

# NEWSLETTER

Frontier Science Organization  
vol. 9

## FSO テニユア・トラック教員の成果報告

金沢大学のテニユア・トラック制度

FSO テニユアトラック教員の5年間の成果報告



金沢大学  
KANAZAWA  
UNIVERSITY



## 機構長のあいさつ

フロンティアサイエンス機構長  
長野 勇



平成 19 年 4 月に設置されたフロンティアサイエンス機構 (FSO) は、今年度で 5 年目を迎えます。この間、重点研究プログラムの選定とその分野を強化するためのテニュア・トラック制度の導入、さらには研究支援体制の構築など、新たな試みにチャレンジして参りました。こうした取り組みには、学内のみならず学外の先生からの多大なご協力があったなし得たものであり、この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

さて、先に挙げた 3 つの FSO の大きな取り組みについてももう少し詳しく振り返ってみます。FSO の重点研究プログラムは現在 5 課題指定されていますが、いずれも科学研究費補助金では基盤研究 (A) 以上、さらに CREST や他の大型外部資金獲得など集中投資の成果が出たものと思っています。また、こうした大型外部資金獲得準備を契機に、分野の枠を超えた学内外の研究ネットワークが拡大しており、今後のさらなる展開が期待されます。

FSO のテニュア・トラック制度は、文部科学省「若手研究者の自立的環境整備促進」事業への採択を受け始まった事業です (金沢大学のプログラム名「新領域創成をめざす若手研究者育成特任制度」)。この取り組みでは 5 名の特任准教授と 3 名の特任助教を国際公募を経て選考し、自立的環境での独創的な研究活動を通じて新領域の創成をめざしました。着任 3 年目以降は、科研費採択率が 100% (必ず 1 種目は採択されている) であり、それ以外にも経済産業省や農林水産省の大型外部資金さらには科学技術振興機構の「さきがけ」にも 2 件採択されるなど、優秀な研究者として成長していることが外部資金の獲得状況からも見て取れます。また論文も当該分野の一流誌に多数掲載されています。

来年度からは、部局の一教員として研究だけではなく教育にも尽力していただくこととなります。極めて活動的な若手研究者が身近にすることで、学生にも良い刺激になると期待されます。

この文科省事業の採択を契機に、本学では他にも部局主導のテニュア・トラック制度を実施しています。さらに、こうした実績を踏まえ、平成 23 年度には文部科学省の新規事業である「テニュアトラック普及・定着事業」

に理工研究域が採択されました。平成 23, 24 年度で 7 名の若手研究者がテニュア・トラック教員として採用され、通常よりも多いスタートアップ経費の支援を受けて、自立した研究環境の整備と研究活動を展開していく予定です。これは、19 年度からのテニュア・トラック制度の実施を通じて様々な規程の整備といった体制整備とこれまでの若手研究者の育成実績、更には人事システム改革の実績が評価されたものと考えています。こうした取り組みを通じて、学内の研究活動のさらなる活性化を期待します。

そして、特筆すべきは、FSO の研究支援部門の存在です。平成 19 年度から研究支援を専門とするスタッフを 3 名配置し、特に機関申請 (学長名での申請) の大型研究プロジェクトの申請支援と採択後のフォローを行ってきました。これまでに関わったプロジェクトはすでに 50 件を超え、結果が不採択でも次のステップへとプロジェクトが展開できるようになってきました。また、科研費申請においては、特に学内の若手研究者を対象とした支援を行っており、着実に成果が出ていると実感しています。

文科省もこのような研究支援体制の整備に力を入れ始めており、平成 23 年度から「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」事業が開始されました。金沢大学はこのフロンティアサイエンス機構を実施母体として申請し、採択されました。今後は、この経費を活用して、更なる支援体制の充実・整備に務めて参ります。また、その過程で、基礎研究から応用研究更には社会貢献まで一貫通貫の支援を実現するため、フロンティアサイエンス機構とイノベーション創成センターの発展的統合による改組準備を進めています。

このように、フロンティアサイエンス機構は設立から 5 年目を迎えますが、日々新たなチャレンジをし続けて来ました。このようなチャレンジは学内外の関係の皆様のご理解とご協力があったこそであり、重ねましてお礼申し上げます。

今後も「東アジアの知の拠点」として金沢大学の研究活動が活発に行われるよう、当機構もがんばって参ります。

# 金沢大学のテニュア・トラック制度

金沢大学では、これまでに3種類のテニュア・トラック制度が実施されています。それぞれの概要を簡単に説明します。

テニュアトラック制：公正で透明性の高い選抜により採用された若手研究者が、審査を経てより安定的な職を得る前に任期付の雇用形態で自立した研究者として経験を積むことができる仕組み

## フロンティアサイエンス機構のテニュア・トラック

文部科学省「若手研究者の自立的な研究環境整備促進」事業の採択を受けて本格実施。平成18年度から始まったこの事業は、22年度までに金沢大学（新領域創成をめざす若手研究者育成特任制度）を含む42プログラムが採択され、それぞれの大学に適したテニュア・トラック制度が検討・実施されています。金沢大学は平成19年にこの事業に採択され、今年が最終年度にあたります。

FSO所属型 2制度（准教授TT，助教TT）

対象とする学問分野：金沢大学の重点推進研究分野

特任准教授：5名

特任助教：3名

**目的：独立した研究環境を提供し、独創性の高い研究活動を展開**

特任准教授：

研究費：本人人件費込み渡しきり3,000万円/年(5年間)

スペース：130 m<sup>2</sup>

特任助教：

研究費：300万円/年(5年間)

スペース：50 m<sup>2</sup>

これまでの経緯

平成18年11月 国際公募（大学経費による取り組み）

平成18年12月 選考

平成19年6月 国際公募（事業経費による取り組み）

平成19年8月 国際シンポジウム、公開セミナー開催と選考

平成21年3月 中間審査の実施

平成22年5月 最終審査の実施

### FSO所属型TT教員の審査基準

中間評価：

審査委員会（学内）がこれまでの研究活動全般をレビューし、コメントする。

（A：順調，B：要努力，C：相当の努力が必要）

最終審査：

研究成果（発表論文）についてはピアレビューアー（学外）による評価を行う。それ以外の5年間の研究活動（達成度、客観的成果）や研究室マネージメントについては審査委員会（学内）で評価する。ただし、審査ではピアレビューが最も重視される。最終判定は審査委員会が行う。

准教授

(1) 当該分野における研究の重要性，独創性（ピアレビュー）

(2) これまでの研究成果全般（受入部局の昇任基準）

(3) 研究計画の達成状況，研究室マネージメント

助教

(1) 当該分野における研究の重要性，独創性（ピアレビュー）

(2) これまでの研究成果全般（受入部局の昇任基準）

(3) 研究計画の達成状況

3名のピアレビューアーを選び、書面による評価をしていただきました。

## 部局所属型のテニユア・トラック

大学の重点研究分野に限定した FSO 型に対し、学内の研究活動の活性化とテニユアトラック制度の普及を目的として導入された制度です。制度の導入を希望する部局が公募・選考・審査を行います。ただし、選考にあたっては、研究国際企画会議からも審査員を派遣することとします。

平成 23 年度からこの制度は研究域内研究センターの若手教員採用にも導入されました。これを受けて、理工研究域のバイオ AFM 研究センターとサステナブルエネルギー研究センター及び人間社会研究域地域政策研究センターで実施されています。

### 部局所属型（助教 TT）

対象：全学（年間 4 名程度）

**目的：テニユア獲得という明確な目標の下で研究活動に専念し、研究能力の向上を図る。**

- ・ スタート時に部局の助教ポストを用意し、5 年後の審査を経た後の准教授ポストを部局が保証
- ・ テニユア・トラック期間中は年俸制
- ・ 大学が助教に初年度スタートアップのための研究費として 300 万円、2 年目以降は研究費 200 万円を配分
- ・ 大学が部局に対し、インセンティブ経費として 150 万円、2 年目以降 50 万円を配分

これまでに部局では 5 名を採用。域内センターでは 6 名採用（予定を含む）。

## テニユア・トラック普及・定着事業による取り組み

平成 23 年度から始まったこの「テニユアトラック普及・定着事業」（科学技術人材育成費補助金）には理工研究域の申請が採択されました。23 年度 4 名、24 年度 3 名の TT 教員が採用されます。この事業では、若手研究者が自立して研究できる環境の整備を促進するため、ラボの立ち上げ経費（初年度：1,000 万円、2 年度目：500 万円）の支援を主な目的としています。そのため、採用年度とその次年度の 2 年間スタートアップ経費の支援を受けられます。さらに、全国の採用者の中でも特に優秀な研究者に対しては、5 年間（1,500 万円 / 年）の研究費支援が行われます。

当該事業実施の要件

- ・ 国際公募を実施すること
- ・ 第三者を含めた公正な選考を行うこと
- ・ 公募時に中間並びに最終審査基準を明記すること
- ・ 任期終了後のポストを用意すること
- ・ 自立した研究を行えるスペースを用意すること

部局単位での申請です。FSO が申請のお手伝いをいたします。申請を検討されている部局長の方は、まずはお相談下さい（申請締切は 5 月 7 日です）。

## 金沢大学のテニユアトラックのルールがより導入しやすいものになりました !!

平成 23 年 3 月からテニユア・トラックに関する規程が改正されました。主な変更点は次のとおりです。

1. 「昇任」、「退職」以外に「昇任なしのテニユアの獲得」を追加
2. 部局の判断で 5 年終了後、3 年を限度にテニユア・トラック機関の延長が可能
3. 前職からの退職金が通算される身分に変更
4. 自立した研究環境を保證するかわりに、「管理運営業務免除」を削除

平成 20 年に実施したアンケート調査をもとに、導入しやすい制度とするために検討を重ね、このような変更に至りました。

# フロンティアサイエンス機構 テニュアトラック教員の5年間の成果報告

24年4月からの所属と職名

福間 剛士

理工研究域電子情報学系・教授

井上 啓

医薬保健研究域脳・肝インターフェイスメディシン研究センター・教授

Wong, Richard

理工研究域自然システム学系・教授

森下 知晃

理工研究域自然システム学系・教授

佐藤 純

医薬保健研究域脳・肝インターフェイスメディシン研究センター・教授

堀家 慎一

学際科学実験センター・准教授

太田 嗣人

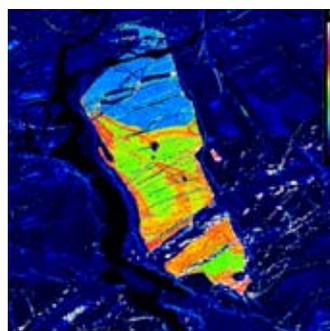
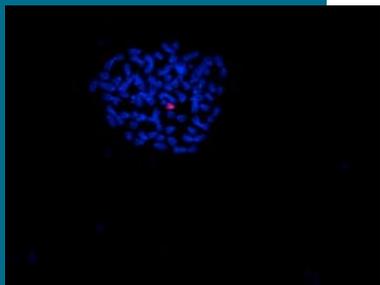
医薬保健研究域脳・肝インターフェイスメディシン研究センター・准教授

松木 篤

環日本海域環境研究センター・准教授

FSOのテニュアトラック教員は、平成24年4月から各部局の教員として、研究のみならず教育においても活躍が期待されます。

各教員のこれまでの研究概要と成果について報告します。



# 原子間力顕微鏡を用いた生命現象の分子スケール計測技術の開発

福間 剛士

## 1. 着任時の研究計画の概要

近年、急速に発達してきたナノ計測技術をバイオサイエンスの研究へと応用し、さらにそこで得られた知見を新規ナノデバイスの開発へと還元しようとする、いわゆるナノバイオサイエンスと呼ばれる複合研究領域に大きな注目が集まっている。多くのナノ計測技術の中でも、周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) は、絶縁性材料の表面でも真の原子分解能観察を非破壊で行うことができるという、他に類を見ない特長を備えている。しかしながら、従来 FM-AFM による原子分解能観察は、超高真空中でしか実現していなかったため、バイオサイエンスへの応用は困難であった。このような状況の中、私は FM-AFM のノイズを大幅に低減する技術を開発して、2005 年に世界で初めて液中 FM-AFM による原子・分子分解能観察に成功した。さらに 2007 年には、モデル生体膜表面に形成された水和層やイオンの分布を直接分子分解能観察し、液中 FM-AFM により生体システムの構造だけでなく、生理溶液中の水分子・イオンとの相互作用をも可視化できることを示し、液中 FM-AFM のバイオサイエンスへの応用の道を切り拓いた。研究開始当時、私は、液中原子分解能を持つ FM-AFM の開発経験と、それを用いた様々な生体試料観察の経験を有する世界で唯一の研究者であったため、それを最大の強みとして、「液中高分解能原子間力顕微鏡技術の開発とナノバイオサイエンスへの応用」という課題を設定し、研究を開始した。

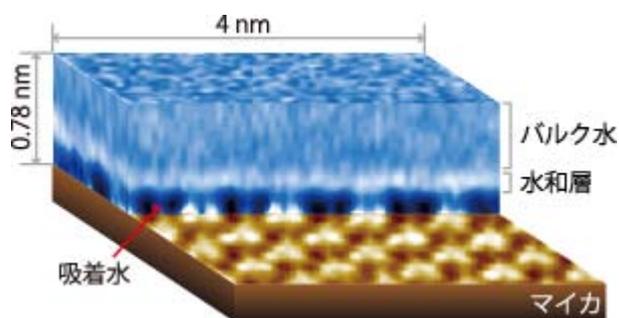


図1. マイカ/水界面の3次元像

## 2. 現時点での研究成果の概要

本研究の内容は、装置開発と応用研究の2つに大きく分けられる。以下ではそれぞれについてこれまでに得られた研究成果をまとめる。

### 2.1 装置開発

生体試料は、従来の FM-AFM が超高真空中で観察対象としてきた原子レベルで平坦な試料に比べて、大きな凹凸、揺動、不均一性を有する。そのため、それを非破壊で観察するために、我々は液中 FM-AFM の高速化 (H19-22 年度 JST さきがけ) に取り組んだ。その結果、FM-AFM を構成する様々な要素の動作帯域や共振周波数を大幅に向上させることに成功し、全体として従来の 100 倍程度高速な動作を実現した。現在、この装置の実用性を改善するための応用開発に取り組んでいる。

固液界面で生じる水和現象や電位分布は、様々な固液界面現象の起源に深く関与していると考えられてきたが、これまでそれらを直接観察する手段がなかったために未解明の点が多く残されている。そこで我々は、吸着水や水和層の 3 次元分布を原子スケールの分解能で可視化する技術 (H20 年度 JST シーズ発掘試験, 図 1) や、固液界面におけるナノスケールの電位分布を直接計測する技術 (H21-23 年度 NEDO 若手研究 Grant) を開発した。これらの技術は、生命現象の研究だけでなく、産業技術・材料の開発にも役立つものと期待される。

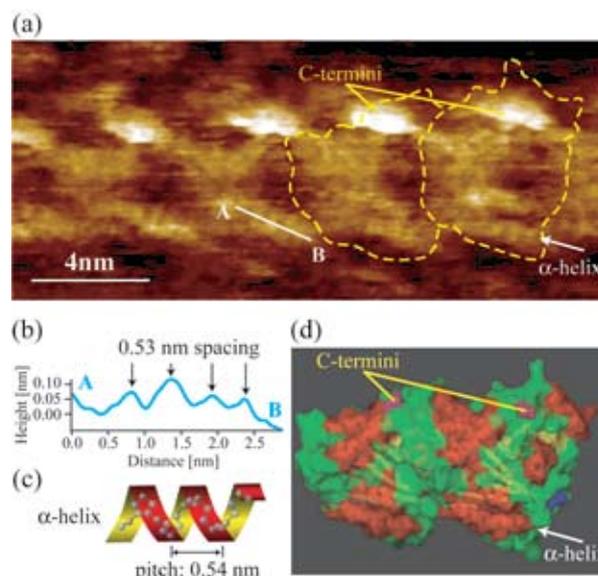


図2. (a) チュブリン分子の液中 FM-AFM 像. (b) AB 断面. (c) αヘリックスの構造モデル. (d) チュブリンヘテロダイマーの構造モデル.

## 2.2 応用研究

生体膜は脂質、コレステロールなどの様々な分子で構成されている。一方、それを取り囲む生理溶液も水分子やイオンなどの様々な粒子で構成されている。したがって、これらの境界である固液界面では様々な分子が相互作用して複合体を形成し、それが生体膜の構造や機能に多大な影響を及ぼしている。本研究では、液中 FM-AFM を用いて、生体膜/生理溶液界面の研究を行った。まず、脂質/コレステロール分子の混合膜を緩衝溶液中で分子分解能観察し、その結果を基に、その脂質-コレステロール分子の複合体構造モデルを提案した。また、脂質/水界面の 3 次元力分布を観察し、脂質膜表面に形成された水和層やそれと相互作用する脂質頭部の 3 次元構造を直接可視化することに成功した。この結果は、FM-AFM を用いて水和構造だけでなく、揺動する局所表面構造の 3 次元構造をも可視化できる可能性を示した点で非常に重要な意味を持っている。

タンパク質の構造は X 線や NMR などを用いた結晶構造解析により詳細に調べられている。しかし、生体分子/溶液界面における局所的な揺動構造を直接観察することはできない。たとえば、微小管表面にはチューブリン分子の C 末端が露出しており、それがモータータンパク質との相互作用を司る重要な役割を果たしている。しかし、C 末端は常に揺動しているために、その構造は未だ分かっていない。本研究では、液中 FM-AFM によりチューブリン分子を構成する  $\alpha$ -ヘリックス構造や C 末端を液中で直接観察することに、世界で初めて成功した。

### 【代表的な論文 2 編】

1. **T. Fukuma**, Y. Ueda, S. Yoshioka, H. Asakawa “Atomic-Scale Distribution of Water Molecules at the Mica-Water Interface Visualized by Three-Dimensional Scanning Force Microscopy” *Phys. Rev. Lett.* 104 (2010) 016101 (4 pages).
2. H. Asakawa, K. Ikegami, M. Setou, N. Watanabe, M. Tsukada, **T. Fukuma** “Submolecular-Scale Imaging of  $\alpha$ -Helices and C-Terminal Domains of Tubulins by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy in Liquid” *Biophys. J.* 101 (2011) 1270 (6 pages).

## 3. この制度の感想・意見

テニユアトラック制度の運用には、いくつかの課題がある。第一にテニユア獲得後のポストの問題がある。採用前に昇任後のポストを確保してから採用することが望ましいが、そうすると、大学全体としての研究人材レベルは低下する可能性が高い。なぜなら、教授ポストで准教授を、准教授ポストで助教を採用するからである。第二の問題として、学生の配属が挙げられる。実験系の研究では学生の配属なしに実験を行うことは難しい。したがって、研究に専念すべきポジションとは言え、その肝心の研究を進めるためにも学生の配属が必要となる。これらの課題がクリアされれば、若手研究者の競争意識の向上や、キャリアパスとしてうまく機能すると思われる。

私が採用された金沢大学のテニユアトラックポジションについては、当初は、上記の問題に対して有効な対策が練られているとは言えず、実際着任後にいくつかの問題が生じた。しかし、そのたびに制度をマネジメントする立場にある方々が、教員からの意見を取り入れて、柔軟に制度を改革してくださったおかげで、なんとか上記の問題をクリアできたように思う。今後は、今回のケースを教訓にして、より良いテニユアトラック制度が金沢大学において運用されることを期待している。

## 4. これからの抱負

金沢大学に着任して以降の 5 年間は、それまでの自分の経験や知識に基づく強みを活かすために、「原子・分子分解能」、「生体分子試料」という 2 つの制約を自分に課しながら研究テーマを選択してきた。そのおかげで、5 年という短期間で世界レベルの研究成果をいくつかあげることができた。しかしその反面、現在の社会情勢や学術動向を踏まえて、本当にどういった計測技術の開発が望まれているのかというニーズや、今後自分の研究人生の中でどういった研究開発を目指したいのかという夢に対して、忠実に研究テーマを選択することはできていなかった。テニユアポジションに着任して、落ち着いて研究テーマを選択できる立場になったこの機会に、これまでよりも広く深く長期的な視点で研究テーマを選択し、今後の研究人生をかけて大きな仕事を成し遂げたい。

# 中枢神経による肝臓の糖脂質代謝制御機構の解明

井上 啓

## 1. 着任時の研究計画の概要

肝臓における糖産生調節は、個体における糖代謝制御に密接に関与している。特に、糖尿病においては、肝糖産生の増加が血糖値上昇と密接に相関することが知られている。肝糖産生は、関連する代謝酵素の遺伝子発現調節により制御されており、個体糖代謝の中心的調節因子であるインスリンは、肝糖産生関連酵素の遺伝子発現を強力に抑制する。実際に、インスリン作用障害（インスリン抵抗性）に伴う糖尿病では、肝糖産生関連酵素の発現が増加することが、肝糖産生の増加の主因となっている。

インスリンは、肝臓インスリン受容体を介した直接的制御作用とともに、中枢神経インスリン作用を介した間接的作用により、肝糖産生を制御している。我々は、中枢神経インスリン作用が、肝臓においてIL-6発現を増加させ、転写因子Signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3)を活性化することにより肝糖産生関連酵素の発現を抑制することを見出している(Nat Med. 10: 168, 2004.; Cell Metab. 3: 267, 2006.; 研究成果 Review#1. Inoue H. Biomedical Reviews. In press.)。

このような背景のもとに、金沢大学フロンティアサイエンス機構において、2008年2月より「中枢神経による肝臓の糖代謝制御機構の解明」を目的とした研究を行っている。具体的には、STAT3を介した肝糖代謝調節の制御メカニズムの解明、特に、小胞体ストレスによる肝STAT3活性抑制の役割とメカニズムの解明を行っている。さらに、共同研究を通して、中枢神経作用による個体エネルギー代謝制御の重要性の解明にも取り組んでいる。

## 2. 現時点での研究成果の概要

肥満において、肝臓における小胞体ストレスが、インスリン抵抗性を引き起こすことが知られている。一方で、中枢神経作用による肝糖産生調節に対する小胞体ストレスの作用については、十分な解明がなされていない。その中において、我々は、肝臓小胞体ストレスが、肝臓STAT3活性化およびSTAT3依存性肝糖新生酵素発現抑制を阻害することを見出した。STAT3活性化には、JAK2活性化と、STAT3のアセチル化が重要であることが明らか

かにされている。肝臓小胞体ストレスは、JAK2チロシン脱リン酸化による活性抑制とともに、ヒストン脱アセチル化酵素を介したSTAT3アセチル化阻害の二つのメカニズムにより、肝臓STAT3を抑制する。さらに、このような小胞体ストレスによる肝臓STAT3活性の障害を軽減することにより、肥満に伴うインスリン抵抗性の改善を来すことを見出している(研究成果 Original articles#1. Diabetes. 61: 61, 2012)。すなわち、小胞体ストレスによる肝臓STAT3活性の障害メカニズムは、インスリン抵抗性治療の標的である可能性を示唆している。

また、インスリン同様に、中枢神経レプチン作用も個体エネルギー代謝に重要な役割を果たしていることが知られており、共同研究を通して、我々もその作用メカニズムの重要性の解明に取り組んでいる。その過程において、我々は、CREB regulated transcription coactivator 1(Crtc1), Crtc2 および Crtc3 ノックアウトマウスの解析に参画し、中枢神経レプチン作用による個体糖代謝調節のメカニズムの解明をおこなった。レプチン依存性の視床下部Crtc1活性化が重要な役割を果たしていることを明らかにしている(研究成果 Original articles#5. Nat Med. 14: 1112, 2008.)。さらに、Crtc2/3の各ノックアウトマウスの解析から、肝糖新生系酵素遺伝子転写における肝臓Crtc2の重要性の解明(研究成果 Original articles#3. Proc Natl Acad Sci USA. 107: 3087, 2010.)、中枢神経レプチン作用による交感神経依存性脂肪分解メカニズムにおける脂肪組織Crtc3の重要性の解明((研究成果 Original articles#3. Nature 468:933, 2010.)を行っている。

### [Original articles]

1. Kimura K, Yamada T, Matusmoto M, Kido Y, Hosooka T, Asahara S, Matsuda T, Ota T, Watanabe H, Sai Y, Miyamoto K, Kaneko S, Kasuga M, **Inoue H.** \* Endoplasmic Reticulum Stress Inhibits STAT3-dependent Suppression of Hepatic Gluconeogenesis via Dephosphorylation and Deacetylation. Diabetes. 61 : 2012 : 61-73
2. Song Y, Altarejos J, Goodarzi MO, **Inoue H**, Guo X, Berdeaux R, Kim JH, Goode J, Igata M, Paz JC, Hogan MF, Singh PK, Goebel N, Vera L, Miller N, Cui J, Jones

MR, CHARGE Consortium, GIANT Consortium, Chen YI, Taylor KD, Hsueh WA, Rotter JI, Montminy M. The CREB Coactivator CRTC3 Links Catecholamine Signaling to Energy Balance. Nature 468: 2010: 933-9.

3. Wang Y, Inoue H, Ravnskjaer K, Viste K, Miller N, Liu Y, Hedrick S, Vera L, Montminy M. Targeted disruption of the CREB coactivator Crtc2 increases insulin sensitivity. Proc Natl Acad Sci USA. 107: 2010: 3087-92

4. Altarejos JY, Goebel N, Conkright MD, Inoue H, Xie J, Arias CM, Sawchenko PE, Montminy M. The Creb1 coactivator Crtc1 is required for energy balance and fertility. Nat Med. 14: 2008: 1112-7.

[Review]

1. Inoue H. Regulation of glucose metabolism by central insulin action. Biomedical Reviews. In press.

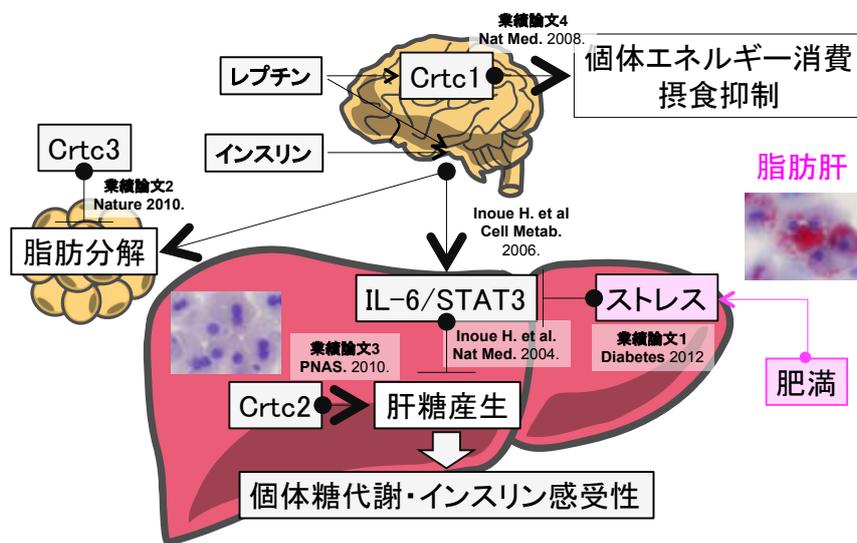
3. この制度の感想・意見

金沢大学の「新領域創成をめざす若手研究者育成特任制度」の手厚い助成のもとで、研究室のセットアップと

研究推進を行えたことは大変恵まれていたと感じている。また、そのような環境であったからこそ、若輩にもかかわらず人材及び研究費などの研究室運営の様々な問題点に対応できてきたものと考えている。

4. これからの抱負

H24年度に2年目を迎える本学第2期中期目標に掲げられているように、「本学に優位性が認められる研究を推進することにより世界的研究・教育拠点の形成に努めるとともに、現代的課題である環境教育のプログラムを構築するなど教育内容を充実しつつ、学域学類制の定着を図り、国際通用性のある教育によって高度専門職業人及び総合的教養を有した幅広い職業人を養成することへの責任ある対応が求められると自覚している。医薬保健研究域 脳・肝インターフェースメディシン研究センターにおいて、第2期中期計画にあるように「世界に通用する高度な学術研究を組織的に推進する」ことを中心として、確実な貢献を行っていきたいと考えている。



井上らは、肝臓 STAT3 が、中枢神経インスリン作用のエフェクターとして、肝糖産生を制御に、個体糖代謝調節に重要な役割を果たすことを明らかにしている。また、肥満に伴う肝臓ストレスが STAT3 の活性化を阻害することも見出している。さらに、転写因子 CREB のマスターレギュレーターである Crtc1/2/3 の各ノックアウトマウスの作成・解析を行い、個体糖代謝調節におけるレプチン依存性の視床下部 Crtc1 活性化の役割、肝糖新生系酵素遺伝子転写および個体インスリン感受性における肝臓 Crtc2 の役割、さらに、交感神経依存性の脂肪分解調節における脂肪組織 Crtc3 の重要性の解明に参画している。

# 海洋リソスフェアの3次元実体の解明—日本海深部掘削にむけて

森下 知晃

## 1. 着任時の研究計画の概要

目的：海洋域は、地球表層の大部分を占め、地表の環境に大きな影響を与えるだけでなく、海洋底の形成、それに引き続く海洋底の消滅によって地球内部の物質分化・循環において大きな役割を担っている。本研究では、地球深部起源物質の解析を行い、海洋底深部物質の実体から物質形成、改変プロセスを理解することを目的とした。特に、大西洋、太平洋といった「普通」の中央海嶺海洋域と、「沈み込み関連（前弧域、日本海型）」海洋に関連した試料の解析を行い、「普通」の海洋域との違いを明確にし、将来的な日本海（および「日本海型」海）での超深部掘削調査を行う目的・価値について検討することを目標とした。

研究計画：海洋から得られた試料、および地球表層に露出している過去の海洋リソスフェア（オフィオライトなど）の調査を行い、得られた試料の温度履歴の解明とそれに伴う元素移動の特徴をマイクロメータースケールで明らかにすることを目的とした。これらを通じて、海洋リソスフェアの3次元方向の実体を明らかにする。また、実際に日本海から採取された試料、日本海形成に関連すると思われる岩石について試料を採取し、解析する事で、日本海形成について検討することとした。

## 2. 現時点での研究成果の概要

海洋底起源試料については、プレートの発生（中央海嶺系）と沈み込み（プレート沈み込み初期に関連する前弧系、日本海型海を含む背弧系）を明瞭に区別した調査・研究を行った。中央海嶺系の試料に関しては、プレートの形成速度の違いに着目し、高速拡大から低速拡大における試料の採取、解析を行い次のような点が明らかにされつつある。

●低速拡大海域試料解析（南西インド洋海嶺）：メルト生成率が低い海域だと予想されているにも関わらず、比較的メルト成分に枯渇したマンテル物質が採取された。Os同位体比の結果（JAMSTEC 仙田ほか、未公表データ）は、10億年単位の時間経過が必要な値を示しており、海洋マンテル中に含まれている太古溶融を受けた試料である可能性が高い。

●中速拡大海域（中央インド洋海嶺ロドリゲス3重会合

点北側）：マンテル物質の深さ方向変動について、拡大速度の違いに因らず岩相変化には共通性があることを指摘し、また、熱水変質による元素移動について、世界に先駆けて明らかにした（Morishita et al, 2009 J. Petrol）。さらに、本海域は、海洋底深部起源岩石の変質と生命の起源とのリンクという視点で研究が進められており、初期生命が発生した現場の地質学的背景の解明についても貢献した（Nakamamura et al., 2009 EPSL; 森下ほか、2010 月刊地球）。

●高速拡大海域（太平洋プレート上のプチスポット火山に含まれるマンテル起源捕獲岩）：世界で唯一我々が手にする事ができる『普通状態』の海洋プレート深部物質であるプチスポット火山中のマンテル捕獲岩の構造解析が行い、太平洋プレート下のマンテルの地震波構造について物質学的な情報を初めて得ることができた（Harigane et al., 2010 EPSL）。

●沈み込みに関する海（前弧域）：伊豆—小笠原弧試料の解析を行った。中央海嶺系データを我々のデータセットと詳細に比較を行い、前弧域深部起源物質に記録されている島弧形成初期プロセスについて、中央海嶺の環境と類似したマグマ活動が先行し、その後、島弧的なマグマ活動へ変遷しているという新情報を得ることができた（Morishita et al., 2011 Geology）。

●沈み込みに関する海（背弧域：日本海型）：対馬海盆における海山（火山岩）、およびそれに捕獲された日本海深部起源の岩石について解析を行っている。まず、この岩石試料に対して、火山岩の化学的特徴およびAr-Ar年代を測定し（東北大学 平野氏との共同研究：原稿準備中）、火山岩の意義付けをおこなった。また、この火山岩に含まれている日本海マンテル、下部地殻を構成している物質の岩石学的特徴を明らかにし、実際の物質から、日本海形成メカニズムについて、大陸下で期待されるような岩相、日本海形成/捕獲岩をもたらした火山活動に関連した岩相が存在する事が明らかとなった（原稿準備中）。

●オフィオライト研究による成果（アルバニア・Mirdita オフィオライト）：Mirdita オフィオライトは、主に火山岩類の分類に基づいて、島弧型オフィオライトと海洋型オフィオライトが隣接するオフィオライトとして解釈

されていたが、その深部領域（下部地殻、マントル相当部）に関しては研究が進んでいなかった。本研究によって、沈み込むプレートからの水を主成分とする物質供給によるマグマの発生、移動、反応による深部物質の改変プロセスが明らかになってきた (Dilek & Morishita, 2009 Island Arc ; Morishita et al., 2011 Lithos)。

#### 主要文献リスト

- Morishita, T.,** Dilek, Y., Shallo, M., Tamura, A., Arai, S. (2011) Insight into the uppermost mantle section of a maturing arc: The Eastern Mirdita ophiolite, Albania. *Lithos* 124, 215-226.
- Morishita, T.,** Hara, K., Nakamura, K., Sawaguchi, T., Tamura, A., Arai, S., Okino, K., Takai, K. & Kumagai, H., (2009) Igneous, alteration, and exhumation processes recorded in abyssal peridotites and related fault rocks from an oceanic core complex along the Central Indian Ridge. *Journal of Petrology*, 50, 1299-1325

#### 3. この制度の感想・意見

この制度の良い点は、高い意識を持って研究に望む覚悟ができたことと、研究に集中できる環境を与えていただいたことである。改善点は、テニユア獲得のための明確な基準についての提示をテニユアスタート時に示すことである。また、学内の関係学域、コースの協力無くしては、研究戦力となる博士学生の獲得は困難である。実際のテニユアポストを学域、コースが準備するという点も、学域、コース内に新たな問題を引き起こす要因になりかねない。これらを解決するためには、教育重視型教員と、研究重視型教員の分別が必要だと考える。教員として数年を過ごした後、研究重視型教員に関しては、テニユア制度の導入し、研究に集中できる環境を作り、教育重視型教員には、教育と学内実務を負担してもらおう。

#### 4. これからの抱負

研究面：私が一貫して研究を行っている上部マントルは、我々人類が未だ直接サンプリングを行っていない領域である。しかしながら、マントルは、火山の源となるマグマの発生領域であり、大規模地震が発生する領域として、地球環境変動の要因を理解し、地球の過去、現在、

未来を知る上で、今後の地球科学においても重要な領域である。特に、日本列島は、プレートが沈み込む場所に形成されており、プレートとマントル物質の連動によって、火山活動や、地震の発生する頻度が高い。我々の生活にも直接関連する災害を引き起こすこれらの事象のメカニズムを理解するためにも、マグマ発生量や地震発生の破碎領域・強度を制約するマントル物質の不均質性のスケールと不均質を形成するメカニズムを明らかにする必要がある。日本列島のような環境でのマントル物質を理解するために、過去に、日本列島と類似した環境を経験し、現在は、地球の大規模変動により陸上や海洋底に露出した現場での野外調査をもとに研究を行う。基本的な野外調査能力を強化し、近年の化学分析、物性分析の方法を用いた研究成果を複合的に組み合わせることで、新しいサイエンスを開拓する。そのため、必要に応じて、的確な研究者との共同研究を行い、そのプロジェクトの立案者として研究を牽引する。そのためには、金沢大学独自の分析システムの構築も必要であり、今も推進している局所分析の充実と応用をすすめていく。その先には、人類初の海洋底からの直接マントルサンプリング計画への参加が待っている。

教育面：大学では、教育を行う研究者がその分野の最先端を走り、その姿を見せればよいと考えている。その基本的考えは今も変わっていないが、近年は、金沢大学の卒業生・修了生が科学的な思考を持ち、多くの情報の中から自分自身で科学的に判断し、決断できる社会人となるための教育に携わっていきたく強く考えている。私が担当することになる地球科学の分野は、これから世界が直面する環境問題、エネルギー・資源開発問題に深く関わっている。金沢大学の卒業生・修了生には、科学と社会のインターフェイスとして、社会を計画的に運営していく現場に立ってほしい。私の現場主義に基づく研究方針は、このような学生の教育に役に立つと確信している。また、地域環境、および、大学生以外の人たちへの研究成果のアウトリーチ活動にも積極的に参加し、金沢という文化的な伝統がある町を、金沢大学が中心になって支えていく一つの柱になれるように、今以上に精進していく。

# Nuclear pore 蛋白群 Nucleoporins の動的構造と機能

Wong, Richard

## 1. 着任時の研究計画の概要

私は 2008 年の 4 月 1 日に、金沢大学フロンティアサイエンス機構にテニュアトラック制度における特任准教授として着任し、独立したラボの主宰として研究を開始した。研究テーマは「核膜孔複合体タンパク質の動的構造と機能に関する研究」である。

哺乳動物細胞ではすべての遺伝的情報は核内に存在しているが、その遺伝情報は核膜上に開いている核膜孔を通して細胞質に運ばれ、これをもとに細胞・生体機能が維持される。また、転写因子等のタンパク質もこの核膜孔を通じて核内外に移行される。このように核内外の物質輸送の制御に関わる核膜孔は生物学的にみても極めて重要であることから、この核膜孔を構成している約 30 種類の核膜孔複合体タンパク質に焦点を当てて複雑な生物学的機構を解明することが目的である。

特に、基本的な生命現象に必須でありダイナミックな形態変化を伴う細胞分裂、細胞周期に注目した。具体的には 1) 細胞周期における核膜孔複合体タンパク質の新規機能の解析、2) 生理的あるいは病的状態における細胞内物質輸送・細胞分裂に関わる核膜孔複合体タンパク質の役割の解明、を計画した。細胞内の物質輸送は空間的・時間的にデリケートに制御されており、細胞内における各器官へのタンパク質の誤送は数多い疾患に関わっている。たとえば細胞質と核間の物質輸送の異常が原因となり、癌や発育欠陥・障害等、数々の疾患をもたらすことが多々報告されている。また、細胞分裂期には核膜は崩壊し、核膜孔複合体タンパク質も個々が分離し何らかの新規機能を発揮すると考えられ、さらに細胞分裂期における異常は癌を含めた様々な疾患を引き起こすことが明らかとなってきていることから、本研究から得られる新知見は今後の生命科学の分野において、さらには様々な疾患に対する臨床応用において意義あるものと思われる。

## 2. 現時点での研究成果の概要

まずは、細胞周期における核膜孔複合体タンパク質の挙動を解析し、細胞分裂期におけるこれらの重要な新規機能を発見した。例えば核膜孔複合体タンパク質のうちの一つ Rae1 が細胞分裂期に紡錘体上に存在し、有糸

分裂微小管と結合すること、さらに姉妹染色分体の接着に中心的な役割を果たすとされるコヒーシンのサブユニット SMC1 が Rae1 および微小管と相互作用することにより微小管の架橋構造を形成させていることを明らかにした (Wong R, Blobel G. Proc Natl Acad Sci USA 105: 15441-5, 2008; 本論文により 2009 年に金沢大学 COE (革新脳科学) 論文ブレイクスルー賞を受賞した)。この後さらに Rae1-SMC1 複合体について解析を進め、SMC1 の異常発現・局在は癌を誘発する異常多極紡錘体等の染色体分離異常を引き起こすことを見出し (Wong R. Cell Cycle 9: 198-200, 2010), また SMC1 以外のコヒーシンサブユニット (SMC3, Scc1, Scc3) もこれまでの概念とは異なり遺伝子発現や紡錘体極形成に重要な役割を果たしていることを示唆した (Wong R. Cell Cycle 9: 1754-8, 2010)。さらには、他の核膜孔複合体タンパク質 Tpr が紡錘体チェックポイントタンパク質 Mad1 および Mad2 と結合し、さらには細胞分裂期において分子モータータンパクであるダイニンと相互作用して正常な染色体の分離に重要な役割を担っており、その異常は染色体分離異常を誘発すること (Nakano H et al. J Biol Chem 285: 10841-9, 2010; この論文は大学院生によるものであり、その学生の学位論文ともなった), また核膜孔複合体タンパク質 Nup88 に関しても、その異常発現が染色体の異数化・多極紡錘体を引き起こすことを見出してきた (Hashizume C et al. Mol Cancer 9: 119, 2010)。

また、癌の悪性化に関わるとされている核膜孔複合体タンパク質 (Nup88, Nup98, Nup214, Tpr, Rae1 等) についてより詳細に検討するため、マウスモデルの構築を行っている (Funasaka T, Wong R. Cancer Metastasis Rev 30: 239-51, 2011)。すでにいくつかの核膜孔複合体タンパク質トランスジェニックマウスを確立しており (Nup88, Rae1, Nup98-HoxA9, Sec13), 現在それらを解析中である。キメラ遺伝子 Nup98-HoxA9 は白血病患者によく観察される染色体転座であるが、Nup98-HoxA9 トランスジェニックマウス、細胞、ヒト臨床検体を用いた解析によって白血病の発症には Nup98 の結合パートナー Rae1 の異常発現に起因する染色体分離異常の誘発が関与していることを明らかにした (Funasaka T et al. Cell Cycle 10: 1456-67, 2011)。またその他にも、

たとえば Nup88 トランスジェニックマウスは小脳に腫瘍を形成し、歩行障害等の症状がみられるが、現在この詳細なメカニズムを解析中である。

他にも、核膜孔複合体タンパク質をナノスケールで観察するため、X線結晶構造解析やNMR法、また原子間力顕微鏡を用いた研究を進めている。構造解析に関する科研費（新学術領域研究）にも採択され、X線結晶構造解析やNMR解析を京都大学の白川研と共同で研究を進めている。また原子間力顕微鏡を用いた解析は本学の安藤研との共同研究を行っている。上記以外にも他大学・機関との共同研究も積極的に行っている。米国ロックフェラー大学の Blobel 研との共同研究で核膜孔複合体タンパク質 Nup214 の RNA 核外輸送機構を構造生物学的に解明し（Napetschnig J et al. Proc Natl Acad Sci USA 106: 3089-94, 2009）、また東京大学の廣川研究室との共同研究で細胞内の物質輸送に関わるモータータンパク質である KIF17 について研究を行った（Guillaud L et al. Nat Cell Biol 10: 19-29, 2008；第二著者）。

テニュアトラック期間に、着任時に掲げた計画のすべての目標を達成することができた。

● 8 報の論文を corresponding author として発表し、そのうちの 7 報は掲載学術誌のインパクトファクター（IF）が 5 以上であった（Proc Natl Acad Sci USA, J Biol Chem, Cell Cycle 等）。

● 外部研究資金を新規に毎年 1,000 万円以上、コンスタントに獲得している。

● 博士後期課程の学生を指導し、論文を数報発表させ、学位を取得させることができた。またその学位論文が平成 23 年度第 9 回高安賞優秀賞を受賞した。

● 核膜孔複合体について、Cancer Metastasis Rev 誌（IF: 7.3）や日本生化学学会学会誌（J Biochem）等のいくつかの総説論文への投稿を依頼され、また研究成果が Cell 誌や Nature Review 誌をはじめとした総説論文に紹介さ

れ、他論文に引用されるなど、国際的な認知度も高まってきた。

● J Cell Sci 誌、BMC Bioinformatics 誌 や Disease Markers 誌の査読者に選ばれ、さらに World J Biol Chem 誌の Editorial Board Member に選出された。

● 代表的な論文（@は corresponding author）

1. **Wong R@**, Blobel G. (2008) Cohesin subunit SMC1 associates with mitotic microtubules at the spindle pole. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 105: 15441-5.

2. Nakano H, Funasaka T, Hashizume C, **Wong R@**. (2010) Nucleoporin Tpr associates with dynein complex preventing chromosome lagging formation. J. Biol. Chem. 285: 10841-9.

3. この制度の感想・意見

本テニュアトラック制度のもと、極めて独立性の高い環境下で、自分の意思決定に基づいた研究活動を進めることができたことから、研究活動における充実性は満足できるものであり、またこのような環境を与えて頂いたことには感謝している。実際に事前に定めた研究計画・目標についてはすべて計画通りに達成することができた。

4. これからの抱負

これまで以上に研鑽を積み、世界をリードする、インパクトの高い研究を進めていき、インパクトファクターの高い、影響力のある学術誌に論文を発表することを目指す。また学部生に対する講義にも注力し、研究室に所属する大学院生に対しても優れた研究者となるよう丁寧な指導を行う。このように研究面でも教育面でも所属する金沢大学、そして理工学域自然システム学類に貢献していきたい。

# ショウジョウバエ脳視覚中枢の発生と機能を貫く分子機構

佐藤 純

ショウジョウバエ脳視覚中枢の機能を生み出す  
発生メカニズム  
～統合的神経科学研究を目指して～

脳の発生と機能を包括的に研究することは脳の動作原理を理解する上で非常に重要である。しかし、ほ乳類の脳を用いた場合個々の神経細胞の発生から機能発現までを一貫して追跡することは非常に困難である。ショウジョウバエ視覚中枢はほ乳類の脳においてみられる神経発生の様々な要素をあわせもつだけでなく、高度な遺伝学的ツールが利用可能であり、行動実験によって神経回路の機能を解析することが可能な優れたモデル系である。メダラ神経節はショウジョウバエ視覚中枢の中でも最も大きな位置を占め、約4万個、60種類の神経細胞が10層の層構造とそれと直交する約800のカラム構造を示し、全ての視覚情報処理に関わると考えられている。にもかかわらず、メダラにおいて多様な神経細胞を産み出し神経回路を形成する発生機構は全く分かっていなかった。本研究では発生初期の幼虫期メダラ前駆体に着目することにより、ハエ視覚中枢の研究を推進した。

金沢大学に着任した時点ではメダラ前駆体が4種の転写因子 Drifter (Drf), Runt (Run), Homothorax (Hth), Brain-specific-homeobox (Bsh) の発現によって同心円状に区画化されていることが分かっていた(これら転写因子をコードする遺伝子を「同心円遺伝子」と呼ぶ)。同心円遺伝子を手掛かりとすることにより、多様なメダラ神経細胞を産み出す発生機構を明らかにし、最終的には各神経細胞の機能を行動実験によって解析する実験系を立ち上げることが着任時の研究計画であった。

本研究によって、メダラの発生機構を理解する上での鍵となる様々な性質・現象が見出され、その一端を担う分子機構が解明された。まず、同心円遺伝子の発現は神経細胞の産生順と相関すること、各メダラ神経細胞は蛹期にそのタイプに応じた固有の細胞移動パターンを示すことが分かった。変異体の解析から、HthはBshや細胞接着因子N-cadherinの発現制御を介して神経細胞のタイプ決定を制御すること、その一方DrfはDrf陽性細胞の軸索・樹状突起伸長を制御することが分かった。同心円遺伝子によって形成される遺伝子ヒエラルキーがメダラ

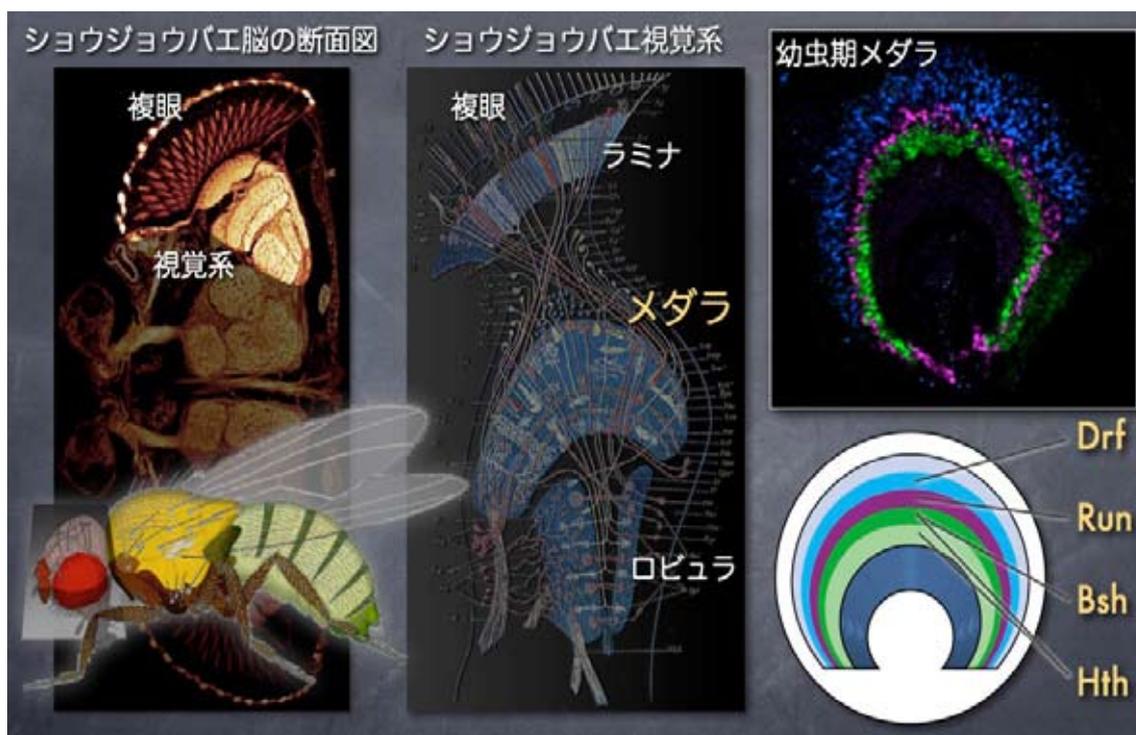
神経回路の形成において重要な役割を果たすと考えられる。このように、我々の研究室はメダラの発生を理解する上での鍵を握る現象を見出し、その発生・機能メカニズムを解明するための第一歩を踏み出した(Hasegawa et al., 2011)。

各メダラ神経細胞のタイプを決定する遺伝子コードが明らかになれば、神経活動を抑制・活性化する神経遺伝学的ツールによって、特定の神経細胞の神経活動を人工的に操作することができる。例えばBshを発現するメダラ神経細胞はMi1というコリン作動性の神経細胞である。Mi1は光受容細胞R1-6およびラミナ神経細胞からの入力を受け、動体認識に関与すると推測されているが、実験的には証明されていない。動体認識は多くの動物において見られる基本的な視覚情報処理であるが、その神経回路の働きについては未だ不明な点が多く、神経科学における重要な課題となっている。視覚行動実験によりMi1およびMi1とシナプス結合する他のメダラ神経細胞の機能を解析することにより、動体認識回路の実体およびその動作原理に迫りたいと考えている。実際、磁石によって吊したハエの周りにコンピューター制御のLEDパネルを配置した「アリーナ」システムを構築し、視覚行動実験に取り組んでいる。

メダラ神経節はハエの脳の中でも特に複雑で、その研究は大きく立ち後れていた。本テニュアトラックシステムにおける人件費を含めた資金面での手厚いサポート、完全に独立した研究環境なくしては本研究の推進はあり得なかったと考えている。発生の研究を推進し、かつ行動実験系を立ち上げるという困難な実験計画も、予定通りに実現した。今後はこれまでのようなサポートは得られなくなるので、十分な外部資金を獲得しつつ、本制度における研究成果をベースとしてハエ視覚中枢を用いた統合的な神経科学研究を目指して邁進して行きたい。

<参考文献>

Hasegawa, E., Kitada, Y., Kaido, M., Takayama, R., Awasaki, T., Tabata, T. and Sato, M. "Concentric zones, cell migration and neuronal circuits in the Drosophila visual center." Development 138, 983-, 2011



ハエの視覚行動実験システム「アリーナ」

### FSO TT 教員の受賞

- ★ Young Investigator Award (日本糖尿病合併症学会) 太田 嗣人
- ★ 日本エアロゾル学会奨励賞 (第 28 回エアロゾル科学・技術研究討論会) 松木 篤
- ★ 平成 23 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞 福間 剛士
- ★ 平成 20 年度日本鉱物科学会論文賞 (日本鉱物科学会) 森下 知晃
- ★ シンポジウム奨励賞 (19th Academic Symposium of Materials Research Society of Japan 2009) 福間 剛士
- ★ AJINOMOTO Award 最優秀研究賞 太田 嗣人
- ★ 平成 19 年度高木賞 福間 剛士

# 染色体工学技術を用いた自閉症罹患遺伝子座の解析

堀家 慎一

## 1. 着任時の研究計画の概要

私の研究は、「自閉症」と呼ばれる神経発達障害の発症機序を解明することです。自閉症は、「言語発達の遅れ」「コミュニケーション能力の障害」「反復的で常同的な行動」を特徴とした広汎性神経発達障害で、その有病率は150人に1人とされています。社会・環境と遺伝的背景が発症に関与していると考えられていますが、その原因遺伝子、発症メカニズムは未だ明確にされていません。近年、マイクロアレイをはじめとするゲノムワイドな研究手法の発達により、自閉症患者におけるゲノム異常も多数報告されています。そのなかでも、ヒト15番染色体q11-q13(15q11-q13)領域の異常は最も頻回に認められ、自閉症発症に寄与していることは間違いないと考えられていますが、約10Mbにおよぶ広大な15q11-q13領域のどの遺伝子異常が発症の引き金になっているかは明らかにされていません。そこで、私は15q11-q13領域のゲノム異常によってどのように自閉症が発症するかについて、独自のヒト染色体工学技術を用いて解析しています。15q11-q13領域は、類縁疾患であるAngelman症候群(AS)やPrader-Willi症候群(PWS)の責任遺伝子座でもあり、メチル化CpG結合タンパク質などを介したエピジェネティックな機構によって遺伝子発現が制御されている事で知られています。一方、自閉症発症においてもメチル化やヒストン修飾といったエピゲノムの異常の関与が注目されていますが直接的なつながりは明らかにされていません。そこで私は、「核内ゲノム配置」というエピゲノム機構に着目し、「核内ゲノム配置」を介した遺伝子発現機構の破綻が自閉症の発症に寄与している可能性を考えました。この15q11-q13領域における遺伝子発現機構を解明することで、自閉症のみならずASやPWS、RTTなどの類縁疾患の発症、病態の解明へも展開させたいと考えています。

## 2. 現時点での研究成果の概要

私は独自のヒト染色体工学技術を発展させ、改変ヒト染色体を正常ヒト細胞株に移入することで、自閉症患者で頻回に認められるゲノム異常(ゲノムコピー数多型)を人工的に作り出すことに成功しました。この自閉症モデル細胞を用い、ゲノム異常が与える影響を「染色体ペ

アリング」や「染色体の核内ゲノム配置」といった視点から解析を行いました。15q11-q13領域、約10Mbにわたり各々の遺伝子座の核内配置をDNA-FISHで解析したところ、GABA受容体 $\beta$ 3サブユニット遺伝子近傍で特異的に相同染色体のペアリングが認められました。また、これらの母方と父方15番染色体の相互作用は、自閉症モデル細胞株では消失していました。さらに、MeCP2やCTCFなどのエピゲノム機構に重要な遺伝子のノックダウン細胞株でも同様に相同染色体のペアリングの異常が認められました。この結果は、15q11-q13領域における遺伝子発現制御にMeCP2を含めたエピゲノム機構が重要であることを改めて証明し、自閉症やRTTに限らずASやPSWなど広く発達障害の病態形成にも関与していることを意味しています。今後、さらに詳細なMeCP2を介した遺伝子発現制御機構を明らかにし、15q11-q13領域のゲノム異常に伴う自閉症発症機序を明らかにしたいと考えています。

また、学際科学実験センターの浅野先生との共同研究により、ヒト15番染色体を保持したトランスジェニックマウスの作製にも成功しました。このトランスジェニックマウスを用いることで、自閉症の治療のターゲットとなる分子の同定を試みると共に、治療法の開発へ発展させたいと考えています。

(論文)

1. Yasui D.H., Scoles H.A., **Horike S.**, Meguro-Horike M., Dunaway K.W., Schroeder D.I., Lasalle J.M. (2011) "15q11.2-13.3 chromatin analysis reveals epigenetic regulation of CHRNA7 with deficiencies in Rett and autism brain." *Human Molecular Genetics*, 20, 4311-4323.
2. Meguro-Horike M., Yasui D.H., Powell W., Schroeder D.I., Oshimura M., Lasalle J.M., **\*Horike S.** (2011) "Neuron-specific impairment of inter-chromosomal pairing and transcription in a novel model of human 15q-duplication syndrome." *Human Molecular Genetics*, 20, 3798-3810.  
\*Corresponding author

## 3. この制度の感想・意見

昨今の社会情勢の厳しい中、着任時から今日に至るま

## 最終審査の詳細

ここでは、フロンティアサイエンス機構のテニュア・トラックの最終審査について具体的な評価項目と観点を紹介します。

### 審査項目(1) 研究成果(論文)について(10点満点)

- 観点① 当該分野において研究の独自性や重要性はどのように評価されるか
- 観点② 研究成果が当該分野において国内外で認められるものであるか
- 観点③ 将来性は高いか

審査項目(1) はピアレビューアーに評価していただきました。

<評価の目安>

ピアレビューアーの所属機関の当該分野における研究者で最近教授もしくはPI(Principal Investigator)職に昇任あるいは採用された研究者のレベルを6とする。

10-9: Excellent, 8-7: Very good, 6: Good, 5-4: Fair, 3-1: Poor

### 審査項目(2) 当該分野において国際的に評価されており、卓越した研究者として金沢大学の研究活動を牽引できるか(5点満点)

- 観点① 国際的な基準において、新領域創成など獨創性を発揮した研究とそれについての成果を上げているか(総論文数、当該分野における一流雑誌への論文掲載、引用回数、国際学会における招待講演など)
- 観点② 競争的資金等の獲得及び受賞状況
- 観点③ 当該分野の研究レベルが教授/准教授任用水準以上であるか

### 審査項目(3) テニュア・トラック期間内の研究活動全般について(5点満点)

- 観点① 最終審査時までの研究計画が達成されたか
- 観点② 研究計画の達成のために適切なマネジメントを行ったか(研究費の効率的・効果的使用:5年間の経費使途(設備備品費、人件費、旅費、消耗品費))
- 観点③ 研究計画を達成するために必要な外部資金を獲得したか
- 観点④ ポスドクや大学院生を適切に統率し、育成したか
- 観点⑤ 研究室のメンバーを統率し、チームとして研究を推進することができたか

斜体は准教授のみに適用

審査項目(2),(3)は学内審査委員により評価をしました。各項目それぞれ5点満点。

<評価の目安>

5: Excellent, 4: Very good, 3: Good, 2: Fair, 1: Poor

での間、独立して自身の研究を行う機会を与えて頂き、長野先生をはじめとする諸先生方のご尽力には大変感謝しております。また、本制度の期間中、国内外の多くの研究者と交流する機会に恵まれたことは、今後の研究生活の中で大変大きな財産になるであろうと確信しております(写真)。しかしながら、着任から最終審査までの研究期間が約3年と短く、トランスジェニックマウスを用いた研究が未だ途中であることが大変残念でありました。本制度へ意見としては、ラボの立ち上げから論文発表に至る研究期間を最低4年程度確保して頂きたいと思っております。

#### 4. これからの抱負

私は、平成24年4月より金沢大学・学際科学実験センター・遺伝子研究施設の准教授に着任します。自身の研究を発展させることは勿論ですが、学際科学実験センターの教員として、学内研究者への研究支援、地域社会への学術研究の理解に積極的に取り組んでいこうと考えております。また、大阪大学・金沢大学・浜松医科大学・千葉大学・福井大学連合小児発達学研究所の教員として、「自閉症」をはじめとする神経発達障害の「研究」と「教育」に積極的に従事し、一人でも多くの優秀な学生を輩出できるように取り組む所存です。今年から本格化する国家基幹研究事業「脳科学研究戦略推進プログラム」におきましては、東田先生、三邊先生、棟居先生と密に連携し、オキシトシン治療効果の脳内分子機構の解明に取り組むことで、少しでも金沢大学におけるオキシトシン治療研究に貢献できるよう努力していきます。



写真:自閉症に関する国際シンポジウムが開催され、多くの海外研究者らと交流を図った。(2008年7月金沢にて)

## 1. 着任時の研究計画の概要

### 「肝栄養代謝におけるストレス応答の分子機構解明」

私たちの研究室では、糖尿病や脂質異常症、非アルコール性脂肪肝 (NAFLD) 等の代謝疾患の原因解明と治療法開発に向けた基礎研究を行っています。糖脂質代謝の観点から、肝臓や脂肪組織における代謝恒常性の維持とその破綻がいかに生活習慣病の発症や病態形成に関わるのかを明らかにすることを研究の大きな目標としています。

1994年のレプチンの発見以来、肥満を背景とした代謝疾患を引き起こす主役は脂肪組織、とりわけ内臓脂肪と考えられています。過栄養・肥満状態では、腹腔内の脂肪組織が肥大化し、アディポカインの分泌が変化し、炎症が惹起するという脂肪組織の変化が生じます。その結果、インスリン抵抗性が惹起され、メタボリックシンドロームや2型糖尿病が発症し、動脈硬化が進展し心血管障害のハイリスク状態になります。しかし、肝臓は生命活動に必須な糖・脂質・蛋白質を合成、取込み、放出し、全身の栄養代謝を制御する中心臓器です。私たちはこれまでに、肝臓が脂肪組織と同等以上に、代謝疾患とその基本病態であるインスリン抵抗性の発症と維持に重要な役割を果たしていることを明らかにしてきました。

その一つとして、インスリン抵抗性状態では、肝臓からの中性脂肪 (TG)-rich リポ蛋白の増加と NAFLD が共存していることに小胞体ストレスが密接に関与していることが挙げられます。肥満に伴い肝臓へ過剰に流入した脂肪酸が小胞体ストレスを誘導し、ストレスの強さに依存してアポリポ蛋白 B (apoB) の分解が促進し、超低比重リポ蛋白 (VLDL) の分泌が減少する結果、脂肪肝が促進するという現象を見出しました (図1) (1)。

現在わが国などの先進国の成人の4-5人に1人はNAFLDと推測されています。NAFLDは単純性脂肪肝と非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) からなりますが、両疾患の予後は大きく異なります。脂肪化に続いて炎症・線維化が起こるNASHは肝硬変・肝がんに進展しうることから、NASHの進展阻止は重要な課題といえます。私たちは2型糖尿病患者には脂肪肝の進行形であるNASHが高頻度に合併していることにいち早く着目し、インスリン抵抗性が肝臓の脂肪化のみならず炎症、線維化をも促進させ、NASHの成因の中心であることモデル動物を

用い実験的に証明しました (2)。

## 2. 現時点での研究成果の概要

### 「肥満病態における炎症とインスリン抵抗性の制御機構」

肥満により脂肪組織にマクロファージが浸潤することがマウス及びヒトで明らかにされて以来、脂肪組織の慢性的な低レベルの炎症はインスリン抵抗性と代謝疾患の発症に深く関わる病態として認識されています。さらに、肥満の脂肪組織では、マクロファージの浸潤・集積のみならず、マクロファージには炎症惹起性の強い古典的活性化 M1 と炎症抑制性の選択的活性化 M2 の2つの対極化した活性化状態が存在し、肥満の脂肪組織では、TNF- $\alpha$  や MCP-1 を産生する M1 マクロファージが優位に増加していることが明らかになってきました。脂肪組織におけるマクロファージの量の変化のみならず M1/M2 という質の変化、さらに T 細胞等の炎症細胞サブセットのダイナミックな変化が、総じてインスリン感受性の制御に重要と考えられています。これまでの報告では、ケモカイン MCP-1 とその受容体 CCR2 は、脂肪組織に骨髓由来の M1 マクロファージを浸潤させることで、脂肪組織の炎症誘導とインスリン抵抗性の発症において中心的な役割が示唆されています。しかし私たちは、肥満モデルマウスの脂肪組織において、マクロファージの浸潤に先行し MCP-1-CCR2 以外にケモカイン受容体 CCR5 系の発現が著明に増加していることを見出しました。また、CCR5 欠損マウスは肥満を誘導すると脂肪組織のマクロファージの浸潤は減少し、さらに M2 優位に表現型がシフトすることにより、インスリン抵抗性が減弱していることを明らかにしています (ADA/EASD 2010,2011,under review) (図2)。代謝疾患におけるケモカインシステムの役割に着目し、今後は、脂肪組織の炎症制御機構に留まらず、全身のインスリン抵抗性への肝臓と脂肪組織の相対的寄与、代謝疾患における炎症やストレス応答の相互関係といった未解決な課題の解明に向けて研究を進めていきたいと考えています。

### 「非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) の進展機構解明と予防効果の検証」

NASH のターニングポイントである脂肪化から炎症の進

展機序はインスリン抵抗性を基盤として (3), 肝臓に蓄積する脂質の「量」・「質」の変化, 過剰なストレス応答等が深く関与しています (4)。これまでの研究成果の発展・臨床応用という観点から, 炎症・免疫応答やストレス応答の制御を介した 2 型糖尿病や NASH の予防, 治療薬の開発が期待されます。私たちは, 日本発の機能性食素材である  $\beta$ -クリプトキサンチンとアスタキサンチンに着目し, 身近な食品に多く含まれるこれらのカロテノイドの NASH への有用性を基礎的研究とヒト臨床試験の両面から明らかにする医学, 栄養学, 農学研究者によるコンソーシアム研究に着手しています。独自に開発した NASH モデル動物を使用し, カロテノイドの NASH への有用性と作用機構を明らかにする研究を行っています。動物実験による前臨床試験として,  $\beta$ -クリプトキサンチンは NASH モデル動物の脂肪化から炎症の誘導を抑制すること (平成 22-24 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業・農林水産省), アスタキサンチンは炎症・線維化の抑制が著明であること (平成 23 年 A-STEP シーズ顕在化) がわかり, 研究成果に注目が集まっています。今後, NAFLD/NASH 患者に対するカロテノイドの有用性と安全性を評価するために, 金沢大学付属病院にてプラセボ対照臨床試験を行う予定です。試験管内評価から動物実験, ヒト介入研究に至るまで, 科学的エビデンスに基づいた生活習慣病に有効な予防法確立を目指す体系的な栄養医学研究をリードしていきたいと考えています。

### 3. この制度の感想・意見

- ・競争的研究費 (公的, 民間) の獲得, 大学院生やポストドクとの研究チームの構築と指導等, ラボマネージメント全般に関し, 学ぶべきことが多くあった。
- ・Young PI として独立した研究を進め, 国際学会等での発表を重ねることにより, 国際共同研究に発展する機会

が得られた。

・全国の大学・研究機関で現在進行中のテニュアトラック制度 (TT 制度) に共通する課題として, 本育成システム終了後の新制度への移行や既存のテニュアポジションとの関連等, 具体的指針の提示がやや不足していると思われます。研究者を志す若者にさらに魅力ある TT 制度 (長期的かつトータルなケア等を含む) の構築を期待したいと思います。

### 4. これからの抱負

金沢大学創立 150 周年に設立された医薬保健研究域内センター「脳・肝インターフェースメディシン研究センター」において, 新しく細胞代謝栄養学 (Department of Cell Metabolism and Nutrition) 講座として, 基礎・臨床研究, 学生・大学院教育に少しでも貢献できればと思います。特に, 代謝臓器 (肝臓や脂肪組織等) に免疫系 (腸管等) や神経系 (脳) がいかに臓器関連し, その破綻が疾病を発症・慢性化させるメカニズムの解明とその阻止に向けた治療法開発の研究をさらに発展させて行きたいと考えています。

### 文献

1. **Ota T**, Gayet C, Ginsberg HN: Inhibition of apolipoprotein B100 secretion by lipid-induced hepatic endoplasmic reticulum stress. *J Clin Invest* 18:316-332, 2008
2. **Ota T**, et al.: Insulin resistance accelerates a dietary rat model of nonalcoholic steatohepatitis. *Gastroenterology* 132:282-293, 2007
3. **Ota T**, Takamura T, Kaneko S: Pioglitazone in nonalcoholic steatohepatitis. *N Engl J Med* 356: 1068-1069, 2007
4. Caviglia JM, Gayet C, **Ota T** et al.: Different fatty acids inhibit apolipoprotein B100 secretion by different pathways: Unique roles for endoplasmic reticulum stress, ceramide, and autophagy. *J Lipid Res* 52:1636-1651, 2011

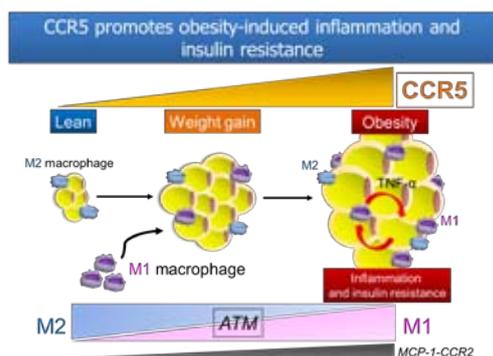


図 1

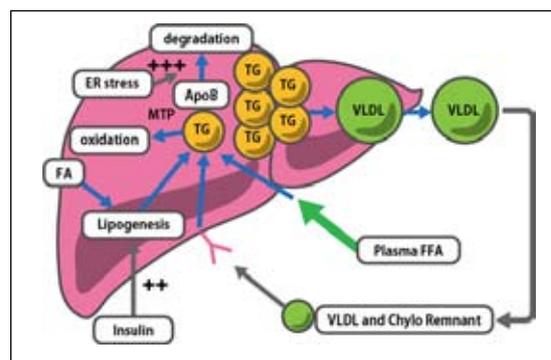


図 2

# 大気エアロゾルの気候学・環境学的研究と 環日本海域観測ネットワークの展開

松木 篤

## 1. 着任時の研究計画の概要

### <能登大気観測スーパーサイトの整備と連携の推進>

環日本海域は、急速な経済発展をとげる大陸沿岸部を中心に汚染物質の排出が進み、世界的にみて大気環境問題がもっとも顕在化している地域のひとつです。この地域における大気環境の変化を正確に把握し、その地球環境全体との関わりを解明するには、都市部のみならず遠隔地域における観測が不可欠ですが、国内におけるそうした研究主導の大気観測サイトは沖縄、五島列島や九州など西部日本に偏重しているため、日本海に面した観測拠点の整備が待たれていました。

石川県の能登半島は日本海に大きく迫り出しており、大陸から吹き付ける偏西風の風上方向に国内の大都市は存在しません。このため近隣の都市からの汚染の影響が小さく、極東アジアの代表的なバックグラウンド大気の監視ポイントとしてうってつけです。本研究課題ではこの能登半島が持つ地の利に着目し、環日本海域における先端的大気観測サイトの新設と国際ネットワーク形成に実践的な貢献を行うことを目指しました。

### <大気エアロゾルの雲凝結特性の観測的研究>

大気中の微粒子（エアロゾル）は太陽や地球からの放射を散乱・吸収して直接気候に影響（直接効果）を与えるばかりでなく、雲粒を作る核（雲凝結核・氷晶核）となり雲の反射率やその寿命を変化させることで間接的にも影響（間接効果）を及ぼすと考えられています。しかし、エアロゾルがどれだけ雲の形成に関与しているのかについては定量化が十分に進んでおらず、将来の気候変動予測に大きな不確定性を生じる主な原因の一つとなっています。本研究課題ではフランスの雲物理の専門家と共同で航空機を用いた観測を行い、雲残渣粒子の直接サンプリングを通じた「大気エアロゾル個々の組成と雲核としての機能の関係」解明を目標としました。

## 2. 現時点での研究成果の概要

### <能登大気観測スーパーサイトの整備と連携の推進>

金沢大学能登学舎の一角をお借りし、大気観測の拠点とすべく整備を進めてまいりました。「スーパーサイト」の名に恥じないものとするべく、世界気象機関（WMO）

推奨の国際基準に則った大気エアロゾル採集用の導入配管や観測プロトコルを採用し、世界各地の観測とのデータ比較、ネットワーク化を見据えた方策も施しました。大気エアロゾルのみならず、一酸化炭素や光化学オキシダント、窒素酸化物といった微量ガス成分の連続的観測も行っておりますが、いずれの観測データもこの場所が極東アジアの大気を研究する上で興味深いポイントであることを改めて証明しています。能登での観測結果を沖縄や五島列島のスーパーサイトと比較した成果はすでに学会等の機会を通じて発表されており、気象や大気化学コミュニティの間でも能登大気観測スーパーサイトでの地道な活動が認知されつつあります。現在、内閣府の最先端・次世代研究開発支援プログラムの採択を受け、能登スーパーサイトでの観測を中心とした研究課題「有機エアロゾルの超高感度分析技術の確立と応用に基づく次世代環境影響評価」が進行中です。

### <大気エアロゾルの雲凝結特性の観測的研究>

本研究課題の特徴は、大きな雲粒と小さな大気エアロゾルを空気力学的な「ふるい」にかけ、雲粒のみを選択的に採集できる CVI：Counterflow Virtual Impactor を搭載した航空機で、能動的な雲の観測ができるところにあります。雲粒内部に取り込まれている粒子の多くはもともと水蒸気が凝結して雲ができる際の核（雲凝結核・氷晶核）として働いていたと考えられるため、その個々の粒子の物理化学的な性質をくわしく調べることができれば雲核としての機能解明に大いに役立つと期待されます。

本研究ではフランスの物理気象研究所の雲物理研究グループと共同で、航空機搭載型の CVI による雲残渣粒子の直接サンプリングに取り組んでいます。西アフリカで 2006 年に行われた AMMA 国際共同観測プロジェクトで採集された試料の分析結果からは、これまであまり雲凝結核として重要視されていなかった砂漠由来の鉍物粒子が水雲の形成に深くかかわっていること (Matsuki et al., 2010a)、大気中に排出されて間もない森林火災由来の粒子は雲凝結核としての働きが弱い可能性 (Matsuki et al., 2010b) などを指摘しました。

また、国際極年 (IPY2007-2008) の一環として組織された国際共同観測プロジェクト POLARCAT では、北極

圏において複数のタイプの雲（水雲，氷雲，混同雲）から残渣粒子を抽出することに成功しました。CVIを使った観測例は依然として限られており，このように水滴，氷晶の両方からなる雲を系統立って採集した事例は多くありません。個々の残渣粒子を詳細に分析した結果，水雲と氷雲の中から得られた残渣粒子の組成に大きな違いが確認されました。観測はスカンジナビア半島から数百キロ離れた北の海上で行われていたにも関わらず，氷雲の残渣には黄砂のような鉱物粒子，燃焼起源の煤（スス）やフライアッシュなどが特徴的に見つかっており，いかに陸起源粒子の長距離輸送が北極圏上空での氷雲の形成に重要な役割を果たしているかが明らかになりました。

#### 参考文献

**Matsuki, A.**, A. Schwarzenboeck, H. Venzac, P. Laj, S. Crumeyrolle, and L. Gomes (2010a): Cloud processing of mineral dust: direct comparison of cloud residual and clear sky particles during AMMA aircraft campaign in summer 2006, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 1057-1069.

**Matsuki, A.**, B. Quennehen, A. Schwarzenboeck, S. Crumeyrolle, H. Venzac, P. Laj and L. Gomes (2010b): Temporal and vertical variations of aerosol physical and chemical properties over West Africa: AMMA aircraft campaign in summer 2006, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 8437-8451.

### 3. この制度の感想・意見

テニユア・トラック制（若手研究者が，厳格な審査を経てより安定的な職を得る前に，任期付きの雇用形態で自立した研究者としての経験を積むことができる仕組み）という，日本ではそれまであまり馴染みのなかった立場に身を置くことに，当初から全く不安がなかったわけではありませんでした。しかし任期終了を間近に控えた今，研究に専念できる恵まれた環境の中で（スタートアップ経費，独自の研究スペース，教務負担の軽減措置，リサーチ・アドミニストレータによる手厚い研究支援体制など），若手研究者として自らの腕だめしができる絶好のチャンスをいただいたように思います。これは従来の枠組みではなかなか得難いものでした。

金沢大学の「新領域創成をめざす若手研究者育成特任制度」では，あらゆる研究分野の先生方が同時にテニユア・トラック特任教員として着任されました。学術論文の発表件数やその Impact Factor，外部研究資金の獲得総額などといった数値化しやすい指標に評価軸の重心がおかれがちな風潮の中で，金沢大学のプログラムはそうした指標のみに極端に偏重することなく，外部のピアレビューワーカーの評価を積極的に取り入れ，各特任教員がそれぞれの分野においてどのような立ち位置にいるのかという点を重視し，分野間格差に対する配慮と公平性の維持に努めてくれたことに，テニユア審査を受ける側として敬意を表したいと思います。

### 4. これからの抱負

個人的には，節目ごとに審査を受けるというこれまでにない緊張感の中で，従来の自分にはなかったより高い目標を設定する視点や，競争意識が芽生えたように思います。任期制の研究職ではとりわけ先の見える短期的な研究を優先してしまいがちですが，テニユア教員となった暁には（そうした短期的な成果を追い求める姿勢は崩さず最新の研究トレンドをつかむ感性をみながしながらも），能登半島における長期的な環境モニタリングなどを通じたより長いスパンでの研究にもチャレンジし，微力ながら大学の研究・教育能力や学問の多様性の維持発展に貢献したいと思っています。

#### 金沢大学・能登スーパーサイトの概要



## リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備

### 事業の内訳と採択校

- スキル標準の作成：東京大学 スキル標準策定委員会
- リサーチ・アドミニストレーションシステムの整備：
  - 東京大学 リサーチ・アドミニストレーション推進室
  - 東京農工大学 研究戦略センター（仮称）
  - 金沢大学 フロンティアサイエンス機構
  - 名古屋大学 研究推進室
  - 京都大学 学術研究企画支援部
- 研修・教育プログラムの作成：早稲田大学 研究推進部

# リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステム

我が国の大学では、研究開発内容について一定の理解を有しつつ、研究資金の調達・管理、知財の管理・活用等をマネジメントする人材が十分ではないため、研究者に研究活動以外の業務で過度の負担が生じている状況にあります。研究支援の専門家を育成し、大学の研究活動活性化のための環境整備や研究開発マネジメントの強化を図っていくことが求められています。

特に、大型の教育研究プログラム（グローバルCOEやリーディング大学院等）の申請準備や、大型研究開発拠点（世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）等）における体制作りや知的財産戦略を含むプロジェクトマネジメント、研究の基礎段階から積極的に関わっていく産学連携支援等の必要性が増してきているという状況において、高度な専門知識を有した研究支援専門職が求められてきているという背景があります。

アメリカでは既に1950年代より、リサーチ・アドミニストレーターという研究支援の専門職が確立されています。外部資金の申請支援、採択後の資金管理、報告、監査、知的財産管理・技術移転、輸出管理規制、被験者および動物実験保護等、多岐に渡る業務を行っています。また、日本における一般事務職員が携わっている研究支援業務から、学長補佐や研究担当理事が携わっているような業務まで、研究に関わる業務全般がリサーチ・アドミニストレーションであり、その業務は多岐に渡り専門的な知識が求められます。日本において特に取り入れようとしているのは、例えば博士号を取得し研究経験を持つような人材による高度な支援です。日本におけるリサーチ・アドミニストレーターとは、一般的な事務業務よりもコーディネートやマネジメント業務に主眼を置いた業務を担う人材として意識されているようです。

こうした中、文部科学省は、平成

23年度より「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」事業（URA事業）を開始し、「研究開発に知見のある人材をリサーチ・アドミニストレーターとして活用・育成するとともに、専門性の高い職種として定着を図ることをもって、大学等における研究推進体制の充実強化に資する」としています。平成23年10月、当事業に金沢大学が採択され、その他に東京大学、東京農工大学、名古屋大学、京都大学も事業実施機関として選定されました。

FSOは、平成21年度より「リサーチアドミニストレーション研究会」を主催しています。平成23年度で本研究会は第3回を迎え、全国の研究推進・産学連携関係の実務者を中心に、今までに延べ104機関、201名の参加がありました。また、平成22年度には金沢大学・科学技術振興機構（JST）主催、東京大学共催により、「リサーチアドミニストレーションシンポジウム」を開催し、文部科

# システムを整備

University  
Research  
Administrator

# URA

学省関係者、全国の大学役員、教員、事務職員等を交え、日本における研究マネジメント体制と人材育成についての議論を行うなど、本学がリーダーシップをとって全国の研究支援体制整備強化に向けての機運を盛り上げてきました。金沢大学はリサーチアドミニストレーターネットワークの拠点として名を知られるようになってきており、上記のような活動の評価を受けての事業採択となりました。

また、本学は平成19年度より、FSOに研究支援専門職員として3名の博士研究員を配置しており、イノ

ベーション創成センターにおいても教員4名、博士研究員2名を配置し、全国に先駆けて高度研究支援体制を整備している点も評価されました。

本学の事業計画では、部局等を越えた学際的融合新領域の創出、教育研究の一層の高度化の推進、基礎研究から応用研究まで一貫した研究支援・産学官連携推進のため、フロンティアサイエンス機構（FSO）とイノベーション創成センターを融合した新組織を創設することを予定しています。研究推進のための支援組織と、産学官連携推進のための支援組織を融合した高度な研究支援体制を

構築するという本学の提案は、他大学にはない特色あるもので、日本における「研究推進・産学官連携一体型リサーチアドミニストレーションモデル」の構築を目指しています。

また、本事業を活用して、研究戦略、国際戦略、産学官連携戦略策定のための情報収集・調査・分析を行う Institutional Research(IR)、各教育研究プログラムのコーディネイト/マネジメント、研究の基礎段階から密接に関与していく産学官連携支援、科学技術コミュニケーション等を強化していく予定です。

## 各事業の概要

- スキル標準の作成：URAの業務として一般に想定される内容ごとに必要な実務能力を明確化・体系化した指標の作成
- システムの整備：URA組織体制・雇用条件整備、URAのスキル向上等のための活動
- 研修・教育プログラムの作成：  
URAの業務遂行能力向上のために、必要と考えられる研修・教育内容を分析・検証の上構築し、その内容を業務の種別や求められるスキル等に対応するよう体系化するとともに、受講の目的、効果等を整理し、受講者のレベルに対応できるよう段階を設けるとともに、習熟度に応じた到達目標等も含め作成された、研修・教育の具体的実施方法を、全国の大学等で広く活用できる汎用性のあるものとして作成

## 第3回 RA 研究会を開催

平成23年12月9日に第3回 RA 研究会を金沢で開催しました。全国から100名近い参加がありました。文科省の事業が来年度も継続されることもあり、多くの大学の関心の高さが伺えます。

実務者同士の情報交換を通じて、研究支援の質の向上や、ネットワークの形成による情報の共有が期待されます。



第3回 RA 研究会の様子

# 平成 24 年度科学技術予算について

総額：36,694 億円 うち、日本再生重点化措置 2,084 億円

(単位：億円)

	政府予算案				
		一般会計		特別会計	
			うち科学技術振興費		うち復興特別会計
国会	11	11	11	0	0
内閣官房	630	630	0	0	0
内閣府	146	146	128	0	0
警察庁	20	20	20	0	0
総務省	562	541	417	21	21
法務省	53	53	0	0	0
外務省	116	116	0	0	0
財務省	14	13	10	1	1
文部科学省	24,859	22,506	8,680	2,353	1,108
厚生労働省	1,600	1,552	1,161	48	32
農林水産省	1,054	1,026	992	27	24
経済産業省	5,287	1,342	1,007	3,945	160
国土交通省	524	512	271	12	8
環境省	743	343	246	400	37
防衛省	1,076	1,056	0	20	20
合計	36,695	29,867	12,943	6,828	1,412

平成 24 年度政府予算案における科学技術関係経費 (速報値) - 省庁別集計 -

平成 24 年度の科学技術関係予算は、これまでのグリーンイノベーションとライフイノベーションに加え、東日本大震災の発生を受け、震災からの復興が大きな枠組みのひとつとなりました。

文部科学省の予算では、科学技術による震災からの復興と将来にわたる持続的

な成長を実現するため、原子力災害からの復興のための環境モニタリングの強化等や、被災地域の再生や自然災害対応のための研究開発等に重点が置かれています。また、グリーン・ライフイノベーション以外に、宇宙・海洋といったフロンティア、基礎・基盤研究も着実に実施するこ

ととされています。人材育成については、「グローバル人材」をキーワードに、学士課程から博士課程まで多様な教育プログラムの実施が予定されています。いずれも世界へ雄飛し、グローバルに活躍できる人材の育成を目指しています。

## グリーン及びライフ・イノベーションの推進

- 元素戦略プロジェクト (研究拠点形成型)
- ITER (国際熱核融合実験炉) 計画等の実施
- 東北メディカル・メガバンク計画
- 再生医療の実現化プロジェクト
- 次世代がん研究戦略推進プロジェクト

## 経済成長を支える科学技術基盤

- 科学研究費助成事業 (科研費)
- 最先端大型量子ビーム施設の整備・共用
- 世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)
- 新「明日に架ける橋」プロジェクト
- 地域の強みを活かした産学官連携による地域イノベーションの実現等
- 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の構築
- 科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」の推進

## 人類のフロンティアの開拓等

- 海底地震・津波観測網の整備
- 先端宇宙科学・技術力の強化
- 宇宙の利用が牽引する成長の実現
- 新規海洋資源の開拓
- 東北マリンサイエンス拠点の形成
- もんじゅの安全対策等

## 世界に雄飛する人材の育成

- 新たな時代を拓くグローバル人材育成のための大学改革の新展開
- 新たなグローバルに活躍する若手研究者の育成

文科省の公募事業に関して、担当部署に関する情報がほしい場合は、FSO までお問い合わせ下さい。

## 編集後記

平成 19 年に設置された FSO も 5 年が経ちました。TT 教員はもちろん、支援部門も全力疾走してきました。これから常に前をみて、良いものは残しつつ新しいものを取り入れ、更に良いものを目指し日々を駆け抜けていきます。

文責：稲垣美幸

金沢大学フロンティアサイエンス機構  
 Newsletter Vol. 9  
 2012 年 1 月 23 日発行  
 発行元  
 金沢大学フロンティアサイエンス機構  
 〒920-1192 石川県金沢市角間町  
 tel: 076-264-5266, 5267, 5268  
 mail: fsojimu@adm.kanazawa-u.ac.jp  
 URL: http://fso.w3.kanazawa-u.ac.jp/