

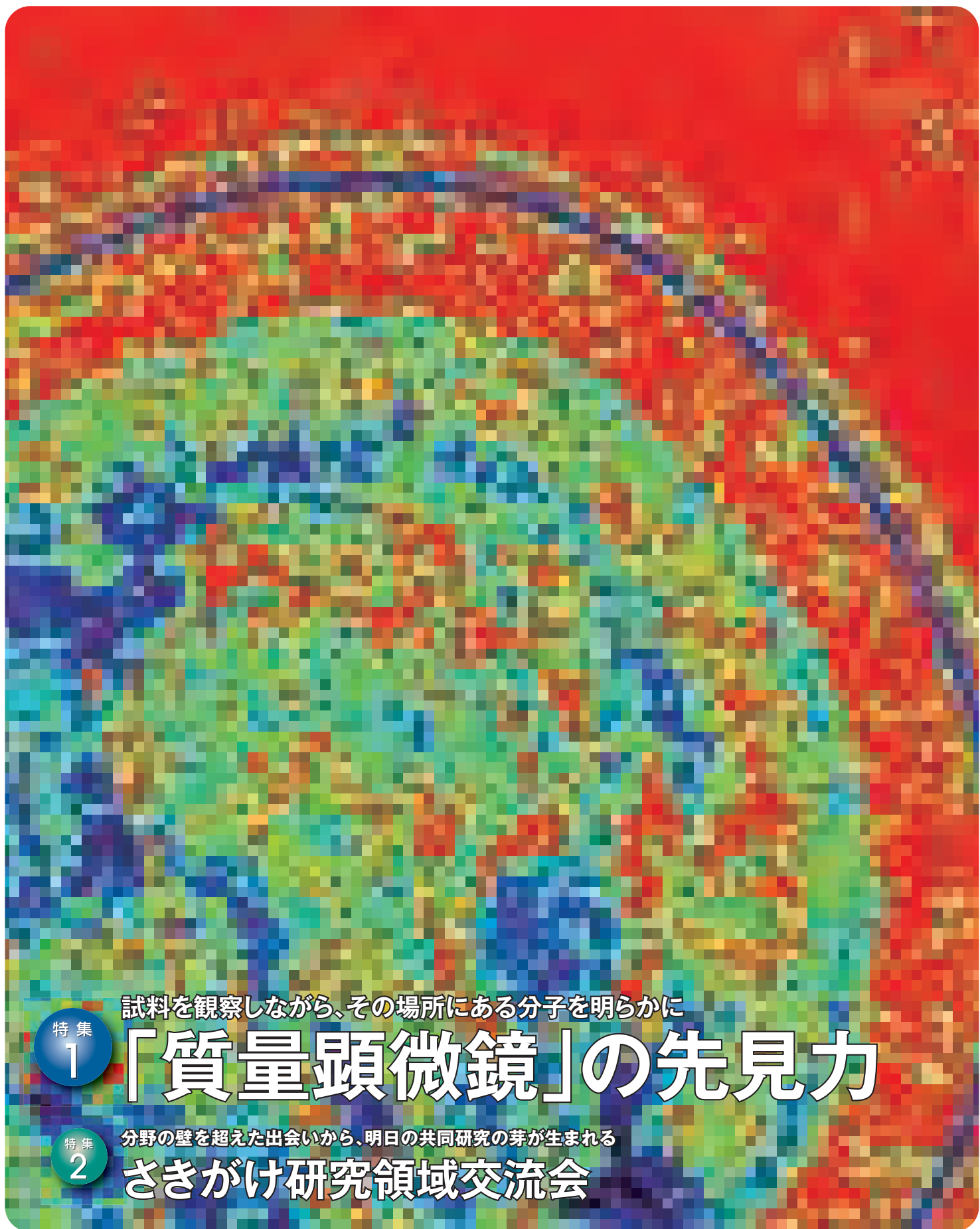
# JST NEWS

科学技術で未来をつくる

2012  
October

# 10

 独立行政法人  
科学技術振興機構  
Japan Science and Technology Agency



特集  
1

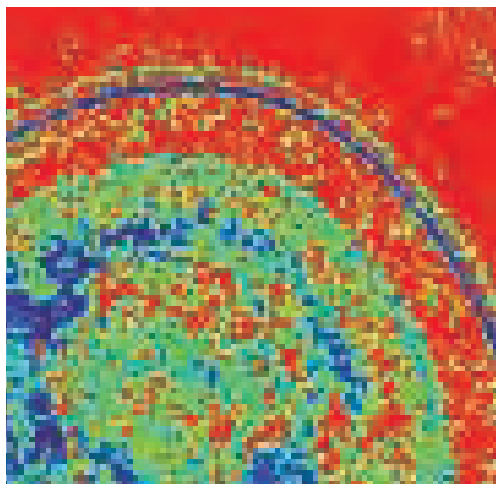
試料を観察しながら、その場所にある分子を明らかに

## 「質量顕微鏡」の先見力

特集  
2

分野の壁を超えた出会いから、明日の共同研究の芽が生まれる

## さきがけ研究領域交流会



# JST NEWS

## CONTENTS

2012  
October 10

### 表紙写真

浜松医科大学医学部の瀬藤光利教授らは、生体内の分子分布を可視化できる「質量顕微鏡」を開発した。写真は質量顕微鏡でエビの眼球を分析し、標的とする内在性ペプチドの分布イメージを画像化したものの一部拡大図（一つのドットのサイズはおよそ細胞一つ分）。赤い部分に標的ペプチドが多く含まれていることがわかる。



特集  
1

## 試料を観察しながら、その場所にある分子を明らかに 「質量顕微鏡」の先見力

3



特集  
2

## 分野の壁を超えた出会いから、明日の共同研究の芽が生まれる さきがけ研究領域交流会

8



社会にひろがる新技術 ~JSTの研究開発成果から~Vol.6

## ロボットの手が、また一步、人の手に近づいた

12

より薄くより高度な計測能力を持つ3軸触覚センサを開発



## News Clip

14



先駆ける科学人 Vol.6

## 高効率・低コストの太陽電池の実現を目指して

16

電気通信大学 大学院情報理工学研究所 沈 青 助教

## エネルギーマネージメントシステムの構築へ

JST理事長 中村道治

震災からの復興・成長を考える中で、環境エネルギー政策にはこれまで以上の議論と取り組みが求められ、わが国の成長戦略に結び付けることも考えられています。JSTでは基礎的な研究開発を通じて、10年後、20年後の社会システムを変えるような技術「ゲームチェンジングテクノロジー」を生み出し、グリーンイノベーションを興そうとしています。

そのようなJSTでの取り組みの一つとして、エネルギーマネージメントシステム(EMS)の構築を目指した研究を総合的に推進しています。EMSは、従来の電源に加えて再生可能

エネルギーを安定的に供給するために欠かせません。

例えば今年度から始まったCRESTでは、分散電源の増加による系統電源の不安定化を防ぐため、理論・数理モデルを用いた分散電源エネルギー需給の最適制御基盤技術を創出します。

更に経済産業省と文部科学省はグリーンイノベーションを実現するために両省合同での検討を進め、「次世代蓄電池」「エネルギー貯蔵・輸送」「未利用熱エネルギー」「革新的構造材料」という4テーマの研究開発を具体

化しようとしています。「次世代蓄電池」では大出力・大容量の蓄電池開発を、また「エネルギー貯蔵・輸送」では太陽光発電や風力発電で生み出した電力を化学エネルギー(液体)の形態で貯蔵あるいは輸送することを目指します。これら二つのテーマも、EMSを構築するためには必要な技術です。

JSTは、両省や他の研究機関と一体となって、オールジャパン「ドリームチーム」での統合的研究により、基礎から実用化を目指したシステム最適化までを力強く推進していきたいと考えています。



特集

1

試料を観察しながら、その場所にある分子を明らかに

# 「質量顕微鏡」の先見力

顕微鏡で病理組織を観察しながら、その場所にある分子が何かを分析したい——。医学のニーズから生まれ、見た目の「観察」と、その分子構成を明らかにする「質量分析」を可能にする「質量顕微鏡」が、産学連携プロジェクトによって開発された。

Part.1

## 顕微鏡と質量分析装置のカップリングが実現、分子の地図が見えてきた

病理学ではとらえられない  
病気の原因を研究したい

ヒトはどうして老いるのか。さまざまな病気のメカニズム解明から、その問いに応えたい……。

浜松医科大学医学部 瀬藤光利教授のライフワークである「老い」の研究の出発点は、医学部卒業後の臨床医としての経験にさかのぼる。臨床の現場では、患者から採取した血液や細胞標本を検査する、いわゆる病理学のルールにのっとり患者を診断する。ここでは顕微鏡を用いて患者の病理組織を観察し、病気の診断を行うことが大切だ。しかし実際の医療現場では、病理検査で形態の異常は観察できるものの、病気を引き起こす要因や治療法がわからない場合もある。こうした患者たちの姿を目の当たりにし、当時の瀬藤さんは病気の原因追求のための研究が必要だと痛感したという。

「その頃、生命現象を分子を使って説明する『分子生物学』の波が医学分野に押し寄せました。技術的な進歩により、遺伝子診断や分子診断といった手法が確立されていったのです。それまで病理学や形態学の手法で顕微鏡を見ながら病気の兆候をパターン認識していた医学の世界に、『ヒトの体は分子でできている』という世界観が合流したのです」

瀬藤さんは、これまでの顕微鏡を使って病変部の「形を見る」という考え方から、そこに映し出された組織が「一体どんな分子でできているか」を特定すべきだという発想に至った。しかし、その思いはまだ漠然としたものだったという。

その後瀬藤さんは、物体がどんな分子でできているのかを決める方法に質量分析、特にレーザーを使った質量分析法があることを知った。東京大学医科学研



共同開発した「質量顕微鏡」を設置した研究室で。写真左から、浜松医科大学医学部教授の瀬藤光利さん、同大学分子解剖学研究部門特任助教の早坂孝宏さん、株式会社島津製作所基盤技術研究所の小河瀬さん。

究所で、「マトリックス支援レーザー脱離イオン化法（通称MALDI）」を利用した質量分析装置に出会ったのだ。これは後にノーベル化学賞を受賞する田中耕一氏（株式会社島津製作所）の技術を発展させたもので、試料にレーザーを照射してイオン化し、そのイオンをとらえて質量を検出するものだ。

当時、瀬藤さんは顕微鏡の中でも「レーザー顕微鏡」を使う研究に携わっていた。

「レーザー顕微鏡でミクロの世界を観察できます。一方でレーザーを使えばモノの質量が測定できるというのです。“レーザー”というキーワードでこの2つを組み合わせれば、モノを見て、それが何でできているか特定できるとひらめきました」

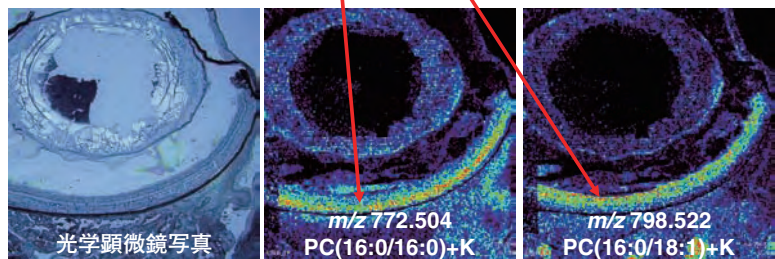
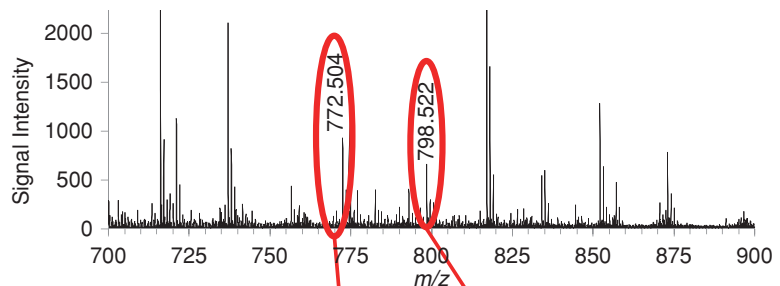
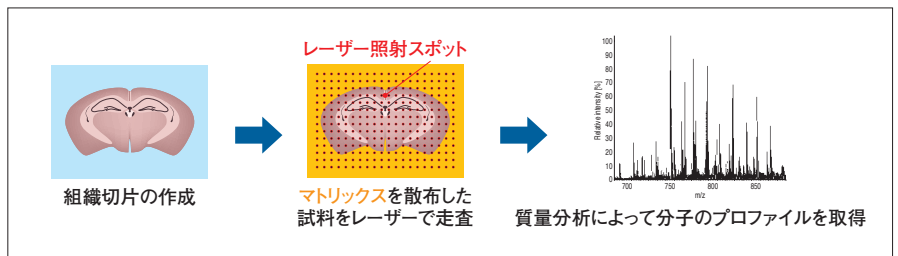
## 最適化を重ね 高感度検出を実現

従来の質量分析法では、分析に先立って試料をすりつぶし、それを成分ごとに分離するという、下準備が必要だった。試料はすりつぶしてしまうため、そのどこかに特定の物質が多く蓄積していたとしても、ほかの部位と混ざってしまい、「どこにあったか」という情報は、失われてしまう。もし顕微鏡で見ている場所を狙って質量分析をして、その場所に何があるかわかれば、病理観察と分子生物学的な病気へのアプローチが両立する。瀬藤さんは早速、さまざまなメーカーに声を掛けた。その中で、開発を積極的に引き受けてくれたのが、田中耕一氏を擁し、新しいチャレンジを応援する社風を持つ島津製作所だった。島津製作所には顕微鏡と質量分析装置の製作実績もあった。

2004年からはJST先端計測分析技術・機器開発事業において「質量顕微鏡」の開発が本格的に開始した。「顕微鏡」と「質量分析」を組み合わせた装置の開発で最も困難だった点は、「顕微鏡としての機能を保持し、なるべく小さな点ごとに質量分析ができるようにすることでした」と島津製作所基盤技術研究所の小河潔主幹研究員は語る。

「レーザーを使って質量分析をするには、試料にレーザー光を当て、そこに含まれる分子をイオン化させます。レーザー光の照射径を絞ると、細かい点ごとに質量分析ができます。しかし、絞りすぎると、レーザーに当たる分子の数が減ってしまうため、飛び出すイオンの量も減って検出が難しくなります。さじ加減をうまく取りながら、どうやって細いレーザーでイオン化した試料を高感度に検出するか、コンピュータのシミュレーションをもとに検討と最適化を重ねました。社内では質量顕微鏡のための開発チームを

### ■質量顕微鏡による分析の流れとデータの一例



質量顕微鏡では、観察したい組織切片の表面に分子のイオン化を助ける「マトリックス」を散布した試料を用い、観察したい部位にレーザーを細く絞って照射、質量分析によって分子のプロファイルを取得する(上図)。下は質量顕微鏡によるデータの一例。左下は光学顕微鏡写真で、その右二つは特定の質量を持つ分子の分布を示す画像データ。どの質量の分子がどの場所に分布しているのか、ひと目でわかる。

組んでいましたが、その枠を超えた人たちの協力もあって、初めて装置が完成しました」(小河さん)

こうして05年には、レーザー照射部を真空にして観察する質量顕微鏡の最初のプロトタイプができ、次いで06年には試料を生に近い状態に保つため大気圧下で観察する装置を開発した。08年には高解像度(分解

能10 $\mu$ m以下)、細胞レベルで生体試料の分子分布を可視化できる高空間分解能プロトタイプ機を発表した。

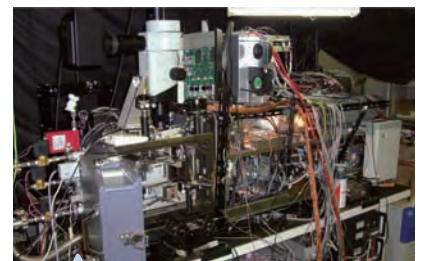
## 病気の解明・診断や 植物分野の研究にも

病理組織の観察と原因物質の分析のため

人はどうして老いるのか……。  
質量顕微鏡を使って  
「部分」から「全体」に迫ります。

**瀬藤 光利** せとう・みつとし  
浜松医科大学医学部 教授

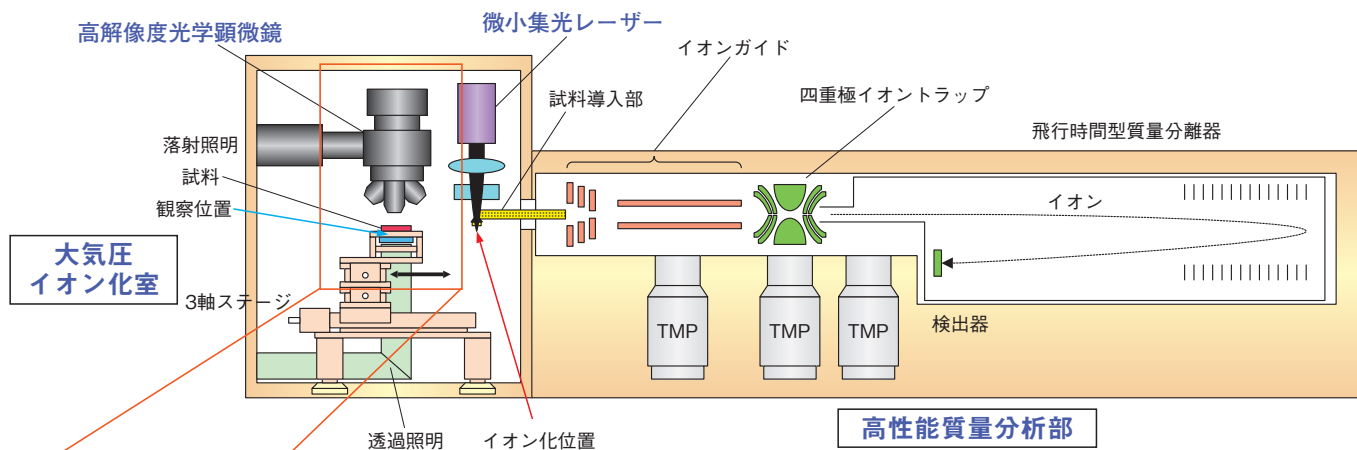
1994年、東京大学医学部医学科卒業。同大学大学院医学系研究科助手、自然科学研究機構生理学研究所准教授などを経て2008年から現職。04年から08年、JST研究成果展開事業 先端計測分析技術・機器開発プログラム 機器開発タイプチームリーダー。



質量顕微鏡の原型ともいえるプロトタイプ機の外観。開発は「真空型」でのスタートだったが、この段階(2005-07年)では大気圧中で試料を分析できるタイプへと進化、光学顕微鏡や質量イメージング画像の解像度も飛躍的に向上した。



■質量顕微鏡の仕組み



上は質量顕微鏡の仕組みを表したもの。まず試料（病理組織切片など）を高解像度光学顕微鏡で観察し、測定したい部位にレーザーを照射すると、そこに含まれる分子がイオン化する。これらのイオンを質量分析することで、測定点に含まれる分子の質量情報が取得できる。分子イオンのシグナル強度と位置情報を同時に計測することで、分子の分布とそれぞれの相対的な存在量を左ページのデータのように画像化できる。

に瀬藤さんは当初、分子の数と種類が多い、タンパク質を標的に分析をしようと考えた。ところが実際に分析を始めると、今までは可視化できなかったコレステロールなどの脂質がよく検出できることがわかった。これにより、これまでは血管の形状を顕微鏡で観察して「コレステロールだろう」と判断していたものが、顕微質量分析を行うことで「血管のこの部分を分析すると、コレステロールが多く検出される」と、画像を見ながら的確に判断できるようになった。更には、脂質などが見えることで、がんなどの病気の組織に特有の代謝物の蓄積を明らかにできる。これを利用すれば病気のメカニズムの解明や治療法の確立につながる新しい発見がなされるだろう。

質量顕微鏡を用いて得られた瀬藤さんらの最新の研究結果では、腹部の大動脈が腫れてもろくなる疾患「腹部大動脈瘤」の病変部位で血管壁内部の血液量が少なくなっ

ていることを発見した。腹部大動脈瘤は破裂すると8割以上が死に至り、突然死の原因の一つとなっている。しかし、直接的な原因はわかっておらず、有効な内科的な予防法や治療法は確立されていない。今回質量顕微鏡を使って初めてわかった病態変化は、腹部大動脈瘤の形成メカニズム解明の糸口になると期待されている。瀬藤さんらの研究成果を受けて浜松医科大学では、新たな治療法の開発に向けた臨床研究を進め始めている。

また創業の分野でも、質量顕微鏡の活用が期待されている。例えば、体内に取り込んだ薬や、その代謝物の分布を知ることができる。投与した薬が、標的とする患部までたどり着いたのか、薬によって細胞の代謝にどのような変化が引き起こされるのか、薬自体の効き目と輸送の両面から検証可能となるのだ。

更に医療以外の分野からも注目は大きい。

油や糖などを生成する植物では、質量顕微鏡を使えば油や糖が植物体内のどこに多く蓄積されているかを検出できる。これまでに瀬藤さんらの研究室では質量顕微鏡を使って、米の中に存在する性質の異なる脂質の分布を明らかにした。これにより、植物の品種改良時にも有効な評価が可能になる。

「老いの解明」への有効な道具になる

「古くはケプラー、コペルニクスが惑星の動きを観察、計算し、天体運行の現象が明らかにされ、それをもとにニュートンが天体の運動方程式を打ち立てました。医学は今ようやく、彼らが手にした天体望遠鏡と同様に質量顕微鏡を手に入れ、「分子の観察」ができるようになったのです」と瀬藤さんは話す。生体内でどんな分子が増減しているのか、その現象を観察できる道具を得たい、それらが一体どんなルールの下に動いているのかを明らかにすることが課題となる。このルールを明らかにしていくことこそ、病気のメカニズムを明らかにし、治療法を見つけるヒントになるものだ。そしてそれにより、老いの解明にも迫ることができるかもしれない。

「老いのメカニズムの研究は、医学・生物学を究める者にとって大きな難しいテーマです。生きた人間が老いてゆく過程という長い時間の観察が必要なので、実験自体が成り立ちにくいのです。この点は遠くの星を観察する天体観測とも似ています。私はライフワークとして老化の謎に迫り、生命の法則、ルールを探りたいと思っています」と、瀬藤さんは熱く語る。

老化に伴って肌のつやが失われシワが増える。代謝機能が低下し、さまざまな老廃物が体内のあちこちに蓄積したり、必要な物質がなくなったりする。老化研究の難しさは、このような多くの現象が至る所に現れること



瀬藤さんの要望に高い技術力で応えた株式会社島津製作所基盤技術研究所先進技術開発室長、電子・イオンユニット長の小河潔さん。JST研究成果展開事業 先端計測分析技術・機器開発プログラム プロトタイプ実証・実用化タイプ「顕微質量分析装置の実用化開発」（2009年～11年）ではチームリーダーとして開発の陣頭指揮を執った。

にもあるだろう。これらの現象は単独で起こるだけではない。隣りの細胞、組織、器官に相互に作用している。そして全身の状態も個別の細胞や代謝に影響を及ぼしている。

老化現象の解明のためには、大量の情報を得て解析しなければならない。顕微質量分析により、たくさんの分子の情報を一度に得られるようになった。この装置の活用により、医学・生物学の大きなテーマである老化のメカニズムを解き明かす糸口をつかむことができるだろう。

### 質量顕微鏡の世界スタンダードへ

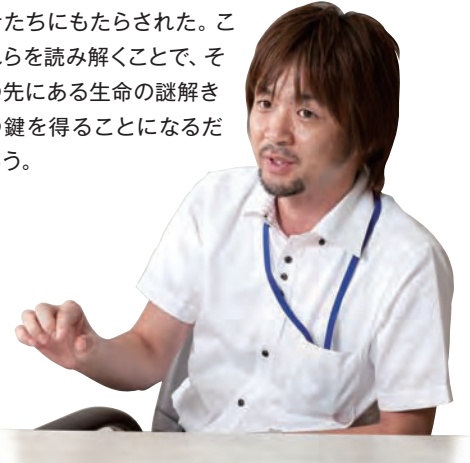
質量顕微鏡は国内はもちろん、海外の研究者の関心も高い。瀬藤さんの研究室にも実際に装置を試したいという問い合わせが数多く寄せられている。

次のフェーズとして必要なのは、質量顕微鏡が世の中に広く普及し、多くの研究者が使って改良点を指摘したり、新しいデータを出したりすることだ。浜松医科大学に設置されている質量顕微鏡は、2011年からJST先端計測分析技術・機器開発プログラム開発成果の活用・普及促進の一環として、研究機関や大学等での利用が始まっている。

このプログラムのチームリーダーを務める、浜松医科大学特任教授の早坂孝宏さんは、「データが得られたら、その意味を解析し、データベース化していくことが、この装

置の利用機会を広げていくことになります。そのためにも、今後は、人材の育成、教育の充実が不可欠となるでしょう」と、この装置の広がりを期待する。

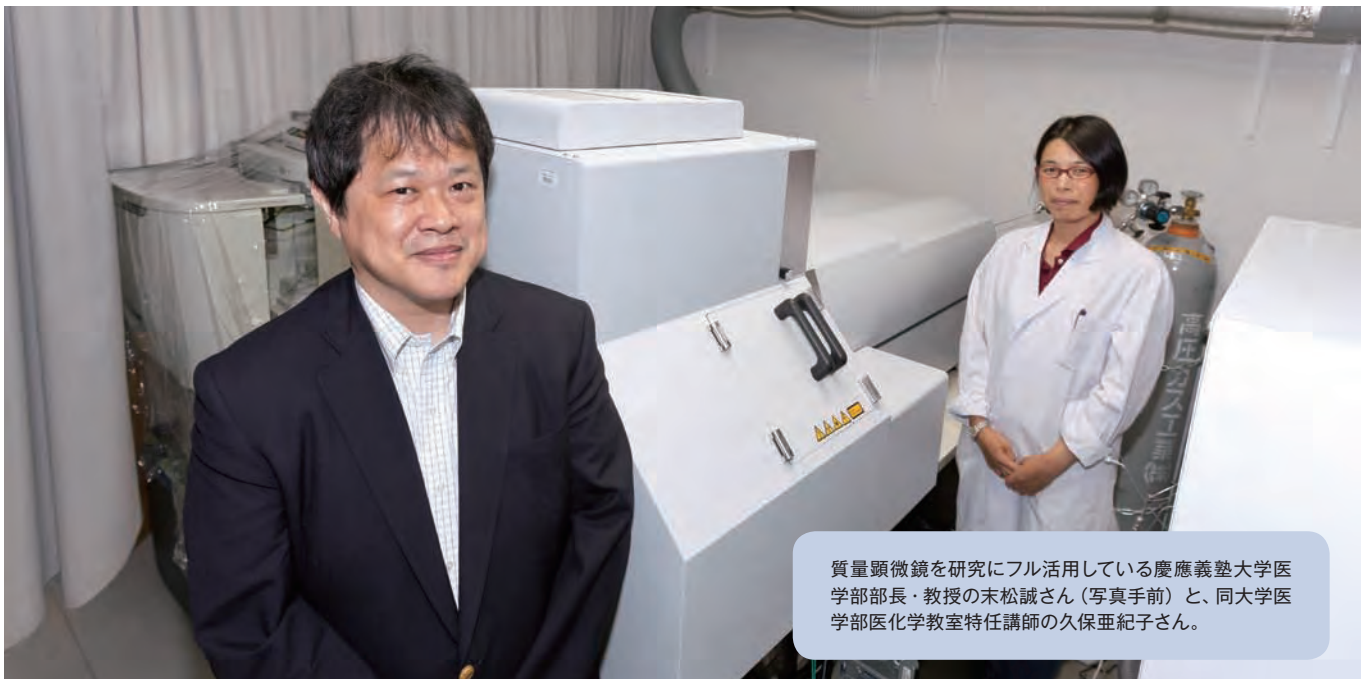
質量顕微鏡によってこれまで手に入らなかった「分子の地図」が研究者たちにもたらされた。これらを読み解くことで、その先にある生命の謎解きの鍵を得ることになるだろう。



浜松医科大学分子解剖学研究部門特任助教の早坂孝宏さん。瀬藤さんの研究を受け継ぎ、2011年からJST研究成果展開事業 先端計測分析技術・機器開発プログラム 開発成果の活用・普及促進のチームリーダーを務める。

## Part.2

# 質量顕微鏡を代謝物研究の最前線に生かす



質量顕微鏡を研究にフル活用している慶應義塾大学医学部部長・教授の末松誠さん（写真手前）と、同大学医学部医化学教室特任講師の久保亜紀子さん。

### 質量顕微鏡のデータは宝の山になる

質量顕微鏡は、研究の現場で既に活用され、「生命の法則」の一端に迫る成果も生まれている。

2009年からスタートしたJST戦略的創造研究推進事業ERATO「末松ガスバイオロジープロジェクト」では、体の中に存在す

る酸素や一酸化窒素などのガス分子がどのような生体制御機能を持つかを調べ、医療への応用を図ろうとしている。このプロジェクトの研究総括で慶應義塾大学医学部教授の末松誠さんはプロジェクトの発足当初、代謝物の分析にメタボローム解析という方法を活用していた。この方法は試料をすりつぶして代謝物を抽出、質量分析によりどんな代謝物が含まれていたかを同定するも

のだ。この方法には、位置情報が壊れてしまうという弱点があった。

ちょうどその頃、末松さんは島津製作所から見てほしい装置があると、研究所に招かれた。初めて目にしたその装置は、位置情報を保持したまま質量分析ができる、これまでにない性能を備えていた。末松さんは、「分析結果を目にしたとき、物質の種類を決める同定作業や定量の苦労ささいとわ



なければ、データは宝の山になると直感しました」と振り返る。

その後、代謝物の解析のため、瀬藤さんの協力を得て、自らの研究室に質量顕微鏡(β機)を導入した。早速観察したのは、脳こうそくを起こしたマウスの脳や、がん組織だ。脳こうそくでは血管がつまり、脳内で酸素の供給が絶たれる部分が生じる。また、がんの組織では細胞増殖が活発で、中心の部分は低酸素状態になる。このような部分で何が起きているのか、メタボローム解析では見ることができない観察が、質量顕微鏡を使えば可能になる。

### 高分解能の質量分析が治療の常識を変える

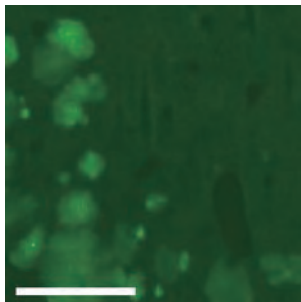
この質量顕微鏡では、瀬藤さんの狙い通り、どんな分子が体内のどこにあるのかが、一目瞭然だ。これまでの質量分析装置とは比較にならない解像度の高さを誇る。末松さんらが脳こうそくを起こしたマウスの脳を観察すると、その周辺部位で、特徴的に代謝が活発化していることが、明らかになったのだ。この発見をもとに、脳こうそく周辺部位に効果的に働きかけることができれば、脳細胞の壊死を最小限に食い止められるようになるかもしれない。

「以前使っていた装置とは、比較にならないくらい位置情報が明瞭で、これはすごい技術だと思いました」(末松さん)

また、がんの代謝物研究でも質量顕微鏡は活用され、最近でも大きな成果が上がっている。末松さんは同じ慶應義塾大学医学部の佐谷秀行教授らとの共同研究で、がん組織の観察を行った。その結果、がん幹細胞が持つタンパク質の一つであるCD44vが多く蓄積している場所に抗酸化物質のグルタチオンが多く検出されるこ

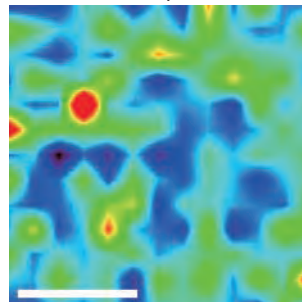
### ■従来の質量分析装置と質量顕微鏡との比較

従来の装置

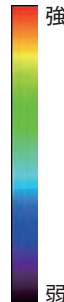


←1mm→

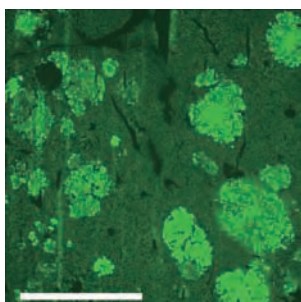
レーザー径 200μm



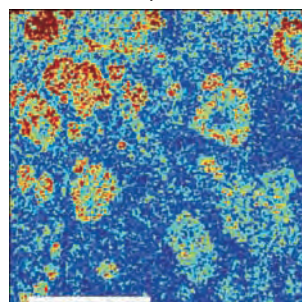
シグナル強度



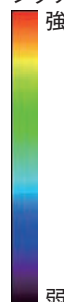
質量顕微鏡



レーザー径 10μm



シグナル強度



マウスを使ったがん細胞の蛍光顕微鏡像(左)とがん細胞が抗がん剤耐性になる原因と考えられる抗酸化物質グルタチオンの質量イメージを画像化したもの。上段は従来の質量分析装置で得られる画像で、下段は質量顕微鏡による画像。今回開発された質量顕微鏡は極めて鮮明で解像度の高い画像データを得ることができる。

(図: Analytical and Bioanalytical Chemistry 400:1895-1904, 2011より一部引用)

とが質量顕微鏡によって確認できたのだ。グルタチオンは抗酸化物質として有名な化合物だ。グルタチオンの抗酸化力によって、細胞は抗がん剤に対する抵抗性を獲得していると考えられる。そのため、グルタチオンががん細胞内に蓄積されなくなれば、がん細胞を死滅させることもできるかもしれない。質量顕微鏡という新たな道具を駆使した解析が、さまざまな疾患の新

たな治療法開発への道を開くことになるだろう。

### 未知の代謝物の研究にも応用が可能に

「質量分析で分子量が明らかになっても、分子の名が特定できるわけではありません。そこをきちんと一個一個調べていくと、興味深い未知の代謝物があることに気づきます。現に考えもしなかった微量で重要な代謝物が、がんの中に含まれているというデータが出始めているところです。しかも、位置情報があるのでなぜこの物質がここに存在するのか、その意味付けができるわけです。まだ絶対量の定量には不十分な点もありますが、装置を使う私たちがデータの取り方を工夫すれば明らかにできることもあります。代謝物の定量情報が空間的につかめることで、研究者のイマジネーションは何倍にも膨れ上がります。そんなところが、この装置の非常に魅力的なところではないかと思います」と末松さん。

高空間分解能の質量顕微鏡の活用によって、これまで見ることはできなかった世界が広がっていく。

質量顕微鏡は  
今や私たちにとって欠かせない  
道具となっています。

**末松 誠** すえまつ まこと  
慶應義塾大学医学部部長 教授

1988年、慶應義塾大学大学院医学研究科所定単位取得退学。同大学医学部内科学教室助手、カリフォルニア大学サンディエゴ校応用生体工学部への留学などを経て2001年から慶應義塾大学医学部医学教室教授。07年から同大学医学部長。09年からERATO研究総括。



特集  
2

分野の壁を超えた出会いから、明日の共同研究の芽が生まれる

# さきがけ研究領域交流会

全国の「さきがけ」研究者が一堂に会して、異なる領域の人材と交流する「第2回さきがけ研究領域交流会」が、2012年8月9日、名古屋で開かれた。普段は会う機会も、話す機会もない異分野の研究者同士の交流から共同研究の芽が生まれる瞬間をレポートする。



第2回さきがけ研究領域交流会の会場風景

## Part.1 「さきがけ研究領域交流会」を語る

### 研究領域が 細分化されてきた

国の戦略目標のもとに設定された研究領域の、個人研究者を支援するプログラム「さきがけ」が発足して、既に20年以上が経過した。発足当初は、「場と反応」「光と物質」といった広い分野を網羅する領域名が付けられ、さまざまな分野で活躍する研究者が集まり一つの領域を構成していた。そのため、領域内で異分野の研究者が交流する機会も多かった。しかし最近、科学の進歩もあって領域も細分化される傾向にあり、「生物系」

「化学系」「物理系」「数学系」といった分野の研究者が互いに出会う機会はなくなってしまったのが実状だ。そこで「さ

きがけ研究領域交流会」を仕掛けたのが、JSTさきがけ「iPS細胞と生命機能」領域の山田隆央技術参事だ。研究者が領域内にとどまらず領域外にもネットワークを拡大し、専門分野に特化した領域内では決して得られない情報や考え方に触れ、自らの問題解決に生かしたり、共同研究に発展したりする機会を提供しようと考えたのだ。

「私は企業で研究開発に携わっていたので、幅広い分野の研究者と触れ合うことで新たな発想を得るという経験をしてきました。「さきがけ」は個人型研究なので、意識的に“外に出る”ことが必要だと感じました」と山田さんはこの交流会の意図を話した。

### 白熱した意見交換が 夜まで続いた

「さきがけ研究領域交流会」には、分野を超えた交流を積極的に希望するさきがけ研究者を募った。参加者には、自分の研究内容や参加目的などを簡潔に書いてもらい、事前に参加者全

員に配布した。交流会当日は、1人ずつショートプレゼンテーションを行い、研究内容を端的に説明することで、その後のディスカッションに入りやすいよう工夫した。

「昨年初めて開催した交流会は、参加者をライフサイエンス分野に限定したため、テーマもかみ合い、ポスターセッションでは白熱した議論が展開されました。また終了後も、参加者の約半数が自主的に夜まで意見交換を深めるなど、私たちの予想をはるかに越えた交流が繰り広げられたようです」と、山田さんは振り返る。

その盛況ぶりは、事後に参加者から寄せられた感想からも十分にうかがい知ることができた。山田さんはその成果を確認すると共に、更なる改善点を掘り起こして第2回の実施に踏み切った。

### 共同研究に 発展したケースも

昨年の交流会では、さきがけ「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域の沖昌也さんと、さきがけ「生命現象の革新モデルと展開」領域の小林徹也さんの二人が出会い、その後、共同研究に発展したという。また、さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域の北島康司さんも、昨年、イネの研究者とのディスカッションにより、自身のiPS細胞分野の研

異分野研究者同士の交流が  
新しいブレイクスルーを起こす  
ことに期待しています。

さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域  
山田隆央技術参事





究の視野を飛躍的に広げるヒントを得た。

このように、異分野の専門家とネットワークを築くことは、互いに刺激し合い、今まで考えも及ばなかった斬新な発想、アイデアが生まれるまたとないチャンスとなる。一人の研究者が最先端の科学技術のすべてを把握して研究することはできない。得意分野の知恵を出し合う、ギブ・アンド・テイクの気持ちが新たな成果につながるのだ。

### メドレーリレーのように得意分野を出し合って

もちろん、交流会に参加したからといっ

て、自分が探していた研究者に必ず巡り合えるわけではない。研究者がネットワークを広げ、そこから共同研究が生まれ、将来、大きなブレークスルーが得られたら最高だが、そのような例は極めてまれだろう。

「そこまで至らなくてもいいのです。単に『話のできる研究者が増えた』とか『異なる思考に触れ、視野が広がった』といったことでも、今後の研究者人生に衝撃を与える出来事になることは想像に難しくありません。ですから、2回目の交流会ではライフサイエンス分野のみならず、さきがけ全領域に参加を呼びかけ、マッチング

の機会を広げてみました」と山田さんは語る。

「ロンドン五輪で日本がメダルを獲得した競泳メドレーリレーを見て、異分野研究者による共同研究との共通点を感じました。4人の泳者が異なる泳法で力を合わせて最高の成果を上げることは、自分の得意分野に深く打ち込み、異分野はその専門家に任せることに似ています」と、異分野共同研究をメドレーリレーに例える。

「さきがけ研究領域交流会」が、研究者同士が同じゴールを目指すリレーの泳者を見つけるきっかけになれば、その目的は十分に達成されたといえるだろう。



## 成果①「第1回さきがけ研究領域交流会」から生まれた共同研究

沖昌也 (「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域・福井大学大学院工学研究科 准教授) × 小林 徹也 (「生命現象の革新モデルと展開」領域・東京大学生産技術研究所 准教授)

### 運命的ともいべき出会い

沖さんは研究の壁にぶつかっていた。さきがけ研究で、新しい実験システムを独自開発して解析を行ったのだが、得られるデータも新しいため、従来の解析手法を適応することができなかった。データに説得力を持たせるには、きちんとした統計処理を行うことが重要だと感じてはいたが、論理的に有意差を示すデータ処理を行うためには、数学分野の専門家に相談する必要があると考えていたという。

そんな時、さきがけのさまざまな分野の研究者が集まり、領域を越えた交流会が開催されることを知った。この交流会では数学・物理等の専門家が参加すると聞き、自分の研究について意見交換して壁を乗り越える共同研究ができればと、すぐに参加を決めた。

一方、小林さんも、生物実験系の研究者、特にイメージングの手法を用いて生

命現象にアプローチしている研究者と交流をしたいと考えていた。数理モデルを専門にする小林さんは、イメージングによる定量データを得て、自らの理論を検証したいと考えていたからだ。

こうして第1回「さきがけ研究領域交流会」に参加した2人は、運命的ともいべき出会いを果たした。

### 興味がある研究者に積極的にアプローチ

事前に配布された各研究者の要旨集に掲載された小林さんの研究内容をひと目見て、この知識が自分の研究に必要なと感じた沖さんは、ショートプレゼンテーションの際に小林さんの名前を出し、「ぜひ、私のポスターに来てディスカッションしてください」と壇上から呼び掛けた。この指名に小林さんが応え、早速ポスターセッションの時間を利用して検議が始まった。研究目的が一致し、アプローチの視点が同分野内の研究者とは全く異なっ

ていた2人の議論は、夜まで続いた。

「私は実験で蓄積された生のデータを統計的に処理することにより、本来の生物の持つ揺らぎの規則性を見だしていきたいと考えていました。一方の小林さんは生のデータをもとに新たな統計処理

法を確立することで、生物の持つ規則性を見つげたいと考えていました。お互いの最終的な興味も一緒に、それぞれの欠けている点を共に補う形になりました」(沖さん)

「日本中を探してもこんなピッタリのマッチングはありません」と沖さんが言うように、まさにドラマチックな出会いが実現したのだ。

### 共同研究の成果が表れ始めた

現在二人の共同研究は、沖さんが「酵母のエビジェネティック状態のイメージングデータ」を小林さんに渡し、小林さんが系統関係の可視化の可能性や、統計検定法の検討を行っている段階だ。問題点などはメールや電話でやり取りし、必要があればどちらかが研究室を訪れて議論する。沖さんは「この共同研究のスタートにより、それまでの漠然としたイメージをきちんと統計処理し、説得力を増すデータが得られるようになった」と言う。

また、沖さんの研究では、1個1個の酵母細胞に番号を付けながら手で数え、それを系統間で比較する図を作るのに、従来1週間かかっていた。しかし小林さんのプログラムを使うことで、それが一瞬で終わるようになった。酵母の種類は約6,000個あるので、手作業でデータ解析をしていたら10年くらいかかるが、これなら1年で終わるといふ。そうなる全遺伝子を解析して、目的とする働きを持つ遺伝子を全部見つけることも可能になる。一つの出会いから先端研究のスピードが加速する可能性が出てきたのだ。

良きパートナーと出会って、研究が一気に加速しました。

さきがけ「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域 沖昌也氏  
PCの画面は共同研究者の小林さんが作成したプログラムによる統計処理データ





## 成果② 研究対象とネットワークを広げる大きなきっかけに

北島 康司（「iPS細胞と生命機能」領域・大阪大学大学院医学系研究科小児科 助教）

### イネ研究者の一言に感動

さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域の北島康司さんは小児科の臨床医を行いながら、ダウン症のメカニズム解明と治療法確立を目指し、ヒトの染色体異常の研究を行っている。昨年の交流会で知り合ったイネの研究者から「イネでも染色体数の変化は起こりますが、植物ではそれが必ずしも“異常”につながるとは限りません。積極的に品種改良に利用されることもあります」と聞き、この出会いがそれまで興味のなかった植物研究の分野にも目を開かせる契機となった。

「植物では染色体数を増やすことが、より良い個体を作るきっかけにもなるというのですから、とても面白いと感じました」

北島さんはこの一言を機に、ヒトのダウン症だけでなく、生物全体の染色体異常にも興味を持つようになった。さまざまな生物の遺伝子ゲノムを扱う研究グループを立ち上げたいと意欲もみせる。異なる分野の研究者とグループを作って、新たな学術領域を開き、そこで得た知見から生物全体に

目を向けた研究を進展させたいと考えているのだ。

### 個別のつながりから広がるネットワーク

昨年の交流会で北島さんには、もう一つの出会があった。エビジェネティクスの研究者が北島さんの研究に興味を持ってくれたのだ。

「そのときの出会いは、私にとって後から生きてきました。私自身はエビジェネティクスの専門家ではないのですが、自分の研究を進めていくうちに、エビジェネティクスの基本的な方法論が必要になり、このとき知り合った先生に真っ先に質問メールを送りました。今でも電話で相談に乗っていただいています」

逆に北島さんが質問や相談を受け、アドバイスをすることもあった。また、情報交換も活発だ。

「私が興味を持っている分野で新しい研究会が立ち上がったという情報を先生からもらい、そちらに参加することができました。今度はその研究会を主催された先生を大阪大学にお呼びして、セミナーを開いてもらうことになっています」

交流会で生まれたネットワークの輪は、大きく広がっている。異なる分野の研究者との新たなきずなが、これからの北島さんの研究の進展を強く後押ししてくれるに違いない。



ヒトだけでなく生物全体へも研究対象が広がりました。

## Part.2 「第2回さきがけ研究領域交流会」レポート

### 科学者の教養として最も重要なこと

2012年8月9日、名古屋駅にほど近い会場に、全国各地の大学・研究機関から、研究者が続々と集まって来た。今年で2回目となる「さきがけ研究領域交流会」には11領域から32名のさきがけ研究者が参加した。

最初に、さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域の西川伸一研究総括（理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター副センター長）

が、「生物学思想と21世紀のゲノム文明」と題する特別講演を行った。近代科学の歴史や哲学に触れ「自分がかかわる科学分野について他分野と関連させて語れることは、科学者の教養として最も重要なことだ」と話し、異分野交流に臨む研究者の士気を高めた。

### 2分間で研究内容と参加目的を発表

その後昨年同様、参加者によるショートプ

レゼンテーションが行われた。1人2分間の持ち時間と、1枚のスライドを使って、自分の研究内容、今回の参加目的、興味のある研究分野などを、わかりやすく説明する。特に、持ち時間が2分間と非常に短いだけに、スライドの内容や話の時間配分がポイントになるが、参加者は事前に入念な準備をしており、異分野の研究者にもわかるよう工夫されたプレゼンテーションがテンポよく進行していく。

発表者のスライドは参加者へ事前に配布されているため、プレゼンテーションを聞きながら、話をしてみたい候補者を絞りやすい。32名のショートプレゼンテーション後の昼食時には、食事を共にしながら、既にディスカッションを始めている研究者もいて、午後のポスターセッションへの盛り上がり期待させる雰囲気が漂っていた。

### ポスターセッションで盛り上がる研究者同士のディスカッション

昼休みを終えると、いよいよ当日のメインイベントともいえるべきポスターセッションがスタートした。ポスターセッションでは、研

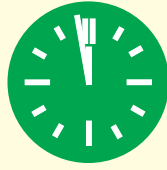


さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域 西川伸一研究総括の特別講演（左）に続いて、参加者32名による2分間のショートプレゼンテーション（右）が行われた。



■第2回さきがけ研究領域交流会スケジュール (8月9日、名古屋)

10:30	: 開会
10:30-11:30	: 特別講演「生物学思想と21世紀のゲノム文明」 さきがけ「iPS細胞と生命機能」領域 西川伸一研究総括
11:35-13:00	: ショートプレゼンテーション2分 × 32名 (13:00-13:50: 昼食休憩、ポスター掲示・閲覧)
13:50-14:30	: コアタイム1
14:30-15:10	: コアタイム2
(15:10-15:25)	: coffee break)
15:25-16:05	: コアタイム3
16:05-16:45	: コアタイム4
16:45-17:45	: フリー討論
18:00	: 閉会



交流会でよい出会いがありました

◆「新物質科学と元素戦略」領域研究者

今後の研究の展開に関して、重要なコラボレーションのきっかけをつかむことができました。具体的には、「太陽光と光電変換機能」領域の先生にご協力していただくことができそうです。より優れた蛍光材料の実現に進めるかもしれません。

◆「ナノシステムと機能創発」領域研究者

「iPS細胞と生命機能」領域や、「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域の5、6名の方から、今後、細胞培養デバイスの提供をお願いするかもしれないとお話をいただきました。また、エビジェネティクスを専門にする研究者とは、酵母研究のための新たなデバイスの開発で共同研究を開始することになりました。

◆「ナノシステムと機能創発」領域研究者

遺伝子の研究は私にとって遠い分野でしたが、私が現在研究中の「気泡メス」を、遺伝子を扱う分野で導入できないかという漠然としたアイデアを持っていました。今回、「細胞機能の構成的な理解と制御」領域の研究者と交流し、その有用性をはっきりと確認できたのは大きな成果です。

◆「RNAと生体機能」領域研究者

同じ研究材料を用いて、異なるテーマの研究を重ねている方々と、突っ込んだディスカッションをすることができました。技術的な情報や材料の供与などのお申し出もあったので、今後共同研究に発展することも十分考えられます。

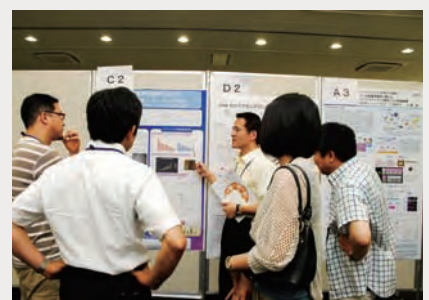
◆「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域研究者

超微小単位で細胞を分けられる装置を開発している先生と話したところ、新たな解析ができる可能性が見つかり、共同研究を行うことになりました。この技術が確立できれば、新たな知見が得られるものと期待しています。

◆「iPS細胞と生命機能」領域研究者

他領域の皆さんとの接点を作るとてもよい機会になりました。昨年の交流会で知り合った「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域の先生とその後情報交換をしましたが、改めて今回お話しして、RNAポリメラーゼ合成についての共同研究を行うことになりました。

第2回交流会参加者アンケートより



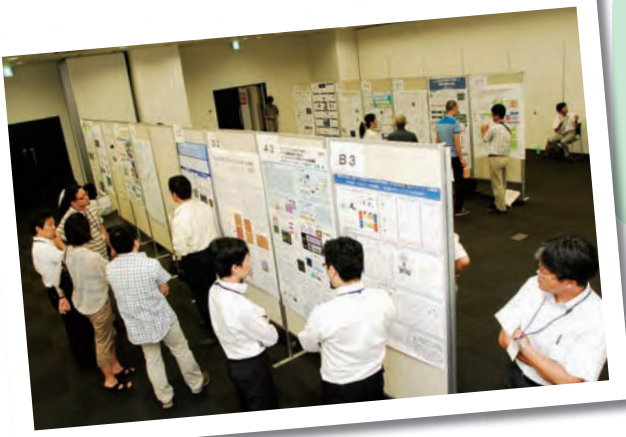
時間内では議論が尽きず、夜には場所を変えて、更に熱い議論が繰り広げられた。

研究者が180cm×90cm以内に研究の狙いや概要を記したポスターを一枚ずつ貼り出し、それを見ながら研究者同士が自由に議論できるようにしている。

ただし、ポスターの発表者がその前にいないと話し合うことができないため、領域分野が類似の研究者が同じグループに属するように配慮し、全員を四つのグループに分けてそれぞれ「コアタイム」を設けた。自分のコアタイムには、必ずポスターの前に張り付き、ほかの三つのグループの参加者と

の質疑応答・意見交換ができるよう工夫されている。コアタイムはそれぞれ40分ずつ。数理モデル研究者のポスターに人気が集まったり、ナノシステム研究者が開発した技術を売り込んだりと、熱気を帯びた議論が随所で繰り広げられた。その後は同じグループ内でも議論ができるように、60分間のフリー討論時間が設けられた。この頃には時折、笑顔も交えて議論が交わされ、その盛り上がりは閉会まで続いた。

各人の研究概要を紹介する「ポスターセッション」の会場風景。自作のポスターの前に、異分野の研究者との質疑応答や意見交換が行われ、会場内は熱い空気に包まれた。



共同研究のパートナーが見つかりそうです

私は、ヒトの細胞を組み立てて血管を作る研究に携わっています。今回は生物学や発生学など、さまざまな分野の方々とのパイプを作り、自分が開発している実験系を使っていただくような共同研究ができないかと思って参加しました。この半年くらいそういう研究領域の方を探していましたので、絶好の機会です。特にショートプレゼンテーションで印象に残った先生と意見交換をしたいと考えました。

【交流会後の感想】

普段の領域会議では得られないような、異分野視点での具体的かつ有益なアドバイスをいただくことができました。「iPS細胞と生命機能」領域、「エビジェネティクスの制御と生命機能」領域の方々これから新たに研究交流ができそうです。

交流会では人脈を作りたい。



松永 行子

東京大学生産技術研究所  
マイクロナノメカトロニクス  
国際研究センター 特任講師  
さきがけ「ナノシステムと  
機能創発」領域



# 社会にひろがる新技術

～JSTの研究開発成果から～

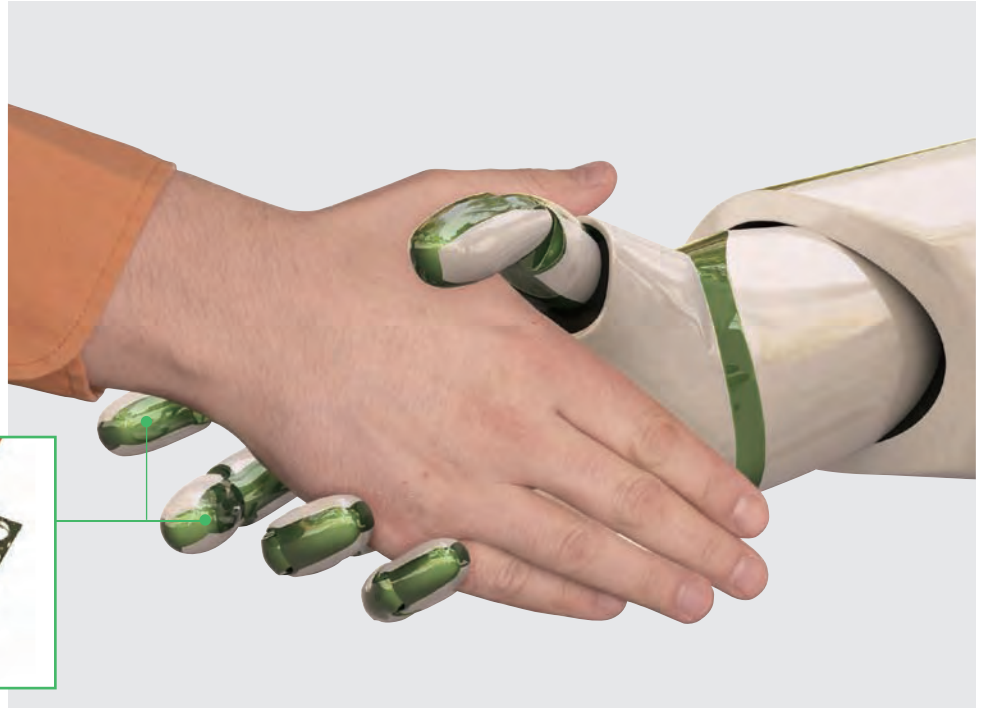
vol.6

## ロボットの手が、また一歩、人の手に近づいた

より薄くより高度な計測能力を持つ3軸触覚センサを開発

ロボットが皿を洗い、掃除機をかけ、介護を手伝う——そう遠くない未来の話だ。家の中には、「押す」「持つ」「握る」といった動作を必要とするモノが多くある。ロボットの手は、人の手に近づかなければならない。そこで大きな一歩を記したのが、タッチエンス株式会社の中井亮仁取締役と丸山尚哉取締役らが開発した3軸触覚センサ※「ショッククチップ」だ。

※3軸触覚センサ：縦・横・高さ（X軸・Y軸・Z軸）に加わる力を検出する触覚センサ。



### ロボット開発の前進に不可欠な触覚センサ技術

「ロボットを産業界ばかりではなく家庭内でも活用させようという取り組みは10年以上前から企業や大学で行われてきました」

そう話すのは、東京大学でIRT研究を行ってきた中井さんだ。少子高齢化・人口減少が進む日本で労働力不足を補うために有望視されているのが、IRT技術だ。IRTとは、IT（情報通信技術）とRT（ロボット技術）を融合させた技術のことで、ロボット産業発展のためイノベーションの創出を目指している。

しかし、家庭内でロボットを活用するには、ロボットの小型化・軽量化などまだ取り組むべき課題がいくつかある。五感に対するセンサ技術もその一つだ。

例えば、ロボットがコップをぐっと力を入れて握る。するとロボットの指先に取り付けられた触覚センサは、その力を圧力として検出し、コンピュータに送る。そこで処理されたデータは、再びロボットの手や指に「もっとやさしく握るように」といった指令として送り返される。触覚センサの感度が高

い程コンピュータからの指令は的確になり、ロボットの手はより繊細に反応し、人の手の感覚に近づく。

中井さんらは、「せん断力（摩擦方向の力）」を感知できる3軸触覚センサ技術を用いて「ショッククチップ」を開発した。樹脂（シリコンゴム）で外装しているため、圧力に対してダイレクトに反応することができるという。

センサ事業を統括する丸山さんは、

ショッククチップの特長について、「高感度化・小型化はもちろん、特に薄いというところに大きな飛躍があります」と強調する。薄さを実現した技術はどのようなものなのか。

### 「ショッククチップ」はピエゾ抵抗で力を検出する

触覚センサの研究は、1980年代、ロボット工学の研究と共に始まった。市販されて

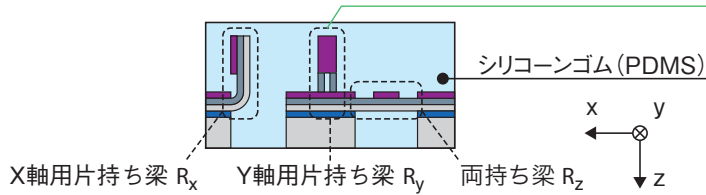


タッチエンス株式会社  
取締役（センサ開発責任者）／  
東京大学 IRT研究機構 特任助教  
中井亮仁さん

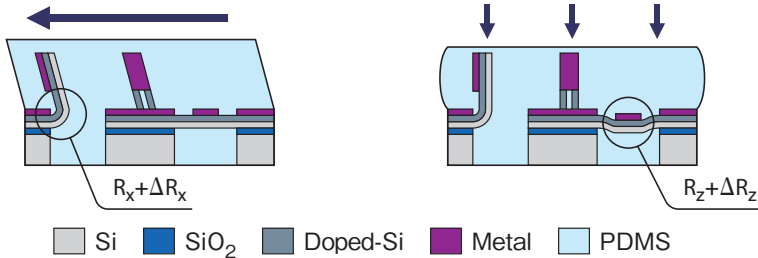
タッチエンス株式会社  
取締役・センサ事業統括  
丸山尚哉さん

※若手研究者ベンチャー創出推進事業は、平成21年度から、研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）実用化挑戦タイプとして再編されています。

## ■3軸触覚センサ「ショッカクチップ」の構造



1) 表面に横方向の力を加えたとき(せん断力) 2) 上からの力を加えたとき(圧力)



いる触覚センサの中には、せん断力や圧力を光の反射を応用して検出するタイプもある。

「ショッカクチップ」には、上図の通り、不純物の混じった半導体シリコン(Doped-Si)の薄膜が搭載されている。シリコンゴム(PDMS)を通じてこの薄膜に力が加わると、微弱な電気抵抗の変化が生じる仕組みだ。

「この半導体シリコンの薄膜を伸ばしたり曲げたりするときに生じる電気抵抗の変化をピエゾ抵抗効果といいます。その変化は、薄膜に力をかける前の1万分の1~100万分の1というとても微弱なものです」

ショッカクチップは、この微弱なピエゾ抵抗の抵抗変化を検出・増幅し、それをせん断力や圧力としてコンピュータに伝えている。

### 蓄積されたMEMS技術が「薄く」「小さく」を実現

ショッカクチップに先行する既存の触覚センサは、「圧力」の検出がメインであり、

「せん断力」を満足いく性能で検出できるものはなかった。更に、せん断力の検出には、平面構造の上に突起や直立させたカンチレバー(片持ち梁)を必要としていたため、チップは凸状の構造とせざるを得なかったが、ショッカクチップはフラットだ。

「高さ方向にスペースを必要としないため、シリコン基板の厚みをわずか300マイクロメートル(1マイクロメートルは1000分の1ミリ)に抑えることができました。ショッカクチップ自体のサイズも、最も小さいタイプは、7mm×7mm×2mm(幅×奥行き×高さ)です」

この小さい・薄いという特長は、ロボットの手や指に付ける触覚センサとしての大きな優位点となる。「小さい」ためにロボットの指先にも複数のセンサを付けることができ、「薄い」ために指先の曲面に従って柔軟に曲がり、安定した接着が可能だ。

中井さんは、このようなブレークスルーを実現し得たのは、ひとえにMEMS(メムス: Micro Electro Mechanical Systems)技術の進化によるものだという。MEMSとは、半導体集積回路の作製技術を用いて、シリコン基板などに、機械要素部品・センサ・電子回路などを集積したデバイスのことだ。このMEMS技術を駆使したショッカクチップのセンサ部の厚さは300ナノメートル(1ナノメートルは100万分の1ミリ)と驚異的だ。

「大学の研究室ではIRT、立体視ディスプレイ、触覚センサなどの研究開発を行ってきましたが、それらと並行して

### ショッカクチップが「せん断力」「圧力」を検出するメカニズム

触覚センサは、面に対して平行な2方向のせん断力(X軸・Y軸)と、面に対して垂直な方向の圧力(Z軸)を検出する。ロボットの手の「押す」「持つ」「握る」といった動作は、すべて「2方向のせん断力」「垂直方向の圧力」として検出される。

写真はショッカクチップ(SEタイプ:7mm角、厚さ約2mm、重さ0.4g)。

MEMSの研究も続けていました。今回の成功は、その蓄積があったからでしょうね」

### 実用化に向け「量産化」に着手

タッチエンス株式会社を立ち上げる以前、丸山さんは、東京大学情報理工学系研究科との産学連携によって、既に触覚センサ事業に携わっていた。当時も、多くの顧客から「更に小型・高感度で薄いものを」という要望が寄せられていたという。そのようなときに、同研究科に在籍していた中井さんと出会い、研究の先端性や人柄に惹かれ、共同で起業することを考えた。2010年の秋頃のことだ。

「中井さんとの出会いによって、薄い・小型・高感度という最初の目標地点には到達したと思います。次のステップは、この製品を、IRTを含めたさまざまな市場でたくさん使ってもらうこと。そうならば相乗効果が働き、その性能は更に鍛えられていくことでしょう」

同社は、製造工程を簡略化するシステムを確立させ、今年度中には、いよいよ量産モデルの販売を開始する。ショッカクチップの用途は、ロボットへの搭載だけでなく、身近なモノにも応用できる可能性がある。ゲーム機やスマートフォンの操作性を高めたり、スポーツ用品に取り付けられれば、動作解析が可能だ。ロボットの手を人の手に近づけるために磨いてきた高感度触覚センサへの期待は大きい。

### タッチエンス株式会社(本社:東京都台東区)

【設立】2011年4月5日

【事業内容】触覚センサの開発、製造、販売



ショッカクチップを製造するクリーンルーム。MEMS技術による微細加工が最小・最薄・最軽量の3軸触覚センサを実現している。



新規研究領域

## 戦略的創造研究推進事業 (ERATO型研究) における 平成24年度新規発足研究領域および研究総括が決定

戦略的創造研究推進事業 (ERATO型研究) において、平成24年度から新規に発足する研究領域、および研究総括2名を決定しました。

ERATOは戦略的創造研究推進事業の中で最も長い歴史を持ち、今後の科学技術の新しい流れを生み出す革新的な基礎研究を推進し、科学技術イノベーションの種を創出することを目的とした事業です。独創性に富んだ発想を実現し得る卓越した研究者を研究総括 (プロジェクトリーダー) として選抜し、5年程度の研究期間に集中的に研究を進展させるべく支援を行います。

本年度は、約2,000名の候補者母集団の中から、外部有識者 (パネルオフィサー) が書類選考並びに面接選考を行い、2件の研究領域および研究総括を決定しました。



河原林巨大グラフプロジェクト  
研究総括: 河原林 健一  
(かわらばやし・けんいち)  
国立情報学研究所  
情報学プリンシプル研究系 教授



東原化学感覚シグナルプロジェクト  
研究総括: 東原 和成  
(とうはら・かずしげ)  
東京大学 大学院  
農学生命科学研究科 教授

### ①河原林巨大グラフプロジェクト

情報量の増加により、ネットワークは将来実用的な速度での解析が困難なサイズになると予測される。これを最先端の数学的理論を駆使して解析する高速アルゴリズムの開発を行い、巨大な情報量のため従来の手法では対処できない諸問題解決の突破口となることを目指す。

### ②東原化学感覚シグナルプロジェクト

「嗅覚」「味覚」などは化学物質を信号として受け取る「化学感覚」だが、その実態はまだ解明されていない。この信号が脳に伝えられ、情報処理される仕組みや、情動・行動が制御される機構を明らかにすることを通じて、「食」「医療」「健康」関連の産業展開に貢献する。



新規課題

## 東日本大震災の被災地支援を目的とした 「復興促進プログラム (A-STEP)、(産学共創)」の新規課題を決定

東日本大震災からの復興を支援するため本年度から開始した「復興促進プログラム (A-STEP)、(産学共創)」の新規課題を決定しました。

「復興促進プログラム (A-STEP)」は、被災地のニーズや課題を踏まえたシーズの探索や実用化の可能性の検証を行うと共に、被災地企業への技術移転のための技術シーズ育成の強化を目指すものです。被災地企業が求めるシーズを大学等の研究者が申請する「探索タ

イプ」で297件、大学等に潜在しているシーズの実現可能性を、被災地域の企業との産学共同で検証する「シーズ顕在化タイプ」で48件の研究課題を採択しました。

「復興促進プログラム (産学共創)」は被災地産業界が望む特定の技術的課題 (技術テーマ) を解決に導く基礎研究を支援します。今回は「水産加工サプライチェーン復興に向けた革新的基盤技術の創出」を技術テーマとし、10件の研究課題を採択しました。8月6日には

岩手県釜石市で被災地域の産業界関係者と大学等の研究者が一堂に会する「産学共創の場」を開催するなど、産業界の視点や知見を取り入れた研究を推進します。

### ●ホームページ

「復興促進プログラム (A-STEP)」 <http://www.jst.go.jp/fukkou/about/a-step.html>

「復興促進プログラム (産学共創)」 <http://www.jst.go.jp/fukkou/about/sangaku.html>



イベント開催

## “情報のプロフェッショナル”を対象とした 国内最大のイベント「INFOPRO2012」を開催

10月18、19日に、「第9回情報プロフェッショナルシンポジウム」(略称: INFOPRO 2012) を日本科学未来館 (東京・台場) で開催します。

「INFOPRO」は、企業や大学等の情報を扱う業務に携わっている部門で調査等を担当する“情報のプロフェッショナル=インフォプロ”を対象とした国内最大のイベントです。

18日はインフォプロの方々情報科学技術

分野の調査や研究、情報管理などの事例を紹介する一般発表、数学者・大道芸人のピーター・フランクル氏による「人生を楽しくする数学」と題した特別講演などが行われます。

19日は午前「情報担当者が参加・活動するさまざまな外部ネットワーク組織」「ディスカバリー・ツールを斬る」をテーマにパラレルトーク&トーク (パネルディスカッション) を行い、午後は前日に引き続いて一般発表を行います。

一般発表は2日間で約20件を予定しています。

プログラムの詳細や事前申し込みは、ホームページ (<http://www.dicalpha.net/infopro/index.html>) をご覧ください。



特別講演講師の  
ピーター・フランクル氏



研究成果

## 患者由来のiPS細胞によりALSの病態を明らかに ALS治療薬開発のためのシーズ発見も

京都大学iPS細胞研究所の井上治久准教授らの研究グループは、筋萎縮性側索硬化症 (ALS) の患者由来のiPS細胞を用いて、ALSの病態を再現することに成功しました。

ALSは運動ニューロン(脳からの司令を骨格筋に伝える神経細胞)が変性することで次第に全身が動かなくなり死に至る疾患です。ALS患者から運動ニューロンを取り出すことができな

かったため、ALSに特徴的な症状や性質を再現した「病態モデル」を作ることが難しく、ALSの発症メカニズムの解明や有効な治療薬の開発がこれまで進んでいませんでした。

井上教授らの研究グループは、TDP-43というタンパク質をコードする遺伝子に変異を持つALS患者由来のiPS細胞から、運動ニューロン(ALS運動ニューロン)を分化させました。この運動ニューロンには、ALS病理組織の運動ニューロン内で見られるものと似た、タンパク質の凝集体が観察されました。また、この運動ニューロンは健康な運動ニューロンと比較して神経突起が短いことや、ストレスに対して脆弱せいにせきになっていることを見いだしました。更に遺伝子解析から、ALS運動ニューロンではTDP-43タンパク質を作る遺伝子が過剰に発現

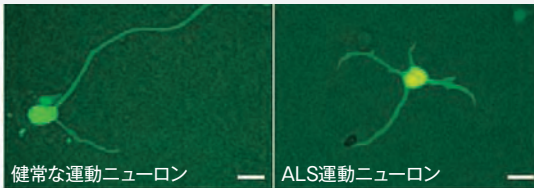
し、神経細胞骨格の遺伝子発現や、RNA代謝に関連する分子の遺伝子発現に異常が生じていることもわかりました。

そこで、複数のRNA代謝を調節することで知られる化合物をALS運動ニューロンに作用させました。すると、アナカルジン酸という化合物によって、TDP-43タンパク質を作る遺伝子の発現量が低下し、ALS運動ニューロンのストレスに対する脆弱性の改善と、神経突起の長さの回復効果があることを発見しました。

多くのALS患者の病理組織の運動ニューロンにTDP-43の凝集体が見られることから、TDP-43の異常を制御する本研究の治療薬シーズは、ALSに効果があることが期待されます。

本研究グループでは、今後患者のiPS細胞を用いて、病態の更なる解明を進めると共に、治療薬シーズの探索を進め、多くの治療薬候補を得ることを目指します。

### ■健康な運動ニューロンとALS運動ニューロンの顕微鏡写真



健康な運動ニューロンは長い尾のような神経突起が伸びているが、ALS患者由来iPS細胞から得たALS運動ニューロンは神経突起が短い。このALS運動ニューロンにアナカルジン酸を作用させると神経突起の長さは回復した。



研究成果

## 生体内で線維芽細胞から心筋細胞を直接作製することに成功 心筋梗塞などの心臓疾患に対する新たな治療法の実現に期待

慶應義塾大学医学部の家田真樹特任講師らの研究グループは、心筋梗塞モデルマウスの心臓に三つの心筋誘導遺伝子を導入し、梗塞巣の心臓線維芽細胞を直接心筋細胞に転換することに成功しました。

心筋梗塞などの心臓病では心筋細胞が失われますが、ヒトを含む哺乳類は失われた心筋細胞を元に戻す自己再生能力を持っていません。そこで心臓を再生させるために、ES細胞やiPS細胞のようにすべての細胞へと分化できる幹細胞をまず培養皿上で作製し、それを心筋細胞に分化させ、患部へ移植する方法が期待されてきました。しかし、倫理的な問題や幹細胞を使うことによるがん化の危険性、拍動している心臓へ移植した細胞の長期生着の困難さなど、臨床応用には多くのハードルがあります。

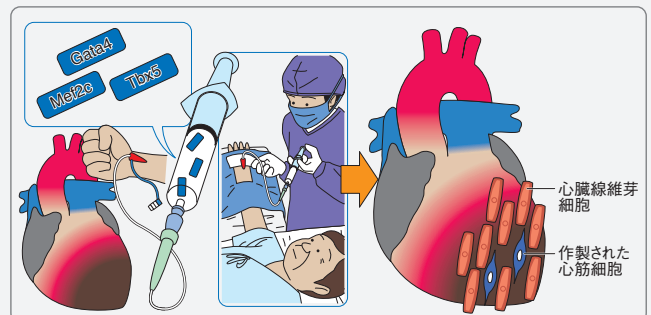
そこで家田特任講師らは、これまで検討されてきた心臓再生法とは異なるアプローチとして、心臓細胞の70%を占めポンプ機能を持たない「心臓線維芽細胞」を心筋細胞に転換できないかと考えました。これにより、幹細胞

を使用することで生じる問題点を回避できる可能性があります。研究を進めた結果、2010年には心筋細胞を作り出すために必要な「心筋誘導遺伝子」として三つの遺伝子(Gata4、Mef2c、Tbx5)を同定し、これらを培養皿上のマウス線維芽細胞に導入することで、iPS細胞を経ることなく心筋細胞を直接作製することに成功しました。

今回、生きたマウスの心臓に注射器を用いて心筋誘導遺伝子を導入し、心臓内の線維芽細胞から直接心筋細胞を作製することに成功しました。三つの遺伝子を同時に同量、細胞内に導入するために、「ポリシロニックウイルスベクター」というシステムを開発したところ、成熟心筋の誘導効率も高いものとなり

ました。

本研究により、三つの遺伝子を同時に効率よく導入することで、マウス生体内で心臓線維芽細胞から直接心筋細胞のみを作製できることがわかりました。この技術はこれまで考えられてきた心臓再生の行程を短縮、単純化するため、他臓器の再生にも応用できる可能性があり、再生医療実現化への一歩と考えられます。



将来の心臓再生医療のイメージ。三つの心筋誘導遺伝子を患部に注入することで、患部に心筋細胞を再生させる。この方法が実現すれば、行程が単純で時間が短いほか、移植が不要で心筋細胞の生着率が高いなどのメリットがある。(図提供：慶應義塾大学)



戦略的創造研究推進事業さきがけ 太陽光と光電変換機能  
研究課題「半導体量子ドットの多重励起子生成と太陽電池への応用」

# 高効率・低コストの 太陽電池の実現を目指して



しん・せい 1966年中国錦州生まれ。  
錦州高校(中国錦州市)卒業。中国南京大学  
大学院物理学修士課程修了。東京大学大学院  
工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。東  
京大学大学院工学系研究科助手、電気通信大  
学量子・物質工学科助手などを経て現職。09  
年～現在、さきがけ研究者(兼任)。留学生時代  
に知りあった中国人の夫(「日本語起源」の研究  
者)と12歳の長男、6歳の長女の4人家族。趣  
味は自宅で娘と行うガーデニング、旅行、読書。

電気通信大学 大学院情報理工学研究所

沈 青 助教



## 一大決心の留学から さきがけ研究者に

文化大革命が始まった1966年に中国で生まれました。私が小学生の頃に大学が入学者の受け入れを再開し、若者の多くが大学への進学を夢見ていました。私は母が医者、父が弁護士という家庭に育ったので、本だけは身近にたくさんあり、子供の頃から「キュリー夫人」を読んで科学者にあこがれを持っていました。

大学在学中に、母校の先輩に当たる世界的に有名な女性物理学者、呉健雄(ご・けんゆう)先生の名誉博士号授与式典での記念講演に感動し、私も研究者になりたいと考えるようになったのです。25歳の時、国費で東京大学に留学する機会を得て、研究レベルの高い大学なら——と一大決心して日本へ来ました。来日当初は、大学から家に帰るだけでも大冒険の日々でした。博士号取得までの数年の滞在のつもりでしたが、残るよう勧めてくれた恩師との出会いもあって、気が付けば日本での研究生活も21年が経ちました。

数年前、個人研究を手厚く支援する「さきがけ」という制度があることを知り、研究を更に発展させたいという思いで応募し、2度目の挑戦でさきがけ研究者になることができました。さきがけでは、総括を始めアドバイザーや事務局の「全力でサポートする」応援体制が整っており、とても心強く感じています。また、さきがけ研究者が集う「領域会議」には、同じ目標を志す仲間のレベルの高い議論があり、研究へのいい刺激になっています。



## 太陽電池の高効率化で 未来のエネルギーを支えたい

JSTさきがけ「太陽光と光電変換機能」領域では、クリーンエネルギーとしても注目されている太陽電池の高効率化を目指す研究に取り組んでいます。既存のシリコン系太陽電池は、製造プロセスが複雑なため発電コストが高く、効率も20%と十分に高いとはいえません。

そこで、高効率な次世代太陽電池の候補の一つとして注目されている量子ドット(ナノスケール半導体)太陽電池の実現を目指しています。そのため、世界に一つしかない特殊なレーザー分光装置を駆使して、物理現象解明のための基礎的な研究を行っています。

今年ついに、開発の鍵となる「多重励起子生成」という物理現象の一連の過程の観察に世界で初めて成功しました。こうした「原理検証」を積み重ねることで、その先に理論効率40%以上に迫る、高効率・低コストの太陽電池が実現できるのではないかと期待を膨らませています。



## 科学は性別も国境も越える 若い時こそチャレンジしよう

日本の大学に初めて来た時に感じたのは、イエス・ノーがはっきりしている中国人とは違って、学生たちが礼儀正しく静かだということです。質問する学生も少ないため、私の研究室のセミナーでは「質問しないのは、考えていないか、わかっていないということだ」と言っています。

中国の学生が貪欲なのは、好奇心があると共に、競争が激しいので、研究成果を出さないといい職を見つけにくいという危機感もあるからかもしれません。日本人の中にもオリジナルのアイデアをぶつけてくる学生がもっと出てきてほしいと思います。

科学には、性別も国境も関係ありません。自分が信じることに向かっていける人材が、世界を変えていけるのだと思います。学生の皆さん、若い時こそチャレンジしましょう。



共同研究者の片山建二教授(中央大学)と澤田嗣郎名誉教授(東京大学)が発明した特殊な「レーザー分光装置」を操作する沈さん。

家族で中国の世界遺産である武夷山観光。



●沈さんの詳しい研究内容を知りたい方はこちらへ  
<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20120626/index.html>  
<http://opal-ring.jp/vol8/0095-2/>

TEXT: 紙谷清子 / PHOTO: 熊谷美由希