

平成 26 年 12 月 19 日

科学技術への顕著な貢献 2014 (ナイスステップな研究者)

科学技術・学術政策研究所（所長 榊原裕二）では、科学技術の振興・普及において顕著な貢献をされた 10 名の方々を「ナイスステップな研究者」として選定しました。

科学技術・学術政策研究所では、平成 17 年より、科学技術の様々な分野において活躍され、日本に元気を与えてくれる方々を「ナイスステップな研究者」として選定しております。

平成 26 年においては、科学技術・学術政策研究所の調査研究活動や専門家ネットワーク（約 2,000 人）への調査をとおして明らかとなった研究者の業績について、特にその成果が顕著であり、科学技術の振興・普及に貢献する注目すべき 10 名を選定しました。

これらの方々の活躍は科学技術に対する夢を国民に与えてくれるとともに、我が国の科学技術の向上に貢献するものであることから、ここに広くお知らせいたします。

（お問合せ）

科学技術・学術政策研究所 企画課 松原、佐久間、堀野

TEL: 03-3581-2466

FAX: 03-3503-3996

e-mail: office@nistep.go.jp

ホームページ: www.nistep.go.jp

い が き たつ し
○井垣 達吏 京都大学大学院 生命科学研究科 教授

細胞の競合と協調によるがん制御の機構を解明

いのくま やすひで
○猪熊 泰英 東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 講師

ごく微量の化合物や非結晶物質の精緻なX線構造解析を可能にする「結晶スポンジ法」の開発

かじむら しん ご
○梶村 真吾 カリフォルニア大学 サンフランシスコ校 糖尿病センター
アシスタントプロフェッサー

脂肪細胞のエンジニアリングによる新たな肥満制御の展開

さ た け あ き こ
○佐竹 暁子 北海道大学大学院 地球環境科学研究院 准教授

生命科学と数学・情報科学を組み合わせた分野横断的な研究により、植物の開花時期の予測や豊凶現象のメカニズム解明に貢献

たち と も ひ ろ
○館 知宏 東京大学 大学院総合文化研究科 助教

計算折紙という新たな分野を先導するとともに、折紙理論を構造物へ適用する道を開拓

た に ぐ ち ま さ て る
○谷口 正輝 大阪大学 産業科学研究所 教授

トンネル電流によるDNA塩基配列の識別技術に応用したナノデバイスの開発と実用化への取組

ひ が し や ま て つ や
○東 山 哲也 名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授

卵細胞が観察しやすい植物を用いることで、長いあいだ成し遂げられなかった、被子植物の受精メカニズムの解明に成功

ほし たかゆき
○星 貴之 名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センター 情報通信分野
人間中心工学関連研究領域 特任教員（テニユア・トラック助教）

多分野に応用可能な、物体に触れることなく力を作用させる超音波集束装
置の開発

まえだ さとし
○前田 理 北海道大学大学院 理学研究院化学部門 量子化学研究室 准教授

化学反応の経路をコンピュータによって系統的に探索し予測する量子化学
計算手法の開発

もちづき ゆうこ
○望月 優子 独立行政法人理化学研究所 仁科加速器研究センター
望月雪氷宇宙科学研究ユニット 研究ユニットリーダー

地球規模の気候に影響を与えた火山噴火に関する南極アイスコア科学の推進

いがき たつし
○井垣 達吏 (44 歳)

京都大学大学院 生命科学研究科 教授

細胞の競合と協調によるがん制御の機構を解明

地球上の生物は、互いに競合したり協調したりすることで生態系を維持しています。これと同様の現象が、多細胞生物を構成する細胞同士の間にも存在することが分かってきました。井垣氏は、細胞間の相互作用を生体レベルで解析するのに優れたモデル生物であるショウジョウバエを用い、細胞同士の競合と協調のメカニズムとそのがん制御における役割を明らかにしてきました。

ヒトのがんのほとんどは上皮由来です。上皮の細胞は極性（頂端-基底軸の方向性）をもっていますが、この極性が崩壊するとがんの発生につながると考えられています。井垣氏は、極性が崩壊したがんのもとになる細胞がその周囲を正常細胞に囲まれると「細胞競合」現象を介して上皮から排除されることを見だし、そのメカニズムを明らかにしました（図 1）。細胞競合とは、ある遺伝的な変異をもつ細胞が正常細胞に近接した際にのみ組織から排除される現象として、Morata らにより 1975 年に報告されたものです。以来、細胞競合の生理的意義は長らく不明でしたが、井垣氏らの一連の研究により、細胞競合が上皮組織のがん化を防ぐ安全装置として機能していることが示されました。具体的には、極性が崩壊した上皮細胞は JNK と呼ばれるストレスキナーゼを活性化して排除されやすくなり、一方でこれに隣接する正常細胞は貪食能を亢進して近隣細胞の排除を促すことが分かりました（Developmental Cell 2009, 2011）。

さらに井垣氏は、ヒトのがん組織で高頻度に認められる 2 種類の変異（がん遺伝子 Ras の活性化とミトコンドリア機能障害）を起こした細胞が、その周辺の良性腫瘍（Ras のみの変異細胞）を悪性化する「細胞協調」現象を発見しました（図 2、Nature 2012）。



井垣 達吏 氏

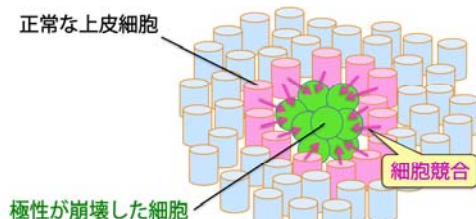


図 1 正常な上皮にがんのもとになる極性崩壊細胞が生じると、極性崩壊細胞とそれに隣接する正常細胞の双方でシグナルが活性化し、細胞競合現象を介して極性崩壊細胞が排除される。

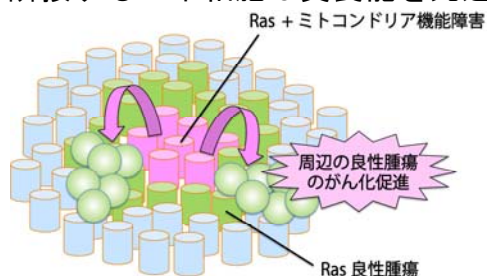


図 2 良性腫瘍の一部の細胞にミトコンドリアの機能低下が起こると、その近隣の良性腫瘍が悪性化（がん化）する。

2種類の変異によって、JNKの活性化が起こってがん抑制経路（Hippo経路）が不活性化し、炎症性サイトカインや細胞増殖因子が産生・分泌されて周辺細胞のがん化が促進されるという仕組みを解明しました。さらに、2種類の変異が「細胞老化」を起こすことを発見しました（Nature Communications 2014）。無脊椎動物での細胞老化現象は世界で初めての発見であり、老化した細胞によるがん化促進機構の普遍性が注目されます。

近年、がんの発生は単に細胞が突然変異を蓄積して起こるのではなく、細胞社会である組織レベルのシステム破綻と捉えられるようになりました。細胞間の競合と協調のメカニズムをショウジョウバエを用いて明らかにしてきた井垣氏の成果は、がんの本質を生体レベルで理解するための新たな道を開くとともに、個体発生や成体の恒常性維持など、細胞の競合と協調に関わる様々な生命現象を理解するための新たな視点を提供すると期待されます。また、ショウジョウバエで明らかになった基本原理を哺乳類の実験系に適用して解析することで、その普遍性の解明と新たな治療法の確立が期待されます。

経歴

略 歴

1989 年 岡山県立 瀬戸高等学校 卒業
1993 年 岡山大学 薬学部薬学科 卒業
1995 年 岡山大学大学院 薬学研究科 修士課程修了
1995 年 キョーリン製薬（株）中央研究所 研究員
2000 年 日本学術振興会特別研究員 DC1
2003 年 大阪大学大学院 医学系研究科 博士課程修了
2003 年 イェール大学医学部 博士研究員
2004 年 ヒューマンフロンティア・サイエンスプログラム長期フェロー
2007 年 神戸大学大学院 医学研究科 特命助教
2009 年 神戸大学大学院 医学研究科 特命准教授
2011 年 科学技術振興機構さがけ研究者（兼任）
2012 年 神戸大学大学院 医学研究科 准教授
2013 年- 京都大学大学院 生命科学研究科 教授

主な受賞歴

- ・ヒューマンフロンティアサイエンスプログラム・キャリアディベロップメントアワード（2009 年）
- ・（財）病態代謝研究会 最優秀理事長賞（2009 年）

＜個別取材などのお問合せ先＞

井垣 達吏

京都大学大学院 生命科学研究科 教授

TEL：075-753-7684

FAX：075-753-7686

E-mail：igaki@lif.kyoto-u.ac.jp

いのくま やすひで
○猪熊 泰英 (33 歳)

東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 講師

ごく微量の化合物や非結晶物質の精緻なX線構造解析を可能にする「結晶スポンジ法」の開発

自然界には様々な化合物が存在します。その中には、医薬、食品、香料、農薬などの成分として用いられ、私たちの生活に良い効能をもたらすものが多く存在します。そのような自然の恵みである天然化合物の性質を調べたり人工的に合成したりするためには化合物の構造をあらかじめ明らかにしておくことが必要です。

しかし、化合物の構造を解析することは、実は容易ではありません。通常、分子の構造を解析するには核磁気共鳴や質量分析によって得られる複雑なスペクトルを読み解かなければなりません。単結晶X線構造解析は、そのような複雑なスペクトル解析なしに分子の構造を正確に決定できる手段として幅広く使われていますが、この手法は対象の化合物を単結晶化しなければ使えないという大きな制限があります。天然化合物の多くは有機化合物ですが、自然界の動植物から抽出される化合物には量が非常に微量で結晶化が困難なもの、油状で固体にさえならないものが少なくありません。

猪熊氏らは、非常に微量の目的化合物を入手しさえすれば、その化合物分子があたかも結晶化したかの様に3次元的に規則正しく配列し結晶化をせずとも単結晶X線構造解析ができる方法を開発しました。具体的には、直径約0.5~1nm程(1nmは、10億分の1m)の穴が無数に空いた結晶材料(結晶スポンジ)を用意し、その穴の中にわずか数十~数百ナノグラム(1ナノグラムは、10億分の1グラム)の化合物を染み込ませることで、化合物分子を穴の中で同じ向きに整列させると



猪熊 泰英 氏

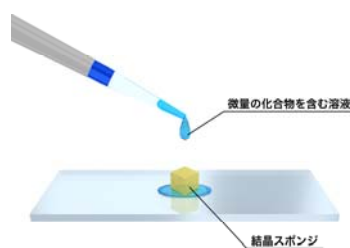


図1 結晶スポンジ法の概略図

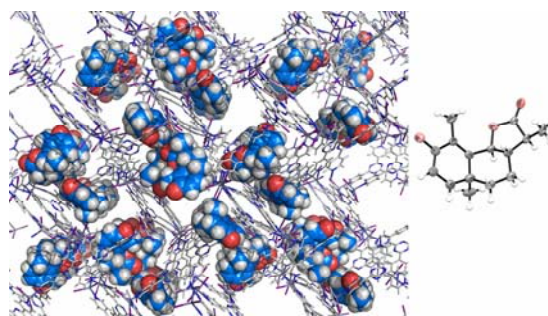


図2 (左) 結晶スポンジ(細線表示)の中で整列した天然化合物(青色球形)
(右) 結晶スポンジ法で決定された天然化合物の分子構造

いうものです。化合物が染み込んだこの結晶材料を丸ごとX線構造解析にかけることで化合物分子の構造を容易に明らかにすることができます。非常に多数の細かい穴が開いているこの結晶材料をスポンジに譬えることで、この解析方法は「結晶スポンジ法」と呼ばれています。

結晶スポンジ法を用いて、ミカンの皮から非常に僅かしか得られないフラボノイドというポリフェノールの一種の化合物構造を明らかにしました。これ以外にも、自然界には構造解析が進んでいないために工業的に未利用の化合物がまだまだたくさんあります。結晶スポンジ法は化学分析の手法にブレイクスルーをもたらしたとともに、宝の山とも言える天然の未利用化合物に大きな可能性を開いたと言えます。

経歴

略 歴

- 2000 年 香川県立 丸亀高等学校 卒業
- 2004 年 京都大学 理学部 卒業
- 2006 年 京都大学大学院 理学研究科 修士課程修了
- 2006 年 日本学術振興会 特別研究員(DC1)
- 2009 年 京都大学大学院 理学研究科 博士課程修了(博士(理学))
- 2009 年 東京大学大学院 工学系研究科応用化学専攻 助教
- 2014 年- 東京大学大学院 工学系研究科応用化学専攻 講師
- 2013 年- 科学技術振興機構さきがけ「超空間制御と革新的機能創成」領域研究者(兼任)

主な受賞歴

- ・丸山記念研究奨励賞(2014 年)
- ・日本化学会進歩賞(2014 年)
- ・錯体化学会研究奨励賞(2013 年)
- ・第7回 PCCP prize (英国) (2013 年)
- ・東京大学化学 GCOE レクチャーシップ賞(2012 年)

<個別取材などのお問合せ先>

猪熊 泰英

東京大学大学院 工学系研究科応用化学専攻 講師

TEL : 03-5841-7204

FAX : 03-5841-7257

E-mail : inokuma@appchem.t.u-tokyo.ac.jp

かじむら しんご
○梶村 真吾 (38 歳)

カリフォルニア大学 サンフランシスコ校 (UCSF)
糖尿病センター アシスタントプロフェッサー

脂肪細胞のエンジニアリングによる新たな肥満制御の展開

肥満は、日本のみならず世界的にも深刻な健康問題の一つです。日本では全国民のおよそ 6 人に 1 人がメタボリックシンドロームまたはその予備軍に該当すると見込まれており、その医療コストは膨大です。また、特に若い女性の過大なダイエットに伴う影響（骨粗鬆症、月経異常、過食症・拒食症など）も大きな問題となっており、肥満対策として、単に痩せるだけでなく「適正な体重を長期間維持する」ことの重要性が認識されています。

肥満を考える上で根源的なコンセプトは「エネルギー摂取と消費のバランス調節」です。エネルギー摂取がすべて食事に由来するのに対し、エネルギー消費は、基礎代謝、運動・生活活動、体温調節により構成されます。肥満は、摂取エネルギー量が消費エネルギー量を慢性的に上回ることによって過剰な脂肪が脂肪組織に蓄積される状態ですから、エネルギー摂取量の制限（ダイエット）と運動によるエネルギー消費量の向

上が効果的な対策です。しかし、現実には、食事制限を続けると基礎代謝量自体が徐々に下がるため、食事制限を止めた途端にいわゆる「リバウンド」が生じるなど、適正な体重を長期間維持することには様々な困難が伴います。

梶村氏の肥満治療へのアプローチは、体内の脂肪細胞の質を「エネルギーを消費するタイプの脂肪細胞」に変えてエネルギー代謝を亢進させることにより、痩せやすい体質にしようとするものです。

哺乳類には、大きく分けて 2 種類の脂肪細胞（白色脂肪細胞と褐色脂肪細胞）があります。白色脂肪細胞が余剰エネルギーを中性脂肪として貯蔵するのに対して、褐色脂肪細胞はエネルギーを消費して熱を産生し、体温維持に重要な役割を担います。褐色脂肪細胞は、元来、冬眠動物や乳児のみ存在する特殊な脂肪細胞と考えられてきました。しかし、最近、成人にもこの細胞が存在し、加齢や肥満状態においてはこの細胞の量が減少していることがわかってきました。

梶村氏は褐色脂肪細胞や誘導性の褐色脂肪類似細胞（ベージュ脂肪細胞）の



梶村 真吾 氏

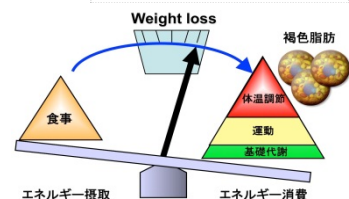


図 1 脂肪細胞のエンジニアリングによる新たな肥満制御のアプローチ（概念図）

発生や分化のメカニズムを研究することによって、PRDM16 遺伝子をはじめとする褐色脂肪細胞の発生に関わる決定因子群を同定し、2009 年にはヒトの皮膚細胞などから機能的な褐色脂肪細胞を人工的に作り出すことに成功しました。最近では、様々な環境・遺伝要因がどのように褐色脂肪に影響を及ぼすかを解明すると共に、低分子化合物を用いて褐色脂肪細胞やベージュ脂肪細胞を増やす方法の確立に挑戦しています。

現在、国内で認可されている全ての抗肥満薬は、食欲の抑制や栄養吸収の阻害などエネルギー摂取を制限することによって作用しますが、運動以外ではエネルギー消費を上げるような薬はありません。梶村氏の研究によって褐色脂肪細胞やベージュ脂肪細胞を増加させ、エネルギー消費を亢進させることが出来れば、肉体的にも負担のかからない、新たな肥満予防や肥満治療法へ展開するものと期待されます。

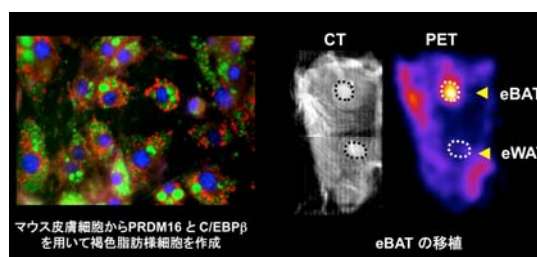


図2 転写制御因子群 (PRDM16, C/EBP β) を用いて (左) 培養細胞下と (右) 生体内で褐色脂肪を作成。
eBAT: engineered Brown Adipose Tissue
Kajimura et al. Nature 2009 より抜粋

経歴

略 歴

- 1995 年 麻布高等学校 卒業
- 2000 年 東京大学 農学生命科学科 卒業
- 2000 年 ハワイ大学大学院 海洋生物学研究所
- 2003 年 ミシガン大学大学院 細胞生物学科
- 2006 年 東京大学大学院 農学生命科学研究科 博士
- 2006 年 ハーバード大学医学部 ダナ・ファーマー癌研究所 ポスドク
- 2009 年 ハーバード大学医学部 ダナ・ファーマー癌研究所 講師
- 2011 年- カリフォルニア大学 サンフランシスコ校 糖尿病センター
アシスタントプロフェッサー

主な受賞歴

- ・ Baker IDI Metabolism & Inflammation Distinguished Lecture (2014 年)
- ・ The Helmholtz Young Investigator in Diabetes Award (HeIDI Award) (2014 年)
- ・ Pew フェロー (2013 年)
- ・ アメリカ合衆国大統領賞 (PECASE Award) (2013 年)

<個別取材などのお問合せ先>

梶村 真吾

University of California, San Francisco (UCSF), Diabetes Center
The Eli and Edythe Broad Center of Regeneration Medicine and Stem
Cell Research, Department of Cell and Tissue Biology
Assistant Professor

TEL : +415-476-9644

E-mail : skajimura@diabetes.ucsf.edu

さ た け あ き こ
○佐竹 暁子 (40 歳)

北海道大学大学院 地球環境科学研究所 准教授

生命科学と数学・情報科学を組み合わせた分野横断的な研究により、植物の開花時期の予測や豊凶現象のメカニズム解明に貢献

多くの植物の開花時期は、温度変化と密接に関係しています。たとえば越冬の後、春に開花する植物では、長期間の低温を経験して初めて花芽形成が誘導されます。この現象は春化と呼ばれ、春まきと秋まき小麦の違いに代表されるように、古くから知られています。

春化に代表される植物の温度応答の仕組みは、近年の分子生物学的研究により、室内実験レベルでは解明が進んでいます。しかし、温度変動が複雑な自然環境下において、植物がどのようにして適切な時期に開花できるのかは解明されておらず、実際の開花時期を予測するまでには至っていません。



佐竹 暁子 氏

佐竹氏を中心とする北海道大学と京都大学のチームは、室内実験、数理モデル、野外実験といった異なるアプローチを組み合わせることにより、温度変動が複雑な自然環境下において、開花の始まりと終わりを予測する手法を開発しました。

佐竹氏らは、日本各地に分布するアブラナ科の「ハクサンハタザオ」に着目し、まず室内の様々な温度環境下で、種々の開花に関わる遺伝子の発現量を長期間にわたり調査しました。その調査データから、開花に関わる二つの遺伝子の発現量の変化に基づき、開花制御の数理モデルを構築しました。室内での実験データを用いて、温度応答性に関わるパラメータの推定を行うことにより、複雑に温度が変動する自然条件下においても遺伝子の働きを予測できる数理モデルを構築しました。自然環境下において数理モデルを検証したところ、二つの遺伝子の発現量が季節変化することを精度良く予測し、開花時期も予測可能であることを明らかにしました。

この数理モデルを用いて、佐竹氏らが日本国内の野外に生息する「ハクサンハタザオ」の開花を予測したところ、開花期間は温暖化とともに短縮され、地表面温度が摂氏 4.5~5.3℃上昇した場合には全く開花しなくなるという結果を得ました (Nature Communications (オンライン版) 2013 年 8 月)。

さらに佐竹氏らは、植物が蓄積する栄養資源のダイナミクスを定式化した数理モデルを構築し、その数理モデルにもとづいた野外調査によって、植物の窒

素資源量と開花に関わる遺伝子発現量との間に顕著な相関があることを見いだしました。多くの植物では、開花量や種子量が年によって著しく変動し同調する豊凶現象がみられますが、佐竹氏らの研究結果は、人間活動に伴い生態系へ供給される窒素量が増大する現象と豊凶現象とが関連する可能性を示唆しています。近年、豊凶様式が著しく変化していることが指摘され、その大きな原因の一つとして温暖化が考えられてきましたが、この研究は植物の栄養資源の変動という新たな視点を提供しました（Ecology Letters、2014 年 7 月）。

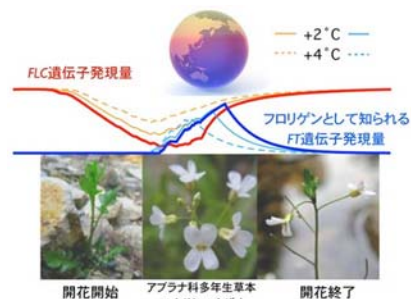


図 開花に関する二つの遺伝子発現量の変化

佐竹氏らの開花時期予測手法は、他の農作物にも応用することが可能だと考えられています。さらに、個々の植物の開花時期を予測するだけでなく、自然生態系や農業生態系の温暖化に対する応答を予測できる可能性があり、生物多様性の維持や安定した食糧生産に貢献することが期待されます。

経歴

略 歴

- 1993 年 山口県立 山口高等学校 卒業
- 2002 年 九州大学大学院 理学研究科 博士課程修了
- 2002 年 日本学術振興会 特別研究員 PD (ペンシルバニア州立大学/京都大学)
- 2005 年 日本学術振興会 海外特別研究員 PD (プリンストン大学)
- 2007 年 スイス連邦工科大学 水圏研究所 グループリーダー
- 2008 年 北海道大学創成研究機構 テニユアトラック助教
- 2011 年- 北海道大学大学院 地球環境科学研究院 准教授

主な受賞歴

- ・ 守田科学研究奨励賞 (2014 年)
- ・ 日本数理生物学会研究奨励賞 (2012 年)
- ・ 日本生態学会宮地賞 (2007 年)

<個別取材などのお問合せ先>

佐竹 暁子

北海道大学大学院 地球環境科学研究院 准教授

TEL : 011-706-2261

FAX : 011-706-4954

E-mail : satake@ees.hokudai.ac.jp

〇^{たち}館 知宏 (32 歳)

東京大学 大学院総合文化研究科 助教

計算折紙という新たな分野を先導するとともに、折紙理論を構造物へ適用する道を開拓

折紙は、近年では世界共通の芸術「ORIGAMI」となったばかりではなく、人工衛星搭載ソーラーパネルの折りたたみ方法などの科学技術にも応用されています。

館氏は、折紙の幾何学とアルゴリズムの研究を行い、計算折紙（コンピュータショナル・オリガミ）という新たな分野を先導しました。館氏は2007年に、自由な三次元形状を折紙で構築するための展開図設計ソフトウェア「オリガマイザ」（図1）を世界で初めて開発し



館 知宏 氏

ました。これは、独自のアルゴリズムを用いて、入力した三次元形状を一枚の紙で折るための展開図を自動的に作成するソフトウェアです。どのような折紙オブジェクトでもデザインできるため、折紙芸術に革命が起きました。館氏のデザインした三次元折紙「ティーポット」（図2）は、イスラエルのティコティン日本美術館に永久収蔵されています。なお、このオリガマイザは、インターネットで公開されて誰でも使うことができ、多くの人に利用されています。

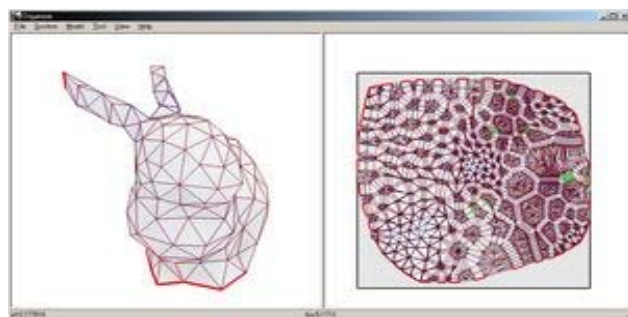


図1 オリガマイザの画面

（左）入力立体形状、（右）出力展開図

折紙の理論は建築や構造物にも利用でき、折りたためる建物や薄い材料でも強度のある壁面をつくることができます。通常の折紙を折る過程では、材料そのものが歪むことを許しています。しかし、強度が必要な構造ではこのような歪みは許されません。館氏は、材料を歪ませずに折り畳める「剛体折紙」の理論を深化させ、剛体折紙を自由にデザイン可能とするソフトウェア「フリーフォーム・オリガミ」を開発しました。さらに、剛体折紙を複合させる理論を構築し、畳むと柔らかくなり、展開すると硬くなる構造物の設計を実現可能と



図2 三次元折紙「ティーポット」

な歪みは許されません。館氏は、材料を歪ませずに折り畳める「剛体折紙」の理論を深化させ、剛体折紙を自由にデザイン可能とするソフトウェア「フリーフォーム・オリガミ」を開発しました。さらに、剛体折紙を複合させる理論を構築し、畳むと柔らかくなり、展開すると硬くなる構造物の設計を実現可能と

しました（図 3）。コンパクトに折りたたみため簡単に広げられ、しかも十分な強度を持つ構造物が可能となるため、折り畳み式家具や折り畳み可能な容器やパッケ



図 3 展開すると硬くなる構造(左)折りたたみ時、(右)展開時

ージなどの日常的な利用に加えて、再利用可能な仮設パビリオンや災害時のシェルター、さらには展開可能な宇宙構造物としての利用が期待されています。

経歴

略 歴

- 2001 年 武蔵高等学校 卒業
- 2005 年 東京大学 工学部建築学科 卒業
- 2007 年 東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 修士課程修了
- 2010 年 東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 博士課程修了 博士（工学）
- 2010 年-東京大学 大学院総合文化研究科 広域システム科学系 助教
- 2010 年 米国マサチューセッツ工科大学（MIT） 客員研究者（兼務、2011 年まで）
- 2010 年 科学技術振興機構さきがけ「情報環境と人」研究員（兼務、2016 年まで）

主な受賞歴

- ・ Tsuboi Award, International Association for Shell and Spatial Structures (2013 年)
- ・ 日本図学会 2011 年度優秀研究発表賞 (2011 年)
- ・ 日本建築学会 形態創生コンテスト 2011 最優秀作品 (2011 年)
- ・ Hangai Prize, International Association for Shell and Spatial Structures (2009 年)
- ・ 日本応用数理学会 2007 年度若手優秀講演賞 (2008 年)
- ・ 情報処理推進機構 天才プログラマー/スーパークリエイター (未踏ユース) (2007 年)
- ・ 日本建築学会優秀修士論文賞 (2007 年)

<個別取材などのお問合せ先>

館 知宏

東京大学 大学院総合文化研究科広域システム科学系

E-mail : tachi@idea.c.u-tokyo.ac.jp

ホームページ: origami.c.u-tokyo.ac.jp/~tachi

たにぐち まさてる
○谷口 正輝 (42 歳)

大阪大学 産業科学研究所 教授

トンネル電流による DNA 塩基配列の識別技術を応用したナノデバイスの開発と実用化への取組

個々人に対応したオーダーメイド医療など、遺伝子診断を用いた高度な医療を普及するためには、DNA などのもつ塩基配列を高精度・高速で、かつ簡便に解析できる手法と装置の開発が必要とされています。現行の手法では、DNA を大量に複製した後、蛍光標識をレーザーで光学的に検出することで塩基配列を識別していますが、解析に要する時間が長く、装置が高価で小型化にも限界があることが課題となっています。



谷口 正輝 氏

谷口氏らは、トンネル電流で DNA の塩基配列を電氣的に識別できる技術に応用し、半導体プロセス技術を適用してシリコン基板上にデバイスとして集積・形成することで、1分子単位で計測できる高精度で高速解析が可能な手法を開発しました。半導体微細加工技術により、シリコン基板上にナノサイズのギャップ(約1nm(1nmは、10億分の1m))をもつ相対する2つの金属電極を形成し、この電極間に DNA やマイクロ RNA などの分子を通過させます。その際、金属電極間に流れるトンネル電流が、通過した DNA の塩基配列に対応して変動し、これを計測することで塩基配列が識別できます。例えば、遺伝子診断に利用される、A(アデニン)、G(グアニン)、C(シトシン)、T(チミン)という4種類の塩基ではそれぞれ流れるトンネル電流量が異なることが知られていますが、実際に試作したデバイスでこれを実証しました。この1分子単位の解析技術では、DNA の複製工程が不要となるため、従来よりも高精度で、かつ高速解析が可能で、さらに集積化した電子デバイスによって計測できるため、装置の小型化の実現が期待されています。

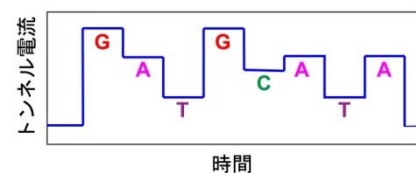
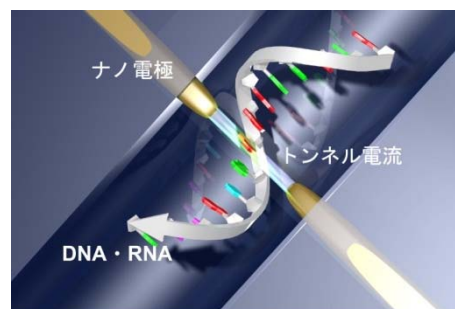


図 ナノ電極間のトンネル電流計測による1分子解析技術。

2013 年これらの技術をベースとした大学発のベンチャー企業の取締役兼最高技術責任者に就任し、実用化のための種々の課題の克服と、世界的に活発化する装置開発の先導を目指しています。

経歴

略 歴

1991 年 岡山県立 岡山芳泉高等学校 卒業
1996 年 京都大学 工学部石油化学科 卒業
1998 年 京都大学大学院 工学研究科分子工学専攻博士前期課程修了
2001 年 京都大学大学院 工学研究科分子工学専攻博士後期課程修了
2001 年 京都大学博士（工学）
2001 年 日本学術振興会 特別研究員 PD（大阪大学産業科学研究所）
2002 年 大阪大学 産業科学研究所 助手
2007 年 大阪大学 産業科学研究所 助教
2008 年 大阪大学 産業科学研究所 准教授
2011 年- 大阪大学 産業科学研究所 教授
2007 年 科学技術振興機構さきがけ「構造制御と機能」領域研究員（兼務、2010 年まで）

主な受賞歴

- ・第 5 回ドイツ・イノベーション・アワード「ゴットフリート・ワグネル賞 2013」（2013 年）
- ・第 15 回花王研究奨励賞（2013 年）
- ・文部科学大臣表彰若手科学者賞（2010 年）

<個別取材などのお問合せ先>

谷口 正輝

大阪大学産業科学研究所 教授

TEL : 06-6879-8445

FAX : 06-6875-2440

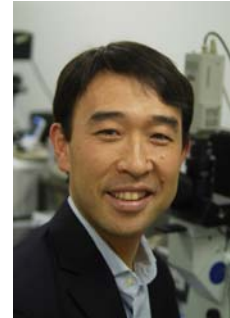
E-mail : taniguti@sanken.osaka-u.ac.jp

ひがしやま てつや
○東山 哲也 (43 歳)

名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授

卵細胞が観察しやすい植物を用いることで、長いあいだ成し遂げられなかった、被子植物の受精メカニズムの解明に成功

種子植物のうち、イネ、マメ、キクなど、胚珠（種子になる部分）が子房の中に収められていることを特徴とする被子植物は、きわめて複雑な受精の仕組みをとっています。雌しべに付着した花粉から、花粉管が花柱の中を胚のう（卵細胞、中央細胞、助細胞などを含む部分）に向かって伸び、その中を 2 つの精細胞が移動することによって、1 つの精細胞が卵細胞と受精して胚となり、もう 1 つの精細胞が中央細胞と受精して胚乳となります。しかしながら、厚い皮に覆われている胚のうを外から直接観察することはできないため、被子植物の受精に関する詳細な仕組みは、長年にわたり未解明でした。



東山 哲也 氏

東山氏は、卵細胞が観察しやすいトレニアという植物を研究材料として使い、植物体の外で受精の様子を観察する手法を開発しました。これにより、花粉管が胚のうに向かって伸長して受精するまでの様子を観察できるようになりました。東山氏は、この方法を用いて、花柱を通った花粉管でないと胚のうに誘引されないことや、卵細胞の隣に存在する助細胞とよばれる細胞が花粉管を誘引する物質を放出していることを明らかにしました (Science 2001)。

さらに東山氏は、受精の際に助細胞において作り出されているペプチドの中から、花粉管誘引因子としての作用を持つ複数のペプチド「LURE」を同

定しました (Nature 2009)。花粉管誘引因子の実体の解明は、その存在が提唱

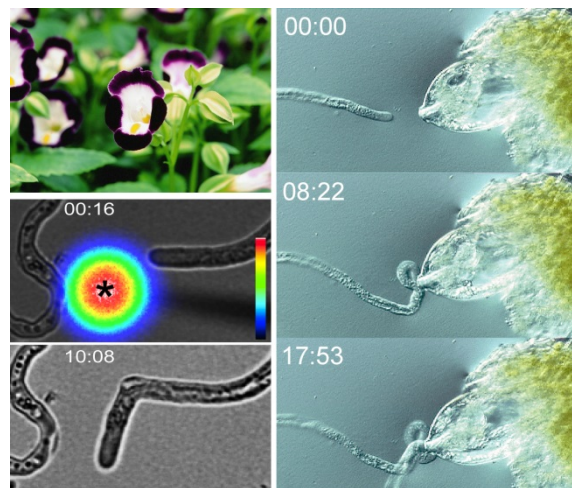


図 LURE によるトレニアの花粉管の誘引
(左上)トレニアの花、(右)トレニアの胚のう先端に誘引される花粉管
(左下)ガラス管から出る LURE に誘引される花粉管
数字は経過時間 (分 : 秒) を示し、花粉管の太さは約 $10\mu\text{m}$

されてから約 140 年間にわたってだれも成し遂げることができなかった画期的なものです。

現在、東山氏は、上記の研究を発展させて、顕微鏡下で自由自在に細胞や分子を操作する「ライブセル生物学」を展開しています。これにより、多細胞生物において細胞間シグナリング分子を介して個々の細胞が組織や個体全体と調和する細胞間コミュニケーション（ホロニックコミュニケーション）の解明に挑んでおり、今後更なる研究の発展が期待されます。

経歴

略 歴

1990 年 山形県立 鶴岡南高等学校 卒業
1994 年 東京大学 理学部生物学科 卒業
1996 年 東京大学大学院 理学系研究科生物科学専攻 修士課程修了
1999 年 東京大学大学院 理学系研究科生物科学専攻 博士課程修了
1998 年 日本学術振興会 特別研究員（東京大学）
1999 年 東京大学大学院 理学系研究科 助手
2007 年 名古屋大学大学院 理学研究科 教授
2013 年- 名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 副拠点長、教授
2008 年 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業さきがけ研究員（2011 年まで）
2010 年- 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 ERATO 東山ライフホロニクスプロジェクト 研究総括

主な受賞歴

- ・ 第 20 回読売テクノ・フォーラム ゴールド・メダル賞（2014 年）
- ・ 日本学術振興会賞（2010 年）
- ・ (社)日本植物学会賞特別賞（技術）（2007 年）
- ・ (社)日本植物学会奨励賞（2000 年）
- ・ 井上研究奨励賞（1999 年）
- ・ 日本植物形態学会奨励賞（1999 年）

<個別取材などのお問合せ先>

東山 哲也

名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授

TEL : 052-747-6404

FAX : 052-747-6405

E-mail : higashi@bio.nagoya-u.ac.jp

ほし たかゆき
○星 貴之 (34 歳)

名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センター
情報通信分野 人間中心工学関連研究領域
特任教員 (テニユア・トラック助教)

多分野に応用可能な、物体に触れることなく力を作用させる超音波集束装置の開発

物体に非接触で力を作用させる技術は、幅広い分野に活用が期待されます。例えば衛生管理が必要な分野では、物体を非接触で操作することで汚染の機会を減らすことができます。ロボットアームなど装置の移動を伴わないことにより、生産ラインにおいて高速かつ安全な操作が期待できます。また細かなビーズを浮遊させることができれば、それらを映像投影スクリーンにすることも可能になります。



星 貴之 氏

これまで実用化されている非接触作用力としては、磁力とエアジェットが挙げられます。磁力は強力ですが、磁性を持つ物質に限られます。エアジェットは対象の材質には依存しませんが、距離が大きくなるにつれて作用力が急激に減衰してしまいます。

音響放射圧は強力な音波が物体を押すという非線形現象で、対象物体の物性を選ばずに作用します。これまでは、水中での微小物体の操作や空中での物体浮揚などの研究が行われてきました。

星氏は、超音波を集束させることによって三次元空間上の自由な位置に力を作用させる、ユニット化した超音波集束装置の開発に成功しました。これは従来の非接触触覚ディスプレイを小型化したものとして日本機械学会 ROBOMEC2012 にて報告されました。

当初は非接触の触覚提示のために開発しましたが、他分野への応用可能性を見出し積極的に探索しました。その結果として静電気分布計測、微小粒子の非接触浮上搬送、シャボン膜の反射制御、プリント基板のビアの脱水、授粉作業の自動化、三次元音響浮遊および空中グラフィ

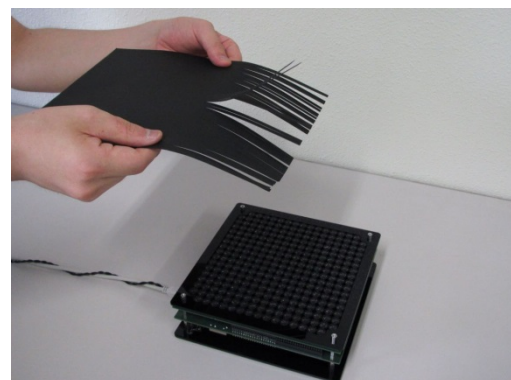


図 集束させた超音波により紙片の一部が押し上げられる様子。

クス、カーペットへの描画の非接触化などの応用が拡大しつつあり、超音波工学の社会実装を進めたという点で意義があります。

経歴

略 歴

1999 年 岩手県立 盛岡第一高等学校 卒業
2003 年 東京大学 工学部 計数工学科 卒業
2005 年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻 修士課程 修了
2007 年 日本学術振興会 特別研究員 DC2 (2008 年 同 PD)
2008 年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻 博士課程 修了
2009 年 熊本大学 大学院 自然科学研究科 産業創造工学専攻
機械知能システム講座 助教 兼 熊本大学 工学部機械システム工学科 助教
2011 年- 名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センター
特任教員(テニユア・トラック助教)

主な受賞歴

- ・ 国際会議 UIST Best Talk Award (2014 年)*
- ・ グッドデザイン賞 (2014 年)*
- ・ 経済産業省 Innovative Technologies 採択および特別賞 (2014 年)*
- ・ 国際会議 Laval Virtual Awards 部門賞および審査員特別賞 (2014 年)*
- ・ 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム 奨励賞 (2013 年)
- ・ 文化庁メディア芸術祭 エンターテインメント部門 審査委員会推薦作品 (2013 年)*
- ・ 国際会議 ACE Springer Diamond Award (最優秀研究賞) (2013 年)*
- ・ 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティング 論文賞 (2013 年)*
- ・ 計測自動制御学会 センシングフォーラム研究・技術奨励賞 (2013 年)
- ・ 国際会議 Electrostatics Young Scientist Award (2013 年)*
- ・ 静電気学会 春季講演会 優秀賞 (2013 年)*
- ・ 情報処理学会 インタラクション インタラクティブ発表賞 (2013 年)
- ・ 電子工作コンテスト トランジスタ技術賞 (2012 年)

(本装置が関連する受賞／末尾の * は共著を表す)

<個別取材などのお問合せ先>

星 貴之

名古屋工業大学 特任教員 (テニユア・トラック助教)

TEL : 052-735-7446

FAX : 052-735-7446

E-mail : star@nitech.ac.jp

まえだ さとし
○前田 理 (35 歳)

北海道大学大学院 理学研究院化学部門 量子化学研究室 准教授

化学反応の経路をコンピュータによって系統的に探索し予測する量子化学計算手法の開発

近年、コンピュータ技術の発展にも助けられ、量子化学計算は大きく進歩しました。量子化学計算によってもたらされた最も重要な成果の一つは、化学反応の遷移状態を解明できることです。これにより、反応経路および反応に伴う分子構造とエネルギーの変化を理論的に説明したり予測したりすることが可能になりました。

しかし、遷移状態を解明するとき、計算者が遷移状態の分子の形を予想しなければならない、という課題がありました。そのため、遷移状態の予想がつかない複雑な反応については解析が困難でした。さらに、恣意的な予想が計算結果を左右するため、未知反応に関する予測に用いるには信頼性が不十分と言わざるを得ない状況でした。そこで、恣意的な予想を用いずに反応経路を探索できる手法が求められてきました。しかし、反応経路の可能性は原子数の増加とともに飛躍的に増大し、それらを網羅的に探索することはコンピュータの能力が上がっても困難がありました。1970 年代から反応経路の自動探索法が種々提案されてきましたが、ほとんどが実用化には至りませんでした。

前田氏は、量子化学の第一人者である大野公一氏と、大野・前田の非調和下方歪追跡法 (ADDf: anharmonic downward distortion following) を提案しました。これは、安定構造から他の安定構造に向かうときに反応経路に沿って実際のポテンシャルが出発点の安定構造において計算される二次の調和ポテンシャルから下方に乖離する、という特徴を利用して様々な反応経路を探索する方法です。さらに、日本のみならず世界の量子化学計算のパイオニア的存在である諸熊奎治氏と前田・諸熊の人工力誘起反応法 (AFIR:



前田 理 氏

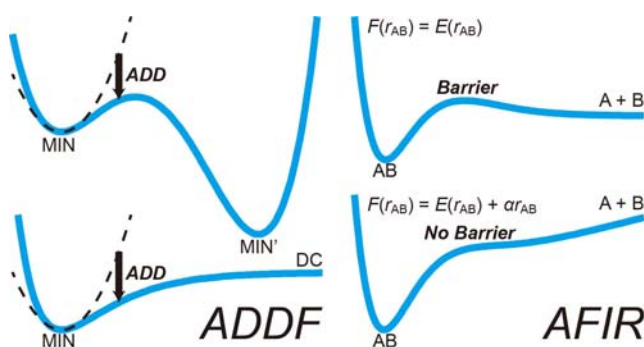


図1 ADDf と AFIR による反応経路の探索の概念図

artificial force induced reaction) を提案しました。この手法は、人工力関数をポテンシャルに加えて反応経路のエネルギー障壁を打ち消してしまい、様々な反応経路を効率よく見つけ出すという手法です。これら二種類の手法を駆使した反応解析を GRRM 戦略 (GRRM: global reaction route mapping) と呼んでいます。

以上の開発により、コンピュータを用いた化学反応経路の系統的な自動探索を様々な反応へと応用可能にし、量子化学計算の分野に非常に大きなインパクトをもたらしました。また産業応用等にも実用的な展開を進めています。

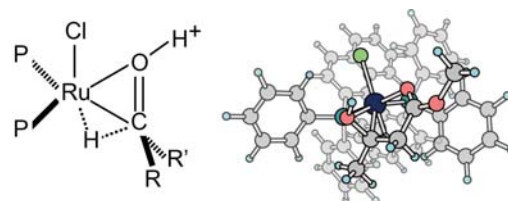


図 2 Ru-BINAP 触媒による不斉水素化反応の遷移状態。(左) 反応中心の模式図、(右) ADDF 法で得た立体選択性を制御する最安定な遷移状態の構造。

経歴

略 歴

- 1998 年 長野県屋代高等学校 卒業
- 2002 年 東北大学 理学部化学科 卒業
- 2004 年 東北大学大学院 理学研究科化学専攻 博士前期課程修了
- 2004 年 日本学術振興会 特別研究員 DC1
- 2007 年 東北大学大学院 理学研究科化学専攻 博士後期課程修了
- 2007 年 日本学術振興会 特別研究員 PD (所属：東北大学、豊田理化学研究所、この間約一年に渡り米国エモリー大学にて共同研究を実施)
- 2010 年 京都大学 次世代研究者育成センター 特定助教 (白眉プロジェクト)
- 2012 年 北海道大学大学院 理学研究院 助教
- 2014 年- 北海道大学大学院 理学研究院 准教授

主な受賞歴

- ・ 日本化学会進歩賞 (2013 年)
- ・ 第 6 回 PCCP Prize (英国) (2012 年)
- ・ 平成 20 年度分子科学会優秀講演賞 (2008 年)
- ・ 東北大学総長賞 (2007 年)
- ・ 青葉理学振興会賞 (2007 年)

<個別取材などのお問合せ先>

前田 理

北海道大学大学院 理学研究院 准教授

TEL : 011-706-4921

FAX : 011-706-4921

E-mail : smaeda@mail.sci.hokudai.ac.jp

もちづき ゆうこ
○望月 優子（49 歳）

独立行政法人理化学研究所 仁科加速器研究センター
望月雪氷宇宙科学研究ユニット 研究ユニットリーダー

地球規模の気候に影響を与えた火山噴火に関する南極アイスコア科学の推進

望月氏は、アイスコアから気候変動と宇宙からのシグナルを取り出そうとする研究グループのリーダーとして、過去2000年のアイスコアの高精度分析を精力的に推進してきました。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）等では、地球温暖化予測モデルを検証する手段の1つとして、「古気候再現実験」を用いています。過去数百～数千年の気候のシミュレーションを行い、実際のデータと比較して検証します。このため、過去の火山性硫酸エアロゾルの正確なデータが必要です。



望月 優子 氏

地球規模で気候に影響を与えた火山噴火の歴史を捉える唯一の方法は、南極やグリーンランドのアイスコアに保存された硫酸塩や硫黄の濃度を測定することです。しかし、これまでの研究では、使用されたアイスコアが数本と少ないことが課題でした。また、これまでは分析の時間分解能が低く、それぞれのアイスコアの年代を1つの基準で正確に統一することが困難でした。

この問題を解決するため、望月氏を中心とする日本の研究チームは、米国などと共同し、南極大陸のより多くの地点から掘削されたアイスコアを用いて、過去2000年の火山噴火の歴史の解明に挑みました。具体的には、南極大陸の19地点から過去10年以上にわたって採取されてきた26本のアイスコアの分析結果を統合し、過去2000年にわたる南半球および地球規模の気候に影響を与えた火山噴火の歴史を初めて高精度で復元しました。この中で、望月氏を中心とする研究チームは、国立極地研究所が牽引する日本南極地域観測隊が2001年と2010年に「ドームふじ基地」とその近傍で掘削した2本のアイスコアをイオンクロマトグラフを用いて分析し、これらのアイスコアに含まれる微量の硫酸イオン濃度を過去2000年に相当する深度にわたって測定しました。分析の時間分解能は、これまでのドームふじコアに対してなされてきた数年～10年から約1年に大幅に向上しました。特に、2010年に掘削されたドームふじコアは、本研究で初めて分析結果が解析されました。ドームふじ基地周辺は大規模火山噴火の痕跡をさぐるのに南極大陸で最も適した場所であり、2本のアイスコアを分析することで、火山シグナル強度の推定精度を高めることができました。

共同研究チームは、南極大陸西側の掘削地「ウェイス・ディバイド」で掘削されたアイスコアについて「年層」カウント法を用いて高い信頼度で決定された年代を基準

としました。そして、共通の火山噴火シグナルを目印にウェイス・ディバイドコアと他コアの年代を同期させることによって、26本のアイスコアの年代が統一されました。

この成果により、過去2000年間で最大規模の2つの火山噴火が南極大陸にもたらした硫酸塩の量は、従来の推定では50%も過大評価されていたことが明らかになりました。また、地球規模の気候の寒冷化へ及ぼす影響の度合い（「放射強制力」とよばれる値）は、従来の推定では、最大規模の2つの火山噴火については20～30%過大に見積もられていた一方、過去の他の噴火の一部については20～50%過小評価されていたことが分かりました（Nature Climate Change(オンライン版) 2014）。

このように望月氏の研究は、今後の地球温暖化予測モデルに使用されるデータとして、その検証・発展に役立つとともに、まだよくわかっていない気候変動の科学的理解に貢献すると期待されます。



図 第 51 次日本南極地域観測隊が南極大陸の「ドームふじ」基地近傍で2010年に掘削したアイスコア（断面）。国立極地研究所提供。

経歴

略 歴

- 1984 年 神奈川県立横浜翠嵐高等学校卒業
- 1989 年 立教大学理学部物理学科卒業
- 1995 年 立教大学大学院理学研究科博士後期課程単位取得退学
- 1995 年 理化学研究所 基礎科学特別研究員
- 1998 年 東京大学大学院理学系研究科 博士受位（理学）
- 2006 年 独立行政法人理化学研究所 仁科加速器研究センター 仁科センター研究員
- 2011 年- 同 望月雪氷宇宙科学研究ユニット 研究ユニットリーダー

主な受賞歴

- ・ 国際学術連合南極科学委員会国際会議ベスト・オーラル・プレゼンテーション賞（2011 年）
- ・ 著作ビデオ『元素誕生の謎にせまる』が長年にわたって理科教育に貢献していることが認められ、国際天文学連合が小惑星 9109 を“Yukomotizuki”と命名（2010 年）
- ・ Creative Excellence Award at the 35th U. S. International Film and Video Festival, “Element Genesis -Solving the Mystery”.（2002 年）
- ・ 第 42 回科学技術映像祭 文部科学大臣賞（2001 年）
- ・ 第 1 回核理論新人論文賞（現・日本物理学会若手奨励賞）（1999 年）

<個別取材などのお問合せ先>

望月 優子

独立行政法人理化学研究所 仁科加速器研究センター

望月雪氷宇宙科学研究ユニット研究ユニットリーダー

TEL : 048-467-9766

FAX : 048-462-1373

E-mail : motizuki@riken.jp