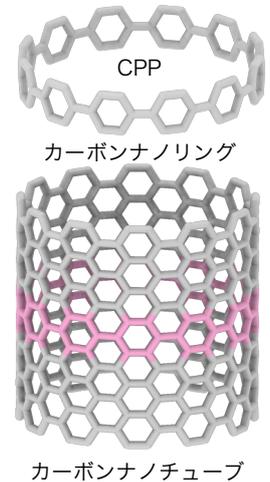


発表テーマ 含硫黄カーボンナノリングの合成と光物性

氏名、所属、職名 伊藤英人、名古屋大学教養教育院、講師

(名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻化学系 伊丹研究室 協力教員)

【背景】有機合成化学とは、分子の化学的性質や様々な化学変換反応を駆使し、望みの化合物を合成する、あるいはその合成方法論を開拓する学問である。有機合成化学の発展が我々の生活をより豊かにすることはもちろん、さらには危惧されている世界のエネルギー・資源問題を根本的に解決する可能性があると言っても過言ではない。私は北海道大学理学部澤村研究室における博士課程の研究において、世の中の多くの医薬品や機能性化合物中に含まれる「環状分子」を効率的に構築できるような方法論・触媒反応の開発を行ってきた。2012年より名古屋大学伊丹研究室へ異動後は、新たにカーボンナノリング・カーボンナノチューブ(CNT)の有機合成に興味を抱いた。いずれも環状分子である。CNTはその優れた化学的・物理的性質によって、次世代炭素マテリアルとしての応用が世界中の様々な分野から期待されている。現在までのところ、電気化学的手法・熱分解法等によって供給されているが、様々な直径・側面構造の混合物としてしか得られていない。CNTの直径・構造・長さを分子レベルで制御し、作り分けることは困難である。一方近年、伊丹研究室ではCNTの最小構成単位ともいえるカーボンナノリング類(特にCPP)の合成に成功し、これらを鋳型とした分子式で表すことのできる“**化学的に純粋なCNTの完全化学合成**”を次なる目標に掲げている。

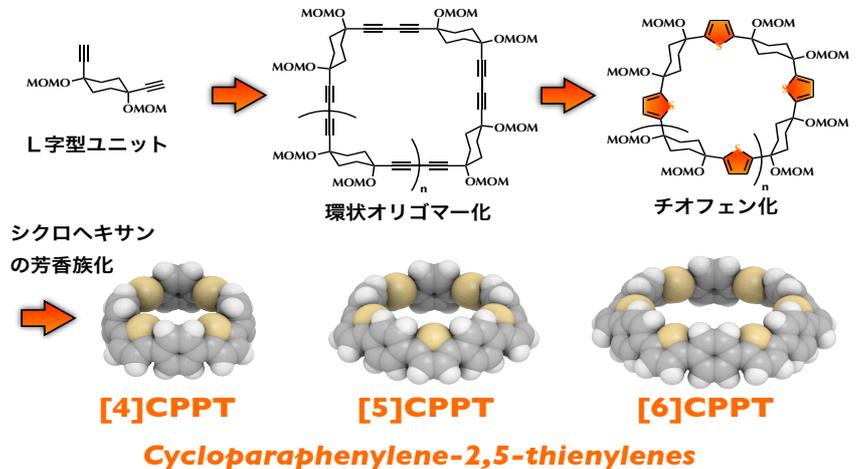


【研究内容】このような背景のもと、私は**硫黄原子を含んだカーボンナノリング (CPPT)** を新たに設計し、これがCNTの完全化学合成への足がかりとなることを期待して合成を行った。目的の含硫黄カーボンナノリング CPPT はベンゼン、チオフェンといった部分構造が交互に環状に連なった構造をとっている。何れの部分構造もそれら単体では平面構造が安定である一方、環状であるCPPT上のベンゼン、チオフェン部分は大きくたわんでおり(大きな歪みエネルギーがかかっている)、このことが合成を困難にさせると予想される。そこで曲がったベンゼンの前駆体としてシクロヘキサンL字型ユニットを、チオフェンの前駆体としてアルキンを用いることで、歪みのない環状骨格を構築してから最後にチオフェン、ベンゼンへと誘導してCPPTを効率的に合成ができるのではないかと考えた。

含硫黄カーボンナノリング(CPPT)の世界初合成

【結果】

種々検討した結果、L字型ユニットを合成した後、三段階でサイズの異なる3つのCPPTの合成に成功した。またX線結晶構造解析、紫外可視吸収スペクトル測定等によって、CPPTのユニークな特徴を明らかにした。今後は、CNTへの拡張反応、分子包摂能などについて検討する予定である。

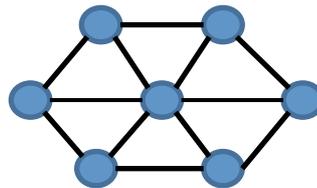


H. Ito, Y. Mitamura, Y. Segawa, K. Itami, *manuscript in preparation*.

Fast Exact Shortest-Path Distance Queries on Large Networks by Pruned Landmark Labeling

吉田悠一 国立情報学研究所 特任助教

グラフ上の最短経路クエリを処理するアルゴリズム Pruned Landmark Labeling (PLL)について紹介する。グラフとは以下の様な頂点を枝で結んだ構造を指し、計算機科学のあらゆる場面で現れる。



グラフ上の 2 頂点間の最短経路は、幅優先探索や Dijkstra のアルゴリズムにより (ほぼ) 線形時間で計算できるということが古くから知られている。しかし、対話的なシステムの中で大規模なグラフ上の多くの頂点对について最短経路を必要とするような状況などでは、それらは時間がかかりすぎる。そこで、グラフに対し予め前計算を行い前計算の結果を用いて最短経路を高速に応答するアルゴリズムが開発されてきており、PLL はその 1 つである。

PLL のアルゴリズムは驚くほどシンプルなものである。前計算は枝狩り幅優先探索を全頂点から行い、クエリの処理では 2 つの配列を走査するだけである。ただし、枝狩りのルールは巧妙かつ非自明で、構成中の未完成の前処理データにクエリを発行するという興味深い動作になっている。ソーシャルネットワークやウェブグラフ等の現実世界のグラフであれば、数億辺のグラフを数時間で前計算し、クエリに数マイクロ秒で答えることができる。近いクエリ時間を持つ既存の手法では、数時間で前処理ができる限界が数百万辺のグラフに留まっていたため、一気に 2 桁のスケーラビリティ改善を達成したと言える。また、PLL が効率的である理由は、ハブの存在やコアフリンジ構造など実ネットワークに共通して知られる性質により説明することができる。

【参考文献】

Takuya Akiba, Yoichi Iwata, and Yuichi Yoshida. Fast exact shortest-path distance queries on large networks by pruned landmark labeling. In Proc. 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD), pages 349-360, 2013

【背景と目的】

我々が日常目にしている様々な現象は、膨大な数の原子や分子の相互作用により起こっている。原子・分子レベルの小さな世界はマイクロ（微視的）な世界、我々が日常目にする世界はマクロ（巨視的）な世界と呼ばれ、その関係性を明らかにすることが統計力学と呼ばれる分野の研究テーマである。マイクロな世界は非常に複雑で、その全てのふるまいを正確に記述し予想することは不可能だと考えられているが、一方でマクロな世界の現象の多くは、非常に規則的で良く理解されている。

そうした現象の代表的なものが熱等の拡散現象である。熱は、熱いところから冷たいところへ流れ、またそのスピード（単位時間あたりに流れる熱量）は温度の差の定数倍となることが知られている。このような性質が、マイクロな世界のどのような規則性から導かれるのか、ということは統計力学の主要な問題の一つである。この問いに関して、物理的な視点からは多くのことが明らかになっているが（とはいえ、未だこの問いに関連した様々な研究が行われているが）、厳密な数学理論に基づく解答は、まだ十分には得られていない。このような拡散現象をはじめとした様々な統計力学の問題に、数学的な基礎付けを与えるのが、本研究の目的である。

【方法】

統計力学の数学的基礎付けにおいて、非常に重要な理論が確率論である。特に、マイクロな世界の系について与えられたなんらかのランダムな時間発展規則から、その系のマクロな物理量が従う決定論的な偏微分方程式を導出する重要な手法として、流体力学極限が知られている。流体力学極限においては、時空間パラメータを適切な比でスケールリングし、そのスケール極限において「局所平衡」の成立を厳密に数学的に証明することが鍵となる。「局所平衡」のアイディアに厳密な意味付け、および証明を与えることは、確率論における重要な課題であったが、80年代後半からの Guo, Papanicolaou, Varadhan らの研究をはじめとして、現在までに多くの成果が得られている。その結果、流体力学極限の証明について、ある程度よい性質を持つマイクロモデルに対しては一般的な手法が確立された。

一方で、応用上重要な意味を持つ多くのモデルにおいては、未だに流体力学極限の証明が困難である。実際、熱拡散の研究において最も典型的なモデルである一次元振動子鎖になんらかのランダムさを加え、流体力学極限によって熱拡散方程式を導出することは、数学的にも物理的にも非常に重要な課題であるが、いまだ振動子が調和ポテンシャルを持つ場合にしか解決されていない。そこで、本研究では、調和振動子鎖をはじめとした、応用上より重要と考えられる様々なモデルに流体力学極限が適用できるように、証明の一般化を試みた。

【結果】

非勾配型と呼ばれるモデルの流体力学極限の証明で重要な鍵となる spectral gap と呼ばれる不等式、および sector condition と呼ばれる不等式の新たな証明手法を与えた。また、近年注目されている決定論的なマイクロモデルから導出されたメゾスコピックなエネルギーモデルに対する spectral gap の証明にも成功した。これらにより、拡散現象を与えるマイクロモデルの満たす性質の一部が統一的に理解された。また、本結果により、今後流体力学極限の証明がより一般のモデルへ拡張されると期待できる。

超高分解能スピン分解光電子分光による 2 次元ラッシュバ電子系の研究

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 学振特別研究員(PD) 高山あかり

【研究目的】

電子スピンを利用したスピントロニクス素子開発に向けて、物質の電子スピン状態を詳細に決定することが急務となっている。角度分解光電子分光法は電子のエネルギーと運動量を直接測定できる強力な実験手法であるが、スピンにまで分解して測定しようとする、検出効率の低さからエネルギー分解能を落とさなければならないという問題があった。本研究では、高効率な小型モット検出器を備えた高分解能スピン分解光電子分光装置を建設し、スピントロニクスへの応用が期待される「ラッシュバ効果」を示す Bi 薄膜のスピン構造を明らかにすることを目的とする。

【研究内容】

図 1 に、建設したスピン分解光電子分光装置を示す。スピン検出効率の向上を図るため、高効率の小型モット検出器の設計と製作を行った。大立体角(30°)で電子を取り込むフォーカス電極と大面積のターゲット電極を作成し、従来よりも 10 倍以上高い検出効率を達成した。高電圧(~25kV)印加部では、当初 100,000 cps 以上のノイズが検出されていたが、電極部の表面研磨・コーティング加工、パーツの洗浄、装置ベーキングなどを行い、ノイズレベルを 0.1 cps 以下まで抑えることに成功した。建設した装置のスピン分解測定時のエネルギー分解能は、従来(100 meV)より 1 桁以上高い 8 meV を達成した[1]。

建設した装置を用いて、V 族半金属 Bi 薄膜のラッシュバ効果について研究を行った。スピン軌道相互作用により表面や界面でバンドがスピン分裂するラッシュバ効果は、電場でスピンを制御する次世代のスピントロニクス素子への応用が期待される物理現象の一つである。Bi はその典型例として知られており、これまでも研究が行われてきたが、そのスピン構造は単純なモデルで議論

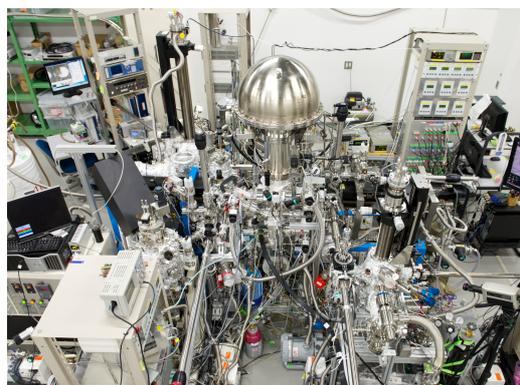


図 1 建設したスピン分解光電子分光装置

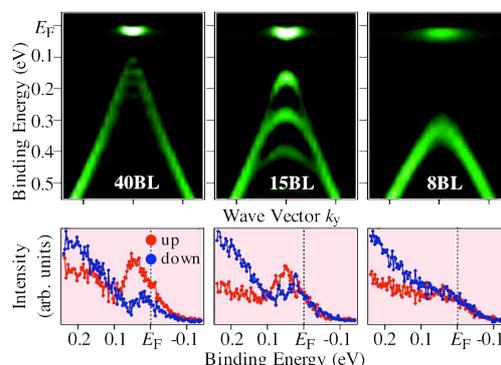


図 2 Bi 薄膜のスピン偏極率の膜厚依存性

されているのみであった。本研究では Si 基板上に作成した Bi 薄膜について高分解能スピン分解光電子分光を行い、スピン偏極率の運動量および膜厚依存性を測定した。高分解能測定の結果、Bi のラッシュバ効果は一般的なラッシュバ効果とは大きく異なり、(1)面直方向にもスピン偏極率を持つこと、(2)面内方向のスピン偏極率が運動量に依存していることを明らかにした[2]。また、(3)スピン偏極率の系統的な膜厚依存性を初めて観測し(図 2)、その結果から、Bi/Si 界面構造において表面とは逆向きのスピン構造が形成されていることを見出した[3]。本研究の結果を応用することで、大きさや向き、界面の利用など、より高い自由度でスピンの制御が可能なスピントロニクス素子の開発が期待される。

【発表論文】

- [1]: S. Souma, A. Takayama, K. Sugawara, T. Sato, and T. Takahashi, Rev. Sci. Instrum. **81** (2010) 095101.
- [2]: A. Takayama, T. Sato, S. Souma, and T. Takahashi, Phys. Rev. Lett. **106** (2011) 166401.
- [3]: A. Takayama, T. Sato, S. Souma, T. Oguchi, and T. Takahashi, Nano Lett. **12** (2012) 1776.

長期的環境問題の経済分析

阪本 浩章

早稲田大学社会科学総合学術院, Tilburg Sustainability Center, 日本学術振興会特別研究員

研究の概要

地球環境問題に代表される負の公共財に対処するためには、経済主体同士の協調が不可欠である。しかしながら、現実には問題に対する姿勢に主体間で大きな隔りが存在する。協調を必要とする課題への取り組みが齟齬をきたす要因としては、単純な選好の差異の他に、問題に伴う不確実性に関する主観的認識（信念）の食い違いを指摘することができる（Fig. 1）。このような信念の異質性は、長期的な環境問題に顕著に見られる科学的な不確実性に起因すると考えられ、非効率的な資源配分の遠因となっている。この種の非効率性が存在する時、科学的な知見に基づく公共的な情報の提供は、主体間での共通認識の形成を促し、協調的な行動を実現するための一つの政策手段となり得る。

本研究では、公共財の便益に関する信念に異質性が存在するモデルを構築し、均衡における選好と信念、および公共的情報の役割を検討した。

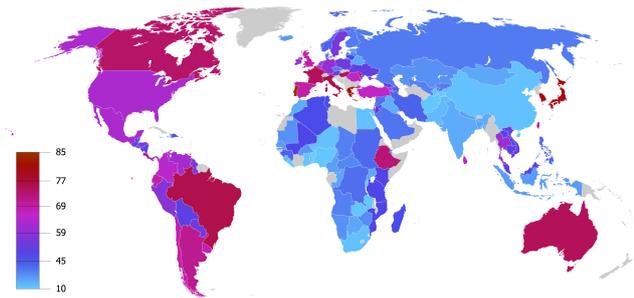


Figure 1: Climate change perceived as threat (%)

モデルと分析手法

便益を特徴付けるパラメタに不確実性のある非協力ゲームにおいて、パラメタの分布（リスク）に関して同様にもっともらしい複数の研究結果が提案されている状況を考える。また、信念を「分布上の分布」として定義し、各プレイヤーはKMM型の効用関数に基づいて行動を決定するものとする。この時、リスクや曖昧さの存在が、均衡におけるプレイヤーの行動にどのような影響を及ぼすかを明らかにし、その上で信念の異質性が社会的に望ましくない帰結をもたらす条件を特定する。

情報政策を担う主体として、平均的には正しいリスク評価が可能で中立の組織を考え、情報を受け取ったプレイヤーはBayesルールに基づいて信念を更新する。事前と事後の均衡を比較することで、情報を提供が効率性を改善するための条件を求める。また、提供される公共的情報にノイズを加えることが可能な場合についても検討し、最適な情報ノイズの有無を確認する。

結果と考察

リスク（曖昧）回避的な選好を仮定した場合、リスクや曖昧さの存在は均衡における公共財の提供を促す。また、プレイヤーはリスクに関して悲観的であるほど公共財の提供に対して積極的な姿勢をとる。この時、Pareto効率性に基づく優劣を論じることができないが、Bergson-Samuelson型の社会厚生関数を仮定した場合、限界費用関数の曲率に応じて、異質性の存在は社会厚生を改善、あるいは改悪する。特に、限界費用関数が凸である時、信念の異質性は費用面での非効率性と過少な公共財供給によって、社会的に望ましくない資源配分をもたらす。

したがって、限界費用関数の凸性を仮定した場合、各プレイヤーがリスクを過少評価している限り、公共的情報の提供は社会的に望ましいと予測される。しかしながら、信念の異質性の程度とリスクの過小評価の幅が十分大きくない時、公共的情報の提供はPareto改悪を招くことが示された。これは、情報の提供が異質性に伴う非効率性を部分的に取り除く一方で、曖昧さの存在からくる公共財供給意欲を削ぐためである。このような結果は、情報政策として定期的な情報のアップデートを行なうよりも、十分に新規性のある知見が得られた場合にのみ情報を提供する方が、公共財の過少供給を緩和する手段として優れたものであることを示唆している。

また、信念の異質性の程度が十分に大きく、「情報の提供」が「情報の秘匿」をPareto優越する場合であっても、ある一定の条件の下では情報ノイズを加えることで更にPareto改善が可能であることが示された（Fig. 2）。具体的には、事前分布について相対的に自信のないプレイヤーがより大きな幅でリスクを過少評価している場合、正の情報ノイズが次善の情報政策となる。このようなケースでは、情報を発信する際にリスク評価を明確な形で断言するよりも、ある程度不確実性が残されていることを強調する形で情報を提供する方が、社会的に望ましい帰結をもたらすと言える。

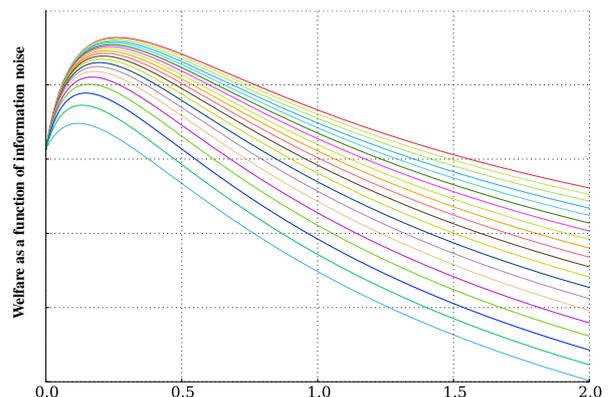


Figure 2: Welfare implications of information noise

文化財保護と活用に係る青年海外協力隊事業の成果と課題

市川 彰

(国立民族学博物館外来研究員/日本学術振興会特別研究員 PD)

【本発表の目的】

本発表では、文化財保護と活用にかかわる JICA の青年海外協力隊事業の概要と具体的実践を、中米のエルサルバドル共和国を事例として紹介する。そして、青年海外協力隊事業をパブリック・アーケオロジーの実践としてとらえた上で、開発途上国という現場で具体的にどのような活動がなされ、どのような貢献が可能か検討する。

【青年海外協力隊事業とは】

青年海外協力隊事業（以下、協力隊事業）とは、自発的に開発途上国に協力したいと考える人々を後押し、日本政府の ODA 予算により実施される事業で、途上国の人々とともに生活・協働する草の根レベルの協力を最大の特徴とする。2013 年 8 月時点で、協力隊事業により世界各国に派遣された文化財・考古学関連隊員は 24 カ国延べ 136 人にのぼる。現地社会からの要請や期待に応じて人材育成、文化財保護活動の基盤整備、観光などの現代産業・教育に関連する活動に従事している。

【具体的実践例】

- ① ウスルタン土器復元プロジェクト（村野）：
古代技術の復元と観光開発への応用
- ② 文化遺産教育プロジェクト（池田）：
考古学や文化遺産活動の学校教育への応用
- ③ ヌエバ・エスペランサ考古学プロジェクト（市川）
考古学・博物館・防災活動の連携

これらの活動は「協力隊事業」という 2 年間の長期現場密着型実践経験が契機となり実施されている。単に調査研究成果の社会還元という枠組みにとどまらず、現地コミュニティ・研究者らとの連携強化が図られることにより、学術連携機会が増加し、双方の能力・知識の向上という相乗効果が得られている点が特徴である（図 1）。

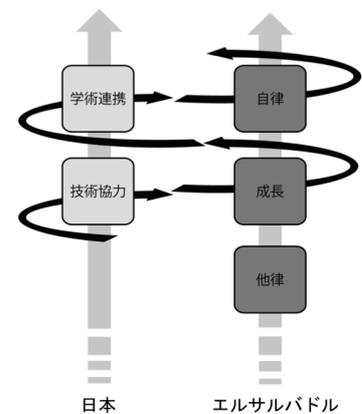


図 1 考古学への貢献可能モデル図

【展望】

協力隊事業は、海外の考古学調査・研究および現地社会への成果還元のための取り組みと、日本の考古学が直面する課題（若手研究者の実践の場の提供、学界の国際化など）への取り組みとを有機的に一体化する可能性をもつ。また、協力隊事業の活用は、長期のフィールド調査を要する学問分野（農学、国際開発、文化人類学など）においても学術・国際協力の両面で波及効果が期待できるものとする。

*本発表は 2011 年第 57 回考古学研究会総会「文化財保護と活用に係る青年海外協力隊事業の成果と課題-エルサルバドル共和国におけるパブリック・アーケオロジー」（村野正景・市川 彰・池田瑞穂）を元としている。

他者の感情的反応が行為知覚に与える影響

吉江路子 (Institute of Cognitive Neuroscience, University College London;
大阪大学大学院生命機能研究科, 日本学術振興会特別研究員 PD)

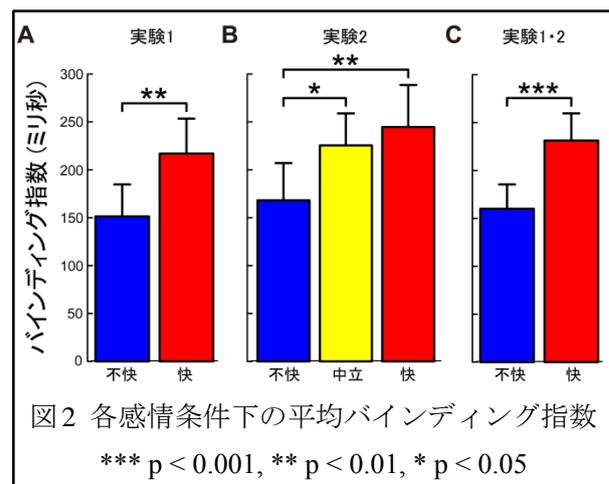
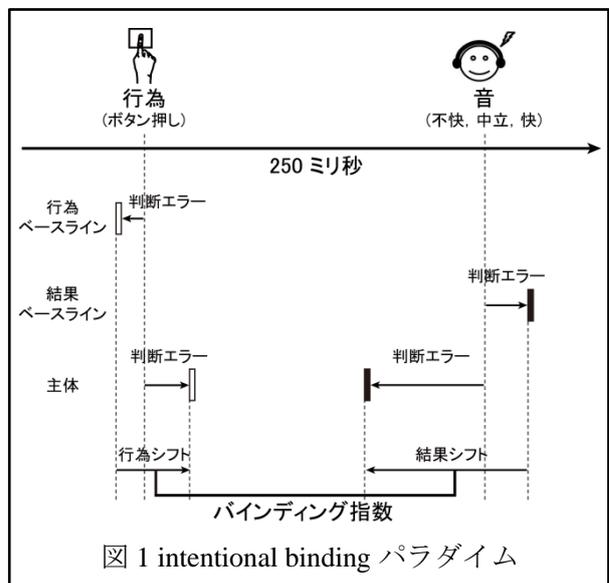
【背景と目的】私たちは、日常的に、自発的な行為を通して自分を取り巻く環境と相互作用している。その中で、自分の行為と、その行為が環境にもたらす結果との間の因果関係（例：自動販売機に硬貨を入れる→ジュースが出てくる）を学び、自分の目的を果たすための適切な行動をとれるようになっていく。このように目的志向的行動を学習・実行する際に必要不可欠なのが、「行為主体感 (sense of agency)」, すなわち「自分の行為によって、外界にある出来事が起きた」という感覚である。

通常、私たちが自発的に行う行為を行う際、行為の目的は、悪い結果というよりは良い結果を得ることである。特に、他者と接する社会的状況においては、相手を不快にさせるよりは、喜ばせたいと思って行動するのが普通である。こうした背景を踏まえ、本研究では、他者の反応の良し悪しが行為主体感にどのように影響するかを検討した。

【方法】行為主体感を客観的に定量化するため、「行為とその結果との主観的な時間間隔が狭まる」という、「intentional binding 現象」を利用した (Haggard et al., 2002)。実験 1 では、実験参加者に自分の好きなタイミングでボタン押しをしてもらい、その 250 ミリ秒後に、快声または不快声を聞かせた (主体条件)。そして、ベースライン条件と比べて、どの程度、ボタン押し (行為) の時刻と、音 (結果) の時刻とが主観的に近づいたかを定量化し (バインディング指数; 図 1), 快条件と不快条件とで比較した。実験 2 では、中立音も加えた 3 条件で同様の比較を行った。

【結果と考察】実験 1 では、快条件に比べて不快条件で、intentional binding が著しく小さくなった (図 2A)。さらに、実験 2 では、快条件と中立条件の間には binding の差がなく、快・中立条件に比べて不快条件では binding が小さくなっていた (図 2B)。

本実験結果から、自分の行為によって、他者から不快な反応が生じた時には、感覚運動統合レベルでの行為主体感が減弱することが分かった。すなわち、私たちが、悪いことが起きた時に「自分のせいではない」と思いがちである背景に、時間知覚の変化があり、こうした無意識の知覚変化が、人々が犯罪やいたずら等をつい繰り返してしまう原因のひとつである可能性が示唆された。



【参考文献】Yoshie, M. & Haggard, P. (2013). Negative emotional outcomes attenuate sense of agency over voluntary actions. *Current Biology*, in press.

ノンコーディング RNA が関与するエピジェネティックな遺伝子発現制御機構の解析

長谷川 優子 (理化学研究所・中川 RNA 生物学研究室・学振特別研究員)

【背景】

セントラルドグマの概念に基づけば、DNA が持つ遺伝情報は RNA へと転写され、タンパク質へと翻訳されることで機能する。しかし、近年のゲノムプロジェクトの進展に伴い、タンパク質の情報をコードしていない RNA (ノンコーディング RNA) が多数存在することが明らかになってきた。ノンコーディング RNA の機能は多岐に渡っており、中には染色体の制御に関わるものも含まれる。ノンコーディング RNA による染色体制御は主に DNA の化学修飾や DNA を巻き付けているタンパク質であるヒストンの化学修飾の変化が伴うことが知られる。DNA 塩基配列自体の変化は起こらないため、このような遺伝子制御はノンコーディング RNA の関与の有無に関わらず、総称して「エピジェネティックな遺伝子発現制御」と呼ばれる。従来のセントラルドグマの枠組みから外れた位置づけにあるノンコーディング RNA がどのようにしてエピジェネティックな遺伝子発現制御を担っているか、詳細はまだ明らかになっていない。

【目的】

ノンコーディング RNA を介したエピジェネティックな遺伝子発現制御機構の詳細に迫るため、本研究では、まずエピジェネティックな遺伝子発現制御に関わるノンコーディング RNA のなかでも最も研究の進んでいる Xist RNA を研究対象とした。Xist RNA は哺乳類雌において見られる X 染色体の不活性化の必須因子であるが、X 染色体に局在化して機能発現すると考えられている。そこで、Xist RNA の X 染色体への局在化を制御する因子を同定することを本研究の第一の目的とした。

【結果と考察】

Xist RNA の局在制御因子として RNA 結合タンパク質 hnRNP U を見出した。hnRNP U は Xist RNA と複合体を形成しており、このタンパク質がないと Xist RNA は X 染色体上に正しく局在化できず、X 染色体の不活性化も阻害された。したがって、Xist RNA を介した X 染色体不活性化には hnRNP U が必須因子であることが明らかになった。また、hnRNP U が Xist RNA 以外のノンコーディング RNA が関与するエピジェネティックな遺伝子発現制御にも関与するのではないかと考え、更に解析を進めたところ、X 染色体不活性化のみならず、常染色体における遺伝子発現制御にも関与していることが明らかになってきた。以上の結果から、hnRNP U がノンコーディング RNA を介した遺伝子発現制御機構を支える重要な因子の一つであると考えている。

生活習慣病発症・進展予防のためのリスク評価手法の確立
高原 充佳、大阪大学大学院医学系研究科 内分泌・代謝内科学
日本学術振興会 特別研究員

【背景と目的】

糖尿病、高血圧、心臓病、脳卒中をはじめとする生活習慣病は、今や国民の重要な健康問題となっている。糖尿病や高血圧などは、動脈硬化を進め、心臓病や脳卒中などの心血管疾患の原因となることが知られている。しかし、糖尿病があり、さらにその治療成績が悪くても、必ずしも心血管疾患を起こすとは限らない。また不摂生をしたからといって必ずしも高血圧や糖尿病になるわけでもない。国民一人ひとりの持つ疾患リスクを正確に評価し、その管理戦略が確立できればオーダーメイドの診療方針、保健・医療施策が可能となる。このため、これまでも数多くのリスク評価方法が提唱されてきたが、その予測精度は十分とはいえない。また心血管疾患については、冠動脈疾患（心臓病）や脳血管障害（脳卒中）に重点が置かれ、もう一つの心血管疾患である末梢動脈疾患やその重症型である重症虚血肢（足えそ）に焦点が当てられることは少なかった。本研究の目的は、生活習慣病の臨床学的特徴を正しく捉え、生活習慣病全体を視野に入れた、正確なリスク評価手法・リスク管理戦略を確立することである。

【方法と結果】

臨床疫学研究として、様々な健康状態にある集団を調査し、統計学的にデータ分析を行なっている。具体的には、①都市労働者など一般集団を対象に、糖尿病をはじめとする代謝異常のリスク等について分析し [1-8]、②糖尿病などで治療中の患者を対象に、心血管疾患のリスクや治療効果等について分析し [9-16]、③重症虚血肢など心血管疾患患者を対象に、死亡や足切断などのリスク等について分析を進めている [17-22]。さらに、手段として利用している統計学的手法が絶対的なものでないことにも留意し [1]、従来汎用されてきた統計学的評価手法そのものにも改良の余地があると考え、その見直し、改良にも取り組んでいる [23]。

【参考文献】

- [1] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb* 19: 767-78, 2012. [2] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb* 20: 57-64, 2013. [3] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb* 20: 310-2, 2013. [4] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb* 20: 401-3, 2013. [5] Takahara M, et al. *Endocr J*, 60: 923-30, 2013. [6] Takahara M, et al. *J Diabetes Invest*, 2013 [Epub ahead of print] (doi:10.1111/jdi.12056). [7] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb*, 2013 [Epub ahead of print] (doi: 10.5551/jat.17376). [8] Takahara M, et al. *Endocr J*, 2013 [Epub ahead of print] (doi:10.1507/endocrj. EJ13-0139). [9] Katakami N, Takahara M, et al. *Diabetes Care* 33: 390-5, 2010. [10] Takahara M, et al. *Diabetes Res Clin Pract* 90: e9-10, 2010. [11] Shiraiwa T, Takahara M, et al. *Diabetes Res Clin Pract* 90: e91-2, 2010. [12] Takahara M, et al. *Diabetes Res Clin Pract* 93: e1-2, 2011. [13] Takahara M, et al. *Endocr J* 59: 845-7, 2012. [14] Katakami N, Takahara M, et al. *Diabetes Care* 35: 2640-6, 2012. [15] Takahara M, et al. *J Diabetes Invest* 3: 510-6, 2012. [16] Takahara M, et al. *Endocr J* 59: 1131-6, 2012. [17] Takahara M, et al. *Diabetes Care* 33: 2538-42, 2010. [18] Takahara M, et al. *Diabetes Res Clin Pract* 91: e24-5, 2011. [19] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb* 18: 1102-9, 2011. [20] Takahara M, et al. *Diabetes Care* 35: 2000-4, 2012. [21] Takahara M, et al. *Heart Vessels*, 2013 [Epub ahead of print] (doi: 10.1007/s00380-013- 0334-1). [22] Takahara M, et al. *J Atheroscler Thromb*, 2013 [Epub ahead of print] (doi:10.5551/jat.18283). [23] Takahara M, et al. *Eur J Epidemiol*, 2013 [Epub ahead of print] (doi: 10.1007/s10654-013-9824-9).

サイズ境界に生息する極小微生物を追う

中井亮佑 (国立遺伝学研究所・日本学術振興会特別研究員 SPD)

私の関心は極限環境微生物の生態であり、これまで高温泉や深海、北極や南極、砂漠などの地球の境界に生息する微生物を調べてきた。また現在は、環境条件の極限ではなく、生物サイズの極限としての極小微生物も研究対象としている。生物は一体どこまで小さくなるのか？微生物（特に細菌）という小さな生物を対象としている以上、その最小サイズは本質的な問題であった。極小サイズの微生物を分離するため、ろ過除菌に汎用される孔径 0.2 ミクロン（マイクロメートル）のフィルターを用いて環境試料をろ過し、そのフィルターを通り抜ける小さな生物を探索した。その結果、常識的ではない程に小さな微生物を様々な環境から培養することに成功し、これまで看過されてきたフィルター通過画分にも微生物が存在することが分かった。特に、北極スピッツベルゲン島、中国のゴビ砂漠および日本の遠く離れた 3 地点から得られた微生物は互いに近縁であり、極小微生物が全球的に広く分布していることが考えられた。そして、培養株の幾つかは系統分類学的に高度に新規であったため、生物の進化を考える上で重要な示唆を与えるものと期待された。このように、一般的な細菌より小さいがウイルスよりは大きい「生物と無生物の間」であるような細胞サイズは、生物のサイズ境界として住みにくいのかもかもしれないが、そこには生きた微生物が確かに存在している。今後は、自然環境中において極小微生物が担う役割を理解するため、それらの遺伝情報の全体を対象とした網羅的解析を実施する予定である。



【参考文献】

- Nakai R, Shibuya E, Justel A, *et al.* (2013) Phylogeographic analysis of filterable bacteria with special reference to *Rhizobiales* strains that occur at cryospheric habitats. *Antarctic Science*, **25**, 219-228.
- 中井亮佑 (2013) 南極湖沼生態系から紐解く微生物の系統地理、日本微生物生態学会誌、**28**、6-6.
- Nakai R, Abe T, Baba T, *et al.* (2012) Diversity of RuBisCO gene responsible for CO₂ fixation in an Antarctic moss pillar. *Polar Biology*, **35**, 1641-1650.
- Nakai R, Abe T, Baba T, *et al.* (2012) Eukaryotic phylotypes in aquatic moss pillars inhabiting a freshwater lake in East Antarctica, based on 18S rRNA gene analysis. *Polar Biology*, **35**, 1495-1504.
- 中井亮佑、長沼毅 (2012) 高アルカリ泉に棲む炭酸塩形成微生物群集とその生物地球化学的意義、月刊地球「オマーンに湧出する高アルカリ泉から学ぶアルカリ環境の地球・生物資源科学」、**390**、159-163.
- Nakai R, Abe T, Baba T, *et al.* (2012) Microflorae of aquatic moss pillars in a freshwater lake, East Antarctica, based on fatty acid and 16S rRNA gene analyses. *Polar Biology*, **35**, 425-433.
- 中井亮佑、長沼毅 (2011) 第 6 章 境界の微生物、『微生物の生態学シリーズ (現代の生態学 11)』(日本生態学会編)、p.85-97、共立出版
- Nakai R, Abe T, Takeyama H, Naganuma T (2011) Metagenomic analysis of 0.2- μ m-passable microorganisms in deep-sea hydrothermal fluid. *Marine Biotechnology*, **13**, 900-908.

発表テーマ：古い進化的起源を有する細菌の酸素耐性機構

氏名：佐藤由也、所属：産業技術総合研究所、職名：研究員

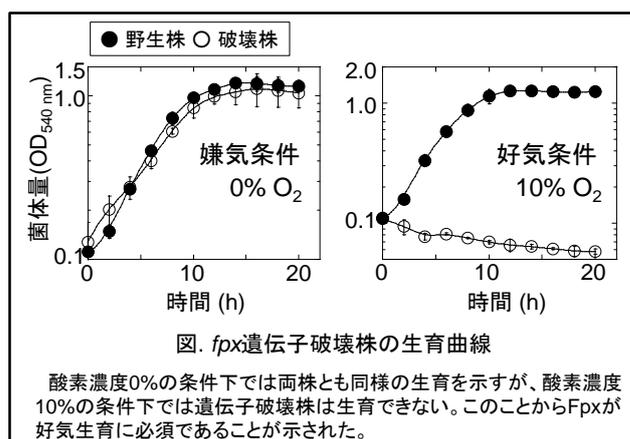
【背景・目的】

生命を維持するために最も重要な生命活動は？という問いに対する一つの答えとして「呼吸」が挙げられる。現在、地球上の多くの生物が酸素呼吸により効率的にエネルギーを獲得しており、生物は酸素から恩恵を受けているともいえる。しかし酸素は恩恵と同時に、我々生物に危険性をも与えている。呼吸の副産物である活性酸素種（ROS; Reactive oxygen species）は生体分子に対して非常に高い反応性を持ち、細胞に不可逆的なダメージや細胞死をももたらす。

始原の地球上には現在ほど多量の酸素は存在せず、そこにすむ微生物は酸素毒性に弱かったと考えられているが、これを支持するように進化的起源が古い微生物には酸素に弱いものが多く見つかっている。光合成生物の繁栄に伴い生じたとされる急激な酸素濃度の上昇は、当時の微生物にとって重大な汚染に他ならなかったはずである。しかし現在地球上では、多くの生物が酸素を上手に利用している。それでは我々の祖先である当時の微生物は、いかにして酸素毒性から身を守り、逆に酸素を利用するまでに至ったのであろうか。本研究ではこのような疑問の一端を解決すべく、進化的に古い細菌の持つ酸素毒性からの防御システムを解明することを目的とした。

【方法・結果】

研究対象には *Hydrogenobacter thermophilus* という、進化的に古い起源を持つにも関わらず酸素に強い細菌を用いた。初めに本菌の近縁種でありながら酸素感受性である細菌のゲノム情報と本菌のゲノム情報との比較を行った。すると本菌にのみ保存される遺伝子が幾つか見つかると、その内の一つは ROS と反応しうる構造をとることが予想された。この遺伝子から酵素を発現させ、その機能を解析したところ新規の ROS 解毒酵素であることが明らかになった（Ferriperoxidase (Fpx) と命名）。さらにこの遺伝子を破壊すると、本菌の ROS 解毒能は著しく低下し、酸素が豊富に存在する環境では生育できなくなることが分かった(上図)。



【考察】

進化系統学的な解析を行ったところ、本酵素は複数の類縁酵素の中でも進化的起源が古く、本酵素を祖先型として他の酵素が進化していった様子が示された。本酵素に他の酵素が融合し別の機能を得ることにより、様々な環境条件に適応できる酵素となり、多様な微生物に利用されていると考えられる。本研究で見出した酵素は高濃度 ROS 解毒に適しているが、別酵素との融合により生じた類縁酵素は低濃度の ROS 解毒に特化している。後者はわずかな ROS によるダメージさえも致命傷になりうる酸素感受性の微生物に多く保存されており、細胞内に生じる低濃度 ROS を速やかに解毒していると考えられる。

本研究によって、進化的起源が古い微生物がどのようにして酸素毒性から身を守り、酸素濃度が上昇する環境でいかに生き延びたかについて、その一端を解明できたと考えられる。

【参考文献】

Sato Y, Kameya M, Fushinobu S, Wakagi T, Arai H, Ishii M and Igarashi Y (2012) A novel enzymatic system against oxidative stress in the thermophilic hydrogen-oxidizing bacterium *Hydrogenobacter thermophilus*. *PLoS ONE*, 7, e34825

Structural and computational analyses of channelrhodopsin, a light-gated cation channel

加藤英明 東京大学 博士3年

【目的】チャンネルロドプシン (ChR) は発色団としてレチナールと呼ばれる低分子を結合し、光を吸収すると陽イオンを輸送する、7本の膜貫通ヘリックス (TM) から構成された光駆動型のチャンネルタンパク質である。神経細胞内への陽イオン輸送は膜電位の変動、つまりは神経細胞の興奮へと繋がるため、ChR は光照射によって神経活動をコントロール出来る神経科学の有用なツールとして近年高い注目を集めている。しかし、その有用性の認知と応用例の増加とは裏腹に、ChR の分子メカニズムについては、その輸送制御の仕組みはおろか、イオン輸送経路がどこにあるかということすら不明であった。我々は ChR のキメラ体を作製し、その閉状態における結晶構造を決定することで、世界に先駆けて ChR のイオン輸送経路が TM1,2,3,7 によって形成されていることを明らかにした[1]。しかし、この結晶構造は、光が当たっていない状態の構造、すなわち”チャンネルが閉じている状態”の構造を我々に教えてくれたが、”なぜ光を吸収すると普段は閉じているイオン輸送経路が開くようになるのか”ということについては未だ不明な点が多かった。そこで今回我々は、電気生理学的解析と計算機シミュレーションを組み合わせることで、この謎に迫った。

【結果】閉状態において、イオン輸送経路上で2つの狭窄部位を形成しているアミノ酸残基を対象に種々の変異体を作製し、電気生理学による陽イオン輸送活性の測定を行った。その結果、狭窄部位を形成している2つのグルタミン酸残基の脱プロトン化が ChR のイオン輸送活性に重要であることが示唆された。ChR による光吸収が何故この2つのアミノ酸の脱プロトン化を促し、この脱プロトン化反応がどのようにして陽イオン輸送活性に関与しているのかを調べるため、我々は結晶構造を元に、グルタミン酸残基のプロトン化状態、レチナールの異性化状態を変化させ、それぞれの条件において分子動力学シミュレーションを行った。一連のシミュレーションの結果、(A) ChR の光吸収によってレチナールの構造が変化すると、レチナールによって ChR の TM6 が押され、その動きが TM7 に伝わる (B) 水に露出した1つ目のグルタミン酸の脱プロトン化が起こり、1つ目の狭窄部位の相互作用が変化することによって、TM2,7 が更に大きく動く (C) 2つ目のグルタミン酸残基の脱プロトン化が起こり、2つ目の狭窄部位の相互作用が変化する (D) 2

つの狭窄部位の相互作用が変化したことによってチャンネルが開状態へと変化する、というモデルを立てることに成功した(図1)。現在これらの結果をまとめ、論文投稿中である。

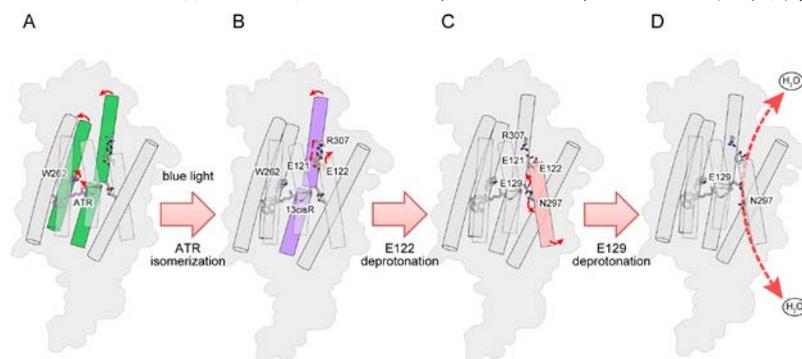


図1 ChR のチャンネル開閉モデル

【参考文献】

[1] Kato, H.E. *et al.*, Crystal structure of the channelrhodopsin light-gated cation channel. *Nature* **482**, 369-374 (2012).

世界の大陸河川における大規模洪水の物理モデル化

山崎 大 (英国ブリストル大学 客員研究員・JSPS 海外特別研究員)

【研究の概要】

大陸河川による地球規模水循環の定量的な把握は、気候システムや水域生態系研究への基礎情報提供という科学的要請、および洪水渇水予測や水資源マネジメントという社会的要請の双方にとって重要な課題です。本研究では、洪水予測や物質循環研究に重要であるにも関わらず、既往研究では再現が難しかった大陸河川の大規模洪水に着目して、数値モデル構築と衛星による地表水観測を通して洪水氾濫時の水動態の解明に取り組んでいます。

大陸河川の流域スケールに比べて、大規模洪水時の流れは非常に細かいスケールの地形に規定されます。そのため、洪水流下を計算する大陸スケールの水動態モデルでは、水位や浸水域の現実的な表現が不可能でした。本研究では、高解像度の衛星地形データを活用して、河道と氾濫原の詳細地形をサブグリッド・スケールの地形パラメータとして表現する新たな全球水動態モデル (Catchment-based Macro-scale Floodplain model: CaMa-Flood) を開発しています^{*1}。この工夫により、水位と浸水域を表現することと、水位差に基づいた物理的な流下計算を行うことの双方を、大陸スケール水動態モデルとして世界に先駆けて達成しました。

【挑戦すべき課題】

大陸河川のスケールでは、水動態の物理法則は古くから知られており、支配方程式を安定かつ高速に解く数値計算技術も近年めざましく発展しています。ところが、物理法則が分かっているだけでは水動態シミュレーションには不十分で、洪水流下を規定する詳細地形の表現がモデル構築の重要課題となります。衛星観測技術が進歩した現在、例えば標高であれば 100m 以下の高解像度で全球のデータを取得できます。しかし、計算機の能力にも限界があるため、大陸河川全域で 100m といった高解像度の水動態シミュレーションを行うことは不可能で、水動態と地形の双方を適切に近似することが求められます。単純な算術平均で低解像度の地形データに変換するといった手法では、水動態にとって重要な細い水路等の地形情報が失われてしまうため、物理過程を考慮した近似方法の開発がモデル開発研究の中心となります。全球水動態モデル CaMa-Flood では河川流域を地形データに従って単位集水域に分割し、各単位集水域では水位が均一になると仮定して計算負荷を減らしています。

また、最低でも 100m 解像度の地形データを全球規模で考慮する必要があるため、手作業で地形情報を収集することは実質不可能で、ほぼ全ての作業を自動化する必要があります。例えば川幅パラメータを抽出する場合、ある地点の川幅を計測するのは簡単ですが、地球上の全河川の川幅を一律に計算することは単純ではありません。様々な形状の河道が存在する中で計算機にも理解できるように川幅を定義し、また元データとなる衛星観測に少なからず含まれる誤差を自動的に検出補正できるようなアルゴリズムの構築が必要です。今後は、標高データに含まれる植生等による誤差の検出補正や、衛星からは直接観測できない水面下の地形を理論と観測を組み合わせる統計的に推計するデータ同化手法の開発等を進め、大陸河川における大規模洪水シミュレーションの更なる精度向上を目指します。

【将来の展望】

モデル開発自体は大規模洪水の物理を探求する研究ですが、開発した水動態モデルは様々な条件下で大陸河川の流れを再現する「実験装置」としての役割を果たします。例えば、短期~中期の気象予報と組み合わせた大規模洪水の予測、気候変動シミュレーションの結果を用いた温暖化時の洪水渇水アセスメント^{*2}、高度な陸域水循環モジュールとしての地球システムモデルへの結合、といった応用が考えられます。これまでの実績として、国内外の大学に加えて、アメリカ航空宇宙局、フランス宇宙研究所、ヨーロッパ中期予報センター等の機関に全球水動態モデル CaMa-Flood 提供して、地球水循環の解明に向けた様々な共同研究が進行中です。

【参考文献・Webpage】

*1: Yamazaki et al., A physically-based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, WRR, 2011

*2: Hirabayashi et al., Global flood risk under climate change, Nature Climate Change, 2013

<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamada/>



図: アマゾン流域における大規模洪水の様子

効率的な分子変換反応の開発：錯体化学からのアプローチ
山本浩二・分子科学研究所協奏分子システム研究センター・助教

【背景】環境調和に優れた有機合成反応の開発において、廃棄物をできる限り出さない効率的な分子変換反応の開発が求められており、その方法のひとつとして、金属錯体を用いた触媒反応の開発が活発に行われている。金属原子と有機物の配位子からなる金属錯体はその組み合わせによって様々な反応性を示し、なかには炭素-水素結合などの反応性の低い結合を切断するものもある。そのような金属錯体を用いることによって、分子中の反応性の低い結合を直接的に変換することが可能となる。私は、効率的な分子変換反応を促進する錯体の合成開発に取り組んできた。また、金属錯体による分子変換反応の開発のみならず、その反応の過程の解明は多くの知見が得られる重要な研究であり、金属錯体と基質との各反応における錯体構造の解明にも取り組んできた。

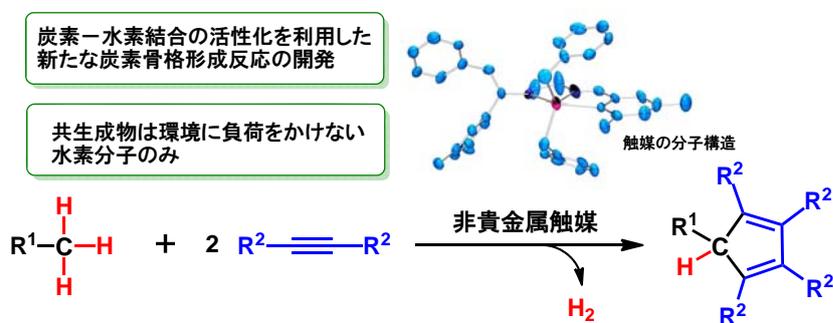
【結果と考察】

①前周期遷移金属アルキル錯体の合成と複素芳香環化合物の分子変換反応

4 族遷移金属であるハフニウムのある有機金属錯体を合成し、これを触媒として用いることで2当量のアルキンと複素芳香環化合物のメチル基の炭素原子による5員環形成反応が進行することを明らかにした。

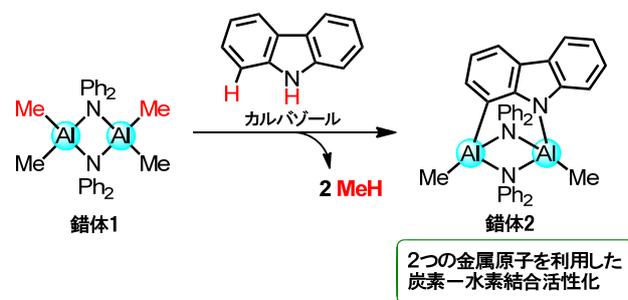
本反応は原理的に水素分子のみが

共生成物であるという点において、環境調和に優れた触媒反応である。



②アルミニウム錯体を用いた複素芳香環化合物の炭素-水素結合活性化

典型金属であるアルミニウムの二核錯体による分子変換反応の開発を試みた。錯体 **1** とカルバゾールとを反応させることで、カルバゾールの炭素-水素結合が切断された錯体 **2** を得た。この錯体は2つのアルミニウム原子の一方が金属-窒素結合を形成し二核錯体にカルバゾールを固定し、他方が炭素-水素結合を切断に関わっている。



③パラジウム錯体に対する複素芳香環化合物の配位挙動

金属錯体による分子変換反応において、その前段階となる金属と基質の相互作用を理解することは反応開発の観点からも重要である。複素芳香環化合物のパラジウム金属中心に対する配位挙動(金属と基質の相互作用)について研究し、特異的な配位挙動を明らかにした。本結果は分子変換反応の開発や反応機構の解明において、重要な知見になり得ると考えている。

【参考文献】

- 1) Hayato Tsurugi, Koji Yamamoto, Kazushi Mashima, *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, 133, 732-735.
- 2) Koji Yamamoto, Yuki Kashiwa, Yu Shibata, Ai Kondo, Hayato Tsurugi, Kazushi Mashima, *Eur. J. Inorg. Chem.* **2013**, 3821-3825.
- 3) Tetsuro Murahashi, Seita Kimura, Kohei Takase, Sensuke Ogoshi, Koji Yamamoto, *Chem. Commun.* **2013**, 49, 4310-4312.

国際宇宙ステーションからの観測によって明らかになった成層圏オゾンの日変動

坂崎貴俊、京大大学生存圏研究所、学術振興会特別研究員 PD

【はじめに】地球大気を包む成層圏オゾン層は、放射過程を通じて地球気候の形成に寄与するとともに、地上生物を有害な紫外線から守る重要な役割を果たす。そのため 1985 年にオゾンホールが発見されて以降、長期トレンドを含め、様々な時間スケールでのオゾン変動が研究の対象となってきた。しかしながら、“日変動”という基本的な時間スケールでのオゾン変動は、観測手法・精度の制約から観測例すらほとんどないのが現状である。その折、2009-2010 年に超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (Superconducting Sub-millimeter Wave Limb Emission Sounder: SMILES) が国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」に取り付けられ、これまでの衛星観測を凌駕する高精度で地球の大気微量成分 (e.g., オゾン) を測定した。本研究では、SMILES データの解析を軸として成層圏オゾン日変動のグローバルな描像に世界で初めて迫るとともに、その支配プロセスをも明らかにすることを目的とする。

【データ・手法】SMILES で観測されたオゾン体積混合比データ (観測期間: 2009 年 10 月-2010 年 4 月) を使用する。さらに、二種類 (日本、米国) の全球化学気候モデルによる数値シミュレーションデータの結果を比較・解析することで、観測結果の妥当性を検証するとともに、日変動を支配する物理/光化学プロセスを調べる。

【結果と考察】図 1 は SMILES 観測およびモデルで得られた成層圏オゾン日変動 (赤道上空) を示す。日変動は高度・緯度に依存した特徴を示し、SMILES の結果はモデルの結果とも定量的に極めて良い一致を示す。これら日変動の振幅は最大で日平均値の 4% 程度に達する。さらに、モデル結果の詳細な解析により、オゾン日変動には、大気鉛直風の日変動による輸送過程 (高度 20-30 km、40-50 km) と光化学過程 (高度 30-50 km) の両者が同程度に寄与していることを明らかにした。以上の結果から、観測・理論 (モデル) の両者に裏打ちされたオゾン日変動の真の描像が初めて得られたと言えるだろう。

【発展】本研究はオゾン日変動の結果であるが、同時に「オゾン長期変化」研究にインパクトを与えるものである。例えば、オゾンの長期変化を監視する衛星の観測時刻が、軌道面の変化とともにゆっくりと変化することが指摘されている (e.g., 10 hours/decade)。つまり、これらのデータから見積もった長期変化には‘日変動による偽の変動’が混じっている可能性がある。現在この問題に対処するべく国際ワーキンググループが発足し、議論が始まっている。

【参考論文】 Sakazaki et al. (2013), Diurnal ozone variations in the stratosphere revealed in observations from the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) onboard the International Space Station (ISS), *Journal of Geophysical Research*, **118**(7), 2991-3006, doi:10.1002/jgrd.50220.

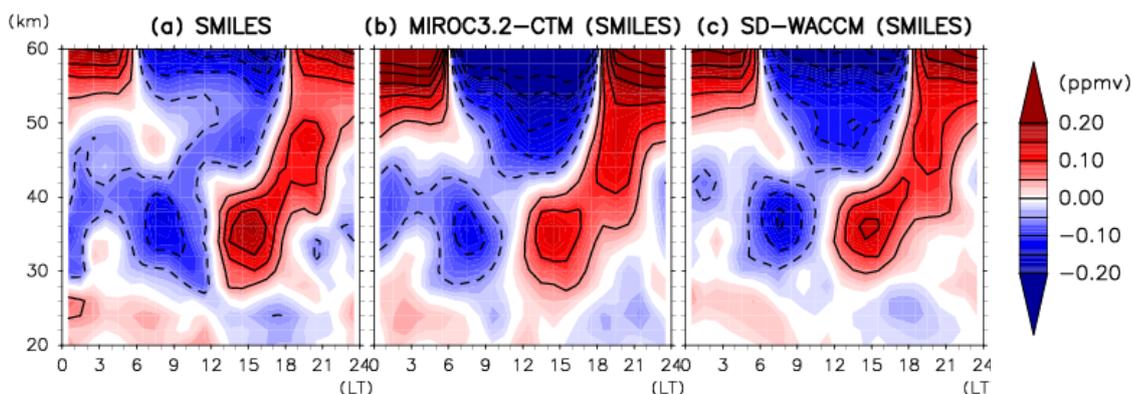


図 1 : オゾン体積混合比 (単位: 百万分率; 1 ppmv = 10^{-6} mol/mol) の日変動成分のローカル時刻-高度断面図 (赤道上空)。(a) SMILES, (b-c) それぞれ日本および米国の化学気候モデルを用いた数値シミュレーション結果。赤は正偏差、青は負偏差を示す。コンター間隔は 0.1 ppmv。

残留日本兵の虚像と実像

林 英一、日本学術振興会、特別研究員

残留日本兵と聞いて、あなたは何を思い浮かべるだろうか？

おそらく多くの人が真っ先に連想するのは、独り極限状況に耐え、サバイバルを続けた日本兵の姿であろう。その代表例としては、『ビルマの豎琴』の主人公である水島上等兵のほか、横井庄一伍長、小野田寛郎少尉が挙げられる。

しかし、彼らは実は例外的な存在である。というのも、残留後に現地住民と敵対的關係または没交渉にあったからである。むしろ残留日本兵の多くは、何らかの形で現地社会と関わり、アジア各地で包摂／排除されていった人々であったのだが、戦後の日本社会ではもっぱら前者が残留日本兵の典型として表象されてきた。

そこで筆者は長年のフィールドワークによって収集した資史料をもとに、アジア各地に離散した残留日本兵の全体像を明らかにした。

そもそも残留日本兵とは、大日本帝国の崩壊後に復員することなく、海外に一定期間留まった日本軍将兵・軍属のことである。このなかには植民地出身者である朝鮮人、台湾人も含まれる。たとえば、小野田少尉と同じ1974年にモロタイ島で「発見」されたスニヨンこと「中村輝夫」一等兵は、台湾先住民族の一つであるアミ族の出身であった。

残留の範囲は、広い。現在のベトナム、ラオス、カンボジア、インドネシア、タイ、ミャンマー、中国、マレーシア、シンガポール、フィリピン、ロシア、モンゴル、ウクライナなどアジア全土におよび、総数は一万人単位にのぼると目される。その多くが若い下級兵士であったが、残留理由は多様かつ複合的であり、個人の自由意志の要素が強い場合もあれば、強制の色合いがある場合もあった。個々には、「アジア解放」の理想によるもの、恋人や妻子の存在、戦前の居住体験、流言蜚語に惑わされた、「戦犯」となることへの恐怖、上官に命令された、現地側に拉致監禁されたなどの事例が確認できた。

日本の敗戦後、アジアで民族独立の機運が高まるなか、残留日本兵たちの運命は各地域の社会的状況に左右された。とくに1940年代後半に武力主体のナショナリズムによる脱植民地化が目指されたベトナム、インドネシア、中国では、残留日本兵の多くがベトミン軍やインドネシア国軍、国民党軍、共産党軍、非正規軍などの軍事組織に参加していた。しかし、ひとたび独立が達成されると、国籍や市民権の獲得をめぐる明暗が分かれた。

戦後の日本社会は、高度経済成長を境に「還ってきた」残留日本兵への評価を戦争の「犠牲者」から「英雄」へと転換させる一方、「中村輝夫」が突きつけた植民地主義の問題には正面から向き合っていない。しかし、戦後もアジア各地に定着していった残留日本兵たちは、否が応にも日本の占領支配という過去だけでなく、欧米諸国の新植民地主義という事態に直面せざるを得なかった。

残留日本兵の大半は、アジアに生き続けることで、帝国の歴史と対峙し続けた「先駆者」であり、彼らの経験は戦後の日本社会に特有の歴史認識やアジア認識の見直しを迫っている。

参考文献

- 五十嵐恵邦 (2012) 『敗戦と戦後のあいだで』 筑摩選書
林英一 (2012) 『残留日本兵』 中公新書

国際私法における信託の性質決定

八並 廉 (東京大学大学院総合文化研究科・日本学術振興会特別研究員 PD)

【目的】

国や地域によって法の内容は異なるため、国際的私法関係において、いずれの地の法を適用すべきかが問題となる。ある国際的私法関係に適用すべき法のことを「準拠法」といい、準拠法の決定方法を定めている法が「国際私法」である。

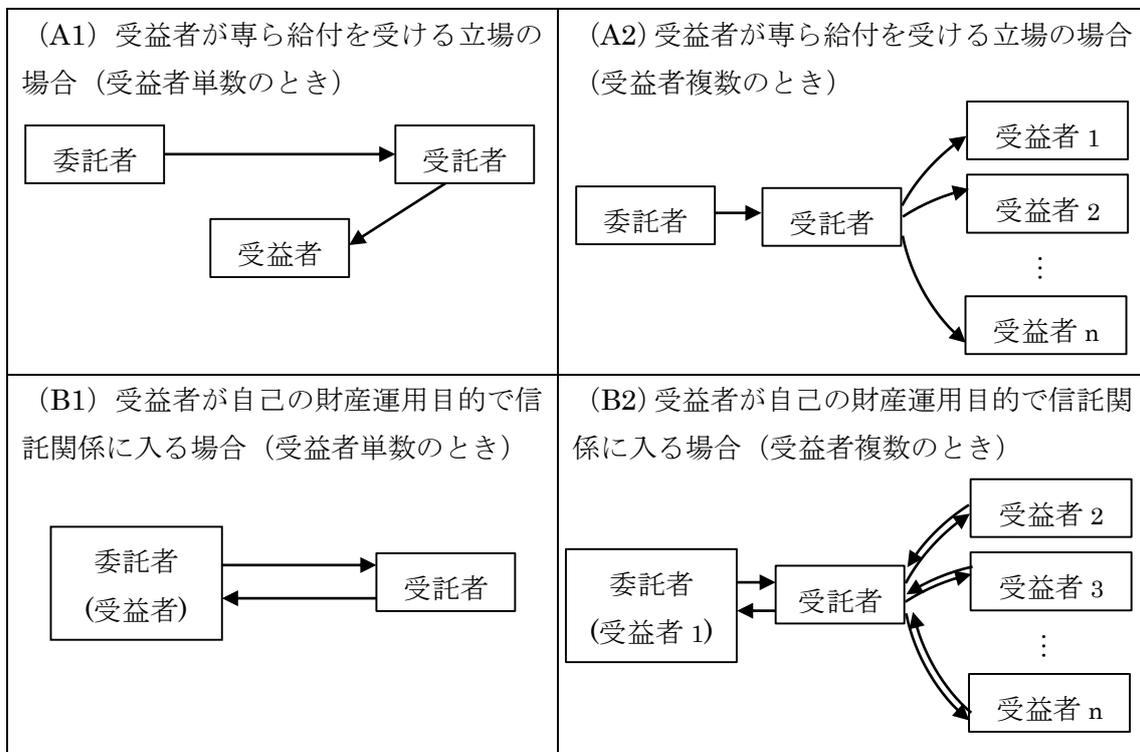
本報告は、信託の成立と効力に関する準拠法の決定方法について研究した成果の一部であり、国際私法上、信託設定行為をいかに性質決定すべきか—単独行為か契約か—という問題をとりあげる。単独行為と契約とでは準拠法の決め方が異なるため、これは重要な問題であるが、学説上見解は分かれている。また、従来の学説は、伝統的な信託実務を前提とするものがほとんどで、それらが現代においても妥当なものであるかという観点からの検討が不十分であった。そこで、本報告は、現代的な信託実務を前提とした視座から、信託の性質決定の問題に妥当な解決を提示することを試みるものである。

【方法】

本報告では、信託当事者間関係を類型的に整理する研究方法を採った。この類型的整理は、学説のそれぞれが、どのような信託当事者間関係を前提にした議論であるのか、あるいは、各学説がどのような信託当事者間関係の場合に有用な議論であるのかを、客観的に分析するのに有用なものである。

【結果と考察】

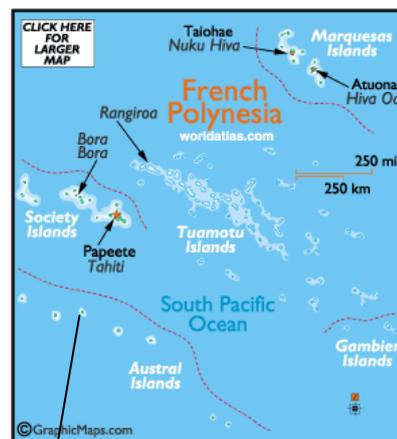
信託当事者間関係の類型的整理を通じて、信託設定の過程において受託者が主導的役割を果たす場合が増加していること等、現代における信託実務の特徴が示された。



現代的な信託実務の特徴を考慮すると、国際私法上、信託を契約として性質決定する説が妥当であると考えられる。

1. はじめに

本研究の目的はポリネシア諸語における数の現象の調査・分析である。数に関わる言語現象には、名詞の数、人称代名詞の体系、動詞・形容詞の数、助数詞、数詞、10ⁿを表す数詞、量詞、数え方 (n 進法)、身体部位を用いた数の表現や単位等がある。ここでは、発表者が 2011 年に行った現地調査に基づき、ルルツ語の名詞、助数詞、動詞の数を中心に報告する。



仏領ポリネシア・オーストラル諸島ルルツ島

2. ルルツ語の数の範疇

2.1. 名詞・代名詞 名詞の数の区別は、名詞の形態上ではなく、冠詞や冠詞的役割を果たす小辞によって表される。冠詞、小辞は、名詞に前置し、単数 (singular)、双数 (dual)、複数 (plural)、少数 (paucal) を示す。

単数 te(冠詞)are(家) ある家

双数 na(双数) rima(手) (両)手 na(双数) maea?a(双子) 双子

複数 te(冠詞)mau(複数) are(家) ある家々

少数 te(冠詞) tai(少数)are(家) ある 2,3 の家々、何軒かの家

少数 (paucal) を示す冠詞は種類が多く、ほかに「2つ以上」「3,4つ」など表すものがある。人称代名詞には、単数、双数、複数の区別があるほか、一人称の双数形及び複数形には包含形 (inclusive) と除外形 (exclusive) の区別がある。また、所有人称代名詞には譲渡可能と不可能の区別がある。

代名詞+名詞 to(譲渡不可能)maua(二人称・双数・除外形) are(家) 私たち 2 人の家

2.2. 助数詞 ルルツ語には、名詞の属性や種類によって、「～一束」、「～一房」、「～の種類、種族」、「～一家」、「～一塊」、「～(職業、身分、年齢層)の集団」という個別の数え方を表す助数詞があり、集団・群・まとまりを表す。例えば、王族、タコノキ、バナナ、タロイモはそれぞれ、te ui (助数詞)ari?i (王族) (王族の人たち)、te ruru (助数詞) paeore (タコノキ) (タコノキの束)、te tari (助数詞)mi?a (バナナ) (バナナ 1 房)、te ta?amu (助数詞)taro (タロイモ) (タロイモ 1 束のタロイモ：上部をひもで縛ってある束) と表現される (斜体字の部分が助数詞)。助数詞はとりわけ果物・野菜、動物、職業、社会的身分など地域の伝統的慣習に密接に関わるカテゴリーの語に使われる傾向がある。

2.3. 動詞 動詞は、重複して用いることで、行為の反復、行為の常習、行為主体の複数、行為対象の複数、分配等を表すことができる。動詞とその重複形が表す意味の例を次の表に示す。

動詞	意味	重複形	意味
pi?i	見せる	pi?ipi?i	何度も見せる (行為の反復)
ata	笑う	ata?ata	いつも笑っている (行為の常習)
ori	踊る	oriori	皆で踊る (行為主体の複数)
parau	話す	paraparau	大勢の前で話す (行為対象の複数)
opere	分配する	operepere	皆に分ける (分配)

3. 今後の課題

以上はルルツ語の数に関わる表現に関する分析の一部である。今後は、ミクロネシアやメラネシアの島々の言語にも目を向け、第一に、ルルツ語のより正確な分析・記述を目指す。第二に、数詞や数え方のほか、時間 (月名、曜日、暦)、空間 (方向、位置)、自然現象や地域固有の自然認識に関わる項目 (経済活動、農耕暦、伝統的習慣、遊び、呪術等) を考慮にいれ、エスノマセマセマティックスという視点から調査・分析を続ける。

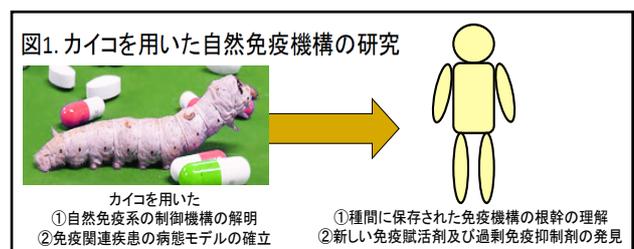
【昆虫を用いた免疫研究】

免疫応答とは、宿主生物が病原体による感染症に対抗するための防御応答である。この免疫制御機構を解明することは、生物が健康な状態を維持する仕組みを理解し、感染症に対する治療法を確立する上で重要である。個体内で多種の免疫細胞が協調的に働き、病原体を効率よく排除するためには、細胞間で情報を伝達するサイトカインの存在が必要不可欠であるが、その働きには不明な点が多い。

昆虫では、抗体を介さない「自然免疫」による病原体排除が行われ、その分子機構には哺乳動物と多くの共通点がある。従って、哺乳動物と比べ単純な生理機構を持つ昆虫は、自然免疫の根幹を理解する上で有用なモデルと考えられる。さらに昆虫は、哺乳動物と比べて安価で倫理的規制が小さく、薬物の体内動態がヒトと類似しているため、動物個体を大量に用いた治療薬の探索や疾患メカニズムの解明に適している(Hamamoto H, *et al. Antimicrob Agents Chemother* 2004)。私は、生化学的解析に適し、かつ注射や臓器摘出等の薬理実験が容易なカイクをモデル動物として選択した。

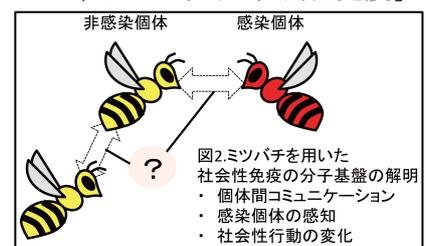
【カイクにおける昆虫サイトカイン Paralytic peptide の機能解析】

私は、カイクの生理活性物質 paralytic peptide (PP)に着目した。PPは不活性な前駆体として血液中に存在し、切断を受けると活性型へと変換され、カイクの麻痺を誘導することが知られていたが、その活性化機構及び意義は不明であった。一方で私は、高濃度の細菌をカイクに注射した場合、活性型 PP と同様の麻痺が起こることを見出していた(Ishii K, *et al. J Biol Chem* 2008)。従って、病原体により PP の活性化反応が誘導され、PP がサイトカインとして免疫応答に寄与すると考えられた。本仮説の検証の結果、PP はカイクの免疫応答を統合的に制御し、病原体に対する感染抵抗性の発揮に寄与することが示唆された(Ishii K, *et al. J Biol Chem* 2010a; Ishii K, *et al. Dev Comp Immunol* 2013)。また私は、昆虫において新規のサイトカインネットワークが存在し、多種の免疫細胞が情報交換することを提案するに至った。さらに、カイク細菌感染モデル系を用いて、歯周病菌が自然免疫系を過剰に活性化する仕組み(Ishii K, *et al. J Biol Chem* 2010b)、並びに日和見感染菌であるセラチア菌が自然免疫応答を抑制する仕組み(Ishii K, *et al. J Biol Chem* 2012)を明らかにした。これらの研究は、種間に保存された自然免疫機構の理解、新規免疫賦活剤シーズの発見、及び免疫系を攪乱する病原体による感染症の克服に繋がると期待される (図 1)。



【ミツバチ・アリを用いた社会性免疫の分子基盤の解明】

上記の研究では、個体内において細胞間でサイトカインを介して情報交換する仕組みを解析してきた。一方、視点をミクロからマクロに移した場合、個体同士がコミュニケーションをとることにより、集団内の感染拡大を防ぐシステムがあると考えられる。特に社会性動物において、このような「社会性免疫」を担う特徴的な行動が観察された例があるが、その分子基盤は明らかではない。現在私は、社会性昆虫であるミツバチ及びアリを用いて、個体間コミュニケーションの基礎的解析、及び感染個体の感知から社会性行動の変化に至るまでの分子機構を明らかにする目的で、本研究に着手している (図 2)。



個体内での自然免疫研究から個体間での社会性免疫研究へと視点を移し、感染現象における生命体同士のせめぎ合いについて、分子レベルで理解を深めたいと私は考えている。

新規ペプチドデザインを目指した、ランチビオティック生合成・作用機構の解明

西江 麻美 富士レビオ(株)中央研究所 研究員

【背景】

ランチビオティックとは？

- 細菌が生産する抗菌性ペプチド
- **異常アミノ酸（ランチオニンなど）を持つ**
- リボソーム上で前駆体ペプチドが合成
- **生合成酵素による修飾・分泌（図1参照）**
- 酸・熱に対して安定な構造
- グラム陽性菌に対して超低濃度(nM-μM)で作用
- 薬剤耐性菌が出現しにくい

ランチビオティックの生理的特徴はすべて異常アミノ酸の存在に依存する。

ランチビオティック工学の提唱

ランチビオティック生合成酵素を利用した新規ペプチドの“ものづくりシステム”（図2）を構築する。

- 異常アミノ酸導入による**新規生理活性ペプチド**の創製
- ポスト抗生物質となり得る**強化型ランチビオティック**を創製(Nishie et al., *Biocont. Sci.* 2012)
- 上記のデザインペプチドの微生物による大量生産

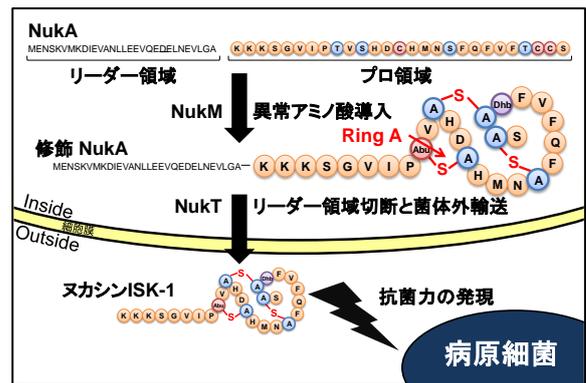


図1 Nukasin ISK-1の生産と抗菌作用



図2 ランチビオティック工学の全体像

【研究の目的】

ランチビオティックであるヌカシン ISK-1 をモデルとした「ランチビオティック工学」実現のための基盤づくり

- 生合成酵素 NukT（図1参照）の機能解析
- 抗菌作用機構の解明と強化型ヌカシン ISK-1 の生産

【研究の成果、参考文献】

- ① NukT は ATP 依存的に二つのドメインが協調的に作用する
Nishie et al., *J. Biosci. Bioeng.* 2009, Nishie et al., *J. Biol. Chem.* 2011
- ② Lipid II-ヌカシン ISK-1 の結合を介した静菌的な抗菌メカニズム
Islam, Nishie et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2012
- ③ 抗菌力の高い強化型ランチビオティック「ヌカシン D13E」を取得
Islam, Nishie et al., *Mol. Microbiol.* 2009

【今後の展望：ランチビオティック工学のペプチド医薬への応用】

- 胃や腸の酵素で分解されないため経口投与が可能となる
- 合成が困難な長鎖ペプチド・タンパク質を微生物により大量生産
- 構造が安定なため長期保存が可能＝使用期限の延長

*本発表は演者が九州大学大学院在籍時の研究内容を中心に構成されています。

CRM1 による核外輸送機構の構造基盤

小山昌子 名古屋大学大学院理学研究科・日本学術振興会特別研究員(PD)

真核細胞の核と細胞質の間では、厳密な制御の下、生体高分子の輸送が盛んに行われている。CRM1 は代表的な「運び屋」蛋白質であり、核膜孔を通してさまざまな「積み荷」蛋白質を核から細胞質へ一方向に運ぶ。CRM1 が積み荷の輸送を一方向に駆動するメカニズムの核心は、CRM1 と積み荷の結合・解離を空間的に制御する蛋白質間相互作用にある。CRM1 は核内で、核に局在する RanGTP 依存的に、積み荷と三者複合体（核外輸送複合体）を形成するが、積み荷を確実に細胞質へ運ぶためには、積み荷の荷下ろしが細胞質で速やかに起こらなくてはならない。私はこれまでの研究で、「細胞質において核外輸送複合体の解体反応（CRM1 と積み荷の解離反応）が促進される機構」を明らかにした（Koyama & Matsuura, 2010; Koyama & Matsuura, 2012）。すなわち、細胞質に局在する RanBP1 が「荷下ろし屋」として働き、細胞質にやってきた核外輸送複合体に作用して CRM1 内部のスイッチ（HEAT9 ループ）の構造変化を引き起こすことにより、積み荷（の NES）の結合する溝を開いた構造から閉じた構造に変化させ、積み荷を積極的に解離させる（図 1）。積み荷が CRM1 から自発的に解離する速度は遅いが、RanBP1 が介入することにより格段に速くなる（図 1）。また最近、核内に局在する輸送因子によって、核外輸送複合体の形成反応が著しく促進されることを見出した。

参考文献：Koyama, M. & Matsuura, Y. (2010). EMBO J. 29, 2002-2013.

Koyama, M. & Matsuura, Y. (2012). Biophysics 8, 145-150.

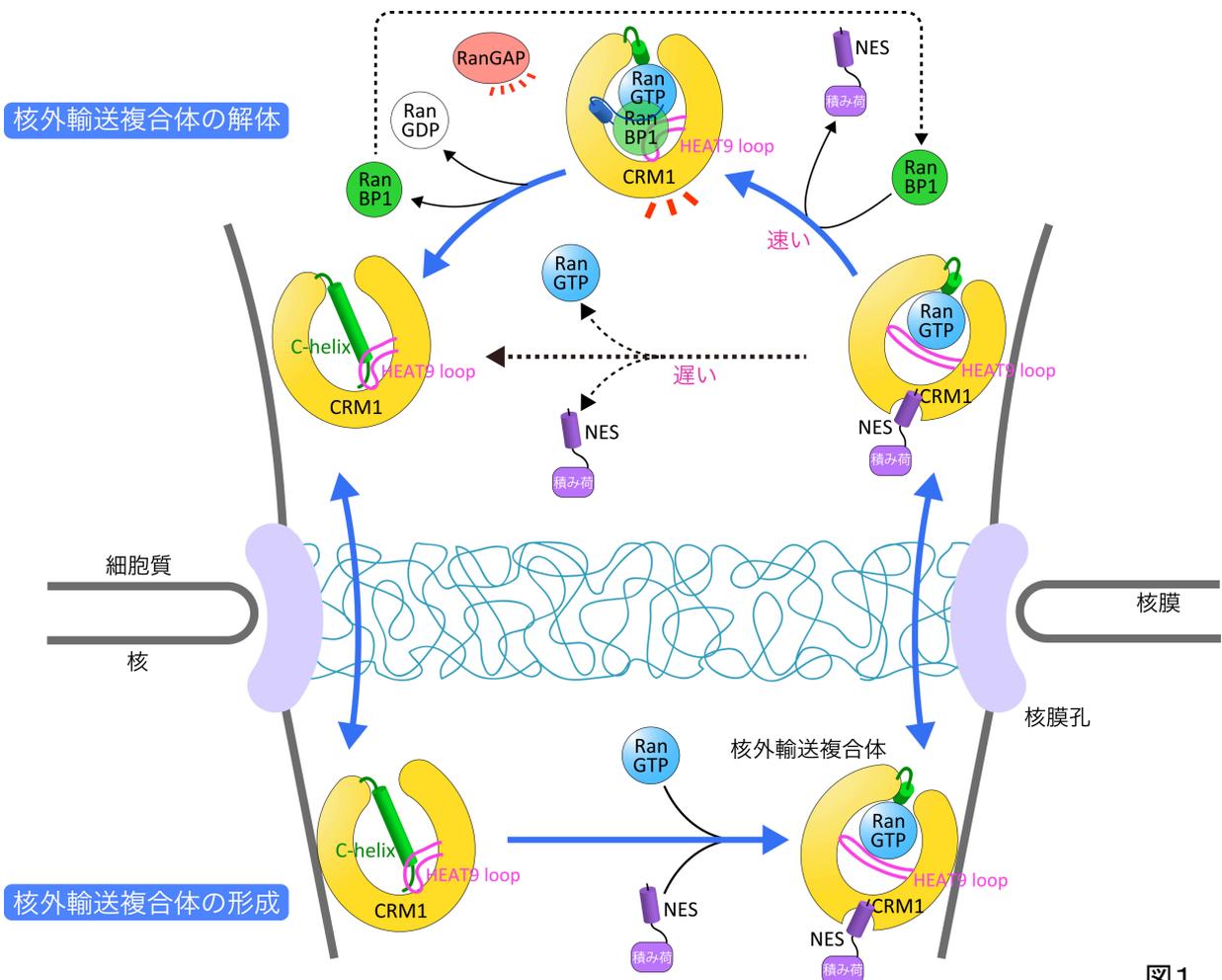


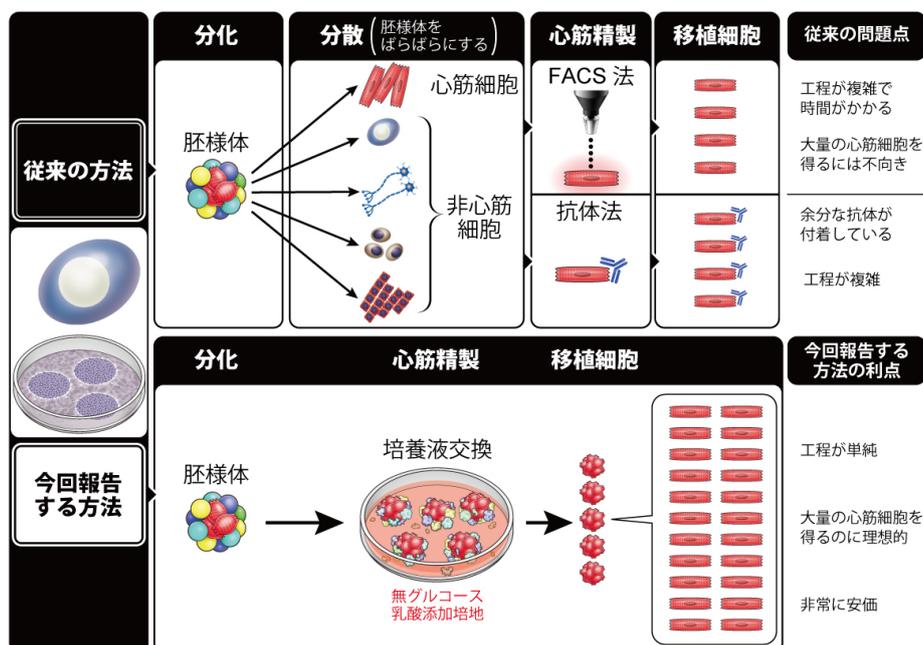
図 1

発表テーマ 代謝の特性を利用したヒト ES/iPS 由来心筋細胞における純化精製法の確立
 氏名、所属、職名 遠山周吾 日本学術振興会 PD, 慶應義塾大学循環器内科

末期重症心不全は様々な循環器領域疾患の終末像であり、現在心臓移植が唯一の根本的治療法である。移植治療に関しては年々成績が向上しているものの、ドナー不足により十分な治療法とはなり得ていない。そこで代替治療法としての再生医療が注目されている。心臓再生医療は重症心不全患者にとって有用な治療戦略であり、胚性幹細胞 (ES 細胞) や人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) は細胞移植における魅力的な細胞源である。ES/iPS 細胞を用いたヒト心臓再生医療を具現化するためには大量の心筋細胞が必要と考えられるが、理論上 1 人の患者あたり数億個の心筋細胞が必要である。しかし、ES/iPS 細胞を用いる場合、分化した細胞中に未分化細胞が混入することにより、移植の際に腫瘍形成する可能性がある。したがって、移植前に未分化細胞を除去し、心筋細胞のみを大量精製することが必要である。これまで心筋精製法に関しては、主に遺伝子改変技術を用いた方法が開発されてきたが、いずれも純度や安全性・安定性の面で満足のいくものではなかった。これらの問題点を克服するため、我々はミトコンドリア蛍光色素と FACS を組み合わせることで、遺伝子改変することなく高純度に心筋精製可能であることを報告した(1)。しかし、この手法は FACS を用いるため、大量の心筋細胞を得るには不向きであると考えた。そこで我々は、大量の精製心筋細胞を得るための理想的な心筋精製法を探索した。その結果、トランスクリプトーム解析およびメタボローム解析を用い、心筋細胞および ES 細胞を含む非心筋細胞における代謝の特性を明らかにすることで、非心筋細胞が死滅し、心筋細胞のみ生存可能な代謝環境を作製し、効率よく大量の心筋細胞を精製することに成功した(2)。ヒト ES 由来精製心筋細胞の純度を免疫染色および FACS を用いて評価したところ最大約 99%であった。また腫瘍形成の有無を評価するため、精製ヒト ES 由来心筋細胞 (2×10^5 細胞) を免疫不全マウスに移植したところ、腫瘍は形成されなかった。本手法は遺伝子改変を用いず FACS 等の複雑な技術も不要であるため、ES/iPS 由来心筋細胞を大量精製するのに適しており、今後ヒト心臓再生医療への応用が期待される。

【参考文献】

- (1) Hattori F, Chen H, Yamashita H, **Tohyama S**, et al. Non-genetic method for purifying pluripotent stem cells-derived cardiomyocytes. *Nature Methods* 2010; 7: 61-66.
- (2) **Tohyama S**, Hattori F, Sano M, Hishiki T, et al. Distinct metabolic flow enables large-scale purification of pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes. *Cell Stem Cell* 2013; 12:127-137.



【研究の背景と目的】

霊長類（ヒト）の眼には明暗を認識する光受容タンパク質ロドプシンと色を認識する3種類（赤・緑・青）の色覚視物質が存在する。ロドプシンはタンパク質の調製も容易であることから研究が進んでおり、X線結晶構造解析による立体構造も含め、原子レベルでの構造情報をもとに明暗認識メカニズムの理解が深まっている。一方、色覚視物質はタンパク質調製の困難さからX線結晶構造解析を含む構造生物学的解析は過去に例がなかった。3種類の色覚視物質は11シスレチナルという完全に同一の分子を使って異なる波長の光吸収を実現しており、タンパク質という環境の巧みな色識別メカニズムは謎のままであった。

そこで私は培養細胞を用いて霊長類色覚視物質を作製し、高精度の赤外分光測定による構造解析を計画した。これにより、「我々はどのようなメカニズムで色を識別するのか」という根源的な疑問に対して、実験的に結論を出すことを期待した。

【これまでの研究成果】

実験の結果、赤・緑感受性視物質のタンパク質発現量はロドプシンと比較して1桁少ないこと、また赤外分光解析1回の測定には細胞培養プレート300枚分の試料が必要であることが分かった。これ以外にも光退色の問題や測定条件の最適化など克服すべき課題は多かったが、試行錯誤を繰り返すことで2010年、世界初となる霊長類赤・緑感受性視物質の赤外差スペクトルを得ることに成功した^[1]。得られた赤外差スペクトルの形状は、高いアミノ酸一致度から予想した通り、赤・緑感受性視物質間で驚くほどよく似ていたが、両者の間にも疎水的な部位での水素結合構造や α ヘリックス構造に違いがあることが判明した。これらの信号が赤と緑で30 nm異なる色識別を構造的に担っているものと解釈できる。さらに2012年には、同位体標識した水分子を用いて赤・緑感受性視物質の内部に結合した水分子の振動バンドを帰属することにも成功した^[2]。

最近私は、部位特異的な変異体や同位体標識したレチナルを用いて霊長類赤・緑感受性視物質の構造解析をさらに発展させた。その結果、赤と緑の波長制御には、アミノ酸の違いによるタンパク質構造の影響よりは、アミノ酸の極性が深く関わるということが明らかになった。さらにGタンパク質を活性化する細胞質側ドメインへと続く内部結合水を含んだ水素結合ネットワークが存在し、それが赤・緑感受性視物質間で異なることが分かった。赤外分光法は原子の位置を決定できないが、機能に関わる部位の構造情報やダイナミックな構造変化の情報をもたらすことができ、本発表では、これまでの赤外分光法を用いた構造解析により明らかになった波長制御メカニズムや光情報変換メカニズムについて構造を基盤として議論したい。

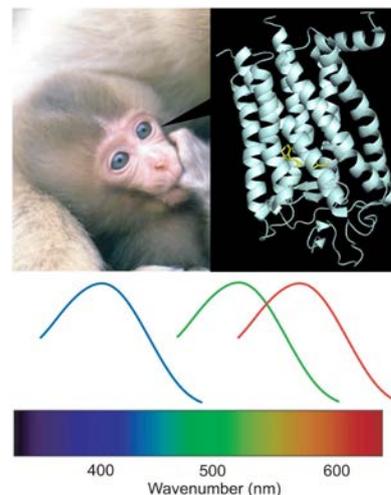


図1: ロドプシンの立体構造(右)及び霊長類赤・緑・青感受性タンパク質の吸収スペクトル(下)

[1] Katayama et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 49, 891-894 (2010).

[2] Katayama et al. *Biochemistry* 51, 1126-1133 (2012).