

科研費 NEWS

K A K E N H I 2015年度 VOL.1



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



JSPS

JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE
日本学術振興会

科学研究費助成事業
Grants-in-Aid for Scientific Research

科学研究費助成事業(科研費)は、大学等で行われる
学術研究を支援する大変重要な研究費です。
このニュースレターでは、科研費による最近の研究
成果の一部をご紹介します。

1 科研費について 3

2 最近の研究成果トピックス

- 人文・社会系**
- 尊厳概念のアクチュアリティ —多元主義的社会に適切な概念構築に向けて— 4
一橋大学 社会学研究科 教授 加藤 泰史
 - 元受刑者の社会的包摂と刑事施設における社会福祉士の役割 5
旭川大学 保健福祉学部 准教授 朴 姫淑
 - 人口減少下での環境・資源問題や災害リスクに直面する成熟経済の持続可能性 6
九州大学 大学院工学研究院・都市システム工学講座 教授 馬奈木 俊介

- エッセイ「私と科研費」** 公益財団法人東京都医学総合研究所 所長 田中 啓二 7

- 理工系**
- 滑らかでない空間での幾何と解析 8
京都大学 大学院理学研究科 准教授 太田 慎一
 - 1個の分子の電気伝導度を測る 9
大阪大学 基礎工学研究科 教授 夢田 博一
 - ナノ空間に閉じ込められた液体の性質はどう変わるか 10
東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授 栗原 和枝
 - NMRを用いた柔構造液晶ダイレクタの空間配向分布に関する研究 11
大阪産業大学 デザイン工学部 教授 杉村 明彦
 - 地震に対してロバストな建築構造物の設計法の構築 12
京都大学 工学研究科 教授 竹脇 出

- エッセイ「私と科研費」** 東京大学 名誉教授・独立行政法人日本学術振興会 前監事 會田 勝美 13

- 生物系**
- トンボの生存戦略に関する体色と色覚の進化 14
国立研究開発法人産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 主任研究員 二橋 亮
 - フェアリー化合物 —「フェアリーリング (妖精の輪)」の妖精の正体は?— 15
静岡大学 グリーン科学技術研究所 教授 河岸 洋和
 - 養殖魚類における耐病性メカニズムの解明を目指して 16
東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 教授 坂本 崇
 - 腸内細菌由来物質による免疫恒常性維持機構の発見 17
国立研究開発法人理化学研究所 統合生命医科学研究センター グループディレクター 大野 博司
 - リンパ球をリンパ組織から血管内に移動させるためのS1P 輸送体Spns2 18
国立研究開発法人国立循環器病研究センター 細胞生物学部 部長 望月 直樹

- エッセイ「私と科研費」** 人間文化研究機構国文学研究資料館 名誉教授 安永 尚志 19

3 科研費からの成果展開事例

- 学級アセスメントツールQ-Uの開発および教育実践モデルの提唱 20
早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 河村 茂雄
- 正確かつ安全に対象物を掴むインテリジェントロボットハンドの開発 20
電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授 下条 誠

4 科研費トピックス 21

1. 科研費の概要

全国の大学や研究機関においては、様々な研究活動が行われています。科研費（科学研究費補助金/学術研究助成基金助成金）はこうした研究活動に必要な資金を研究者に助成するしくみの一つで、人文学、社会科学から自然科学までのすべての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる独創的・先駆的な「学術研究」を対象としています。

研究活動には、「研究者が比較的自由に行うもの」、「あらかじめ重点的に取り組む分野や目標を定めてプロジェクトとして行われるもの」、「具体的な製品開発に結びつけるためのもの」など、様々な形態があります。こうしたすべての研究活動のはじまりは、研究者の自由な発想に基づいて行われる「学術研究」にあります。科研費はすべての研究活動の基盤となる「学術研究」を幅広く支えることにより、科学の発展の種をまき芽を育てる上で、大きな役割を有しています。

2. 科研費の配分

科研費は、研究者からの研究計画の申請に基づき、厳正な審査を経た上で採否が決定されます。このような研究費制度は「競争的資金」と呼ばれています。科研費は、政府全体の競争的資金の5割以上を占める我が国最大規模の競争的資金制度です。

（平成27年度予算額2,273億円（※）平成27年度助成額2,318億円）

※平成23年度から一部種目について基金化を導入したことにより、予算額（基金分）には、翌年度以降に使用する研究費が含まれることとなったため、予算額が当該年度の助成額を表さなくなったことから、予算額と助成額を並記しています。

科研費の審査は、科研費委員会で公平に行われます。研究に関する審査は、専門家である研究者相互で行うのが最も適切であるとされており、こうした仕組みはピアレビューと呼ばれています。欧米の同様の研究費制度においても、審査はピアレビューによって行われるのが一般的です。科研費の審査は、約6,000人の審査員が分担して行っています。

平成27年度には、約9万3千件の新たな申請があり、このうち約2万5千件が採択されました。何年間か継続する研究課題と含めて、約7万2千件の研究課題を支援しています。（平成27年4月現在）

3. 科研費の研究成果

■ 研究実績

科研費で支援した研究課題やその研究実績の概要については、国立情報学研究所の科学研究費助成事業データベース（KAKEN）（<https://kaken.nii.ac.jp/>）により、閲覧することができます。

（参考）平成26年度検索回数 約4,260,000回

■ 新聞報道

科研費の支援を受けた研究者の活躍がたくさん新聞報道されています。

平成26年度（平成26年4月～平成27年3月）

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
111件	75件	107件	253件	424件	458件	569件	520件	502件	544件	598件	639件

（対象：朝日、産経、東京、日本経済、毎日、読売の6紙）

次ページ以降では、科研費による最近の研究成果の一部をご紹介します。➡

尊厳概念のアクチュアリティ —多元主義的社会に適切な概念構築に向けて—

一橋大学 社会学研究科 教授

加藤 泰史



研究の背景

EU 憲法に「人間の尊厳」が最高規範として位置づけられたことで、かえってドイツ語の Menschenwürde と英語の human dignity とが概念内容的に必ずしも一致しないことが明らかになるとともに、スイス憲法に「被造物の尊厳」の概念も導入されましたが、その結果ヨーロッパ内部ですら尊厳理解が混乱し始めました。他方、尊厳の毀損が深刻になる現場が急速に拡大しています。それは、高齢者や移民、さらにLGBT（性的少数者）を含む様々なマイノリティの直面する現実にはかなりません。多元化する現代民主主義社会にあって、こうした人たちを含めた尊厳概念をいかに適切に規定できるのかという哲学的な問いは、超高齢化する社会にあってその試金石になるとさえ言えるでしょう。その意味で、民主主義的で多元主義的な現代社会にふさわしい柔軟で包括的な尊厳概念を構築することは、喫緊の課題であると私たちは考えました。

研究の成果

私たちの研究グループは、海外の研究者と数回にわたって国際ワークショップで討議を重ねてきました。その結果は次のようにまとめることができます。

①日本が「生命の尊厳」（「少子化対策基本法」）および「高齢者の尊厳」（厚労省「2015年の高齢者介護」）といった新たな尊厳概念を発信して欧米で注目されていることは、意外にも国内では知られていない。特に後者の内実に「自分らしさ（Selbstsein）」という意味が付与されている点（これは「尊厳死」理解をめぐるインタビュー分析からも実証できる）が、欧米では関心を持たれている。それは「自律（Autonomie）」と密接に関係

づけられた欧米の尊厳理解では把握不可能だからである。

②多元主義的社会に柔軟に対応するためには、尊厳概念を適切に多元化する必要がある。そのための試金石が日本やスイスの発信した新たな尊厳概念にほかならない。このとき「自律」を「自己愛（Selbstliebe）」と捉え直して、尊厳概念を拡張する試みが有力な指針として提案できる。

これは、尊厳概念の最新の理論動向を整理した上で、多元化するための理路を具体的に提案した最初の試みであり、混迷している欧米の尊厳研究に重要な一石を投じて包括的な概念形成への道筋を開く画期的な研究成果です。

今後の展望

この研究を推進することによって、次のことが期待できます。

①多元化を通して「生命の尊厳」などを繰り込んだ尊厳の柔軟で包括的な概念を初めて確立することで、尊厳研究に多大な理論的貢献が可能となり、混乱した研究状況を沈静化できます。

②「高齢者の尊厳」を理論的に定式化することで、超高齢化問題の解決に一定の役割を果たすことが期待できます。

今後は、尊厳の毀損が深刻な現場を具体的に検討しながら、国際ワークショップでの議論をさらに積み重ねて、この研究をよりいっそう発展させたいと考えています。

関連する科研費

平成19-22年度 基盤研究 (A) 「ドイツ応用倫理学の総合的研究—「人間の尊厳」概念の明確化を目指して—」



図1 ドイツ・デュッセルドルフ大学ゲストハウス（ミッケルン城）で開催された国際ワークショップで、内外の共同研究者とともに。



図2 一橋大学（佐野書院）で開催された国際ワークショップで、内外の共同研究者とともに。

元受刑者の社会的包摂と 刑事施設における社会福祉士の役割

旭川大学 保健福祉学部 准教授

朴 姫淑



研究の背景

受刑者の大半はいずれ地域社会に戻ります。しかし、地域社会は受刑者の社会復帰を本人と司法当局のみに任せてきた経緯があります。そうした状況で、高齢者や障害者が再犯によって刑事施設に戻ってしまう問題を解決するために、刑事施設に社会福祉士が配置されることになりました。矯正を目的とする刑事施設に福祉専門職が入るのは画期的なことです。刑事施設で社会福祉士はどのような役割を担っており、どのような可能性と制約を抱えているのか、また、そうした社会福祉士の役割が元受刑者の社会的包摂にどのような効果をもたらすのか、という問題意識が研究の背景にあります。

研究の成果

刑事施設では、社会福祉士の配置に対して評価とともに戸惑いが読み取れました。現場での社会福祉士に対する面接調査では、受刑者の社会復帰を支援する専門職として、刑事施設の制度や慣例によって仕事の制約があることが分かりました。実際、身寄りのない高齢者や障害者の社会復帰支援は、どの施設でも同じように行われていますが、社会福祉士の業務内容や裁量には施設間で格差がありました。刑事施設では、社会福祉士と刑務官との間に、認識の差異が存在しており、受刑者全般の社会

復帰支援にまでは至っていないのが現状です。また、社会福祉士は、刑事施設の中で、毎年契約を更新する非常勤職員としてごく限られた業務に従事していることも改善の余地があると思います。さらに、刑務所と地域社会との連携の仕組みを、制度的にも関係者の間でもより拡充させる必要があると思います。

一方、イギリスやカナダの調査からは、保安職と医療・福祉職との認識の共有のもとで、受刑者の身体的・精神的健康状態の劣悪さや自殺者数の多さなどの実態について、刑事施設と社会一般との間には大きな情報格差があることを浮き彫りにしつつ（図1）、刑事施設の矯正プログラムに対する地域社会の参加が進んでおり、刑事施設に対する地域社会の継続的支援の仕組みが定着していること（図2）が見られました。

今後の展望

今後、刑事施設における社会福祉士の役割が徐々に拡大することが期待されます。そのためには、施設ごとに孤立している社会福祉士の経験を総合化する作業や司法と福祉との連携の取り組みを制度や現場レベルで検証していくことが欠かせないと思います。また、日本の現状を正しく評価してより健全なものにする1つの方法として、海外の矯正システムや経験に関する研究を並行して進めていきたいと考えています。

関連する科研費

平成24-26年度 挑戦的萌芽研究「元受刑者の社会的包摂と刑事施設における社会福祉士の役割に関する研究」



図1 EPSU /RCN Prison Services Network Conference, 25-26-27 February 2015
©European Federation of Public Service Unions



図2 'Campus Style' Prison, Wilkinson Road Jail, Victoria, BC, Canada
©Scott Dempsey

人口減少下での環境・資源問題や 災害リスクに直面する成熟経済の持続可能性

九州大学 大学院工学研究院・都市システム工学講座 教授

馬奈木 俊介



研究の背景

本研究の目的は、震災復興を念頭に、震災後の新しい時代文脈における持続可能な発展のビジョンを提示することです。この新しい理論の構築にあたって重要なことは、①人口減少・高齢化の下での発展論を新たに構築すること、②安定性や持続性を脅かす大規模災害のような甚大な外的ショックに対する事前の対応および事後の対応について、国際レベル、国内レベル、地域レベルといった様々な規模の相互関係から分析すること、そして③政策へ架橋するためのデータベースと指標の構築を行うことです。この研究は、人口減少下で環境・資源問題や災害リスクに直面する成熟経済の持続可能性に焦点をあてています。こうした研究は、先進国の中でも少子高齢化が進み、東日本大震災と原発事故を経験した日本においてこそできるものです。

研究の成果

本研究の方法は、国際的かつ、マルチレベルなデータに基づいた実証分析を重視するものであり、利用するデータの指標化とその分析を通じて実践できる成果を導くことを志向しています。まず、2014年12月に研究代表者らがまとめてケンブリッジ大学出版局から刊行した「包括的な富＝新国富＝に関する報告書 (Inclusive Wealth Report) 2014」では、世界的な新しい経済指

標を提示しました。日本語では、研究代表者が、日本経済新聞朝刊の「経済教室」(2014/12/31付)に「経済運営、「新国富」向上軸に」や、同新聞の「やさしい経済学」(環境と向き合うシリーズ「生物多様性を守る」)に連載した「新国富指標の活用を」(2015/3/12付)として紹介しています。

今後の展望

国際的なデータは、World Resource Table (WRT) として広める予定です。また、環境・資源・生態系といった地域の富を含んだミクロ的主体の主観的福祉・幸福度の測定を計画しています。さらに、新国富と幸福度を統合したデータベースを開発し、世界で最も進んだ持続可能性指標の作成を予定しています。総合的な分析を進めることで、この研究はわが国のこれからの経済発展ビジョンを提示するだけでなく、いずれ世界全体が成熟化したときに参照できるモデルの構築を目指しています。

関連する科研費

平成26-30年度 特別推進研究「人口減少社会における、経済への外的ショックを踏まえた持続的発展社会に関する分析」

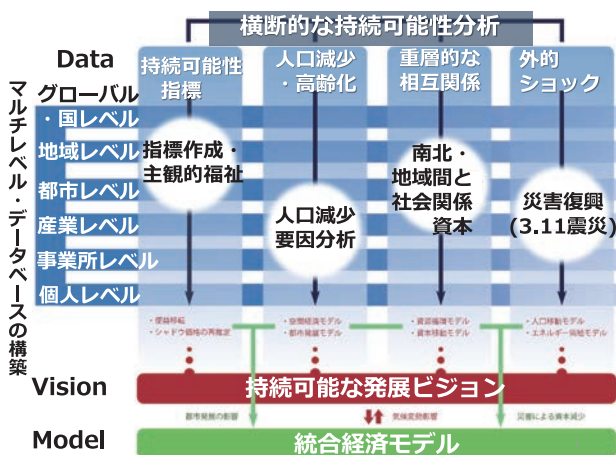


図1 研究データのイメージ図

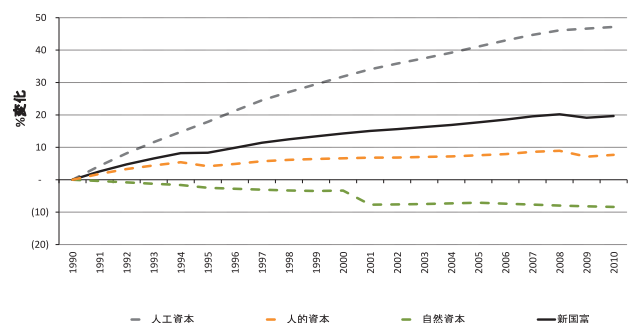


図2 日本の新国富指標の変化

「幸運の女神に彩られて」私と科研費



公益財団法人東京都医学総合研究所 所長 田中 啓二

研究に運と不運があることは、動かし難い事実であり、私は科研費に限ると、破格の幸運を掴むことができた。というのは、私は四半世紀以上に亘って途切れることなく大型の競争的研究予算を獲得でき、その大部分が科研費であったからである。科研費の採択率は時代の動向により折々に変動するが、概ね25%前後であるとする、この厳しい採択率の状況で、研究費が不足して実験にゆき詰まったという経験が殆どないことが、「幸運の女神に彩られて」という表題になるのである。具体的にいうと、私はライフワークであるプロテアソーム(巨大で複雑なタンパク質分解酵素複合体)の課題で、平成13年から30年まで4期連続、それ以前を含めると合計5回の「特別推進研究」に採択されてきた。このように記載すると、何か特別の手蔓があって、簡単に科研費を獲得してきたかのように思われるかもしれないが、地方大学出身の私に「天の声」のような支援が届くはずもなく、私は研究費の獲得には日頃より全神経を集中して取り組んできた。実際、採択の通知が届いた翌日から背水の陣を敷いて研究に取り組み、常に出来る限り上質の論文を多数執筆し続けることを、研究者の信条として心がけてきた。その結果、偶然にも申請時毎に予め計画したかのように国内外から注目を浴びるような独創的な論文を一流誌に発表することができたのである。また私に幸運が続いた外的要因としては、当初、生物学的重要性があまり注目されなかった私の研究分野である「タンパク質分解」が、その後、未曾有の発展を遂げ、生命科学の中枢の一翼を占めるに至った、という時代背景も深く影響していたのかも知れない。いずれにしても色々な偶然が重なり、科研費に支えられながら私が自由の赴くままに研究に専念できたことは、望外の幸せであった。

私はことある毎に論文執筆の重要性を主張してきた。研究者の自己実現が論文執筆によってしか成し得ないと考えるからである。しかし最近、(倫理性のある)論文執筆の薦め、と書くことが多く、括弧書きが必要になってきたことは、時代の趨勢とはいえ残念の極みである。捏造、改竄、剽窃などの論文不正は、科学が誕生した当初から脈々と受け継がれてきた負の遺産であるが、昨今、とくに生命科学の分野で数々の研究不正が顕在化し世間の嚙齧をかっている。一般に、いわゆる一流誌の審査制度が厳格である(実際、NatureやScienceなどへの論文掲載は、それ自体簡単なことではないが……)とはいえ、真贋を見分けることは、骨董や絵画と同様に科学論文においても容易でないのである。そして研究不正の実態解明には、途方もない時間と無駄な労力を要し、例え欺瞞の真相が暴かれたとしても、拘わった研究者の将来を閉ざすことと後世への教訓以外、これらの努力を購う一遍の価値も見出せないのである。学術に携わる全ての関係者たちは、不正論文が歴史の淘汰に耐え得ることは絶対にあり得ないことを強く意識する必要がある。私は、研究不正は極めて個人的な資質によると思っているが、その奥底に潜む倫理性の欠如がサイエンスの世界に蔓延しつつある状況を目の当たりにすると、現在の生命科学を牽引してきたシニア研究者たちが性善説に立脚した不作為によって今日の状況を招いたことを省察し、今一度、倫理教育を見直す必要があると思っている。

さて不正論文が横行する原因の一つとして名誉や出世欲の他に競争的研究資金を獲得するためと喧伝されることが多いが、この本末転倒な論理を正当化とすることは許されないことである。優れた論文を執筆・発表することは、学者として

の当然の矜持である。同時に、優れた論文を執筆・発表することによって、研究者がその地位を向上させるのは当然であり、研究費はその結果として獲得できるものである。研究費の獲得に過度の競争があることは否めない事実としても、これを不正要因とすることは言語道断である。勿論、科研費が採択される最大のポイントが論文の数と質という業績であることを考えると、不正を行ってでも研究実績を高めたという誘惑に唆されることがあるかも知れないが、科学者はこの一線を絶対に超えてはならないのである。この規範を維持するためには、科研費の採否において公平・公正な審査制度を確立することが何よりも重要であり、信頼できる審査制度の充実がなければ、論文不正を糾弾することはできないと思われる。また、評価における論文偏重について、この傾向が強いことはやむを得ない現実であるとしても、上質の論文は、研究遂行能力を語る尺度としては首肯できる。しかし審査の主眼は、本来、過去の業績への評価と同時に未来への期待を評価することであるはずである。実際、論文重視の評価は無難であるが、時代を変革する卓越した研究者の育成という観点からは、一考の余地があるように思われる。現在、科研費の審査の大部分を多忙な現役の研究者たちに委ねている状況にあるが、この制度は研究者の自己啓発という有効な狙いがある一方、審査に正確性を欠き公正性が損なわれている側面があるとすれば、見過ごせない問題を孕んでいると言わざるを得ない。高齢化社会の今日、退職し時間を持て余している有能な研究者たちが巷間に溢れているので、これらの方々に審査の一翼を担って頂くという制度の創成を、私見として提案したいと日頃より思っている。

「科学技術の振興こそが資源に乏しい日本の発展を支える基軸である」という分かり易い論理を背景に、科学研究は無秩序に奨励されてきた側面がある。実際、科学技術の発展が、富を生み、国力の増進に貢献してきた例は、多々存在する。しかし忘れてならないことは、一時の富の累積のための科学の振興ではなく、寧ろ未来に富を生み出すことが期待される人材の養成のために科学は振興されるべきである。人材育成のためへの資金の投入は具体的な利益を生まないで無駄であるかのように錯覚しがちであるが、社会発展の永続性を根底から支えるために、科研費はこの一見無駄な研究に絶対的に費やされるべきであるというのが私の主張である。面白いことに、社会貢献を全く意図せずして実施された基礎研究が、後に巨額の資産を生む研究に発展することの多くの例は、科学史を繙けば、随所に抽出できる。比喩的に言えば、真の科学力とは、いかに無益な研究に研究費を投じられるかであり、此処に科研費の使命があると思われる。科研費が目的指向型のトップダウン型研究費(Mission-operated Fund)でなく、自由な発想に基づいたボトムアップ型の研究費(Curiosity-driven Fund)であることは、素晴らしい哲学であり、研究成果を技術(=富の増産)に求めるばかりでなく、科学(=好奇心の追求)そのものに価値を求めることが、大志を持ち夢に溢れた次世代の育成に最も重要である。現世的な利益追求を旗印に技術革新を標榜しすぎて、科研費削減という愚を決して犯してはならないことを、我が国の発展のために繰り返し強調しておきたい、と思う次第である。

平成26年度に実施している研究テーマ：

「プロテアソーム：動作原理の解明と生理病態学研究」(特別推進研究)

滑らかでない空間での幾何と解析

京都大学 大学院理学研究科 准教授

太田 慎一



(撮影：河野裕昭)

研究の背景

滑らかな空間とは、球面のような角のない曲がった空間（多様体）のことで、その曲がり方は曲率という数で表されます。曲率には幾つか種類があり、滑らかな構造を用いた計算で与えられます。曲率がある定数以上あるいは以下であることを幾何学的な性質で特徴づけ、その性質を満たす滑らかでない空間を研究することが、20世紀終盤から活発に行われています。例えば断面曲率については、三角形を用いた特徴づけが古くから知られており（図1）、その性質を満たす滑らかでない空間（図2）の研究は、ペレルマンによるリッチ流を用いた幾何化予想の解決にも寄与しました。

断面曲率より弱い（情報の少ない）曲率として、体積を測る尺度である測度を制御するリッチ曲率があります。リッチ曲率の下限の特徴づけは長い間未解決でしたが、Lott、Sturm、Villaniらにより最適輸送理論を用いて相対エントロピーの凸性として与えられました。この性質は曲率次元条件と呼ばれています（図3）。

研究の成果

私の研究対象の1つは、フィンスラー多様体という角度の定義できない空間です。距離は定義できますが、対称にはなりません（ある点AからBに行くときと、BからAに行くときでは距離が異なる）。非対称性は現実世界ではありふれたものであり、フィンスラー多様体はそれを実現す

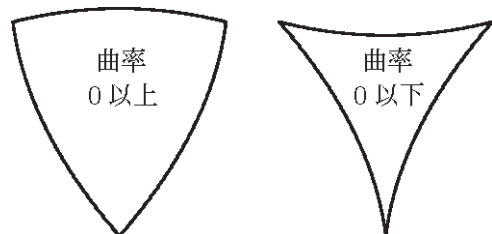


図1 断面曲率の下限・上限の三角形による特徴づけ。正曲率では内角の和が π 以上、負曲率では π 以下になる。

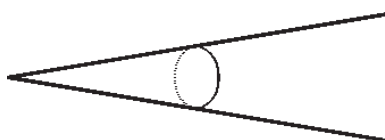


図2 滑らかでない非負曲率空間の例（円錐の表面）。頂点では曲率が無限大であると見なせる。

る空間の1つです。私はフィンスラー多様体上に適切なリッチ曲率を導入し、それを下から押さえることが曲率次元条件と同値であることを示しました（リーマン多様体でのSturmらの結果の拡張）。

また、Gigli、桑田と共同で、滑らかでない空間での適切な熱流の理論を構築しました。熱流は相対エントロピーの勾配流として捉えられ、曲率次元条件を通してリッチ曲率と深い関係があることがわかります。

今後の展望

上で述べたフィンスラー多様体での成果をもとに、曲率次元条件を満たす空間の豊富な例が得られます。また、曲率次元条件だけでは角度の存在を導けないことを意味し、現在活発に研究されているリーマン的曲率次元条件（曲率次元条件に角度についての構造を付加したもの）の導入へとつながりました。最適輸送理論や熱流はリッチ流とも深いつながりがあり、滑らかでない空間でのリッチ流の研究なども興味を持たれています。

滑らかでない空間やフィンスラー多様体は様々な分野で自然に現れ、その研究の重要性は増しています。また、幾何学的な性質に着目して議論することで、滑らかな空間の理解に対して新たな知見が得られることもあります。

関連する科研費

平成20-22年度 若手研究 (B) 「確率測度の空間の幾何学とその応用」

平成23-26年度 若手研究 (B) 「測度距離空間の幾何学と最適輸送理論」

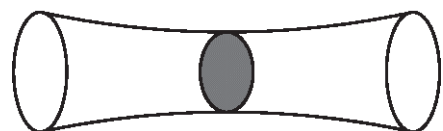
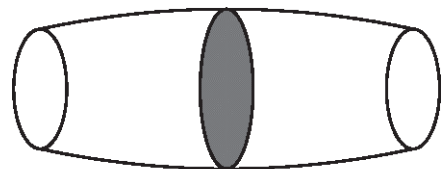


図3 曲率次元条件のイメージ。上の正曲率の場合は真ん中で広がり、下の負曲率の場合は真ん中で縮まる。

1個の分子の電気伝導度を測る



大阪大学 基礎工学研究科 教授

多田 博一

研究の背景

1974年に提案された分子整流器（ダイオード）の概念（A. Aviram and M. Ratner, *Chem. Phys. Lett.* 29, 277, 1974）は、多くの研究者の興味をひき、分子の設計技術と電極-分子-電極構造の作製および電気特性計測技術の進展をもたらしました。特に2000年以降、ブレイクジャンクション法と呼ばれる、分子の存在下で、電極の接触と破断を繰り返して行うことで電極-分子-電極構造を形成する方法の確立により、個々の分子の電気特性を定量的に議論できるようになってきました。

研究の成果

図1は、分子導線としての機能を持たせることを目的として設計・合成された分子で、電気伝導を担うチオフェンワイヤー部と、その外側を、あたかもビニールで被覆された導線のように、シリコン骨格で覆う構造をとる工夫がされています。

図2は、この分子ワイヤーを試料とし、ブレイクジャンクション法を用いて、電極-分子-電極構造を作製し、その電気伝導度の温度依存性を測定した結果です。この図を完成させるのに、1年ほどかかっています。短い分子は電気伝導度が温度依存性を示さず、トンネル伝導が支配的であるのに対し、長い分子は熱活性型のホッピング伝導を示すことがわかりました。面白いのは、長さが中間の分子で、トンネル伝導からホッピング伝導へ切り替わっているのが確認されました。

さて、電極-分子-電極構造の電気伝導度を計測することができるようになりましたが、この時のキャリアは、

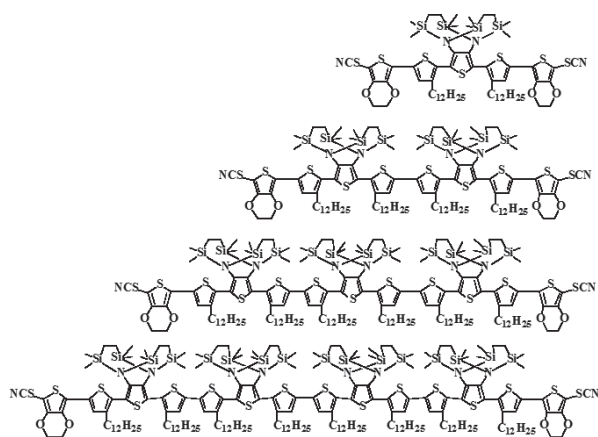


図1 分子ワイヤーの構造。5員環の数と分子鎖長は、上から順に、5個（2.1nm）、8個（3.3nm）、11個（4.4nm）、14個（5.7nm）。5員環23個、分子鎖長9nmの分子まで計測しました。

電子ですか？正孔ですか？という質問をいただくことが多くありました。それを明らかにすべく、2つの電極に温度差を与えその時に発生する電圧からゼーベック係数を求めることを試みました。その結果、図1の分子ワイヤーは、いずれもゼーベック係数が正となり、正孔がキャリアであると判断することができました。

今後の展望

1974年の分子ダイオードの提案から40年を経て、ようやく分子の電気伝導度を計測できるようになってきました。ダイオード特性を示す分子も設計・合成されています。電極として強磁性体を用い、磁気抵抗効果の考察も行われています。精密な計測が可能になるにつれて、系のノイズやゆらぎの議論もできるようになってきています。

日本の分子設計および合成は、世界でもトップレベルであり、化学と物理、電子工学や物性理論の連携により、個々の分子の個性を活かした機能設計を行っていきます。

関連する科研費

平成23-24年度 挑戦的萌芽研究「単一分子の磁気抵抗効果の計測」

平成25-29年度 新学術領域研究（研究領域提案型）「単一分子および分子組織体のスイッチング機能の創出」

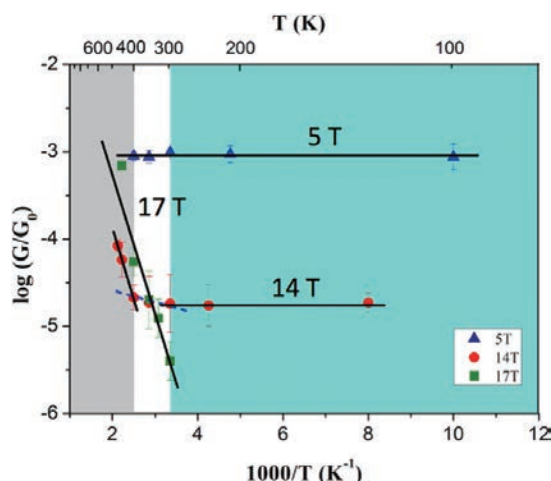


図2 オリゴチオフェン分子ワイヤー（5員環数5、14、および17）の電気伝導度の温度依存性。縦軸は、コンダクタンス各温度でのGを量子化コンダクタンス $G_0=2e^2/h(=77.4\mu S)$ との比で表したものの。

ナノ空間に閉じ込められた液体の性質はどう変わるか

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授

栗原 和枝



研究の背景

2枚の板（固体基板）の間に液体を挟み、その間隔をナノメートルレベルまで小さくすると、その液体の性質は通常のパルクとは大きく変わることが、最近、分かってきました。分子の動きが制限され、また板と分子との相互作用により、液体分子がより規則的に並んで固体に近い構造をとる構造化という現象のためと考えられています。しかし、具体的にどのような間隔で、どう性質が変わるのかはまだよく分かっていません。この特性を明らかにすることは、物質科学の基礎からも、潤滑技術ならびにナノインプリンティング（微細加工技術）など先端技術の開発にも必要です。

研究の成果

私たちは、表面の間に働く相互作用を表面間の距離を変えながら測る「表面力測定」という研究をしています。この測定には、距離を0.1ナノメートルの精度で制御し、測る技術が必要です。この距離制御技術を用いて、液体を挟む基板間の距離を制御しながら、一方の基板をバネでブランコのように吊り、横にずらしてその時の応力を測るずり測定ができます。私たちは、共振を用いる独自の手法（共振ずり測定法、図1）を開発して、狭い空間の液体の構造化・粘性・潤滑性などの性質を調べています。

雲母の間のNaCl水溶液を測定した例では、間隔が1ナノメートル以下で、水の粘度がパルクに比べて100から1万倍増大することを初めて観測しました。これは、雲母の表面に結合したNaイオンの水和層の粘度を見たものと考えています（図1）。雲母間の水の特性についてのこの研究は、測定の実施時にあった論争を決着させたデータです。また、最近注目されているイオン液体について、同じ陽イオンで異なる陰イオンを持つ2種のイオン液体のシリカ表面間の挙動を調べたところ、パルク粘度の大きさは $[C_4mim][NTf_2] < [C_4mim][BF_4]$ な

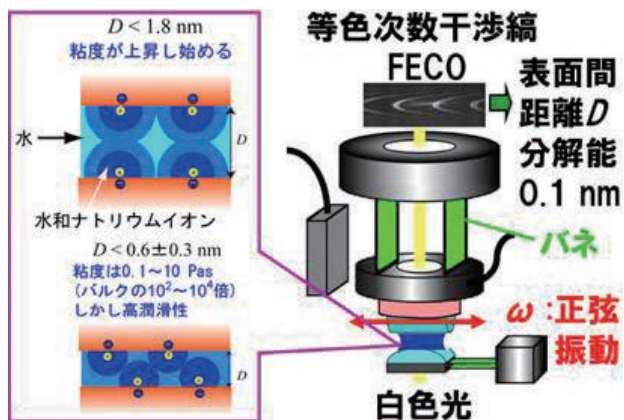


図1 共振ずり測定を用いた雲母間のNaCl水溶液の特性評価

のに対して、ナノ空間での粘度は逆に $[C_4mim][BF_4] < [C_4mim][NTf_2]$ となることがわかりました。同様に、ナノ空間の粘度の大小関係がパルクとは異なる場合、潤滑油をはじめとして多くの液体で報告されており、直接計測することの重要性がわかります。

また、ナノ空間では、電場による液晶の配向変化が進まないなど、面白い競争効果も見出しています。これは、液晶ディスプレイの精密化の限界を考える上でも重要なデータです（図2）。

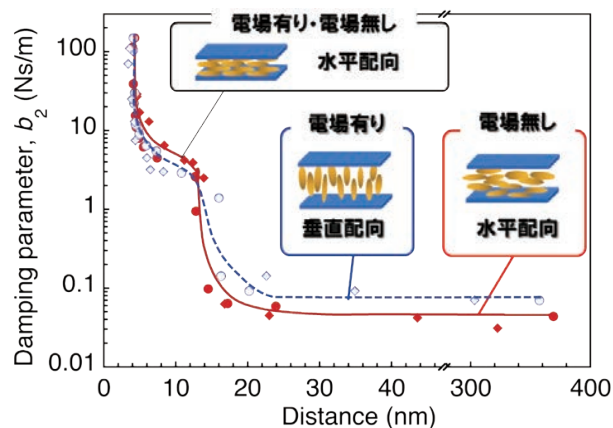
今後の展望

この研究を進めて、今まで具体的な理解が及んでいない固-液界面を、分子レベルで理解する新しい学術領域を作りたいと思います。この研究の手法は、様々な実用材料にも適用でき、微粒子分散系のレオロジー挙動について新しいメカニズムを提案してきました。また、化粧品に含まれる界面活性剤溶液の感触なども研究することができます。現在では、特に、狭い空間での潤滑油の特性を評価し、摩擦を低減する基材や潤滑油の設計に貢献したいと考えています。

関連する科研費

平成14-15年度 基盤研究 (B) 「微細空間の液体の構造評価法の開発」

平成20-22年度 基盤研究 (A) 「固体表面間の束縛液体のナノレオロジー・ナノトライボロジーの研究」



• $D = 17$ nm以下
電場による粘性の差はなし
→ 閉じ込めによる構造化により
電場有り・無し共に水平配向

• $D = 17$ nm以上
電場ありで、高い粘度
→ 電場により液晶は垂直配向

図2 液晶における電場配向と閉じ込めの競争効果

NMRを用いた柔構造液晶ダイレクタの空間配向分布に関する研究

大阪産業大学 デザイン工学部 教授
杉村 明彦



研究の背景

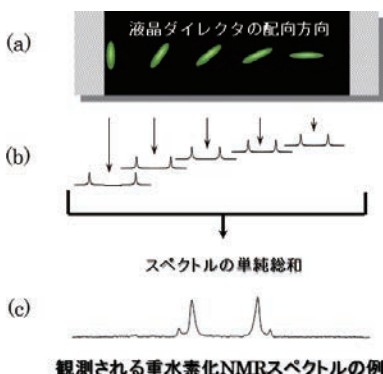
液晶材料は、大画面薄型テレビとして実用化され、さらに新たな機能性デバイスへの応用に向けた研究・開発が進められています。この液晶材料の機能性を決定する要素である、配向秩序度、相転移温度、ダイレクタ配向（液晶分子が平均として向いている方向）や種々の異方性などの基礎物性評価法の1つとして、核磁気共鳴（Nuclear Magnetic Resonance : NMR）分光法が広く用いられています。近年、NMR分光計の受信感度が向上し、わずか数マイクロメートルの液晶薄膜中でもダイレクタ配向の測定が可能になっています。しかし、磁気異方性をもつ液晶分子は、強磁場中に置かれたNMRプローブ中で磁場に対して一定方向に配向してしまいます。このため、NMR分光法では、数秒より速い回転応答性をもつ低分子系液晶材料のダイレクタの動きを観測することが困難でした。

研究の成果

本研究では、強磁場が存在するNMRプローブ中に設置した液晶サンドイッチセルに電場を印加して（電場重複印加NMR法）、液晶ダイレクタ配向の非平衡状態を制御できるようにしました。これにより、ダイレクタ回転緩和過程におけるダイレクタ空間分布を数百マイクロ秒の時間分解で測定することが可能になりました。

NMR分光法では、液晶分子の特定スピン核種からの共鳴信号の総和としてスペクトルが観測されるため、液晶ダイレクタがさまざまな方向に配向しているときは、それぞれの配向方向に対応した共鳴スペクトルの単純な総和としてNMRスペクトルが得られます（図1）。このNMRスペクトルは液晶ダイレクタの静的・動的な空間配向分布に関する直接情報を含んでいるため、NMRスペクトルを解析することによって液晶材料の配向分布を評価できます。

また、液晶ダイレクタの静的・動的挙動は、液晶セル基板表面でのアンカリング強度、磁気トルク、電気トルク、弾性トルク、粘性トルクなどの影響を受けています。このため、電場重複印加NMR法を用いると、それぞれ



のトルクを決定する液晶材料の物理定数を測定することができます。さらに、スピン核種として重水素を用いる重水素化NMR分光法によって液晶分子の特定サイトを重水素化すると、任意の分子サイトの空間配向分布や動的挙動を独立して同時に測定できるようになりました。特に、磁場と電場が直交する系では、それぞれのエネルギーを等しく制御すると、液晶への外場の影響を最小限に抑えることができます（図2）。この電場重複印加-重水素化NMR法によって、液晶ダイレクタの自発的な“ゆらぎ”の観測も可能になりました。

今後の展望

電場重複印加NMR法は、液晶材料だけでなく、磁氣的・誘電的異方性を有する有機分子（低分子から高分子まで広範囲）の基礎物性評価法として利用されることが期待されます。さらに、自己組織化により興味深い生体機能性を示す両親媒性液晶の材料開発において、電場重複印加-重水素化NMR法を用いて、無水ライオトロピック液晶の新たな機能性の発現につながる基礎研究を進めていきたいと考えています。

関連する科研費

- 平成12-14年度 基盤研究 (B) 「分子記憶素子としてのナノ界面分子膜上での液晶ダイナミクス機構とその制御」
- 平成15-18年度 基盤研究 (B) 「ナノ局在化分子機能素子に向けた極微アンカリング界面での液晶分子サイトの制御」
- 平成24-27年度 基盤研究 (B) 「柔構造液晶ダイレクタの空間配向分布機構の解明と制御に関する研究」

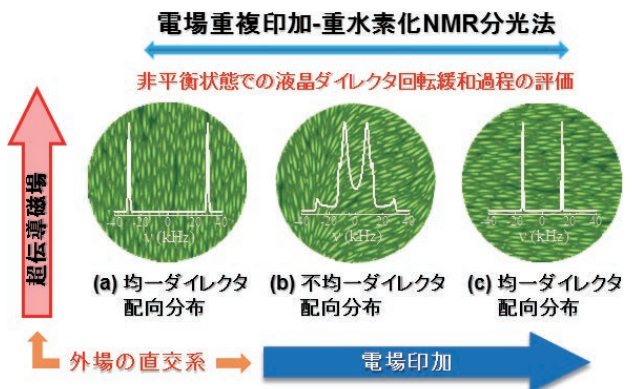


図2 電場重複印加-重水素化NMR分光法による非平衡状態での液晶ダイレクタ配向緩和過程の評価 (a) ダイレクタ配向方向は磁場に平行、(b) 電場印加によるダイレクタ配向分布の回転緩和過程、(c) ダイレクタ配向方向は電場に平行

地震に対してロバストな 建築構造物の設計法の構築

京都大学 工学研究科 教授
竹脇 出



研究の背景

東京、大阪などの大都市圏で観測された2011年3月11日の長周期地震動は、1970年前後から建設が始まった超高層ビルの設計で考えられていた地震動とは特性が大きく異なるものでした。その対極にある地震動としては、1995年の兵庫県南部地震によるものがあり、直下型地震動と呼ばれています。このように地震動には様々なタイプのものがあり、いつどこで起こるかを建物の設計段階で予測することはきわめて困難です。このような難しい問題を解決する有力な方法として、「極限外乱法（最悪地震動による方法）」があります（図1）。私たちの研究グループでは、この極限外乱法を、変位や加速度などだけでなく、建物に入力されるエネルギーの観点から捉える新しい方法を導入しました。また、想定外の地震動に対しても構造安全性を保持するような建物を設計するには、冗長性・ロバスト性の概念を取り入れた新しい考え方に基づく構造設計法の展開が必要不可欠となりつつあります。

研究の成果

本研究の目的は、最悪地震動の概念と構造物の冗長性・ロバスト性の概念を巧みに組み合わせた信頼性の高い耐震設計法を展開し、「想定外の地震動」に対しても急激な構造性能の劣化を伴わないレジリエントな建物の設計を可能とする体系を構築することにあります（図2）。特に、建物の現状を調べるために、地震が発生したときのデータを用いていた従来の方法とは異なり、通常の状態を得られる常時微動データを用いて建物のローカルな

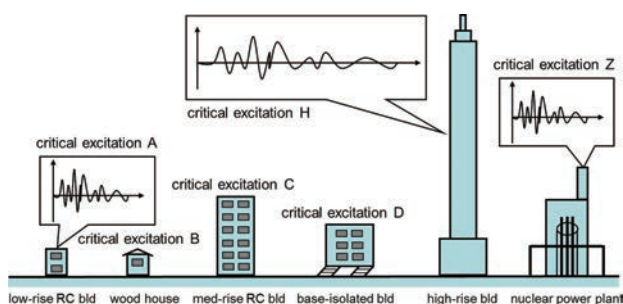


図1 建物ごとの最悪地震動

剛性などの特性を、人間の体に聴診器をあてるような感覚で、限られたデータから直接同定することを世界で初めて可能としました（図2）。また、免震と制振のハイブリッドシステムである「免震・連結ハイブリッドシステム」（図2）のメカニズムを明らかにし、直下型地震動や長周期地震動など種々の地震動に対して高いロバスト性を有することを明らかにしました。「免震・連結ハイブリッドシステム」を用いた建物は、地震危険度の高い東京湾岸において高いロバスト性を有する超高層マンションとして実際に設計されています。

今後の展望

この研究成果によって、建物ごとの最悪地震動が明らかとなり、設計段階で建物の安全性が明確に認識可能になると期待しています。さらに、図2に示すような断層破壊から地震波の伝わりまでを詳細にモデル化した上で、最悪地震動を設定する理論を構築したいと考えています。

関連する科研費

平成24-26年度 基盤研究 (A) 「最悪地震動理論の信頼性向上とロバスト性・冗長性に優れた建物の構造設計法」

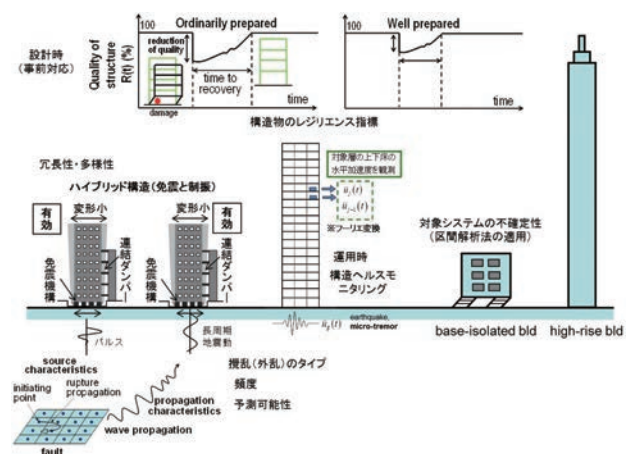


図2 建物のレジリエンスをとりまく諸要因

科研費の思い出



東京大学 名誉教授・独立行政法人日本学術振興会 前監事 **會田 勝美**

私の科研費との思い出は2つに大別できる。一つは科研費本来の目的である研究支援を、若手研究者の時から定年で大学を退職するまで、受けたこと。もう一つは、その後、(独)日本学術振興会(以下「学振」という。)学術システム研究センターの農学主任研究員を拝命し、科研費の説明会のため全国を回り、監事になる前の2年半で合計50回説明会を行ったことである。

私は東京大学大学院農学系研究科水産学専門課程の博士課程を修了し、特定研究員として1か月間支援していただいた。これが学振との最初の出会いである。当時、学振は四谷のヤマビルにあった。その後、助手時代から教授として定年を迎えるまで、科研費による研究費の支援をいただいた。私は高校時代の生物学には全く興味がわかず、理科は物理と化学で大学を受験した。しかし、大学3年生の夏の水産実習で長崎にある西海区水産研究所で雄から雌に性転換をするコチという魚に出会ったことから(それまでは遺伝的に雌雄が決まると教えられていたので、びっくりした。)、性転換の謎に興味を持ち、生理学の研究室に卒論で入れていただいた。これが、私が生物学に目覚める契機となった。水産の世界ではちょうど、海産魚の種苗生産の研究が始まったところで、これを研究していた先生が、クロダイという雄から雌に性転換をする海産魚の種苗生産に世界で初めて成功した。残った約2cmに育った稚魚をいただいてクロダイの早期雌性化の研究を卒論としてすることができた。それから定年まで魚類の性成熟機構に関する研究を続けた。早期雌性化の実験には雌性ホルモンを餌に微量混ぜて投与し、早期雌性化は出来たのだが、サンプリングの際に血液も採取しておいたらと言われ、その後、電気泳動をしたら雌性ホルモンを投与した群だけ、ある血清タンパクが異常に増加していることを発見した。これは肝臓で作られて血中に分泌された卵黄蛋白前駆物質ではないかと思い、当時の指導教官に申し上げたら「そのような報告はない」と却下された。しかし、現在ではこれが定説になっている。その後、職を得てからは、魚類の生殖機構に関する研究を続けたのだが、その遂行には科研費のお世話になりっぱなしであった。とくに教授になってからはランニングコストの獲得には苦労した。研究代表者として採択された科研費は、サケ科魚類の銀化制御技法の確立、魚類における定時産卵機構の解析、魚類における産卵期調節法の確立と染色体操作への適用、甲殻類の生殖および脱皮調節機構の生理学的解

析、魚類における生殖リズムの発現と制御に関する研究、海洋生物の回遊機構、魚類における有用遺伝子プローブの開発とその利用に関する研究、甲殻類の生殖・脱皮高次制御機構の解明、魚類の成熟過程における体重変動機構、魚類における日周リズムの発現・制御機構、クルマエビ類の成熟・産卵の制御、魚類におけるストレス反応系の分子機構、魚類における成長と成熟のダイナミクス等、多数にわたる。この他に研究分担者として採択された科研費や水産庁の研究費等も数件ある。甲殻類に手を広げたのは、大学院重点化の際で、研究室の名称も「魚類生理学研究室」から「水族生理学研究室」に変更した。これには研究費獲得の狙いもあった。

そうこうするうちに、国立大学法人化1年前には、農学部長を拝命し、62歳の定年で東京農業大学総合研究所にお世話になるまでの3年間、部局での法人化の対応にあたる羽目になった。その後、ある人の紹介で(独)日本学術振興会学術システム研究センターの農学主任研究員を務めることになった。主任研究員には、研究費の一部負担との名目で、研究費がいただけた。その経費の一部を使用させていただき、科研費の説明会を2年半で計50回行うことができた。もちろん、旅費と謝金は、相手先からは頂戴せず、研究費のお世話になった。

とくに、再就職した東京農業大学では、科研費に申請する機運がなく、説明会にも先生方があまり集まらなかった。ひどい時は、先生一人の時もあった。今では、獲得総額も2億円を超えるようになり、間接経費もそれなりに増え、その一部を使用し、良い点数ではあるが不採択になった若手に若干の研究費を配分しているとのことである。おそらく科研費の事務は総合研究所が一括して担当していて、部局ごとに配分していないことが幸いしているのかもしれない。科研費の説明会を50回もできたことにより、各大学の農学部や農水省の研究機関を回ることができ、農学の研究動向や科研費に対する意見を聞くことができた。とくに定年を過ぎて全ての水産研究所を訪ねられたのは大きい。プロジェクト研究の外部評価委員として会合に出ると、昔、科研費の説明を聞きましたと言われることがあり、うれしいものだ。科研費の思い出とは異なるが、昔、四谷にあったヤマビルが古くなり解体され、その間分散していた学振が新ビルに全部局が移転できたのも、私が監事の時でとくに思い出深い。

トンボの生存戦略に関する体色と色覚の進化

国立研究開発法人産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 主任研究員

二橋 亮



研究の背景

トンボは、鮮やかな体色や斑紋を持つ種が多く、また嗅覚や聴覚が退化していることから、基本的に視覚を用いて相手を認識すると考えられています。真っ赤なアカトンボや大きな複眼は、「赤とんぼ」（作詞：三木露風、作曲：山田耕筰）や「とんぼのめがね」（作詞：額賀誠志、作曲：平井康三郎）などの童謡でもおなじみです。しかし、トンボの体色や色覚に関わる分子機構は、ほとんど解明されていませんでした。

研究の成果

アカトンボは、成熟過程でオスが黄色から赤色に変化します（図1）。今回、私たちはアカトンボの赤色色素が2種類のオモクローム系色素からなること、さらにこれら色素の還元反応によってアカトンボの体色が黄色から赤色に変化することを突き止めました。色素による動物の体色変化のほとんどは、①新たな色素の合成や分解、②体内における色素の局在変化、③餌からの色素の取り込み、の3つのメカニズムで説明されてきましたが、今回発見したメカニズムは、動物では、これまで知られていないものでした（Futahashi et al. 2012 PNAS）。一方、動物の色覚には光受容体を作るオプシン遺伝子が重要です。たとえば、ヒトは青、緑、赤に対応するオプシン遺伝子を持つため、三原色をもとに色を認識しています。私たちは12種のトンボにおいて、オプシン遺伝子

の網羅的な探索を行ったところ、15~33種類という多くのオプシン遺伝子が存在することが明らかになりました（図2）。興味深いことに、大部分のオプシン遺伝子は、幼虫複眼、成虫複眼の背側、成虫複眼の腹側のどこか1箇所のみで働いていました。このことから、トンボは水中に届く光、空から直接届く光、地表の物体からの反射光を別々の遺伝子セットで認識することにより異なる光環境に適応するという、非常に複雑な色覚システムを持っていると考えられました（Futahashi et al. 2015 PNAS）。

今後の展望

アカトンボの還元型色素は、日差しに強い成熟オスに多いことから、この色素は紫外線による酸化ストレスを軽減する役割を持つ可能性があります。そこで、体色変化の分子機構を解明すれば、抗酸化作用に関する新たな知見が得られるかもしれません。また、細胞レベルでオプシン遺伝子の解析を進めることにより、色覚の進化や異なる光環境への適応に関する知見が深まると考えています。これらの研究を通じて、生物の適応進化に関する理解を深めたいです。

関連する科研費

平成23-25年度 若手研究 (B) 「トンボの体色変化・体色多型の分子基盤の解明」

平成26-29年度 若手研究 (A) 「アカトンボの体色と色覚の進化」



図1 アカトンボの一種・ナツアカネのペア（左がオス）。オスの成熟に伴う黄色から赤色への体色変化は色素の還元反応によることが明らかになった。撮影者：二橋亮



図2 ギンヤンマのオス。大きな複眼では、多くの色覚遺伝子が働いていることが明らかになった。2015年3月17日号PNAS表紙から転載。撮影者：二橋弘之

フェアリー化合物 —「フェアリーリング (妖精の輪)」の妖精の正体は?—

静岡大学 グリーン科学技術研究所 教授

河岸 洋和



研究の背景

公園やゴルフ場などで芝生が輪状に周囲より色濃く繁茂し、時には逆に輪状に生長が抑制され、後にそこにキノコが輪の形になって発生する現象があります(図1)。この現象は、フェアリーリング (fairy rings、妖精の輪) と呼ばれ、西洋の伝説では、妖精が輪を作り、その中で踊ると伝えられています。1675年にフェアリーリングに関する最初の科学的論文が発表され、その論文が1884年のNature誌に紹介されて以来、長い間その妖精の正体(芝を繁茂させる原因)は謎のままでした。

研究の成果

そこで、私たちは、その妖精の正体を明らかにしようと試みました。まず、フェアリーリングを起こすコムラサキシメジという菌を培養して、その培養液から芝の生長を促進する物質「2-アザヒポキサンチン (2-azahypoxanthine、AHX)」を発見し、さらに、芝の生長を抑制する「イミダゾール-4-カルボキシアミド (imidazole-4-carboxamide、ICA)」も見つけました。また、AHXは植物に取り込まれると、2-アザ-8-オキソヒポキサンチン (2-aza8-oxohypoxanthine、AOH) になることが判明しました(図2)。これら3つの化合物を、Nature(505巻、298頁、2014年)がこの研究を紹介した記事の見出し“fairy chemicals”から「フェアリー化合物」と命名しました。

このフェアリー化合物は、あらゆる植物の生長を制御

したことから、私は「植物自身もフェアリー化合物を作っているのではないか?」と考え実験を行ったところ、予想通りの結果を得ました。例えば、三大穀物である米、小麦、トウモロコシの可食部にもフェアリー化合物が存在していました。つまり、私たちは毎日フェアリー化合物を食べていることとなります。さらに、フェアリー化合物は、米、小麦などの穀物や野菜類の収量を大幅に増加させることがわかりました。しかも、低温、高温、塩、乾燥などの栽培の悪条件下でさらにその効果を発揮します。現在、フェアリー化合物の実用化に向けた研究を静岡大学の農場で行っています。

今後の展望

植物に普遍的に存在し、生長促進活性をもつことから、フェアリー化合物は新しい「植物ホルモン」であることや、作物を増産させ、悪環境下でも作物を栽培できる新しい「農薬(植物生長剤)」の開発につながる事が期待されています。

フェアリー化合物が新しい植物ホルモンと認知されるように、植物体内におけるフェアリー化合物の生合成経路や代謝経路を明らかにしていきたいと考えています。また、民間企業と共同でフェアリー化合物の実用化に向けた研究を進めています。

関連する科研費

平成18-19年度 特定領域研究「キノコからの生体機能分子の探索とその作用機構解明」

平成24-25年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「菌類が他の生物に及ぼす「異常」を惹起する分子の探索とその活性発現機構の解明」



図1 輪状に色濃く繁茂したフェアリーリング
(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hexenring_auf_einer_Wiese,_Sperrberg,_Niedergailbach.JPG)

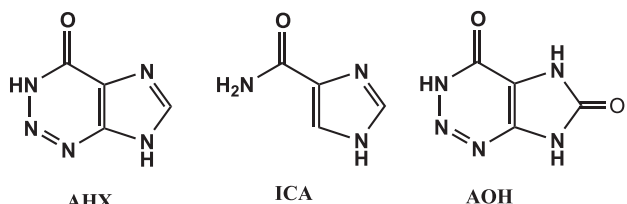


図2 フェアリー化合物の構造

養殖魚類における 耐病性メカニズムの解明を目指して

東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 教授

坂本 崇



研究の背景

水産養殖においては、生産過程で毎年疾病が発生し、被害をもたらしています。クロマグロやウナギでは、養殖業のほとんどに天然種苗を用いていることから、天然魚から短期間で耐病性人工種苗を作出する育種技術開発が必要とされています。また、ヒラメは水産養殖の重要種ですが、養殖現場における疾病被害額は、生産額の13~31%にも及んでいます。中でも、ヒラメのウイルス性疾病であるリンホシスチス病は、感染すると体表に醜悪な細胞塊を形成して商品価値を失うことから、ヒラメ養殖において対策が必要な重要疾病のひとつです(図1)。しかし、その対策として有効な治療法がなく、長年にわたって水温上昇による自然治癒に任せていました。

研究の成果

リンホシスチス病の耐病性研究では、耐病性遺伝子座に連鎖する遺伝マーカー (Fuji et al., 2006) を明らかにしています。そして、その遺伝マーカーを用いて、マーカー選抜育種法による世界初の養殖魚であるリンホシスチス耐病性ヒラメを実用化しました (Fuji et al., 2007)

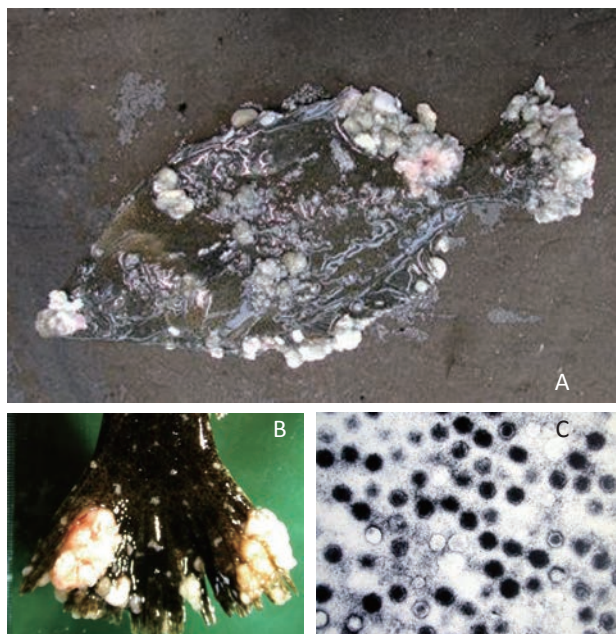


図1 A、B：リンホシスチス病罹患魚 C：リンホシスチスウイルス

(図2)。しかしながら、リンホシスチス病に対する耐病性メカニズムは不明のため、現在は、耐病性遺伝子の単離に向けた研究を進めています。これまでに、耐病性遺伝子座領域の全塩基配列情報を入手し、連鎖解析により候補遺伝子の存在する領域を約130kbpまで限局化しました。さらに、その領域に存在する遺伝子を単離し、発現解析や塩基配列解析の結果から候補遺伝子を複数個まで絞り込むことに成功しました。

今後の展望

魚類で初となる耐病性遺伝子の単離は、魚類のウイルス病に対する耐病性メカニズムの解明につながるだけでなく、天然資源から耐病性形質を保持する魚を遺伝子選抜し、新しい品種を作り出す新規育種技術になると考えられます。このことは、水産分野に大きな革新・進展をもたらすものと期待できます。

関連する科研費

平成15-17年度 基盤研究 (B) 「水産有用魚類におけるゲノム情報の高度利用化に関する研究」(研究分担者) 研究代表者：岡本 信明 (東京海洋大学)
平成22-24年度 基盤研究 (C) 「複数疾病耐病性系統作出のためのゲノム育種技術開発」
平成25-27年度 基盤研究 (B) 「ヒラメにおけるウイルス耐病性遺伝子の単離」



図2 実用化され市販されている耐病性ヒラメ

腸内細菌由来物質による 免疫恒常性維持機構の発見

国立研究開発法人理化学研究所 統合生命医科学研究センター グループディレクター

大野 博司



研究の背景

ヒトの腸管には500~1,000種類、100兆個以上にも及ぶ細菌が生息しています。これら腸内細菌は私たちのからだにさまざまに影響することで、健康や病気と密接に関係すると考えられており、そのひとつに免疫系の刺激があります。免疫細胞の1種である「制御性T細胞」は、過剰な炎症を抑制することで免疫系のバランスを維持しています。最近の研究で、この制御性T細胞の分化に、腸内細菌が重要な役割を果たしていることが示されましたが、その分子メカニズムは不明でした。

研究の成果

腸内細菌は、動物の消化液で分解できない食物繊維を腸内発酵により代謝し、有用な代謝産物を作りだします。こうした代謝産物は腸管粘膜でエネルギー源として使われるほか、腸の収縮運動を高めるなどの働きをしています。さらに私たちはこの腸内細菌の代謝産物が制御性T細胞の分化誘導に何らかの役割を果たしている可能性に着目しました。そこで、マウスに食物繊維が多い餌（高繊維餌）と少ない餌（低繊維餌）を与えたところ、高繊維餌を与えたマウスでは低繊維餌を与えたマウスに比べて制御性T細胞の分化誘導が促進されることがわかりました。

次に高繊維餌を与えたマウスと低繊維餌を与えたマウスの腸内の代謝産物を網羅的に測定し、比較しました。そして、高繊維餌を与えたマウスの腸内で特に多く産生されている代謝産物をピックアップし、それらが制御性T細胞の分化誘導を促進するかどうかを検討したところ、代謝産物のひとつである酪酸が制御性T細胞の分化

を強く誘導することを突き止めました。さらに、酪酸が制御性T細胞への分化誘導に重要な*Foxp3*遺伝子の発現を高めていることも明らかにしました。

これらの結果から、食物繊維の多い食事を摂ると腸内細菌により酪酸が作られ、その酪酸により炎症抑制作用のある制御性T細胞を増やすと考えられました。実際に、実験的に大腸炎を起こす処置をしたマウスに酪酸を与えたところ、制御性T細胞が増え、大腸炎が抑制されました。

今後の展望

クローン病や潰瘍性大腸炎などのヒトの炎症性腸疾患においても、酪酸を作る腸内細菌の数や、酪酸自体が減少することが知られています。今回の発見は、腸内細菌が作る酪酸には炎症性腸疾患の症状を抑える役割があることを示しており、病態の解明や新たな治療法の開発に役立つと期待されます。また、今回用いた実験手法を応用することで、まだ知られていない腸内細菌の役割を明らかにしていきたいと考えています。

関連する科研費

平成20-24年度 新学術領域研究（研究領域提案型）「上皮細胞極性物流システムによる粘膜免疫制御機構の研究」

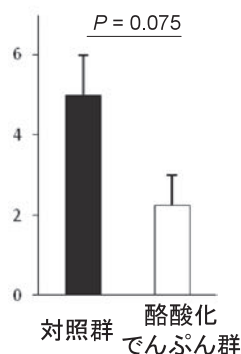


図1 酪酸摂取による大腸炎抑制
大腸炎を起こす処置をしたマウスに通常のでんぷん（対照群）または酪酸化でんぷん（酪酸化でんぷん群）を摂取させた後、炎症の程度を数値化して評価した。酪酸化でんぷん群では対照群より炎症の程度が軽いことがわかる。

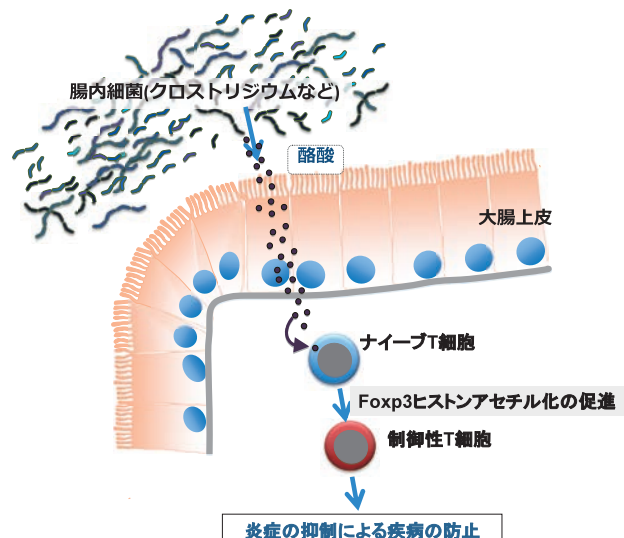


図2 腸内細菌によって生産された酪酸が、抗原と一度も出会ったことのないナイーブT細胞のF_{oxp3}遺伝子の発現を促進する。この作用により制御性T細胞への分化が促進され、腸管の炎症が抑制される。

リンパ球をリンパ組織から血管内に移動させるためのS1P 輸送体Spns2

国立研究開発法人国立循環器病研究センター 細胞生物学部 部長

望月 直樹



研究の背景

免疫を担当するTリンパ球やBリンパ球は、リンパ組織（胸腺・骨髄・リンパ節）から血管・リンパ管に入って全身を巡り、標的部位に到達することが機能を発揮するために必要です（図1）。リンパ球をリンパ組織から血管内に移動させるには、スフィンゴシン1-リン酸（S1P）によるリンパ球の誘導が大事なことは知られていましたが、それをどのように行っているかは不明でした。

研究の成果

私たちは、S1Pを細胞内から細胞外へ輸送する輸送体としてSpns2 (spinster 2) を発見しました。全身の細胞にあるSpns2の遺伝子を破壊し、Spns2の発現を抑えたマウスを調べたところ、胸腺・骨髄・リンパ節ではリンパ球数が増加していましたが、血液中ではリンパ球が減少していました。これは、Spns2によってS1Pが細胞外へ輸送されないと、リンパ球はリンパ組織から血中へ移行できないことを示しています。また、血管内皮細胞とリンパ管内皮細胞にあるSpns2遺伝子だけを破壊した場合でも、リンパ球の血中への移行が阻害されていました。この結果から、リンパ組織の血管内皮細胞とリンパ管内皮細胞に発現するSpns2は、S1Pを血管

腔外あるいはリンパ管腔外に向かって輸送することで、リンパ球を血管やリンパ管内に移動させる機能を果たしていることがわかりました（図2）。

今後の展望

自己免疫性疾患や多発性硬化症では、血管やリンパ管にリンパ球を過剰に集積することが病態の本質となっています。そこで、Spns2の機能を阻害すれば、リンパ球の標的組織への遊走を阻害し、病気を治療できる可能性があります。

多発性硬化症モデル動物でSpns2を抑制したときの病態の変化を観察することによって、Spns2を標的とした治療の可能性を探りたいと考えています。

関連する科研費

平成24-26年度 基盤研究 (B) 「スフィンゴシン1-リン酸輸送体Spns2の哺乳類での機能」

平成22-26年度 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「ライブイメージングによる血管-神経ワイヤリングの誘導・維持機構の解明」

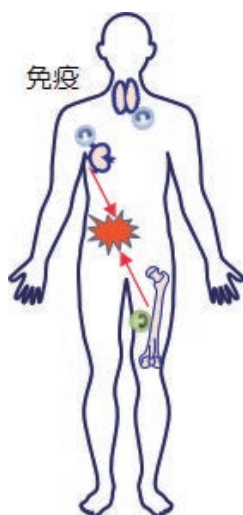


図1 リンパ球の炎症部位からリンパ組織への遊走
骨髄、リンパ節、胸腺などのリンパ組織から炎症部位（赤）にTリンパ球・Bリンパ球が遊走して免疫反応を起こします。

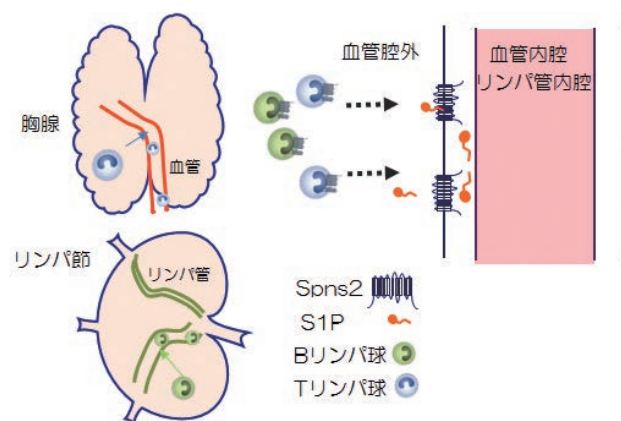


図2 血管内皮細胞とリンパ管内皮細胞に発現するSpns2
リンパ組織（胸腺、リンパ節）に存在するリンパ球は、血管（胸腺）あるいはリンパ管（リンパ節）内に入るにより全身循環に入ります。このとき、血管内皮細胞・リンパ管内皮細胞に発現するSpns2リンパが腔外に向けてS1Pを輸送することで、リンパ球に発現するS1P受容体を活性化して、腔内への遊走を促します。そのため、内皮細胞に発現するSpns2が免疫機能では重要です。

情報学と文学の融合を考える

人間文化研究機構国文学研究資料館 名誉教授 安永 尚志



私と科研費について、まず思い浮かべるのは、1976年から79年に実施された文部省科研費による特定研究「情報システムの形成過程と学術情報の組織化」である。故猪瀬博先生代表で、全体で10億円を超える経費で、500人を越える研究者が参加した。その総括班に入れていただき、大学間コンピュータネットワークの形成に参画させていただいた。インターネットはまだ無く、Inter-University Computer Networkとしての先駆けの実用化研究である。この科研費は、文部省の重点施策とされ絶大な支援を得た。1973年から75年の特定研究「広域大量情報の高次処理」(故島内武彦先生代表)の研究成果を引き継ぎ、日本の情報学研究を先導し、推進し、多大な貢献を果たした。

研究生活の前半は、大学で主に情報通信工学の研究で過した。後半は大学共同利用機関の国文学研究資料館に異動した。大学での研究は、教育を伴って行われる自由な個人研究が主である。大学共同利用機関でのそれは、教育を持たない目的指向の業務研究である。ただし、最近では大学共同利用機関は総合研究大学院大学に加入し、高等教育の一端を担っている。学術振興会のホームページで、渡辺晃宏先生(奈良文化財研究所)のご指摘に頷いている。とくに、人文科学系の研究機関においては、業務研究しかなく、個人研究はないと言うものである。

国文研では、コンピュータのお守りが仕事であった。これに伴う研究課題は多種多様で、かつ情報学分野での人文学の応用研究は未開拓の領域であった。例えば、古文を含む日本語処理1つとっても、有効な入力手段もなかった(JIS日本語文字規格が制定された頃)。業務研究は業務費という校費であるが、その目的外使用は許されないし、予算も少額である。コンピュータのお守りには外部資金が不可欠だった。科研費は、業務研究の枠をはみ出での申請となった。研究を推進するためには重要な経費であり、獲得に真剣に努力した。お陰様でずいぶんと世話になって、国文学研究におけるコンピュータ活用も端緒が開けた。感謝しても仕切れない。しかし、これらの科研費は機関として突出しており、他の申請に圧迫となった。コンピュータは金食い虫だという批判もさんざん聞かされた。人文学には高額の研究費は要らないとされるが、情報の組織化には膨大な継続的な資金が必要である。

とくに、データベース作りである。初期の学術用データベースは大型計算機センターを中心に、海外からの導入で対処しており、我が国独自の形成は進んでいなかった。1985年に学術調査官に任じられ、学術情報の組織化や学術情報センター(現国立情報学研究所)の創設、研究成果公開促進費(データベース)の充実化の施策に携わった。大学共同利用機関などが有する独自の専門的情報資源のデータベース化を進める必要があり、なかでも日本文化情報資源の情報発信が強求められていた。

(1) 日本文学研究資源の組織化

1983年、国文学研究資料館への転任に伴い、国文学研究に関わる様々な資料、情報の構造分析を行い、情報学からの組織化の基本的理念をまとめた。データベース、一般研究、試験研究、国際学術研究などの科研費を得て、日本語(古文を含む)によるデータベースの構築が可能となった。開発研究した主なデータベースは、古典籍の所蔵目録、総合目録、研究論文目録、全文(日本古典文学大系、断本大系等)、原

本画像など多岐にわたる。とくに、1987年のマイクロ資料目録データベース公開は、日本語による日本文化資源の最初の事例であり、そのCD-ROM化も含め、国内外の利用者から好評を得た。

1988年から5ヶ年で実施したデータベース、試験研究、特定領域研究などの科研費による日本古典文学本文データベース研究は、岩波書店旧版「日本古典文学大系」全100巻約600作品などの全文データベースで、1998年の試験公開以来、海外から高い評価を得ている。そのデータ記述文法(KOKINルール)は最初期の実用化研究成果であり、SGML(Standard Generalized Markup Language)やTEI(Text Encoding Initiative)に先駆け、かつそれら同等の記述能力が実証された。

文科系研究資料情報は一般に大量多種多様で、情報表現も文字、数値、画像、音声など複雑に絡みあった構造を持つ。研究過程で生成される学術資料情報も同様で、これらの総合的な利活用によって教育研究が行われる。基盤研究や重点領域研究による資料情報のあり方と情報構造の把握、それに基づく組織化を研究した。データベースを活用して、国文学研究に新たな知見を得ることができるとして研究を進めた。電子本「漱石と倫敦を作る」は、その一例のシミュレーションモデルである。

(2) 国際コラボレーション

2001年度から5ヶ年に渡って実施した基盤研究(S)「国際コラボレーションによる日本文学研究資料情報の組織化と発信」は、中間評価、最終評価において高い評価を得た(A+)。研究分担者の原正一郎助教授(現京大教授)の貢献が大きい。海外の大学、研究機関、学会などとの国際コラボレーションにより、日本学学術資料情報(研究ディレクトリ、研究論文、全文資料など)を集積し、インターネットにより発信している。とりわけ、イタリア、フランスでの日本学に関わる学術情報をほゞ網羅し組織化し、国際的な活用度も高い。その資源共有化は総研大での教育研究にとっても不可欠な要件となっている。

2004年度より推進した特定研究や共同研究「文化情報資源の共有化システムに関する研究」は、柴山守教授(京大)、原教授など30人を超える各機関の研究者の協力により、人文科学におけるデータベースを統一的、横断的に検索、利用する仕組みを研究し、実用化を目指したものである。この研究では、プロジェクトに参加している8つの人文系研究機関が持つ30個ほどのデータベースを実際に接続し、横断検索するシステムを構築し、実証実験を通じて実用性を確認した。現在では、人間文化研究機構の資源共有化事業として、これらの研究成果を踏まえた総合的な基幹的事業として推進されている。

〈閑話休題：猪瀬先生と俳句〉

国文研に移ってハタと困った。異次元世界に飛び込んでしまったような違和感の連続で、数年戸惑っていた。文学と情報の融合と言うと格好は良いが、そう簡単ではない。よく先生に相談に行った。あるとき、ジョークだと言われたが、「コンピュータで俳句でも捻って来い」というものだ。昨今、将棋やチェスのゲームでは、コンピュータが人間に勝つまでになってきたが、俳句は未だに捻れない。これは実に難題で今では諦めている。

学級アセスメントツールQ-Uの開発および教育実践モデルの提唱

早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 **河村 茂雄**



科学研究費助成事業(科研費)

児童の学級適応感を低下させる教師特有のピルーフの調査・検証と修正モデルの開発(1995 奨励研究(B))

教師が活用できる児童生徒の人間関係能力育成プログラムの開発(1999-2001 基盤研究(C))

児童の学習・友人関係形成・学級活動意欲を向上させる学級集団形成モデルの開発(2009-2011 基盤研究(C))

中学生の対人交流・集団活動・学習の意欲と進路意識を向上させる学級集団モデルの開発(2012-2014 基盤研究(C))

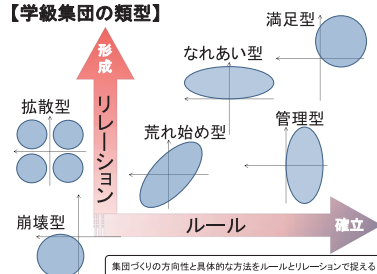


図2 学級集団の状態像により児童生徒への教育効果は異なる!

学級集団といじめ(小学校)

引用文献:河村茂雄著「データが語る①学校の課題」図書文化

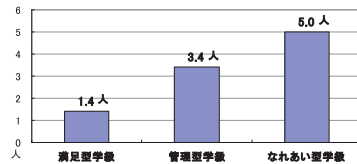


図3 『教師と教え子 友達感覚 なれあい型学級 いじめ多く』(毎日新聞 2006.11.24)

児童生徒のいじめや不登校、学級崩壊が増えるにつれて、教師が児童生徒個人と学級集団の実態をよく理解することの重要性が増していった。そのためのツールとしてアンケートを用いた心理測定があるものの、従来のそれは、項目数が多く実施に時間がかかったり、調査結果を実践に活かしにくいなどの問題があった。

そこでマズローの欲求段階説を参考にして、「自身が周りから認められていると感じる度合い」(承認感)と「嫌なことをされていると感じる度合い」(被侵害感)の2つに質問要素を絞り、それぞれを縦軸・横軸として児童生徒1人1人の結果を座標で表す測定法Q-U (Questionnaire-Utilities) を考案した。

例えばある生徒のアンケート結果が、承認得点が著しく低く被侵害得点が著しく高い「要支援群」に分類されるのであれば、早急に個別対応が必要であることがわかる。また、学級に所属する児童生徒全員の結果の分布から学級の状況が分類可能であり、例えば「なれあい型」に分類された場合は学級内のルールが低下していることが読み取れる。

Q-Uは15分ほどの短時間で実施することができ、結果が視覚的に整理されるため、データの解釈に専門的知識を要しない。そのため教育現場で広く活用されており、教師の認識と学級の実態のギャップを縮めて問題を予防することに貢献している。

図1 Q-Uでは児童生徒の学級・学校生活に対する満足度を4群で表す。



正確かつ安全に対象物を掴むインテリジェントロボットハンドの開発

電気通信大学 大学院情報理工学研究所 教授 **下条 誠**



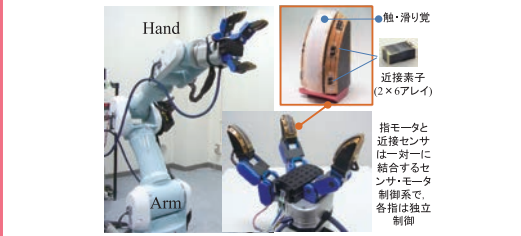
科学研究費助成事業(科研費)

触覚センサシステムの開発と視覚チップとのセンサ情報の統合(2004-2006 基盤研究(B))

近接覚から触覚までをシームレスにつなぐ汎用触覚センサ構成方式の研究開発(2007-2009 基盤研究(A))

統合型触覚センサアーキテクチャの研究開発(2010-2013 基盤研究(A))

近接覚を用いた自律制御型ハンドの研究開発と不良視環境下での遠隔操作への応用(2014-2016 基盤研究(A))

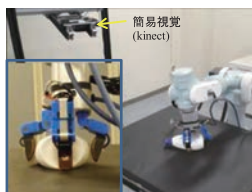


近年国際的競争力の向上のため、生産システムの高度自動化が進んでいる。特に、高機能なハンドの実現は、人間の作業を再現する汎用デバイスとして革命的な価値をもつ。

そこで、センサ機能を統合した知的ハンドを計画した。まずセンサとして赤外光の反射から接近度合いを読み取る近接覚センサアレイを開発し、ハンドを近づけるだけで自動的に物体の形に依って把持を行い、また接触の位置と力を検出する接触覚、物体を滑らさず適切な力で把持する滑り覚と統合し、近接から接触までを淀みなく行い、最適な力で物体をつかむことを可能とした。

近接覚と接触覚は同じアナログ回路方式で、高速で反応でき、また配線の数を大幅に減らして、使いやすさが向上した。

ハンドは、物体形状に依り、移動に自動追従できるため、例えば遠隔操作では、操作者が近くまで誘導すればハンドが自動的に物体の把持を行い、操作の確実性と高速化の向上が期待できる。また、物体毎の制御ソフトウェアが不要、センサ・制御系一体型のためコンパクト、高速な把持動作が可能などの特徴があり幅広い用途での活用が見込まれる。



平成27年度科研費の交付内定について

科研費制度では、研究者の方々に年度当初から研究に着手していただけるよう、早期の交付内定に努めています。平成27年度の科研費については、平成27年5月31日現在、以下の研究種目について交付を内定しています。

「特別推進研究」、「新学術領域研究（※）」、「基盤研究（S）」、「基盤研究（A・B・C）（※）」、「挑戦的萌芽研究」、「若手研究（A・B）」、「研究活動スタート支援（継続）」、「奨励研究」、「研究成果公開促進費（研究成果公開発表（B・C）・国際情報発信強化・学術定期刊行物・学術図書・データベース）」、「特別研究員奨励費（第1回）」

（※）研究領域提案型の新規の研究領域分及び基盤研究（B・C）の特設分野研究の新規分を除く。

なお、科研費の交付内定後、科学研究費助成事業データベース「KAKEN」で交付内定情報を公開しています。

平成27年度科学研究費助成事業の審査結果等の開示について

科学研究費助成事業の審査結果等については、電子申請システムを利用した電子的開示を下記の要領で行っています。

【開示期間】

- 平成27年4月24日(金)～平成27年11月27日(金)

【対象種目】

- 新学術領域研究（研究領域提案型）（公募研究）
- 基盤研究、若手研究、挑戦的萌芽研究
- ※基盤研究（B・C）の特設分野研究については別途開示

【開示内容の閲覧方法】

- 独立行政法人日本学術振興会のWebページ「電子申請のご案内」に掲載の「研究者向け操作手引（審査結果開示用）」をご確認ください。

URL： <http://www-shinsei.jstps.go.jp/kaken/topkakenhi/download-ka.html#tebiki1-2>

※審査結果等の開示は、審査の結果採択されなかった研究課題及び審査に付されなかった研究課題について、研究計画調書提出時に開示希望のあった研究代表者に対してのみ行うものです。

科学技術の状況に係る総合意識調査（NISTEP定点調査2014）の結果について

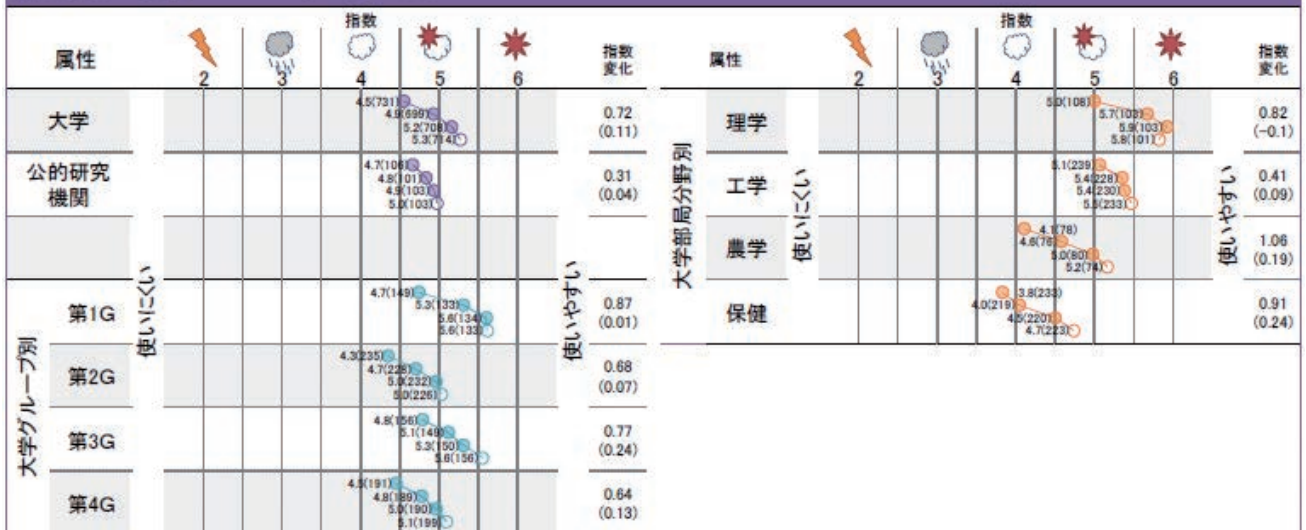
日本の科学技術やイノベーションの状況変化を把握するため、科学技術・学術政策研究所により、産学官の研究者・有識者に対する意識定点調査が実施（2011～2015年度の5年間にわたって実施する調査の4回目）され、調査結果が公表されています。（<http://www.nistep.go.jp/archives/20811>）

● 「科学技術の状況に係る総合的意識調査（NISTEP定点調査2014）」 [NISTEP REPORT No.161, 162]

科研費制度に関する調査結果は下図のとおりですが、今回の定点調査において最も指数が上昇しているのは、科研費における研究費の使いやすさについての質問となっています。

また、科研費制度では、2011年度から研究費の基金化を導入していますが、研究費の基金化についての質問は2011年度から引き続き、定点調査の質問の中で一番高い値となっており、科研費制度は研究者や有識者から高い評価を受けています。

Q1-19: 科学研究費助成事業(科研費)における研究費の使いやすさ(例えば入金の時期、研究費の年度間繰越等)の程度はどのように思いますか？



Q1-20: 研究費の基金化は、研究開発を効果的・効率的に実施することに役立っていますか。



※指数は4.5～5.5でほぼ問題はなく、5.5を超えると状況に問題はないことを示しています。

小・中・高校生のための
プログラム



KAKENHI

「ひらめき☆ときめきサイエンス」とは、「科研費」により行われている最先端の研究成果に小中高校生の皆さんが、直に見る、聞く、ふれることで、科学のおもしろさを感じてもらおうプログラムです。

○平成26年度に実施されたプログラムの事例紹介



『ことば・心・コミュニケーション』

呂本 俊亮（東北大学・災害科学国際研究所・教授）

コミュニケーションは「言葉」だけでなく、相手をよく知り、認めることの大切さをレクリエーション・講義を通して学びました。



『ビデオ映像を使ってケガに繋がる動きを観察してみよう！』

笹木 正悟（東京有明医療大学・保健医療学部・講師）

自分の動きを分析しケガの原因となるクセを発見し、テーピングの巻き方や試合時にとるべき食事について学びました。



『地域の自然から学ぶ放射線の不思議 —三朝温泉の温泉水から放射線！—』

中村 麻利子（鳥取大学・技術部・技術専門員）

三朝温泉や梨の品種改良を例にして、身の回りにも放射線が存在し、自分たちの生活に関わっていることを学びました。

平成27年度も、夏休みを中心に、多くの体験プログラムを実施します。

「ひらめき☆ときめきサイエンス」の詳細は、<http://www.jsps.go.jp/hirameki/index.html> をご覧ください。



【科研費に関するお問い合わせ先】

文部科学省 研究振興局 学術研究助成課

〒100-8959 東京都千代田区霞が関3-2-2

TEL. 03-5253-4111 (代)

Webアドレス http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/main5_a5.htm

独立行政法人日本学術振興会 研究事業部 研究助成第一課、研究助成第二課

〒102-0083 東京都千代田区麹町5-3-1

TEL 03-3263-0964,4758,4764,0980,4796,4326,4388 (科学研究費)

03-3263-4926,1699,4920 (研究成果公開促進費)

Webアドレス <http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>

※科研費 NEWS に関するお問い合わせは日本学術振興会研究事業部企画調査課 (03-3263-1738) まで