校舎 B棟 J11 番教室(日吉駅徒歩3分)

参加費無料(対象:一般・学生・教職員)/申込不要

開会のあいさつ 13:00 ▶ 青山 藤詞郎 (本塾常任理事・慶應義塾大学名誉教授)

講演 1 13:10 ▶ 13:50

物理学とトポロジー

新田宗土 (慶應義塾大学 商学部 物理学教室 教授・センター所属)



講演 3 14:45 ▶ 15:25

ゲノム科学でつなぐ
「4つの問い」—昆虫における社会性の
包括的理解を目指して—林 良信 (慶應義塾大学 法学部
生物学教室 専任講師・センター所属)

講演 4 15:25 ▶ 16:05

アンダーソン局在をめぐる
数学の話題

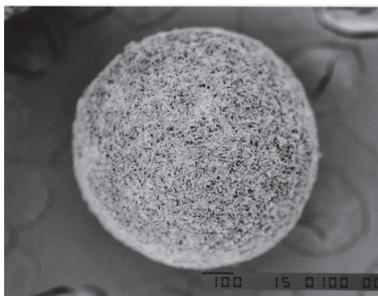
南 就将 (慶應義塾大学 医学部 数学教室 教授・センター所属)

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

講演 2 13:50 ▶ 14:30

生体に学び, 生体を超える
—物質・材料化学の未来—

井奥洪二 (慶應義塾大学 経済学部 化学教室 教授・センター副所長)



講演 5 16:15 ▶ 16:55

生物心理学:
カラスをモデルとした"こころ"の進化伊澤栄一 (慶應義塾大学 文学部
生物心理学研究室 教授・センター所属)

総合質疑討論 16:55 ▶ 17:25

閉会のあいさつ 17:25 ▶ 金子 洋之 (センター所長・慶應義塾大学 文学部 生物学教室 教授)

主催: 慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ office@sci.keio.ac.jp

🌐 http://www.sci.keio.ac.jp/



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



第9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

2020年3月7日(土)13:00~16:55

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

参加費無料 / 申込不要 対象：学生・教職員・一般



第1部 13:00~14:45

開会のあいさつ

プロジェクト代表 小林 宏充 (慶應義塾大学)

山形県立鶴岡南高校の観測 一食変光星の多色測光一

山本 裕樹 (東北公益文科大学)

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)

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一 大羽 徹 (名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

北半球および南半球からの同時観測を可能とする

『月カメラ』の作製: インターネット望遠鏡の南半球設置に向けて
上田 晴彦 (秋田大学)

第2部 15:05~16:55

MX-HD赤道儀について発表・デモ

近藤 弘之 (五藤テレスコープ)

学都『仙台・宮城』サイエンス・デイ2019の出展報告

山本 裕樹 (東北公益文科大学)

ITP課題バンク

中西 裕之 (鹿児島大学)

インターネット望遠鏡プロジェクトの今後の活動について

閉会のあいさつ

五藤 信隆 (五藤光学研究所)

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。



教育フォーラム

学生の興味がわく 実験教育をめざそう!

— 論理的思考力を身につける現代の実験教育 —

趣旨：大学の実験教育における問題点とは何か？ 論理的思考力を育むために新しい実験教育を取り入れている授業担当者・開発者に取り組むについて紹介していただき、現代の学生にフィットした実験教育を行うにはどうすべきか、その質の向上を目指して議論する。

2019年9月9日(月) 13:00~18:00

慶應義塾大学 日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース
(日吉駅徒歩3分)

入場無料

詳細および事前申込は
webサイトで

<http://www.sci.keio.ac.jp/news/detail.php?eid=00149>



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

講演1：外部アセスメントから見る初年次での思考力育成の必要性
風間 直樹 (株式会社 ベネッセ i-キャリア 教育事業本部 部長)

講演2：思考力を育むPBL型実験 — 頭もアクティブに—
久保田 真理 (慶應義塾大学 医学部 化学教室 専任講師)

講演3：近畿大学理工学部応用化学 (JABEE認定プログラム) における課題合成実験 for PBLの実施事例紹介
石船 学 (近畿大学 理工学部 応用化学科 准教授)

講演4：役割演技型実験レポートを用いた文系大学生向け自然科学実験の展開
小野 裕剛 (慶應義塾大学 法学部 生物学教室 准教授)

講演5：自ら考え行動する技術者を育成するPBL型科目群「プロジェクトデザイン」
江村 伯夫 (金沢工業大学 情報フロンティア学部 メディア情報学科 准教授)

講演6：融合型理科実験による自然理解と論理的思考: これまでの経緯とこれから
中村 教博 (東北大学 高度教養教育・学生支援機構 学際融合教育推進センター 教授)

総合討論

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

協力：株式会社 ベネッセ i-キャリア

助成：一般財団法人 大学IR総研 (2018-2019年度)

連絡先：久保田 真理

(慶應義塾大学 医学部 化学教室 shinly@keio.jp)

第45回 自然科学研究教育センター講演会



猫は自分の名前を 聞き分ける ネコとヒトのコミュニケーション



2019年 **9月24日 (火)** 16:30~18:00

日吉キャンパス **来往舎2階 大会議室**

対象：学生・教職員・一般

参加費無料 / 申込不要

ニャ〜?!



齋藤 慈子氏

(上智大学 総合人間科学部 心理学科 准教授)



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46回 自然科学研究教育センター講演会



昆虫の本能的な 摂食行動を操るホルモン

2019年 **10月23日** (水) 16:30~18:00

日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース

対象：学生・教職員・一般 参加費無料 / 申込不要



永田晋治氏
(東京大学大学院 新領域創成科学研究科
先端生命科学専攻 准教授)

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47回 自然科学研究教育センター講演会



量子コンピュータ 0 1 ● ● ●

定式化

2048量子ビット

未来!

組合せ最適化問題

大関真之氏
東北大学大学院 情報科学研究科 応用情報科学専攻
応用情報技術論講座 / 物理フラクチオナリティ論分野 准教授
東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授
株式会社シクマアール 代表取締役

量子アニーリングと 未来の情報科学

2020年 2月6日 (木) 16:30~18:00

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

対象：学生・教職員・一般 参加費無料 / 申込不要

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。

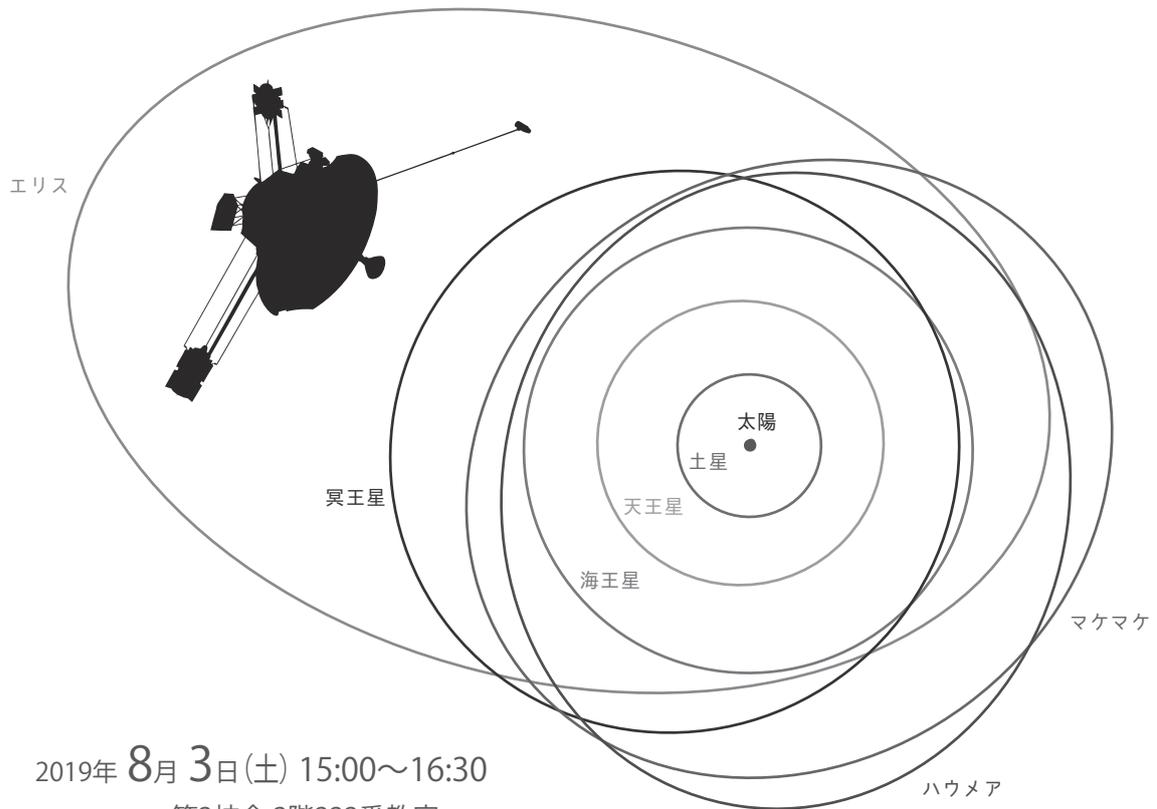
⑦ポスター (第47回講演会)

サイエンス・カフェ35 @自然科学研究教育センター



宇宙船の通り道

—軌道計画「基本のキ」—



2019年 8月 3日(土) 15:00~16:30

日吉キャンパス 第2校舎 2階222番教室 (日吉駅 徒歩3分)

森本 睦子 (慶應義塾大学法学部物理学教室 助教・所員)

対象： 一般 (小学校高学年以上) 定員： 50名 (先着) 参加費無料 / 申込不要

惑星探査を実現するには、宇宙機が目的の惑星へ至る道(軌道)をどう設計すればよいのだろうか。その設計者は、太陽や惑星をどんな風にとらえているのだろうか。宇宙機にとって地球は大きいのだろうか、小さいのだろうか。そして、それらはなぜなのか? —今回のサイエンスカフェでは、宇宙機の軌道を設計するための基本をご紹介します。皆さんに「そうだったのか!」と膝を叩いていただきたいと思います。

主催：慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

☎ 045-566-1111

✉ office@sci.keio.ac.jp

🌐 <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 主催イベント

自然科学研究教育センターでは、一般の方にもご参加いただけるさまざまなイベントを企画しています。随時、当センターのwebサイトにてお知らせしますので、ご確認のうえ、是非ご来場ください。

センター開所 10 周年記念シンポジウム

「自然科学のこれまでと今後の展望」

2019年 10月 5日(土) 13:00~17:30

日吉キャンパス 第4校舎B棟 J11番教室

『物理学とトポロジー』

新田 宗土 (商学部 物理学教室 教授・センター所員)

『生体に学び、生体を超える—物質・材料化学の未来—』

井奥 洪三 (経済学部 化学教室 教授・センター副所長)

『ゲノム科学でつなぐ「4つの問い」

—昆虫における社会性の包括的理解を目指して—

林 良信 (法学部 生物学教室 専任講師・センター所員)

『アンダーソン局在をめぐる数学の話題』

南 就将 (医学部 数学教室 教授・センター所員)

『生物心理学: カラスをモデルとした"ところ"の進化』

伊澤 栄一 (文学部 生物心理学研究室 教授・センター所員)

当センターでは 2009 年の開所以来、自然科学研究および教育に関するシンポジウムを毎年開催してきました。今年は開所 10 周年記念シンポジウムとして、物理、化学、生物、数学、心理の各分野から代表の所員が 1 名ずつ、これまでの成果と今後の展望について、一般の方々に向け、広く講演いたします。10 周年の節目に、自然科学研究の過去、現在、未来を考えることで、当センターの活動が一層盛り上がる機会にしたいと思っています。

講演会 / サイエンス・カフェ

▼ 第35回サイエンス・カフェ

2019年 8月 3日(土) 15:00~16:30 日吉キャンパス 第2校舎2階 222番教室

対象: 小学校高学年以上 定員: 50名 (先着)

『宇宙船の通り道—軌道計画「基本のキ」—』 森本 睦子 (法学部 物理学教室 助教・センター所員)

▼ 第45回講演会

2019年 9月 24日(火) 16:30~18:00

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

『猫は自分の名前を聞き分ける

—ネコとヒトのコミュニケーション—

齋藤 慈子 氏 (上智大学 総合人間科学部 心理学科 准教授)

▼ 第46回講演会

2019年 10月 23日(水) 16:30~18:00

日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース

『昆虫の本能的な摂食行動を操るホルモン』

永田 晋治 氏 (東京大学大学院 新領域創成科学研究科

先端生命科学専攻 准教授)

詳細はwebサイトで URL: <http://www.sci.keio.ac.jp/>



※いずれのイベントも一般向け・参加費無料・申込不要です。

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。上記webサイトで事前にご確認下さい。

問合せ先: 自然科学研究教育センター office@sci.keio.ac.jp

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2019年度 年間活動報告書

2020年8月31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/>

©2019 Keio Research and Education Center for Natural Sciences
著作権者の許可なしに複製・転載を禁じます。

Keio University



REC for NS research and education center for natural sciences