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

REC for NS
research and education center for natural sciences

2015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．2015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．学際イベント
1）シンポジウム
2015年自然科学研究教育センターシンポジウム …… 8
第6回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム …… 12
“Topological Science Kick-off Symposium 2016” …… 13
2）2015年度自然科学研究教育センター講演会
第31回講演会 …… 14
第32回講演会 …… 15
第33回講演会 …… 15
第34回講演会 …… 16
3）サイエンス・メルティング・ポット
第7回サイエンス・メルティング・ポット …… 17
第8回サイエンス・メルティング・ポット …… 19
4）セミナー・研究会
ワークショップ「Workshop on Topological String and Related Topics」…… 20
第17回特異点研究会『特異点と時空、および関連する物理』…… 21
6．プロジェクト研究
1）平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
「トポロジカル・サイエンス」 …… 22
2）自然科学研究教育センター研究プロジェクト …… 24
2－1）キラルな有機化合物の合成と構造の解析 …… 24
2－2）ゼータ関数・テータ関数・楕円関数の挙動解明：数論・幾何学・物理学
における発現と展開 …… 25
2－3）ヒトデ幼生の栄養に関する研究 …… 25
2－4）ヒトデ胚再構築と細胞の意思 …… 26
2－5）解離した原腸胚細胞の遺伝子発現からその細胞状態を探る …… 27
2－6）環境適応型の抽出実験と簡易操作法の開発 …… 28
2－7）始原新口動物のボディプランに関する研究 …… 29
2－8）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 …… 29
2－9）不動点理論と凸解析学を介した非線形関数解析学 …… 30
2－10）物理学における渦・ソリトン・位相励起 …… 31

２－11）場の理論と物性論のトポロジー的側面 …… 33
２－12）絶滅危惧両生類の年齢構成に関する保全生物学的研究 …… 33
２－13）離散化手法による時空のダイナミクスの研究 …… 34
２－14）学習教材としてのアプリケーション作成技術の検討 …… 34
２－15）電光掲示板を用いたロービジョンへの効率的な情報提供の検討 …… 35
２－16）点字読書速度に及ぼす諸要因の影響 …… 37
２－17）読書効率に影響する要因に関する実験的検討 …… 38
２－18）触覚を基盤とする彫刻鑑賞に関する研究 …… 38
２－19）先天性盲ろう児、家族及び関係者の支援に関する事例研究 …… 39
２－20）対象と事象の知覚体制化に関する実験的検討 …… 40
２－21）視覚障害者のための情報ポータルサイトの構築 …… 41
２－22）視覚障害者におけるICT機器を活用した学習方法の研究 …… 41
７．教育
１）第５回自然科学教育ワークショップ …… 43
２）電子書籍を用いた学習支援教材の開発 …… 44
３）思考力を養う学生実験の開発 …… 44
８．社会貢献
１）第29回サイエンス・カフェ …… 46
２）第30回サイエンス・カフェ …… 46
９．その他
１）自然科学部門　新任者研究紹介（センター共催） …… 48

Ⅲ．資料編

１．大学自然科学研究教育センター協議会委員 …… 49
２．自然科学研究教育センター規程 …… 50
３．自然科学研究教育センター運営委員会内規 …… 52
４．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 …… 54
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 …… 55
６．自然科学研究教育センター各種委員会委員 …… 56
７．自然科学研究教育センター構成員 …… 58
８．2015（平成27）年度の主な活動記録 …… 61
９．自然科学研究教育センター刊行物等抜粋 …… 62
①ニューズレター　②チラシ（シンポジウム）　③チラシ（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

自然科学研究教育センター所長　金　子　洋　之

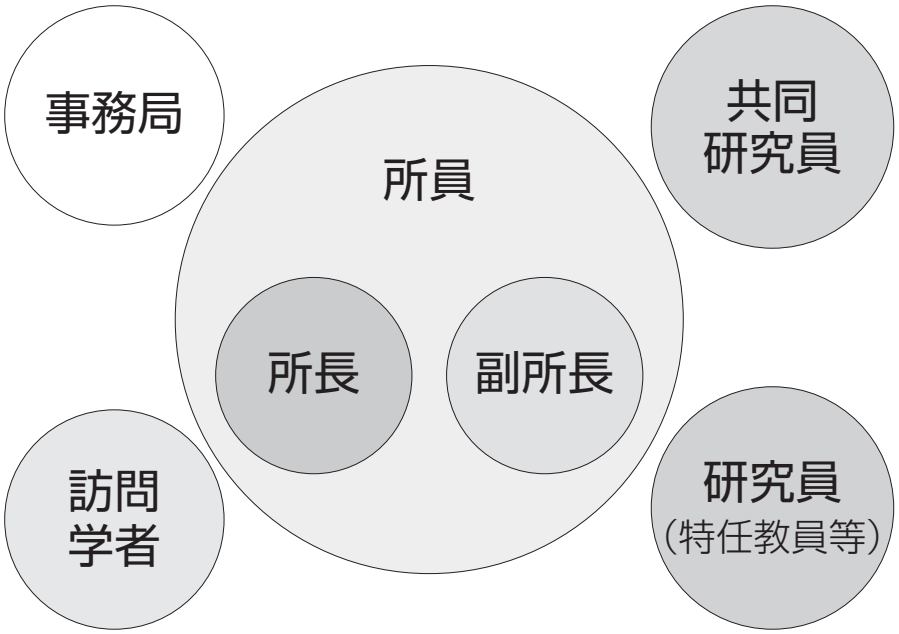
昨年10月から所長業務を引き継いで、私としては最初の活動報告書になる。現在の自然科学研究教育センター（自然セ）の活動における２本の柱について状況を述べておきたい。ひとつめの柱では、これまで継続されてきた、シンポジウム、講演会、サイエンスメルティングポットなどが恙無く開催されているかという点をモニターしたい。本活動報告書に掲載されているように、本年度も、無事に成立したと思える。現執行部は、副所長として、古野泰二氏と松本緑氏から構成されている。御両者とも自然セ執行部は初体験であるゆえ、前執行部の小林宏充氏と久保田真理氏には、継続して重責を担って頂くことに良心の呵責を少し覚えたが、将来構想委員長と広報委員長の責をお願いしている。特に、迅速な活動が必要になる実務型委員会において、久保田真理氏には、キッチリとツボを押さえてリードをされていることに、言い過ぎではなく、尊敬の念を持った。また、副所長に加え、古野氏には行事委員長も兼ねて頂いたが、初めての仕事であるにもかかわらず、来年度のシンポジウムや講演会の立案なども円滑に取り仕切られた。したがって、来年度の前期分はひと安心といった状況である。一方、理工学部所属の松本緑氏は、慶應義塾大学出身学生に対する豊富な人脈を持っておられる。これらに頼りつつ、来年度に開催予定の教育ワークショップのオーガナイズに力を発揮してもらっている。

一方、もうひとつの柱は、自然セがこの秋からスタートさせた新田氏を中心としたトポロジー研究の推移に関する。本研究は、全く新たな学際的な研究領域の立ち上げを見据えており、ノーベル賞をも視野にいれたプロジェクトとなる。本活動書にも掲載されているように、５年計画、約15名のポスドクを動員した大型プロジェクトである。是非とも成功してもらうべく、自然セ所員にはできる限りのバックアップを惜しまない、との共通意識が存在する。ただ、国内外を問わず多くのポスドクを雇用するための人事プロセスは雇用される側の希望も多岐に亘っているだけでなく、本プロジェクトが文部科学省との共同出資であるゆえ、その使用には多くの規制がある。特に後者の案件に関して、新田氏のプロジェクトを成立させるために、自然セ予算が圧迫される状態が予測された。事務方の吉川智江氏や鈴木都美子氏の努力により、この危惧は解消され、来年度以降も自然セの活動に対する予算の心配はなくなった。お二人の努力には痛み入ると同時に、持つべきものは優秀な事務であるとの感慨を深く持った。この大型プロジェクトだけでなく、本活動書に新たに掲載される案件として、旧調整費による教育プロジェクトも注目して頂きたい。大場茂氏と久保田真理氏の化学教育における新たなプロジェクトが行われたことを付記しておきたい。

最後に、所長に就任したおりに、自然セ活動を可能な限り見えやすい状態にして、所員間の遠慮も無くしたいということを表明した。まずは、今まで研究に専念するための時間を考慮して、自然セの管理活動にはできるだけ関わらないように意図されていた助教の方々にも参画してもらうとことをお願いした。例えば、広報委員である中澤英夫氏、宮西弘氏にはニューズレター発行、本活動書のとりまとめを担当して頂いた。お二人とも、初めての体験であるにも関わらず、すこぶる上手くポイントを押さえ、円滑に業務を進められた。ここに感謝するとともに、何とも有能な人たちであるとの感慨に浸っている。少しずつ変化していくことを念頭においており、まことに嬉しい次第である。

○組織構成

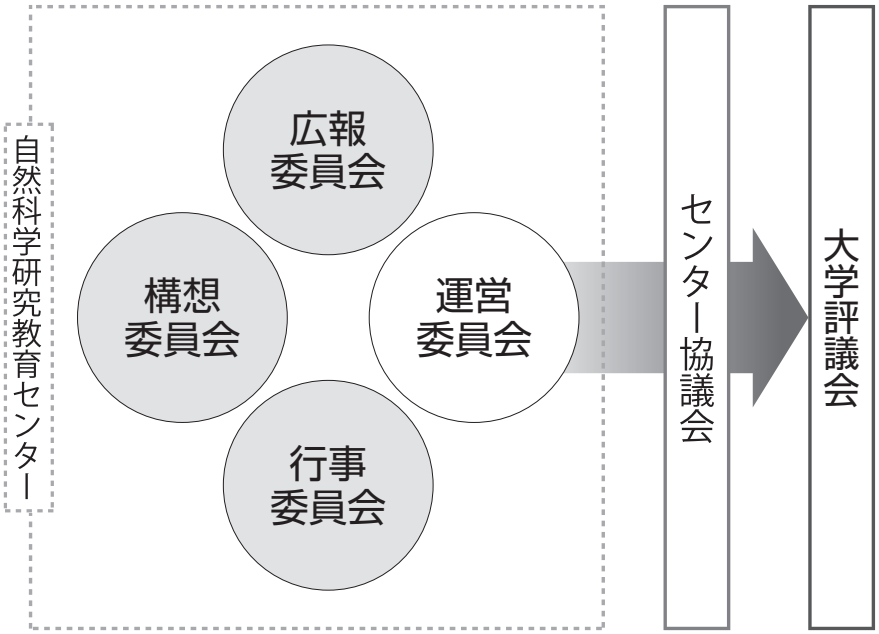
自然科学研究教育センターで自然科学に関する研究や教育活動を行う研究者がセンター構成員となっています。塾内の学部、専門、所属キャンパスに関わらず、また一貫教育校教諭や職員も所員として所属できます。専門が自然科学である必要もありません。塾外の研究者も訪問学者・共同研究員として参加しています。



○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



運営委員会

１．本年度の特記事項

運営委員会において選挙が行われ、次期所長候補者が選出された。

経常費特別補助などの外部資金獲得を視野に入れた、研究プロジェクト費が順調に利用されてきており、所員が研究プロジェクトを有意義に推進できる環境ができてきた。

新田所員が代表として当センターから申請をした平成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」が文科省で採択され、９月からPDの雇用を始め、スタートした。

義塾のスーパーグローバル大学創成支援事業における国際学際コース（GIC）において、自然科学系の教員をGICセンターへ推薦し、承認された。2016年度４月より授業が開始される。

２．運営委員会の開催

今年度は運営委員会を計３回開催した（ただし持ち回り審議は除く）。（１）2015年６月８日、（２）11月16日、（３）2016年２月25日。

３．協議会の開催

今年度も例年通り協議会を２回開催した（ただし持ち回り審議は除く）。（１）2015年９月９日、（２）2016年３月３日。９月の会議の主な案件は、所長・副所長の任用、前年度決算報告、研究員の解嘱、所員の登録・解除、訪問学者の任用などであった。３月における主な案件は、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、訪問学者の職位付与、次年度予算についてなどであった。

４．人事

今年度末の時点で所員51名、研究員３名、共同研究員36名、訪問学者11名である。なお、2015年度の事務局は、事務長が吉川智江氏、事務員（主務）松村邦仁氏、10月末まで事務員（兼務）山口中氏、11月から事務員（兼務）鈴木都美子氏であった。

５．センターの活動

今年度はセンター主催の講演会を４回、シンポジウムを２回開催した。昨年度から研究会の開催も受け付け、共催２件の申請があり、採択され実施された。また、センターのプロジェクトとして22件が実施された。詳細は行事委員会および各プロジェクトの報告を参照されたい。

（小林　宏充、金子　洋之）

構想委員会

１．今年度の特記事項

新田所員が代表として当センターから申請をした平成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」が、文科省で採択された。９月からPDを雇用してスタートした。また、並列計算サーバを購入して、日吉ITCへ納入した。

塾のスーパーグローバル大学創成支援事業における国際学際コース（GIC）において、自然科学系の教員をGICセンターへ推薦し、承認された。2016年度４月より授業が開始される。今後もGICに協力することとした。

一貫教育校との自然科学教育に関するワークショップ（第５回）を、6/13（土）に開催した。大学側から１件、一貫教育校側から２件の事例発表が行われた。すべての一貫教育校ならびに理工学部教員も交えて、「塾生が学ぶべきサイエンスのミニマムエッセンシャルとは、または、サイエンスリテラシーとは」について各校から発表を行った。また「一貫校としてのメリットを活かした自然科学教育の可能性」について議論をした。今年度は、執行部の交代などもあり、見学会を実施しなかったが、今後は春・秋と年２回の交流ができると良いという一貫教育校の教諭からの意見を反映したい。

旧調整予算に申請を行い、センターの教育プロジェクトとして位置づけていくことが確認された。

また、中長期の構想についても活発に議論を行った。

２．構想委員会の開催

今年度は運営委員会に併設する形で、構想委員会を１回開催した。前所長の際は運営委員が構想委員を兼ねていたが、新所長になり別々の人員で委員を構成し、独立した構想委員会を１回開催した。

（小林　宏充）

行事委員会

１．今年度の特記事項

例年通り、シンポジウム、講演会、サイエンス・メルティング・ポット、サイエンス・カフェを開催した。また、所員からのイベントの申請は３件あり、すべて採択され、開催の支援をした。センター開所から７年目となり、いままでの行事の運用を反映させ、各イベント用ガイドラインを修正した。

２．行事委員会の開催

今年度は行事委員会を１回開催した（ただし、メール審議は複数回実施)。（１）2015年10月29日

また、行事・広報合同委員会を２回開催した。（１）2015年10月22日（２）2016年２月９日

３．シンポジウムの実施

以下に実施概要を示す（詳細はⅢ資料編、Ⅱ-5-1）を参照のこと)。

2015年度自然科学研究教育センター・シンポジウム

日　時：2015年９月26日（土）13：00～17：20
場　所：日吉キャンパス　第４校舎J11教室
テーマ：知能とは何か
参加者：約110名

Topological Science Kick-off Symposium 2016

日　時：2016年３月14日（月）９：30～18：00
　　2016年３月15日（火）10：00～18：00
場　所：日吉キャンパス　来往舎１階シンポジウムスペース
参加者：60名（第１日）　61名（第２日）

４．講演会の実施

以下に実施概要を示す（講演要旨はⅢ資料編、詳細はⅡ-5-2）を参照のこと)。

（第31回）

日　時：2015年５月11日（月）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　師：鈴木 忠（医学部生物学教室准教授・第56次南極地域観測隊隊員・所員）
題　目：南極クマムシ調査隊
参加者：約40名

（第32回）

日　時：2015年６月26日（金）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　師：四方 順司 氏（横浜国立大学大学院環境情報研究院准教授）
題　目：現代暗号理論の数理
参加者：約45名

（第33回）

日　時：2015年11月６日（金）　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　師：鈴木 健嗣 氏（筑波大学システム情報系准教授）
題　目：ソーシャル・イメージング：人々のこころを支えるテクノロジー
参加者：約55名

（第34回）

日　時：2016年１月18日（月）　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　師：樋口 広芳 君（東京大学名誉教授・慶應義塾大学特任教授）
題　目：鳥の渡りと生物多様性の保全
参加者：約40名

５．サイエンス・カフェの実施

以下に実施概要を示す（詳細はⅡ-8を参照のこと)。

（第29回）

日　時：2015年７月11日（土）15：00～16：30
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　師：渡辺 茂 君（慶應義塾大学名誉教授）
題　目：人間の共感、動物の共感
参加対象：一般（小学校高学年以上)、教職員、学生［定員あり］
参加者：約60名

（第30回）

日　時：2015年12月12日（土）13：30～15：30
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　師：小野 裕剛（法学部生物学教室専任講師・所員）
題　目：バードウォッチング：鳥を見分けるポイントとその作られ方

参加対象：小学生以上（ただし、小学生の場合は保護者同伴）［定員あり］
参加者：約55名

6．サイエンス・メルティング・ポットの実施

以下に実施概要を示す（詳細はⅡ-5-3）を参照のこと）。

（第７回）
日　時：2015年６月２日（火）16：00～17：30（全体会議の前）
場　所：日吉キャンパス 来往舎２階大会議室
講演１
講　師：松本 緑（理工学部生命情報学科准教授・所員）
題　目：プラナリアの生殖戦略～有性・無性のスウィッチング～
講演２
講　師：南 就将（医学部数学教室教授・所員）
題　目：風疹流行の数学的考察
参加者：約20名

（第８回）
日　時：2016年１月28日（木）13：00～14：30
場　所：日吉キャンパス　来往舎２階大会議室
講演１
講　師：河合 成道（文学部生物学教室助教･所員）
題　目：再構築胚の発生学 ―ヒトデ再構築胚における前後軸の決定―
講演２
講　師：三井 隆久（医学部物理学教室准教授・所員）
題　目：光を用いたランダム信号計測
参加者：約15名

7．自然科学部門との共催　新任者研究紹介の実施

以下に実施概要を示す。（詳細はⅡ-9を参照のこと）

（１）自然科学部門　新任者研究紹介
日　時：2015年４月24日（金）18：30～19：40
場　所：日吉キャンパス　来往舎２階大会議室
主　催：自然科学部門
参加者：25名

8．所員からの申請によるイベントの実施

以下に実施概要を示す（詳細はⅡ-5-1)、4)）を参照のこと)。

センター主催イベント
（１）第６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：2016年２月20日（土）13：00～17：00
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：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：28名

センター共催イベント
（１）共催研究会 「Topological String and Related Topics（位相的弦理論とその周辺)」
日　時：2015年９月22日（火）
場　所：日吉キャンパス 第２校舎221教室
主　催：木村 太郎（経済学部物理学教室助教・所員）
参加者：25名

（２）共催研究会 「第17回特異点研究会『特異点と時空、および関連する物理』」
日　時：2016年１月９日（土)～11日（月）
場　所：日吉キャンパス　第２校舎224教室
主　催：村田 佳樹（商学部物理学教室助教･所員）
参加者：約50名

（久保田　真理、古野　泰二）

広報委員会

１．広報委員会の開催

できる限り、メール審議とし、今年度は単独の広報委員会は開催しなかった。2016年２月１日に、web担当（前・現）と広報委員長がweb作成を依頼している株式会社ヒーローガレージと打ち合わせを行った。また、今年度は10月から委員交代の年であったため、行事・広報合同委員会を２回開催した。（１）2015年10月22日、（２）2016年２月９日。

２．各イベントの広報

例年通りの広報を行った。すべてのイベントについて、センターのウェブサイトで広報を行った。センター主催の公開イベントについてはポスターを作成した。そのうち、シンポジウム、講演会についてはチラシも作成した。

ポスターは、各キャンパスや一貫教育校に掲載をお願いした。チラシはＡ４サイズ700枚を作成し、日吉を中心に広く（日吉と矢上全教員並びに協生館コミュニケーションプラザなどに）配布した。

サイエンス・カフェについては、いままでの参加者でメール配信の希望登録をしている方に事前に情報を配信しているが、今年度は諸事情により配信ができなかった。

また、適宜「情報ぽすと」を通して学内に広報を依頼し、義塾ウェブサイトや塾生向けウェブサイト、理工学部・日吉キャンパスウェブサイト、理工学部イベントカレンダー、日吉キャンパスニュース等に各イベント情報を掲載した。

さらに、シンポジウムと秋学期の予定イベントについてA4サイズ、カラーのチラシを作成し、慶應カード保有者へのダイレクトメールに同封して塾員へ配布した。

ポスターとチラシについては、Ⅲ－９を参照のこと。なお、センターのウェブサイトでも閲覧できる。

３．ニューズレター

今年度はニューズレターを１回刊行した。Ａ４判６ページで2015年12月に発行した。1000部作成し、日吉・矢上の全教員、一貫教育校、各キャンパスに配布した。Ⅲ－９を参照のこと。なお、センターのウェブサイトでも閲覧できる。

４．2015年度活動報告書

例年通り、年度末を締め切りとした原稿収集が行われた。

５．センターウェブページの改修

昨年度、新たに、イベントの事前申込機能を追加したが、今年度の運用をふまえ、より使いやすいように改修した。また、プロジェクトのページは現在活動中のものしか掲載されていなかったが、簡単な操作で終了したプロジェクトも掲載できるようにした。旧調整予算のプロジェクト紹介ページもなかったので、教育プロジェクトの中に掲載するようにした。

さらに、所員の著作物などについて紹介するページを新たに作成した。

（三井　隆久、久保田　真理）

学際イベント

1）シンポジウム

2015年自然科学研究教育センター・シンポジウム

日　時：2015年９月26日（土）13：00～17：20
場　所：日吉キャンパス 第４校舎J11教室
テーマ：知能とは何か

プログラム：
13：00～13：10
開会のあいさつ
　長谷山　彰（本塾常任理事・文学部教授）
13：15～14：00
講演１「インタラクションと知能」
　今井　倫太 氏（慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授）
14：05～14：50
講演２「コンピュータ将棋はなぜ強いのか－その技術と進歩－」
　金子　知適 氏（東京大学大学院 情報学環 准教授）
（20分の休憩）
15：10～15：55
講演３「全脳アーキテクチャーからアプローチする汎用人工知能」
　山川　宏 氏（株式会社ドワンゴ ドワンゴ人工知能研究所 所長）
16：00～16：45
講演４「ロボット社会における人とロボットの知能」
　石黒　浩 氏（大阪大学 基礎工学研究科 特別教授、ATR石黒浩特別研究所 客員所長(ATRフェロー)）
16：50～17：00
閉会のあいさつ
　小林　宏充（所長・法学部教授）

趣旨：
スマホが人間と会話をしたり、ロボットが介護をしたり、パソコン相手に麻雀や将棋をしたり、人工知能技術は、最近、目覚ましい進歩を遂げている。四半世紀前にはSFの世界であったことが、現実になっている。現実と仮想の境界はあるのか？ 人工知能を持った何者かに人間が支配される日が来るのか？ 脳の機能はどこまでわかっているのか？ さまざまな切り口からアプローチした知能研究の最先端の話に触れ、そもそも知能とは何なのか？ を考えたい。

実施状況：
漫画や小説の世界でしかあり得ないと思っていたものが、次々と現実の世界に登場している。江戸時代の人は、テレビ、電話、飛行機などが使える時代を想像しただろうか。我々は、携帯電話や電子メールなどを誰でも使える時代が来ると四半世紀前に想像していただろうか。ましてや、人と会話する携帯電話やロボットの登場を誰が想像していただろう。

しかし、現在のこれらのコミュニケーションはプログラミングされたもので、その場の状況に応じてやり取りする人間同士のインタラクションとは異なる。知能とはインタラクションを考えないといけない。これが難しいということ今井氏が最初の講演で話してくれた。次に、金子氏によりコンピュータ将棋の話があった。長年、プロ棋士に勝つことはできないと思われていたが、ついにコンピュータが勝利した。これはコンピュータが先を読むことができるということだけではなく、自動化した機械学習（棋譜から学ぶ）の進歩によるものであるという話を聞いた。山川氏はディープラーニング（深層学習）による汎用型の人工知能の実現を目指す研究について話して下さった。ディープラーニングとは、人間の脳神経細胞のメカニズムをコンピュータ上でシミュレートするニューラルネットワークを使う機械学習である。AIがAIを開発するのがどのくらい先のことなのか、興味深い。最後に、石黒氏は実際に作成したさまざまな人間型ロボットについて紹介して下さり、５年以内に心が通う自立型ロボットを目指していると未来のロボットについて語られた。

10年後､20年後にはどのような進化があるのだろうか。

４名の講演者のうち、１名は慶應義塾内部の研究者、３名が外部からお招きした講演者であった。各講演は講演40分、質疑応答５分であり、どの講演も大変興味深い内容であった。

開催日の９月26日は９月19日から23日のシルバーウィーク後の週末であり、２日間の休暇を取れば９日間の大型連休となる状況であったが、出席者は約110名であり、大盛況であった。質疑応答も活発に繰り広げられて非常に活気のあるシンポジウムであった。

各講演の報告については、以下に記す。

（久保田　真理）

講演１

13：15～14：00
「インタラクションと知能」
　今井　倫太 氏

写真１　今井　倫太 氏

我々が相手に「知能がある」と感じるのはどのようなときだろうか？チューリングが考案したテストでは、テキストチャットで相手に人間が応対していると誤認させることができれば知能的であると言えるとされている。今井氏の講演では自身が開発したロボットの振る舞いを紹介しながら、知的さを感じる基盤は言語のやりとりに限らず、視線移動や相づちなどインタラクションの今性（タイミング）にあることがはじめに示された。ただ、これまでに作られた「知的に見えるロボット」はそう見えるようにプログラムされたものでしかなく、状況の変化に瞬時に対応することはできていなかった。今井氏の考えはインタラクションの今性を磨くことから人と人工知能の間に「瞬時に意図を読み合う関係」、すなわち相手が何を考えているかを推定しながら対話できるようになってはじめて知的概念のやりとりが可能になるとするものである。これを実現する過程で障害となるのが状況の変化によってインタラクションに齟齬が生じる場合である。今井氏はこの齟齬の解消に向けたアプローチが90年台に二つに分かれたとする。一方はより使いやすい機械を作り出すために人の行動を分析するアプローチであり、他方は膨大な事例を蓄積しデータ処理によってあらゆる状況に能力を持たせようとするアプローチである。残念なことにどちらのアプローチも齟齬の解消に対する決定的な答えを出せていない。前者は人の行動分析のおもしろさに満足してしまい、後者はインターネット上の機械学習を中心とした研究にシフトしてしまったためなのかもしれない。今井氏は両アプローチが元々の目的を忘れてしまったのではないかと指摘して講演を締めくくった。今井氏の提言から本当に知的だと感じられる人工知能ロボットが生み出されることが期待される。

（小野　裕剛）

講演２

14：05～14：50
「コンピュータ将棋はなぜ強いのか
－その技術と進歩－」
　金子　知適 氏

写真２　金子　知適 氏

本講演では、近年急速な進歩を遂げているコンピューター将棋について、その歴史を振り返るとともに、近代のコンピューター将棋の強さのメカニズムについて述べられた。

コンピューター将棋とプロ棋士との対局の歴史は約40年前、1976年まで遡る。そこから約20年後にはコンピューターが初めてチェスでプロに勝利するが、コンピューター将棋の劇的な進化が始まったのはそこから約10年後、コンピューター将棋ソフトBonanzaの登場からであった。Bonanzaによってコンピューターの機械学習が進化し、それによって近年ではコンピューター将棋がプロ棋士を凌駕していると言っても過言ではないと考えられる状況に至っている。

将棋の思考の基準は「読み」と「形勢判断」であるとされている。このうち「読み」については、かつてからコンピューターが優れていると考えられていた。実際、終盤の局面における「詰み」の発見については2000年以前にほぼ人間を超えていた状況である。一方、序盤～中盤に現れる膨大な局面を全て探索することは現在のコンピューターにおいても不可能である。そこで近代のコンピューター将棋ソフトでは探索する必要のない局面をうまく除外（枝刈り）する工夫がなされている。講演では、この枝刈りの仕組みについて詳説された。

また、人間が有利と考えられていた「形勢判断」に関しては、機械学習によって評価関数を改善していくという手法によって劇的な進歩を遂げた。人間が形勢判断を行う際はどのような駒を持っているか、玉がどのぐらい堅いか、すべての持ち駒が有効に機能しているかなどを大局的に判断するが、コンピューター将棋はその盤面を評価関数によって判断する。この評価関数の作り方は言

わば「非人間的」であり、例えば２つの駒のペア全てについて、そのペアがどのような位置関係で配置されているかによって点数を与える。このような、人間から見ると無意味に思われる評価手法が、機械学習によって劇的に洗練され、非常に的確な形勢判断を可能にしている。

機械学習がコンピューター将棋の急速な進歩をもたらしたが、その学習のベースとなるものは人間が積み上げてきた何万局もの棋譜であり、それをもとにコンピューターが自己進化を遂げている。人間の積み上げてきたものとコンピューター・アルゴリズムというテクノロジーが融合してできあがった強いコンピューター将棋に感銘を受けた。

（藤沢　潤）

講演３

15：10～15：55
「全脳アーキテクチャーからアプローチする汎用人工知能」
　　山川　宏 氏

本講演は汎用人工知能（AGI: Artificial General Intelligence）とは何か、これまでの人工知能（AI）とは何が異なるのか、AGIがどのような背景から生まれ、今後どのようなプロセスを経て実現化されるべきかという内容で構成された。講演者山川氏は実際にAGIを実現させるために全脳アーキテクチャ・イニシアティブというNPOを立ち上げ実現に向けて活動をされているということもあり、熱意伝わる講演であった。

AGIとは、人間の脳が行う知覚や認知処理の機構を利用して構築されるものであるが、特に人間が個別の問題に対処することによって知識を得ていくようにAGIも領域毎の知識を機械学習で学習することで、多様な問題に対処できるようになる。あらかじめプログラミングすることなく、コンピュータ自体が自ら学習し規則を抽出し、それに基づいて実行パターンを決定するという、機械学習、とりたててより複雑な学習ができる深層学習の出現は人工知能界の大きなイノベーションであった。この深層学習を用いると、例えば脳の視覚野が形状の認識をする過程をシミュレートすることができた。このように脳の領域が個別に学習し、それら専門を持った領域（脳の各部位）が統合されることで全脳のAIができあがる。幸い神経科学は近年、脳の機能結合レベルからニューロンレベルの回路まで明らかにしようとする試みがされており、このコネクトーム研究もどのように各脳部位が統合されているかの知見を与えてくれる。

写真３　山川　宏 氏

壮大なプロジェクトであるが、理工学ばかりでなく脳科学という生理学的知見も活かして作るAIは、正当で理想的な流れだということが充分理解できた。AGI構築に向けてまずはマーモセットの脳レベルのAGIを作るという話であったが、マーモセットとヒト脳を隔てるものは大きい。特にヒトらしさを決定付ける心の理論、コミュニケーション能力はこれまでのAIでも大きな壁となってきている。ヒト脳をモデルにするからこそ、これまで困難であった部分が可能になるのではないかという感想も持った。今後の流れを期待したい。

（皆川泰代）

講演４

16：00～16：45
「ロボット社会における人とロボットの知能」
　　石黒　浩 氏

本シンポジウム最後の講演者として、大阪大学の石黒浩氏に「ロボットと未来社会」というタイトルでお話ししていただいた。比較的高度な内容であるにも関わらず、明快かつ軽妙な語り口も相まって盛況な講演となった。

最初の話題は、未来社会でロボットが果たす役割についてである。人は人型の物を自然に認識する脳を持っている。そのため、将来的に人が機械とコミュニケーションを取ろうとするとき、「人型」である事が理想であろうと石黒先生は語る。そのため、今後人型ロボット（ア

写真４　石黒　浩 氏

ンドロイド）は急速に我々人間社会に溶け込んでいくだろう。そして、その先駆けになるのは、介護や外国語学習の分野であろうというのが氏の予想である。

続いて、これまで開発して来た数々の人型ロボットとその意義を紹介して頂いた。

自立型のアンドロイドとして紹介していただいたのは、人間との自然な対話を行うことを目的に開発された女性型アンドロイド「ERICA」、落語家で人間国宝の桂米朝氏の等身大アンドロイド、高島屋でシャツの販売をする女性型アンドロイド「ミナミ」などである。我々人間は、人型の物が感情表現を表す動作をするとそこに「心」を感じる。事実、女性らしい仕草をしながら語るERICAに人は実在の女性を感じ、桂米朝氏のアンドロイドは観客の心を動かす落語を語り、ミナミは人間にひけを取らない販売成績を残したそうである。これは、ロボット技術という枠を超えて、人の心とは何か、という問いかけに通じる現象であろう。同様に、音声や動きを遠隔操作で操作できる「ジェミノイド」は、操作している内に、操縦者自身が、遠方にいるロボット自体に一体感を感じるとのこと。これもまた、人のアイデンティティと肉体の関係を拡大する可能性を秘めた現象である。

また氏は、人がその存在を人と認識するために必要な最低限の要素についても言及された。その一つが「テレノイド」である。テレノイドは、一見して人とわかるものの、男性とも女性とも、大人とも子供とも見えるデザインをしており、同時に、柔らかく肌触りの良い小型の外装が特徴である。テレノイドはインターネットを通じて遠隔操作することができる。利用者は、人の声からそのニュートラルな外見に実在の人間の姿を想像し、同時にスキンシップをはかることが出来る。また、同じコンセプトで開発された商品が、抱き枕型通信メディア「Hagvie」である。これもまた、遠方の人の声と抱き枕の触覚を通じてコミュニケーションを行うことができる。氏によると、人の存在を感じるために必要な最低限の要素は声と人の触覚であろうとのこと。この見識も、人と人のコミュニケーションを理解する上で重要な要素であろう。

講演後の質疑応答の時間には、聴衆から次々に質問が飛び出し、このテーマに関する世間の関心の高さがうかがえた。

（松浦　壮）

第６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：2016年２月20日（土）13：00～17：00
会　　場：慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース
参加人数：27名；塾関係者10名、塾外者17名

プログラム：
開会の挨拶　13：00～13：05
　小林　宏充（プロジェクト代表･所員､慶應義塾大学）
講演　13：05～13：50
「可視・電波観測で探る銀河・銀河系の構造」
　中西　裕之（鹿児島大学）
研究成果発表　　13：50～15：05
13：50～14：15
「山形県立鶴岡南高校での観測―小惑星の観測と軌道要素の計算―
　山本　裕樹（東北公益文化大学）
14：15～14：40
「木星質量の測定」
　日高　正貴（愛知県立明和高校）
14：40～15：05
「インターネット望遠鏡を利用した月の継続的観測・解析と教材化
　大羽　徹（名古屋大学附属中・高校）
休憩　15：05～15：25
休憩時間を利用してインターネット望遠鏡を利用した天体観測体験コーナーを設置
プロジェクトの活動報告　15：25～16：55
15：25～15：40
「テキスト出版・星座カメラ設置について」
　上田　晴彦（秋田大学）
15：40～15：55
「鹿児島市立科学館とサイエンスアゴラ出展・防衛大望遠鏡設置報告」
　迫田　誠治（防衛大学校）
15：55～16：10
「慶應インターネット望遠鏡とマカリを活用して―あなたもできるデジカメ天文学より―
　松本　榮次（西宮市立上ヶ原南小学校）
16：10～16：25
「富山県立大学のダビンチ祭報告」
　戸田　晃一（富山県立大学）
16：25～16：40
「東海大学での望遠鏡設置状況」
　櫛田　淳子（東海大学）
16：40～16：55
「その他」
閉会の挨拶　　16：55～17：00
　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、中西裕之（鹿児島大学）氏の講演と、山本裕樹（東北公益文科大学）・日高正貴（愛知県立明和高校）・大羽徹（名古屋大学附属中・高校）の３氏のインターネット望遠鏡を利用した研究成発表が行われた。中西氏の講演では鹿児島大学で取り組んでいる電波望遠鏡を利用した銀河系中心部研究紹介と中西氏が新しく開発に当たっているインターネット経由で遠隔操作可能な小型の望遠鏡の現状報告が行われた。研究成果発表は、山本氏による山形県立鶴岡南高校での小惑星の軌道要素測定、日高氏による愛知県立明和高校での木星の質量測定、大羽氏による名古屋大学附属中・高校での月までの距離と月の近点月・朔望月測定に関する報告がなされた。
　後半では、プロジェクトメンバーによるこの１年間の活動報告、（１）テキスト出版・星座カメラ開発（上田晴彦：秋田大学)、（２）鹿児島市立科学館とサイエンスアゴラ出展・防衛大望遠鏡設置（迫田誠治：防衛大学校)、（３）慶應インターネット望遠鏡とマカリを活用して―あなたもできるデジカメ天文学より―に関する書籍

写真　講演風景

写真　会場風景

分担（松本榮次：西宮市立上ヶ原南小学校)、（４）富山県立大学のダビンチ祭開催　戸田晃一(富山県立大学)、（５）東海大学での望遠鏡設置状況（櫛田淳子：東海大学）があった。

最後に、五藤信隆氏による閉会の挨拶が行われ、シンポジウムは終了した。

なお、前半と後半の間に設けられた休憩時間を利用して、シンポジウム参加者のうちの希望者に対して、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をしてもらった。

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）

“Topological Science Kick-off Symposium 2016”

日　時：2016年３月14日（月）～３月15日（火）
場　所：日吉キャンパス来往舎　シンポジウムスペース
講演リスト：

Paul Sutcliffe（Durham University），“Topological Solitons”

Ariel Zhitnitsky（University of British Columbia），“The long range order in QCD: Applications to heavy ion collisions and cosmology”

押川　正毅（東京大学），“Symmetry protection of critical phases and global anomaly in 1+1 dimensions”

野村　健太郎（東北大学），“Electromagnetic responses in novel topological materials”

日高　義将（理化学研究所），“Symmetry breaking and gapless excitations”

藤本　聡（大阪大学），“Transport phenomena in Weyl semimetal and Weyl superconductor”

衛藤　稔（山形大学），“Dynamics of vortices in 2-component BECs”

木村　太郎（慶應義塾大学），“Topological Insulator and Lattice Fermion”

新田　宗土（慶應義塾大学），“Topological Aspects of Neutron Stars”

三角　樹弘（秋田大学），“Resurgence and topological objects in quantum theories”

山本　直希（慶應義塾大学），“Chirality, Topology, and Astrophysics”

Aron Beekman（慶應義塾大学），“Dual gauge field theory of quantum liquid crystals”

企画の趣旨ならびに実施報告：

慶應義塾大学 自然科学研究教育センターにおいて、平成27年度から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」（代表・新田宗土）が発足したことにあたり、国際的なキックオフシンポジウムを開催した。これは、「トポロジカル・サイエンス」プロジェクトの存在を塾外に周知するだけでなく、物理学の諸分野におけるトポロジーの概念の重要性を俯瞰し、今後の新たな研究の方向性を探ることが主な目的である。

本研究会は、真壁常任理事による開会の挨拶、新田代表による「トポロジカル・サイエンス」プロジェクトの趣旨説明、国内外の第一線で活躍する研究者による招待講演とプロジェクトメンバーによる講演から構成され、２日間にわたって行われた。海外招待講演者として、イギリスとカナダから研究者を招き、高エネルギー物理学におけるトポロジカルソリトンとトポロジカル秩序の最近の進展について、それぞれ１日目と２日目に１時間ずつ合計２時間の講演をしていただいた。国内からは４名の研究者を招き、物性系のトポロジカル物質における新奇な電磁応答や輸送現象から、南部-Goldstoneの定理の様々な系への一般化まで、最新の研究成果が紹介された。プロジェクトメンバーの講演では、中性子星や２成分ボース・アインシュタイン凝縮相における量子渦の物理、宇宙物理学におけるトポロジーの役割、トポロジカル絶縁体と格子フェルミオンの関係性、量子液晶の性質、場の量子論の最近の理論的進展など、幅広い分野にわたって発表が行われた。

本研究会には、専門分野が物性・原子核・素粒子物理学というように、様々な背景をもった研究者や大学院生が集まり、参加者は約60名であった。このように異なる物理学の分野の研究者が一同に会して研究会を行う機会は、世界的に見ても稀であり、分野間での活発な議論が行われた。特に、トポロジーという共通の概念が多様な物理現象に普遍的に現れることが再認識され、基礎科学にとどまらず、トポロジカル量子計算や散逸（ジュール熱）のないトポロジカル輸送現象など、将来的な応用面での可能性も感じさせるものであった。本研究会は、今後新しいプロジェクト研究を推進していく上で重要な出発点になったと期待される。

（山本　直希）

2）2015年度自然科学研究教育センター講演会

第31回講演会

日　時：2015年５月11日（月）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：鈴木 忠（慶應義塾大学医学部准教授・所員、第56次南極地域観測隊 隊員）
題　目：「南極クマムシ調査隊」

当センターの所員である鈴木忠君が第56次南極地域観測隊の隊員として、南極に行って来た。身近に南極に行った経験のある人はそうそういないだろう。せっかくの機会なので、今回はその報告をしていただいた。

鈴木君は「クマムシ」の研究者である。クマムシという生物は非常に小さく、大きなものでも１mmを超える程度だ。小さすぎて、ふだん目にすることはないが、実はそこらへんにいるありふれた生き物である。まず、クマムシとはどんな生き物なのか、映像を見せてくれた。そして、それが歩く様子も動画で見せてくれた。４対の足でのそのそとゆっくり歩く姿はかわいらしい。ついで、この小さな生物がいかに不思議な生物であるかが語られた。この生物は、乾燥した状態でも平気であるのが特徴だ。乾燥した状態に耐えているのではなく、平気なのだそうだ。乾燥すると、樽状になって眠ってしまう。クマムシにも寿命があるが、この樽状になっている間はカウントされない。眠り姫のように眠っている間は歳をとらないのである。また、超低温状態でも高温状態でも、放射線を照射しても平気というのだから、びっくりである。

さて、南極にもクマムシがいるのだろうか？答えはYESである。コケの中から見つかるそうだ。南極のクマムシ研究は歴史が古く、100年以上前から研究されている。日本では、主にコケ研究者が持ち帰った試料を用いて国内で南極微小動物の研究をしてきた。今回、日本の南極観測史上はじめて現地で南極のクマムシを調べることになったのである。これが、名付けて「南極クマムシ調査隊」である。

まずは、南極に行くまでの話を伺った。「しらせ」は11/11に晴海埠頭を出発するが、南極クマムシ調査隊を含む観測隊は２週間後に成田からオーストラリアに飛行機で移動し、フリーマントルで合流する。そして、南極に向かうが、南極に近づくと流氷が待ちかまえている。ここからが、砕氷艦「しらせ」の出番であるが、ほとんど進まない。この様子も動画で見せてくれた。いったん後退し、勢いをつけてから前進して海氷に船体で体当たりして氷を砕くことを「ラミング」と言うのだそうだ。まるで、365歩のマーチの歌、「３歩進んで２歩下がる」を繰り返しているかのような状態、あるいはもっとひどい状態なのだろう。「しらせ」の出港時にはきれいな色だったペンキがはげてしまった様子から「ラミング」の凄まじさがわかる。なかなか進まない状況の中、観測されるペンギンの映像がかわいかった。船に向かってきたり、驚くようにヨチヨチと帰っていったりする。隊員の心も和むような気がした。

こうして、昭和基地に到着すると、クマムシ調査隊はヘリで目的地に向かい、野外調査を行う。今回、４カ所に行ったそうだが、その写真は、我々のイメージする南極の風景ではなかった。雪はなく、ゴツゴツとした岩山のようであった。ここで、クマムシを採取して来たそうだ。研究結果が出るのはこれからである。

鈴木君の軽快な語り口に聴衆も引き込まれ、貴重な体験とクマムシの話について聴くことができ、非常に有益な講演会であった。平日の開催にも関わらず、学生や一般の方も含めて約40名の参加があり、質疑・応答も活発に行われ、有意義な時間を過ごすことができた。

今回の講演で見せてもらった写真も話もごく一部で、まだ話したいことがいっぱいあると締めくくってくれた、持ち帰ったクマムシの研究報告とともに、また、近いうちに話をうかがいたい。

（久保田　真理）

第32回講演会

日　時：2015 年 6 月26日（金）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：四方　順司 氏（横浜国立大学大学院 環境情報研究院 准教授）
題　目：「現代暗号理論の数理」

高度に情報化された現代社会において、暗号理論は社会の安全性を支えるために必要不可欠なものとなっている。PC、インターネット、携帯電話、ICカード、DVD、クラウド計算、ビッグデータ解析など、われわれの生活の中で暗号が関わるものは枚挙にいとまがない。

本講演ではまず、暗号の歴史について概説された。暗号の歴史を紐解くと、その起源は古代ローマ時代のシーザー暗号まで遡ることができる。その後、ある暗号が提案され、しばらく利用された後に解読され、また新しい暗号が提案され、それが解読され…という繰り返しを経て、暗号が少しずつ高度なものへと進化していった。第二次世界大戦でのエニグマ暗号の解読が戦況を左右するなど、暗号は社会にも大きな影響を与えている。戦後、シャノンによって初めて暗号理論が数理科学的な立場から展開され、セキュアであるとはどういうことか？という問題意識のもと、安全性が理論的に定式化された。そして今日に至るまで大きな発展を遂げ、現代の暗号学は数学・情報科学・物理学などに跨る研究分野となっている。

現代暗号における二つの基本的なセキュリティは大きく分けると「読むこと」に対するセキュリティ・「書くこと」に対するセキュリティの２つに分類され、それぞれ暗号化・電子署名の技術でセキュリティを保っている。講演では、暗号化・電子署名がどのような仕組みで成り立っているかについて解説された。また暗号の安全性として、計算量的な安全性と情報理論的な安全性の二つが考えられる。計算量的な安全性は、攻撃者の計算能力に制限があることを安全性の担保としている。つまり、攻撃者が通信路で盗聴した暗号文を解読するためにかかる時間が莫大なものになることが必要であり、そのような暗号化には難しい計算問題が必要となる。一方、情報理論的な安全性を考える際には攻撃者の計算能力に制限をおかない。その場合、解をいくら計算しても当てずっぽうで当てることと変わらない状況を作り出さないといけない。そのため、難しい計算問題は必要とならないが、通信路などに何らかの仮定をおき、その特性を利用することで安全性を保っている。講演では、攻撃者のモデルと数学的な安全性の定義・安全であることの証明について詳説された。その他、シャノンやチューリングなどの研究者の暗号学への関わりや、今後の暗号理論の発展の方向性についても触れられた。

参加者は約45名であった。初歩的な内容から高度な理論までカバーされた講演内容であり、質疑応答も活発に行われ、有意義な講演会となった。

（藤沢　潤）

第33回講演会

日　時：11月 6 日（金）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：鈴木　健嗣氏（筑波大学准教授）
題　目：「ソーシャル・イメージング：人々のこころを支えるテクノロジー」

これまでに神経科学や心理学の分野では神経活動を画像化するニューロイメージング（Neuroimaging）や行動を可視化する行動イメージング（Behavior Imaging）といった用語は使用されているが、「ソーシャル・イメージング」は本講演の講演者である鈴木氏が新たに創出する領域ないし手法である。

我々は社会の中で人とのコミュニケーション活動の際

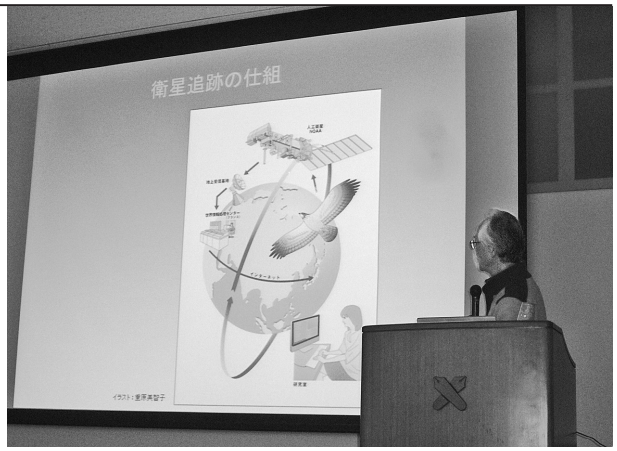
に自然に表情や身体動作を読み取り、それが何を意味しているのか、何を求められているのかを理解している。しかし、自閉症スペクトラム障がい児にとってはそのような表情の読み取りなど、１つ１つのキューの理解が難しく、結果的に心の理解が困難になるために、様々な問題が生じる。ソーシャル・イメージングとは、人々の社会的行動や交流状況を顕在化、明示化させることで、社会的行動の理解が困難になる自閉症児などの人々を助けたり、支援したりする技術、あるいはそれら効果的な技術を作るために社会的行動を定量的に計測しようとする技術である。例えば、光るブレスレットは子供達がお互い手をつないだ時に光るブレスレットであるが、これにより、他人に無関心であった子供が、手をつなぎ、そしてそこには新たなインタラクションが生まれ、社会的行動を始めるきっかけが生まれる。実際、光るブレスレットや光ビブスを使うと、より子供たちの交流が促進されたことも確認されている。この他にも、表情筋の筋電計測技術を使うスマイルリーダーや子供の視線、目線の実体験ができる帽子、その名もチャイルドフード（Childhood）など次々にユニークな技術が紹介された。

最近人工知能やロボット技術の進展が著しいが、人の心を支援する技術はまだまだ少ない。そのような中で、心理学者と協働しながら、何が必要とされているのかをしっかり理解した上で技術の応用をする工学研究はとても貴重である。今後、「未来の体育館」というソーシャル・イメージング技術を駆使した、自閉症児の社会的活動をサポートする体育館を作ることを目指されているということで、とても楽しみである。

（皆川　泰代）

第34回講演会

日　時：2016年１月18日（月）16時30分～18時00分
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：「鳥の渡りと生物多様性の保全」
講演者：樋口　広芳 君（東京大学名誉教授、慶應義塾大学特任教授）



第34回講演会が１月18日16：30～18：00に日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースで行われた。当日は朝から大雪で交通機関が乱れ、開催が危ぶまれたものの、約40名の聴衆にご参集いただいた。

ご講演いただいたのは東京大学名誉教授であり、本塾大学院政策・メディア研究科特任教授の樋口広芳氏である。樋口氏は1970年代から継続的に野鳥の生態研究を進めてこられ、日本野鳥の会研究センター所長や東京大学大学院教授として、日本の野鳥研究を牽引してこられた方である。今回の講演は「鳥の渡りと生物多様性の保全」と題し、渡り鳥の移動経路を調べる研究から明らかになったことを中心にお話しいただいた。

講演はまず、渡り鳥が大きく減少しているという大変ショッキングな事実から始まった。現在、地球規模で進む開発によりすべての野生生物はその数を減らす傾向にあるが、特に渡り鳥は繁殖地が保全されたとしても越冬地や渡りの中継地が破壊されるとその数を大きく減らしてしまう。渡り鳥がどこを通ってどこで繁殖・越冬しているかを調べることがいかに重要かが示された。

次に渡り鳥を追跡する手段であるが、比較的大型のツルやタカ、ガン・カモ類などには人工衛星へ向けて位置情報を送信する発信器を取り付けて、ほぼリアルタイムで位置情報を取得できるようになっているとのことであった。この研究で、タカの一種のハチクマは繁殖地である日本から秋には東シナ海を横断して中国・東南アジア方面へ渡るが、春には朝鮮半島を経由して全く異なる経路で日本に渡ってくることがわかったそうだ。春と秋で風向きをはじめとする気象条件が異なることが原因と考えられている。日本で越冬してシベリア方面で繁殖するコハクチョウは一定の経路をそろって移動するのに対し、オナガガモはオホーツク海をばらばらに移動するなど大変興味深いデータが紹介された。さらには日本に渡来するマナヅルが朝鮮半島の非武装地帯を重要な渡りの中継地として利用していることも明らかとなった。

衛星追跡に使われる送信機は高価なこととやや大きいために小鳥に使用するのは難しい。そこで、通信機能はないものの、回収後にデータを取り出すタイプの位置情報記録装置であるジオロケーターが開発されている。わずか1.2グラムほどのこの記録装置を使えばカンムリウミスズメのような小型の鳥が営巣地を離れてから翌年に戻ってくるまでに日本近海をどのように移動したかがわかる。回収が難しいのが難点であるが、比較的安価なため多くの個体に取り付けることで対応できるようだ。ムクドリくらいの大きさでしかないカンムリウミスズメが広く日本近海を回遊する実態には大変驚かされるものがあった。

渡り鳥の研究はその調査範囲が極めて広範囲であるため、多数の研究者の国際的な協力がなければ成り立たない。樋口氏は講演の最後に国際協力の重要性に言及して

公演を締めくくられた。

人が追いかけていくことができない渡り鳥の移動経路の解明から地球環境の様々な問題点が浮き彫りになる示唆に富んだ講演であった。興味深い講演に対し質疑応答も活発に行われ、大変有意義な講演会となった。

（小野　裕剛）

3）サイエンス・メルティング・ポット

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

第7回サイエンス・メルティング・ポット

日　時：2015年６月２日（火）16：00～17：30
場　所：来往舎２階大会議室
プログラム：
（講演30分/質疑応答15分）× 2

司　会：小野　裕剛（所員、法学部専任講師、生物学）

（１）16：00～16：45
演　題：「プラナリアの生殖戦略 －有性・無性のスウィッチング－」
講　師：松本　緑（所員、理工学部生命情報学科准教授、生物学）

（２）16：45～17：30
演　題：「風疹流行の数学的考察」
講　師：南　就将（所員、医学部日吉数学教室教授、数学）

講演要旨１

「プラナリアの生殖戦略 －有性・無性のスウィッチング－」
松本　緑（所員、理工学部生命情報学科准教授、生物学）

生物が次世代を作る方法は、無性生殖と有性生殖にわけられます。

私たちは、無性生殖はバクテリアがするもの、動植物たちは皆、人間と同じく卵と精子の受精による有性生殖を行うと思いがちですが、動植物の中には、無性生殖で繁殖するものもいます。

その一つの例として、私たちはプラナリアを取り上げています。

自然界のプラナリアには自切と再生により殖える無性生殖を行う系統と、生殖細胞の卵と精子が受精して殖える有性生殖を行う系統、さらに、両生殖様式を季節などの環境によって切り換える系統もいます。生殖様式を切り換えられるものたちは、無性生殖による効率的な繁殖能と有性生殖による生物多様性を合わせもっています。

私たちはこの転換機構について研究しています。

自然環境下での転換は年周期でおこるため、詳細な分子レベルでの機構を解明することは困難です。そのブレイクスルーとして、無性生殖の個体に有性生殖の個体を餌として与えることにより有性生殖個体に転換させる人為的な生殖様式転換系を開発しました。今回は、これを用いて得られた知見をご紹介します。

講演要旨２

「風疹流行の数学的考察」講演要旨

南　就将（所員、医学部教授、数学）

テレビのニュースなどでも報道されましたが、2013年を中心として我国で風疹の大流行があり、その結果先天性風疹症候群の事例も多数出てしまいました。また、この流行では患者の大部分が成人でした。

一般に、ある人口集団において免疫を持たない人の割合が一定レベルを超えると、感染症流行の条件が整います。2013年の日本人の風疹に対する抗体保有率は、全体としては十分に高く、その意味で大流行は起こらないはずでした。しかし、30～40歳台の成人に限ると、男女間では抗体保有率に顕著な差があり、女性が97％程度であるのに対して、男性は80％程度に過ぎませんでした。これは、仮に成人男性だけが一つの閉じた集団を成していたとしたら、その中で風疹の大流行が十分起こり得る水準です。

さて、われわれ大人の日常生活を振り返ってみると、全体的には男女間にゆるやかなすみ分けができているように思われます。風疹は会話などの日常的な接触によって感染します。そこで、人と人の接触には男女間にある程度のすみ分けがあることを考慮した数理モデルを作って解析すると、2013年の日本の状況下では風疹の流行が確かに起こり得たことを示すことができます。

講演では、まず感染症モデリングの基礎概念を説明し、その後風疹流行の問題を議論します。大学初年次程度の数学も使いますが、お付き合いいただければ幸いです。

第８回サイエンス・メルティング・ポット

日　時：2016年１月28日（木）13：00～14：30
場　所：日吉キャンパス来往舎　２階大会議室

プログラム：
（講演30分、質疑応答15分）×２
司　会：松本　緑（所員、理工学部生命情報学科准教授、生物学）

（１）13：00～13：45
演　題：「再構築胚の発生学―ヒトデ再構築胚における前後軸の決定」
講　師：河合　成道（所員、文学部助教、生物学）
（２）13：45～14：30
演　題：「光を用いたランダム信号計測」
講　師：三井　隆久（所員、医学部准教授、物理学）

講演要旨１

「再構築胚の発生学 ―ヒトデ再構築胚における前後軸の決定」
河合　成道（所員、文学部助教、生物学）

発生学におけるモデル動物の一つに棘皮動物であるウニがあり、海産無脊椎動物の代表として君臨している。一方で同じ棘皮動物であるヒトデは主に卵成熟過程の研究に用いられ、発生の分野での研究は非常に乏しい。しかしながら、イトマキヒトデでは発生途中の胚を個々の細胞に分離した後に凝集させることで再び胚を形成し変態可能な幼生へ成長する現象（胚の再構築）が発見された。現在、この現象が確認できるのはイトマキヒトデ胚のみである。この興味深い現象を研究することにより、既存の発生学とは異なるアプローチによる新たな発生学の知見が得られると考えられた。これまでの研究で、イトマキヒトデ胚の再構築過程では細胞塊、外胚葉と内胚葉の選別、体軸の確立、器官形成を経て遊泳幼生であるビピンナリア幼生へと成長することが分かっているが、その具体的なメカニズムは不明である。

発生学におけるヒトデの立ち位置とイトマキヒトデ胚の再構築現象を紹介するとともに、どのようなメカニズムにより細胞塊から幼生が形成されるのか、立体構造の３軸形成に着目し、再構築過程において最初に見られる前後軸形成機構について考える。

講演要旨２

「光を用いたランダム信号計測」
三井　隆久（所員、医学部准教授、物理学）

光を用いた計測は他の方法と比較して最も精度が高い。それでも感度の理論限界は知られており、散射雑音で感度が決まる。散射雑音は太陽電池などで光を電気に変えるときに生じる雑音で、一定強度の光を照射しても電子（光電子）がランダムに放出されることにより生じる雑音である。実際問題として、電子回路の低雑音化が進んでいるので、散射雑音限界は容易に達成できる。我々は、「散射雑音に埋もれた微小信号を測定するにはどのようにしたらよいのか」、をテーマに研究を行った。同じ現象を繰り返し再現できる場合には、単純な積算法により、散射雑音の低減化を行うことができる。この方法により、半導体チップ上のトランジスタの動作時の熱膨張を検出することに成功した。一方、ランダムな信号の場合には、散射雑音と統計性が似ているので単純な積算法を用いることができず、散射雑音以下の計測はあきらめられていた。我々は、新しい計測系を考案し、散射雑音に埋もれたランダム信号を検出することに成功した。この方法を用いて、様々な物体表面の熱エネルギーによる運動を計測した。水や油表面など、従来から測られているものだけでなく、接着剤やゴム、眼球表面などの熱運動計測を行い、熱運動と物性の関係を調べた。

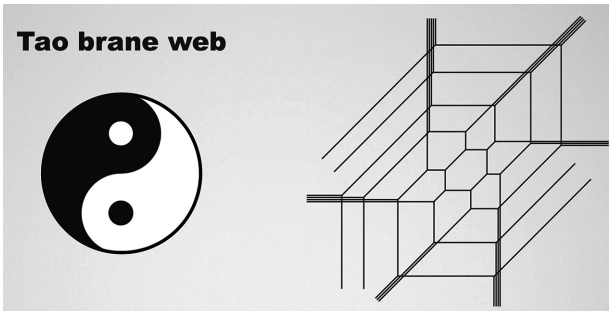
4）セミナー・研究会

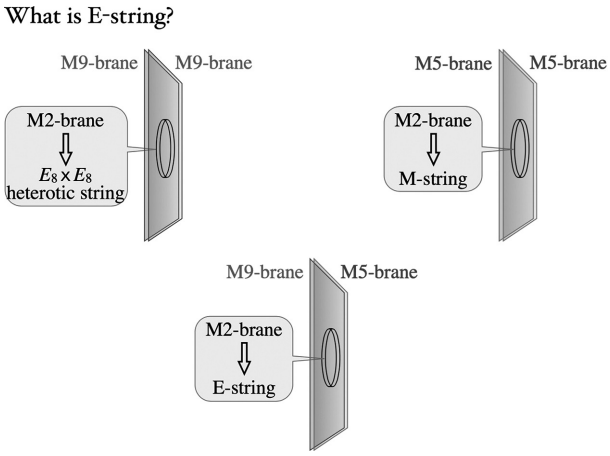
ワークショップ「Workshop on Topological String and Related Topics」

日　時：2015年９月22日（火・祝）９：50～16：15
場　所：日吉キャンパス　第二校舎221教室
講　師：Andrea Brini（モンペリエ大）、
　　Todor Milanov（東京大IPMU）、
　　酒井一博（明治学院大）、
　　瀧雅人（理化学研究所）
内　容：位相的弦理論とその周辺
代　表：木村太郎（経済学部助教、物理学）
　　参加人数：25名

去る2015年９月22日（火）9：50～16：15、研究集会「Workshop on Topological String and Related Topics（邦題：位相的弦理論とその周辺）」が日吉キャンパス第二校舎 221 教室にて開催された。本研究集会では近年の発展著しい位相的弦理論（Topological String Theory）の分野において活躍されている気鋭の研究者４名に招待講演をお願いし、その関連分野を含めた最新の研究動向を紹介・解説して頂いた。今回講演頂いた招待講演者は 瀧雅人（理化学研究所）、Andrea Brini（モンペリエ大）、Todor Milanov（東京大）、酒井一博（明治学院大）の４氏で、冒頭の瀧氏の講演では位相的弦理論の手法の一つである「A模型」の方法に基づいた研究成果について講演頂いた。特に瀧氏が提唱している新しいトーリック・ウェブ図である「道・ブレーン（Tao-brane）」についての詳説があり、最新の研究成果に触れる格好の機会となった。続いてBrini氏からは主に「B模型」における研究成果についての講演が行われた。Gopakumar-Vafa双対性や５次元ゲージ理論との関係を駆使することで、種々の球形多様体上のChern-Simons理論を総括的に調べ上げるという内容であり、位相的弦理論の様々な側面を概観する講演であった。午後の部はMilanov氏から始まり、２次元場の量子論におけるミラー対称性という性質に動機付けられた数学的構造についての講演が行われた。量子コホモロジー（Quantum Cohomology）やD加群との関係にも言及し、非常に示唆に富んだ講演となった。酒井氏の講演は「E型弦理論」における研究成果についてであり、最近のM理論や楕円種数を用いた研究との関連も含めた様々な視点からの研究について講演頂いた。今回の研究集会は９月のシルバーウィーク中の開催であるにも関わらず、関西・東北地方などの遠方からの参加も含めた25名ほどの参加者があり、参加者間の活発な議論を通した交流が行われた。

（木村　太郎）





第17回特異点研究会『特異点と時空、および関連する物理』

日　　時：2016年１月９日（土）～11日（月・祝）
会　　場：第二校舎224教室
参加人数：50名
発表者数：招待講演１名、一般講演28名

特異点研究会について

特異点研究会は一般相対性理論を中心に特異点およびその周辺の物理を研究する研究者の研究促進や新たな研究分野を開拓することを目指して毎年行われている．発表内容は必ずしも完成したものを要求するものではなく、研究分野も強く限定されているわけではない。参加者の興味の赴くまま議論と討論を通じて研究中の問題の解決の糸口、新しい研究課題、共同研究などを見出す機会となる事が期待され、特異点研究会は行われている。

招待講演について

招待講演は毎年他分野の研究者に依頼している。他分野の知識を吸収することで、研究の幅を広げることが狙いである。今年の特異点研究会では、物性理論を専門とする佐藤昌利氏（京都大学基礎物理学研究所教授）に招待講演をお願いした。発表タイトルは「対称性とトポロジー相：トポロジカル物質」で、講演時間は全部で４時間30分であった。物性理論の基礎的な部分からトポロジカル物質の分類まで、ホワイトボードを用いてじっくり話していただいた。トポロジカル物質については、高尚な数学を使う部分もあるにもかかわらず、とても明快な説明で非専門家でもとてもよく理解できる内容であった。

一般講演について

一般講演は28件であった。ある程度詳細まで議論できるように一人30分の講演時間を設けた。発表内容は、宇宙物理学から、修正重力理論、低次元宇宙論までとても幅広いものであった。講演中にも多くの質問が飛び交い、活発な議論がなされていた。ほとんどの講演は結局30分以内に収まらなかったほどであった。

（村田　佳樹）

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（商学部・准教授）

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・准教授）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た（予算番号S1511006）。2015年度は実質半年しか活動期間がなかったが、多くの成果をすでにあげている。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

プロジェクトメンバーは、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た。

1－1．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）。最初の５回は、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。その後は、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。

Introduction Seminar Series（2015 Fall）

Date	Speakers
Oct 19	Aoki, Iida, Eto, Kamata, Sakai
Oct 28	Kimura Tetsuji, Koike, Kobayashi, Chatterjee
Nov 2	Nitta, Higaki, Fujimori, Beekman, Matsuura
Nov 4	Misumi, Murata, Yamamoto, Yokoyama
Nov 16	Kadoh, Shimasaki, Yokokura, Kimura Taro

1－2．通常セミナー

Date	September 14（Mon）13：30 - 14：30
Speaker	Mareike Haberichter（U. of Kent）
Title	Squeezing Skyrmions

Date	December 9（Wed）15：00 - 18：00
Speaker	Akihiro Tanaka（NIMS）
Title	Topological terms in the effective theories of condensed matter - application to symmetry protected topological states

Date	December 16（Wed）15：00 - 18：00
Speaker	Shinji Shimasaki（Keio U.）
Title	Complex Langevin approach to the complex action problem

Date	February 1（Mon）14：30 - 15：30
Speaker	Jan Zaanen（Leiden U.）
Title	Holographic duality, Strange metals and entanglement

1－3．シンポジウム

３月14、15日に、トポロジカル・サイエンス・キックオフ・シンポジウムを行い、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し、有益な議論を行った（詳しい内容と報告は、上記HPおよびⅡ.5.1）Topological Science Kick-off Symposiumを参照のこと）。

1－4．クラスターPC

平成27年度は、本プロジェクトにおいて平成28年度より本格運用する計算機（Topological Science Cluster略してTSC）を導入し、運用を開始した。

TSCは320個の仮想コアを持ち最大320プロセスの計算を実現する並列計算機である。本年中に、ログインノードとしてDELL のPowerEdge R730を１台、計算ノードとしてPowerEdge R630を８台購入し、それらをランケーブルとハブで接続して計算機を組み上げた。また、ユーザのデータ保存用のハードディスクとしてQNAPのNAS TS-853Aを１台およびWestern DigitalのWD40EFRXを６台、外部からTSC へ接続する際のセキュリティー向上のためのゲートウェイサーバとしてサイコムのRadiant VX2400B150を１台を購入し、TSC計算機の設置を完了した。

TSCにはOSとしてCentOS7 をインストールし、それにNFS、NIS、NTPを導入することで並列環境を整えた。さらに別途購入したソフト「インテルParallel Stu-

dio XE2016 Cluster Edition for Linuxアカデミック」をインストールして並列計算用のコンパイラとライブラリを組み込んだ。バッチシステムとしてTorque を採用し、TSC計算機のシステムを構築した。

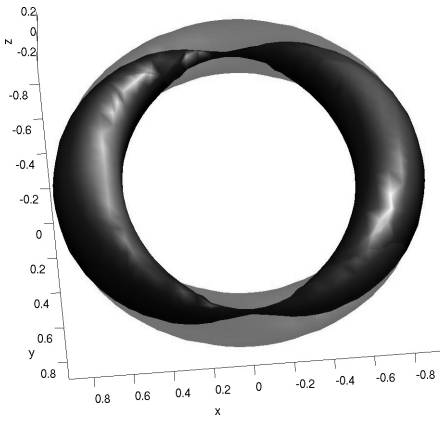
２．研 究 業 績

・雑誌論文（すべて査読あり）36件
・プロシーディングス　６件
・プレプリント　10件
・解説記事　２件

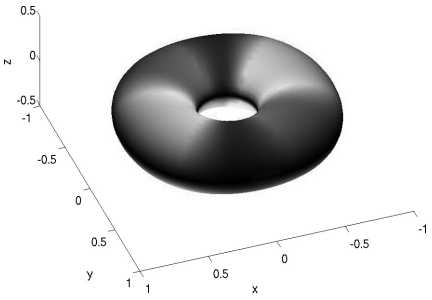
３．国際会議・学会発表

69件
（１－４文責＝計算機管理者：加堂大輔、１－４以外文責＝プロジェクト代表：新田宗土）

（プロジェクトメンバー）
代表：新田宗土 所員（商学部・准教授）
教員メンバー：山本直希 所員（理工学部・専任講師）、松浦壮 所員（商学部・准教授）、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）、檜垣徹太郎 所員（理工学部・専任講師）、小林宏充 所員（法学部・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）、村田佳樹 所員（商学部･助教）
ポスドクメンバー：Aron Johnathan Beekman（ベークマン，アーロン　ヨナタン）、Chandrasekhar Chatterjee（チャッタルジー，チャンドラセガール）、飯田英明、加堂大輔、鎌田翔、木村哲士、島崎信二、藤森俊明、横山修一



渦輪としてスキルミオン１



渦輪としてスキルミオン２

クラスター PC（TSC）

2）自然科学研究教育センター研究プロジェクト

2－1）キラルな有機化合物の合成と構造の解析

文責 研究代表者　大　場　　茂

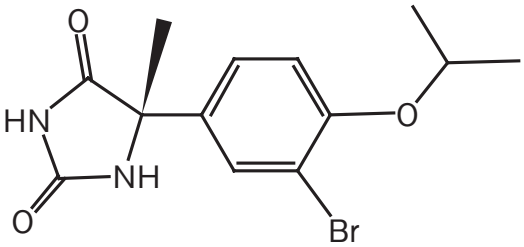
1．概　　要

キラルとは、右と左の区別がつくことを意味する。天然のアミノ酸はL系列にほとんど限られており、このためそれから構成される酵素のポケットが非対称となり、基質の鏡像異性体を見分けることができる。このように、化合物の生理活性（あるいは薬理活性）は、その分子の絶対配置を含めた立体構造に大きく依存する。本プロジェクトでは、薬剤等として有望なキラルな有機化合物などを合成し、その構造をNMRやX線で解析する。また物性、特に生理活性と構造との相関を調べる。

2．成　　果

薬理活性化合物の合成原料となり得るキラルなヒダントイン誘導体について、X線結晶構造解析を行い絶対配置を決定した。今回は置換基イソプロポキシフェニル基に重原子（臭素または塩素）を導入した右旋性の誘導体結晶について、Mo Kα線で回折X線強度を測定した。結晶の絶対構造はフラック変数で判定したが、従来の最小二乗法の精密化の過程で求める方法と最近のパーソンズの商の方法とではBr体が0.010（7）と0.018（2）、Cl体は0.010（50）と0.009（8）であった。パーソンズの方法のほうが、このような重原子を含む化合物についてもフラック変数の標準偏差が、従来の方法に比べて非常に小さくなることがわかった。いずれにしても、右旋性誘導体の不斉炭素の周りの立体配置はSであることがこれで確定した。

ヨウ素をメディエータとすることで、4-ブロモフェノールから1段階で2,2'-ビフェニル構造を合成する手法を開発した。2,2'-ビフェニル構造は、不斉合成用触媒（キラルを作り分ける）の重要な骨格である。また、芳香環上の臭素置換基は、骨格構築をする目的で、合成で広く用いられている官能基である。しかしながら、一見単純な構造にもかかわらず、臭素置換したフェノール類から、一段階で2,2'-ビフェニル構造を合成するのはこれまで困難であった。ヨウ素や過酸化水素といった環境低負荷な試薬を用いた簡便な反応条件で、目的化合物が得られた。



それとは別に、ホタルルシフェラーゼの基質となる分子の設計および合成を行った。天然のホタルルシフェリン（基質分子）にはシステインに由来すると考えられている不斉炭素が1カ所あり、D体のみが発光する。人工合成基質の原料としてD体およびL体のアミノ酸を用いてそれぞれ合成したところ、基質として作用して発光を示したのは、やはり主にD体であった。しかしながら、L体であってもごく弱い発光を示す化合物もあり、酵素反応のメカニズムを考える上で、重要な知見であると考えている。

今年度の本プロジェクトによる発表論文は、次の通りである。

（1）S. Ohba, M. Koura, H. Sumida, K. Shibuya, Crystal structures of (S)-(+)-5-(3-bromo/chloro-4-isopropoxyphenyl)-5-methylimidazolidine-2,4-dione. Acta Cryst. E72: 184-187 (2016).
（2）R. Obata, S. Ohba, Y. Einaga, S. Nishiyama, Transition metal free C-C bond formation of halogenated 2,2'-biphenyls. 環太平洋国際化学会議2015（ハワイ）4-104-1162
（3）M. Kiyama, R. Obata, T. Hirano, S. Maki, Luminous reaction analysis of firefly luciferin analogs. 環太平洋国際化学会議2015（ハワイ）7-410-255

（プロジェクトメンバー）大場　　茂・小畠　りか

２－２）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採択の科学研究費「ゼータ関数の多重母関数―その定式化と挙動解明―」（課題番号：16540038）より一部助成を受けている。

以下、2015 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］複素２変数正則 Eisenstein 級数の漸近的挙動：

研究代表者は、兼任研究員である日本大学・工学部・野田 工 氏と共同で、複素２変数 $\boldsymbol{s}=(s_1,s_2)$ 及び basis parameters $\boldsymbol{z}=(z_1,z_2)$ を持つ正則 Eisenstein 級数 $\zeta_{\boldsymbol{Z}^2}(\boldsymbol{s};\boldsymbol{z})$ について、basis parameters 間の距離 $|z_1-z_2|$ が、ⅰ）0 に収束するとき z_1-z_2 の減少オーダー；ⅱ）∞ に発散するとき z_1-z_2 の増大オーダー、の完全漸近展開をそれぞれ導出した。この展開公式からは、ⅲ）$\zeta_{\boldsymbol{Z}^2}(\boldsymbol{s};\boldsymbol{z})$ の関数関係式；ⅳ）$\zeta_{\boldsymbol{Z}^2}(\boldsymbol{s};\boldsymbol{z})$ の整数格子点 $\boldsymbol{s}\in\boldsymbol{Z}^2$ における閉じた形の明示公式とともに，それらが；ⅴ）二つの異なるbasis $2\pi(1,\varepsilon(z_j)z_j)\,(j=1,2)$ に付随する Weierstrass の楕円関数；ⅵ）S. Ramanujan によって再定式化された古典的な Eisenstein 級数 $S_r(q_j)\,(j=1,2)$、但しここに $q_j=e(\varepsilon(z_j)z_j)$；ⅶ）Jordan-Kronecker 型関数 $\phi_1(w;q_j)$，$\phi_2(w;q_j)\,(j=1,2)$、の各々と密接な連関を有することが明らかとなった。結果は既に論文“Transformation formulae and asymptotic expansions for double holomorphic Eisenstein series of two complex variables”として欧文学術雑誌に投稿中である。また上記の成果の速報版が、“Transformation formulae and asymptotic expansions for double holomorphic Eisenstein series of two complex variables（summarized version）”として、京都大学数理解析研究所講究録に所収の予定である。

［Ⅱ］Lerch ゼータ関数に付随した Laplace-Mellin 型・Riemann-Liouville 型変換の挙動：

Hurwits ゼータ関数を定義する Dirichlet 級数の各項に加法指標 $e(\lambda)$ を添加する「捻り」を施して、Lerch ゼータ関数 $\phi(s,a,\lambda)$ が定義される。研究代表者は、Lerch ゼータ関数の第１変数、及び第２変数のそれぞれに対する Laplace-Mellin 型変換、及び Riemann-Liouville 型変換について、それらの‘pivotal parameter’z が扇状領域 $|\arg z|<\pi$ 内を、ⅰ）$z\to 0$ となるとき；ⅱ）$z\to\infty$ となるとき、それぞれについて、完全漸近展開を導出した。成果は現在、論文“Asymptotic expansions for the Laplace-Mellin and Riemann-Liouville transforms of Lerch zeta-functions”として準備中で、欧文学術雑誌に投稿予定である。

（プロジェクトメンバー）桂田 昌紀・池田 薫
宮崎 直哉・森藤 孝之
天羽 雅昭・廣田 裕士
本間 泰史・児玉 祐治
野田 工・小野 肇
鈴木 達夫・吉田 尚彦

２－３）ヒトデ幼生の栄養に関する研究

文責 研究代表者 金 子 洋 之

Ⅰ．研 究 概 要

棘皮動物ヒトデは浮遊幼生期に微小藻類などを摂餌、消化・吸収して得られる栄養素を代謝して成長し、変態・着底した後、稚ヒトデとなる。本研究は日本各地の沿岸に広く分布するイトマキヒトデを研究材料として、幼生の栄養に関する研究を行った。イトマキヒトデ卵は受精すると受精卵、すなわち胚が形成される。胚はすみやかな卵割を繰り返す桑実胚期を経て、中空の一層の細胞層から成る胞胚となる。胞胚の一部の細胞層が中の方へ陥入し、原腸が生じ、原腸胚となる。さらに発生が進行すると原腸の先端が伸びて、外側の細胞層に接して穴があき、その部分が口となる。その後、原腸が食道、胃の消化器官を形成してビピンナリア幼生と呼ばれる段階に達し、摂餌を開始する。本研究は、はじめて摂餌するイトマキヒトデ・ビピンナリア幼生がどの程度の遊泳速度で索餌するのか、摂餌された餌はどの程度の速度で消化管を通過するのか、消化管は餌生物をどの程度消化・吸収して幼生全体の栄養素獲得がもたらされるのかなど、個体発生の最も基本的な事項を明らかにすることを目的として行われた。このような研究例はこれまでに無いので、どのような研究手法がイトマキヒトデ幼生の遊泳、摂餌、吸収、消化、代謝研究にとって有効であるか、多くの試行錯誤を重ねる必要があった。その結果、

得られた成果はまだ予備的であるものの、大略、実効性のある研究方法を確立するに至った。

Ⅱ．研究アプローチと結果

材料と方法：イトマキヒトデ受精卵を人工海水（Jamarin）中、20℃で発生させた。ビピンナリア幼生には海産珪藻*Chaetoceros gracilis*を与えて飼育した。

1）ビピンナリアの遊泳速度解析：約10匹の８日幼生を3.5cm径のディッシュ中、3 mlの人工海水に入れ、顕微鏡下で５秒間連続撮影した。それぞれの幼生の軌跡をトレースし、キルビメーターで移動距離を測定した。その結果、遊泳速度は（654±182）μm/secと算定された。

2）ピピンナリアの摂餌速度解析：1 mlの海水中に約10匹の３日幼生を遊泳させ、ここに餌珪藻と同サイズの6 μm径赤色蛍光ビーズ｛Fluoresbrite Carboxylate Microsphere（Polyscience Inc.)｝1×10^6個を加え、ゆっくりと振盪した。処理開始後１分後、５分後、および10分後に４%*p*-Formaldehyde含有海水を加え、幼生を固定した。固定幼生を蛍光顕微鏡下で観察し、胃内赤色ビーズ数を計数した。その結果、胃内にビーズは１分後に（5.9±1.2）個、５分後に（19.0±6.9）個、10分後に（22.9±4.5）個存在した。１分間投与では腸に降ったビーズは認められなかったが、５分間投与では腸にビーズが存在し、その数が次第に増加した。

3）ビピンナリアの珪藻利用：4 mM ^{13}C標識炭酸ナトリウムと少量のメタケイ酸ナトリウムを含む海水中にf/2培地を加え、珪藻を閉鎖系で20℃で３日間、光連続照下で培養した。人工海水50 ml中に50匹の２日幼生を入れ、5×10^7個の^{13}C標識珪藻細胞を懸濁して７日間飼育し、幼生を海水で洗浄した後、１日間絶食飼育した。海水で洗浄した後、冷凍保存した。この試料中のタンパク質を酸加水分解し、脂質除去し、ヒバロイル／イソプロピルエステル誘導体に導いた後、ガスクロマトグラフ／同立体比質量分析を行ってAlanineの^{13}C含有率を算出した。その結果、αとβ原子の少なくとも一つが^{13}Cで、あるAlanine分子は全体の62%であった。この結果は、珪藻が幼生のタンパク質合成に有効に利用されたことを示す結果である。

Ⅲ．考　　察

本研究で得られた実験結果はイトマキヒトデの摂餌、消化・吸収、代謝・栄養などの特性を研究する上で有益な知見であり、この研究分野の発展に寄与すると確信する。

（プロジェクトメンバー）金子　洋之・池上　　晋

２－４）ヒトデ胚再構築と細胞の意思

文責 研究代表者　金　子　洋　之

本研究は、細胞に意思があるという団まりな博士（故人）の提言をどのように捉えるべきだろうかという点を重視している。生命現象を全て分子機能により解読しようという現代の生命科学において、細胞に意思があるとの仮定に基づいた生命現象の解析は、挑戦的（挑発的？）でもあり、回顧的でもある。前者は、時代の流れに敢えて背を向けたスタンスに思える。後者は、1970年代によく使われた言葉でもある細胞社会の視点から、その構成要員として細胞を理解しようという試みのような気もする。

生前の団まりな氏とよく議論した。ただ、分子生物学の理念に毒された（？）私の頭では、せいぜい次の程度の理解であった：（１）急速な発展を遂げている情報学に基盤をおき、細胞行動から生命現象を理解する試みならば、運良く新たな発見を予測できるかもしれない。そうであれば（２）メソドロジーとして、新たな局面を開くかもしれない。団まりな氏に対して、万人に理解できる説明を求めても、細胞に意思があるとしか言いようがないとの答えが常であった。この答えでは、ハナから馬鹿にしているなと感じる人もいるだろうし、なにやら新しそうだぞと無意味に目を輝かす人もいるかもしれない。気分が落ちつかない。

ところが、iPS細胞の作成でノーベル生理医学賞を授与された山中伸哉博士も、細胞には意思があるとしか思えないとTV出演時に発言されておられた。その主旨は、現代生命科学が解き明かせないほどの能力を細胞は有しており、科学者は、謙虚に細胞に尋ねるといった姿勢でなければ、その能力の全容を解明できないだろうというものであった。要は、私たちヒトと同じ目線で細胞を捉え、他人を知るがごとく、細胞の能力を丁寧に解読するといったことだろうか。うーん、団まりな氏と山中伸哉氏の意図は何やら違う気もする。

あれこれ考えていても埒があかないので、私たちなりに細胞の意思という視点を意識して、ヒトデ胚を構成する細胞の能力について、実験しながら考えてみることにした。ヒトデ胚は、本質的に私たちヒトと等価な身体の構造（体制）を持っているが、すこぶる単純な体制である。もしかしたら、身体づくりを進行する細胞の意思に辿り着くかもしれない。団まりなさんは、若かりし頃に、ヒトデの胚体を個々の細胞にまで解離し、互いに凝集させた状態から、再び発生を進行させ、マトモな形をした遊泳する幼生を構築させる再構築と名付けられた実験系を開発している。このヒトデの再構築系で細胞の意思への挑戦を開始した。

再構築に用いるヒトデの初期原腸胚では、外胚葉細胞と中内胚葉細胞は将来の運命を決定されている（すなわち異なった質の細胞種になっている）。解離された状態でこれらが混ぜ合わさると、それぞれの細胞種は、ゴチャゴチャに凝集した状態でも、互いを認識し、外胚葉細胞は外胚葉細胞どうし、中内胚葉細胞は中内胚葉細胞とくっつき合う。その後、２つの異なった細胞集団に分離することなく、ひとつの球形の塊の中で、中内胚葉細胞種は内側に、これらを被覆するように外胚葉細胞種は外側に配置する。生物学では、細胞選別と呼ばれる有名な現象を提示できる。

細胞選別において、細胞はどのような意思を持つのだろうか？細胞選別の過程で、それぞれの細胞集団が仲間を見分ける際に、同じ仲間どうしは、くっ付き合うと仮定してみる。ある凝集塊の中で、２種類の細胞がザワザワしながら、互いを見分けて、上手く同じ仲間と出会った場合には、より強い仲間意識を持つ中内胚葉細胞は、凝集塊の内側に位置できる気がする。一方、外胚葉細胞は、中内胚葉細胞ほど仲間意識は強くないけれども、外胚葉細胞どうしがくっつくことはヤブサカでないとしたら、後追いするようなやり方で凝集塊外側での被覆配置を取るように思える。このような細胞の意思の仮説では、外胚葉細胞に較べ、中内胚葉細胞はくっつくために要する時間も速いと想像される。そこで、両者を混ぜ合わせずに、同じ細胞種どうしのくっつき具合を観察したところ、予測と異なり、外胚葉細胞種の方が素早くくっつき始めた。くっつく力と速度だけでは、細胞選別はまだ説明できなさそうである。現在、くっつき具合と真逆の反発具合の要素を組み込むべく、反発タンパク質をコードする遺伝子を単離して、反発の意思があるか否かを確認しながら、細胞選別現象における細胞の意思を理解してみようと考えている。

（プロジェクトメンバー）金子　洋之・菊江佳世子

２－５）解離した原腸胚細胞の遺伝子発現からその細胞状態を探る

文責 研究代表者 河　合　成　道

イトマキヒトデ胚の再構築現象は、解離した原腸胚細胞群が凝集し、再び正常発生と同じ個体が形作られることである。再構築現象の初期過程において、解離された細胞群がどのような状態であるのかを、正常発生における胚葉形成、体軸形成（前後及び背腹）に関与する遺伝子の発現変動に着目して解離後２時間および８時間胚から探った。

［胚葉形成］

外胚葉マーカー遺伝子*SoxB1*、及び内胚葉マーカー遺伝子*Blimp1*,*FoxA*, *tgif*の発現は細胞解離後一過的に発現が大きく減少するが、解離後８時間胚では発現が増加する。一方で、中胚葉マーカー遺伝子*Ets*の発現は解離操作により発現の増加が見られた。これらの結果は、細胞解離直後、外・内胚葉のspecificationの解除が一過的に起こるが、この解除は持続性が無く、凝集塊中で元の胚葉へのspecificationが再び開始されることを示唆している。

［前後軸］

前・後極性マーカー遺伝子である*FoxQ2*及び*Gbx*の発現は細胞解離により低下する。正常発生において前後軸は胚の後方におけるWnt/β-catenin経路の活性化が重要であることが知られている。この経路に関与する遺伝子群の発現プロファイルは、前後軸の決定されていない正常発生の12時間胚に最も高い相似性を示した。これらの結果から前後軸は細胞解離により解消され、その細胞群は前後軸決定以前の状態に近似した状態を持つことが示唆される。

［背腹軸］

背腹軸は腹側でのNodalシグナルを介した腹側化遺伝子群の発現とNodalの下流で発現する*Bmp2/4*,*chordin*による背側化遺伝子群の発現により決定される。細胞解離はこれらの遺伝子群の多くについてその発現の減少を引き起こす。Nodalの発現は解離後８時間胚においても低下したままであったが、*Bmp2/4*およびその下流にあると思われる遺伝子の一部は発現低下の後に大きな発現増加が見られた。以上のことから、細胞解離により背腹軸の決定は解消されていると考えられる。また、その後の短時間においてNodalに依存しない部分的な背側化が起こっていることが示唆される。この再構築現象特異的な背側化メカニズムについては今後の課題である。

以上の結果から、解離細胞群には胚葉形成の一過的な解消が見られるが、その解消状態は維持されていない。軸形成は前後・背腹ともに解消されており、特に前後軸についてはその再決定を行う準備段階の状態であることが示唆された。つまり、イトマキヒトデの原腸胚では体軸の決定において可塑的な性質を有していると言える。今後は分化状態を規定する遺伝子を探索し、それらの発現変動から細胞解離による分化状態の変化について解析を進めたい。

（プロジェクトメンバー）河合　成道・古川　亮平

２－６）「環境適応型の抽出実験と簡易操作法の開発」

文責 研究代表者　久保田　真　理

概　　要

現行の学生実験では、紅茶からのカフェイン抽出を実施していた。しかし、この実験で使用する抽出溶媒のジクロロメタンは、一般的な洗浄操作では、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。そこで、環境負荷の少ない溶媒を用いた抽出実験であり、かつ、初年次の学生が授業時間内で実験をすることが可能な簡便な手法の実験を開発した。具体的には、楠の葉からショウノウを水蒸気蒸留で抽出し、昇華法で精製する方法の実験開発を行った。

目　　的

学生実験の有機化学実験のテーマの一つとして、「天然物の抽出・単離」を扱ってきた。有機化学実験には有機溶媒の使用が不可欠である。特に、有機物の抽出は溶媒に対する溶質の溶解性が重要であるが、有機溶媒の潜在的な毒性や環境放出のリスクを考慮すると、より安全性の高い溶媒を使用することが望ましい。

長年、身近な紅茶から、よく知られているカフェインを抽出する実験を行ってきた。しかし、この実験で使用する抽出溶媒のジクロロメタンは、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）では、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)]。そこで、環境負荷の少ない溶媒を用いた抽出実験を開発することとした。

また、学生実験では限られた授業時間内に全員が実験操作を完了して考察・結論まで達成するためには、できるだけ簡易な手法で行えることが求められる。そのため、操作法はできるだけ簡便であることが望ましい。

本プロジェクトの目的は、環境負荷の少ない抽出実験の開発と、学生実験に適応可能な簡便法への改良である。

成　　果

紅茶からカフェインを抽出する実験では、使用溶媒がジクロロメタンであるため、使用した器具をエタノール３回、水道水３回で洗浄していた。実際には、それでは不十分であり、規制値を下回るためには、エタノールで３回洗浄後、水道水で10回以上洗浄する必要がある[1)]。仮に、アセトンで３回洗浄した後、水道水で洗浄したとしても７回以上洗浄しなければならず[1)]、現実的ではない。さらに、規制値を下回るように洗浄回数を増やせば、操作が煩雑になることに加え、実験廃液の増大を招く。本プロジェクトで、天然物からショウノウを抽出するテーマとしたことで、抽出溶媒を水にすることが可能になり、環境にやさしい実験にすることができた。

また、水蒸気蒸留についても、ガラス製の冷却管を使用せずに、手軽なシリコン・チューブを使用する方法を採用することで、実験費用を抑えることもできた。精製のための昇華法もショウノウを入れたシャーレに時計皿を載せ、それをホット・プレート上で加熱するという簡易な方法で行うことで、時間を節約することができた。

授業時間内でできる環境負荷の少ない抽出実験を設計することに成功した。

参考文献

１）久保田真理、大石毅；「器具洗浄後の排水中の残留有機溶媒に関する調査」、慶應義塾大学日吉紀要（自然科学）、59、15-20（2016）。

本研究は自然科学研究教育センターの研究プロジェクト費を用いて行われた。

（プロジェクトメンバー）久保田真理・大石　　毅

２－７）始原新口動物のボディプランに関する研究

文責 研究代表者 倉　石　　立

棘皮動物門を含む水腔動物は我々脊索動物と姉妹群をなし、そのボディプランに関する研究は脊椎動物の起源に迫る上でも重要であると考えられる。その中でも棘皮動物ウミユリ綱の有茎ウミユリ類は棘皮動物共通祖先の形質を最もよく保存しているとされている。しかし、現生有茎ウミユリ類のほとんどは深海にのみ生息しており採集が困難であるため、ボディプラン研究の上で重要な個体発生過程の観察は雨宮グループのほかに成功例がない。本プロジェクトでは有茎ウミユリ類の一種トリノアシ（*Metacrinus rotundus*）の遊泳幼生期および変態後の幼若個体を材料とし、走査型電子顕微鏡と３D画像構築によって以下の観察を行った。これらの観察はいずれも世界初のものである。

棘皮動物は原腸体腔動物であり、その中胚葉性体腔は個体発生的に原腸から形成される。原腸陥入期から遊泳幼生の最終期であるセミドリオラリア期までの胚、幼生のブアン液固定試料を用いて、走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行うと共に、同じ時期にパラフォルムアルデヒド固定した試料を共焦点レーザー顕微鏡で観察し、その光学切片を用い、体腔をトレースして3D画像の構築を行った。SEMは試料の外表面を観察するため、内部に形成される体腔の観察は、そのままでは不可能である。そのために割断SEM法を用いた。これは試料をパラフィン包埋したのち、ミクロトームで試料の途中まで切片を作成し、適当な深さまで達したところで切片の作成を止めて、残ったパラフィン中の試料断片を有機溶媒で溶かし出した後、乾燥してSEM観察に用いる方法である。今年度は、これらSEMおよび3D画像によるデータ取得の途中であり、来年度に必要な全データを取得して論文のpublishにいたることを予定している。

（プロジェクトメンバー）倉石　　立・雨宮　昭南

２－８）インターネット望遠鏡を利用した天文学教育に関する研究

文責 研究代表者 小　林　宏　充

成果および活動報告

１）インターネット望遠鏡プロジェクト第６回シンポジウム「インターネット望遠鏡を利用した天文学教育の可能性」開催（2016年２月20日：慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペース）
２）インターネット望遠鏡操作インターフェイスの改良（タブレット端末・スマホ等からの操作が可能となった）
３）星座カメラの開発
４）防衛大学校にインターネット望遠鏡を新設
５）教育活動での成果（社会教育）
　鹿児島市立科学館における「青少年のための科学の祭典」（2015年７月24･25日）出展
　サイエンスアゴラ2015（2015年11月14･15日）出展
　富山県立大学ダ・ヴィンチ祭（2015年８月１日）出展
６）教育活動での成果（学校教育）
　山形県立鶴岡南高校のSSH活動指導（成果はサイエンスアゴラ2015で発表）
　愛知県立明和高校のSSH活動指導
　名古屋大学付属中・高校SSH活動指導（成果は物理学会と天文学会のジュニアセッションで発表）
７）書籍出版
　「インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門」（慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト編：森北出版）
　「あなたも出来るデジカメ天文学」（恒星社厚生閣）分担執筆
８）その他

（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
瀬々　将吏・山本　裕樹
吉田　　宏・戸田　晃一
小澤　祐二・迫田　誠治
櫛田　淳子・高橋　真聡
松本　榮次・表　　實

２－９）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

プロジェクトの目的

最適化理論全般を視野に入れ、そこで発生した重要な問題を数学的に捉え、その問題を不動点理論と凸解析学を介して研究し、未解決の問題の解明にあたるとともに、関連する分野への応用性が広がるよう研究を進めることが本プロジェクトの目的である。

活 動 実 績

定例の研究会を毎週金曜に開催し研究の基礎を固めた。研究代表の小宮英敏、共同研究者の自然セ訪問教授の高橋渉氏、自然セ共同研究員の竹内幸雄氏、家本繁氏に加え、経済学部助教の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における繰り返し近似法の研究を進めた。ある種のコントラクションの縮小射影法や作用素の様々な連続性を研究対象とし、以下の論文を発表した。

Rieko Kubota and Yukio Takeuchi, Remarks on shrinking projection method and strictly pseudocontractions, Proceedings of the 8th International Conference on Nonlinear Analysis and Convex Analysis (2015), 1-11.

Rieko Kubota, Wataru Takahashi and Yukio Takeuchi, Extensions of Browder's demiclosedness principle and Reich's lemma and their applications, Pure and Applied Functional Analysis vol 1. no 1. (2016), 63-84.

Rieko Kubota and Yukio Takeuchi, On Demarr's common xed point theorem, Proceedings of the 9th International Conference on Nonlinear Analysis and Convex Analysis (Chiangrai,Thailand, 2015), 1-3.

変分不等式問題の解を逐次近似する手法として古くから知られるものに射影勾配法、その応用範囲を広げたハイブリッド最急降下法がある。これらの逐次近似法にしばしば用いられるのは、リプシッツ連続と強単調性を満たす写像であるが、解の存在だけでなく収束を保証する意味でも強い仮定である。共同研究員の家本繁氏は先行研究を精査することで、単射な逆強単調写像において変分不等式の解を逐次近似することに成功した。この成果をまとめた論文“Some results about approximating solutions of variational inequality problems for inverse strongly monotone operators”が、Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 2015: 86 (2015) へ掲載された。一方で、Zhou-Zhou-Feng (2015) らはリプシッツ連続と強単調性のうち、特にリプシッツ連続性をヘミ連続性へ弱める研究を行っている。Zhou等の研究で用いられた証明の構造を整理することで、前述の研究成果とも関連する新たな事実を究明することに成功した。

高橋渉氏は不動点の存在などの存在定理に関する研究、凸解析学を介しての半群のエルゴード定理の研究、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。不動点の存在に関する研究では

Strong convergence theorems by hybrid methods for maximal monotone operators and generalizedhybrid mappings (with David Kuo), Fixed Point Theory, 16 (2015), 107-126.

Fixed point theorems for generalized hybrid demicontinuous mappings in Hilbert spaces (with T. Kawasaki), Linear nonlinear Anal., 1 (2015), 125-138.

が掲載された。凸解析学を介しての半群のエルゴード定理の研究では

Strong convergence theorems for commutative families of linear continuous operators in Banach spaces (with Ngai-Ching Wong and Jen-Chih Yao), J. Nonlinear Convex Anal., 16 (2015), 193-209.

Attractive point and mean convergence theorems for new generalized nonspreading mappings in Banach Spaces (with N.-C. Wong and J.-C. Yao), Contemp. Math., vol. 636, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2015, pp. 225-248.

Weak convergence theorems for semigroups of not necessarily continuous mappings in Banach spaces (with Saud M. Alsulami and N. Hussain), J. Convex Analysis, 22 (2015), 81-100.

Attractive points and Halpern-type strong convergence theorems in Hilbert spaces (with N.-C. Wong and J.-C. Yao), J. Fixed Point Theory Appl., 17 (2015), 301-311, DOI 10.1007/s11784-013-0142-3.

Strong convergence theorems by hybrid methods for semigroups of not necessarily continuous mappings in Hilbert spaces (with M. Tsukada), Annals of Functional Analysis, 7 (2016), 61-75.

Strong convergence theorems by hybrid method for semigroups of not necessarily continuous mappings in Banach spaces (with A. S. M. Alo and N. Hussain), Fixed Point Theory, to appear.

が掲載、または掲載が受理された。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では

Weak convergence theorems for families of nonlinear mappings with generalized parameters (with Chih-Sheng Chuang), Numerical Functional Analysis and Optimization, 36 (2015), 41-54.

The split common null point problem in Banach spaces, Arch. Math., 104 (2015), 357-365.

Iterative methods for generalized split feasibility problems in Hilbert spaces (with Hong-Kun Xu and Jen-Chih Yao), Set-Valued and Variational Alalysis, 23 (2015), 205-221.

Iterative methods for the split feasibility problem in Banach spaces (with Saud M. Alsulami), J. Nonlinear Convex Anal., 16 (2015), 585-596.

The split common null point problem and Halpern-type strong convergence theorem in Hilbert spaces (with A. S. M. Alo and Saud M. Alsulami), J. Nonlinear Convex Anal., 16 (2015), 775-789.

Strong convegence theorems by hybrid methods for the split feasibility problem in Banach spaces (with Saud M. Alsulami and Abdul Latif), Linear nonlinear Anal., 1 (2015), 1-11.

Generalized split feasibility problems and weak convergence theorems in Hilbert spaces (S. Plubtieng), Linear nonlinear Anal., 1 (2015), 139-158.

Strong convegence theorems by hybrid methods for the split common null point problem in Banach spaces (with Jen-Chih Yao), Fixed Point Theory and Applications, 2015, 2015:87, DOI: 10.1186/s13663-15-0324-3.

Strongly convergent iterative methods for generalized split feasibility problems in Hilbert spaces (with Shigeo Akashi and Yasunori Kimura), J. Convex Anal., 22 (2015), 917-938.

The split feasibility problem and the shrinking projection method in Banach spaces, J. Nonlinear Convex Anal., 16 (2015), 1449-1459.

The split common null point problem and the shrinking projection method in Banach spaces (with S. Takahashi), Optimization, to appear.
が掲載、または掲載が受理された。

研究代表者小宮英敏は高橋渉氏との共同研究の結果として、Strongly convergence theorems by shrinking projection methods for generalized split feasibility problems in Hilbert spaces, Pacic J. Optim. が掲載された.

（プロジェクトメンバー）小宮　英敏・高橋　　渉
竹内　幸雄・家本　　繁

2－10）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

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）を調べた。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。

出版論文（[1]，[2] は未出版のプレプリント）と招待講演（[23]～[28]）

［1］Half-quantized Non-Abelian Vortices in Neutron 3P2 Superfluids inside Magnetars
Kota Masuda, Muneto Nitta.
e-Print: arXiv:1602.07050 [nucl-th]

［2］BPS pion domain walls in the supersymmetric chiral Lagrangian
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Shin Sasaki
e-Print: arXiv:1602.02520 [hep-th]

［3］Coupling between Majorana fermions and Nambu-Goldstone bosons inside a non-Abelian vortex in dense QCD
Chandrasekhar Chatterjee, Mattia Cipriani, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. D93 (2016) no.6, 065046
DOI: 10.1103/PhysRevD.93.065046
e-Print: arXiv:1602.01677 [hep-ph]

［4］Stable core symmetries and confined textures for a vortex line in a spinor Bose-Einstein condensate
Magnus O. Borgh, Muneto Nitta, Janne Ruostekoski.
Published in Phys.Rev.Lett. 116 (2016) no.8, 085301
DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.085301
e-Print: arXiv:1602.01044 [cond-mat.quant-gas]

［5］Semilocal Fractional Instantons Minoru Eto, Muneto Nitta
Published in JHEP 1603 (2016) 067
DOI: 10.1007/JHEP03 (2016) 067
e-Print: arXiv:1512.07458 [hep-th]

［6］A supersymmetric Skyrme model
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Shin Sasaki
Published in JHEP 1602 (2016) 074
DOI: 10.1007/JHEP02 (2016) 074
e-Print: arXiv:1512.07557 [hep-th]

［7］Aharonov-Bohm Phase in High Density Quark Matter
Chandrasekhar Chatterjee, Muneto Nitta

Published in Phys.Rev. D93 (2016) no.6, 065050
DOI: 10.1103/PhysRevD.93.065050
e-Print: arXiv:1512.06603 [hep-ph]

[8] Magnetic Properties of Quantized Vortices in Neutron 3P2 Superfluids in Neutron Stars
Kota Masuda, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. C93 (2016) no.3, 035804
DOI: 10.1103/PhysRevC.93.035804
e-Print: arXiv:1512.01946 [nucl-th]

[9] Gravitating BPS Skyrmions
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta, Nobuyuki Sawado
Published in JHEP 1512 (2015) 013
DOI: 10.1007/JHEP12 (2015) 013
e-Print: arXiv:1510.08735 [hep-th]

[10] Short-range intervortex interaction and interacting dynamics of half-quantized vortices in two-component Bose-Einstein condensates
Kenichi Kasamatsu, Minoru Eto, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. A93 (2016) no.1, 013615
DOI: 10.1103/PhysRevA.93.013615
e-Print: arXiv:1510.00139 [cond-mat.quant-gas]

[11] 2d partition function in Ω-background and vortex/instanton correspondence
Toshiaki Fujimori, Taro Kimura, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi
Published in JHEP 1512 (2015) 110
DOI: 10.1007/JHEP12 (2015) 110
e-Print: arXiv:1509.08630 [hep-th]

[12] Instantons in Lifshitz Field Theories
Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta
Published in JHEP 1510 (2015) 021
DOI: 10.1007/JHEP10 (2015) 021
e-Print: arXiv:1507.06456 [hep-th]

[13] Resurgence in sine-Gordon quantum mechanics: Exact agreement between multi-instantons and uniform WKB
Tatsuhiro Misumi, Muneto Nitta, Norisuke Sakai
Published in JHEP 1509 (2015) 157
DOI: 10.1007/JHEP09 (2015) 157
e-Print: arXiv:1507.00408 [hep-th]

[14] Interpolating relativistic and nonrelativistic Nambu-Goldstone and Higgs modes
Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. D92 (2015) no.4, 045028
DOI: 10.1103/PhysRevD.92.045028
e-Print: arXiv:1505.03299 [hep-th]

[15] Classifying BPS States in Supersymmetric Gauge Theories Coupled to Higher Derivative Chiral Models
Muneto Nitta, Shin Sasaki
Published in Phys.Rev. D91 (2015) 125025
DOI: 10.1103/PhysRevD.91.125025
e-Print: arXiv:1504.08123 [hep-th]

[16] Fractional instantons and bions in the principal chiral model on R2 × S1 with twisted boundary conditions
Muneto Nitta
Published in JHEP 1508 (2015) 063
DOI: 10.1007/JHEP08 (2015) 063
e-Print: arXiv:1503.06336 [hep-th]

[17] Josephson instantons and Josephson monopoles in a non-Abelian Josephson junction
Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. D92 (2015) no.4, 045010
DOI: 10.1103/PhysRevD.92.045010
e-Print: arXiv:1503.02060 [hep-th]

[18] Fractional Skyrmions and their molecules
Sven Bjarke Gudnason, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. D91 (2015) no.8, 085040
NORDITA-2015-24
DOI: 10.1103/PhysRevD.91.085040
e-Print: arXiv:1502.06596 [hep-th]

[19] Josephson junction of non-Abelian superconductors and non-Abelian Josephson vortices
Muneto Nitta
Published in Nucl.Phys. B899 (2015) 78-90
DOI: 10.1016/j.nuclphysb.2015.07.027
e-Print: arXiv:1502.02525 [hep-th]

[20] Non-Abelian Sine-Gordon Solitons: Correspondence between SU (N) Skyrmions and CP^{N-1} Lumps
Minoru Eto, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. D91 (2015) no.8, 085044
DOI: 10.1103/PhysRevD.91.085044
e-Print: arXiv:1501.07038 [hep-th]

[21] Nambu-Goldstone Modes Propagating along Topological Defects: Kelvin and Ripple Modes from Small to Large Systems
Daisuke A. Takahashi, Michikazu Kobayashi, Muneto Nitta
Published in Phys.Rev. B91 (2015) no.18, 184501
DOI: 10.1103/PhysRevB.91.184501
e-Print: arXiv:1501.01874 [cond-mat.other]

[22] Non-Abelian Sine-Gordon Solitons
Muneto Nitta
Published in Nucl.Phys. B895 (2015) 288-302
DOI: 10.1016/j.nuclphysb.2015.04.006
e-Print: arXiv:1412.8276 [hep-th]

[23] "Topological Aspects of Neutron Stars"
Topological Science Kick-off Symposium 2016, Keio U., Yokohama, Japan, March 14-15, 2016
国際学会

[24] "中性子超流動とカラー超伝導"

新学術領域研究「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」
第６回集中連携研究会「人工量子系におけるトポロジー」
東京大学
2016年２月９日（火）13時から10日（水）17時　招待講演

［25］“中性子トリプレット超流動における量子渦の磁場特性”
第１回「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」領域研究会
京都大学
2015年12月11日（金）・12日（土）・13日（日）招待講演

［26］“Fractional Instantons and Bions”
KEK Theory workshop 20a5 dec, KEK, Tsukuba, Japan, Dec 1 - Dec 4, 2015
国際学会　招待講演

［27］“Incarnations of Skyrmions,”
Institute of Modern Physics, Lanzhou（蘭州）, China, September 5-8, 2015
国際学会　招待講演

［28］“Vortices in BEC and QCD”
Cold atoms meet high energy physics, ECT*, Trento, Italy, June 22-25, 2015
国際学会　招待講演

（プロジェクトメンバー）新田　宗土
Aron Jonathan BEEKMAN
Chandrasekhar CHARTERJEE
阿武木啓朗・雨宮　史年
飯田　英明・大橋　圭介
加堂　大輔・鎌田　翔
神中　俊明・木原　裕充
木村　哲士・坂井　典佑
島﨑　信二・高橋　大介
土屋　俊二・戸田　晃一
Giacomo MARMORINI
三角　達弘・吉井　涼輔
横山　修一

２－11）場の理論と物性論のトポロジー的側面

文責 研究代表者　新　田　宗　土

ローレンツ対称性のない理論のうちリフシッツ型と呼ばれる時間だけを特別な重みで変換する対称性のある理論において、インスタントンやソリトンの解を導出した［1］。

２次元ユークリッド空間において、インスタントンは渦である。渦の分配関数をある特別な背景（Ω背景）で計算し、４次元ユークリッド空間におけるヤン・ミルズ理論におけるインスタントンの分配関数との関係を明らかにした［2］。

学会・研究会での発表

［1］Instantons in Lifshitz Field Theories
Toshiaki Fujimori, Muneto Nitta,
Published in JHEP 1510 (2015) 021
DOI: 10.1007/JHEP10 (2015) 021
e-Print: arXiv:1507.06456 [hep-th]

［2］2d partition function in Ω-background and vortex/instanton correspondence
Toshiaki Fujimori, Taro Kimura, Muneto Nitta, Keisuke Ohashi,
Published in JHEP 1512 (2015) 110
DOI: 10.1007/JHEP12 (2015) 110
e-Print: arXiv:1509.08630 [hep-th]

（プロジェクトメンバー）新田　宗土・藤森　俊明

２－12）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

絶滅危惧両生類について、個体の年齢が推定できれば、当該個体群の世代や繁殖開始年齢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。両生類の年齢推定法の中で、骨組織を用いたスケルトクロノロジーによる推定法は信頼性が高く、現在のところ最も有効な手段と考えられている。特に肢指骨の一部を用いたスケルトクロノロジーは対象個体を犠牲にせず、年齢推定できる優れた手法である。スケルトクロノロジーは、活動期と休眠期を交互に繰り返す両生類の性質を利用し、休眠による成長の停止が骨に残したリングのような痕跡（LAG:line of arrested growth）を調べることによって年齢を推定する方法である。

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、環境省レッドデー

ブックでは準絶滅危惧（環境省、2007）に分類されている。本研究では関東地方における谷戸田と平地水田に生息するトウキョウダルマガエルの体サイズと齢構成の関係の解明に取り組んだ。

当該個体を対象に、これまでの手法に準拠し脱灰処理した肢指骨を15〜20 μmに薄切し、LAGをカウントした。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。年齢群ごとに性別にSVL（体長）を比較した結果、オスは地域間で差異は認められなかったが、メスの１歳群では平地水田の個体群が大きかった。未成熟個体のSVLは、いずれの年齢群においても平地水田の個体群が有意に大きかった。

（プロジェクトメンバー）福山　欣司・戸金　　大

２−13）離散化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。

我々はまず、特定の解のまわりに２次元理論を展開するというこの方法が、量子論的にも安定して行える事を摂動論的な計算から確かめた。

従来の２次元格子理論の欠点の１つは、時空のトポロジーとしてトーラスしか許されない点である。そこで我々は、任意のポリゴン分割された２次元面上に杉野理論を構築する方法を確立した。これによって、任意のトポロジーを持った２次元面の分割上に杉野理論を構築することが出来るようになった。一般に２次元超対称ゲージ理論は時空のトポロジーに敏感である事が知られているが、我々が構築したこの模型はこの性質を引き継ぎ、理論の連続極限に対応して、単体分割のトポロジーと連続多様体のトポロジーを関連づける事ができることもわかった。

我々はまた、２次元イジングCFTと３次元純粋量子重力との間に予言されているゲージ／重力対応を拡張し、質量変形されたCFTが適切なスカラー場を導入した３次元重力理論に対応することも示した。

発表論文

1．“Exact Results in Discretized Gauge Theories So Matsuura, Tatsuhiro Misumi, Kazutoshi Ohta”, PTEP 2015 (2015) 3, 033B07
2．“Ising model on a twisted lattice with holographic renormalization-group flow”, So Matsuura, Norisuke Sakai PTEP 2015 (2015) 11, 113B02
3．“A one-loop test for construction of 4D N=4 SYM from 2D SYM via fuzzy sphere geometry”, So Matsuura, Fumihiko Sugino, PTEPに掲載決定

（プロジェクトメンバー）松浦　　壮・小林　晋平

２−14）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

教育・医療現場でタブレット端末の利用が広がり、活動を支援するアプリケーション（以下アプリ）は数多く開発されつつある。タブレット端末のアプリでは、指で画面に触れる直観的な操作を行う課題を、機械的に実施・記録することができるという大きな利点がある。幼児や児童向けの学習教材をタブレット端末のアプリとして作成することで、手軽に学習成果の検証が可能となる。また、アプリの開発・公開は個人でも行えるため、

アイディアを持つ教師や親などが自身で理想の教材を作ることもできるようになった。しかしながら、アプリの開発方法は多数存在するため、初めてアプリ開発を始める者は、自身が習得する技術・プログラミング言語の選択から始めなければならない。

タブレット端末向けのアプリは、大別してOS（基盤ソフト）専用のアプリと、Webブラウザのコンテンツ（Webアプリ）とがある。OS専用アプリは、端末の性能を生かした高性能のアプリを開発することができるが、専用の開発環境の構築や、公開・管理のためにOS開発会社（AppleやGoogle）を経由する必要があり、時間や金銭的なコストがかかる。他方、Webアプリは既存のホームページと同様の開発・管理となるため、無料かつ簡便に開発することができる。学習教材アプリを個人や小グループで作成するのであれば、Webアプリが適していると考えられる。

Webアプリはホームページの１つの形態である。Webアプリは、通常のホームページ同様、HTMLやJavaScript、画像データなどをサーバーにアップロードし、タブレット端末などにインストールされているWebブラウザアプリ（Chrome、Safari、IE等）でURLにアクセスすることで実行する。昨今では、利用者の操作に対応した動的な機能を持たせたり、データの記録やオフライン実行などの機能を加えたりして、１つの独立したアプリの様に動作するホームページを作ることができるようになった。

通常のホームページではオンライン時のみ閲覧が可能であり、インターネット環境の無い施設では利用ができない。昨今はHTML 5の策定（W3C、2014）により、Webアプリをオフラインでも実行可能にする機能の実装をはじめ、アプリとして有用な機能の導入が進んでおり、基本的な動作や機能はOS専用アプリと遜色がないアプリを作ることができるようになった。ここでは、学習教材をWebアプリとして開発するために、特に有用と思われるオフライン実行の機能を紹介する。

オフラインでの実行機能　教育現場や医療現場をはじめ、さまざまな場所でアプリを利用するためにはオフラインで実行できることが必須である。オフラインでの複雑な動作は、従来のキャッシュ機能では不可能だったが、HTML5で規定された“アプリケーションキャッシュ（Application Cache; AppCache）”を使うことで可能となった。AppCacheを用いると、Webアプリはデータを全て端末に保存（キャッシュ）し、端末側のデータを参照して動作するようになる。AppCacheを用いることで、実行の度にデータをダウンロードする必要がなくなり、動作性が向上するという利点もある。

AppCache機能を持つWebアプリでは、オンライン状態での初回アクセス時にすべてのデータがダウンロードされる。２回目以降のアクセス時には、インターネット接続状態にかかわらず、端末にダウンロードされたデータを読み込んで実行される。

AppCacheは、ダウンロードエラー時の動作不良や、JavaScriptからの細かい制御ができないなどの問題を抱えている。そのため、AppCacheに変わる新しい機能としてService Workerが推奨されている。しかし、Service Workerはまだ実験段階で仕様が確定しておらず、Webブラウザの対応状況もまちまちなため、現時点ではAppCacheを利用した方が実用的なアプリを作ることができる。

まとめ　HTML5の公開以降、WebアプリはOS専用アプリほど高性能ではないが、学習教材アプリを開発するための豊富な機能が盛り込まれてきている。これにより、低コストでアプリを開発・維持・管理することができるようになった。Webアプリの豊富な機能の解説は、インターネット上に数多く公開されている。しかしながら、１つのアプリとして作り上げるための総合的な情報を見つけることは困難である。今後、教育者をはじめとしたアイディアを持つ個人が、自身でWebアプリを開発するために、包括的な開発支援の情報公開が望まれる。

参考資料

W3C（2014）.「HTML5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML W3C Recommendation 28 October 2014」<https://www.w3.org/TR/html5/>

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・野川　　中

２－15）電光掲示板を用いたロービジョンへの効率的な情報提供の検討

文責 研究代表者　中　野　泰　志

【背景および目的】

近年、山手線等の主要鉄道の列車内の情報提示端末は、多くがこの液晶端末に変更されているが、鉄道駅のホームや改札、電車やバス内では、未だに電光掲示板が採用されていることが多くみられる。災害等緊急時における公共交通機関では、施設内や電車・バス内に設置された電光掲示板での情報提供が、いかに効率的に行われるかが重要になる。電光掲示板など、限られた範囲での情報提供では、短い文章をスクロールさせて呈示する方法が一般的であるが、その呈示条件に、一般的な規範はなく、鉄道会社や個別の駅においても異なっている。

これまでの我々の研究で、①電光掲示板での読み取りやすさは、視力低下に伴い低下すること。②呈示される情報が限られた選択状況下では、選択肢の増加や視力低下は、その情報の読み取り時間の増加に影響し、正答率

は維持されること、また、色と文字を組み合わせることで、視力低下による反応時間の増加や正答率の低下を抑制できること。③弱視状態の観察者においては、呈示される情報に関して事前に知っている方が正確に情報を認知できることなどが明らかとなった。

本研究では、晴眼者を含めた様々な視力の観察者を対象として、電光掲示板が表示可能な条件で、鉄道の運行に関する情報が呈示された際、情報の読み取りに対して効果的な補助の方法等を検討する。

【方法】

（実験参加者）

背景因子を統一するため、８名の晴眼者（矯正を含む、視力1.0程度の者）を参加者として実験を行った。

（課題）

課題は、コンピュータディスプレイ上に右から左へとスクロールする文章を呈示し、参加者はその文章を三要素に分けて記録用紙にできるだけ早く正確に書き出すこととした。

（実験条件）

文章の表示速度は井上・玉置（2011）の調査を参考として、3.5文字／秒とした。表示する文章は「駅名」、「運行状況」の二要素で構成し、各要素の内容は施行ごとにランダムに変化させた。「駅名」は山手線沿線の駅名の中で三文字のものをランダムで５種類、「運行状況」は、「運転見合わせ」「人身事故」「安全確認」「遅延」「運転再開」「ダイヤの乱れ」「運休」「平常運行」の８種類とし、「運行状況」については、この８種類それぞれに対応した記号「○」「×」「△」「□」「◇」「▽」「☆」「●」も合わせて、二要素の内容を施行ごとにランダムに変化させて呈示した。

視力条件の制御には、Google Chromeのアドオン「No Coffee」（https://chrome.google.com/webstore /detail/nocoffee/jjeeggmbnhckmgdhmgdckeigabjfbddl）のぼかし機能（Blur（low acuity））を使用し、晴眼状態と弱視状態を機能の設定数値の０、５、10、15の四段階のぼかし条件を設定した。設定数値15の弱視状態では視力がおよそ0.1程度となるように事前に調整を行った（図１）。

また、実験参加者を二名ごとの群に分け、一方の群には各要素の内容を事前に確認させ（既知群）、もう一方の群には各要素の内容と、「運行状況」に関して８種類の項目それぞれに対応した記号を合わせて確認させ（補助群）実験を行った。

（手続き）

観察は各条件ごとに10回繰り返し行った。参加者が文章の全要素を読み取れたと判断した、もしくはこれ以上読み取れないと判断するまで、繰り返し観察することが可能とした。文章が呈示されてから参加者が記入用紙に記入するまでの時間（反応時間）と、観察回数、記述用紙への回答を取得した。

ぼかし条件及び要素ごと平均反応時間とSD及び正答率を既知群と補助群ごとに算出した。反応時間と正答率に対して、晴眼状態の結果（Blur（low acuity）0）から弱視状態（Blur（low acuity）5〜15）の結果を差し引いた値（反応時間の増加と正答率の低下）を変化率として算出した。

【結果】

ぼかし条件ごとの反応時間と正答率を図２に、視力条件の変化に伴う各要素の読み取りに関する正答率を図３に示す。反応時間に関しては、既知群・補助群の間で大きな差は見られなかったが、ぼかし条件の設定数値の増加に伴って、増加していることがわかる。正答率は、ぼかし条件の設定数値の増加に伴い低下し、既知群より補助群の観察者の方がその低下を抑制されていることがわかる。

各要素読み取りに関する正答率に関しては、ぼかし条件の設定数値の増加に伴い、どの要素においても低下した。要素ごとの正答率については、補助を伴わなかった『駅名』では既知群と補助群の間で正答率に差が生じなかったのに対し、補助を伴った『運行状況』については、既知群と補助群の間で正答率に５％以上の差が生じていた。

晴眼状態から弱視状態への変化による、成績の変化（反応時間の増加率と正答率の低下率）を図４に示す。全てのぼかし条件で、弱視状態の方が反応時間は増加している。しかし、ぼかし条件の設定数値５の条件での反応時間の増加は10％以下と非常に小さいものであった。文章の構成要素ごとの正答率は、ぼかし条件の設定数値

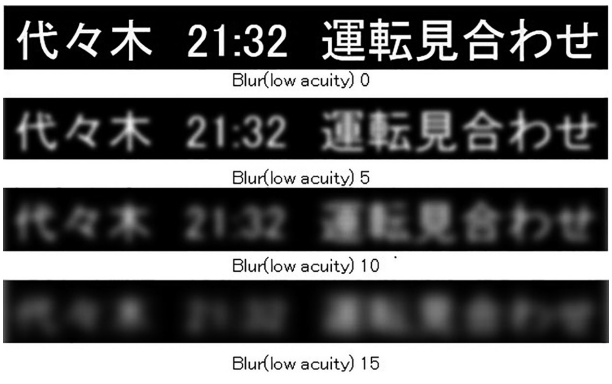


図１　視力条件の例

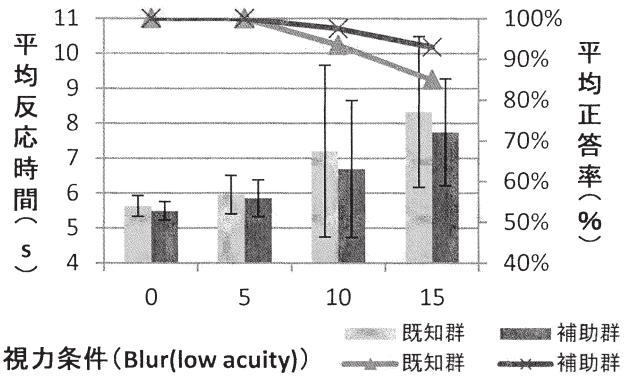


図２　ぼかし条件ごとの反応時間と正答率

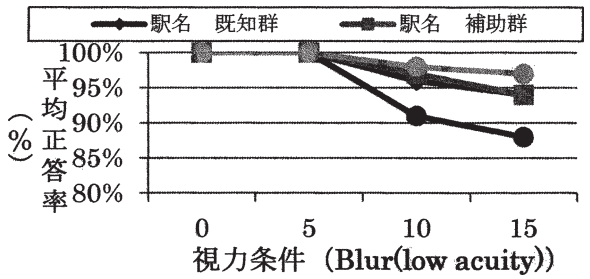


図３　ぼかし条件・要素ごとの正答率

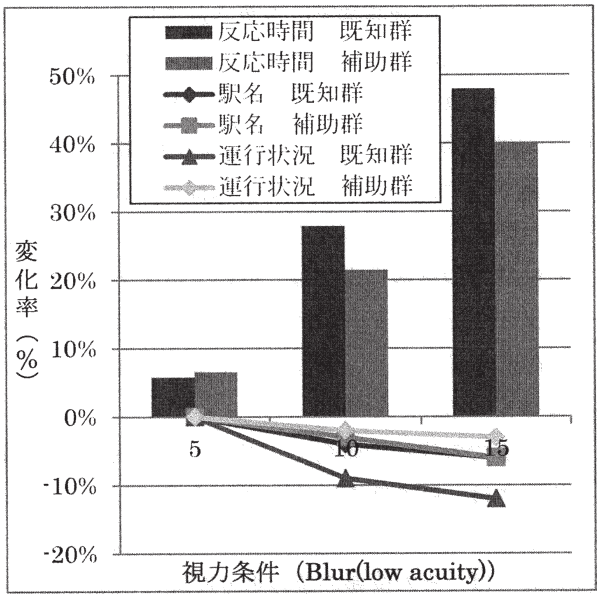


図４　ぼかし条件・要素の反応時間と正答率の変化

が10～15の弱視状態の方が低下することが分かった。

【総括】

視力低下をシミュレーションした本実験の結果では、スクロール文字の文章からの情報認知は、ぼかし条件の設定数値の増加に伴い困難になるという、これまでの研究結果と一致する結果となった。また、既知群と補助群の成績を比較すると、全条件を通じて晴眼状態や比較的視力の良い設定数値５のぼかし条件の正答率においては大きな差はみられなかったものの、補助として記号を伴った『運行状況』においては、視力が低い設定数値10～15のぼかし条件での正答率は、既知群より補助群の方が高くなること、また、補助として記号を伴わなかった『駅名』においては、視力が低い設定数値10～15のぼかし条件での正答率に大きな差は生じないことが明らかとなった。これは、弱視状態の観察者においては、呈示される情報に関して、文章のみの呈示より、文章より識別が容易な記号を補助的に伴って呈示した方が、より簡便に情報を認知出来るという事を示していると考えられる。このことから、晴眼者や、弱視状態の観察者に対して、『運行状況』等の情報を伝達する際、あらかじめ内容に伴った簡便な記号を決めておき、それらを事前に知らせた上で、電光掲示板に文章と同時に呈示することで、これまでよりも正確で読み取りが容易な情報提供が可能になると考えられる。

（プロジェクトメンバー）中野 泰志・花井 利徳

２－16）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、点字の習熟が評価の重要な指標の一つであるが、個人差が大きく、また使用する文章に依存することが知られている。例えば、大島・中野（2015）は、様々な文章を用いて、点字ユーザの読書速度を測定したところ、文章の違いによる読書速度の差は大きく、文章の特性を考慮して読書速度を測定する提案を行った。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。そこで、本研究では、個人特性、文章特性が読書速度に与える影響を、階層線形モデルを用いて検討した。

79名の点字ユーザに対し、実験を実施した。インタビューや感度の測定を通じて失明年齢や視力などの個人レベルの特性を取得し、文章を構成する単語の親密度や語彙レベルなどの文章レベルの特性の異なる文章を用いて読書速度の測定を行った。現時点でコーディング済みの38名のユーザのデータをもとに、文章レベルの特性をレベル１、個人レベルの特性をレベル２の変数として、階層線形モデルを通じて、最適なモデルの推定を行った。結果、最適・最小モデルに基づくと、文章レベルとして語彙数、単語親密度、マスあたりの点数が、個人特性として、保有視覚、失明年齢が読書速度に統計的に有意に影響することが示された。このように文章・個人レベルごとに読書速度に影響する要因が明らかになったが、今回の結果は暫定的なものである。十分な推定を行うため、分析に使用するデータ数を増やした上で、分析を行う予定である。

引用文献

大島研介・中野泰志（2015）．文章の違いが点字読書速度に与える影響 ―速く読める文章はユーザ間で共通しているか―　特殊教育学会第53回大会　P21-17.

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・大島　研介

２－17）読書効率に影響する要因に関する実験的検討

文責 研究代表者　中　野　泰　志

１．研究の概要

読書効率に影響する要因は多様であるが、先行研究から書体を変更することで効率が大きく変わることが示されており（Arai et al., 2010; Nakano et al., 2010など）、日本語の文章の場合には、縦書きか横書きかといった印字方向の影響についても指摘されている（新井ら、2011; 中野ら、2011など）。本研究では、これまで書体や印字方向といった外的な要因について検討してきたが、読書効率には読み手の視力や視野などの視覚的な要因も大きく影響する。特にロービジョン者の読書においては、視力の低さを補うために文字を拡大する工夫がとられるが、文字が大きすぎると文章全体をとらえにくくなる。このトレードオフに折り合いをつけ、最適な文字サイズを特定するためには、精神物理学的測定による科学的根拠が必要だと考えられる。

そこで本研究では昨年度に続き、読書効率の客観化および向上を目指し、中野（2001）による「ロービジョン用文字処理有効視野評価システム」に改良を加え、測定ソフトウェアの再開発と動作検証を行った。

２．研究成果の概要

本ソフトウェアは、文字を視認するため有効視野（文字処理有効視野）の測定を目的とし、Windows環境で開発されたものである。ここで扱う視野は、ａ）平面視野測定法で、ｂ）量的視野を測定しており、ｃ）視標を移動させない定点測定・静的視野測定で、ｄ）輝度一定の文字視標が視認できる文字サイズを感度と見なす、ｅ）固視点あり、ｆ）固視点での作業負荷なしの条件で測定するものを指す。以下、ソフトウェアの概要と原理について説明する。

画面のキャリブレーションと初期設定の後に測定が開始される。多様な測定目的に合わせ、初期設定において、観察距離、文字の大きさの範囲および提示範囲、提示時間、文字の種類（平仮名、アルファベットなど）、書体の種類、コントラスト極性を測定者が選択できるようにした。測定が始まると、凝視点を中心として水平垂直方向に文字が１つ提示される。その際、文字の大きさは精神物理学的測定法の上下法に則って決まるが、どのタイミングでどの位置に提示されるかはランダムに決定される。閾値決定までの反復回数は初期設定で決める仕様であり、測定の信頼性と被測定者の疲労を考慮して決定する。以上のように文字処理有効視野を求め、結果をグラフィカルに出力する。

本ソフトウェアでは、書体を自由に変更することができ、コントラスト極性を変えることもできるため、これまでの研究成果と組み合わせ、有効視野と各種の外的要因との相互作用などを検証することが可能である。

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・新井　哲也

２－18）触覚を基盤とする彫刻鑑賞に関する研究

文責 研究代表者　中　野　泰　志

研究の背景

近年、視覚障害者がさまざまな芸術体験を得る機会が増えている。しかし、視覚による鑑賞を前提としてきた美術鑑賞の分野では、視覚以外の感覚を基盤とする鑑賞のための環境整備がまだ十分成されているとは言えない。筆者らが行った研究では、彫刻鑑賞の経験が少ない視覚障害者において、彫刻作品の誇張や省略などの視覚的表現にとらわれることなく、作品の造形的イメージをとらえることが困難であることが明らかになった。彫刻家との対話が加わることにより、作品の造形的イメージが構築され、作品を味わい、楽しみながら鑑賞することができたと報告された。このことから、視覚障害のある鑑賞者にとって、対話の役割が大きいことが予測された。

研究成果の概要

世界で唯一の国立の触覚美術館において、来館者が彫刻作品を触って鑑賞する際に、どのような解説や対話が成されているかを調査するため、2015年８月22日から24日まで、イタリアのアンコーナ市にある「オメロ触覚美術館」を訪問した。調査者は、弱視の視覚障害者１名、全盲の視覚障害者３名、晴眼者２名、合計６名で、あった。

オメロ美術館の開設においては、パノフスキーのイコノグラフィー理論に基づいて、鑑賞者が作品を触り始める前に、像の形態、ポーズ、顔の特徴、手の所作の意味、などについて細かく説明し、それを踏まえて作家の表現の特徴、素材の持ち味などを自由に話しながら鑑賞を進めていた。

この方法は、１度に作品の全体像を把握することがで

きないため、作品の芸術的イメージが捉えにくいという触覚による鑑賞の困難さにアプローチする方法として有効であることが調査者の一致した見解であった。今後の課題として、ルネッサンス彫刻のように、文化的意味が確立している作品と異なり、意味事態を問う現代美術の鑑賞における対話の要素や運びなどが考えられる。

研究発表

Handa, K.: Art as Tactile Experience, Special Educators Workshop on Teaching Arts, Mathematics and Science to Vision Impaired Students, St. Vincent' s School for Sensory Impairment, Yew Tree Lane, West Derby Liverpool L12 9HN, England, 2015.（invited）

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・半田こづえ

２－19）先天性盲ろう児、家族及び関係者の支援に関する事例研究

文責 研究代表者　中　野　泰　志

本年度は以下の事例についての実践的な研究をすすめてきた。

事例１：N・Reさん（20歳　女性）未熟児網膜症　感音性難聴

地域支援センターにて学習支援・相談支援を行なう（１回／週）。実際的な経験を経る中で、店員とのやり取りを含めた買い物・公共交通機関の利用と、その活動の範囲を確実に広げている。N・Reさん自身が自らの行動を客観的に理解できることに重きを置きながら、学習の記録を本人（点字）・家庭・福祉園指導員と共有している。活動内容を共有することで福祉園での指導員とN・Reさんとの会話促進、具体的な活動の提示方法、介助方法の工夫などと結びついてきている。

事例２：N・Ryくん（12歳 男性）未熟児網膜症　感音性難聴

N・Ryくんが在籍する公立学校へ赴き、担当教諭への支援を行なう（２～３回／月）。学校では概念形成や手指操作の巧緻性を高める教材作成、点字導入に関する学習の課題設定等を支援する。小学部から中学部への移行に際し、全校教職員を対象とした勉強会を開催した。特に、環境整備・継続性の重要性を教職員と共に考える機会となった。デイサービス、放課後支援事業所での勉強会を開催し、N・Ryくんのコミュニケーション方法や盲ろう障害への理解を深めた。家庭・学校・デイサービス事業所と情報共有を図り、N・Ryくんを中心とした連携体制の構築をすすめた。

事例３：Y・Sくん（12歳　男性）チャージ症候群

コミュニケーションの成立・情報処理の難しさから他者との関わりに困難を持っているとの主訴に対し、本人との活動を共有することでその場に適した行動の選択や、通訳を介しての他者との会話を成立する経験を積み重ねた。通訳派遣制度の活用を提案し、他者との関わりをもつ機会を広げた。

事例４：A・Eさん（11歳　女性）チャージ症候群

社会性の未成熟という主訴に対し、本人との活動を共有することで、行動の特徴や意味を保護者と考える機会を得た。問題行動とされる行動を誘発、強調している点を明確にし、表現方法の変化を試みた。

事例５：H・Sさん（12歳　女性）　チャージ症候群

父親が全盲、母親が盲ろう、兄がアスペルガーという家庭環境の中で、保護者へのより正確な情報提供と育児・家庭学習の相談支援を行なった。

事例６：視覚障害乳幼児と家族の会への支援

神奈川県在住の視覚障害がある乳幼児を対象とした「視覚障害乳幼児と家族の会」の設立、運営、勉強会などをサポートしている。この会には視覚障害だけではなく、盲ろうを含む重複障害児が多く参加している。個々の会員家族に対しては、視覚障害、重複障害に関する理解、コミュニケーション方法の確立、育児、補助機器の紹介、遊びの提案、摂食、ADLの向上などの相談支援を行なう。要望に応じて、会員が在籍している保育園や療育センターで視覚障害の理解に関する勉強会などを行なった。

相互的なコミュニケーションの成立や情報摂取と処理に困難を有する先天性盲ろう児が直面している課題と向き合うためには、子どもとの活動を実際に共有し、子ども達から様々な形でなされる発信（行動）の意味を真摯に明らかにしていくことが必須である。そして、先天性盲ろう児からの発信の意味を家族と共感し、子ども達のコミュニケーションに関する環境の整備を進めながら、人間関係をより広げていくことが家族支援さらには関係者との連携へとつながっていくと考える。

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・三科　聡子

2－20）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）知覚という枠組みから、因果関係など意味的連関の知覚及び自己と環境の関係として皮膚感覚を通じた自己運動知覚などを扱ってきた。

事象とは、我々の知覚の単位である。一つの事象には、始まりがあり、終わりがある。その中で時系列上の変化がある。我々の知覚する世界は、絶えず動き変化する。その動きの中から、環境、対象、対象間の関係、自己の移動など様々な情報を我々は得ている。

そうした情報の中でも、生き物かどうかの区別はきわめて重要である。動きの体制化の観点から生き物らしさの知覚と意図を含めた関係の知覚を概観した。

また、皮膚感覚においても、外界対象の特定だけではなく、自己の運動を特定する上でも動きは重要である。

自己運動についての情報も時系列的な変化の中から取得している。これまで視覚を中心に扱われてきた自己運動知覚であるが、皮膚に与えられた風からも前庭運動が伴うことで自己運動が知覚されることを明らかにしてきた。本年度は、主として、実際の移動と比較から皮膚感覚と前庭感覚の機能的関係を明らかにし、環境と自己の統合関係としての自己運動知覚を考察した。

その結果、実際の直進運動と同等の振動を与えた場合も自己運動知覚が生じていた。その際、風の方向と移動の方向が一致しない場合、生起にかかる時間が長くなる。自転車をこぐ様な能動運動を行う場合、自己運動の生起が阻害される。一方、風の発生源と実験参加者との間の距離が変化する条件では、促進された。

また、「まず心が存在し、それが人間行動を決定づける」とする心因論の諸相とその問題点について応用行動分析と哲学の知見を交えて検討した。

学会発表

［1］“Review of experimental phenomenological studies on perceived relationship as perceptual organization”; Hidemi Komatsu; ASIAGRAPH 2015 in Tainan; 2015年４月25日.

［2］“A role of cutaneous sensation in self-motion”; Kayoko Murata, Shigeru Ichihara, Takahiro Suzuki, Masami Ishihara, Shigeru Ichihara; ASIAGRAPH 2015 in Tainan; 2015年４月25日.

［3］「皮膚感覚からの自己運動知覚を前庭刺激との関係から検討（１）:直進運動と振動との比較」; 村田佳代子、小松英海、中野泰志、市原　茂、石原正規、増田直衛; 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会; 2015年７月18日.

［4］「皮膚感覚からの自己運動知覚を前庭刺激との関係から検討（２）: 直進運動方向と風の方向の一致・不一致」; 小松英海、村田佳代子、妹尾武治、中野泰志、増田直衛; 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会; 2015年７月18日.

［5］“A role of cutaneous inputs in self-motion perception（１）: Is perceived self-motion equal to an actual motion?”; Kayoko Murata, Hidemi Komatsu, Yasushi Nakano, Shigeru Ichihara, Masami Ishihara, Naoe Masuda; 38th European Conference on Visual Perception（Liverpool, UK）; 2015年８月27日.

［6］“A role of cutaneous inputs in self-motion perception（２）: Does the wind decide the direction of perceived self- motion?”; Hidemi Komatsu, Kayoko Murata, Yasushi Nakano, Shigeru Ichihara, Masami Ishihara, Naoe Masuda; 38th European Conference on Visual Perception（Liverpool, UK）; 2015年８月27日.

［7］「心因論の諸相とその問題」; 境　敦史、小松英海、竹内康二、河野哲也; 日本心理学会第79回大会公募シンポジウム; 2015年９月22日.

［8］「皮膚感覚からの自己運動知覚を前庭刺激との関係から検討（３）－刺激強度変化の影響－」; 村田佳代子、小松英海、石原正規、市原　茂、増田直衛; 映像情報メディア学会; 2015年11月14日.

［9］「皮膚感覚からの自己運動知覚を前庭刺激との関係から検討（４）－能動運動と受動運動の比較」; 小松英海、村田佳代子、石原正規、市原　茂、増田直衛; 映像情報メディア学会；2015年11月14日.

［10］「自己運動知覚における皮膚感覚情報の役割：能動運動と受動運動」; 小松英海、村田佳代子、中野泰志、市原　茂、石原正規、増田直衛; 日本基礎心理学会第34回大会; 2015年11月29日.

［11］「自己運動知覚における皮膚感覚情報の役割：刺激変化の影響についての検討」; 村田佳代子、小松英海、中野泰志、市原　茂、石原正規、増田直衛；日本基礎心理学会第34回大会；2015年11月29日.

［12］「皮膚感覚による自己運動知覚の検討：能動運動と受動運動の比較」; 小松英海、村田佳代子、中野泰志、市原　茂、石原正規、増田直衛; 第49回知覚コロキウム; 2016年３月15日.

［13］「皮膚感覚による自己運動知覚の検討：刺激変化の影響について」; 村田佳代子、小松英海、中野泰志、市原　茂、石原正規、増田直衛; 第49回知覚コロキウム；2016年３月15日.

［14］「知覚と表現～映画における表現技法について」; 増田直衛; 第49回知覚コロキウム; 2016年３月16日.

［15］「皮膚感覚による自己運動生起条件の検討―身体

部位の比較―」；村田佳代子、鈴木貴大、市原茂、石原正規;第24回システム大会; 2016年３月10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

２－21）視覚障害者のための情報ポータルサイトの構築

文責 研究代表者 中　野　泰　志

視覚障害者は、眼科で診断を受けるが、すべての眼科医がロービジョンケアをおこなっているわけではない。そのため、ロービジョンを告知されても、適切なロービジョンケアを受けたり、今後の社会生活に必要な情報が必ずしも提供されるわけではない。

また、視覚障害者に対する支援施設も全国的に均等に配置されていない。このため地域によっては、視覚障害者にとっての情報提供が十分に行われていない。

このようなことから、多くの視覚障害者、特に中途視覚障害者は障害の受容という心理的に困難な状況に置かれているばかりではなく、その障害の特質から著しい情報不足に陥ってる場合が多いと考えられる。

インターネット上には様々な情報があふれているが、アクセシビリティーに問題のあるサイトが多く視覚障害者にとって利用しやすいものではない。また、その内容も、不十分であり、当事者にとって利用価値が少ないものも多い。

こういったことから、自らに有益な情報を視覚障害当事者が主となって、作成運用する情報ポータルサイトを構築する意義は大きいと思われる。

本年度は、日本盲人会連合、障害平等研修（DET）、共用品推進機構、日本網膜色素変性症協会（JRPS）等の会合や研修会に参加して、情報入手の方法や、必要な情報の種類を聴取した。

日本盲人会連合が来年度実施する、ロービジョンに関するアンケートの作成に携わり、より広いニーズを収集する準備を行った。

これらから得られた結果をもとに、来年度のサイト立ち上げを行う。

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・山口　　毅

２－22）視覚障害者におけるICT機器を活用した学習方法の研究

文責 研究代表者 中　野　泰　志

【研究の概要】

ロービジョン（以下LV）をもつ幼児・児童・生徒の学習は、文字サイズや書体、配色、行長、行間隔や文字間隔等の適切な読書環境整備が必要である。紙媒体の教科書においては、教科書バリアフリー法により、出版社や拡大写本ボランティアから提供されている。しかし、中野ら（2013）によれば紙の拡大教科書は可搬性や操作性に課題がある。また、紙媒体では利用中に表示条件を変更することができない。そのため、EPUBやマルチメディアDAISY等のデジタル教科書が注目され、その中で中野ら（2015）はLVに配慮された教科書・教材閲覧アプリ「UDブラウザ」を開発した。UDブラウザはPDFによる紙媒体と同様の固定レイアウト表示とHTMLによるリフロー表示が可能であり、教員の自作教材の追加ができる。LV生徒へのHTMLを使った教材作成については、氏間（2001）が報告している。そこで、同アプリを利用してLV生徒の視認性の高い教材作成方法を検討した。

【成果の概要】

１．UDブラウザ用のファイル作成方法の検討

まず、固定レイアウト表示用のPDFファイルの作成方法について検討した。PDFはワープロソフト、専用ツール、仮想プリンタソフト、スキャナ付属のソフト等により作成可能であった。中でもワープロソフトは比較的簡便に作成でき、教員が配布資料等の日々の教材作成で使用する馴染みのあるものであるため、比較的容易な方法だと考えられる。次に、リフロー表示用のHTMLファイルの作成方法について検討した。ワープロソフトやホームページ作成ソフトによる作成が可能であったが、UDブラウザでLVの読書環境を整備して利用するには、一度テキストエディタで編集する必要があった。テキストエディタによる作成は主に視覚特別支援学校に勤務する全盲の教員でも、画面読み上げソフト（スクリーンリーダー）を併用して作成できるため有用な方法だと考えられる。

２．UDブラウザの有効可能性

UDブラウザは、オープンソースのレンダリングエンジンWebKitを搭載し、CSSやJavaScript等に対応していた。また、JavaScriptライブラリ「MathJax」に対応することで、HTMLでは表現の難しい数式や化学式もLaTexでの表現が可能であった。CSSを用いることで、

リフロー画面上の文字サイズや背景色、文字色、文字装飾、書体等が変更できた。氏間のHTML Viewer（2000、2001）はJavaScriptで作成されており、UDブラウザで使用するHTMLファイルに読み込むことで使用可能であった。

３．LVに適した表示方法の検討

最初にLV者５名を対象に、画面読書ニーズ調査を行った。その結果、文字サイズや書体、配色等様々なニーズが確認された。次にニーズを充足させるため、UDブラウザが対応するCSSの技術的可能性を確認した。主な読書ニーズに応える変更は可能であったが、text-justifyによる両端揃えやruby-positionによるルビ位置変更等には対応していないことがわかった。そのため、JavaScript等での表示変更が必要である。

４．LV者による表示変更評価実験

４名のLVをもつ現職教員を対象に、白黒反転操作とCSS変更の表示について操作・評価実験を行った。反転操作には、iPad標準の「色を反転」を用いる設定からの方法とショートカット、CSS変更の３種類を用意した。各方法を５回ずつ文章の音読途中で行い、文章の続きに戻るまでの時間の最も速いものを用いた。また、各方法のミス回数を記録した。方法を要因とした分散分析で有意な主効果があったため多重比較を行った。その結果、設定からの方法とショートカット、設定からの方法とCSSとの間で有意差があった（$p<.01$）。設定からの方法よりもショートカットやCSSの方が素早く反転操作ができることがわかった。また、ミス回数はショートカットによる反転が４名中３名で１回ずつあり、素早く行えるがミスが起こりうることがわかった。加えて、iPad標準の色を反転では、画像やユーザインターフェースまで反転されるため、視認性や操作性に影響を与える可能性があった。

ヒアリング結果では、CSSによる反転操作が一番簡単であると評価があったが、設定からの方法やCSSによる方法では文章の続きを見失いやすいという回答があった。ゴシック体や本文と同サイズのルビが評価が高かったが、明朝体が読みやすい場合や本文同サイズのルビでは本文と区別がつきにくい等の個人差が大きかったため、統一した表示変更には注意が必要であった。

【総括】

UDブラウザを利用することは、紙媒体のレイアウトを引き継ぎつつ、HTMLとCSSによる視認性の確保ができた。教員による教材作成において、業務に活用するワープロソフトとテキストエディタで作成可能であったため、ローコストでLVの適切な読書環境を整備することができると考えられる。また、UDブラウザがiPadアプリであることから、教室や登下校等でも視認性の高い環境での学習ができると考えられる。

本研究は、2015年の第53回日本特殊教育学会全国大会、第16回日本ロービジョン学会全国大会にて発表し、タイトル「ロービジョン者の視覚特性を考慮したiPad用教科書・教材表示法に関する研究--HTMLとCSSで教科書・教材閲覧アプリUDブラウザをカスタマイズする方法の検討--」で日本ロービジョン学会誌へ原著論文として投稿中である。

【文献】

中野泰志、他：ロービジョンのある小中学生の拡大教科書利用実態. 日本ロービジョン学会誌 13：82-90, 2013.

中野泰志、他：弱視生徒が授業場面で有効活用できる教科書閲覧アプリの試作（１）. 第56回弱視教育研究全国大会研究発表：32-33, 2015.

氏間和仁：弱視者のためのHTML教材の活用. 弱視教育, 39（1）：6-15, 2001.

氏間和仁、他：弱視者に配慮したHTML教材とビューアの試作と評価. 教育システム情報学会誌 17（3）：415-424, 2000.

氏間和仁、他：PDAを利用したロービジョン用読書支援ツール. 電子情報通信学会技術研究報告 103（114）：19-23, 2003.

（プロジェクトメンバー）中野　泰志・上野　敬太

教　　育

1）第５回自然科学教育ワークショップ

日　時：2015年６月13日（土）15：00～18：00
場　所：日吉キャンパス、来往舎２階　中会議室

プログラム：
第１部
（講演15分＋質疑応答３分）×3
15：00～15：18
講演１「思考力を養う教育　－学生実験編－」
　久保田真理（自然科学研究教育センター副所長）
15：20～15：38
講演２「大学文系の物理学の講義をして」
　喜多　　誠 氏（塾高）
15：40 ～15：58
講演３「女子高物理のアクティブラーニング構築に向けて」
　磯部　和宏 氏（女子高）
第２部
16：00～16：50
「塾生が学ぶべきサイエンスのミニマムエッセンシャルとは、または、サイエンスリテラシーとは」
（発表３分＋質疑２分）【★資料提供】
★１．相場　博明 氏（幼稚舎）
　２．星野　友則 氏（横浜初等部）
★３．久松　徳子 氏（中等部）
　４．平松　茂樹 氏（湘南藤沢）
　５．喜多　　誠 氏（塾高）
　６．國府方久史 氏（女子高）
　７．宮橋　裕司 氏（志木高）
　８．小林　宏充 氏（文系学部）
　９．伊藤　公平 氏（理工学部）
第３部
17：00～18：00
「一貫校としてのメリットを活かした自然科学教育の可能性」
　（司会　青木健一郎ワークショップ代表幹事、経済学部物理学教室教授）
第２部を受け、全員でディスカッション

ワークショップ全体の実施状況

今回も、昨年に引き続き、一貫校としてのメリットを活かした自然科学教育の可能性を議論することを目的とした。その前段階として、各一貫教育校および大学から塾生が学ぶべきサイエンスのミニマムエッセンシャル、

またはサイエンスリテラシーについて、情報共有することを第２部で実施した。また、これまで通りの教育における工夫や試みの発表を第１部で３件行った。大学側から講演１件、一貫教育校側から２件の講演が行われた。

第１部に関して、久保田副所長より思考力を養う学生実験開発について講演頂いた。実験方法を示さず、自分たちで考えた方法で実験を行うことを目的として、金属陽イオンの分離分析について行った事例を紹介頂いた。塾高の喜多氏から、大学文系学部生向けの物理学の授業で、講義をしていただいた際の経験をご紹介頂いた。自身が昔から疑問に抱いていたトランジスタ内でのエミッター、コレクター、ベースの配置を、トランジスタを削って見出した際の喜びと文系学生への科学リテラシー設問の結果についてご報告いただいた。女子高の磯部氏からは、アクティブラーニングの実践例を紹介していただいた。学生からのレポートにおける感想も紹介頂き、アクティブラーニングの効果について報告頂いた。

第２部では、各一貫教育校から塾生が学ぶべきサイエンスエッセンシャル、またはサイエンスリテラシーについて、ご紹介頂いた。当日参加が適わなかった方には資料を提供いただいたものを紹介した。相場氏、星野氏、久松氏、平松氏、喜多氏、國府方氏、宮橋氏から各年次で大切としていることを紹介頂き、それを受けて文系学部ならびに理工学部での教育について紹介があり、各校の違いや共通点を情報共有できた。

第３部では、第２部を受けて全員でディスカッションをした。アクティブラーニングの活用やインターラクティブな授業の導入、理工学部へ進学したくなる指導など熱心な議論が続いた。参加者は18名であった。

（小林　宏充）

2）電子書籍を用いた学習支援教材の開発

文責 研究代表者　大　場　　茂

概要：
来年度から新たにGICの科目として「科学と環境Ⅰ(Chemistry for Life Sciences)」が開設される。授業は英語で行い、講座は全学部の学部学生に対して開かれている。そのため、履修者の化学的基礎知識にはかなり幅があると予想される。授業内容の理解を支援するために、図や映像を用いた専門用語の解説や、英語の発音を入力した電子書籍用資料を補助教材として作成した。

成果・今後の展望・計画等：
電子書籍用資料の概要は、授業で聞き逃した部分を復習できるよう、授業で示すのと同様な図に、より詳しい解説文（英語）を加えた。また、例え英語が堪能であっても化学の専門用語にはなじみが薄い可能性を想定し、専門用語の日本語訳およびふりがなをつけた用語集を作成した。ふりがなは、英語も日本語も母国語としない学生を想定している。さらに、意欲のある学生に対して、授業内では詳細には行わない数式の導出などの解説も加えた。作成した電子書籍用資料は、希望する履修者に公開する予定である。日本人学生も含めて、授業の理解の補助として役立つと期待できる。

（プロジェクトメンバー）大場　　茂、小畠　りか

3）思考力を養う学生実験の開発

文責 研究代表者　久保田　真　理

概要：
一般的に授業で行う学生実験は、実験方法が詳しく示されている。安全面の上では好ましいが、詳しい実験手順を示すと、何も理解していなくても実験そのものはできてしまうという問題点がある。そこで、考える力を育むために我々は数年前から学生実験の半分を「実験方法を示さず、学生自身が考えた方法で実験を行う」形にしている、この取組により、積極的に、主体的に実験を行う姿勢が身に付き、成果が得られている。本事業では、このようなスタイルで行う実験の新しいテーマを開発した。

目的：
我々は数年前から、化学実験の授業の半分を使って「実験方法を示さず、自分たちで考えた方法で実験を行う」という授業を展開してきた。具体的には、「金属陽イオンの分離分析」を取り上げ、第Ⅰ属から第Ⅳ属の分離分析の方法のみを記載したプリントを配布し、「配布した一般的な分離分析の手法で本当に金属陽イオンの定性分析が正しく行われるのかどうか実験をして確認せよ」という課題に４回分の実験で取り組んでもらった。４人グループで行い、あらかじめ、課題を解決するための小さなテーマをいくつか立て、そのための実験方法を考えてくるのである。この取組により能動的に実験を行う姿勢が身に付き、成果が見られた[1)]。
「金属陽イオンの分離分析」はこのような取組の課題として非常に好ましいが、環境上の理由から金属イオンの使用に制限がかかり、いくつかの金属イオンが使用できなくなってしまった。そのため、題材として多少面白みに欠ける課題となってしまった。
そこで、この課題に代わる「学生の思考力を養う実験」を開発し、実験科目の教育効果を上げることを目的として本プロジェクトを立ち上げた。

成果：
ショ糖を加水分解すると、グルコースとフルクトースの等量混合物が得られる。これらの糖は旋光度が異なるため、旋光度の時間変化を測定することにより、糖の加水分解の速度について学習することができる。また、旋光度は溶液の濃度と観測管の長さに反比例することが知られている。今回の実験開発では、二つの課題を設定することにした。一つ目は、旋光度と溶液の濃度および観測管の長さの関係式が本当に正しいのかを証明する実験を考えさせ、実際に実験することにより証明する。二つ目は、ショ糖を加水分解させて旋光度の時間変化を測定し、加水分解速度について理解するものである。これらの実験をどのような条件で行うのかは学生自身が決めるわけであるが、どの程度、こちらが準備をすればよいか、どのような器具、装置を用いて実験するのが学生実験として適切かを検討した。その結果、旋光度について実験を通して理解し、糖の加水分解を旋光度の測定により学習するテーマが「思考力を養う学生実験」として適用できることがわかった。

今後の展望：
今後、検討を重ね、このテーマを実際の授業に導入できるように準備したい。また、当初は複数のテーマを検討し、映像教材も制作する予定であったが、時間的・予

算的制約から、検討テーマは一つとなってしまった。さらに、新しいテーマについても検討したい。

参考文献：
1）“思考力を養う化学実験の提案”、久保田 真理、初年次教育学会第５回大会、1B-2、文京学院大学、2012年９月.

（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29回サイエンスカフェ

日　時：2015年７月10日（土）15時～16時30分
会　場：日吉キャンパス　来往舎１階シンポジウムスペース
題　目：「人間の共感、動物の共感」
講　師：渡辺　茂　君（慶應義塾大学名誉教授）
参加対象者：小学校高学年以上

第29回サイエンスカフェは、梅雨の晴れ間、蒸し暑い土曜の午後に行われた。参加者は中学生、大学生、大学院生の学生と社会人が半々であった。事前予約をした参加者総数は60名であった。今回は慶應義塾大学・名誉教授の渡辺茂先生をお迎えして「人間の共感、動物の共感」というタイトルでお話を頂いた。渡辺教授は文学部にて動物の高次認知機能を進化と脳という観点から検討をする比較認知神経科学の研究に携わられてきた。そのユニークな観点、切り口の研究は学会を始め、マスコミにも大きく取り上げられている。例えばハトがモネとピカソの絵画を見分けるという研究はイグノーベル賞を受賞されている。今回は渡辺教授が近年行っているラットを使った動物の共感についての研究の成果についてまとめてお話頂いた。特に他人の幸不幸をどのように感じるか、自分が不公平に扱われたときにどのように感じるかなど、やや複雑で興味深い感情についての講演であった。

他者の不幸がそれを見ている他の動物にとって不快なものであることは比較的簡単に観察することができる。一方、他者が幸せにしていることが快感につながることを動物で示すことはかなり難しいと考えられてきた。渡辺教授らは薬物によっておこされる快感を利用して、動物にもこのような他者の快感が自分の快感につながることを見出している。不公平嫌悪も動物にあるとのことで、自分だけ不快環境にいて他人は快適な環境にいる場合より強いストレスを感じる一方で、他人も自分と同じ不快環境にある場合は、ストレスは弱くなるという。更に興味深いのは「他人の不幸は蜜の味」（ドイツ語ではシャーデンフロイドという単語にあたる）が動物にも見られるということで、一気にネズミに親しみを感じてしまう。講演の最後に比較的長い質問の時間が設けられ、多くのそして鋭い質問がなされた。第28回から第29回のサイエンスカフェは進化をテーマにしたものであったが、連続聴講をされた方なども見られ、より理解が深まったのではないかと思われる。

（皆川　泰代）

2）第30回サイエンス・カフェ

日　時：2015年12月12日（土）13時30分～15時30分
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：「バードウォッチング：鳥を見分けるポイントとその作られ方」
講演者：小野　裕剛（慶應義塾大学法学部専任講師、所員）
参加対象者：小学生以上

企画趣旨ならびに実施報告

2015年12月12日（土）13：30からの第30回サイエンス

カフェは「バードウォッチング：鳥を見分けるポイントとその作られ方」と題し、コーディネートスタッフの一員でもある小野が担当させていただいた。今回は実際に屋外に出てバードウォッチングをするという企画だったので事前登録をお願いしたところ、最大受け入れ可能人数と想定した50名枠が早々に満員になる盛況ぶりだった。主催者側としてはありがたい一方で50名を野外にご案内するプレッシャーはなかなか重い。

最初にバードウォッチングの様々な楽しみ方を紹介した後、野外で鳥を識別するポイントの一つである羽毛の模様、特に頭部に見られる眉斑などについて説明を行った。併せて私の研究テーマである眉斑形成メカニズムについて、以前に行っていたマウスでの研究も併せて、少しだけ紹介させていただいた。

後半は双眼鏡の取り扱いを説明した後、蝮谷へバードウォッチングに繰り出した。50名もの方々をご案内するには私一人では力不足なので、慶應義塾大学野鳥の会の学生にも指導に加わってもらった。冬の雑木林は葉が落ちて比較的見通しが良くなり、鳥を見つけやすいものではあるが、50人の大所帯では全員でじっくり観察するというのは難しいものである。前週や午前中に下見をした際には観察できた鳥たちが出てきてくれず、主催者としては冷や汗ものであった。それでもカラ類混群はサービス満点で、特にヤマガラは美しいオレンジ色をじっくり堪能させてくれた。

（小野　裕剛）

そ の 他

1）2015年度 自然科学部門 新任者研究紹介（センター共催）

日　時：2015年４月24日（金）18：30～19：40
場　所：日吉キャンパス 来往舎２階大会議室

プログラム：
（各講演15分+質疑応答10分）

開会のあいさつ
　秋山　豊子 君（自然科学部門主査）

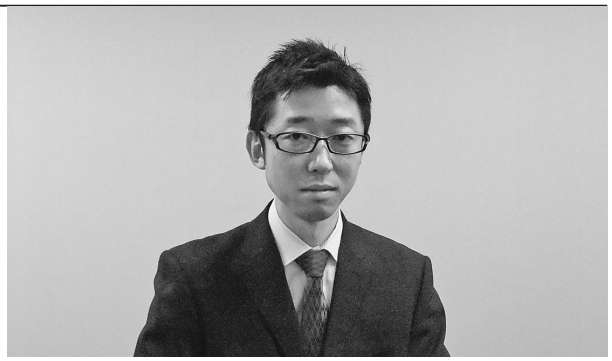
18：40～19：05
講演１「魚が海で生きるための浸透圧調節－ナトリウム利尿ペプチドの機能解析と鍵となる海水適応遺伝子探索－」
　宮西　　弘 君（法学部助教、生物学）

19：10～19：35
講演２「海産自由生活性線虫の系統分類学」
　嶋田　大輔 君（商学部助教、生物学）

閉会のあいさつ
　小林　宏充（所長、法学部教授、物理学）

講演要旨１

「魚が海で生きるための浸透圧調節～ナトリウム利尿ペプチドの機能解析と鍵となる海水適応遺伝子探索～」
　宮西　　弘



「なぜ生物が海という高塩分環境で生きられるのか？」という根源的な命題が、本研究の出発点である。海水適応を包括的に考えると、海水と淡水間の約1000mOsm/kgもの浸透圧差により、急激に上昇する塩類を緊急対応的に下げ生存の可能性を高める短期適応と、体を海水型へ切り替える長期適応の２つのフェーズに分けることができる。

本発表ではまず、短期適応に重要なホルモンであるナトリウム利尿ペプチドのノックダウンによる機能解析を通して見えてきた、哺乳類でも未知であった初期心臓形成機能と浸透圧調節機能について解説する。さらに長期適応に目を向けて、海洋環境での生存に必須な塩分排出を担う塩類細胞の分化誘導遺伝子と新規の海水適応に関わる遺伝子の探索について、今後の展望を、新たに確立した実験系とともに紹介する。

講演要旨２

「海産自由生活性線虫の系統分類学」
　嶋田　大輔

系統分類学とは、生物の種類や血縁関係を明らかにすることを通じて、自然界の形や成り立ちを丸ごと調べ尽くそうとする基礎生物学の一分野です。私は線虫という生物を材料として、国内にどんな種類が生息しているのか、どうやって見分ければいいのか、現状の分布や構成はどうやって生じたのか、などいわゆる生物多様性に関する疑問を追求しています。本発表では、非常に多様でありながら生物学者にすらあまり知られていない「海産自由生活性線虫」という生物の紹介と、同じく謎の学問である「系統分類学」とは何かという点について、私のライフワークであり系統分類学の重要な課題でもある「新種の発表」を例に取り上げて紹介していきます。

資 料 編

大学自然科学研究教育センター協議会委員

2015年４月１日～2016年３月31日

常任理事	長谷山　彰	
所長	小林　宏充	（2015年９月30日まで）
	金子　洋之	（2015年10月１日から）
副所長	松浦　　壮	（2015年９月30日まで）
	古野　泰二	（2015年10月１日から）
	久保田真理	（2015年９月30日まで）
	松本　　緑	（2015年10月１日から）
文学部長	関根　　謙	（2015年９月30日まで）
	松浦　良充	（2015年10月１日から）
経済学部長	中村　慎助	
法学部長	大石　　裕	（2015年９月30日まで）
	岩谷　十郎	（2015年10月１日から）
商学部長	金子　　隆	（2015年９月30日まで）
	榊原　研互	（2015年10月１日から）
医学部長	末松　　誠	（2015年９月30日まで）
	岡野　栄之	（2015年10月１日から）
理工学部長	青山藤詞郎	
総合政策学部長	河添　　健	
環境情報学部長	村井　　純	
看護医療学部長	太田喜久子	（2015年９月30日まで）
	小松　浩子	（2015年10月１日から）
薬学部長	望月　眞弓	（2015年９月30日まで）
	杉本　芳一	（2015年10月１日から）

文学部日吉主任	斉藤　太郎	（2015年９月30日まで）
	坂本　光	（2015年10月１日から）
経済学部日吉主任	青木健一郎	（2015年９月30日まで）
	境　　一三	（2015年10月１日から）
法学部日吉主任	下村　裕	
商学部日吉主任	英　　知明	（2015年９月30日まで）
	種村　和史	（2015年10月１日から）
医学部日吉主任	南　就将	
理工学部日吉主任	萩原　眞一	
薬学部日吉主任	杉本　芳一	（2015年９月30日まで）
	阿部　芳廣	（2015年10月１日から）
日吉研究室運営委員会委員長	小宮　英敏	（2015年９月30日まで）
	朝吹　亮二	（2015年10月１日から）
日吉メディアセンター所長	横山　千晶	（2015年９月30日まで）
	斎藤　太郎	（2015年10月１日から）
日吉ＩＴＣ所長	種村　和史	（2015年９月30日まで）
	小林　宏充	（2015年10月１日から）
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	富山　優一	（2015年５月31日まで）
	栗谷　文治	（2015年６月１日から）
自然科学研究教育センター事務長	吉川　智江	

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

（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。

（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。

（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。

（プロジェクトの申請）
第６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７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８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９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10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11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12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。

（注１）慶應義塾大学自然科学研究教育センター規程

＜抜粋＞

第６条　①　センターに、運営委員会を置く。

②　運営委員会は、次の者をもって構成する。

１　所長

２　副所長

３　事務長

４　その他所員および職員の中から所長が委嘱した者

③　運営委員会は所長が召集し、その議長となる。

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

（注２）センター協議会での承認および大学評議会での議案書提出

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

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

（＊２）履歴書に写真が必要（詳しくは注４を参照のこと）

（注３）任期

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

（注４）履歴書の写真の必要性

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

自然科学研究教育センター共通スペースの管理・運用に関する内規

平成22（2010）年3月2日制定
平成24（2012）年3月1日改正

（概要）

第１条　自然科学研究教育センター（以下「センター」という）が大学から管理を任されている部屋の管理・運用は、運営委員会で審議する。

（利用目的）

第２条　利用目的は以下のいずれかに該当しなければならない。

⑴　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。

⑵　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。

⑶　センター所有の資料を保管する場合。

⑷　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

平成24（2012）年 3月１日制定
平成25（2013）年11月６日改正
平成27（2015）年 8月５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。センター主催あるいはセンター共催として提案された講演会やシンポジウムおよびセミナー等について、その採否を行事委員会で審議する。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が前提であり、目的は以下のいずれかに該当しなければならない。

⑴　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。

⑵　学術的な専門分野のセミナー・研究会・ワークショップ。

⑶　学会等の機会に行うシンポジウム。

⑷　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。これは、多くの所員が参加しやすいようにするためである。

（主催の助成範囲）

第４条　センターの主催として採択された企画に対する支出は、原則として20万円を上限とする。その内訳は、講演者の謝金および旅費等（慶應義塾大学の基準に準拠）であり、ポスターやちらしの作成費も含むものとする。また、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。なお、非公開で行われる打合せなどの経費は支援の対象外とする。

（共催の助成範囲）

第５条　センターの共催として採択された企画に対する支出は、原則として10万円を上限とする。また、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までは関与しないこととする。なお、会合費は支援の対象外とする。

（宿泊の申込がある場合や定員を設ける場合）

宿泊希望を受け付ける場合や定員を設ける場合には、webページの申込み機能を利用する。事務局は、コーディネーターに申込者リストを閲覧するための方法とパスワードなどを教える。コーディネーターは申込み状況により、定員の増減を広報委員長に依頼することができる。申込者に送信されるメールは、事務局とコーディネーターに届く。

（利用申請）

第６条　①実施予定日の３カ月前（原則として）までに、所長あてに利用申請書を提出する。

②　利用申請者は原則として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　主催でも共催でも、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。

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

2015年９月30日まで（12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	商学部	准教授	物理学	松浦　　壮
委　員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委　員	文学部	教授	化学	大場　　茂
委　員	文学部	教授	生物学	金子　洋之
委　員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎
委　員	経済学部	教授	心理学	中野　泰志
委　員	法学部	教授	物理学	下村　　裕
委　員	医学部	教授	数学	南　　就将
委　員	医学部	准教授	物理学	三井　隆久
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑
委　員		事務長		吉川　智江

2015年10月１日から（17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	医学部	教授	物理学	古野　泰二
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑
委　員	文学部	准教授	心理学	皆川　泰代
委　員	文学部	助教	心理学	寺澤　悠理
委　員	経済学部	教授	化学	井奥　洪二
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	教授	物理学	下村　　裕
委　員	法学部	教授	英文学	横山　千晶
委　員	商学部	准教授	物理学	新田　宗土
委　員	商学部	助教(有期)	生物学	嶋田　大輔
委　員	医学部	教授	数学	南　　就将
委　員	医学部	准教授	生物学	鈴木　　忠
委　員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委　員	医学部	助教	化学	大石　　毅
委　員	事務長			吉川　智江

２．行事委員会

2015年９月30日まで（６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	准教授	心理学	皆川　泰代
委　員	法学部	教授	物理学	小林　宏充
委　員	商学部	准教授	物理学	松浦　　壮
委　員	商学部	准教授	数学	藤沢　　潤
委　員	法学部	専任講師	生物学	小野　裕剛

2015年10月１日から（７名）

	学　部	職　位	分　野	氏　名
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
委　員	文学部	教授	生物学	金子　洋之
委　員	文学部	准教授	生物学	倉石　　立
委　員	文学部	助教(有期)	生物学	河合　成道
委　員	法学部	専任講師	化学	志村　　正
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑

３．広報委員会

2015年９月30日まで（６名）

	学　部	職　位	分　野	氏　名
委員長	医学部	准教授	物理学	三井　隆久
委　員	法学部	教授	物理学	小林　宏充
委　員	商学部	准教授	物理学	松浦　　壮
委　員	商学部	助教(有期)	物理学	村田　佳樹
委　員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委　員	医学部	助教	化学	大石　　毅

2015年10月１日から（７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	法学部	助教(有期)	生物学	宮西　　弘
委　員	医学部	教授	物理学	古野　泰二
委　員	医学部	助教	化学	大石　　毅
委　員	医学部	助教	生物学	中澤　英夫
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑

４．構想委員会

2015年９月30日まで（12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	商学部	准教授	物理学	松浦　　壮
委　員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委　員	文学部	教授	化学	大場　　茂
委　員	文学部	教授	生物学	金子　洋之
委　員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎
委　員	経済学部	教授	心理学	中野　泰志
委　員	法学部	教授	物理学	下村　　裕
委　員	医学部	教授	数学	南　　就将
委　員	医学部	准教授	物理学	三井　隆久
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑
委　員		事務長		吉川　智江

2015年10月１日から（13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	医学部	教授	物理学	古野　泰二
委　員	理工学部	准教授	生物学	松本　　緑
委　員	文学部	准教授	心理学	皆川　泰代
委　員	経済学部	教授	物理学	青木健一郎
委　員	経済学部	教授	生物学	福山　欣司
委　員	法学部	教授	英文学	横山　千晶
委　員	商学部	教授	数学	白旗　　優
委　員	医学部	准教授	物理学	三井　隆久
委　員	医学部	専任講師	化学	久保田真理
委　員	理工学部	専任講師	科学史、仏語・仏文学	小林　拓也
委　員		事務長		吉川　智江

自然科学研究教育センター構成員

1．所員　53名（2016/3/31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	2015/ 4/1～2017/3/31
2	○	医学部	教授	物理学	古野　泰二	2015/ 4/1～2017/3/31
3	○	理工学部	准教授	生物学	松本　緑	2015/ 4/1～2017/3/31
4		文学部	教授	化学	大場　茂	2015/ 4/1～2017/3/31
5		文学部	准教授	生物学	倉石　立	2015/ 4/1～2017/3/31
6		文学部	准教授	心理学	皆川　泰代	2015/ 4/1～2017/3/31
7		文学部	助教	心理学	寺澤　悠理	2015/ 4/1～2017/3/31
8		文学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	河合　成道	2015/ 4/1～2016/3/31
9		文学部	助教(有期)(自然科学)	化学	小畠　りか	2015/ 4/1～2016/3/31
10		経済学部	教授	物理学	青木健一郎	2015/ 4/1～2017/3/31
11		経済学部	教授	化学	井奥　洪二	2015/ 4/1～2017/3/31
12		経済学部	教授	数理物理学	池田　薫	2015/ 4/1～2017/3/31
13		経済学部	教授	数学	桂田　昌紀	2015/ 4/1～2017/3/31
14		経済学部	教授	心理学	中野　泰志	2015/ 4/1～2017/3/31
15		経済学部	教授	生物学	福山　欣司	2015/ 4/1～2017/3/31
16		経済学部	教授	地理学	松原　彰子	2015/ 4/1～2017/3/31
17		経済学部	准教授	生物学	有川　智己	2015/ 4/1～2017/3/31
18		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	木村　太郎	2015/ 6/1～2016/3/31
19		経済学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	程木　義邦※1	2015/ 4/1～2015/7/15
20		経済学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	三角　樹弘※2	2015/ 4/1～2015/5/31
21		法学部	教授	物理学	小林　宏充	2015/ 4/1～2017/3/31
22		法学部	教授	物理学	下村　裕	2015/ 4/1～2017/3/31
23		法学部	教授	認知科学	辻　幸夫	2015/ 4/1～2017/3/31
24		法学部	教授	英文学	横山　千晶	2015/ 4/1～2017/3/31
25		法学部	専任講師	生物学	小野　裕剛	2015/ 4/1～2017/3/31
26		法学部	専任講師	化学	志村　正	2015/ 4/1～2017/3/31
27		法学部	専任講師	物理学	杉本　憲彦	2015/ 4/1～2017/3/31
28		法学部	助教	物理学	寺山千賀子	2015/ 4/1～2017/3/31
29		法学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	宮西　弘	2015/ 4/1～2016/3/31
30		商学部	教授	数学	小宮　英敏	2015/ 4/1～2017/3/31
31		商学部	教授	数学	白旗　優	2015/ 4/1～2017/3/31
32		商学部	教授	経済学・統計学	早見　均	2015/ 4/1～2017/3/31
33		商学部	准教授	物理学	新田　宗土	2015/ 4/1～2017/3/31
34		商学部	准教授	数学	藤沢　潤	2015/ 4/1～2017/3/31
35		商学部	准教授	物理学	松浦　壮	2015/ 4/1～2017/3/31
36		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	尾崎　雄一	2015/ 4/1～2016/3/31
37		商学部	助教(有期)(自然科学)	生物学	嶋田　大輔	2015/ 4/1～2016/3/31
38		商学部	助教(有期)(自然科学)	物理学	村田　佳樹	2015/ 4/1～2016/3/31
39		医学部	教授	化学	井上　浩義	2015/ 4/1～2017/3/31
40		医学部	教授	数学	南　就将	2015/ 4/1～2017/3/31
41		医学部	准教授	生物学	鈴木　忠	2015/ 4/1～2017/3/31
42		医学部	准教授	物理学	三井　隆久	2015/ 4/1～2017/3/31
43		医学部	専任講師	化学	久保田真理	2015/ 4/1～2017/3/31
44		医学部	助教	化学	大石　毅	2015/ 4/1～2017/3/31
45		医学部	助教	物理学	寺沢　和洋	2015/ 4/1～2017/3/31
46		医学部	助教	生物学	中澤　英夫	2015/ 4/1～2017/3/31
47		理工学部	教授	物理工学	伊藤　公平	2015/ 4/1～2017/3/31

48		理工学部	専任講師	科学史､仏語･仏文学	小林　拓也	2015/ 4/1～2017/3/31
49		理工学部	専任講師	物理学	檜垣徹太郎	2015/ 4/1～2017/3/31
50		理工学部	専任講師	物理学	古池　達彦	2015/ 4/1～2017/3/31
51		理工学部	専任講師	物理学	山本　直希	2015/ 4/1～2017/3/31
52		SDM研究科	准教授	ｼｽﾃﾑｽﾞｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ	神武　直彦	2015/ 4/1～2017/3/31
53		高等学校	教諭	生物学	鳥居　隆史	2015/ 4/1～2017/3/31

※1　退職のため期中で登録解除

※2　退職のため期中で登録解除、後は訪問講師として登録

2．研究員　3名（2016/3/31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	大学特任助教(有期)(研究)(非常勤)	物理学	藤森　俊明	2015/ 4/ 1～2015/9/30
					2015/10/ 1～2016/3/31
2	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	ﾁｬｯﾀﾙｼﾞｰ, ﾁｬﾝﾄﾞﾗｾｶｰﾙ	2015/10/ 1～2016/3/31
3	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	ﾍﾞｰｸﾏﾝ, ｱﾛｰﾝ ﾖﾅﾀﾝ	2015/10/ 1～2016/3/31

3．共同研究員　37名（2016/3/31 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	2015/ 4/ 1～2016/3/31
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	2015/ 4/ 1～2016/3/31
3	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	新井　哲也	2015/ 4/ 1～2016/3/31
4	自然科学研究教育センター	共同研究員	数学	家本　　繁	2015/ 4/ 1～2016/3/31
5	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	上田　晴彦	2015/ 4/ 1～2016/3/31
6	自然科学研究教育センター	共同研究員	特別支援教育	上野　敬太	2015/ 4/ 1～2016/3/31
7	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	大島　研介	2015/ 4/ 1～2016/3/31
8	自然科学研究教育センター	共同研究員	ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ科学･天文学	大野　義夫	2015/ 4/ 1～2016/3/31
9	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	大橋　圭介	2015/ 4/ 1～2016/3/31
10	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	小澤　祐二	2015/ 4/ 1～2016/3/31
11	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	2015/ 4/ 1～2016/3/31
12	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	神中　俊明	2015/ 4/ 1～2016/3/31
13	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	菊江佳世子	2015/ 4/ 1～2016/3/31
14	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	木原　裕充	2015/ 4/ 1～2016/3/31
15	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	櫛田　淳子	2015/ 4/ 1～2016/3/31
16	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	小林　晋平	2015/ 4/ 1～2016/3/31
17	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	小松　英海	2015/ 4/ 1～2016/3/31
18	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	迫田　誠治	2015/ 4/ 1～2016/3/31
19	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学･教育学	瀬々　将吏	2015/ 4/ 1～2016/3/31
20	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	高橋　大介	2015/ 4/ 1～2016/3/31
21	自然科学研究教育センター	共同研究員	天文学	高橋　真聡	2015/ 4/ 1～2016/3/31
22	自然科学研究教育センター	共同研究員	数学	竹内　幸雄	2015/ 4/ 1～2016/3/31
23	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	土屋　俊二	2015/ 4/ 1～2016/3/31
24	自然科学研究教育センター	共同研究員	生物学	戸金　　大	2015/ 4/ 1～2016/3/31
25	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※3	2015/ 4/ 1～2016/3/31
26	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	花井　利徳	2015/ 4/ 1～2016/3/31
27	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	半田こづえ	2015/ 4/ 1～2016/3/31
28	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	増田　直衛	2015/ 4/ 1～2016/3/31
29	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	2015/ 4/ 1～2016/3/31
30	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	ﾏﾙﾓﾘｰﾆ, ｼﾞｬｺﾓ	2015/ 4/ 1～2016/3/31
31	自然科学研究教育センター	共同研究員	教育学	三科　聡子	2015/ 4/ 1～2016/3/31
32	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	2015/ 4/ 1～2016/3/31
33	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	山口　　毅	2015/12/15～2016/3/31
34	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	山本　裕樹	2015/ 4/ 1～2016/3/31

35	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉井　涼輔	2015/ 4/ 1～2016/3/31
36	自然科学研究教育センター	共同研究員	物理学	吉田　　宏	2015/ 4/ 1～2016/3/31
37	自然科学研究教育センター	共同研究員	心理学	野川　　中	2015/ 4/ 1～2016/3/31

※３は複数プロジェクトに従事する者

４．訪問学者　11名（2016/3/31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	2015/ 4/1～2016/3/31
2	自然科学研究教育センター	訪問教授	生物学	池上　　晋	2015/ 4/1～2016/3/31
3	自然科学研究教育センター	訪問教授	物理学	坂井　典佑	2015/ 4/1～2016/3/31
4	自然科学研究教育センター	訪問教授	数学	高橋　　渉	2015/ 4/1～2016/3/31
5	自然科学研究教育センター	訪問講師	物理学	三角　樹弘	2015/ 6/1～2016/3/31
6	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	飯田　英明	2015/10/1～2016/3/31
7	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	加堂　大輔	2015/10/1～2016/3/31
8	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	鎌田　　翔	2015/10/1～2016/3/31
9	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	木村　哲士	2015/10/1～2016/3/31
10	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	島崎　信二	2015/10/1～2016/3/31
11	自然科学研究教育センター	訪問研究員	物理学	横山　修一	2015/10/1～2016/3/31

2015（平成 27）年度の主な活動記録

2015（平成27）年

4月1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3日	行事委員会（第1回）（回議）
4月6日	運営委員会（第1回）（回議）
4月20日	協議会（第1回）（回議）
4月24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）
5月11日	講演会（第31回）
6月2日	サイエンス・メルティング・ポット（第7回）、全体会議
6月8日	運営委員会（第2回）
6月13日	自然科学教育ワークショップ（第5回）
6月17日	運営委員会（第3回）（回議）
6月26日	講演会（第32回）
7月11日	サイエンス・カフェ（第29回）
8月4日	行事委員会（第2回）（回議）
8月20日	運営委員会（第4回）（回議）
8月25日	行事委員会（第3回）（回議）
9月3日	運営委員会（第5回）（回議）
9月9日	協議会（第2回）
9月22日	研究会「位相的弦理論とその周辺」（自然科学研究教育センター共催）
9月24日	行事委員会（第4回）（回議）
9月26日	2015年度 自然科学研究教育センター・シンポジウム
10月22日	広報・行事合同委員会（第1回）
10月29日	行事委員会（第5回）
10月30日	構想委員会（第1回）（回議）
11月6日	講演会（第33回）
11月16日	運営委員会（第6回）
12月2日	行事委員会（第6回）（回議）、行事委員会（第7回）（回議）
12月12日	サイエンス・カフェ（第30回）
12月17日	運営委員会（第7回）（回議）
12月24日	協議会（第3回）（回議）

2016（平成28）年

1月9日	研究会「第17回特異点研究会『特異点と時空、および関連する物理』」（自然科学研究教育センター共催）（3日間）
1月18日	講演会（第34回）
1月28日	サイエンス・メルティング・ポット（第8回）
2月9日	広報・行事合同委員会（第2回）
2月20日	インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム（第6回）
2月24日	構想委員会（第2回）
2月25日	運営委員会（第8回）
3月3日	協議会（第4回）
3月14日	Topological Science Kick-off Symposium（2日間）

刊行物等抜粋

①ニューズレター
②チラシ（シンポジウム）
③チラシ（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

Dec. 2015
No.11

慶應義塾大学自然科学研究教育センター

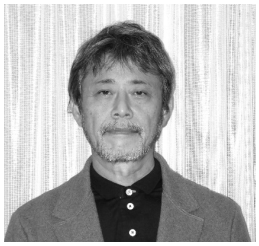
『少しずつエボルーション』

生命進化に鑑み、所信を表明したい。進化（エボルーション）は進歩とイクオールではない。変化である。別の種になることである。生命進化の駆動力のひとつに、多細胞生物では、生殖細胞を生み出す減数分裂過程での遺伝子組換えがある。これにより、種を構成する個体において、遺伝子組成は少しずつ異なったヘテロ集団となる。このヘテロ集団の一部が、別種に進化する。一方、生命進化の他の駆動力として、生命存在の舞台である地球環境は時間とともに変化する（大陸移動、温度、酸素、二酸化炭素などの大気組成など）。舞台が変化すれば、今までの舞台に適応していた種は、別種に変化しないと絶滅する。現在、地球上には数千万以上と推定される種が盤踞しているが、この背景には、99%以上の種が絶滅して、地球という舞台から消えていったと考えられている。このように、種の絶滅は必定であり、遺伝子組成のヘテロ集団が進化することによってのみ命のバトンは受け継がれる。

ただし、押さえておくべき点がある。減数分裂に加え、突然変異によるゲノム変化も生命進化の重要な駆動力となるが、突然変異した遺伝子は環境とフィットせずに消えていく。要は、進化しないと絶滅するし、突然の進化も命の継続としてはあり得ない。

私は、青木健一郎、大場茂、小林宏充の諸兄に続き、自然科学研究教育センター（自然セ）第４期の所長を拝命することになった。歴代所長のもと、自然セは６年半を経過し、多様な研究と教育内容を具現化させながら、安定した活動期に入っている。この組織は約100名の構成員からなるヘテロ集団ゆえ、自然セ自体が生物の１種のようにも感じられる。生命進化の普遍的原理からのアナロジーは示唆に富む。私は、自然セ所員の意識に、無理のない、少しずつの進化を促すことを念頭に、２年間の任期を務めたいと思う。具体期には、以下の２項目を考えている。

本年度、前代の小林所長が、研究と教育の両輪を回すという所信表明のもと大働きされた結果、外部からの大型研究資金獲得を実現し、新田宗土（商学部）氏をリーダーとするポスドク９名ものトポロジー研究プロジェクトが発足した。今迄、文系教育拠点と考えられていた日吉キャンパスに誕生した本格的な研究拠点である。卓越した研究成果を挙げてもらうための支援を自然セとして行いたい。同時に、このプロジェクトは、大学院を持たない組織として、多くの所員が個人レベルでの研究に終始している現状において、自然セが正式な研究共同体を持ったらどうなるかというケーススタディーとなる。この試みが成功すると、自然セで共同研究を実現させるノウハウが蓄積され、より多くの共同研究が立ち上がり始めると予測される。総じて、個人から共同まで多岐にわたるよりヘテロな研究体制が生じ、自然セ所員の研究レベルの質がさらに上がる正のフィードバック効果をもたらすと期待される。これらを通して、自然セへの帰属意識が、研究者や教育者としてのプライドに昇華されていくと嬉しい。



金子　洋之
自然科学研究教育センター所長・文学部教授

次に、自然セ活動の諸委員会の有り様に対する意識も少し変えたい。今まで、所員に時間的迷惑をかけないとの配慮的なコンセンサスがあったと感じる。この遠慮をなくしたい。なぜなら全所員の自然セであるがゆえ、執行部をはじめ少数の人たちだけが大汗をかく必要はないと思う。自然セ活動は、３つの小委員会が運営している。行事と広報委員会では、講演会やシンポジウムを実務的にこなす必要があるが、各委員だけでやらねばならないといった義務感をなくし、所員全体がテーマ決めなど自由な発想を披露できる雰囲気作りを目指したい。一方、今まであまりオモテに出なかった構想委員会を活性化し、将来の自然セ活動のアイデアをあぶり出したい。また、これらの委員会の上位に位置する運営委員会では、専任と有期、職位などをバランスし、ヘテロな集団として構成した。自然セ所員全体に対して、さらに情報が伝わる風通しの良い状態を構築したい。　　金子　洋之（所長）

サイエンス・カフェのお知らせ

第30回　サイエンス・カフェ

バードウォッチング：
鳥を見分けるポイントとその作られ方

講　師：小野　裕剛（法学部 生物学教室・専任講師）
日　時：2015年12月12日（土）13：30〜15：30
会　場：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（事前申込必要。当センターのウェブページからお申込み下さい。）

RESEARCH AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL SCIENCES

①ニューズレター No.11
（2015.12.10 発行）

REC for NS

2015年 自然科学研究教育センター・シンポジウム

知 能 と は 何 か

スマホが人間と会話をしたり，ロボットが介護をしたり，パソコン相手に麻雀や将棋をしたり，人工知能技術は，最近，目覚ましい進歩を遂げている。四半世紀前にはSFの世界であったことが，現実になっている。現実と仮想の境界はあるのか？ 人工知能を持った何者かに人間が支配される日が来るのか？ 脳の機能はどこまでわかっているのか？ さまざまな切り口からアプローチした知能研究の最先端に触れ，そもそも知能とは何なのか？ を考えたい。

プログラム

13:00 開会挨拶 教育担当常任理事・文学部教授 **長谷山 彰**

13:15 講演1 インタラクションと知能
慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授 **今井 倫太 氏**

14:05 講演2 コンピュータ将棋はなぜ強いのか ―その技術と進歩―
東京大学大学院 情報学環 准教授 **金子 知適 氏**

休憩（20分）

15:10 講演3 全脳アーキテクチャーからアプローチする汎用人工知能
株式会社ドワンゴ ドワンゴ人工知能研究所 所長 **山川 宏 氏**

16:00 講演4 ロボット社会における人とロボットの知能
大阪大学 基礎工学研究科 特別教授
ATR石黒浩特別研究所 客員所長（ATRフェロー） **石黒 浩 氏**

16:50 閉会挨拶 センター所長・法学部教授 **小林 宏充**

2015年9月26日（土）13:00～17:00

慶應義塾大学日吉キャンパス 第4校舎B棟 J11番教室

参加費：無料（学生・塾外の方の来場歓迎）

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，下記のウェブサイトで告知しますので，事前にご確認下さい。

講演要旨は裏面にあります。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター事務局（日吉キャンパス来往舎1階）
〒223-8521 横浜市港北区日吉 4-1-1 Tel:045-566-1111
URL:http://www.sci.keio.ac.jp/ E-mail:office@sci.keio.ac.jp

②チラシ（自然科学研究教育センター・シンポジウム）

講演要旨

講演１.「インタラクションと知能」

今井　倫太 氏（慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授）

コンピュータやセンサ技術が発達し，人とインタラクションできる機械の構築が可能になった。また，ディープラーニングに代表される機械学習によって，音声や画像の認識能力が向上しつつある。車の自動運転も実証段階に入っており，実用化される日も近い。しかしながら昨今の人工知能発展のニュースの一方で，自律的に判断・行動し，人とインタラクションできる機械の実現には，未解決の様々な技術的課題が存在し，解決の糸口さえ見つかっていない状況である。真の意味でのインタラクティブな人工知能実現の困難さは，人工知能ブームの中であまり言及されておらず，ブームの終盤において肩透かしの印象を世の中に与えかねない。

本講演では，知能ロボットを題材として，インタラクティブな人工知能システムを構築するにあたっての課題および，研究の方向性について講演するとともに，現状の人工知能ブームに踊らされずに継続的に研究することの重要性について話す。インタラクティブな人工知能システムの実現は，ロボットを用いた教育・案内や説明サービス・自動運転のユーザインタフェース等，予てより期待されている。また，ソフトバンクのロボット，ペッパーが発売され，インタラクティブな人工知能が既に実用化された感があるが，行われるインタラクションは，プログラマによって事前に演出されたものであり，その場の状況に応じて柔軟に行われる人同士のインタラクションとは異なる。本講演では，インタラクティブな人工知能を実現するにあたり，インタラクション相手の今性・他者と心を読み合う関係・高次の対話処理能力という三つの能力について解説し，三つの能力間の連携の重要性について説明する。

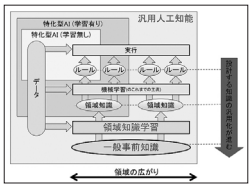
講演２.「コンピュータ将棋はなぜ強いのか ―その技術と進歩―」

金子 知適 氏（東京大学大学院 情報学環 准教授）

本講演では，コンピュータ将棋の強さを支える二つの技術，「探索」と「評価関数」を主に紹介する。探索は自分と相手の指し手の組み合わせを考えて未来の様々な可能性をシミュレーションすること，評価関数は予想される各局面の良し悪しを直感的に判断する役割を持つ。コンピュータ将棋は，様々な研究を積み重ねて2013年にプロ棋士に勝つまでになったが，1970年代初めに研究が始まった頃には人間のトップにはずっと追い付けないという予想も有力だった。複雑な将棋の局面を正しく判断するには人間の熟達者の経験や直感が優れ，コンピュータの計算が力を発揮しにくいと思われたためである。実際に，詰みの発見については探索が有効に機能するので2000年以前にほぼ人間を超えていたが，将棋の総合的な強さを身につけるには近年実用化された機械学習による評価関数の劇的な進歩を待つ必要があった。現在のコンピュータ将棋は，対局前に準備される評価関数の機械学習と対局中の探索において２種類の大規模な計算を行うことで，未知の局面でも良い指し手を選ぶことができる。一方で，その思考方法が人間と離れていることから，コンピュータが指し手を選んだ理由を，人が簡単には理解できないという側面も持つ。もしコンピュータ将棋のようなタイプの人工知能が他の分野で登場したとすると，学習によってお手本や経験を一般化して学んだり，その場で熟考してより良い案を作ったりする能力を持つだろう。しかし，思考の背景を説明することが苦手なので，人工知能とチームを組む人間の努力が求められるかもしれない。

講演３.「全脳アーキテクチャーから アプローチする汎用人工知能」

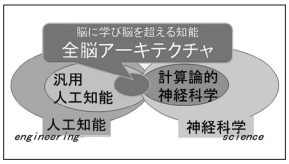
山川　宏 氏（株式会社ドワンゴ ドワンゴ人工知能研究所 所長）



黎明期（1960年代）の人工知能（AI）は，素朴に人間のような知能の実現を目指したが，その実現は思いの外難しかった。しかし現在，個別の問題領域に特化すれば，人を凌駕することは珍しくない。一方で汎用人工知能（AGI）は経験を蓄積することで多様な問題に柔軟に対処するAIである。よって今となっては，AGIが解くべき課題は，人間が問題領域毎に設計している領域依存知識を自動獲得する能力の実現に還元され，私はこの能力を領域知識学習と呼んでいる。領域知識は例えば画像の不変性のように問題領域毎に共通ではあるが，探索すべき仮説空間は膨大である。しかし現在，計算リソースと電子データの継続的な増大が領域知識の獲得しうる範囲を広げており，例えば深層学習によって一般物体認識がほぼ実現されている。

本来的にAIは，脳に似せる必要はないが，神経科学知見が急速に蓄積しつつある今，汎用知能の実例としての脳は，情報技術的なブレイクスルーを得る際の参考として有望である。そこで我々は，脳を他種の機械学習モジュールが結合されたシステムとみなしてAIを設計する全脳アーキテクチャ研究を進めている。講演ではその実現に向けての有望性とともに課題についても議論したい。

最後に，WBAを始めとした，AGI技術の延長上において包括的に人の知能を凌駕することで，生産活動へのさらなる貢献や，新たな科学技術の発見や発明に貢献することが期待される。しかしそれ以前に，AGIが一般目的技術という性質により，次第に多く事業分野における諸課題への適用において，導入などのコスト面からみて優位になりうることを述べる。



講演４.「ロボット社会における人とロボットの知能」

石黒　浩 氏（大阪大学 基礎工学研究科 特別教授，ATR石黒浩特別研究所 客員所長（ATRフェロー））

我々人間は，人間を認識するための生まれながらの脳の機能を持つ。それ故に，人間に酷似したロボット，すなわちアンドロイドは，人間とロボットやコンピュータとの関わりにおける理想的な情報メディアになる。

講演者は，これまでに様々な人と関わるロボットやアンドロイドを開発してきた。ジェミノイドは実在の人間をモデルにした遠隔操作アンドロイドであり，操作者の存在を遠くの地に転送することができる。操作者はジェミノイドを通して誰かと話をすると，そのアンドロイドの体を自分の体であるかのように認識し，誰かがジェミノイドに触ると，自分の体に触られたかのような感覚を持つ。

しかしながら，ジェミノイドは，万人に理想的な情報メディアではない。たとえば，高齢者は，成人や成人型のアンドロイドに話すことに，しばしばためらいを感じる。問題は万人に理想的なメディアとは何であるかである。そのことを調べるために，講演者は，人と関わる人間型ロボットのミニマルデザインを提案している。そのロボットをテレノイドと呼ぶ。ジェミノイドは実在人間の完全なコピーであり，いわば人と関わる人間型ロボットのマキシマムデザインというべきものである。一方で，ミニマルデザインは人間のように見えるが年齢や性別を判定することができないデザインである。高齢者はこのテレノイドとの対話を大変楽しむ。本講演では，これらロボットの設計原理と人間との対話における影響について議論する。

②チラシ（自然科学研究教育センター・シンポジウム）

REC for NS

第６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

Program

開会の挨拶　13:00~13:05

プロジェクト代表 **小林 宏充**（慶應義塾大学）

講　　演　13:05~13:50

可視・電波観測で探る銀河・銀河系の構造　**中西 裕之**（鹿児島大学）

研究成果発表　13:50~15:05

山形県立鶴岡南高校での観測ー小惑星の観測と軌道要素の計算ー　**山本 裕樹**（東北公益文科大学）

木星質量の測定　**日高 正貴**（愛知県立明和高校）

インターネット望遠鏡を利用した月の継続的観測・解析と教材化　**大羽　徹**（名古屋大学附属中・高校）

休　　憩　15:05~15:25　休憩時間を利用してインターネット望遠鏡を利用した天体観測体験コーナーを設けます

プロジェクトの活動報告　15:25~16:55

テキスト出版・星座カメラ設置について　**上田 晴彦**（秋田大学）

鹿児島市立博物館とサイエンスアゴラ出展・防衛大望遠鏡設置報告　**迫田 誠治**（防衛大学校）

慶應インターネット望遠鏡とマカリを活用して―あなたもできるデジカメ天文学より―　**松本 榮次**（西宮市立上ヶ原南小学校）

富山県立大学のダビンチ祭報告　**戸田 晃一**（富山県立大学）

東海大学での望遠鏡設置状況　**櫛田 淳子**（東海大学）

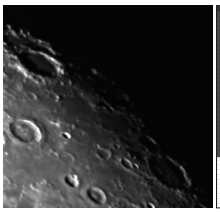
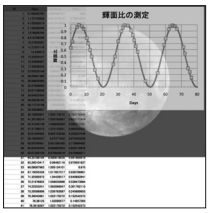
その他

閉会の挨拶　16:55~17:00

五藤 信隆（五藤光学研究所）

講演要旨

私たち鹿児島大学宇宙物理学研究室では超長基線電波干渉計VERAを用いてメーザー天体の年周視差計測により銀河系構造や回転速度についての研究を進めている。
加えて私たちの研究グループが進めている木曽観測所シュミット望遠鏡や野辺山45m鏡を用いた銀河系外縁部構造の研究，米国JVLA観測データによる銀河の磁場構造，豪州Parkes望遠鏡観測データによる銀河の進化の研究など鹿児島大学での研究成果を紹介し，インターネット望遠鏡との関わりについてお話ししたい。

2016年2月20日(土) 13:00～17:00

会　場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎１階シンポジウムスペース
※日吉駅徒歩3分

対　象：学生・教職員・一般

参加費：無料(申し込み不要)

休憩時間にインターネット望遠鏡を利用した天体観測が体験できます

天災･交通事情など予期せぬ事態により変更･中止となる場合がございます。その場合，下記のウェブサイトでお知らせしますので，事前にご確認下さい。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
Tel:045-566-1111　URL:http://www.sci.keio.ac.jp/　E-mail:office@sci.keio.ac.jp

URL

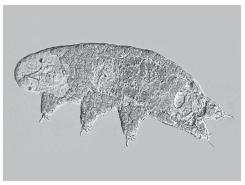
②チラシ（第６回インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム）

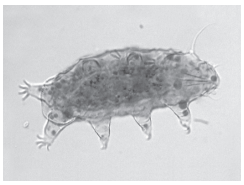
REC for NS

自然科学研究教育センター講演会（第31回）

南極クマムシ調査隊

現在の南極大陸には大型の陸上動物は生息していませんが，南極にも生えているコケ（蘚類，地衣類）の中からは微小な動物が見つかります。これまで約60年の日本南極地域観測隊（JARE）では，主にコケ研究者が持ち帰った試料を用いて国内で南極微小動物の研究がされてきましたが，第56次観測隊の陸上生物チームはJARE初の「南極クマムシ調査隊」でした。その調査報告をお聞きください。



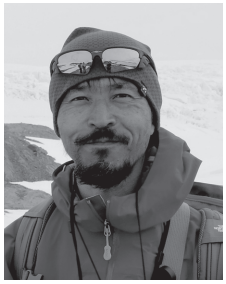


2015年5月11日(月) 16:30～18:00

会　場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎1階シンポジウムスペース
※日吉駅から徒歩3分

対　象：学生・教職員・一般

参加費：無料（事前申込必要。下記webサイトで申込みをしてください。）



講師：**鈴木 忠**

◇第56次南極地域観測隊 隊員／医学部准教授・当センター所員

略　歴：名古屋大学大学院（昆虫変態ホルモン研究），浜松医科大学（糖脂質の構造研究）を経て1991年より日吉キャンパス勤務。昆虫精子形成過程の研究によって金沢大学大学院より博士（理学）。2000年以降クマムシ研究。2005-06年，コペンハーゲン大学動物学博物館。2006夏『クマムシ?!小さな怪物』（岩波書店）上梓。第56次南極地域観測隊（夏隊）隊員。

天災･交通事情など予期せぬ事態により変更･中止となる場合がございます。その場合，下記のウェブサイトでお知らせしますので，事前にご確認下さい。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
Tel:045-566-1111　URL:http://www.sci.keio.ac.jp/　E-mail:office@sci.keio.ac.jp

URL

③チラシ（第31回講演会）

REC for NS

自然科学研究教育センター講演会（第32回）

現代暗号理論の数理

暗号は，しばしば小説や映画の中にも登場しますが，その中で暗号はパズルや謎解きの一種として描かれることが少なくありません。現代の暗号学は単なるパズルでなく科学分野の１つとして発展しています。現代の暗号理論は，数学や情報科学等に跨る学際的研究分野であり，また現代情報社会における情報セキュリティ技術を支える基礎理論であるため，その内容は応用の観点からも重要です。本講演では，現代暗号理論において，暗号システムの安全性（セキュリティ）を如何に数学的立場から形式に考え，如何なる数学的構造により安全なシステムを実現できるか，について概説します。例えば，世界で広く利用されているRSA暗号の安全性は素因数分解問題の困難性に依存しており，このように整数論に関わる数学的構造以外にも，様々な代数構造や組合せ構造等も暗号システム構築の上で利用されています。また，本講演では，数学や情報科学分野で著名な研究者であるチューリングやシャノンの暗号学への関わり方や，これまでのチューリング賞受賞業績のうち暗号学に関わる内容についても平易に解説したいと思います。また最後に，未来の暗号技術とその応用を見据えて，今後の暗号理論の発展の方向性とそれに対する期待についても触れてみたいと思います。

2015年6月26日（金）16:30～18:00

会　場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎１階シンポジウムスペース
※日吉駅から徒歩３分

対　象：学生・教職員・一般

参加費：無料（申込不要）

講師：四方 順司 氏

◇横浜国立大学 大学院環境情報研究院 准教授

京都大学理学部数学科卒業，同大学院理学研究科 数学・数理解析専攻修士課程修了，大阪大学大学院理学研究科数学専攻博士後期課程修了。博士（理学）。その後，東京大学研究員，横浜国立大学講師・助教授を経て，現在は横浜国立大学大学院環境情報研究院准教授。また，2008～2009年はスイス連邦工科大学（ETH Zurich）に客員研究者として滞在。専門は，暗号理論，情報理論，理論計算機科学，計算数論等の分野であり，数学・情報学・コンピュータサイエンスに跨る学際的分野の理論研究に従事。これまで，平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（若手科学者賞）受賞，British Computer Society（英国計算機学会）から2006年度 The Wilkes Award 受賞，電気通信普及財団から第19回電気通信普及財団賞（テレコムシステム技術賞）受賞をはじめ，多くの受賞歴がある。

天災･交通事情など予期せぬ事態により変更･中止となる場合がございます。その場合，下記のウェブサイトでお知らせしますので，事前にご確認下さい。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
Tel：045-566-1111　URL：http://www.sci.keio.ac.jp/　E-mail：office@sci.keio.ac.jp

URL

③チラシ（第32回講演会）

REC for NS

自然科学研究教育センター講演会（第33回）

ソーシャル・イメージング：人々のこころを支えるテクノロジー

我々は，複数人による相互作用行動とそれにより生じる情動に関し，生理的な生体電位信号や物理的な身体動作を計測することで，表情や情動状態，及び対人交流とその意図を理解するための新しい技術である「ソーシャル・イメージング」の確立を目指しています。これは，人々の間にある社会的行動や交流状況，さらにその社会的な関係性を顕在化して明示するための技術であると言えます。人々が行う社会的行動を指標として考えると，その行動を定量的に観察し，分析することは極めて重要ですが，このような相互作用行動や集団形成を計測することは困難です。

例えば，世界的に急速に増加傾向が見られる自閉症スペクトラム障害児に関する発達心理研究においては，早期からの対人相互作用支援が注目されています。表情，対人コミュニケーションに対する動機づけ，他人への身体接触などの行動特性が数多く報告されているにも関わらず，日常生活や教育現場，家庭内においてこれらを定量的に計測することは容易ではありません。そこで我々は，臨床発達心理学の研究者らとともに，ソーシャル・イメージング技術を応用し，自閉症児のための発達支援法の確立に向けて研究を行っています。

人々の暮らしや生活を支えるとともに，人々のこころを支えることは，世界的な社会的問題の克服を目指すという次世代の情報学における大きな挑戦です。

2015年 11月6日（金）16:30～18:00

会　場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎１階シンポジウムスペース
※日吉駅から徒歩３分

対　象：学生・教職員・一般

参加費：無料（申込不要）

講師：鈴木 健嗣 氏

◇筑波大学 システム情報系 准教授

筑波大学システム情報系准教授。サイバニクス研究センター，附属病院未来医工融合研究センター等所属。1997年早稲田大学理工学部物理学科卒。日本学術振興会特別研究員（DC1），早稲田大学理工学部応用物理学科助手，筑波大学講師を経て，現在に至る。1997年イタリア・ジェノヴァ大学工学部・訪問研究員，2009年フランス・College de France 認知運動生理学研究室・訪問研究員。2011-2015年科学技術振興機構（JST）さきがけ研究者。2014年よりJST CREST「ソーシャル・イメージング」研究代表者。人工知能，サイバニクス，拡張生体技術，人支援ロボティクス，ソーシャル・ロボット，社会的インタラクション／発達支援研究を通じ，人の知能に応じた機械の知能と機能の融合に興味を持つ。博士(工学)。

天災･交通事情など予期せぬ事態により変更･中止となる場合がございます。その場合，下記のウェブサイトでお知らせしますので，事前にご確認下さい。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
Tel:045-566-1111　URL:http://www.sci.keio.ac.jp/　E-mail:office@sci.keio.ac.jp

URL

③チラシ（第33回講演会）

REC for NS

自然科学研究教育センター講演会（第34回）

鳥の渡りと生物多様性の保全

鳥たちの多くは，毎年春と秋，数千キロあるいは１万キロを超える長距離の季節移動，渡りをする。人は鳥のあとをついていくことができないので，渡り鳥がどこに行くのか，またどのようにして戻ってくるのかを知ることは通常できない。しかし近年，科学技術の進歩により，人工衛星を利用して渡り鳥の移動を追跡することが可能になった。また最近では，日の入りと日の出時刻の地域差をもとに，位置や移動を推定する技術も進展してきた。これらにより，ツルやハクチョウなどの大型鳥類からスズメ大の鳥に至るまで，渡りの実態を調べることができている。本講演では，こうした最新の科学技術の利用によって明らかになったいろいろな鳥の渡り経路，移動様式，環境利用などについて紹介する。また，それらの研究成果が対象種の保全にどう生かされたのかについても述べる。紹介する中には，往復で２万数千キロ，東アジアのすべての国を一つずつめぐる鳥の渡り事例などもふくまれる。

2016年1月18日(月) 16:30～18:00

会　場：慶應義塾大学日吉キャンパス 来往舎１階シンポジウムスペース
※日吉駅から徒歩３分

対　象：学生・教職員・一般

参加費：無料（申込不要）

講師：**樋口 広芳**

◇東京大学名誉教授・慶應義塾大学特任教授

1948年横浜生まれ。東京大学大学院農学系研究科博士課程修了。米国ミシガン大学動物学博物館客員研究員，（財）日本野鳥の会・研究センター所長，東京大学大学院農学生命科学研究科教授を経て，現在，東京大学名誉教授，慶應義塾大学特任教授。専門は生態学，鳥類学，保全生物学。日本鳥学会元会長，The Society for Conservation Biology Asian Section 元会長。主著「鳥の生態と進化」（思索社），「鳥たちの生態学」（朝日新聞），「保全生物学」（編著，東京大学出版会），「鳥たちの旅ー渡り鳥の衛星追跡ー」（NHK出版），「生命（いのち）にぎわう青い星ー生物の多様性と私たちのくらしー」（化学同人社），「日本の鳥の世界」（平凡社）など。

天災･交通事情など予期せぬ事態により変更･中止となる場合がございます。その場合，下記のウェブサイトでお知らせしますので，事前にご確認下さい。

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター
Tel:045-566-1111　URL:http://www.sci.keio.ac.jp/　E-mail:office@sci.keio.ac.jp

URL

③チラシ（第34回講演会）

REC for NS
research and education center for natural sciences

サイエンス・カフェ 29 @自然科学研究教育センター

人間の共感，動物の共感

2015年 7月11日(土) 15:00〜16:30

人間は社会的な動物だといわれています．そして社会生活のためには他者の気持を共有できる共感が大切だと考えられます．他人の不幸を見る事は悲しく，他人の喜びはわが喜びでもあります．共感は人間の道徳感情の基礎になっているとも言えます．サイエンスカフェでは，私たちが行っている動物の共感や不公平嫌悪に関する実験を紹介します．これらの実験結果から人間が他人に持つ複雑な感情は生物学的起源を持つ事がみえてきます．

日吉キャンパス 来往舎１階
シンポジウムスペース (日吉駅 徒歩３分)

渡辺 茂 (慶應義塾大学名誉教授)

対象：一般(小学校高学年以上)・教職員・学生

サイエンス・カフェとは，お茶を片手に気軽な
雰囲気の中で科学の話題について聴き語り合う場です．

参加費無料 / 定員80名 申込必要（下記URLからお申込み下さい．）

慶應義塾大学 自然科学研究教育センター事務局

Tel：045-566-1111　メール：office@sci.keio.ac.jp　URL：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 URL でお知らせしますので，事前にご確認下さい．

④ポスター（サイエンス・カフェ29）

2015年 12月12日(土) 13:30～15:30

日吉キャンパス 来往舎1階 シンポジウムスペース (日吉駅 徒歩3分)

小野 裕剛 (慶應義塾大学法学部 生物学教室 専任講師)

対象：小学生以上(ただし，小学生の場合は保護者同伴)

参加費無料 / 定員50名 申込必要（下記URLからお申込み下さい．）

お願い：日吉キャンパス内のバードウォッチングツアーを予定しています．歩きやすい服装・靴でご参加ください．また，図鑑や双眼鏡などの観察用具をお持ちの方は是非ご持参ください．雨天の場合，ツアーは中止となりますが，室内でのイベントを行います．

主催　慶應義塾大学 自然科学研究教育センター

Tel：045-566-1111　メール：office@sci.keio.ac.jp　URL：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URLでお知らせしますので，事前にご確認下さい．

④ポスター（サイエンス・カフェ30）

REC for NS
research and education center for natural sciences

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．

2015 年 自然科学研究教育センター・シンポジウム

スマホが人間と会話をしたり，ロボットが介護をしたり，パソコン相手に麻雀や将棋をしたり，人工知能技術は，最近，目覚ましい進歩を遂げている．四半世紀前には SF の世界であったことが，現実になっている．現実と仮想の境界はあるのか？ 人工知能を持った何者かに人間が支配される日が来るのか？ 脳の機能はどこまでわかっているのか？ さまざまな切り口からアプローチした知能研究の最先端に触れ，そもそも知能とは何なのか？ を考えたい．

知能とは何か

2015 年　9 月 26 日（土）13:00 ～ 17:00

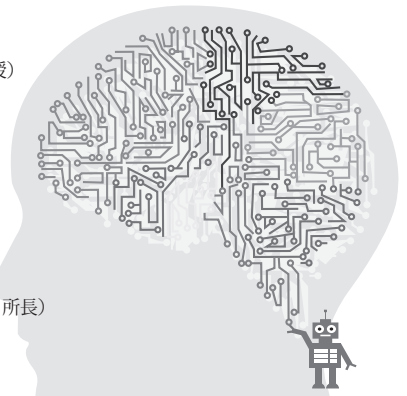
日吉キャンパス 第 4 校舎 B 棟 J11 番教室（日吉駅徒歩 3 分）

『インタラクションと知能』
今井 倫太 氏（慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授）

『コンピュータ将棋はなぜ強いのか
ーその技術と進歩ー』
金子 知適 氏（東京大学大学院 情報学環 准教授）

『全脳アーキテクチャーから
アプローチする汎用人工知能』
山川 宏 氏（株式会社ドワンゴ ドワンゴ人工知能研究所 所長）

『ロボット社会における人とロボットの知能』
石黒 浩 氏（大阪大学 基礎工学研究科 特別教授，
ATR石黒浩特別研究所 客員所長（ATRフェロー））



Designed by Freepik.com

第 33 回 講演会

2015年 11月 6日（金） 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

『ソーシャル・イメージング：
人々のこころを支えるテクノロジー』（仮題）

鈴木 健嗣 氏（筑波大学 システム情報系 准教授）

対象：学生・教職員・一般
申込不要

第 30 回 サイエンス・カフェ

2015年 12月12日（土） 午後を予定
日吉キャンパス来往舎 1 階シンポジウムスペース

『バードウォッチング：
鳥を見分けるポイントとその作られ方』

小野 裕剛（法学部生物学教室 専任講師・所員）

対象：小学生以上（ただし，小学生の場合は保護者同伴）
定員：50名　webから申込必要

日吉キャンパス内のバードウォッチングツアーを予定．

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．
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

⑤チラシ（主催イベント）

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

2016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/

©2016 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。

REC for NS research and education center for natural sciences