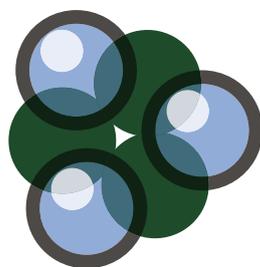


慶應義塾大学

自然科学研究教育センター 2018年度 年間活動報告書



REC for NS
research and education center for natural sciences

2018年度 年間活動報告書

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

Keio Research and Education Center for Natural Sciences

目次

I. はじめに	1
組織構成	2
各種委員会	2
II. 2018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	
2018年自然科学研究教育センター・シンポジウム	9
第8回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム	14
2) 2018年度自然科学研究教育センター講演会	
第42回講演会	15
第43回講演会	15
第44回講演会	16
3) サイエンス・メルティング・ポット	
第13回サイエンス・メルティング・ポット	17
第14回サイエンス・メルティング・ポット	18
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」	20
2) 自然科学研究教育センター研究プロジェクト	23
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	23
2-2) 不動点理論と凸解析学を介した非線形関数解析学	23
2-3) 場の量子論における数理物理的手法の開拓と応用	24
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	25
2-5) 物理学における渦・ソリトン・位相励起	25
2-6) An interdisciplinary approach to Gravitational and on Effects on Strongly Coupled Systems	27
2-7) 状態の識別性と制御性から探る量子力学の特性	28
2-8) 離散化手法による時空のダイナミクスの研究	29
2-9) ハチクマ（タカ目タカ科）のハチ防御機構の研究	29
2-10) 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）	30
2-11) 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	30
2-12) 始原新口動物のボディプランに関する研究	31

2-13) 日本周辺の深海から得られた自活性線虫類の分類学的研究	31
2-14) 伊豆諸島における緩歩動物相1	32
2-15) 真核藻類における細胞あたりの葉緑体の数を維持する仕組みに関する研究	33
2-16) シロアリにおける利他行動パターンの解析による血縁選択説の検証	33
2-17) ヒトデ幼生及び成体における免疫細胞の比較トランスクリプトーム解析	34
2-18) 絶滅危惧両生類の年齢構成に関する保全生物学的研究	35
2-19) 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	35
2-20) 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	36
2-21) 学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討	37
2-22) クラウド型自動点訳システムの構築	38
2-23) 成人不同視性弱視への点眼治療について	39
2-24) 対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討	39
2-25) 点字読書速度に及ぼす諸要因の影響	40
8. 教育	
1) 一貫教育校との連携ワークショップ	41
2) 環境にやさしく、教育効果のある学生実験の授業への導入 ―高分子の合成―	43
9. 社会貢献	
1) サイエンス・カフェ	
第34回サイエンス・カフェ	44
10. その他	
1) 2018年度 自然科学部門 新任者研究紹介(センター共催)	45

Ⅲ. 資料編

1. 自然科学研究教育センター協議会委員	47
2. 自然科学研究教育センター規程	48
3. 自然科学研究教育センター運営委員会内規	50
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	52
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	53
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	54
7. トポロジカル・サイエンス研究課題審査委員会内規	54
8. 自然科学研究教育センター各種委員会委員	55
9. 自然科学研究教育センター構成員	57
10. 2018(平成30)年度の主な活動記録	60
11. 自然科学研究教育センター刊行物等抜粋	61
①ニュースレター ②ポスター(シンポジウム) ③ポスター(講演会)	
④ポスター(サイエンス・カフェ) ⑤チラシ(主催イベント)	

はじめに 異分野交流

自然科学研究教育センター所長 金子 洋之

自然科学研究教育センター（自然セ）では、サイエンス・メルティング・ポット（サメポ）が年2回行われる。サメポは、数学、生物、物理、化学、心理学などの自然セ所属の研究者が、質疑応答の時間を多めに取って、一人あたり1時間程度で自身の研究を紹介し合う異分野交流の場となっている。質疑応答の際には、「専門でないので勘違いがあるかもしれない。変な質問したらゴメン」とか言いつつ、「どうやって（how）？」というより「何で（why）？」といった質問が多い気がする。素朴であり、根幹的である。一方、専門性が高い学会など、同じ研究分野の学者の集会では、議論が袋小路に入っていることも多く、競争もあるのでギスギスと殺気立つ雰囲気にも出食わす。サメポのような異分野間の交流の場は、「微温湯的」と捉える人もいるかもしれない。しかし、私的には、素直な共感が湧き出で、新たな創意へ向かう啓発の場として有効と感じている。

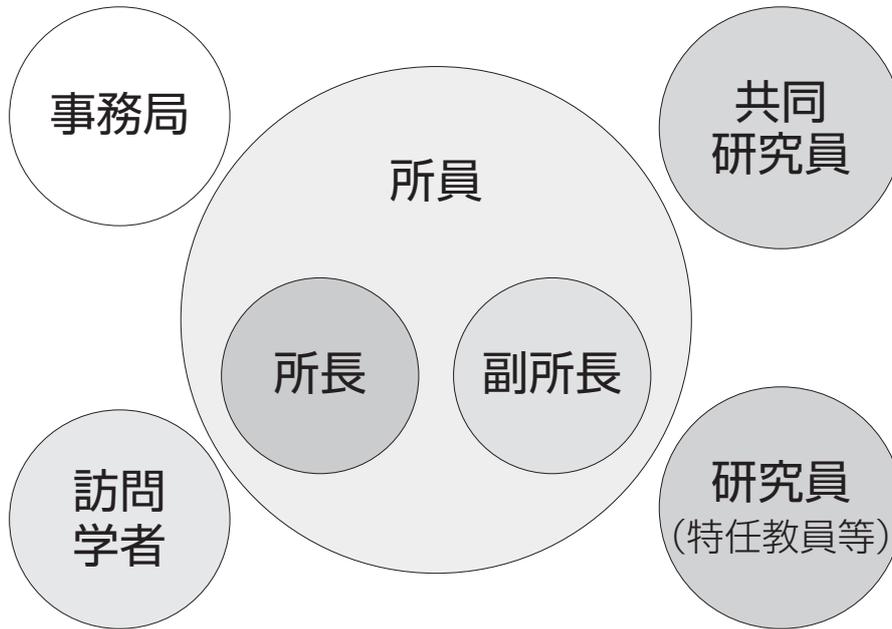
自然科学の探求を標榜する自然セには、私を含め理学部出身者が多い。一方、私たちは自然科学部門会、教養研究センター（教セ）に加え、文、経、法、商の文系学部にも所属している。着任した最初の頃には何とも言えぬ違和感があったが、時間が経つとこの多重国籍状況に慣れてしまう。言いかえれば、何も意識せずとも、いつも異分野交流の環境に身をおいて、知らず知らずのうちに、文科系研究者の思考や論理に暴露される。私なりの素朴な感想であるが、彼らの論理の量はすごい。多角的な視点が、コレでもかコレでもかと披露され、その思考力に圧倒される。複雑な論理構成ゆえ、「何いつているかよく分からない」と屢々白旗あげたくもなる。負けを認めるのは少々業腹ではあるが、レベルの高さは直感できている。

こういった環境をどう過ごすか。生態進化学的に知られていることのひとつに「細分化」と呼ばれる現象がある。狭い空間に多様な生物が共存するためには、できるだけ他者に無関心で、余計な軋轢を生まずに低エネルギーで棲息する手段が選ばれる。研究の場に置き換えると、自身の研究に専念し、周囲には出来るだけ無関心でいるということになる。シンプルなスタンスゆえ、集中力を維持できやすいという観点からは理にかなっている。しかし、異分野交流という観点からは逆のベクトルである。無関心には、共感も啓発も生み出さず、発想の飛躍につながる創意の機会を自ら閉ざしているうちに時間だけが無常に移っていく怖さがある。勿論、学問のスタイルは人それぞれ自由であるべきだと思う。実際、異分野交流の弱点にもなりやすいエネルギー浪費を避け、着実に成果を上げることができる人もいる。でも、学問は創意に依存する知的作業である。やはり出来るだけ異分野交流にもエネルギーを使い、フレッシュな創意の元に優秀な資質を開花しないと勿体無い。

最後に、異分野交流の一場面。日吉ウラのT吉という店にランチに出かけたら、教セ所長のKさんとばったり一緒になった。お互いが注文した料理について、面白い話もあるのだけど（キーワードは目玉焼き！）、ここでは異分野交流の締めに向かわなければならない。Kさんは理工学部所属の英語学の研究者。私は文学部所属の生物学研究者である。今まで、Kさんとは研究面での交流は無かったが、理事を迎えて開催する協議会で、Kさんが示される教セのアクティビティの多様さには感心する。見事なテンコ盛りである。教セに所属する研究者間の異分野交流の賜物であろうと想像する。転じて、もし自然セと教セがセンター間で交流をはじめたらどうなるだろうと考える。今後、具体的な骨太のテーマを両センター間で共有し、互いの交流を通じて、日吉キャンパス内に新たな学問的な創意を現出させられないだろうか？

○組織構成

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



○各種委員会

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

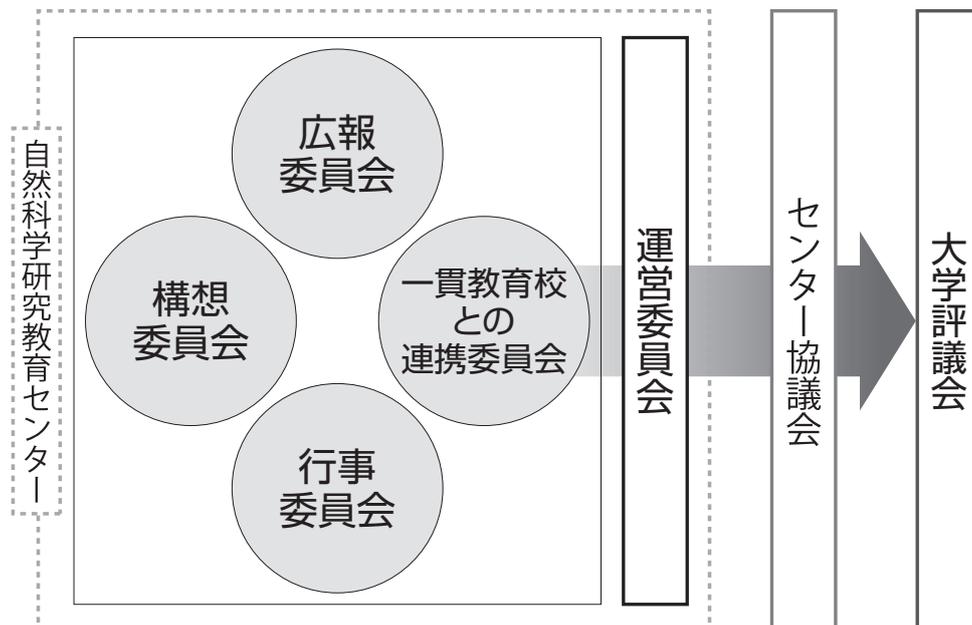
運営委員会：センターの運営全般について議論し、方針を作成するセンター内の委員会

構想委員会：センターの長期、短期的な様々な課題や方向性を検討する委員会

行事委員会：シンポジウム、講演会などの様々な行事を企画し、実施する委員会

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

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



運営委員会

1. 本年度の特記事項

- ・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」は順調に推移した（当事業は来年度に終了する）。
- ・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。今年度は、生物学関連の所員からの申請が全てを占めていた。
- ・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「環境にやさしく、教育効果のある学生実験の授業への導入—高分子の合成—」が実施され、来年度からの運用準備が整った。

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（持ち回り審議は除く）：（1）2018年6月11日、（2）2018年11月22日、（3）2019年2月26日。なお、『院生共同研究員』として、他大学の大学院生を当センターで受け入れる内規整備を行った。

3. 協議会の開催

例年どおり2回の協議会を開催した（持ち回り審議は除く）。

- （1）2018年9月5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）2019年3月6日：今年度の活動状況報告、所員・共同研究員の登録・解除および研究員の任用・解嘱、訪問学者の職位付与・期間満了、次年度予算案など

4. 人事

今年度の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67名、研究員8名、共同研究員34名、訪問学者17名である。なお、2018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（3回）を開催した。また、センター研究プロジェクト（25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。

（金子 洋之）

構想委員会

1. 今年度の特記事項

2017年度に、所員がどのような研究環境を望んでいるか実態を調査する目的で、アンケートを実施し、その結果をもとに、今後出来ることを洗い出し、何が出来るかについて構想委員会にて検討を行った。その要望や提案を具現化する形で、まずできることから個別の対応を実施した。1つ目は、自然セの構成委員の役割や委員になるとどのようなメリットがあるかを一目でわかるウェブページ作りを進めることである。2つ目は、他大学大学院からの大学院生を先方とこちらの教員で協定を結び、共同研究員の枠組み内で研究指導の形で受け入れる仕組みを作ることである。どちらも2019年4月からの始動を目指して、準備を進めている。

2018年10月19日に、大古殿事務長から金子所長経由で、現在推進中の新田所員が代表を務める「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」の後継候補として「2019年度からの公私立大学を対象とした共同利用・共同研究拠点の認定等の公募について」の案内をメールで受け取った。文部科学省への事前相談が11月5日まで、申請書提出が11月14日までと非常にタイトなスケジュールであった。これから短期間で新たなプロジェクトを作って申請することは困難であり、改めて次年度の申請も検討したが、新田所員が今年度の申請に意欲的であったことから、執行部とも相談をした結

果、10月26日締切りとして10月23日に構想委員にメール回議を実施し、新田所員が推進する「トポロジカルサイエンス」を申請することで承認を得た。その後、10月30日に新田所員、大古殿事務長、鈴木主任、当方で文部科学省へ事前相談に行き、11月8日に金子所長、新田所員で青山理事に説明を行い申請許可を得た後、11月14日に大古殿事務長が文部科学省へ申請書を持参して提出した。書類審査の結果、ヒアリング審査に進んだ旨、12月26日に文部科学省からメールがあった。1月28日に青山理事、金子所長、新田所員、大古殿事務長、当方でヒアリングでの質問事項に関する返答や当日のプレゼンテーションの進め方について議論をし、2月5日に同メンバーにて事前練習を行い、2月7日に同メンバーにて文部科学省での13:10からのヒアリング（説明15分、質疑応答10分、まとめ5分）に臨んだ。時間厳守のもと、新田所員からパワーポイントを用いての説明の後、10名程度の審査員のうち4名から事前質問に関連した質問があり、それらに返答して終了した。ヒアリングの結果は、2018年度末に連絡があるとのことである。

2. 構想委員会の開催

今年度は対面の会議は開催しなかったが、メールによる回議を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) 2018年7月19日、(2) 2018年10月17日、
(3) 2018年12月11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）.

2018年度自然科学研究教育センター・シンポジウム

日 時：2018年10月6日（土）13：00～17：30
場 所：日吉キャンパス 第4校舎B棟 J29番教室
テーマ：昆虫のサイエンス最前線
参加者：105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42回)

日 時：2018年4月21日（土）13：00～14：30
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：地球を救う魔法の水—水熱反応を利用した機能性材料の合成から廃棄物の処理・処分・有効利用まで—
講 師：柳澤 和道 氏 高知大学理工学部附属水熱化学実験所 教授
参加者：22名

(第43回)

日 時：2018年10月25日（木）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：渋滞のサイエンスと渋滞解消法
講 師：西成 活裕 氏 東京大学先端科学技術研究センター 教授
参加者：42名

(第44回)

日 時：2017年12月3日（月）16：30～18：00
場 所：来往舎2階 中会議室
題 目：中胚葉と内胚葉運命を分離する機構の解析
講 師：高鳥 直士 氏 首都大学東京 大学院理工学研究科 生命科学専攻 准教授
参加者：23名

4. サイエンス・カフェの実施（詳細はⅡ.9.1）を参照のこと）

(第34回)

日 時：2018年8月4日（土）13：30～15：00
会 場：日吉キャンパス、来往舎2階 大会議室
題 目：二次元と三次元のあいだ—三次元空間の知覚と目の錯覚について—
講 師：田谷 修一郎（法学部心理学教室 専任講師・所員）
参加者：70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13回)

日 時：2018年7月19日（木）16：00～17：30
場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室
講演1
講 師：古川 亮平（文学部生物学教室助教・所員）
題 目：ヒトデ幼生における免疫システムとその起源
講演2
講 師：藤森 俊明（商学部物理学教室助教・所員）
題 目：トポロジカルソリトンがつなぐ量子論の摂動・非摂動関係
参加者：22名

(第14回)

日 時：2019年1月25日（金）13：00～14：30
場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室
講演1
講 師：墨谷 暢子（商学部生物学教室助教・所員）
題 目：藻類細胞における細胞と葉緑体の分裂の協調と進化
講演2
講 師：古野 泰二（医学部物理学教室教授・所員）
題 目：タンパク質や細胞の固体基板表面への生固定
参加者：23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.10.1）を参照のこと）

日 時：2018年4月27日（金）18：15～20：15
場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室
参加者：30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（トポロジカル・サイエンス共催、詳細はhttp://user.keio.ac.jp/~flachi_nino/）

題目：Avenues of Quantum Field Theory in Curved Spacetime（ワークショップ）

日程：7月27日（金）～28日（土）

場所：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

参加者：35名

第8回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム（講演要旨はⅢ.資料編、詳細はⅡ.6.1）を参照のこと）

日時：2018年12月1日（土）13：00～16：35

会場：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

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：21名

センター共催イベント

（詳細は<https://web.archive.org/web/20181127232906/http://www.kumamushigakkai.net/>）

題目：第3回クマムシ学研究会

日時：9月9日（日）13：00～18：35

場所：独立館 DB201 教室

参加者：54名

（杉本 憲彦）

広報委員会

1. 広報委員会の開催

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、すべてメール審議とし、電子メールを用いて意見を交換、集約した。

広報委員会とは別に、Webサイト改修に関する業者との対面式打ち合わせを2018年12月20日に行った。Web担当委員、委員長、鈴木事務員、服部事務員が出席し、Webサイト作成外注先の株式会社ヒーローガレージ高橋氏と、日本語Webサイトについて、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「情報ばすと」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・シンポジウムと、開催の詳細が決定していたサイエンス・カフェについては、両イベント情報を掲載したA4判カラーチラシを約30000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の内容については、Ⅲ.Ⅱを参照のこと。Webサイトでも閲覧できる。

3. ニューズレター

ニューズレターは2018年度、2回発行した。7月12日発行の第16号はA4判4ページ、12月19日発行の第17号はA4判6ページの体裁で、いずれも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.Ⅱを参照のこと。Webサイトでも閲覧できる。

4. 2018年度活動報告書

例年通りのスケジュールで、2019年3月15日を締め切りとして、原稿収集を行った。

5. Webサイトの改修

日本語Webサイトについては今年度、全8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、後述の新しい英語Webサイトに合わせる方向で徐々に改修していく必要性が確認された。その他、不明な点などについては、その都度、内情に詳しい小林宏充所員に意見を仰いだ。

自然セWeb英文化プロジェクト（メンバー：松浦壮（代表）、嶋田大輔、墨谷暢子、寺澤悠理、土居志織、相談役：金子洋之、久保田真理、小林宏充）により、海外の機関や研究者に向けて所員とその研究内容を発信することに力点をおいた、新しい英語Webサイトが作成され、2018年4月に公開された。

(志村 正)

一貫教育校との連携委員会

1. 本年度の特記事項

本委員会が昨年度に発足して初めての一貫教育校との連携ワークショップが開催された。例年よりも長い時間を取り、一貫教育校と当センターが連携して具体的に取組んでいく方法、今後の方向性を議論した。今後の活動として、ワークショップと教育効果のある取組の2本立てで行っていくこととなった。ワークショップは少なくとも年1回開催することとし、「理科における基礎的な概念の教授法と実験教材の共有」をテーマとして進めていくこととなった。本委員会が主導して行っていく取組として「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」および「自然科学関係のヴァーチャル博物館の創設」が決まった。

2. 連携委員会の開催

本委員会はできる限り、メール審議としている。今年

度は対面式委員会を1回開催した(2018年8月28日)。

また、「自然科学関係のヴァーチャル博物館の創設」の資金を確保するために、執行部と委員長で話し合いを行った(2019年3月25日)。

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8回 一貫教育校との連携ワークショップ

日時：2018年9月1日(土) 13:00~18:00

場所：日吉キャンパス 第2校舎224教室

テーマ：一貫教育校と大学の連携による自然科学教育・研究の推進について

参加者：24名

(久保田真理)

学際イベント

1) シンポジウム

2018年自然科学研究教育センター・シンポジウム

日時：2018年10月6日（土）13：00～17：30
 場所：日吉キャンパス 第4校舎 J29番教室
 テーマ：昆虫のサイエンス最前線

プログラム：

13：00～13：10

開会挨拶

大石 裕（本塾常任理事・法学部教授）

13：10～13：50

講演1「昆虫の交尾器とその多様な進化」

上村 佳孝（本塾商学部生物学教室准教授）

13：50～14：30

講演2「アリ社会の裏にある「裏切り者の取り締まり」と自己組織化」

辻 和希 氏（琉球大学農学部亜熱帯農林環境科学科教授）

14：45～15：25

講演3「ヒアリをはじめとする外来昆虫類の化学的防除」

五箇 公一 氏（国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター（生態リスク評価・対策研究室）／室長）

15：25～16：05

講演4「昆虫と機械を融合したリビングデバイス」

森島 圭祐 氏（大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻教授）

16：15～16：55

講演5「フタホシコオロギの食料資源化に向けた研究」

三戸 太郎 氏（徳島大学大学院社会産業理工学研究部准教授）

16：55～17：25

総合質疑討論

17：25～17：30

閉会挨拶

金子 洋之（所長・文学部教授）

要旨：

最近2年間のシンポジウムのテーマは、2016年「地震と火山の脅威—その現状と予測—」、2017年「気候変動と日本」である。2016年はシンポジウムの企画中に熊本地震が発生し、2017年には九州北部豪雨が大きな被害を引き起こした。シンポジウムテーマと大きな自然災害が

あたかも同期したかのようであった。2年続きの地球関連テーマから、2018年は生物を題材とする楽しいテーマにしようということで「昆虫のサイエンス最前線」となった。講演等を担当する行事委員会でテーマを出し合い、更にセンター所員からもテーマを募ったあと、所員の投票でそれらを順位付けし、その結果を参考にしつつ行事委員会で最終テーマを決定した。

開催日の10月6日には、講演会の最中に台風25号が日本海を抜けて行った。10月1日夜には強力な台風24号が日本列島を縦断し大きな被害を出したが、その後を追うように発生し、似たコースを進み始めた台風25号の予報図を見る度に、今年のシンポジウムは中止か、などと思わずにはいられなかった。コースとタイミングが少しずれたおかげで事なきを得たが、沖縄と徳島から来られたお2人の講師は予定を早めて上京された。感謝したい。

講演の内容は多彩であった。最初に、本学の上村准教授のイグ・ノーベル生物学賞受賞テーマであるトリカエチャタテや昆虫の性器の話は実に面白かった。聴衆全員にとってさらに強烈でおもしろかったのは、受賞式を欠席して共同研究者と3人でブラジルの洞穴で虫の研究をしながら、授賞式用のビデオを作っていた場面であろう。数秒のスピーチを囁む度にゲラゲラ大笑いしていた3人は、たぶん、人の顔を見るよりも虫の方が好きな人達だろう。会場のほとんどの人が心の中で「いいね」ボタンを押したに違いない。

辻先生は日本のあるアリ社会における裏切り者の取り締まりについて話された。社会の秩序を維持すべきは人間社会も同じだが、このアリ社会ではあつという間に裏切り者をみつけ出しすぐさま処罰するというのは面白い。人間社会では裏切り者を見つけることがまず難しい。裏切ったら特殊な香りを出す薬が開発され、これを組織や国家が強制する、などと想像すると恐ろしい。

外来昆虫の化学防除について講演された五箇先生の話は、ヒアリの話中心とのことだったので、白か黒の絵でそこに黒い線のグラフが書き足されている、そんなイメージを抱いて聴き始めたが、すべてのスライドがカラフルで迫力があり引き込まれた。自然セホームページの要旨に貼り付けてあるアリの写真、いや、絵は、五箇先生自らドローンソフトを駆使し長時間かけて描かれたものだ。私も、花粉をまとったハチがビッドに描かれた名刺を1枚頂いた。

森島先生の昆虫と微小機械の融合でどんな未来デザイ

スができそうかというお話しは迫力があつた。基礎分野の学会発表では、「それが何の役に立つのか」などと質問したら、質問者はバカにされるに違いない。逆に、森島先生の研究分野では、役に立つかどうか分からないなどと答えたら、演者はきっとバカにされるのだろうなと思いつつ話を聞いていた。ゴキブリを使ったハイブリッドロボットが快適な住まい環境づくりのために働くようになるのだろうか。CPUやセンサーやアンテナを背負った虫が家の中を歩き回る図は少々気持ち悪いのであるが。

最後に、徳島大の三戸先生からは、フタホシコオロギを食用にする話を伺った。要旨とともに自然セのホームページに掲載された写真はコオロギ粉末を混ぜて作ったパンである。絵だけ見ると普通のパンだろう、という程

度に拝見したが、公演中、素揚げのコオロギは美味しかったという先生の話は淡々としながらもこちらをその気にさせてくれた。お酒のつまみとしては小エビの素揚げに匹敵するか、もっと美味しいかも知れないという気分になってきた。

以上は本筋からは外れた講演の概略説明であるが、さらなる詳細については各講演報告をお読みいただきたい。遠くからはるばるお越し頂いた外部の4人の先生方には心からお礼を申し上げたい。台風の直撃を免れてほっとした、やっぱり生物がらみの講演会はカラフルで目に訴える物があって楽しかった、この2つが今回のシンポで受けたとてもおおざっぱな感想であった。

(古野 泰二)

講演 1

13:10~13:50

「昆虫の交尾器とその多様な進化」

上村 佳孝 (本塾商学部生物学教室准教授)

最初の講演では前年のイグ・ノーベル賞受賞研究であるメスが「ペニス」を持つ昆虫の話を中心に、受賞者の一人である商学部の上村氏が昆虫の交尾器進化に関する研究紹介を行った。昆虫の交尾器はその進化速度が速く、多様性に富むことが知られている。これには有性生殖をめぐる性的対立が深い関わりを持つと考えられている。オスの配偶子である精子は小さいため、オス個体は多数の精子を作ることができる。そのため、多くのメスと交尾することができれば、より多くの子孫を残すことが可能になる。その結果、メスを巡るオス間の競争が生じて、メスを保持したりメスの交尾器を傷つけることで他のオスと交尾する機会を減らすような交尾器（ペニス）形態の進化が起きる。一方、メスの配偶子である卵は大型の細胞であるため少数の子孫しか残すことができない。そのため、オスを独占するような性質は発達せず、オスの交尾しても傷つかないような交尾器の形やオスを慎重に選択するような性質の進化が起きたと考えられる。

講演の前半ではオスのペニスの進化を示す例として、長いペニスを持つハサミムシに関する研究成果が紹介された。ハサミムシのオスはペニスを使って自分より前に交尾した個体の精子をメスの受精嚢から除去する性質を持つ。そのため、ペニスが長くなることで精子の掻出し効率が高まるような進化が進んだと考えられる。一方、メスでは受精嚢が長くなり、精子の掻出し効率を落とすことで子の遺伝的多様性を高めるような進化が進んだ。長いペニスは交尾中に損傷して交尾不能になる危険も高いため、この雌雄間の競争は長いペニスによる利益と損



写真 1 上村 佳孝

傷による損害のバランスで適当なところで落ち着くことになる。このグループではオスがペニスを2本持つため損傷により損害が軽減され、極端に長いペニスと受精嚢を持つようになったと考えられる。

一方、メスがペニス様の交尾器を持つことで話題となったトリカエチャタテではどのようなことが起きたと考えられるのだろうか。トリカエチャタテは餌の乏しい乾燥した洞窟で生活している。また、交尾時に雄がメスに栄養分のプレゼントを与える性質を持つ。このような状況下では栄養分の獲得が制限要因となるため、オスは他の多くの昆虫とは異なり多くのメスと交尾することができない。一方で、メスは多くのオスと交尾して栄養分のプレゼントをもらうことにより、より多くの卵を産むことが可能になる。その結果、オスを巡るメス間の競争が生まれ、射精するまでオスを逃さず保持することができるペニス様の交尾器が発達したのではないかと考えられる。

私たちはオスがペニスを持つのは当然と考えたり、反対にペニスを持つものがオスであると考えたりしがちだが、この講演を通してなぜ一般的にオスがペニスを持つのか、その理由について改めて認識することができた。

(倉石 立)

講演2

13:50~14:30

「アリ社会の裏にある「裏切り者の取り締まり」と自己組織化」

辻 和希 氏（琉球大学農学部亜熱帯農林環境科学科教授）

日本では進化生物学の基本概念に対するリテラシーが一般に低いと、そのあたりの解説から話していただくよう、あらかじめお願いしていた。本講演では、まず「進化生物学のスター生物」としてのアリが紹介された。自分では子供を作らない働きアリの存在は、ダーウィン以来の自然選択理論上の難問だったからである。このようなアリの利他行動も『種の利益』でなく種内競争で理解できるという現代進化生物学のスタンダードな考えが解説された。血縁選択説や利己的遺伝子説などと呼ばれる考えである。

辻氏はこの血縁選択説では一見うまく説明できそうにない現象に注目した。働きアリは姉妹である他の働きアリの利己的な産卵行動を互いに監視しているが、日本のトゲオオハリアリではこの監視行動が血縁選択説の直感的予測と矛盾し、近親者の繁殖をことさらに妨害しているように見える。しかし、血縁選択理論に生活史戦略という考えを導入することにより、監視行動の発現パターンが正確に予測できることが理論とデータで示された。

上記のようなアリの行動の背後には、暗闇にもかかわ



写真2 辻 和希 氏

らず社会の大きさ（仲間の働きアリの数）を「知る」ことができるという、アリの不思議な能力がある。その仕組みは未解明であったが、アリは個体自身が出くわす状況に対して単純なルールに従って反応しているだけにもかかわらず、巣全体を俯瞰しているかのように振る舞うという自律分散制御と自己組織化がそれであることが示された。

誰でも知っている身近な生物のアリだが、その社会を知ることは難しい。本講演では、論文で使用するような数式をなるべく使わず、言葉だけで説明してほしいという無茶振りに対して、最大限に対応していただき、短い時間ではあったが、進化生物学がいかに面白く難しいかがよく伝わる名講演であった。

（鈴木 忠）

講演3

14:45~15:25

「ヒアリをはじめとする外来昆虫類の化学的防除」

五箇 公一 氏（国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター（生態リスク評価・対策研究室）／室長）

昨年（2017年）6月にヒアリが神戸港で国内初確認された。このアリは強い毒性をもつ。原産は南米中部であるが、米国、中国、オーストラリアまで生息域を広げている。レイチェル・カーソンは『沈黙の春』（1962年）で殺虫剤の使用が野生生物へ悪影響を与えるとして警鐘を鳴らした。しかし、その一方でヒアリによる人的被害は過小評価した。そのようなことも一つの要因となり初期対応がうまく行かず、米国にヒアリが定着してしまった。昨年来、日本では中国からの貨物船で運ばれたコンテナにヒアリが次々と見つかっている。このような状況を踏まえてヒアリの定着を防ぐ対策が急がれる。

講演では、まず「生物多様性」がなぜ大切なのか、という話から始まった。その多様性は、「景観<生態系<種<遺伝子」という階層構造をもち、その国や地域なら



写真3 五箇 公一 氏

では独自の生態系があり、そして異質性が生じている。この多様性を脅かす要因の一つが外来生物である。これは、ヒトの手によって本来の生息地から別の土地へ運びこまれたものをさす。その例として、オオクチバスやフィリマングース（1910年にハブ対策用として沖縄へ導入されたがあまり効果はなく、逆に増えすぎてヤンバルクイナなどの減少を招いた）、ウシガエル（1918年に食用として導入）、アメリカザリガニ（ウシガエルの餌用として導入）、アライグマ（テレビアニメ「あらいぐまラスカル」の影響でペットとして飼育）などがある。

このような侵入生物の地球規模の拡散によって、生物多様性が危うくなっている。日本では、2005年に「外来生物法」が制定され、規制などの対策がとられている。オオクチバスやアライグマについては、効率よく捕獲して物理的に駆除する方法が開発されている。

昆虫の外来種としては、アルゼンチンアリ（南米原産）が1993年に広島、そして2007年に神奈川で発見された。これを地域毎に消滅させるべく、標的の地区のアルゼンチンアリの分布境界線に5～10mメッシュでベイト剤（毒餌）を設置し、その効果を追跡した。そして、アルゼンチンアリの駆除すると、在来種のアリの数が回復することが確かめられた。この駆除の地域を次第に広げていき、日本からのアルゼンチンアリの退治完了は2020年を目標にしているとのことであった。ヒアリについては、今年（2018年）4月に対策を協議し、中国側に出国前のすべてのコンテナにベイト剤を入れる方式を提案したが、「中国にヒアリはいない」と断られたという（中国の一带一路構想に不利になるため認めないものと推定される）。とにかく、水際の対策としては、ヒアリかどうか早く見分ける手段が必要である。このため、DNA情報にもとづく迅速な同定法を国立環境研究所が

開発した。この検査キットを今年（2018年）秋から無償で配布する予定とのこと。もし、ヒアリが侵入してきたとしても、巣をかく乱せずに（それでは地下で女王アリが逃げってしまうので）、ワーカー（つまり働きアリ）の行動半径を特定し、巣をベイト剤で囲む方法をとるべきである、とのこと。この他、昆虫の外来種として問題になっているものとしては、クビアカツヤカミキリ（桜の木を食い荒らす）、カジリアリ（名古屋）、ツマアカスズメバチ（対馬）などの例がある。

講演の際に、話すスピードが通常の人より二倍速であった。講演の内容が盛りだくさんにも関わらず、持ち時間が短くて申し訳ないと思っていたら、五箇先生のいつも通りのトーク調だということが後からわかった。ヒアリの脅威は昨年と今年（2018年）とで状況は変わっていないし、アメリカでも現在はヒアリに対して駆除剤は使っているとのこと。また、五箇先生は一般の人の関心を引いて普及啓発につなげるために、昆虫のグラフィックスをAdobeのイラストレーターを使って、自分で作画しているとのことであった。

（大場 茂）

講演4

15:25～16:05

「昆虫と機械を融合したリビングデバイス」

森島 圭祐 氏（大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻教授）

森島教授が提唱するLiveMechX（ライブメックス）とは、生命と機械を融合したウェットロボットの創製を目指す構想のことである。もう少し分かり易く言うと、「ロボット学、ナノテクノロジー、微小生物」を融合して、小さなハイブリッドロボットを開発しようというものである。微小生物としては、多彩で高度な機能をもつ昆虫が有望である。昆虫が体内にもつ化学エネルギーを使い、昆虫の筋肉などを利用したトランスデューサーを作り、自己組織化や自己修復までも行うウェットなロボットの開発を目指すものである。

例えば、心筋細胞を集めると自己集合し、化学エネルギーを利用して同期的に収縮を始める。これとマイクロ流路デバイスを組み合わせればマイクロポンプが構築出来る。昆虫の細胞系では血液の循環は開放血管系であるため、昆虫細胞を利用したデバイスを作る場合は毛細血管系の構築が必要ないと考えられ、これは大きな利点となり得る。今流行の3Dプリンティング（正式にはAdditive Manufacturing（付加製造技術）と称することになった）の技術を応用すれば、細胞を3次元的に積み上げて機能する構造体を作ることが可能になるかもしれない。これを利用して、筋収縮の運動を模型の足に伝えることが可能になれば、生物に寄生するマイクロシステム



写真4 森島 圭祐 氏

を作り、生体機能や感覚機能を高機能化することが可能になるかも知れない。生体物質ではないが、カーボンナノコイル（カーボンナノチューブが螺旋を巻いていると思えばよい）に磁性物質をコートして細胞に注入し、これを外部磁場によって制御して細胞内を泳ぎ回らせることが可能である。昆虫の体液は化学エネルギー源であるから、これを燃料電池として電気エネルギーに変換出来るはずである。消費電力がマイクロワットのCPUやセンサーを開発し、これを昆虫に組み込んだ自律分散型のセンサーネットワークを創製できれば、ロボットとしての外部制御と生体ならではの本能を併せ持つウェットロボットができあがる。一般の人が忌み嫌うゴキブリにこの役を持たせることに成功したと想像してみよう。背中にミクロな無線センサーやアンテナを背負ったゴキブリが一日中家の中を這い回り、われわれ人間が快適に暮らせるように住まいの環境維持のために働いているのである。が、最低限、寝ている人間の顔の上にあがってこな

いようにプログラムしてほしい。

科学の進歩は常に、そしてまたどの分野でもそうであるが、すばらしい夢があると同時によくよく考えると怖い側面をもっている。気持ち悪いが役に立つ、はしぶし

ぶ歓迎であるが、いつかは人間を裏切ることのないよう願う。

(古野 泰二)

講演5

16:15~16:55

「フタホシコオロギの食料資源化に向けた研究」

三戸 太郎 氏 (徳島大学大学院社会産業理工学研究部准教授)

世界人口は2050年までに100億人に達すると予測されている。今後、24億人分の食糧不足が予想される中、期待されるのが昆虫食である。

昆虫は高タンパク質で、牛、豚、鳥の畜産に比べて、飼育の際に飼料や土地が少なく、温室効果ガスの排出も少ない。また、必要な水の量も少なく、将来起きると予測される水問題にも対応できる。第4の畜産として、世界の政府が後押しし、様々なベンチャー企業が参入する、急成長分野なのである。

飼育に適した昆虫の条件として、①安定に生産できる、②世代時間が短い、③雑食、④心理的抵抗感が少ない、⑤不味くない、などが挙げられるが、三戸先生の研究対象としてきたフタホシコオロギはまさにうってつけである。

講演では、徳島大学のプロジェクトとして推進されている、フタホシコオロギの新しい飼育方法が紹介され



写真5 三戸 太郎 氏

た。ユニット型の飼育器で1か月に320/350匹の回収効率がある。効率化の面ではだいぶ良くなってきているが、価格競争、機能性の追加など、課題は依然として多く、品種改良にも取り組んでいるところであるという。クラウドファンディングを利用した研究資金の調達など、まだまだ萌芽的で大変だと思うが、ぜひとも世界をけん引する存在になっていって欲しいと思う。将来、1家に1台、コオロギの飼育器が置かれる日が来るかもしれない。個人的にはコオロギパウダーよりも、先生ご推奨の素揚げを食べてみたいと思った。

(杉本 憲彦)

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：河野

各演者の講演がそれぞれに興味深く、またフロアからの質問も出るなど、ここまで大いに盛り上がった感の講演会であったが、最後は講演者全員が登壇して質疑討論となった。5題の盛りだくさんな講演の後でもあり、予定したより時間も遅くなっていたが、最後まで関心を持ってやり取りに聞き入る聴衆も少なからず残っていたことが印象的である。

フロアからもまだ質問がいろいろあろうとは思いつつ、まずは講演者同士で質問があれば、とのことでセッションをスタートしてみたところ、辻さんから三戸さんに対する質問に続き、森島さんから皆さんに対して「いかにして研究の面白さや重要性を伝えればよいのか?」という問いかけがあった。これに対して、五箇さんから、講演では話しきれなかった部分のスライドを交え



写真6 講演者全員

て、結局のところいかに多くの人に知ってもらうかが重要で、それにはご自身はテレビという媒体や有名人などの接点を積極的に活用している、との回答があった。同じ昆虫を対象にしているとは言えかなり方向性の異なる研究を実施しておられる講演者同士らしい、有意義なやり取りになったように思う。

その後はフロアからも質問を受けたところ、五箇さん、三戸さんに対する質問が続き、実用的な研究に関心

が集まる傾向が感じられた。フロアからの質問がだいたいで出尽くしたところで、司会からまたいくつか質問を投げかけた。研究対象としての昆虫の有用性は、ともかく数が多いということがあるだろうが、ほかにもあるだろうか？との問いかけに対して、上村さんは数が多いのももちろん、それによる多様性の高さというのがさらに重要である、とのことであった。生物多様性の王者とも言うべき昆虫に学ぶところはまだまだあるのであろう。

最後に講演者全員に対して「もともと昆虫少年だったのか？」との問いかけをしてみたところ、少しずつタイプは異なるにしても全員がやはり何かしらの昆虫好きであったとのこと。好きこそ物の上手なれ、である。5人の講演者のそれぞれにユニークな研究は、昆虫に対する情熱に同じように裏打ちされているのだな、と納得させられて、講演会は終幕となった。

(河野 礼子)

第8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：2018年12月1日（土）13：00～17：30

会場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎2階中会議室

参加人数：21名：塾関係者4名、塾外者17名

プログラム

第1部 13：00～14：35

開会の挨拶

小林 宏充（プロジェクト代表、慶應義塾大学）

研究成果発表 13：05～15：00

小学校におけるインターネット望遠鏡を活用した天文学習

松本 榮次（神戸大学大学院）

日影曲線

日高 正貴（愛知県立明和高校）

山形県立鶴岡南高校の観測一視差を利用した月までの距離の測定

山本 裕樹（東北公益文化大学）

宮城教育大学の取り組み

高田 淑子（宮城教育大学）

休憩 15：00～15：20

休憩時間を利用して太陽スペクトルの観測体験会が開催された

近藤 弘之（五藤テレスコープ）

第2部 15：20～17：30

プロジェクトの活動報告 15：20～17：30

「世界一行きたい科学広場in東海大学湘南キャンパス」の報告

櫛田 淳子（東海大学）

「青少年のための科学の祭典2018鹿児島大会」の出席

中西 博之（鹿児島大学）

「青少年のための科学の祭典2018全国大会」の出展報告

戸田 晃一（富山県立大学）

クラウドファンディングと「青少年のための科学の祭典2018名古屋大会」の報告

表 實（慶應義塾大学名誉教授）

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

シンポジウム前半は、小林宏充プロジェクト代表の開会の挨拶に続いて、松本榮次氏（神戸大学大学院）・日高正貴氏（愛知県立明和高校）・山本裕樹氏（東北公益文科大学）・高田淑子氏（宮城教育大学）の順で、それぞれの大学・高校・小学校でなされた興味深い活動報告が行われた。なお、プログラムの順では山本氏の報告が最初に予定されていたが、交通の都合により開会時間に間に合わなかったため、次に予定されていた松本氏から順に繰り上げ、日高氏の報告が終了したところで会場に到着した山本氏の報告を挟んでプログラムが進行した。

2部では、櫛田氏（東海大学）・中西氏（鹿児島大学）・戸田氏（富山県立大学）・表氏（慶應義塾大学）による活動報告がなされ、最後に五藤氏（五藤光学研究所）による閉会の挨拶がありシンポジウムが終了した。

13：00から途中20分の休憩時間を挟んで4時間余りの長時間にわたるシンポジウムであったが、各研究成果発表および活動報告に対して活発な討論・質問と応答が交わされて有意義な会となった。

前半と後半の間に設けられた休憩時間を利用して、希望者に対するトレーニングモードを利用したインターネット望遠鏡による天体観測の仮想体験と、プログラムにはなかった太陽のスペクトル観測の実演が、来往舎正面前の屋外で近藤氏（五藤光学研究所）によって行われ、シンポジウム参加者の多くがこの実演に参加した。また、プログラムに追加してその最後にスペクトルを取るための分光器に関する紹介が近藤氏によってなされた。

シンポジウムの詳細は、慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクトホームページ (<http://www.kitp.org/>) に載せてあるので、そちらを参照されたい。

(小林 宏充)

2) 2018年度自然科学研究教育センター講演会

第42回講演会

日時：2018年4月21日（土）13：00～14：30
 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：柳澤 和道 氏（高知大学理工学部附属水熱化学実験所教授）
 題目：地球を救う魔法の水—水熱反応を利用した機能性材料の合成から廃棄物の処理・処分・有効利用まで—



水熱反応とは、一般には100℃以上、1気圧以上の高温高压の水が関与する反応として定義されている。講演では、まず身近な水熱反応の例が紹介された。例えば、圧力鍋による調理である。圧力鍋を利用すると、鍋の中に圧力が発生すると同時に液体の水の温度は100℃よりも高くなり、調理時間は大幅に短縮される。液体の水の温度がさらに高くなると、有機物は容易に分解されるため、水熱反応は有害有機物や有機系廃棄物の無害化、分解にも応用されている。また、地下深部にある高温高压の水は多量の鉱物成分を溶解し、その水が地上に近づき温度・圧力が低下すると、溶解度が減少するために様々な鉱物が析出する。この状態を研究室内で再現することにより、鉱物を人工的に合成することができる。鉱物中

には工学的に有用な機能を有する物質も多数存在することから、水熱反応は機能性材料の合成にも広く利用されている。機能性材料の開発例として、水晶の単結晶育成、ケイ酸カルシウム系建築材料の生産、各種セラミックス微結晶の形状制御、圧力センサー用カルサイト（炭酸カルシウム）結晶育成が紹介された。さらに、ガラス瓶のリサイクル技術としてガラス発泡体の新規な作製方法などが紹介され、水熱反応が材料科学的プロセスとしても魅力的であることが紹介された。講演中には、水晶の単結晶やガラス発泡体の実物などが聴講者に回覧され、終了予定時刻の14時30分まで多方面にわたる質疑応答が続いた。参加者人数は22名であった。

（井奥 洪二）

第43回講演会

日時：2018年10月25日（木）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：西成 活裕 氏（東京大学先端科学技術研究センター教授）
 題目：渋滞のサイエンスと渋滞解消法



渋滞が好きな人は誰もいないだろう。例えば、車の渋滞の経済損失は12兆円と試算されている。また、単に渋滞と言っても、車だけでなく、人、流通なども渋滞し、その応用範囲は多岐にわたる。この渋滞現象について、分野を超えて数理学で考える学問、それが「渋滞学」である。今回ご講演いただいたのは、この「渋滞学」の提唱者、西成活裕先生である。

渋滞の基本理論である「待ち行列理論」は、約100年前に電話の交換器の混雑から確立された。ここで大事なものは、インとアウトのバランスである。しかし、実際の渋滞では、車や人が体積を持つため、空いた空間を瞬時に詰めることができない。この効果を取り入れたのが、1993年に提唱されたASEP（Asymmetrical Simple Exclu-

sion Process, 非対称単純排除）モデルである。セルオートマトンを利用したこの理論により、車の台数が増えると、相転移によって渋滞が発生することが予見できる。西成先生の努力によって、中学一年生の教科書にも、この理論が紹介されているとのこと。

それでは、実際の交通渋滞はどのように理解できるであろうか。高速道路では、2 km毎に平均速度 v と交通密度 ρ を常に測っている。ここから流量 $Q = \rho v$ を計算し、交通密度との関係をグラフにすると、渋滞が可視化できることがわかった。1 kmで25台の密度以上（平均時速70 km, 車間距離40 m）になると、渋滞が発生する

のである。まさにモデルで見られた相転移現象である。では、どうすれば渋滞を防げるだろうか。ヒントはアリにあった。アリは渋滞しない。それは間を詰めないからである。渋滞の緩和には「急がば回れ」、すなわちゆっくり走って車間を詰めないことが大事なのである。アリは2億年生きている。たった20万年しか生きていない私たちより、よっぽど賢いのである。自然から学ぶことは多い。

講演では、渋滞の実証実験や解消実験、人の混雑のあつと驚く解消法まで、たくさんの興味深い映像をお見せいただいた。西成先生の研究を楽しむ姿とたくみな話術に、聴衆は引き込まれ続けていた。今回は学生さんの聴講者も多く、講演後には活発な質疑応答が行われ、時間が足りないくらいであった。参加者は42名、非常に充実した講演会であったと思う。

(杉本 憲彦)

第44回講演会

日時：2018年12月3日（月）16：30～18：00

場所：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

講演者：高鳥 直士 氏（首都大学東京大学院理学研究科生命科学専攻准教授）

題目：中胚葉と内胚葉運命を分離する機構の解析

首都大学東京理学部の准教授であられる高鳥直士氏を講師に迎え、表記タイトルのもと講演会を開催した。高鳥氏は、京都大学理学部の動物発生学教室を出られており、系統進化的に脊椎動物の祖と位置づけられるマボヤを用いた研究に従事されてきた。

高鳥氏の研究テーマは、発生生物学の中心課題のひとつである。今回、マボヤを用いて行われてきた御自身の研究データを紹介いただきながら、細胞分化における最先端の研究の現場に誘われている気がした。何とも濃密な時間であった。具体的には、本講演では、内胚葉と中胚葉が分かれる源泉で何が生じているか明らかにされた業績を中心に、それ以後のホットな研究成果についても話された。その内容を要約すると、(1) 発生初期に細胞数が増えて行く過程で、内胚葉と中胚葉に分離する位置の細胞がNot mRNAを含有するか否かが両胚葉分化の鍵となること、(2) この時期より前に、源泉の細胞の内部には、PI3Kタンパク質が偏向配置して、分裂後のNot mRNAの発現を制御すること、(3) 此処には細胞膜成分と密接に関わる核移動が必須の出来事であることなどを解説された。総じて、高度な実験技術を駆使さ



れて導き出された成果であることだけでなく、真実を突き止めるために緻密な実験計画を立てられて突き進んでこられた姿にも大変感心させられた。なお、基礎学問領域からの専門的な研究の講演となるため、できる限り一般聴衆者に興味を喚起し、講演を展開して頂けるように事前をお願いした。これに答えていただく形で、発生生物学の歴史の一端を紐とかけ、19世紀の発生生物学者 Wilhelm Ruxの決意として、観察と仮説の立ち上げ、実証作業に立脚していることも紹介された。高鳥氏の研究内容は、国際的にも非常に高く評価されており、近い将来教科書にも載る内容であることが予測される。ただ、本講演会の参加者は23名と少なめであった。慶應大学内で基礎学問に対する興味が少ないことを反映しているのかもしれない。私たちヒトに還元される研究ばかりでなく、自然科学系の基礎学問の面白さも甘受して欲しいと考える。

(金子 洋之)

3) サイエンス・メルティング・ポット

* 「メルティング・ポット」とは、多種多様な民族が混在して暮らしている都市において、多文化が互いに入り混じって溶けあい、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研究交流会により、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13回サイエンス・メルティング・ポット

日 時：2018年7月19日（木）16：00～17：30

場 所：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

プログラム：

（講演30分、質疑応答15分）× 2

司 会：堀田 耕司（所員・理工学部生命情報学科専任
講師）

（1）16：00～16：45

演 題：ヒトデ幼生における免疫システムとその起源

講 師：古川 亮平（所員・文学部助教、生物学）

（2）16：45～17：30

演 題：トポロジカルソリトンがつなぐ量子論の摂動・非摂動関係

講 師：藤森 俊明（所員・商学部助教、物理学）

講演要旨 1

「ヒトデ幼生における免疫システムとその起源」

古川 亮平（所員・文学部助教、生物学）

系統進化的に我々脊椎動物に繋がる新口動物の基部に位置するヒトデの幼生は、メチニコフによる貪食作用の発見により細胞性免疫学の扉を開いた記念碑的な動物である。私が研究材料として用いているイトマキヒトデの幼生は、透明でシンプルな体制を持ち、その免疫システムは間充織細胞と呼ばれる 1 種類の細胞種によって構築されている。そのため、系統進化的視点に立脚した免疫細胞の機能解析に非常に適した材料である。私はヒトデ幼生を用いて、主に、異物存在領域への免疫細胞のリクルートシステムと、自己・非自己認識システムの進化に興味を持って研究を進めている。

免疫細胞のリクルートは炎症反応や関連疾患の発症において重要なステップであるが、その基本原理と進化についての洞察を与えてくれるはずの無脊椎動物において、分子メカニズムは驚くほど分かっていない。本講演



の前半では、我々のこれまでの研究から明らかになりつつある、マクロファージ遊走阻止因子を中心とした免疫細胞の新しいリクルートシステムについて、未発表データを含めて紹介した。

後半では、間充織細胞による自己・非自己認識戦略を紹介した。これを受けて、免疫システムの起源について考察し、免疫システムが本質的に抱えるリスクとしてしばしば問題になる自己攻撃性を、原始的な生き物がどのように回避してきたのかについて議論した。

講演要旨2

「トポロジカルソリトンがつなぐ量子論の摂動・非摂動関係」

藤森 俊明（所員・商学部助教、物理学）

理論物理学における一つの典型的な問題の形として「興味のある物理系において、どのような現象が起こるかを基礎方程式などを解析して調べる」というものがある。ただし多くの研究者が興味を持つ問題は、物理系内の相互作用のために、方程式などが複雑で難解になっている「簡単には解けない問題」である。

そのような問題に対する常套手段として摂動論がある。摂動論では、相互作用の強さを表すパラメータ「結合定数」に関してテイラー展開を用いた近似を行い、その結果として様々な物理量（例えばエネルギーなど）が結合定数の冪級数として得られる。

安直には、近似を高めて逐次的に冪級数の各項を求めていけば厳密な「正しい結果」に近づいていくと思えるが、実際にはそう上手くは行かない。問題は、そのような「摂動級数」は、多くの場合、収束しない発散する無限級数となることである。典型的には、 $1! + 2! + 3! +$



…といったような自然数の階乗の足し上げていくような強烈に発散する無限和がよく現れる。実はこれは、摂動論には見逃しがあって、非自明な「トポロジー」と深く関連する「非摂動効果」を取り入れる必要があることのサインである。

いわゆる「リサージェンス理論」によれば、「摂動部分」と「非摂動効果」の間には非自明な関係がある。講演では、上記のような一見して全く意味を成さないような発散級数が却って「正しい結果」を得るための鍵となるということについて話した。

第14回サイエンス・メルティング・ポット

日時：2019年1月25日（金）13：00～14：30

場所：日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

プログラム：

（講演30分、質疑応答15分）× 2

司会：藤森 俊明（所員・商学部助教、物理学）

（2）13：45～14：30

演題：タンパク質や細胞の固体基板表面への生固定

講師：古野 泰二（所員・医学部教授、物理学）

（1）13：00～13：45

演題：藻類細胞における細胞と葉緑体の分裂の協調と進化

講師：墨谷 暢子（所員・商学部助教、生物学）

講演要旨1

「藻類細胞における細胞と葉緑体の分裂の協調と進化」

墨谷 暢子（所員・商学部助教、生物学）

葉緑体はシアノバクテリアの細胞内共生によって誕生した。共生の過程では一度獲得した葉緑体を失わないため細胞分裂と葉緑体分裂を協調する機構が必要であったと推測される。多くの単細胞藻の1細胞あたりの葉緑体は現在でも1～数個であることから、単細胞藻における細胞分裂と葉緑体分裂の協調機構を理解することは葉緑体獲得の過程で確立された機構を理解することに繋が



る。これまでに単細胞藻では、細胞周期のS期特異的に葉緑体分裂装置が作られることにより葉緑体の分裂開始を細胞が制御することが示されていた。これに加えて単細胞紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* において時期特異的に葉緑体分裂を阻害した実験により、葉緑体分裂開始が細胞周期のM期中期以降への進行を許可する機構があることが明らかとなった。同様の機構は、より原始的な特徴をもった葉緑体を保有する灰色藻の *Cyanophora para-*

doxa においても観察された。一方で1細胞あたり2つの葉緑体をもつ灰色藻の *Cyanophora suda* では葉緑体分裂の進行を確認せずに細胞周期が進行しうることがわかった。以上のことは細胞分裂と葉緑体分裂の協調機構のうち葉緑体分裂開始が細胞分裂の進行を許可する機構については、真核藻類が葉緑体を獲得してまもない時期に確立したが、必ずしも全ての単細胞藻に備わっているわけではないことを示す。

講演要旨2

「タンパク質や細胞の固体基板表面への生固定」

古野 泰二 (所員・医学部教授、物理学)

おもにシリコンウエハを基板として、その表面にタンパク質の稠密パッキングあるいは2次元結晶を固定 (immobilize) する方法について研究してきた。最近では、赤血球の固定について研究を始めたので、簡単ではあるがその結果についても紹介する。

タンパク質を基板に固定するには、気液界面にタンパク質の薄膜を生成し、これを疎水化したシリコンウエハに転写する手法を用いた。転写したタンパク質単分子膜の構造解析には電子顕微鏡および原子間力顕微鏡を用いた。

以下の順で研究結果を紹介したい。①合成ポリペプチド単分子膜への吸着を利用した2次元結晶化、②基板表面の滑らかさとタンパク質単分子膜の構造の乱れの関係、③気液界面に直接展開したタンパク質の界面変性、



④ビオチン-アビジン反応を利用したビオチン化タンパク質の稠密固定、⑤ビオチン-アビジン反応を利用したビオチン化赤血球の稠密固定とパターンニング。

本研究の目的は、基礎的にはタンパク質2次元結晶による構造解析、応用的にはプロテインチップなどデバイス作製のための基盤技術の開発である。いっぽう、赤血球(細胞)の固体表面への稠密固定は医学や生物学の分野で役立つと考えられる。

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・フェロウ准教授）、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・准教授）、木村太郎 所員（経済学部・助教）、藤森俊明 所員（商学部・助教）

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）、Sven Bjarke Gudnason（スヴェン・ビヤルケ・グドナソン）、後藤裕平、倉知昌史、加堂大輔、Giacomo Marmorini（ジャコモ・マルモリーニ）、大橋圭介、正木祐輔、高橋大介、Vincenzo Vitagliano（ヴィタリアノ・ヴィンチャンツォ）、横倉諒、Gergely Peter Fejos（ゲルケイ・ピーター・フェヨシュ）、川村淳一郎、宮本朋和、伊藤悦子、安井繁宏、Pablo Morales（パブロ・モラレス）

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、2018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、2018年4月と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 (April and October, 2018)

Date	Speakers
Apr 9	S. Gudnason, G. Fejos, J. Kawamura,
Apr 25	Y. Masaki, S. Yasui, R. Yokokura
Oct 10	E. Itou, P. Morales

通常セミナー

Date	March 6 (Wed) 2019, 15:00 - 17:00
Speaker	Ilya Perapechka (Belarusian State University)
Title	Spinning gravitating solitons and black holes in nonlinear sigma-model and Skyrme model

Date	February 28 (Mon) 2019, 14:00 - 15:30
Speaker	Jose M. Queiruga (KIT)
Title	BPS soliton-impurity models and supersymmetry

Date	February 25 (Mon) 2019, 13:30 - 15:00
Speaker	Yuki Nagai (Japan Atomic Energy Agency)
Title	Bulk Fermi arcs in heavy fermion systems

Date	February 4 (Mon) & 5 (Tue) 2019, 10:30 - 12:00
Speaker	Olindo Corradini (INFN Bologna & University of Modena)
Title	Quantum Field Theory in the Worldline Approach

Date	January 16 (Wed) 14:30-17:00 & 17 (Thu) 2019, 15:30 - 17:00
Speaker	Yuya Tanizaki (RBRC)
Title	Generalization of Haldane conjecture to SU(N) spin chains; Constraints on possible dynamics of QCD by symmetry and anomaly; Quark-hadron continuity with emergent higher-form symmetries

Date	January 7 (Mon) 2019, 15:00 - 16:00
Speaker	Zao Huang (Univ. of Houston)
Title	Massless Higgs Mode in Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov State
Date	November 28 (Wed) 2018, 15:00 - 17:00
Speaker	Zsolt Szep (MTA-ELTE Theoretical Physics Research Group, Hungarian Academy of Sciences)
Title	Thermodynamics of the $O(4)$ model from the Phi-derivable approximation
Date	November 26 (Mon) 2018, 13:30 - 17:00
Speaker	Chang-Tse Hsieh (Kavli IPMU, Univ. Tokyo)
Title	Discrete gauge anomalies revisited
Date	November 5 (Mon) 2018, 15:00 - 16:00
Speaker	Tomokazu Miyamoto (Yokohama National University, Keio University)
Title	A hyperspherical approach to hybrid meson candidates
Date	October 31 (Wed) 2018, 15:00 - 17:00
Speaker	Yu Hamada (Kyoto University)
Title	Gauge invariant regularization for perturbative chiral gauge theory
Date	October 17 (Wed) 2018, 15:00 - 17:00
Speaker	Masahide Yamaguchi (Titech)
Title	Ghost free system with bosons and fermions
Date	October 15 (Mon) 2018, 15:00 - 17:00
Speaker	Hosho Katsura (Univ. Tokyo)
Title	Z2 invariant for topological magnon insulators
Date	September 26 (Wed) 2018, 15:00 - 16:30
Speaker	Martin Speight (Univ. Leeds)
Title	The geometry of the space of vortex-antivortex pairs
Date	August 2 (Thu) 2018, 13:30 - 15:00
Speaker	Jaakko Nissinen (Aalto University)
Title	Phase transition from Weyl to node-line superfluid: Antispacetime and novel effective electrodynamics

Date	July 26 (Thu) 2018, 14:00 - 15:30
Speaker	Stefano Ansoldi (U. Udine and INFN Trieste)
Title	Wormhole Tunneling Spacetimes
Date	July 11 (Wed) 2018, 14:00 - 17:00
Speaker	Yoshimasa Hidaka (RIKEN)
Title	Introduction to generalized global symmetries
Date	June 21 (Thu) 2018, 10:45 - 12:00
Speaker	K. Uzawa (Kwansei Gakuin University, Osaka)
Title	No-Go theorems for ekpyrosis from ten-dimensional supergravity
Date	June 11 (Mon) 2018, 15:00 - 16:30
Speaker	Motoi Tachibana (Saga University)
Title	Continuity of vortices from the hadronic to the color-flavor locked phase in dense matter
Date	June 6 (Wed) 2018, 13:00 - 18:00
Speaker	Tomoki Ozawa (RIKEN)
Title	Introduction to Topological Photonics
Date	May 30 (Wed) 2018, 15:00 - 18:00
Speaker	Kazuyuki Sekizawa (Niigata University)
Title	Topological excitations in superfluid fermionic systems: from cold atoms through atomic nuclei to neutron stars
Date	May 28 (Mon) 2018, 15:00 - 18:00
Speaker	Kazuyuki Sekizawa (Niigata University)
Title	Topological excitations in superfluid fermionic systems: from cold atoms through atomic nuclei to neutron stars
Date	May 23 (Wed) 2018, 15:00 - 17:00
Speaker	Takashi Hiramatsu (Rikkyo University)
Title	Gravitational wave cosmology and role of topological objects
Date	May 21 (Mon) 2018, 15:00 - 16:30
Speaker	Eugene Kogan (Bar-Iran U)
Title	Poor man's scaling: anisotropic Kondo and Coqblin-Schrieffer models

Date	April 9 (Mon) 2018, 16:30 - 18:00
Speaker	Chris Halcrow (IMPCAS)
Title	Unbinding Skyrmions

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。

Keio QFT workshop 2018 —Avenues of Quantum Field Theory in Curved Spacetime 2018 Program —	
Venue	Building “Raiosha”, Big Conference Room, Keio University, Hiyoshi
Date	July 27 & 28, 2017

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・数理物理学の視座から新たな光をあて、所期の問題意識である上記関数のクラスの挙動解明の研究へのフィードバックをも目指す。なお、本研究は研究代表者の科学研究費「ゼータ関数の加重・多重平均化一定式化と挙動解明」（課題番号：17K05182）より一部補助を受けた。

以下では、2018年度の研究の主な進展について、特に研究代表者に関連したものに限定して述べる。

[I] 一般化された正則 Eisenstein 級数の完全漸近展開とその応用：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ータ 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 $0 < \arg z < 2\pi$ 内を $z \rightarrow \infty$ となるとき z の完全漸近展開を導出した。この漸近展開公式の応用として、Riemann ゼータ関数 $\zeta(s)$ の奇数点における特殊値と、ある種の Lambert 級数を結びつける古典的に著名な Ramanujan の公式の一般化や、Weierstrass 由来の楕円関数である基底 $(1, z)$ に付随して定まるペー関数・ゼータ関数・シグマ関数（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ータに関する完全漸近展開に関する新たな発見を記載した survey 論文を国際会議 proceedings（査読付）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ー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日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。

Takanori Ibaraki and Yukio Takeuchi, New convergence theorems for common fixed points of a wide range of nonlinear mappings, Journal of Nonlinear Analysis and Optimization, to appear.

Yukio Takeuchi, Shrinking projection method with allowable ranges, submitted.

Yukio Takeuchi, 許容範囲を持つ Shrinking projection

method, 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進行中の論文 [1] で、先行研究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。この追加的な仮定は一般には成立しないが、適当な位相的な仮定を用いた十分条件を導出した。現在、不確実性を導入する、関数列が解へ一様収束するための条件の検討、ペナルティ法の導入といった改訂作業を進めている。また、動的計画法において、先行研究では順序集合の不動点定理を用いることで、解の存在や解への収束を導出している。これらの結果は、距離空間の不動点定理が用いられる通常の結果と比べ、広いクラスの問題に適用可能である。一方で、順序集合の不動点定理を用いることで、解への収束が一様収束でなく各点収束となる、あるいは解の誤差計算が確立していない、といった実用上の問題点があった。進行中の論文 [2] では、近年一様収束と各点収束の中間的な性質をもつhypo収束と呼ばれる収束概念に着目し、進行中の論文 [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。現在、hypo収束に関しての誤差計算を研究中であり、それを含めた内容になるよう改訂作業中である。

進行中の論文

1. Dynamic Programming with Upper Semicontinuous Returns. (with T. Kamihigashi)
2. The hypo-convergence of value iteration (仮題).
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。

The shrinking projection method for a finite family of demimetric mappings with variational inequality problems in a Hilbert space (with C.-F. Wen and J.-C. Yao), Fixed Point Theory, 19 (2018), 407–419.

A strong convergence theorem by the shrinking projection method for infinite families of demimetric mappings in a Hilbert space (with M. Hojo), J. Nonlinear Convex Anal., 19 (2018), 365–379.

A general iterative method for split common fixed point problems in Hilbert spaces and applications, Pure and Applied Functional Analysis, 3 (2018), 349–369.

Weak and strong convergence theorems for new demimetric mappings and the split common fixed point problem in Banach spaces, Numerical Functional Analysis and Optimization, 39 (2018), 1011–1033.

The split common fixed point problem for families of generalized demimetric mappings in Banach spaces (with C.-F. Wen and J.-C. Yao), Applied Anal. Optim., 2 (2018), 467–486.

(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。中でも物性物理学において近年注目を集めているトポロジカル物質の数理解析的構造、特に大域的高次対称性や(超)重力理論との関係性に基づいた解析を行った。他にも強相関電子系の典型例である近藤効果に対する低次元場の理論の厳密な手法に基づいたアプローチを行った。

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. Fractional quiver W-algebras, T. Kimura and V. Pestun, Lett. Math. Phys. 108 (2018) 2425–2451 DOI: 10.1007/s11005-018-1087-7
2. Quantum integrability from non-simply laced quiver gauge theory, H.-Y. Chen and T. Kimura, JHEP 1806 (2018) 165 DOI: 10.1007/JHEP06 (2018)

165

3. Conformal field theory analysis for QCD Kondo effect, T. Kimura and S. Ozaki, Phys. Rev. D (2019) in press
4. Quantum mirror curve of periodic chain geometry, T. Kimura and Y. Sugimoto, Preprint arXiv: 1810.01885
5. Partition Functions of $N = 1$ Gauge Theories on $S^2 \times \mathbb{R}^2$ and Duality, T. Kimura, J. Nian, and P. Zhao, Preprint arXiv: 1812.11188

● 招待講演

1. T. Kimura, Topological order is higher-form SSB, Progress in the Mathematics of Topological States of Matter, Sendai, Japan, Aug 2018
2. T. Kimura, Quantum algebras from quiver gauge theory, Geometric Correspondences of Gauge Theories, Vienna, Austria, Aug 2018

3. T. Kimura, Introduction to W-algebras, Noncommutative geometry and Mathematical Physics 2018, Yokohama, Japan, Nov 2018
4. T. Kimura, A super random partition model, Spectra of Random Operators and Related Topics, Kyoto, Japan, Jan 2019
5. T. Kimura, Quiver W-algebras and geometry, Representation theory, gauge theory and integrable systems, Kashiwa, Japan, Feb 2019

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 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
KOGAN, Eugen
横倉 諒

2-4) インターネット望遠鏡を利用した天文学教育の可能性

文責 研究代表者 小林 宏充

成果および活動報告

- 1) プレラ天文台 (ミラノ市) 設置の望遠鏡の修理
修理費用調達のためのクラウドファンディングで調達した資金を利用して、落雷で故障したプレラ天文台に設置してある望遠鏡を、プレラ天文台の協力を得て修復した。
- 2) サンパウロ大学 (ブラジル) にインターネット望遠鏡設置の準備作業継続
- 3) ニューヨーク学院設置の望遠鏡のリニューアル準備開始
- 4) インドネシアに月カメラの設置 (2019年3月予定)
- 5) 第8回シンポジウム開催 (2018年12月)
- 6) 教育活動での成果 (社会教育関係)
「青少年のための科学の祭典2018鹿児島」 (鹿児島市立科学館、2018年7月) 出展
「青少年のための科学の祭典2018全国大会」 (東京都科学技術館、2018年7月) 出展

- 「青少年のための科学の祭典2018名古屋大会」 (名古屋市立科学館、2018年10月) 出展
「世界一行きたい科学広場in東海大学湘南キャンパス」 (東海大学、2018年8月) 出展
- 6) 教育活動での成果 (学校教育関係)
山形県立鶴岡南高校のSSH活動指導 (成果は第8回シンポジウムで報告)
愛知県立明和高校のSSH活動指導 (科学三昧2018で発表)
名古屋大学付属中・高校SSH活動指導 (成果は物理学学会ジュニアセッション等で発表・優秀賞受賞)
(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) 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：2018年4月1日～2019年3月31日
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
衛藤 稔・大橋 圭介・鎌田 翔・神中 俊明
木原 裕充・木村 哲士・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・Chandrasekher CHATTERJEE
Gergely Peter FEJOS
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)
倉知 昌史・安井 繁宏・Sven Bjarke GUDNASON
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・藤森 俊明・三角 達弘

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
リサーチ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「リサーチェン
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] Supersymmetry breaking and ghost Goldstino in modulated vacua Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Shin Sasaki, Ryo Yokokura, Published in Phys.Rev. D99 (2019) no.4, 045012 DOI : 10.1103/PhysRevD.99.045012 e-Print : arXiv : 1812.09078 [hep-th]
オープンアクセス
- [2] Temporally, spatially, or lightlike modulated vacua in Lorentz invariant theories Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Shin Sasaki, Ryo Yokokura, Published in Phys.Rev. D99 (2019) no.4, 045011 DOI : 10.1103/PhysRevD.99.045011 e-Print : arXiv : 1810.11361 [hep-th]
オープンアクセス
- [3] Phase structure of neutron 3P2 superfluids in strong magnetic fields in neutron stars Shigehiro Yasui, Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta, Published in Phys.Rev. C99 (2019) no.3, 035213 DOI : 10.1103/PhysRevC.99.035213 e-Print : arXiv : 1810.04901 [nucl-th]
- [4] Bion non-perturbative contributions versus infrared renormalons in two-dimensional CPN⁻¹ models Toshiaki Fujimori, Syo Kamata, Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai, Published in JHEP 1902 (2019) 190 DOI : 10.1007/JHEP02 (2019) 190 e-Print : arXiv : 1810.03768 [hep-th]
オープンアクセス、国際共著
- [5] Higher derivative three-form gauge theories and their supersymmetric extension Muneto Nitta, Ryo Yokokura, Published in JHEP 1810 (2018) 146 DOI : 10.1007/JHEP10 (2018) 146 e-Print : arXiv : 1809.03957 [hep-th]
オープンアクセス
- [6] Baryonic handles : Skyrmions as open vortex strings on a domain wall Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Published in Phys.Rev. D98 (2018) no.12, 125002 DOI : 10.1103/PhysRevD.98.125002 e-Print : arXiv : 1809.01025 [hep-th]
オープンアクセス
- [7] Quark-hadron continuity under rotation : Vortex continuity or boojum? Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta, Shigehiro Yasui, Published in Phys. Rev. D99 (2019) no.3, 034001 DOI : 10.1103/PhysRevD.99.034001 e-Print : arXiv : 1806.09291 [hep-ph]
オープンアクセス
- [8] Non-Abelian strings and domain walls in two Higgs doublet models Minoru Eto, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta, Published in JHEP 1808 (2018) 195 DOI : 10.1007/JHEP08 (2018) 195 e-Print : arXiv : 1805.07015 [hep-ph]
オープンアクセス
- [9] Hidden charge-conjugation, parity, and time-reversal symmetries and massive Goldstone (Higgs) modes in superconductors Shunji Tsuchiya, Daisuke Yamamoto, Ryosuke Yoshii, Muneto Nitta, Published in Phys.Rev. B98 (2018) no.9, 094503 DOI : 10.1103/PhysRevB.98.094503 e-Print : arXiv : 1804.05577 [cond-mat.supr-con]
- [10] Domain Wall and Three Dimensional Duality Minoru Eto, Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Published in JHEP 1806 (2018) 035 DOI : 10.1007/JHEP06 (2018) 035 e-Print : arXiv : 1803.11141 [hep-th]
オープンアクセス
- [11] Higher-order Skyrme hair of black holes Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Published in JHEP 1805 (2018) 071 DOI : 10.1007/JHEP05 (2018) 071 e-Print : arXiv : 1803.10786 [hep-th]
オープンアクセス
- [12] Constraints on two Higgs doublet models from domain walls Minoru Eto, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta, Published in Phys.Lett. B785 (2018) 447-453 DOI : 10.1016/j.physletb.2018.09.002 e-Print : arXiv : 1803.04662 [hep-ph]
オープンアクセス
- [13] Confining solitons in the Higgs phase of CPN⁻¹ model : Self-consistent exact solutions in large-N limit Muneto Nitta, Ryosuke Yoshii, Published in JHEP 1808 (2018) 007 DOI : 10.1007/JHEP08 (2018) 007 e-Print : arXiv : 1803.03009 [hep-th]
オープンアクセス
- [14] Topological Defects in the Georgi-Machacek Model Chandrasekhar Chatterjee, Masafumi Kurachi, Muneto Nitta, Published in Phys.Rev. D97

- (2018) no.11, 115010 DOI : 10.1103/PhysRevD.97.115010 e-Print : arXiv : 1801.10469 [hep-ph]
オープンアクセス
- [15] Self-consistent analytic solutions in twisted CP^{N-1} model in the large- N limit Muneto Nitta, Ryosuke Yoshii, Published in JHEP 1809 (2018) 092 DOI : 10.1007/JHEP09 (2018) 092 e-Print : arXiv : 1801.09861 [hep-th]
オープンアクセス
- [16] Ghostbusters in $f(R)$ supergravity Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi, Yusuke Yamada, Published in JHEP 1805 (2018) 102 DOI : 10.1007/JHEP05 (2018) 102 e-Print : arXiv : 1712.05017 [hep-th]
オープンアクセス、国際共著
- [17] Spatially Modulated Vacua in a Lorentz-invariant Scalar Field Theory Muneto Nitta, Shin Sasaki, Ryo Yokokura, Published in Eur.Phys.J. C78 (2018) no.9, 754 DOI : 10.1140/epjc/s10052-018-6235-9 e-Print : arXiv : 1706.02938 [hep-th]
オープンアクセス

代表者のプレプリント (雑誌に投稿中)

- [1] Note on a solution to domain wall problem with the Lazarides-Shafi mechanism in axion dark matter models Chandrasekhar Chatterjee, Tetsutaro Higaki, Muneto Nitta, e-Print : arXiv : 1903.11753 [hep-ph]
- [2] Topological order in the color-flavor locked phase of $(3+1)$ -dimensional $U(N)$ gauge-Higgs system Yoshimasa Hidaka, Yuji Hirono, Muneto Nitta, Yuya Tanizaki, Ryo Yokokura, e-Print : arXiv : 1903.06389 [hep-th] Effects of strong magnetic

fields on neutron

- [3] 3P2 superfluidity with spin-orbit interactions Shigehiro Yasui, Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta, e-Print : arXiv : 1902.00674 [nucl-th]
- [4] Quark-Hadron Crossover with Vortices Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta, Shigehiro Yasui, e-Print : arXiv : 1902.00156 [hep-ph]
- [5] Dual formulations of vortex strings in supersymmetric Abelian Higgs model Muneto Nitta, Ryo Yokokura, e-Print : arXiv : 1812.11776 [hep-th]
- [6] Topological couplings in higher derivative extensions of supersymmetric three-form gauge theories Muneto Nitta, Ryo Yokokura, e-Print : arXiv : 1810.12678 [hep-th]

代表者の招待講演

1. “Topological Aspects of Two Higgs Doublet Models”
Muneto Nitta
The 4th International Workshop on “Higgs as a Probe of New Physics” (HPNP2019) will be hosted by Osaka University. The workshop will be held in 18-22. February 2019 on Toyonaka Campus of Osaka University, Toyonaka, Japan.
国際会議、招待講演
2. “Quark-hadron continuity under rotation : vortex continuity or boojum?”
新田宗土
理研シンポジウム・iTHEMS研究会「熱場の量子論とその応用」
場所：埼玉県和光市広沢・理化学研究所 大河内ホール
(プロジェクトメンバー) 25ページのとおり

2-6) 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。

系の持つ対称性が自発的に破れるとき (つまり系の基底状態の性質がより低い対称性しか持たないとき)、質量の発生といったとりわけ興味深い現象が起こる。この対称性の破れの機構は、通常の相転移を記述する温度や密度、化学ポテンシャルといった外部パラメータの他に、系の定義されている空間の幾何学によっても決定的に変更されうる。

JSPSプロジェクト “An interdisciplinary approach to Gravitational and Curvature Effects on Strongly Cou-

pled System” (P17763) 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、幾何学的欠陥を含んだ二次元六角格子上の相互作用するフェルミオンを記述する理論の特別な場合を考えることに成功した (この系は欠陥を含んだグラフエンにおける相互作用する電子系のモデル化と考えられる)。ここで幾何学的欠陥は格子の平坦性を変形することに相当する。

我々は、物理系のトポロジーの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。

この結果はPhysical Review Letters誌で出版されており、また多くの研究会 [MG15 (Rome)], DICE18 (Pisa), JGRG (東京), 日本物理学会 (京都), EREP meeting (Palencia)] で報告してきた。

一方で、現実の結晶は複数ないし多数の欠陥を含む。そのような欠陥の三次元格子上で分布は歪みテンソルを導入した結晶構造に射影することで記述することができ、我々は現在このようなセットアップで研究を進めている。このセットアップはワイル半金属中の電子における幾何学的効果を明らかにしうる、という点でも重要である。

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。

特に我々は3次元球が回転する状況での球内の相互作用するフェルミオンのカシミールエネルギーの計算も行なっている。

JSPSプロジェクトタイトル：“An interdisciplinary approach to Gravitational and Curvature Effects on Strongly Coupled System”

プロジェクト番号：P17763

(プロジェクトメンバー)

フラキ,アントニオ

Vincenzo Vitagliano (core member)

2-7) 状態の識別性と制御性から探る量子力学の特性

文責 研究代表者 古池 達彦

古典力学とは異なり、量子力学では粒子の位置 x と運動量 p を同時に正確に測定することはできず、正確さの下限がプランク定数という物理定数で決まっている。これを不確定性原理という。また、系の状態（波動関数）を測定により完全に同定することもできない。そこで、可能なひとつの設定として、測定される系がとっている状態の可能性をあらかじめ制限して、測定によりどの状態かを識別する問題が考えられた。中でも、識別そのものが失敗する可能性があることは許すが、別の状態と取り違えてしまうことは許さない識別問題が1980年代以降研究された。我々は、この「曖昧さのない量子状態識別」の問題を研究してきた。そして、無限個の状態の識別についての一般論を構築した。さらに、一般論をいわゆるコヒーレント状態（ある意味で x と p がそれなりに定まっていると言え、また不確定性が最小になる状態）に適用した。特に、 (x,p) の空間で格子状に分布したコヒーレント状態の族の識別性を調べ、単位格子の面積がプランク定数より大であるかどうかで識別可能かどうかを厳密に示した。これはプランク定数に対する、識別性の観点からの新たな特徴づけを与える。以上の議論は、さらに別種の状態族に適用すれば、量子光学実験における操作の事後的な判別、相対論的な運動の量子測定による感知などの議論につながる事が期待される。このような識別問題を中心として、量子力学の基礎的な問題にアプローチすることが本プロジェクトの目的である。

本年度は、コヒーレント状態に関する上述の結果を一

般化することを試みた。対象としたのは、光学でよく利用されているいわゆるスクイード状態である。我々は、これらの状態が、数学的に、コヒーレント状態を一般化したもの（一般化コヒーレント状態）として捉えられることに着目した。すなわち、一般化コヒーレント状態族は、ひとつの状態にあるリー群を作用して作られる状態の族として捉えられる。作用する群の構造に応じて、一般化コヒーレント状態全体の幾何学的構造は異なる。通常のコヒーレント状態が全体として平面と対応づけられたのと同様のしかたで、スクイーズド状態には双曲面が対応することがわかる。通常のコヒーレント状態の場合と同様に、スクイーズド状態の離散的な族を考え、それらの識別性を上述の一般論を用いて調べた。その結果、予想通り、スクイーズド状態族を自然な幾何構造を通して見たときの基本格子の「面積」によって識別可能性が決定されることがわかった。なお、コヒーレント状態の自然な格子がトーラス（ドーナツの表面）に対応すると同様に、スクイーズド状態の自然な格子は2重トーラス（2人乗りの浮き輪の表面）、3重トーラス、、、に対応する。我々の結果は、量子情報処理の観点からは、スクイーズド状態族に符号を乗せて通信する場合の効率について、原理的な限界を与える。一方、理論的には、他の種類を含めた一般化コヒーレント状態族全般に関しても、同様の識別性の議論が可能であることを示唆する。以上の成果を原著論文にまとめているところである。

(プロジェクトメンバー) 古池 達彦・川久保龍一郎

2-8) 離散的手法による時空のダイナミクスの研究

文責 研究責任者 松浦 壮

プロジェクトの目的

現在、時空のダイナミクスを記述する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、連続極限への外挿が可能なデータを現実的な計算時間で得るための工夫が必要になる。今年度はそのために、複数のコアを並列的に使って計算する計算コードを開発し、それを用いて2次元球面上の $N=(2,2)$ 超対称ヤン・ミルズ理論の数値計算を実行した。また、得られたデータから必要な量を効率的に計算するアルゴリズムの開発も行った。この成果は現在論文にまとめており、近々公表する予定である。

論文

1. “Commutative Geometry for Non-commutative D-branes by Tachyon Condensation”, Tsuguhiko Asakawa, Goro Ishiki, Takaki Matsumoto, So Matsuura, PTEP 2018 (2018) 063B04

国内外の会議等での発表

2. “Commutative Geometry for Non-commutative D-branes by Tachyon Condensation” 招待講演, 東京工業大学, 2018年7月4日
3. “Supersymmetric Lattice Gauge Theories on Discretized Riemann Surfaces”, 招待講演, Chulalongkorn University, 2019年1月22日
(プロジェクトメンバー) 松浦 壮・加堂 大輔
小林 晋平・花田 政

2-9) ハチクマ (タカ目タカ科) のハチ防御機構の研究

文責 研究代表者 小野 裕剛

ハチクマは猛禽としては珍しくハチ (スズメバチの仲間・ミツバチの仲間) の巣を襲って幼虫等を捕食する性質を持つ。このプロジェクトはハチクマの対ハチ毒耐性メカニズムを解明するために発足したプロジェクトであるが、今年度は毒耐性に限らず広くハチクマの生態・生理・遺伝に関わる研究に発展させることとした。

1. ハチクマの腸内細菌の網羅的解析

ハチクマの対ハチ防御機構画素のハチ食に起因している可能性に鑑み、野生個体と動物園飼育個体 (ハチを与えていない) の腸内細菌叢の比較をメタゲノム解析によって行った。その結果、腸内細菌叢に明らかな差異があることが見つかった。

発表: Kazuya Nagai, Ken-ichi Tokita, Hirotake Ono, Kiyoshi Uchida, Fumio Sakamoto, Hiroyoshi Higuchi (2019) Hindgut Bacterial Flora

Analysis in Oriental Honey Buzzard (*Pernis ptilorhynchus*). Zoological Science, 36 (1): 77-81

2. ハチクマ羽毛色バリエーションとMc1r遺伝子多型の関連

ハチクマは野鳥の中では羽装色のバリエーションが極めて多いと言える。特に腹面の色彩・紋様に関しては大別して①羽軸周辺に若干の着色があるもののほとんど白色の「淡色型」、②淡褐色を基調とした「中間型」、③焦げ茶色の「暗色型」、④褐色と白色が縞模様になる「縞型」の四型が知られている。マウスの研究ではこのような配色バリエーションには情報伝達因子であるASIPとその受容体Mc1rが関与していることが知られている。今年度、我々は先年度に決定したハチクマ全ゲノムドラフト情報に基づきプライマーを設計し、PCR法にて約30個体のハチクマについてMc1rの遺伝子検査を行いハブ

ロタイプの決定を試みた。その結果、ハチクマMc1rには少なくとも5つのハプロタイプが存在し、その一つが「暗色型」の表現型を持つ個体に関連していることを発見した。

発表：小野裕剛、長井和哉、時田賢一、内田聖、樋口広芳「ハチクマ羽毛色パターンに関与する可能性が

あるMC1R遺伝子ハプロタイプの分析」日本動物学会第89回札幌大会

(プロジェクトメンバー) 小野 裕剛 (代表)

樋口 広芳・坂本 文夫

長井 和哉・時田 賢一

2-10) 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

細胞機能を理解するために、さまざまなアプローチが存在する。20世紀後半以降、分子生物学技術の発達に伴って、分子を基盤とする還元主義に基づいた理解が正しいアプローチであるとの考えが支配的であった。しかしながら、細胞機能をより直感的に捉え、そのイメージを共有するためには、還元主義では、情報が細分化し過ぎて、枝葉末節的な思考に陥ってしまう危険がある。一方、忌避すべきアプローチとも位置付けられてきた擬人化手法は、この弱点を補完し、細胞機能のより統合的な理解を可能にするポテンシャルを秘めている。今回、擬人化手法を洗練していくため、細胞に意思を認めるスタンスで、細胞機能の理解に踏み込むことを開始した。まず、細胞の意思はどの様に定義できるか? 私たち人間

の意思を鑑みながら、その要素を考察した。現在、細胞の意思には、ムード、目的、意志決定などを要素として捉えることができるとの考えに至っている。これらをもとに、「どのような細胞が」、「どのような意思を持つか」、「それはどのような状況で生じているか」、「その現象名は何か」、「文献情報」などの項目をフォーマット化し、多様な生命現象の一つ一つにおいて、細胞の意思をリストアップできるのではないかと考えている。今後、細胞の意思を収集し、人間や人口知能などの意思と何が違うのかを比較しながら、「生命の根幹には、どのような機能が備わっているのか」という問題を明らかにしたいと考えている。

(プロジェクトメンバー) 金子 洋之・佐藤由紀子

2-11) 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三リン酸 (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、体内受精を行う海産環形動物 *Dinophilus sp* を材料として、人工 (体外) 授精を可能にする方法の開発に取り組んだ。同種のオス個体は矮小・短命で孵化直後に交尾をして一生を終えてしまう。人工受精を可能にするため、オス個体を効率よく採取する方法を検討し確立した。具体的には、1) 給餌・水温などの飼育条件の検討により産卵頻度を上昇させる方法の確立、2) 発生段階の揃った胚を効率的に回収する方法の確立、3) 微小で透明性が高いオス個体を見失いことなく扱う技術の検討を行った。

今後、メス個体内で、卵形成・卵成熟のどの段階で受精が起きるか切片試料を用いて確認し、人工授精条件を検討、受精時のCa²⁺上昇パターンの取得を試みる。ま

た、他の海産動物を材料としたCa²⁺上昇パターンの解析も並行して行う。

(プロジェクトメンバー) 倉石 立・経塚啓一郎

2-12) 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、ゴカクウミユリ的一种トリノアシ(*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

今年度は前年度に引き続き幼生切断試料の走査電子顕微鏡観察を行い、様々な発生段階にあるトリノアシ幼生の体腔囊形態の観察を進めた。その結果、体腔囊形成過程の全容を明らかにすることに成功し、*Acta Zoologica* (電子版)に発表した*。今後の研究においては、トリノアシ幼生の変体、着底後の羊膜腔形成と体軸の回転過程の記録を、走査型電子顕微鏡によって試みる計画である。

*: Amemiya, S., Hibino, T., Minokawa, T., Naruse, K., Kamei, Y., Uemura, I., Kiyomoto, M., Hisanaga, S. and Kuraishi, R. Development of the coelomic cavities in larvae of the living isocrinid sea lily *Metacrinus rotundus*. *Acta Zool.* 2018; 00: 1-17 (2018) Article first published online: 13 AUG 2018 | doi:10.1111/azo.12274.

(プロジェクトメンバー) 倉石 立・雨宮 昭南

2-13) 日本周辺の深海から得られた自活性線虫類の分類学的研究

文責 研究代表者 嶋田 大輔

概要

自活性線虫類は陸上・水底を問わず土壤中に多数生息する微小な無脊椎動物で、深海底には膨大な未知種が存在すると推定されているが、日本近海における多様性はほとんど調べられてこなかった。しかし近年、日本の研究機関による深海底の地質・生物調査の副産物として線虫の標本が蓄積され始め、線虫相の解明の道が開けてきた。

本研究は、1) 約10年にわたって様々な研究機関の調査船航海によって日本周辺の深海底から採集された線虫標本の整理、2) 光学顕微鏡観察による上位分類群(属)レベルでの線虫相の解明、3) 微分干渉顕微鏡観察および過去の記録との照合による種名の同定(または未記載種の認定)を通じて、深海における線虫類の生物

多様性の一端を解明することを目的として行った。

成果

- 1) 多数の研究者・研究機関から譲渡・貸借を受けた全ての線虫標本について、採集情報のリスト化とラベル情報の更新、液浸標本の規格統一、保存液の交換等の整理を行った。その結果、合計で199地点の標本が存在することが確認され、少なくとも1万個体が含まれていると概算された。
- 2) 標本数が当初計画で想定したよりもはるかに多く、年度内に観察を終えることが困難であったため、2016~2017年に採集された標本の一部、主に北日本の太平洋・オホーツク海側から得られた計1,675個体に限定して光学顕微鏡観察を行った。その結果、46地点の標本に少なくとも60属100種が含まれていること、過半

数は過去に日本近海からの報告例がない属であることが確認された。また、5種はいずれの既知属にも該当しない形態的特徴を示し、これらが含まれる5属は未記載属（新属）と考えられた。

3) 前述の60属100種のうち、既知種数が少なく未記載種（新種）の出現が期待されるグループ、過去に北西太平洋海域から報告がないグループ、成熟個体数が十分に観察が容易な種、など計21属26種（未記載5属は除く）を抜粋して詳細な顕微鏡観察と種同定を行った。その結果、19属24種が未記載種と判断され、2属2種が既知種（うち1種は過去に近海から報告なし）であった。

今後は、①未記載種を新種として論文公表すること、②未記載属のDNA配列を決定して既知属と一致しないことを確認したのちに論文公表すること、③未観察の標本も同様に観察してさらなる未記載種・属を発見すること、などを継続して行っていく必要がある。新種の公表については、2新種と1既知種の記載報告をZootaxa誌に発表し、続報も準備中である。

本プロジェクトの一部は、公益財団法人昭和聖徳記念財団第27回（平成29年度）学術研究助成「日本周辺の深海底における線形動物エノプルス類の分類学的研究」の補助を受けた。

公表済みの成果

Shimada, D. & Kakui, K. 2019. Two new and one known species of Phanodermatidae (Nematoda: Enoplida) from Sagami Bay, Japan. Zootaxa 4608 (3) : 484-500

嶋田大輔、角井敬知、藤原義弘. 2018. 研究船「みらい」調査航海で得られた海産自由生活性線虫の生物多様性、日本線虫学会第26回大会、熊本（口頭発表）

嶋田大輔、角井敬知. 2018. JAMBIO沿岸生物合同調査で得られた海産自活性線虫類、日本動物学会第89回大会、札幌（ポスター発表）

（プロジェクトメンバー）嶋田 大輔

2-14) 伊豆諸島における緩歩動物相 1

文責 研究代表者 鈴木 忠

概要

伊豆諸島のクマムシに関する報告としては、これまで八丈島と伊豆大島からの古い記録1つが存在するのみであった。その報告（畑井、1956）では、竹の枯葉を水に浮かべておき、容器の底に沈んだ沈殿物からクマムシを見つけるという方法で、八丈島から *Minibiotus intermedius*、*Hypsibius canadensis*、*Milnesium tardigradum*、伊豆大島から *M. intermedius* を記録している。つまりこれまでのところ、この2つの大きな島からわずか3種が知られているのみなのだ。そしてその他の島に関しては、いまだに調査報告が無いままであった。本研究では伊豆諸島の緩歩動物相を明らかにすべく、昨年引き続き御蔵島で採集を行った。

成果

御蔵島中央部（長滝山-御山-鈴原）、北東部の車道沿い、西側・黒崎までの都道沿い、および、タンテイロの森においてコケ（蘚類や地衣類）や竹の落葉などを採集した。試料を研究室に持ち帰り、乾燥状態で冷凍保存した。それらの試料をシャーレに入れ、水を加えて30分-1晩放置した後、シャーレ内の沈殿物を実体顕微鏡で検査してクマムシ類を取り出した。試料の一部から現在までに、Heterotardigrada（異クマムシ綱）6種とEutardigrada（真クマムシ綱）8種、計14種を区別した

（下記）。未処理試料が多量にあるため、種数はさらに増える見込みである。

異クマムシ綱

Echiniscus cf. *merokensis suecicus* Thulin, 1911

Echiniscus perviridis Ramazzotti, 1959

Echiniscus tessellatus Murray, 1910

Echiniscus viridissimus Péterfi, 1956

Echiniscus sp.

Pseudechiniscus sp.

真クマムシ綱

Milnesium sp.

Diphasco sp.1

Diphasco sp.2

Hypsibius sp.

Macrobiotus cf. *hufelandi* Schultze, 1834

Minibiotus intermedius (Plate, 1888)

Paramacrobiotus cf. *richtersi* (Murray, 1911)

Adorybiotus granulatus (Richters, 1903)

鈴木忠、Luke Heard、杉浦健太（2018）御蔵島の陸生緩歩動物（第1報）。*Mikurensis* 7: 3-8

鈴木忠「御蔵島の陸生緩歩動物」第3回クマムシ学研究会（2018年9月9日、日吉）

（プロジェクトメンバー）鈴木 忠

2-15) 真核藻類における細胞あたりの葉緑体の数を維持する仕組みに関する研究

文責 研究代表者 墨谷 暢子

単細胞藻類の多くは細胞あたり1~数個程度の葉緑体をもつことから、細胞と葉緑体の分裂の協調により細胞あたりの葉緑体の数を維持する仕組みがあることが示唆される。これまで1つの葉緑体をもつ単細胞藻では、1) 細胞が葉緑体分裂の開始を規定する仕組み、2) 葉緑体の分裂開始が細胞分裂の進行を許可する仕組み、の少なくとも2つの仕組みにより、細胞あたりの葉緑体が維持されることが明らかとなっている。この仕組みは細胞あたりの葉緑体の個数が複数である細胞においても保存されるのかについて、灰色藻の*Cyanophora sudaе*を用いた解析を行った。

*C. sudaе*は葉緑体を細胞分裂直後で2つ、細胞分裂前には4つもつ。*C. sudaе*をDNA合成阻害剤により細胞周期のS期でarrestすると細胞あたりの葉緑体の個数が増加したことから、*C. sudaе*はS期に葉緑体分裂開始時期を規定する仕組みをもつ可能性が示唆された。

灰色藻の葉緑体は原核生物由来のペプチドグリカン層をもち、ペプチドグリカンから成る隔壁の陥入によって分裂するという特徴をもつ。このためペプチドグリカン合成阻害剤により葉緑体分裂開始前の分裂阻害を、隔壁形成阻害剤により分裂段階での阻害を引き起こすことができる。アンピシリンによりペプチドグリカン合成を阻害すると、1つの核と1つの葉緑体をもつ細胞が10%生じた。さらに隔壁形成阻害剤であるセファレキシン存在下で*C. sudaе*を培養すると、1つの核と1つの葉緑体をもつ細胞が70%観察された。さらに2つの核と1つのシ

アネレをもつ細胞が8%観察された。これは、*C. sudaе*は、細胞と葉緑体の分裂の協調機構のうち、葉緑体の分裂開始が細胞分裂の進行を許可する仕組みをもたないことを示す。以上のことから、*C. sudaе*の細胞周期は細胞あたりの葉緑体の数を厳密に認識せずに進行しうることがわかった。

一方で、細胞あたり1つの葉緑体をもつ単細胞紅藻*Cyanidioschyzon merolae*の細胞周期をDNA合成阻害剤によりS期でarrestすると、葉緑体のみが分裂し続けて細胞あたり複数の葉緑体をもつようになるが、この細胞あたり複数の葉緑体をもった状態からDNA合成阻害剤を取り除くと細胞は再び増殖し、細胞あたりの葉緑体の数は再び1つとなった。このことは、*C. merolae*は細胞あたりの葉緑体の数を認識する仕組みをもつことを示唆する。

以上のように、細胞あたり1つの葉緑体をもつ*Cyanidioschyzon merolae*と2-4つの葉緑体をもつ*Cyanophora sudaе*とでは、葉緑体の数を認識するかどうかの違いがあることがわかった。この違いがどのような分子機構の違いに依存するものであるのかを明らかにすることが今後の課題となる。

本研究の遂行にあたっては一部平成30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

2-16) シロアリにおける利他行動パターンの解析による血縁選択説の検証

文責 研究代表者 林 良信

背景

シロアリは社会性昆虫であり、その社会には特定の機能を果たす個体(カースト)が存在し、それらが分業を行っている。シロアリの特に重要な特徴は、生殖をしない個体(非生殖カースト)と生殖をする個体(生殖カースト)が存在することである。非生殖カーストは、自分の子は残さないが、自分と同じ遺伝子を共有する他個体(血縁者)を介して自身の遺伝子を間接的に残すことができるため、血縁者である生殖カーストを助ける利他行動により利益が生じる。これは血縁選択とよばれており、社会性の進化や維持を説明する理論の一つである。

ヤマトシロアリでは巣内に、利他行動に専念し生殖しない「ワーカー」(非生殖カースト)や、利他行動はほとんどせずに成長すると女王・王になって生殖に専念す

る「ニンフ」(生殖カースト)が存在する。ヤマトシロアリの各個体は3齢に脱皮する際にワーカーかニンフのいずれかに分化するが、どちらに分化するかは性染色体上の1遺伝子2対立遺伝子の組み合わせによって決定する(遺伝的カースト決定システムと呼ぶ)。このシステムでは、オス・メスのワーカーはそれぞれメス・オスのニンフと同じ対立遺伝子を共有しているため、血縁選択理論に基づけばワーカーは異性のニンフに対してより利他行動をすることが予測される。そこで本研究では、ヤマトシロアリが示す利他行動パターンが血縁選択理論からの予測と一致するか調べることで、本種における血縁選択の重要性を評価することを目的とする。

材料と方法

ヤマトシロアリを慶應義塾大学日吉キャンパス内で採

集した。そのシロアリの中から、生殖虫、ソルジャー、ニフの雌雄を1個体ずつ、ワーカーの雌雄を10個体ずつ取り出し、プラスチックシャーレに入れて室温で12時間静置した。その後、それらのシロアリの行動をビデオカメラで合計18時間（1回6時間の撮影を3日間にわたり3回）記録した。記録した動画から、雌雄のワーカーによるグルーミング（口器で他個体の体表付着物を除去する等の行動であり、利他行動の一種と考えられる）の受け手のカーストと性、ならびにグルーミングをした時間を調べた。なお、行動を記録する前に、雌雄のシロアリを色素（ニュートラルレッドまたはナイルブルー）で着色し、肉眼での色による雌雄判別を可能にした。

結果と考察

ワーカーはいずれのカーストに対してもグルーミング

を行ったことが観察されたが、受け手のカーストごとにグルーミングが行われた時間は大きく異なった。とくに雌の生殖虫に対しては、雌雄のワーカーのいずれもが非常に多くの時間グルーミングを行った。これは、非生殖カーストにとって雌生殖虫に対する投資が重要であることを示す。ニフについては、雌雄のワーカーのいずれもが雌に対してグルーミングをする時間が長い傾向があった。この結果は、遺伝的カースト決定システムにおける血縁選択理論の予測に合わない。今後はさらに実験の繰り返し数を増やすとともに、グルーミング以外の利他行動（栄養交換など）についても調べていく。また、本実験で用いた色素は、シロアリの生存率には影響がないことが報告されているが、行動に対する影響もより詳しく調べていく。

（プロジェクトメンバー）林 良信

2-17) ヒトデ幼生及び成体における免疫細胞の比較トランスクリプトーム解析

文責 研究代表者 古川 亮平

動物は、その生息環境に適した免疫系を発達させている。棘皮動物イトマキヒトデは、浮遊生活を行う胚・幼生期を経て、底生生活を行う成体へと変態する。本プロジェクトでは、イトマキヒトデの個体発生の過程で出現する2種の免疫細胞のトランスクリプトームの比較を以下の方法で行い、幼生と成体の免疫能力の相違を探った。

幼生の免疫細胞である間充織細胞（MCs）は受精後3日目の幼生から単離した。成体の免疫細胞である体腔細胞（CCs）は、注射針（26Gx1/2"針）で体腔液を抜いて採取した。両細胞種に対する免疫刺激は最終濃度10 µg/mlのリポポリサッカライド（LPS）を用いて行った。免疫刺激前後の各細胞からtotal RNAをそれぞれ抽出し、500 ngのRNAからHiSeq 3000/4000 SBS Kit (Illumina)を用いてライブラリー調製を行った。RNAシーケンシングはEurofins Genomics社に外注してHiSeq 4000 (Illumina)で行った。

RNAシーケンシングの結果、各サンプルにおいて高い信頼性で平均約3000万リードのデータが得られた（%Q30 = 93.98）。得られたリードは、先行研究で取得済みのトランスクリプトームデータをリファレンスとしてbowtie2 (ver. 2.3.4.3)を用いてマッピングし、eXpress v1.5.1を用いてカウントデータを得た。その後、edgeR v3.22.5を用いて発現量に差のある遺伝子（DEGs）を抽出した（FDR < 0.05）。

MCsとCCsの比較では、LPS刺激の前後ともに統計的

に有意なDEGsは得られなかった。クラスター分析の結果では両細胞種が明確に分かれ、主成分分析においても第1主成分は細胞種の差を示した（ $R^2=0.84$ ）が、免疫細胞としての両者の機能はかなり似ているのかもしれない。一方で、LPS刺激前後の各細胞種でのDEGsは、MCsでは1,470個（アノテーションが付いたDEGsは303個）、CCsでは992個（同239個）得られ、両者で共通のDEGsは50個（同5個）であった。同じ免疫刺激に対するDEGsに大きな違いがあることは非常に興味深い。

各細胞種で特異的に得られたDEGsのうち、MCsで156個、CCsで141個の機能アノテーションが得られた。そこでDAVID 6.7を用いてパスウェイエンリッチメント解析を行ったところ、MCsでは19個、CCsでは21個のパスウェイがエンリッチされた。また、両者で共通のパスウェイは10個であった。MCsでエンリッチされたパスウェイは、LPS刺激で分泌されるサイトカインであるMIFで処理した際にエンリッチされるパスウェイとほとんど一致していた。一方、CCsで特異的にエンリッチされるパスウェイとしてPPAR経路を見出した。PPARはレチノイン酸X受容体とヘテロダイマーを形成し、哺乳類では炎症反応におけるマクロファージの機能を抑制することが知られている。CCsにおいてPPAR経路が免疫応答をどのように調節しているのか、またMCsではPPAR経路の代わりにどの経路が同様の調節をしているのかは今後の課題である。

（プロジェクトメンバー）古川 亮平

2-18) 絶滅危惧両生類の年齢構成に関する保全生物学的研究

文責 研究代表者 福山 欣司

関東地方において、トウキョウダルマガエルはその分布域や個体数密度が急速に減少してきていると言われていいる。水田耕作という人為的攪乱によって維持されてきた水田環境で生活するトウキョウダルマガエルにおいて、耕作技術の近代化に伴う様々な水田環境の変化が本種の生息数減少を招いていると考えられる。個体群の保護や保全を考えていくうえでは、対象種の生活史パターンなどの生態学的な特性を把握することは重要である。しかし、こうした研究を行うために不可欠な本種の生態学的な知見は少ない。個体の年齢が推定できれば、当該個体群の年齢構成や成長率、寿命などの保全対策上重要な生活史特性の詳細を得ることが可能となる。そこで本研究では関東地方の谷戸田と平地水田それぞれに生息するトウキョウダルマガエルの体サイズと年齢構成との関係の解明に取り組んだ。年齢査定には骨切片を利用した年齢推定法を用いた。骨切片による年齢推定法は、活動期

と休眠期を交互に繰り返す両生類の性質を利用したもので、休眠による成長の停止が骨に残した痕跡を調べることによって年齢を推定する方法である。その結果、谷戸田の個体群は0-4歳、平地水田の個体群は0-3歳で構成されていると推定された(図1)。オスとメスに分けて年齢群ごとにSVL(体長)を比較した結果、未成熟個体の1歳群では地域間でSVLに差異認められたが、他の年齢群では異ならなかった。どちらの調査地でも0歳から2歳にかけて急激に成長し、2歳に達すると、両性ともに成長率が減少した。漸近サイズは全ての個体群において異なり、メスはオスよりも大きかった。しかし、個体群の間での漸近サイズは同性において差異は認められなかった。個体群内の瞬間成長率はオスに比べメスが高かったが、調査地間における個体群の瞬間成長率は、同性において差異は認められなかった。

(プロジェクトメンバー) 福山 欣司・戸金 大

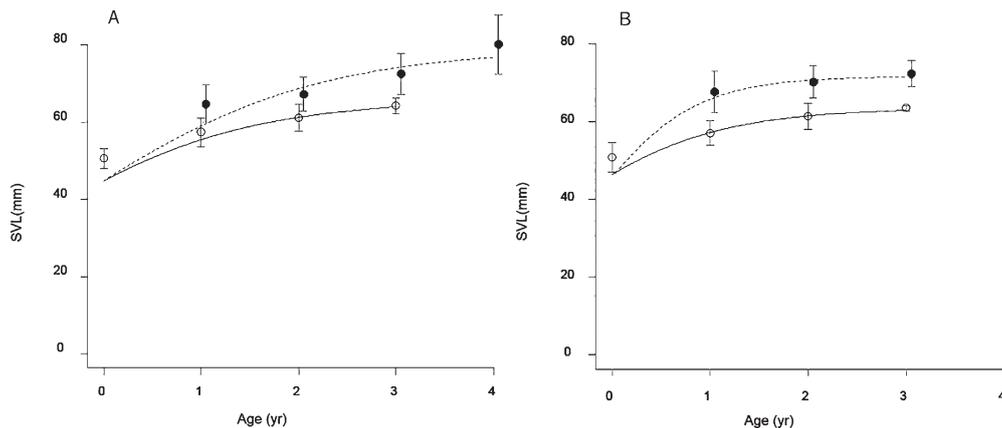


図1 トウキョウダルマガエルの成長パターン。(A) 谷戸田、(B) 平地水田。○オス、●メス。

2-19) 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。本研究では顕微鏡等を用いた生物学研究に適した新規日本産ホヤ種を見出し初期発生および解剖学的情報を記載し、その有用性を検証することを目的とする。

成果

2018年はまず、山口県や東北大学の臨海実験所にてマクラボヤ、ナツメボヤ科の種、カタユレイボヤ、ヤワラカユレイボヤ等を採用し異なる種の卵からコリオン

を剥く方法の検討を行った。いくつかの種では卵膜・コリオンを剥くことがこれまでの卵膜の組成とは異なり、最適条件を探索した。アクチナーゼEまたはトリプシンにより卵膜除去能を検討した結果、チオグリコール酸ナトリウム及びアクチナーゼEを含む溶液のpHをアルカリ性にしてから、反応時間と温度を変更することで基本的にはほぼ全ての種のコリオンを除去することができた。しかしながら、アクチナーゼEで卵膜除去できたものでは卵へのダメージのためか多精が多くみられてしまったことからアクチナーゼEによる卵膜除去法による発生観察のためには更なる条件検討が必要であった。一方、トリプシン処理した卵でコリオンを剥けた一部の種

に関しては卵の多精が少なかったことから本種を今後3Dイメージングに適した種として検討していくこととした。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った。今後、今回見出した種に蛍光遺伝子を導入し、全細胞の3Dイメージングを試み、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する。また、遺伝子発現の時空間的情報を得るためにホールマウント*in situ*ハイブリダイゼーション法を試みる予定である。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

2-20) 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。

昨年度は、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。1つの染色体塊が1セットの染色体であり、これらの3つの塊のうちの一つが削減されると考えられた。

本年度は、雌性生殖細胞の減数第一分裂における染色体分配に着目して実験を進めた。

2. 成果

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としてSYCP-1が知られている。SYCP-1は減数第一分裂前期から中期にかけてシナプトネマ複合体の架橋構造部に存在する。また、リュウキュウナミウズムシの近縁種の *Schmidtea mediterranea* の雄性生殖細胞の減数第一分裂前期で観察

されるテロメアブーケ (染色体の末端のテロメアが核膜の一ヶ所に集まってできる) の基部にSYCP-1が局在することが示されている (Xiang et al., 2014)。研究代表者は、SYCP-1に着目して染色体の動態を観察するために、既に作成しているリュウキュウナミウズムシ有性化過程トランスクリプトームデータ (RNAseq) を用いて、SYCP-1遺伝子を探索した。その結果、*S. mediterranea* のSYCP-1と相同性が高いcomp16445を見いだした。comp16445 mRNA量は、有性個体では無性個体に比べて2倍以上に高く発現しており、ホールマウント*in situ*ハイブリダイゼーション法により、有性個体内においてcomp16445 mRNAの発現シグナルは、卵巣および精巣に観察された。このことから、comp16445は生殖細胞形成、特に減数分裂に関与する可能性が示唆された。

SYCP-1タンパク質の局在を調べるために、SYCP-1に対する抗体を米国Stowers研究所のDavid Hawley博士より分与を受け、リュウキュウナミウズムシ3倍体減数分裂における卵巣領域の解離細胞に対して免疫染色を行った。その結果、減数第一分裂前期と推測される卵母細胞では、糸状のDNAの中心を通るようにSYCP-1のシグナルが観察されたことから、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が示された。

さらに、comp16445をノックダウンした3倍体有性個体における雌性生殖細胞の減数第一分裂の分裂装置を観察したところ、減数第一分裂後期と推測される卵母細胞では分裂装置は観察されるものの、その周りに染色体様のものが散在しており、減数第一分裂前期の染色体対合が起こっておらず、それ以降の生殖細胞形成に進行に乱れが生じていると考えられた。

3. 今後の予定

今後は、comp16445ノックダウンした3倍体有性個体の卵巣部を組織染色することにより、生殖細胞分化に対する影響を明らかにする。また、雄性生殖細胞で見られるテロメアプーケとSYCP-1の動態について雌性生殖細胞において比較する。正常な減数分裂像を知るために、リュウキュウナミウズムシの2倍体有性個体を作成し、雌性生殖細胞における減数第一分裂時の染色体の挙動を明らかにする。

4. 学会、研究会での発表

The mechanism of female meiosis in triploid sexual-

ized planarian Kaburaki Momo, Matsumoto Midori
2018 International Planarian Meeting 2018/7/16-20

3倍体プラナリアの雌性減数分裂における雌性減数分裂における染色体分配機構の解明 鍋木百 松本緑 第89回日本動物学会札幌大会2018/9/13-15（北海道南西沖地震のため中止）。

3倍体プラナリアの雌性減数分裂における雌性減数分裂における染色体削減機構の解明 鍋木百 松本緑 第71回日本動物学会関東支部支部会中央大学後楽園キャンパス2019/3/9

（プロジェクトメンバー）松本 緑

2-21) 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

2018年度は、昨年掲げた目標であるWebでの本研究成果の公開、ならびに書籍での伝達を達成した。

Webページでの情報公開としては、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コンテンツとして掲載した。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。研究会のWeb上の活動環境としては、一般に人気のあったサイボウズLive（サイボウズ社）を利用していたが、2019年4月をもって無料利用サービスが終了することとなり、代替サービスを検討していた。無料で利用できるグループウェアは多くあるが、機能面でサイボウズに匹敵するサービスはあまりない。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。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）。

書籍としては「気になるあの子もみんなも輝く！クラスと授業のユニバーサルデザイン」（漆澤 恭子 著、編集 ISBN：4182316258）のコラムとして、アプリケーション開発の話題、「かんじダス」アプリケーションの紹介記事を掲載させていただくことができた。昨今では、平成30年3月に文部科学省から学校教員・教育委員会に向けて出された「小学校プログラミング教育の手引き」により2020年に小学校の授業の一環としてプログラミングを取り入れることが示されたり、小学生向けのプログラミング教室が習い事として人気を博している。「プログラミング」という一般的なイメージで苦手意識を持つ教員も多いが、プログラミングとはプログラムを組むことであり、プログラムは計画・予定・綱領を意味する。パソコン画面に英語のような文字が羅列されているものは、プログラムのコードであり、コードを書くこと（コーディング）はプログラミングの本質ではない。イベントの催しを計画するのもいわばプログラミングであり、根幹にあるのは環境や構成要素の理解と、目的に沿った適切な組み合わせを考えることである。小学生向けのおもちゃによるプログラミングはそのことに焦点を当てて、パーツ（PC画面上のボタン）を組み合わせることで機会が目的の動作をする。本研究で紹介している「かんじダス」のようなWebアプリケーションはコーディングなしで作成することはできないが、まずはプログラミングに対するバリアフリーを進め、一歩踏み込んで新しいものを作る意思が多く生まれることを期待したい。

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・野川 中

2-22) クラウド型自動点訳システムの構築

文責 研究代表者 中野 泰志

プロジェクトの目的

活字から点字へ変換する方式は、自動点訳という技術を用いれば即時的に視覚障害者に対して情報提供できる可能性が高い。しかし、完全な自動化は実現できていない。最終チェックには必ず人的作業が加わる。固有名詞の取り扱い、同音異義語など、点字で表現しようとしたときに使用用途によって表記法が変化するため機械的に解釈するには限界がある。従って、現状は自動点訳を通した後は点字図書館等の専門機関に依頼したり、点訳ボランティア等に依頼したりして完成版を作成している。

点字による情報提供は即時的でより高精度で翻訳できることが求められている。かつメンテナンスのしやすさについても考慮され、翻訳された点字データをスクリーンリーダー・ユーザーが読解できるシステムを構築する必要がある。それには、点字の語彙を収集し解析しメンテナンスを行うための集約サーバーを設ける必要がある。そこで、クライアントからの点訳情報と同期できるクラウド型自動点訳システムを構築しシステムの評価を行うことを、本プロジェクトの目的とする。

研究プロジェクトの内容

画面読み上げソフト（スクリーンリーダー）は、画面情報を音声や点字に変換して出力するアプリケーションの総称である。点字については自動点訳エンジンにおいて変換された後に、点字ディスプレイに出力される。しかしながら、日本語は場面によって同音異義語や固有名詞の読み方が変化するため、自動点訳による分かち書きの点字表記に変換するには限界がある。本研究は、このように自動点訳の難しさを改善するために開発しているクラウド型自動点訳システムを提案し、その評価を行った結果を報告する。

今年度の成果

本研究において、スクリーンリーダーにクラウド型自動点訳エンジンを組み込む目的で、このときに求められる応答速度について評価した。従来のeBrailleの通常方式とCBWAの通常方式で比較を行うため、文字単位の平均時間の比較を行った。その結果、従来のeBrailleとCBWAとの間に有意な差が見られた。CBWAの方が従来のeBrailleよりも点訳に遅延が発生している結果となった。しかし、CBWAはどの文書データを点訳しても一定の点訳時間で結果を返すのに対して、eBrailleは安定しなかった。この点については、eBrailleのHTML

部分を削除し分かち書きのみを行うように改良した効果が示唆された。

CBWAをNVDAに組み込んだ状態でアンケートを実施した結果からは、点字が表示されるまでに若干遅延するような気がするが、普段使用する上では支障はないという意見があった。応答速度では遅延があるものの、ユーザーの使用感には影響は少なかったと考えられる。また、CBWAで一定の時間を保ったまま安定した点訳が実現できるCBWAの場合は、ユーザーの使用感に点字を読む際の「つかえ感」を軽減させる効果があるようにも考えられる。点訳時間の遅延よりも、常に均一な点訳時間で点字を表示できることが有効であると考えられた。さらなる調査が必要である。とはいえ、文字単位の遅延と使用感の関連性について調べるには、ユーザーの読み速度や点字ディスプレイでスクロールキーを押すまでの時間も考慮する必要があり、今後の課題である。

点訳精度については、内容は理解できるが誤訳が多いという意見だった。今後、点訳辞書の更新を行い、より高精度なシステムを目指すことを目標として、サーバープログラムのメンテナンスを実施したい。

本研究で、自動点訳サーバーを組み込んだスクリーンリーダーの開発を開発したところ、取得した画面情報をCBWAで自動点訳し点字ディスプレイに表示できた。従来のeBrailleを改良しスクリーンリーダー向けのサーバー自動点訳システムの一助になり得ると考えられた。その結果、インターネット回線速度が安定し、常時接続されている環境においてはスクリーンリーダーの自動点訳方式としてクラウド型システムの導入は有効な手だてであると考えられた。今後の課題は以下の通りである。

- ・どのような文書であっても遅延が少なく均一な点訳時間で自動点訳を実装。
- ・特殊漢字や記号に関する点訳精度の向上。
- ・自動点訳サーバーとのインタラクティブな双方向通信により点字カーソル表示の実装。

今年度の成果として、次の通り発表した。

御園 政光・菅野 亜紀・高岡 裕・中野 泰志
視覚障害者のための自動点訳サーバーを組み込んだ画面読み上げソフトの開発（福祉情報工学）
電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report：信学技報118（78），53-58，2018-06-09

本プロジェクトは、文部科学省科学研究費補助金（奨励研究）の補助を受けている。

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・御園 政光

2-23) 成人不同視性弱視への点眼治療について

文責 研究代表者 中野 泰志

弱視amblyopiaには障害を受けやすい感受性期間=臨界期（生後1か月前後から8歳頃；2歳頃が最強）があるため臨界期の以降の弱視治療は困難とされている。日常診療で臨界期を過ぎた青年やその保護者が治療を希望した時、眼鏡装用と遮閉法の健眼アイパッチや点眼療法のアトロピン毎日点眼、完全矯正眼鏡とMoore-Johnson法（石川変法）（以下M-J法（石川変法））を試みても視力は向上せず継続できないのが通例であった。一方、青年期や成人弱視症例における視力改善の可能性について様々な報告がされてきている。2007年に弱視治療の多施設共同研究として設立されたPediatric Eye Disease Investigator Group (PEDIG) は、臨界期を過ぎた成人弱視患者においても、視力が向上することから、年齢にかかわらず治療を試みる価値はあると報告しており、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、成人の患者継続が困難であり治療を断念する場合も多い「年期点眼治療」を受けている不同視弱視者の協力を得て、その視力が回復するか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もう一度確認し検証することを目的とする。

今年度の研究活動については、(1)研究協力医師及び眼科での弱視治療実態を確認すること(2)継続的にデータの

確認が可能であるか依頼目的の主旨をそれぞれの眼科クリニックに赴きスタッフや眼科医に説明すること(3)本研究に理解を示す新たな眼科医とそのクリニックに(1)(2)を行うこと等、データの母数を拡大していく方向に向かった。地域を広げ、そして、各施設からのデータ収集方法等を安定させた。九州、北海道等日本の広い地域を対象としている。

眼科医療で不同視弱視者が受ける治療期間や時期への考え方や治療計画の幅が広がり、本人自らの意志で選ぶことができる。弱視眼であるが為に職業選択に制限がかかってしまうこと等乳児期学童期は視力向上努力の必要性を知る由もないことが、継続できない大きな原因となっていると推測されるが、職業選択や生活の質の向上を目指す必要性を強く感じその意義を十分に理解した年齢に達した成人の弱視者が幼少期に弱視治療を拒んだことで悔いを残しながら生涯を過ごしている今とは違って

くる。本研究はこれまで視力の向上が困難とされている臨界期年齢を超えた者が対象であるが、今後も眼科医からのデータをもとに弱視者の機能変化や「視力の向上有無」をまずは証明することを課題におきたいと考え、以上の研究に向けた準備を行った。

(プロジェクトメンバー) 中野 泰志・大貫二三恵

2-24) 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。

我々自身が移動するとき、それに伴って変化する事柄と自己の移動にかかわらず、不変の事柄を区別する。自己の移動に伴う変化は自己の移動を特定する情報となる。視覚におけるその変化は光学的流動と呼ばれる。自己が静止していても光学的流動にさらされると自己が動いているように感じられる。これが視覚誘導性自己運動知覚(ベクション)である。

光学的流動にさらされている間、知覚している事柄について口頭報告を求めると、光学的流動パターンを最初、対象として知覚しているが、やがて、自己の運動として感じ取るといった時系列的变化、いわば過程を経た。過程から物理的実体を抽出することは可能だが、実体から過程は導けない。ベクションは様々な応用が試

みられているが、そのためのデータは、環境内での身体行為としての知覚からしか得られない。過程存在論としてベクションを捉えていくことは基礎研究としても、応用的展開にとっても不可欠である。

ドローンで撮影した実空間での移動映像により、移動方向による違いを検討したところ、斜めまたは鉛直方向の移動映像よりも地面上を水平方向に移動する映像ですべての指標でより強いベクションを示した。

また、皮膚に与えられた空気の流動も光学的流動と同様に自己の運動を含むと考えられるが、皮膚への流動からの自己運動知覚には前庭への振動が伴うことが必須であった。

また、光学的流動と空気の流動の同時呈示は、光学的流動だけの場合よりもベクションの知覚を促進するが、空気の温度を室温よりも高くすると抑制することが明らかとなった。従来、頑健とされてきた視覚のベクションであるが、それに対しても皮膚感覚からの情報が影響を

与えていた。皮膚感覚もこれまで考えられてきた以上に自己の移動の知覚に寄与している。

論文

- [1] Vection is enhanced by increased exposure to optic flow. 2018年5月 i-Perception 9 (3), 1-16. Takeharu Seno, Kayoko Murata, Yoshitaka Fujii, Hidetoshi Kanaya, Masaki Ogawa, Kousuke Tokunaga, Stephen Palmisano

学会発表

- [1] “The effect of translational directions in 3D real space on vection” ; Kayoko Murata, Yoshitaka Fujii, Takeharu Seno; 41th European Conference on visual perception (Trieste, Italy) ; 2018年8月28日
 [2] “Temporal process of vection occurrence : experimental phenomenological analysis of verbal reports” ; Hidemi Komatsu, Kayoko Murata, Take-

haru Seno; 41th European Conference on visual perception (Trieste, Italy) ; 2018年8月28日

- [3] 「ベクションの3次元実空間における移動場面の影響—ドローンによる空と地の移動映像による比較—」; Young Perceptionists’ Seminar 2018 ; 村田佳代子・妹尾武治 ; 2018年9月18日
 [4] 「過程存在論に立った知覚研究の可能性とその意義に関する再検討」 ; 企画代表者、話題提供者 : 境敦史 ; 司会者、話題提供者 : 小松英海 ; 指定討論者 : 河野哲也 ; 日本心理学会第82回大会公募シンポジウム (東北大学 : 仙台国際センター) ; 2018年9月26日.
 [5] 「皮膚感覚によるベクション」 ; 講演者 : 村田佳代子 ; 司会者 : 小松英海 ; 日本心理学会第82回大会小講演 (東北大学 : 仙台国際センター) ; 2018年9月27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

2-25) 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、点字ユーザを対象とした実験のデータに基づき、点字を読む際に使用する指先の大きさが、点字読書や触覚の感度との関連を検討した。結果、点字読書の指標である点字読書速度を個人特性で説明するモデルに基づくと、指先の大きさと点字読書速度の間に関連は見

られなかった。一方、触覚の感度を個人特性で説明するモデルにおいては、触覚の感度に対して、年齢、点字利用年数、指先の面積の3つが影響することが確認できた。これらのことから、指先の大きさは、触覚の課題と関連する可能性があるが、点字読書のように、触覚だけでなく、文脈の利用や単語予測など諸要因が関わる課題では影響が見られない、もしくは相対的に影響が小さい可能性が示唆された。

謝辞：本プロジェクトは、科研費 25870838 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

教 育

1) 一貫教育校との連携ワークショップ (第8回)

日 時：2018年9月1日 (土) 13:00~18:00
 場 所：日吉キャンパス 第2校舎224教室
 テーマ：一貫教育校と大学の連携による自然科学教育・
 研究の推進について

プログラム：

総合司会：久保田真理 (所員・連携委員長・医学部専任
 講師/化学)

13:00~13:10

開会の挨拶

金子 洋之 (所長・文学部教授/生物学)

13:10~13:30

第1部 過去7回のWSで行ってきたこと

小林 宏充 (所員・構想委員長・法学部教授/物理学)

13:30~14:10

第2部 提案 その1 <魅力ある理科教育を目指して>

司会：寺沢 和洋 (所員・医学部助教/物理学)

1) 自然科学と一緒に歩む道の探索

学年が上がるにつれ、自然科学や工学に対する興味が薄れていく状況を打ち破る方法を議論する。

寺沢 和洋 (所員・医学部助教/物理学)

2) 理学から工学への応用について理解させる方法の検討

学生が将来企業や工場で働くことを想定して、何故理科を学ぶのか、理学から工学への応用などを児童・生徒・学生に理解させる方法を考える。

古野 泰二 (副所長・医学部教授/物理学)

3) 理科における基礎的な概念の教授法の共有

例えば、波を教える場合、小学校から大学までどの段階でどこまで教えるのが良いのか、またどう教えるのが良いかなど、議論をする。

小林 宏充 (所員・構想委員長, 法学部教授/物理学)

4) 各校の理科実験情報の共有

小学校から大学まで、各校で実施している理科実験リストを紹介し合い、興味深いものを実演あるいは解説していく。

中野 誠彦 (所員・理工学部電子工学科准教授)

14:10~14:55

討論



<休憩10分>

15:05~15:45

第2部 提案 その2 <具体的なプラン>

司会：高尾 賢一 (所員, 理工学部応用化学科教授)

5) 慶應科学縁日

半学半教の精神で大学生, 高校生, 中学生, 小学生が実演などを行う。

久保田真理 (所員・連携委員長・医学部専任講師/化学)

6) 大学のかおりをかがせる仕組みの構築

一例として、賞を取った児童・生徒に日吉で発表してもらったり、受賞作品を大学に展示したりする。あるいは、オープン研究室のような体制を作る。

高尾 賢一 (所員・理工学部応用化学科教授)

7) 自然科学関係のヴァーチャル博物館の創出

一貫教育校の自然科学に関する物品・作品をデジタル化したコンテンツをヴァーチャル博物館として、年数回来往舎の巨大スクリーンに投影する。

井奥 洪二 (副所長・経済学部教授/化学)

金子 洋之 (所長・文学部教授/生物)

8) 教材・参考資料のデータベース化, アーカイブ化
 宮橋 裕司 (志木高等学校教諭)

<休憩10分>

15:45~16:30

討論

<休憩10分>

16:40~17:50

第3部 総合討論

第2部の提案を踏まえ、具体的に取り組んでいく方法を議論する。

17:50~18:00

閉会の挨拶

井奥 洪二（副所長・経済学部教授／化学）

趣旨：

センターと一貫教育校との自然科学における連携についてはセンター設立当初から議論されてきた。2009年度に一貫教育校とセンターとの懇談会が行われたのが最初の交流会であった。その後、2011年度から毎年、一貫教育校とセンターとの自然科学教育に関するワークショップが開催されてきた。いままでのワークショップで、毎回、討論は活発に行われ、「今後の活動」についても議論がなされた。毎年、継続して年1回開催するという総意は得られたが、より良い教育をしたいという意見の一致はあるものの、具体的に目指すものは定まらないままであった。

このような状況の下、昨年12月、一貫教育校とセンターの連携を充実させていくために、センター内に新たな委員会「一貫教育校との連携委員会」が発足した。

今年度のワークショップでは、一貫教育校と当センターが連携して具体的に取り組んでいく方法、今後の方向性を議論することとした。

参加者は毎年、ワークショップに参加しているとは限らないので、第1部ではいままでのワークショップで行ってきたことを紹介した。具体的なプログラムは、各年度の活動報告書に記載されているので、ここでは省略する。2011年度（第1回）～2015年度（第5回）では、主に、授業の工夫の紹介、カリキュラムの紹介などを行い、2016年度（第6回）には一貫教育校出身の塾内外の教員に自然科学教育の現状と未来を講演していただき、教員志望の塾生にも討論に参加してもらった。2017年度（第7回）ワークショップでは、一貫教育校の小中の文化祭に所員が出向き、児童・生徒たちによってどのような理科の研究がなされているのかを紹介して、未来の科学者を育てるための討論を行った。

このように、交流を重ねることで、お互いの状況もだんだんわかってきた。そろそろ具体的な取り組みをしていく時期に来たと考え、今年はじっくりと討論をすることとした。ワークショップの準備として、まず、連携委員会で、どのような取り組みが可能かを議論した。ここで出た7個の提案を一貫教育校教諭および所員に示し、さらなる提案を募集したところ、志木高の宮橋教諭から新たな提案をいただいた。これら計8個の提案を第2部

で紹介した。第2部では割り振られた提案に対するたたき台を連携委員に提示してもらい、第3部への討論へと繋げた。提案事項が多いため、プログラムに示したように二つに区切り、途中で討論を行う形式とした。第2部、第3部とも討論は活発に行われた。第2部の各提案に対して、例えば、①各校の文化祭などで賞を取った作品を大学で展示・発表する、②矢上祭で当センターのブースを用意して科学縁日を行ったり、中高生がオープン研究室で行ったことを発表したりする場を設ける、③日吉祭で当センターのブースを設ける、④矢上祭やセンターの行事であるサイエンス・カフェを利用して、中学生、高校生、大学生が講師を務めるサイエンス・カフェのようなものを行う、などのさまざまな意見や具体案が議論された。日程の調整も難しいことと聴衆があまりいない場合も想定されるので、これらは今後の課題となった。

結論として、今後も少なくとも年1回はワークショップを開催し、第2部の提案3)、4)を基に「理科における基礎的な概念の教授法と実験教材の共有」をテーマとして進めていくこととした。さらに、提案7)、8)を具体的に進めていくこととした。「自然科学関係のヴァーチャル博物館」については、どこに何があるかの調査が必要である。例えば、塾高には細かいものまで含めて1000点ほどの資料があることが鳥居教諭から情報提供され、この活動に協力いただけると賛同していただいた。他の一貫教育校や研究室についても、何があるかの調査とともに協力を仰ぐ必要がある。さらに、こうしたデータベースやデジタルコンテンツの作成には人材も必要となる。資金源の確保、この取り組みに対する協力依頼、および、どのような資料があるかの調査からはじめていきたい。奇しくも、義塾での博物館構想「慶應ミュージアム・コモンズ（仮称）」が進められており、我々の取り組みとも関連するので、塾執行部にも相談をして進めていきたい。「教材・参考資料のデータベース化、アーカイブ化」については、今後のワークショップのテーマである提案3)、4)とも密接である。教材の範囲、公開範囲なども議論を進めて行かなければならないが、「自然科学関係のヴァーチャル博物館」同様に時間やコストも必要となる。こちらも資金を確保した上で、まずは塾内での公開とし、トライアル運用をしていきたい。

開催日の9月1日はあらかじめ、各一貫校の代表の教諭に日程調査をして決定した。一貫教育校の夏休み中だったので、お昼から半日かけて話し合いを行うことができ、充実したワークショップとなった。出席者は24名であったが、非常に活気のあるワークショップであった。

(久保田真理)

2) 環境にやさしく、教育効果のある学生実験の授業への導入 —高分子の合成—

文責 研究代表者 久保田真理

概 要

化学実験では常に環境汚染を考慮し、実験廃液の処理を徹底している。しかし、実際には環境への排出を防ぐのはかなり難しい。例えば、塩化メチレンは学生実験で指導する所定の洗浄操作（エタノール3回、水道水3回）でも、排水中に規制値を超える量が混入してしまうことがわかった¹⁾。環境への排出を抑制するために洗浄回数を増やすと、操作の煩雑化と実験廃液の増大を招く。我々はこの問題を解決するため、環境負荷の少ない溶媒を用いた実験法の開発に継続的に取り組み、長年行ってきた「紅茶からのカフェイン抽出」を、有機溶媒を必要としない「クスノキからのショウノウの抽出」に変更した²⁾。

高分子合成としては、尿素樹脂、6,6-ナイロン、ポリスチレンを扱ってきた。現在、これらの実験の溶媒としては、ナイロンの合成では四塩化炭素を、ポリスチレンの合成では塩化メチレンやクロロホルムを使用している。これらの溶媒類が付着した器具はルールに従い、すべて使い捨てにしているが、このような状況は、廃棄器具類の埋め立てコストだけでなく、環境自体にも負の遺産となってしまうことが危惧される。そこで、昨年度の教育・研究調整予算では「環境にやさしい高分子合成」をテーマとして、身近な高分子である吸水性ポリマーの合成の開発を行った。種々の反応条件を検討し、同じ原料から形状や機能が異なるポリマーを合成した。

今年度は実際に授業に導入するために、教員レベルでなく学生レベルにおいて、この実験課題が円滑に、かつ十分に遂行できるように検討を重ねた。実験テーマを通して、高分子に興味を持ち、その性質を十分に理解できるように、実際に利用されている商品である紙おむつや保冷剤などと合成品の両方を使って、その特性を比較する実験も開発した。

限られた授業時間内に全員が実験操作を完了して考察・結論まで確実に到達でき、さらに、スペース的にも問題がないようにするため、試薬をどのような形で提供

するか、器具はどうするかなど具体的に検討した。実験テキストを作成し、学生に実際に実験してもらい、授業への導入が可能であること、学生に内容が伝わることを確認した。さらに、間違えやすい器具の操作の動画も作成した。

成果・今後の展望・計画等

昨年度の教育・研究調整予算で、「環境負荷の少ない溶媒を使用した吸水性ポリマーの合成法の開発」を行い、学生実験として適用し得ることがわかった。今年度は授業に実際に導入することを目的として、時間内に円滑に実験ができるように、検討を重ねた。テキストの作成も行い、来年度の授業に導入予定である。

本実験の開発により、高分子の合成を環境負荷の少ないものとすることに成功するとともに、同じ原料から異なる合成法で実験を行うことで、理論で学習した内容を実際に経験し、学習効果も十分期待される。また、吸水性ポリマーは日常生活にもかなり密接であり、紙おむつや保冷剤などの市販品と合成品を比較することで、学生が興味をもって取り組むことができると思われる。

来年度、実際の授業での運用を踏まえ、必要に応じて微調整し、よりよいプログラムとしていきたい。

我々は、環境負荷の少ない実験のみならず、思考力を養う実験、教育効果のある実験など、さまざまな視点からの実験を開発している。引き続き、新たなテーマに取り組み、発展させていきたい。

参考文献

- 1) 久保田 真理、大石 毅、慶應義塾大学日吉紀要 自然科学59、15-20 (2016)。
- 2) 久保田 真理、大石 毅、慶應義塾大学 自然科学研究教育センター 2015年度 年間活動報告書、28 (2016)。

なお、本プロジェクトは2018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) 久保田真理・大石 毅

社会貢献

1) サイエンス・カフェ

第34回 サイエンス・カフェ

日 時：2018年8月4日（土）13：30～15：00
 会 場：日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室
 題 目：「二次元と三次元のあいだ ―三次元空間の知覚と目の錯覚について―」
 話題提供者：田谷 修一郎（所員・法学部専任講師、心理学）
 参加対象者：一般（小学校高学年以上）
 定 員：当日先着90名

本日の講演テーマは「錯視」についてである。この猛暑の中、来往舎大会議室では、すでに多くの参加者が飲み物をとりながら整然とカフェの開演を待っていた。

田谷講師によれば、大学生相手の講義を小学生にも理解してもらえるように編集したということであった。最初に印象深かったのは、錯視についてのこの講演は、絵の見え方によって人物や人の精神を分析したりするものではなく、純粹に錯視の科学についての話であるという断り書きから始まった点である。この点についてはこれまであまり意識したことはなかったが、本日の講演では重要な約束事なのだろうと思った。その後、田谷氏自身の錯視コンテスト受賞歴などの紹介に続き、すでに見知った錯視の絵や写真が多く紹介された。スライド映像に細工が施されているのでは、と疑いたくなるような例では、会場内にプリントしたものを回覧し、これを実際に手に取ってごまかしがないことを納得してもらうという配慮がされていた。参加者には大学の授業の雰囲気を感じてもらえたのではなかろうか。

10分の休憩の後、錯視の例をいろいろ見せながら、本題である「二次元と三次元のあいだ ―三次元空間の知覚と目の錯覚について―」の解説がなされた。たしかに、われわれが眼を通して得る像は網膜に映った二次元の像である。原理的には、たったひとつの二次元像に、奥行きを有する無限個の三次元構造が対応するはずであり、網膜にはこの三次元情報は投影されない。われわれはこの点を普段まったく意識せずに物を見ているので



る。脳もしくは心が、眼の網膜に投影した像を積極的に情報処理して三次元構造に変換しているのである。その変換の段階に、一度見たものの記憶や学習が入り込んでくると、見にくいはずのものが楽に見えたり、逆に、錯視やごまかしが入り込む余地が生まれたりすることが納得できた。

人間の脳は本当に不思議だと思う。このように二次元から三次元への変換に脳が深く絡んでいるということを理解しつつも、眼にするものを瞬時に三次元として認識するのであってそこに躊躇はない。最近急激に進歩しつつあるAIと人間とを比較した場合、空間判断能力はどちらが上なのだろうか。精度や速度はコンピュータ計測が勝っても、予想まで含めた空間の全体認識は人間の方が速いだろうと思うのだが、果たしてどうなのか。AIに錯視はあるのだろうか、もしかしたら、逆にAIは錯視だらけなのではなかろうか、錯視を利用した兵器なども研究されているのではなかろうか、などと恐いことを次々と思いついた。

参加者が会場にあふれたらどうしよう、という企画段階での心配は取り越し苦労であったが、小中高生から大学生および年配の方々まで70名の参加があり、人気の講演会であったと感じた。

（古野 泰二）

その他

1) 2018年度 自然科学部門 新任者研究紹介（センター共催）

プログラム：

（各講演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）

18：45～19：15

講演1 「量子論におけるトポロジーと非摂動現象」

藤森 俊明（商学部助教、物理学）

19：15～19：45

講演2 「魚類学習心理の生態学・水産学的研究」

高橋 宏司（法学部助教、生物学）

19：45～20：15

講演3 「サリチリデンアミノピリジンが配位したマルチ
クロミック金属錯体の結晶構造と物性」

杉山 晴紀（文学部助教、化学）

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

「量子論におけるトポロジーと非摂動現象」

藤森 俊明

様々な物理系において、基本的構成要素として「場」と呼ばれるものが活躍する。例えば電磁気学では「電場」や「磁場」、重力の理論では「重力場」である。それらの状態は通常、偏微分方程式によって決定される（電磁場、重力場はそれぞれマックスウェル方程式、アインシュタイン方程式によって記述される）。複雑に相互作用する系の方程式は、トポロジカルソリトンと呼ばれる解を持つことがある。それらには、エネルギーの局在部があり、それらがあたかも独立した物体のように振る舞う。そのようなトポロジカルソリトンの最も重要な性質は、非自明なトポロジーによってその安定性が保証されているという点である。ここで言うトポロジーとは



連続変形（切ったり貼ったりしない変形）によって保たれる性質のことである。本研究紹介ではトポロジーが非自明な現象の発見のための鍵であること、特にトンネル効果などの「非摂動現象」にトポロジカルソリトンが果たす重要な役割について講演を行った。

講演要旨2

「魚類学習心理の生態学・水産学的研究」

高橋 宏司

学習とは、経験によって生じる行動の変化であり、ヒトを含む多くの動物の生活において極めて重要な現象である。魚類もまた学習をする動物であり、彼らは様々なことを学習している。本講演では、水産学的に重要なマダイを対象とした学習心理の研究について紹介した。

釣り仕掛けに対する学習能力の研究では、単独個体を用いた仕掛け回避学習実験を行なった。マダイは、1-2回の釣獲経験で仕掛けを避けるように学習し、餌に繋がれた糸を避けるという高度な認知機構で学習が成立し



ていた。また、仕掛け回避学習は他個体の釣獲の観察によっても成立した。本種が釣り仕掛けに対して高い認知能力を備えていたことから、釣獲に対する認知進化の可能性が示された。学習を利用した魚の訓練についての研究では、手網追尾処理による行動特性改善について検討

した。3週間の処理を施したマダイ稚魚は警戒心の向上や対捕食者能力が向上していた。本手法は栽培漁業における放流魚の生残能力を高める技術として利用できる可能性が示された。

講演要旨3

「サリチリデンアミノピリジンが配位したマルチクロミック金属錯体の結晶構造と物性」

杉山 晴紀

クロミズムとは外部刺激による可逆的な色変化現象であり、機能性インクや次世代メモリ材料として大変注目を集めている。有機クロミック化合物であるN-サリチリデンアミノピリジン (SAP) は、結晶相で紫外光照射に誘起されるフォトクロミズム (黄色から赤色) と試料冷却によるサーモクロミズム (黄色から無色) を示す。

本研究では、SAPを配位子する金属錯体の形成により、配位子のクロミズムと金属錯体の固体物性を併せ持つ、複数の刺激に応答するマルチクロミック結晶を創製することである。実際に合成されたコバルト錯体結晶 $[\text{Co}(\text{SAP})_4(\text{NCS})_2]$ は、フォトクロミズム (橙色から



赤色) およびサーモクロミズム (橙色から黄色) と、配位したSAP分子に起因する2つのクロミズムを示した。さらにこの錯体結晶は、摩砕により錯体分子の配位構造が僅かに歪み、第3の色変化現象であるメカノクロミズム (橙色から緑色) を示すことが明らかになった。

資料編

大学自然科学研究教育センター協議会委員

2018年4月1日～2019年3月31日

常 任 理 事	鈴木 直樹	(2018年5月16日まで)
	青山藤詞郎	(2018年5月17日から)
所 長	金子 洋之	
副 所 長	古野 泰二	(2018年9月30日まで)
	井奥 洪二	
	杉本 憲彦	(2018年10月1日から)
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	
医 学 部 長	天谷 雅行	
理 工 学 部 長	伊藤 公平	
総合政策学部長	河添 健	
環境情報学部長	濱田 庸子	
看護医療学部長	小松 浩子	
薬 学 部 長	金澤 秀子	

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	
医学部日吉主任	井上 浩義	
理工学部日吉主任	萩原 眞一	
薬学部日吉主任	田村 悦臣	
日吉研究室運営 委員会委員長	不破 有理	
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	
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。

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
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	物理学	古野 泰二 (~9/30)
委 員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦 (10/1~)
委 員	文学部	教授	心理学	皆川 泰代
委 員	経済学部	准教授	生物学	有川 智己

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委 員	経済学部	助教(有期)	物理学	木村 太郎
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
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	教授	数学	南 就将
委 員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委 員		事務長		大古殿憲二

2. 行事委員会 (9名)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委員長 (10/1~)	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦
委 員 (~9/30 委員長)	医学部	教授	物理学	古野 泰二
委 員	文学部	教授	化学	大場 茂 (~9/30)
委 員	文学部	教授	生物学	金子 洋之

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委 員	文学部	准教授	生物学	倉石 立
委 員	文学部	准教授	人類学	河野 礼子
委 員	文学部	助教(有期)	化学	杉山 晴紀
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
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
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 (10/1~)
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)	生物学	林 良信
委 員	商学部	助教(有期)	生物学	嶋田 大輔
委 員	医学部	教授	物理学	古野 泰二 (~9/30)
委 員	医学部	専任講師	化学	久保田真理

4. 構想委員会 (14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
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	医学部	教授	物理学	古野 泰二 (~9/30)
委 員	文学部	助教	心理学	寺澤 悠理
委 員	文学部	助教(有期)	生物学	古川 亮平
委 員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎
委 員	経済学部	准教授	生物学	有川 智己

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委 員	法学部	教授	英文学	横山 千晶
委 員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦 (10/1~)
委 員	法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎
委 員	商学部	教授	数学	白旗 優
委 員	商学部	教授	物理学	松浦 壮
委 員	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑
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
委 員	経済学部	教授	化学	井奥 洪二
委 員	法学部	教授	物理学	小林 宏充
委 員	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦 (10/1~)

	学 部	職 位	分 野	氏 名
委 員	医学部	教授	物理学	古野 泰二 (~9/30)
委 員	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋
委 員	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一
委 員	理工学部	准教授	電子工学	中野 誠彦
委 員	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄

自然科学研究教育センター構成員

1. 所員 67名 (2019/3/31現在)

◎所長、○副所長

		学 部	職 位	分 野 等	氏 名	任 期
1	◎	文学部	教授	生物学	金子 洋之	2017/ 4/1~2019/ 3/31
2	○	経済学部	教授	化学	井奥 洪二	2017/ 4/1~2019/ 3/31
3	○	法学部	准教授	物理学	杉本 憲彦	2017/ 4/1~2019/ 3/31
4		文学部	教授	化学	大場 茂	2017/ 4/1~2019/ 3/31
5		文学部	教授	心理学	皆川 泰代	2017/ 4/1~2019/ 3/31
6		文学部	准教授	生物心理学	伊澤 栄一	2018/ 4/1~2019/ 3/31
7		文学部	准教授	生物学	倉石 立	2017/ 4/1~2019/ 3/31
8		文学部	准教授	人類学	河野 礼子	2017/ 4/1~2019/ 3/31
9		文学部	助教	科学哲学	田中 泉吏	2017/ 4/1~2019/ 3/31
10		文学部	助教	生物学	寺澤 悠理	2017/ 4/1~2019/ 3/31
11		文学部	助教(有期)(自然科学)	化学	杉山 晴紀	2018/ 4/1~2019/ 3/31
12		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	古川 亮平	2018/ 4/1~2019/ 3/31
13		経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2017/ 4/1~2019/ 3/31
14		経済学部	教授	数理物理学	池田 薫	2017/ 4/1~2019/ 3/31
15		経済学部	教授	数学	桂田 昌紀	2017/ 4/1~2019/ 3/31
16		経済学部	教授	心理学	中野 泰志	2017/ 4/1~2019/ 3/31
17		経済学部	教授	生物学	福山 欣司	2017/ 4/1~2019/ 3/31
18		経済学部	教授	地理学	松原 彰子	2017/ 4/1~2019/ 3/31
19		経済学部	准教授	生物学	有川 智己	2017/ 4/1~2019/ 3/31
20		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	木村 太郎	2018/ 4/1~2019/ 3/31
21		法学部	教授	物理学	小林 宏充	2017/ 4/1~2019/ 3/31
22		法学部	教授	物理学	下村 裕	2017/ 4/1~2019/ 3/31
23		法学部	教授	認知科学	辻 幸夫	2017/ 4/1~2019/ 3/31
24		法学部	教授	英文学	横山 千晶	2017/ 4/1~2019/ 3/31
25		法学部	准教授	生物学	小野 裕剛	2017/ 4/1~2019/ 3/31
26		法学部	准教授	化学	志村 正	2017/ 4/1~2019/ 3/31
27		法学部	専任講師	心理学	田谷修一郎	2017/ 4/1~2019/ 3/31
28		法学部	専任講師	生物学	坪川 達也	2017/ 4/1~2019/ 3/31
29		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	高橋 宏司	2018/ 4/1~2019/ 3/31
30		法学部	助教(有期)(自然科学)	化学	土居 志織	2018/ 4/1~2019/ 3/31
31		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	林 良信	2018/ 4/1~2019/ 3/31
32		法学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	森本 睦子	2018/ 4/1~2019/ 3/31
33		商学部	教授	数学	小宮 英敏	2017/ 4/1~2019/ 3/31
34		商学部	教授	数学	白旗 優	2017/ 4/1~2019/ 3/31
35		商学部	教授	物理学	新田 宗土	2017/ 4/1~2019/ 3/31
36		商学部	教授	経済学・統計学	早見 均	2017/ 4/1~2019/ 3/31
37		商学部	教授	物理学	松浦 壮	2017/ 4/1~2019/ 3/31
38		商学部	准教授	仏語	川村 文重	2017/ 4/1~2019/ 3/31
39		商学部	特任准教授(有期)(研究/教育)	物理学	フサキ, アツシ	2018/ 4/1~2019/ 3/31
40		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	嶋田 大輔	2018/ 4/1~2019/ 3/31
41		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	墨谷 暢子	2018/ 4/1~2019/ 3/31
42		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	藤森 俊明	2018/ 4/1~2019/ 3/31
43		医学部	教授	化学	井上 浩義	2017/ 4/1~2019/ 3/31
44		医学部	教授	血管生物学	梶村 眞弓	2017/ 4/1~2019/ 3/31
45		医学部	教授	物理学	古野 泰二	2017/ 4/1~2019/ 3/31
46		医学部	教授	数学	南 就将	2017/ 4/1~2019/ 3/31
47		医学部	准教授	生物学	鈴木 忠	2017/ 4/1~2019/ 3/31

資料編

48	医学部	准教授	物理学	三井 隆久	2017/ 4/1~2019/ 3/31
49	医学部	専任講師	化学	久保田真理	2017/ 4/1~2019/ 3/31
50	医学部	助教	化学	大石 毅	2017/ 4/1~2019/ 3/31
51	医学部	助教	物理学	寺沢 和洋	2017/ 4/1~2019/ 3/31
52	医学部	助教	生物学	中澤 英夫	2017/ 4/1~2019/ 3/31
53	理工学部	教授	物理工学	伊藤 公平	2017/ 4/1~2019/ 3/31
54	理工学部	教授	応用化学	高尾 賢一	2018/ 4/1~2019/ 3/31
55	理工学部	教授	心理学	高山 緑	2017/ 4/1~2019/ 3/31
56	理工学部	准教授	電子工学	中野 誠彦	2018/ 4/1~2019/ 3/31
57	理工学部	准教授	生命情報学	松本 緑	2017/ 4/1~2019/ 3/31
58	理工学部	准教授	物理学	山本 直希	2017/ 4/1~2019/ 3/31
59	理工学部	専任講師	物理学	古池 達彦	2017/ 4/1~2019/ 3/31
60	理工学部	専任講師	科学史、仏語・仏文学	小林 拓也	2017/ 4/1~2019/ 3/31
61	理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2017/ 4/1~2019/ 3/31
62	理工学部	専任講師	生命情報学	堀田 耕司	2017/ 4/1~2019/ 3/31
63	SDM研究科	准教授	システムズエンジニアリング	神武 直彦	2017/ 4/1~2019/ 3/31
64	高等学校	教諭	生物学	鳥居 隆史	2017/ 4/1~2019/ 3/31
65	普通部	教諭	科学・物理	森上 和哲	2018/ 4/1~2019/ 3/31
66	女子高等学校	教諭	生物学	内山 正登	2018/ 4/1~2019/ 3/31
67	横浜初等部	教諭	有機化学	茅野 真雄	2018/ 4/1~2019/ 3/31

2. 研究員 8名(2019/3/31現在)

	研究所	職位	分野等	氏名	任期
1	自然科学研究教育センター	大学特任講師(有期)(研究)(常勤)	物理学	伊藤 悦子	2018/ 9/1~2019/ 3/31
2	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	2018/ 4/1~2019/ 3/31
3	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	2018/ 4/1~2019/ 3/31
4	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	加堂 大輔 ^{*1}	2018/ 4/1~2018/ 9/30
5	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	倉知 昌史	2018/ 4/1~2019/ 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	チャットルジー, チャンドラセカール	2018/10/1~2019/ 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)(非常勤)	物理学	安井 繁宏	2018/ 4/1~2019/ 3/31
8	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(研究)(非常勤)	物理学	宮本 朋和	2018/10/1~2019/ 3/31
9	自然科学研究教育センター	大学研究員(有期)(研究)(非常勤)	物理学	横倉 諒	2018/ 4/1~2019/ 3/31

※1 期中で解嘱、その後訪問研究員。

3. 共同研究員 33名(2019/3/31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	阿武木啓朗	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
2	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	雨宮 史年	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	量子力学	川久保龍一郎	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
11	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原 裕充	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木村 哲士	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
13	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田 淳子	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	コガン, ユージン	2018/ 5/14~2018/ 6/ 1
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林 晋平	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31

資料編

16	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松 英海	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	迫田 誠治	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
18	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	2018/10/ 1~2019/ 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	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	戸金 大	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
21	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	時田 賢一	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
22	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 ^{*2}	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
23	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	長井 和哉	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
24	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	中西 裕之	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
25	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川 中	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
26	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	疋田 泰章	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
27	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田 直衛	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
28	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	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
29	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	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
30	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	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
31	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	モラレス, パプロ	2018/ 7/ 1~2019/ 3/31
32	自然科学研究教育センター	共同研究員	数学	八尾 政行	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
33	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本 裕樹	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31
34	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田 宏	2018/ 4/ 1~2019/ 3/31

※2 複数プロジェクトに従事する者

4. 訪問学者17名 (2019/3/31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	2018/ 4/1~2019/ 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	2018/ 4/1~2019/ 3/31
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	坂井 典佑	2018/ 4/1~2019/ 3/31
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	高橋 渉	2018/ 4/1~2019/ 3/31
5	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	樋口 広芳	2018/ 4/1~2019/ 3/31
6	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	2018/ 4/1~2019/ 3/31
7	自然科学研究教育センター	訪問准教授	物理学	土屋 俊二	2018/ 4/1~2019/ 3/31
8	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	三角 樹弘	2018/ 4/1~2019/ 3/31
9	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	飯田 英明	2018/ 4/1~2019/ 3/31
10	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	2018/ 4/1~2019/ 3/31
11	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	加堂 大輔	2018/10/1~2019/ 3/31
12	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	高橋 大介	2018/ 4/1~2019/ 3/31
13	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	チャツタルジー, チャンドラセカル ^{*3}	2018/ 4/1~2018/ 9/30
14	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	後藤 裕平	2018/ 4/1~2019/ 3/31
15	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	花田 政範	2018/ 4/1~2019/ 3/31
16	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	正木 祐輔	2018/ 4/1~2019/ 3/31
17	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	マルモリーニ, ジャコモ	2018/ 4/1~2019/ 3/31
18	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	吉井 涼輔	2018/ 4/1~2019/ 3/31

※3 期中で期間変更、その後研究員。

2018（平成30）年度の主な活動記録

2018（平成30年）年

3月28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20日	運営委員会（第1回）（回議）
5月2日	協議会（第1回）（回議）
4月21日	講演会（第42回）
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11日	運営委員会（第2回）
6月14日	協議会（第2回）（回議）
7月6日	運営委員会（第3回）（回議）
7月13日	協議会（第3回）（回議）
7月19日	行事委員会（第1回）、サイエンス・メルティング・ポット（第13回）、全体会議
7月27日	Topological Science, 「Keio QFT workshop 2018」（2日間）
8月4日	サイエンス・カフェ（第34回）
8月16日	運営委員会（第4回）（回議）
8月28日	連携委員会（第1回）
9月1日	一貫教育校との連携ワークショップ（第8回）
9月5日	協議会（第4回）
10月6日	2018年 自然科学研究教育センター・シンポジウム
10月17日	行事委員会（第2回）
10月23日	構想委員会（第1回）（回議）
10月25日	講演会（第43回）
11月22日	運営委員会（第5回）
12月1日	インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム（第8回）
12月3日	講演会（第44回）
12月11日	行事委員会（第3回）
12月12日	協議会（第5回）（回議）

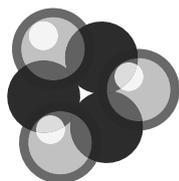
2019（平成31年）年

1月25日	サイエンス・メルティング・ポット（第14回）
2月26日	運営委員会（第6回）
3月6日	協議会（第6回）
3月22日	運営委員会（第7回）（回議）

※運営委員会、協議会、構想委員会の回覧審議(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
 ②ポスター（シンポジウム）
 ③ポスター（講演会）
 ④ポスター（サイエンス・カフェ）
 ⑤チラシ（主催イベント）



REC for NS
 research and education center for natural sciences

Newsletter

Jul. 2018

No.16

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

講演会報告

「タンパク質でロボットを作る!？」

■第41回 平塚 祐一 氏



第41回講演会が2017年12月21日(木)16:40~18:10に日吉キャンパス第4校舎B棟2階23番教室にて、平塚祐一氏(北陸先端科学技術大学院大学 准教授)を講師に迎え開催された。

2016年のノーベル化学賞が「分子マシンの設計と合成」に与えられたのは記憶に新しい。この分子

マシンを実際に第一線で作製しているのが、今回ご講演いただいた平塚祐一先生である。

筋肉や心臓、または微生物は、大きさ数ナノメートルのモータータンパク質がその動きを生み出している。目に見える動きのみならず細胞分裂や神経の伝達など様々な生命現象に関わるとても面白いタンパク質だ。このモータータンパク質は究極の分子機械とよばれ、ATPというエネルギーを利用し、機械的に筋肉などを動かしている。我々が手足を動かす度に何兆個以上もの分子機械が一斉に動いているのだ。

平塚先生の作製する分子マシンは、まさにこのタンパク質を生体外に取りだし、人工の機械の部品として利用したものである。微細加工技術で人工的に作製した微小な構造物と組み合わせることで、タンパク質で動く回転モーターやディスプレイ、微小ペンチなどを作製することが可能になっている。

講演では、モータータンパク質の仕組みからタンパク質で動く夢の機械の作り方まで、たくさんの興味深い動画を使って、やさしくお話いただいた。人の言うことを聞かないモータータンパク質を使って、分子マシンを作製するには、コロンプスの卵そのものの、様々なひらめきが欠かせない。平塚先生のアイデアの豊富さと、自由な発想で研究を楽しむ姿に、心から感嘆した。今回は学生さんの聴講者も多く、講演後には活発な質疑応答が行われ、時間が足りないうらいであった。非常に充実した講演会であったと思う。参加者数は36名であった。(杉本 憲彦)

「地球を救う魔法の水

—水熱反応を利用した機能性材料の合成から
 廃棄物の処理・処分・有効利用まで—

■第42回 柳澤 和道 氏



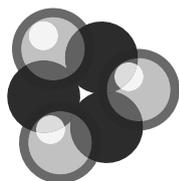
第42回講演会が2018年4月21日(土)13:00~14:30に日吉キャンパス来往舎1階シンポジウムスペースにて、柳澤和道氏(高知大学理工学部附属水熱化学実験所 教授)を講師に迎え開催された。

水熱反応とは、一般には100°C以上、1気圧以上の高温高压の水が関与

する反応として定義されている。講演では、まず身近な水熱反応の例が紹介された。例えば、圧力鍋による調理である。圧力鍋を利用すると、鍋の中に圧力が発生すると同時に液体の水の温度は100°Cよりも高くなり、調理時間は大幅に短縮される。液体の水の温度がさらに高くなると、有機物は容易に分解されるため、水熱反応は有害有機物や有機系廃棄物の無害化、分解にも応用されている。また、地下深部にある高温高压の水は多量の鉱物成分を溶解し、その水が地上に近づき温度・圧力が低下すると、溶解度が減少するために様々な鉱物が析出する。この状態を研究室内で再現することにより、鉱物を人工的に合成することができる。鉱物中には工学的に有用な機能を有する物質も多数存在することから、水熱反応は機能性材料の合成にも広く利用されている。機能性材料の開発例として、水晶の単結晶育成、ケイ酸カルシウム系建築材料の生産、各種セラミックス微結晶の形状制御、圧力センサー用カルサイト(炭酸カルシウム)結晶育成が紹介された。さらに、ガラス瓶のリサイクル技術としてガラス発泡体の新規な作製方法などが紹介され、水熱反応が材料科学的のプロセスとしても魅力的であることが紹介された。講演中には、水晶の単結晶やガラス発泡体の実物などが聴講者に回覧され、終了予定時刻の14時30分まで多方面にわたる質疑応答が続いた。参加者数は22名であった。

(井奥 洪二)

RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES



REC for NS
research and education center for natural sciences

Newsletter

Dec. 2018

No.17

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

第34回サイエンス・カフェ報告

「二次元と三次元のあいだ —三次元空間の知覚と目の錯覚について—」

2018年8月4日(土) 13:30~15:00, 田谷修一郎(所員, 法学部心理学教室 専任講師)を講師として, 第34回サイエンス・カフェが開催された。

本日の講演テーマは「錯視」についてである。この猛暑の中, 来往舎大会議室では, すでに多くの参加者が飲み物を取りながら整然とカフェの開演を待っていた。

田谷講師によれば, 大学生相手の講義を小学生にも理解してもらえるように編集したということであった。最初に印象深かったのは, 錯視についてのこの講演は, 絵の見え方によって人物や人の精神を分析したりするものではなく, 純粋に錯視の科学についての話であるという断り書きから始まった点である。この点についてはこれまであまり意識したことはなかったが, 本日の講演では重要な約束事なのだろうと思った。その後, 田谷氏自身の錯視コンテスト受賞歴などの紹介に続き, すでに見知った錯視の絵や写真が多く紹介された。スライド映像に細工が施されているのでは, と疑いたくなるような例では, 会場内にプリントしたものを回覧し, これを実際に手に取ってごまかしがないことを納得してもらうという配慮がされていた。参加者には大学の授業の雰囲気を感じてもらえたのではなかろうか。

10分の休憩の後, 錯視の例をいろいろ見せながら, 本題である「二次元と三次元のあいだ—三次元空間の知覚と目の錯覚について—」の解説がなされた。たしかに, われわれが眼を通して得る像は網膜に映った二次元の像である。原理的には, たったひとつの二次元像に, 奥行きを有する無限個の三次元構造が対応するはずであり, 網膜にはこの三次元情報は投影されない。われわれはこの点を普段まったく意識せずに物を見ているのである。脳もしくは心が, 眼の網膜に投影した像を積極的に情報処理して三次元構造に変換しているのである。その変換の段階に, 一度見たものの記憶や学習が入り込んでくると, 見にくいはずのものが楽に見えたり, 逆に, 錯視やごまかしが入り込む余地が生まれやすくなることが納得できた。

人間の脳は本当に不思議だと思う。このように二次元から三次元への変換に脳が深く絡んでいるということを理解しつつも, 眼にするものを瞬時に三次元として認識するのであ

てそこに躊躇はない。最近急激に進歩しつつあるAIと人間とを比較した場合, 空間判断能力はどちらが上なのだろうか。精度や速度はコンピュータ計測が勝っても, 予想まで含めた空間の全体認識は人間の方が速いだろうと思うのだが, 果たしてどうなのか。AIに錯視はあるのだろうか, もしかしたら, 逆にAIは錯視だらけなのではなかろうか, 錯視を利用した兵器なども研究されているのではなかろうか, などと恐いことを次々と思いついた。

参加者が会場にあふれたらどうしよう, という企画段階での心配は取り越し苦労であったが, 小中高生から大学生および年配の方々まで70名の参加があり, 人気の講演会であったと感じた。(古野 泰二)



田谷 修一郎

ワークショップ報告

「Quantum Field Theory and Gravity」と題したワークショップ (http://user.keio.ac.jp/~flachi_nino/) が, 2018年7月27日(金)~28日(土)に行われた。参加者数は合計35名であった。

第3回クマムシ学研究会報告

第3回クマムシ学研究会(自然科学研究教育センター・共催企画, <http://www.kumamushigakkai.net/>)が, 2018年9月9日(日)に行われた。参加者数は54名であった。

RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES



2018年自然科学研究教育センター・シンポジウム

昆虫のサイエンス最前線

2018年10月6日(土) 13:00 ~ 17:30

日吉キャンパス 第4校舎 B棟 J29 番教室 (日吉駅徒歩3分)

参加費無料 (対象: 学生・教職員・一般) / 申込不要

13:00 ▶ 開会のあいさつ

大石 裕 (本塾常任理事・法学部教授)

講演 1

13:10 ▶ 13:50

昆虫の交尾器と
その多様な進化



上村佳孝

(慶應義塾大学 商学部 生物学教室 准教授)

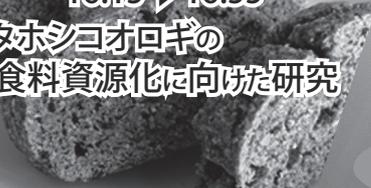
17:25 ▶ 閉会のあいさつ

金子 洋之 (所長・文学部教授)

講演 5

16:15 ▶ 16:55

フタホシヨオロギの
食料資源化に向けた研究



三戸太郎氏

(徳島大学 大学院社会産業理工学研究部 准教授)

講演 2

13:50 ▶ 14:30

アリ社会の裏にある
「裏切り者の取り締まり」
と自己組織化



辻和希氏

(琉球大学 農学部 亜熱帯農林環境科学科 教授)

総合質疑討論

16:55 ▶ 17:25

講演 4

15:25 ▶ 16:05

昆虫と機械を融合した
リビングデバイス



森島 圭祐氏

(大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授)

講演 3

14:45 ▶ 15:25

ヒアリをはじめとする
外来昆虫類の化学的防除



五箇 公一氏

(国立環境研究所 生物生態系環境研究センター
(生態リスク評価・対策研究室) / 室長)

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8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

2018年 12月 1日(土) 13:00~16:35

日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

参加費無料 / 申込不要 対象：学生・教職員・一般

第1部 13:00~14:35

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)

成果発表 山形県立鶴岡南高校の観測 — 視差を利用した月までの距離の測定 —

山本 裕樹 (東北公益文科大学)

小学校におけるインターネット望遠鏡を活用した天文学習

松本 榮次 (神戸大学大学院)

日影曲線

日高 正貴 (愛知県立明和高校)

宮城教育大学の取り組み

高田 淑子 (宮城教育大学)

14:35~15:00 インターネット望遠鏡を利用した天体観測体験

第2部 15:00~16:35

活動報告 東海大学の望遠鏡の現状と

「世界一行きたい科学広場in東海大学湘南キャンパス」の報告

櫛田 淳子 (東海大学)

「青少年のための科学の祭典2018鹿児島大会」の出演報告

中西 裕之 (鹿児島大学)

「青少年のための科学の祭典2018全国大会」の出演報告

戸田 晃一 (富山県立大学)

クラウドファンディングと「青少年のための科学の祭典2018名古屋大会」の報告 表 實 (慶應義塾大学名誉教授)

開会のあいさつ

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/>

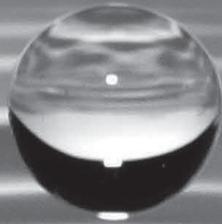


*天災・交通事情など予期せぬ事態により変更・中止となる場合があります。その場合、上記webサイトでお知らせしますので、事前に確認下さい。



第42回 自然科学研究教育センター講演会

地球を救う魔法の水



柳澤 和道 氏

(高知大学理工学部附属水熱化学実験所 教授)

—水熱反応を利用した機能性材料の合成から
廃棄物の処理・処分・有効利用まで—

2018年4月21日(土) 13:00~14:30

日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース

参加費無料 / 申込不要 対象: 学生・教職員・一般

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43回 自然科学研究教育センター講演会

2018年 **10月25日 (木)** 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**

参加費無料 / 申込不要 対象：学生・教職員・一般



西成 活裕氏
(東京大学先端科学技術研究センター教授)

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44回 自然科学研究教育センター講演会

2018年 12月3日(月) 16:30~18:00

日吉キャンパス 来往舎2階 中会議室

参加費無料 / 申込不要 対象：学生・教職員・一般



高鳥直士氏

(首都大学東京 大学院
理学研究科 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。

サイエンス・カフェ 34 @自然科学研究教育センター

二次元と三次元のあいだ

三次元空間の知覚と目の錯覚について

2018年

8月4日(土) 13:30~15:00

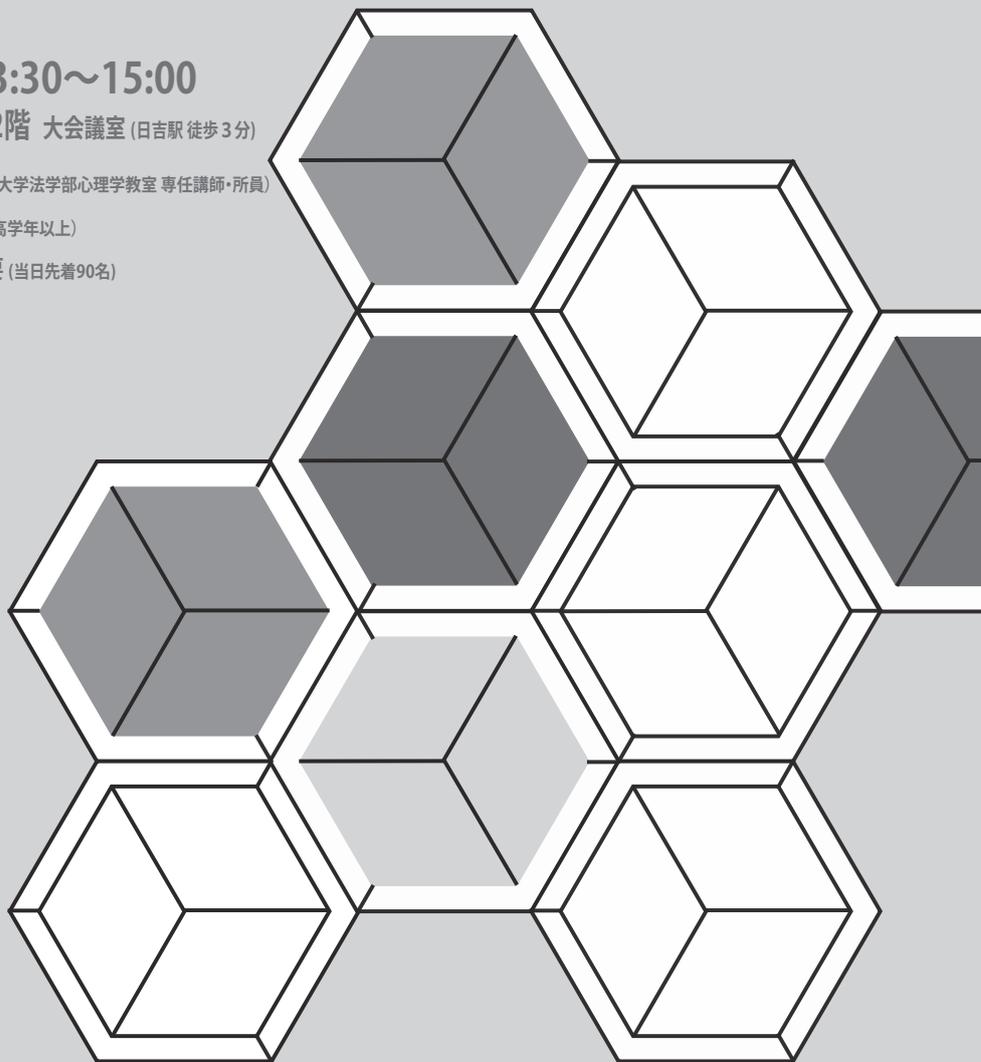
日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室 (日吉駅 徒歩3分)

田谷 修一郎 (慶應義塾大学法学部心理学教室 専任講師・所員)

対象: 一般の方 (小学校高学年以上)

参加費無料 / 申込不要 (当日先着90名)

体験型デモンストラーションあり



錯視とは目に見える色や形が本当の色や形とは異なって見える現象を指します。錯視が生じる背景には、見ることに不可欠な目と脳(心)の働きがあります。今回のサイエンス・カフェでは、講演者自身の発見した錯視を含む様々な錯視を沢山紹介するとともに、そのメカニズムについて解説します。「見る」ことをよくよく考えてみると、錯視とは単に目が「だまされた」結果だとは言い難い、ということを伝えたいと思います。



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。





REC for NS
research and education center for natural science

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、ご確認の上、ふるってご参加下さい。

2018年 自然科学研究教育センター・シンポジウム

今年のテーマは「昆虫のサイエンス最前線」です。人間と昆虫の付き合いは奥深くさまざまですが、科学の世界でも多様で新しい研究が進められています。本シンポジウムでは5つのサブテーマを設定して、参加の方々からも積極的にご質疑ご討論をお願いしたいと考えています。

昆虫のサイエンス最前線

2018年

10月6日(土) 13:00~17:30

日吉キャンパス 第4校舎B棟 J29番教室

- (1) 昆虫の交尾器とその多様な進化 上村佳孝 (慶應義塾大学 商学部 生物学教室 准教授)
- (2) アリ社会の裏にある「裏切り者の取り締まり」と自己組織化 辻和希氏 (琉球大学 農学部 亜熱帯農林環境科学科 教授)
- (3) ヒアリをはじめとする外来昆虫類の化学的防除 五箇公一氏 (国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター(生態リスク評価・対策研究室)/室長)
- (4) 昆虫と機械を融合したリビングデバイス 森島圭祐氏 (大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授)
- (5) フタホシココロギの食料資源化に向けた研究 三戸太郎氏 (徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 准教授)

第34回サイエンス・カフェ

2018年

8月4日(土) 13:30~15:00

日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

『二次元と三次元のあいだー三次元空間の知覚と目の錯覚についてー』 田谷修一郎 (法学部心理学教室 専任講師・所員)

対象: 一般(小学校高学年以上) 定員: 90名(先着) 体験型デモンストレーションあり

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



※いずれのイベントも参加費無料・事前申込不要

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

2018年度 年間活動報告書

2019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 金子 洋之

〒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