

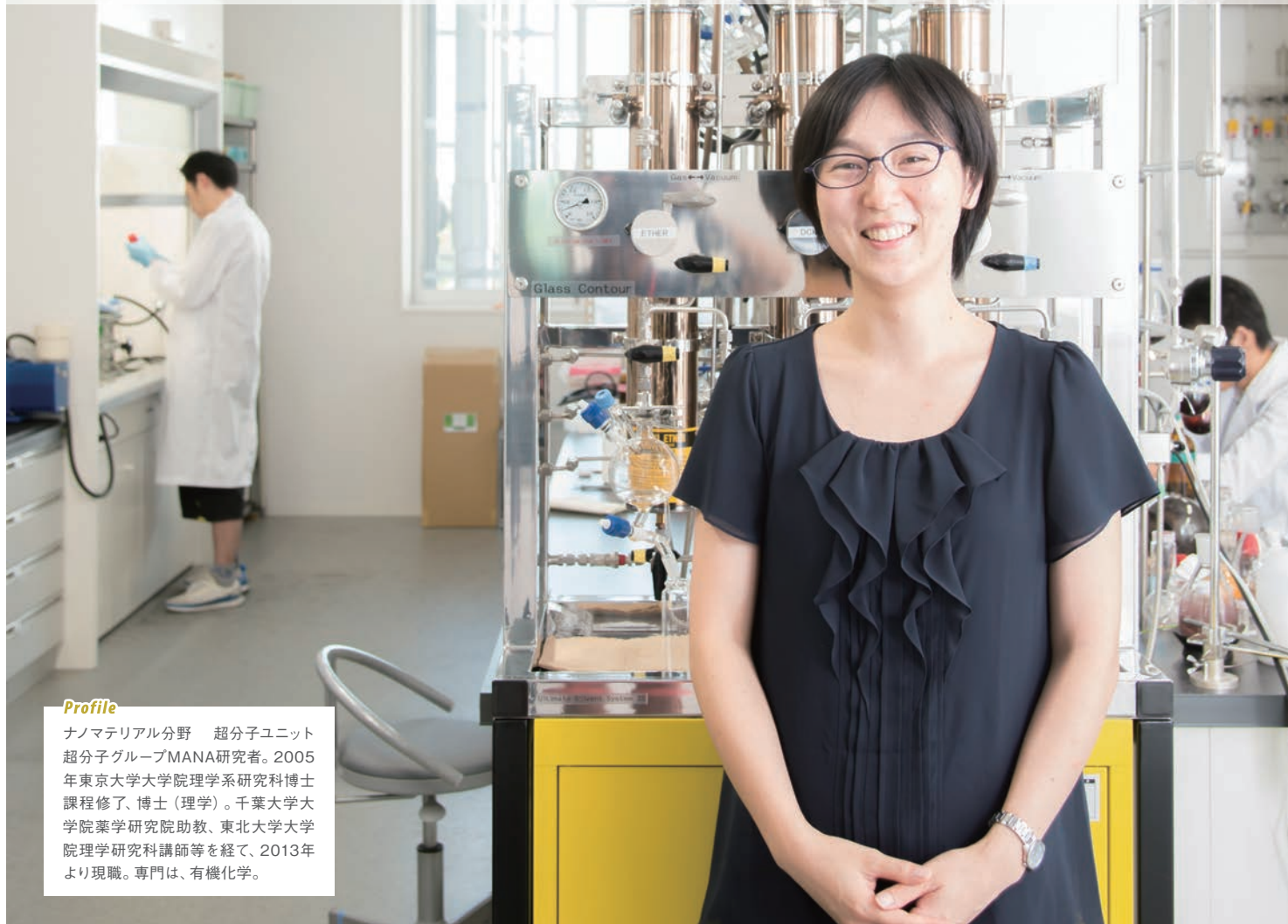
そもそも、「こんなに小さなものを飲むだけに、なぜ薬は効くんだろう？」という幼い頃の疑問から研究者への道を歩み始めた、と言います。薬学を修めた後、より基礎的な原理を追究したいという思いが募り、博士課程からは化学に進路を変更しました。現在は、「有機合成化学を基盤とした上で、ライフサイエンスから材料科学まで様々な領域において、望まれる機能を備えた新しい分子を設計・合成して提供できる」ことを強みとしています。

MANAに着任して2年目になりますが、「自分の専門性を活かした、他の分野との共同研究がしやすい」との感想です。例えば、分子構造に由来する自己組織化能を利用した、ナノマシンの開発。

サブミクロンサイズのマシン合成技術は世界的にも未発達ですが、ナノ構造材料、タンパク質工学など、様々な分野の研究者と協力して取り組んでいます。

彼女は、保育園に通う二児の母という顔も持ちます。NIMSの育児中の職員支援制度を活用して、研究に専念できる環境をキープ。「アシスタントの方を配置していただき、とても助かっています」「子どもを持ってからは時間のマネジメントにシビアになりました」、ふんわりとした笑顔で語ります。「女の子であっても、理科がおもしろいと思った時に（その道に進むことを）諦めなければならないような要素を、社会からなくしていくことが大切ですね」。

中西和嘉  
Waka Nakanishi



**Profile**  
ナノマテリアル分野 超分子ユニット  
超分子グループMANA研究者。2005年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、博士（理学）。千葉大学大学院薬学研究院助教、東北大学大学院理学研究科講師等を経て、2013年より現職。専門は、有機化学。

# CONVERGENCE

No.18 | 2014 | OCTOBER

国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点  
International Center for Materials Nanoarchitectonics(MANA)



Asking the Researcher

## 超分子で展望する 未来の科学 有賀克彦

Leader's Voice

## グローバルな視点で 日本に革新を 岸 輝雄



No.18 2014年 10月発行

発行：国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点 (MANA)  
アウトリーチチーム  
〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1  
独立行政法人 物質・材料研究機構内  
電話 029-860-4710 (代)  
FAX 029-860-4706  
Eメール mana-pr@ml.nims.go.jp  
ウェブ http://www.nims.go.jp/mana/jp

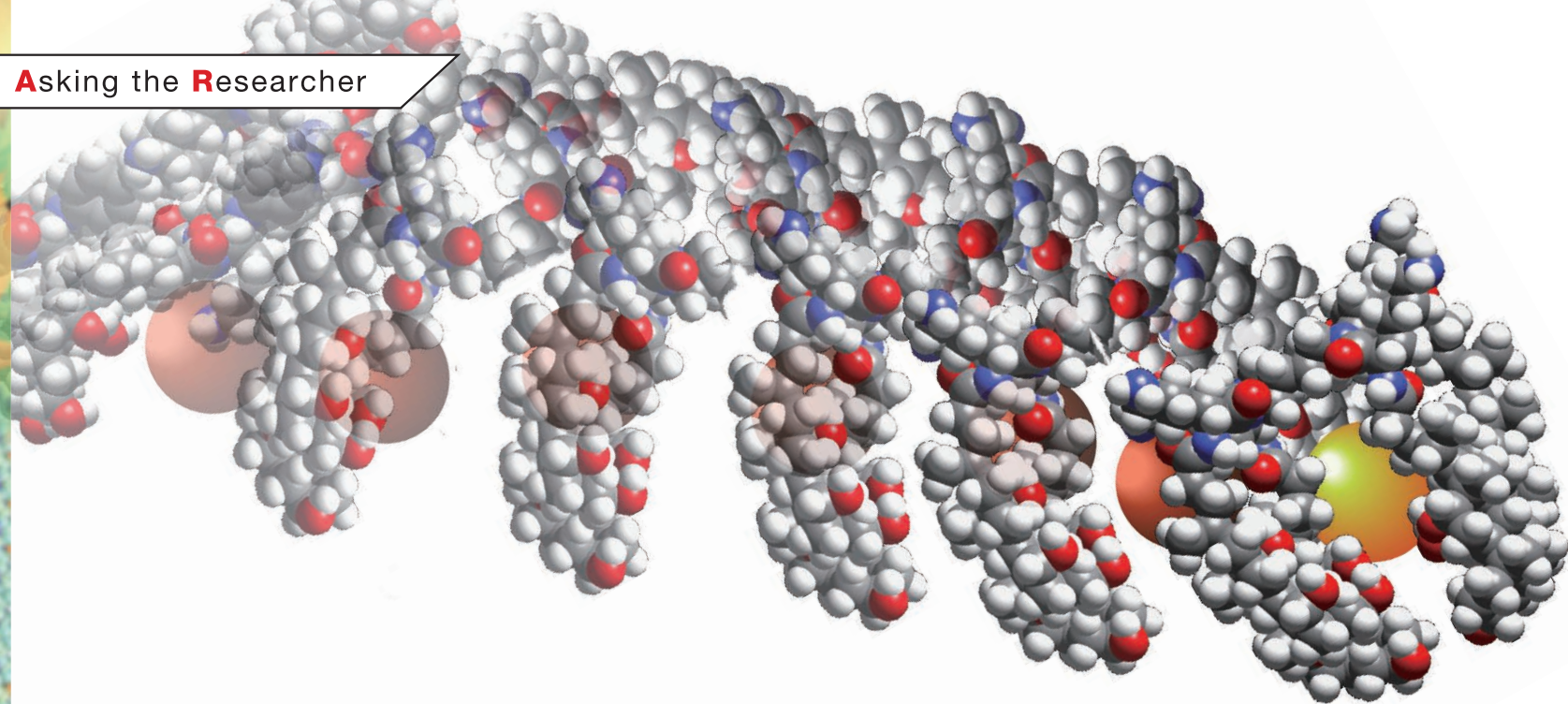
**CONVERGENCE**：世界中の優秀な研究者を MANA のメルティングポット研究環境に集結・収斂させ、新材料の創製・イノベーションに向けて、ナノアーキテクトゥクスのキーテクノロジーを統合 (CONVERGENCE) していくという MANA 全体を表すキーワードです。

表紙…WPI-MANA様にて、有賀克彦主任研究者と若手研究者達

CONTENTS

- 2 Asking the Researcher 超分子で展望する未来の科学 / 有賀克彦
- 6 Leader's Voice グローバルな視点で日本に革新を / 岸 輝雄
- 5 Research Outcome 1 マルチプローブを操る走査型プローブ顕微鏡の開発と応用 / 中山 知信
- 9 Research Outcome 2 ハイオイメージング用量子ドット：その可能性と問題 / Francoise M. Winnik
- 10 Progress of MANA 女性研究者よ、来たれ!
- 11 NEWS & Topics
- 12 Emerging MANA Researcher 中西和嘉

©掲載記事・図版の無断引用・掲載はご遠慮下さい



# 超分子で展望する 未来の科学

## 有賀克彦

Katsuhiko Ariga

MANA主任研究者、ナノマテリアル分野／超分子ユニット ユニット長

分子と分子が集まって構造を作り、個々の分子では得られない機能を発揮する「超分子」。有賀克彦主任研究者は、ナノ材料・超分子化学分野の最前線で世界的に活躍しつつ、社会へ向けた科学者からの情報発信にも熱心に取り組んでいます。そんな彼が超分子研究、そして未来の科学技術の発展について語りました。

### Profile

1987年東京工業大学大学院理工学研究科修了、博士（工学）。東京工業大学、テキサス大学、科学技術振興機構、奈良先端科学技術大学院大学などを経た後、2004年よりNIMS、2007年より現職。英国王立化学会フェロー。「世界で影響力のある科学者」の日本人101人に選出。

●インタビュー：科学ジャーナリスト 餌取章男



### 「超分子」化学とは

「究極の材料は、私たちを作っている生体物質かもしれません。生物は自立して増殖もできます。外界から刺激を与えると、それに対するレスポンスを返すこともできます。そのしくみは個々の分子による直列的なものではなく、さまざまな分子が関わり合い、総合的な生物なりの判断、答えを出せるのです」と語る有賀博士。例えば、細菌のべん毛モーターは非常に多くのタンパク質分子が集まって機械のような仕組みを自然に作り上げる。このように、分子同士が集まって、単独の分子ではできないような機能を発現する集合体のことを「超分子」と言う。「生体を構成する脂質も、タンパク質も糖質も、いくつもの分子が組み合わさって、フィードバックの機能を発揮できる超分子の仕組みを持っているのです」。

有賀博士が「超分子」の研究に本格的に関わるようになったのは、1990年代初頭で、博士は1992年に開始された科学技術振興機構のICORP「超分子プロジェクト」にグループリーダーとして参画していた。1994年には、マインツで開かれた「鍵と鍵穴説の100年記念シンポジウム」に参加したが、その国際シンポジウムの主題は、酵素反応などに対して提案された「鍵と鍵穴」という概念が100年近くの歴史を経て、超分子という概念に成長しノーベル賞をとるほどになった（1987年）ということだった。博士は、この時、100年という節目に超分子の新しい流れが起こるのを感じ取ったと話す。

その後、事実、生命科学や医学の分野での期待も高まり、またナノテクノロジーにおける重要な役割も認識され、超分子化学はさらに脚光を浴びるようになった。MANAでは有賀博士が中心となって、超分子による世界に類を見ない革新的材料の開発を先導している。

### 「役に立つ技術」と「夢を追う科学」

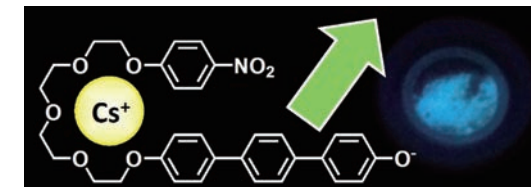
研究にあたっては「二つのコンセプトを意識しています」と有賀博士は言う。「ひとつは“役に立つ技術”、そしてもうひとつは“夢を追う科学”で

す。自分しかやっていないし、自分にはできないこと、自由な発想でそんな研究を続けることが科学者として生きていくモチベーションになっています」。

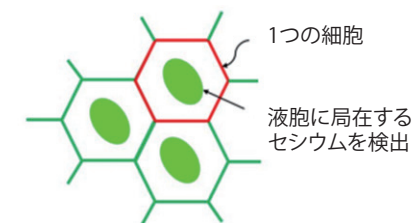
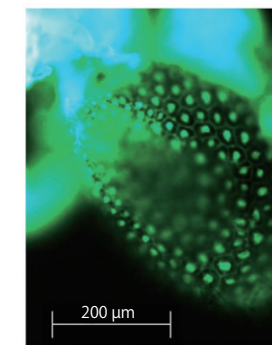
有賀博士の“役に立つ技術”の一例としては、放射性セシウムを可視化する技術の開発があげられる。この研究は2012年末の報道発表の後、半年で民間企業から試薬が市販され、異例のスピードで実用化にこぎつけた。放射線検出器などの物理的な手法では、セシウムの存在を目で見ることはできず空間解像度も限られている。それに対して有賀博士は、セシウムだけを見分ける超分子である、蛍光プローブ「セシウムグリーン」を設計して、マイクロメートルレベルの可視化を実現した（図1）。

2014年春には、セシウムを吸収した植物にセシウムグリーンを作用させて、細胞内部でのセシウム分布の可視化に成功した（図2）。将来的には放射性物質で汚染された食品や、その食品を摂取した動物や人体におけるセシウム分布を確認する、等の応用が期待されている。

（図1）セシウムを検出する蛍光プローブ「セシウムグリーン」の分子構造。セシウムを内包すると緑色の光を発する。



（図2）シロイヌナズナ子葉の蛍光イメージ（セシウムグリーンメタノール溶液滴下）。細胞内の液胞と考えられる部位から明るい蛍光が観測された。

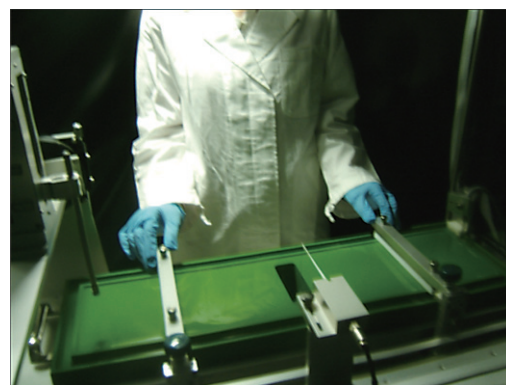


一方「夢を追う科学」の例としては、「ハンドオペレーティング・ナノテクノロジー（手で操るナノテク）」の創始があげられる。2010年に有賀博士は、人間が手で押すと、分子マシンが曲がったり伸びたりして、水中の小さな別の分子を捕捉したり放出したりできる、「人間の手で分子を掴む超分子システム」（図3）を開発した。

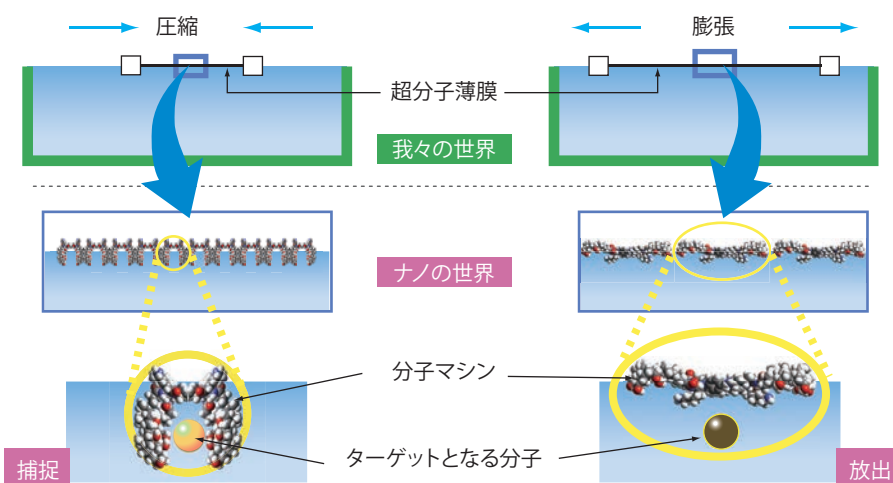
これは分子の動きを3次元の世界から2次元の世界に落とし込んで考える、つまり、分子を超分子薄膜として並べて空間の高さ方向の次元を限りなくゼロに近づけると、面内の実体レベルの大きな動きと膜方向の分子レベルの作用がカップリングできるとい博士の独創的な発想により実現した。膜を横から手で押して圧縮すると、開いていた分子マシンはなるべく小さな構造になろうとして閉じた構造をとり、水中の分子を掴む（図4）。

同様のことは水中だけでなく自由に伸縮できるフィルムを使っても実現できると考えられ、今は携帯型のシステム開発も進めている。毒物のセンシング・捕捉や、化学物質を介した電気信号の伝達まで、一般の人々が手軽にナノテクを手で操れる日も遠くないかもしれない。

（図3） 人間の手で分子を掴む超分子システム。



（図4） 人間の手で分子を掴む超分子システムの仕組み。我々の世界で、手を動かして水面上の超分子薄膜を圧縮／膨張させると、対応してナノの世界では分子マシンがターゲット分子を捕捉／放出する。



## 「ナノアーキテククス」で 未来の科学技術へ

今年6月に、有賀博士は一般向けの書籍『材料革命ナノアーキテククス』を出版した（本誌11ページの紹介をご参照ください）。「ナノテクノロジーの考え方はマンネリ化しつつあり、ここでブレークスルーを与えなければなりません」と有賀博士は語る。

「個々のナノスケール構造の機能を個別に考えてきた従来のナノテクノロジーの視点から、それらがナノサイズ独特の不確かで何が起こるかわからない相互作用を積み上げることによって生み出す未知の連携機能に注目しようという、総合的な視点に転じなければなりません。ナノスケールの世界における探求は、単なる技術（テクノロジー）から総合的な建築学（アーキテククス）への転換を目指す時期に来ているのです」。ちなみに、ナノテクノロジーの創始者といわれるリチャード・ファインマン博士と有賀博士は誕生日が同じである。

有賀博士は、科学がいかに大切かを、もっと一般の方々知ってもらいたいと願っている。それは、すぐ役に立つ科学技術とともに、将来への投資となるような失敗を恐れない科学も社会に認められるようになってほしいという思いからである。社会に科学が認められてこそ、新しいアイデアを持った科学者が思い切り研究をできる環境を育めると博士は考えている。「バカだと言われても夢を追うこと、たまには異端者と思われても自分だけにしかできないことを追求していくこと。これらを容認する社会をつくるのが日本の科学技術をより発展させるためには必要です」。

中山 知信

主任研究者 ナノシステム分野



## マルチプローブを操る 走査型プローブ顕微鏡の開発と応用 —ナノキャラクタリゼーションから ナノシステムオペレーションまで

### 走査型トンネル顕微鏡のさらなる発展

30年前に開発された最初の走査型トンネル顕微鏡（STM）は、微細なスケールでのイメージングを可能とし、ナノテクノロジーという新しい科学分野探求の引き金となりました。現在MANAでは、個々のナノマテリアルの形状とその電気特性を同時に解明する技術開発を通じて、ナノテクノロジーの発展に大きく貢献する強力なツールボックスを生み出しています。これらの装置は、ナノアーキテククスを通じた新たなシステム創出に向けて、要素ナノマテリアル特性情報を提供するだけでなく、創出したシステムの全体機能の探索をも可能にしてくれます。

青野正和、中山知信らは、1990年代の末に2つのプローブを持つダブルプローブ走査トンネル顕微鏡（ダブルプローブSTM）の開発に初めて成功しました（図1）。個々のプローブがピエゾアクチュエータに取り付けられ、その位置を各々独立して制御することができるようになったのです。このダブルプローブシステムを有効に使うためには、それぞれのプローブの位置を正確に把握する必要がありますが、青野らのグループは、各々のプローブによる走査トンネル顕微鏡イメージングを活用することでこれを達成しました。また、各プローブの先端に酸化タングステンのナノロッドを作製する技術を開発し、その機械的な剛性を十分に確保した上でプローブ先端を極めて細くすることもできました。

### 1つのプローブには出来なくても2つのプローブなら

ナノメートルオーダーで離れた2点を正確に見極めて、その2点間の電気特性計測を実現するダブルプローブSTMは、ナノシステムの電気特性を解明できる有力なツールとなりました。例えば、カーボンナノチューブの電気抵抗の長さ依存性を系統的に調べると、2点間の距離が小さくなるに従い、散乱により生じる電気抵抗がほぼゼロになる”バリストリック”輸送が実現することが立証されました。このような電気特性計測は、応用上重要でありながら、シングルプローブSTMでは扱えないものでした。

### マルチプローブはマルチな用途を提供

リソグラフィー技術によって固定電極を作製しても、上の例と同様の計測はできると思われるかもしれません。しかし、固定電極の位置を変えつつ計測を行うことは、特にナノスケールの材料が相手では絶望的です。多様な材料を用いた様々なナノマテリアルやナノ構造が創出されている現在、ナノの精度で任意の位置に電極となる複数のプローブを接触させ、必要に応じてそ

の位置を変更できるマルチプローブSTMは、ナノシステムに向けた研究には欠かせない手法だと考えています。MANAでは、新規に設計した音叉型センサープローブを用い、STMとしても原子間力顕微鏡としても作動する4プローブ走査プローブ顕微鏡（4プローブSPM）を実現しました（図2）。これにより、このマルチプローブSPMの応用分野が大きく拡大し、ナノシステム研究全般における有力な手段となります。また、プローブの数を増やせば、マルチプローブSPMは、例えばナノスケールの入出力端子を複数備えた神経回路模倣型ネットワークのインターフェース等としても利用できるでしょう。その可能性は計測の枠を超え、ナノアーキテククスが創り出す様々なナノシステムを駆動する新しいオペレーション技術になると期待されています。

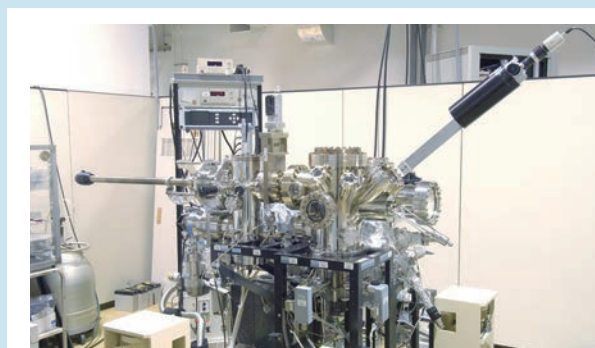


図1：世界初のダブルプローブ走査トンネル顕微鏡。MANAでさらに進化している。

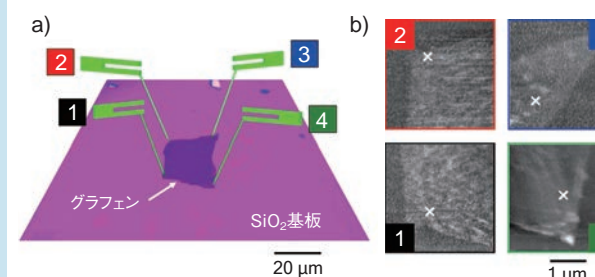


図2：音叉型センサープローブを持つ4プローブ原子間力顕微鏡（QP-AFM）によるナノスケール精度でのグラフェンの特性計測。  
a) 4つのセンサープローブと単層グラフェン薄層の計測概念図。中央部がSiO<sub>2</sub>基板上にあるグラフェン薄片。  
b) 4つのセンサープローブを用いたグラフェン薄片の4つの角部のAFM像（3 x 3 μm<sup>2</sup>）。

参考文献：

T. Nakayama, O. Kubo, Y. Shingaya, S. Higuchi, T. Hasegawa, C.S. Jiang, T. Okuda, Y. Kuwahara, K. Takami and M. Aono, "Development and application of multiple-probe scanning probe microscopes", *Adv Mater.*, 2012, Apr. 3, 24(13), 1675-92, doi: 10.1002/adma.201200257.



# 岸 輝雄 博士に聞く

インタビュー：科学ジャーナリスト 餌取章男



### Profile

**岸 輝雄 Teruo Kishi**  
物質・材料研究機構顧問。東京大学名誉教授。専門は高信頼性材料。1969年東京大学大学院工学系博士課程修了（工学博士）、専門は高信頼性材料。東京大学助教授・教授、先端科学技術研究センター長、通商産業省工業技術院 産業技術融合領域研究所 所長を経て、2001年より2009年まで物質・材料研究機構理事長。現在は、日本材料強度学会会長、新構造材料技術研究組合理事長、内閣府SIPプログラムディレクターなど。

## 国際化に正面から立ち向かったMANA

——先生はNIMSの前理事長であり、MANAの生みの親でもあります。MANAが発足して7年余が経過しましたが、当初の期待どおりに成長したと思われますか？

はい、私の予想をはるかに超えて頑張っている部分があるとも思います。私の見たところでは、研究の方向の出し方、たとえば「ナノマテリアル」「ナノシステム」「ナノパワー」「ナノライフ」の4分野をつくるとか、それらを支えるナノアーキテクトニクスのキーツールを5つ設定するとか、非常によく考えられている。これは青野拠点長が本当に頑張りました。研究システムについては、NIMSが2003年に立ち上げた「若手国際研究拠点」を育て、それを継承したICYS（若手国際研究センター）をMANAの若手研究者育成の礎とした板東COOの功績が大きかった。国際化という日本の大きなキーワードに、MANAは正面から立ち向かいました。

こうして、MANAは少なくとも日本の一流大学には十分伍していけるし、世界的にも通用する、NIMSの一番の宝ものになりましたね。客観的にも存在感は示されたと考えています。

——MANAではどの研究を評価されますか？MANAからノーベル賞は出るのでしょうか。

この頃勉強不足もあるので、評価といっても難しいところですが…。佐々木高義さんのナノシートの研究成果を、エネルギーや生体材料の分野につなげられたらよいと思っています。また、超伝導関係はそれなりにヒットが出ていて面白いですね。高温超伝導、要するに常温で使えるものにどう近づけるかが課題で、いつかは実現してくれることを期待しています。高分子系も有賀克彦さんその他のグループで色々な取り組みがあって、よい線をしているのではと感じています。原子スイッチの応用も、実用化に向けて動いていますね。

ノーベル賞をとればパーフェクトと日本では考えられがちですが、そもそもノーベル賞が出やすい分野とそうでない分野があるので、何とも言いにくいですね。まあ、研究はあたるも八卦、あたらぬも八卦、そう簡単にはあたらぬものです。しょっちゅう当たっていたら、科学が進歩し過ぎてしまいますよ（笑）。そうした中、MANAでは「ナノアーキテクトニクス」という新しい概念を掲げて善戦し、基礎研究分野でまんべんなく成果を出しているのではないのでしょうか。勿論、これから目的をはっきりした基礎研究が次

の時代のイノベーションに結がるでしょう。

## 日本全体を組み直さなければならない時期に

——日本のWPIプログラムについては、どう思われますか？

基礎研究に基盤を置いているので、イノベーションを直接の目的とするプログラムに比べると、しっかり地に足が付いている印象があります。WPI立ち上げの時に、制度をきちんとつくっておいたことで、国の基礎研究を牽引するという意味では成功したのではないかと思います。

ただ、MANAを含む、2007年に発足した最初の5つのWPI拠点については、支援期間の延長の可否が議論になっているようで、ちょっと気に懸っています。せっかく新しい研究棟を建ててしかるべき研究環境を整えたのですから、皆に相応の支援期間を確保していただきたいところです。こうした状況は、拠点間の競争であるようにも見えてしまいますが、各拠点が全く違う分野の研究に取り組んでいるのですから、ベルシャ猫がよいかブルドッグがよいか、比較できないもの同士の優劣を問うているようで、評価が難しいのではと感じます。

# グローバルな視点で日本に革新を

——国の科学技術政策についてのお考えをお聞かせください。

今の政府に申し上げたいと思うことが二つあります。ひとつは、総合科学技術・イノベーション会議の強化。現状では、宇宙、原子力、海洋、大型機器、といった分野は、この会議の担当から外れており、日本の科学技術予算の三分の一にしか関係していません。これらの分野も統括して、本当の意味で「総合」的な会議とするべきではないでしょうか。もうひとつは、大きな学術研究都市をどうするのか、といった問題提起です。これについては、もちろんNIMSのあるつくば、京阪奈、そして沖縄も考慮すべきでしょう。

振り返れば、1980年代までの日本はキャッチアップの時期で、90年前後に共通基盤技術に注力するようアメリカから強固な申し入れがあって、それを受けて95年に科学技術基本法が制定されました。今ではそれから20年近くも経ってしまい、日本は完全に「制度疲労」を起こしていると思います。その原因のひとつは何といっても中国の台頭ですが、やはり20年も経てば制度疲労になるわけで、日本全体を組み直す時期に来ているのです。

「独立行政法人の見直し」などとよく言われますが、全国に研究開発独法以外にも、国立大学附置研究所や全国共同利用型研究施設がある中、独法だけに注目しても大きな改善は望めません。例えば材料分野でいえば、日本にはNIMSの他にも東北大学の金属材料研究所、多元物質科学研究所といった大きな研究所があり、これらを総合して考える必要があります。組織を合併せよという意味ではなくて、国全体としての研究開発戦略を考慮しながら各々の組織の役割を検討すべきということです。そうでなければ、アメリカ、中国といった相手に立ち向かっていくことなど到底できません。

——現在、我が国の科学技術の発展については、研究不正防止の問題も大きくクローズアップされています。先生は理化学研究所の研究不正再発防止のための改革委員長を務められました。今日日本が置かれている状況についてのご意見をお願いします。

正直なところ、日本全体で、研究不正が増えているのではという印象があります。本来研究は、研究成果が出て発表するというものなのに、論文を出すことが目的になってしまっている風潮がありますね。要領良く、数多くの論文を発表しようという態度が、不正行為を誘発しがちなのではないのでしょうか。競争的資金の獲得で皆が焦って、成果主義に陥っている影響が出ているのではという気がします。そういう時代だということですが、大変に難しい問題です。

グローバルな人材育成・人材交流を

——若手研究者の人材育成のためには、何が重要でしょうか。

今の日本の最大の問題が、博士号取得者の質です。優秀な人はマスターからドクターに進学しない傾向にあることもこの状況に拍車をかけています。研究者は、早い段階から独立する方向を目指さないと、いつになっても独り立ちできないものですが、日本では従順であることをよとする傾向がありますから、難しいところですね。博士課程での教育システムについて、例えば指導教官を2人にする、指導教官は論文審査に加わらない等、海外で行われている制度を取り入れて、しくみを整えるべきだと思います。

若い人の側にアドバイスするなら、他人のやらないことをやろう、新しい

ことをやろうという原点に立ち返る心構えを持つことが必要です。また、ポスドクの期間が長すぎることも問題で、民間企業に行くことに躊躇しない方がよいと思います。

——今後のMANAの成長について、アドバイスをお願いいたします。

MANAは日本有数の国際環境を実現していますが、世界の超一流といわれる研究者たちがサバティカルで三か月でも一か月でも、もっと頻りに滞在しにきてくれるとよいと思います。オックスフォードやケンブリッジ等と比べると、グローバルな人材の交流が少し足りない気がしています。材料/ナノの研究者であったらMANAを一度は訪問しなければ、と思われる場所になってほしいですね。

つくばは、国のイノベーション産業競争力強化を考えても重要な地域なのですが、そうした中でMANAは立ち位置をぶれさせず、基礎・基盤研究を頑張るべきだと思います。そして、よい成果が上がったらスムーズに実用化に進めるよう積極的な準備をしておくといえますね。これからもNIMSの基礎を支える部門として活躍し続けてください。



若き日の岸先生



Françoise M. Winnik

主任研究者 ナノライフ分野

バイオイメージング用量子ドット：その可能性と問題

量子ドットの特徴

半導体量子ドット (QD) は、明るく発光するナノ粒子で、バイオアナリシスやバイオイメージングの分野で数多くの応用が見出されており、高感度のセンシングに必要な明るさ、ダイナミックプロセスの追従に必要な光安定性、複雑なメカニズムを解明するための多重化機能、プローブやセンサーの生命分子エンジニアリングに必要なナノスケールのインターフェース等の重要な利点を有しています。QDの研究を行っている研究者たちは、QDの利用は臨床における応用面だけではなく、多くの工業製品への応用面でも増えていくものと予想しています。例えば、QD太陽電池は、色素増感太陽電池を補完あるいは代替する競争相手として台頭してきており、CdTe/CdS薄膜電池は、すでに世界市場の約10%を占めています。ただ残念なことに、この新しく技術的に魅力のあるQDの特性が、ナノ/バイオの境界領域で生じるその相互作用にどのように関連しているのかは十分には分かっていません。産学官の各領域では、ナノテクノロジーが人間に及ぼす影響に関して、増大する懸念に対する答えが積極的に探し求められています。

QDの細胞毒性：メカニズムがどこまで解明されているのか

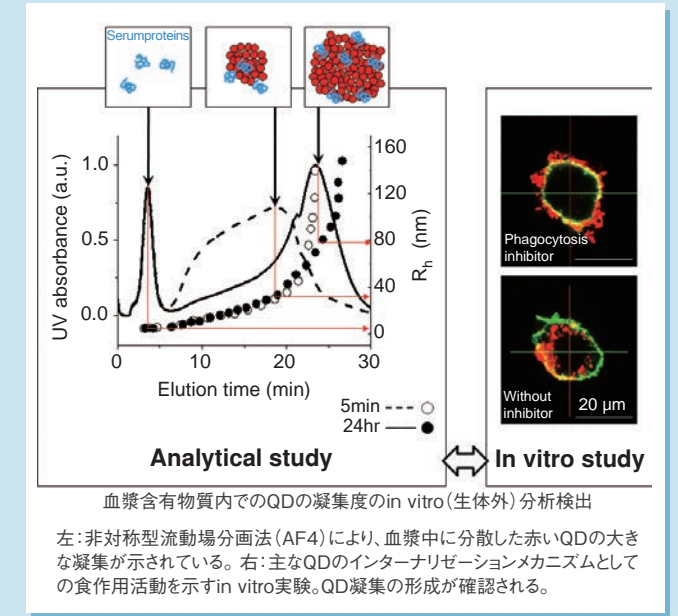
2000年の初頭から、我々は、活性酸素種 (ROS) やQD環境に浸出した少量のカドミウムにより誘出される酸化的ストレス等の半導体QDが細胞を傷つけるメカニズムの解明に寄与してきました<sup>1</sup>。また、細胞によるQDの摂取・放出を制御するQDリガンドの役割も解明しました<sup>2</sup>。現在、我々や他の研究者らは、ナノモル濃度のカドミウムを含むQDが、世代を超えて長期にわたる損傷を与え得るような、遺伝毒性的・後成的な影響やメタロエストロゲン様作用をもたらす可能性について証拠を集めています。

これらの物質に関する生物学的な研究を行う前に、生体内および血漿蛋白質の存在下でのナノ粒子 (NP) の濃度、大きさ、電荷およびリガンドの安定性等に関するナノ粒子の特性を十分に評価することが不可欠です。この分野で我々は、血漿中や生物体中のQDの凝集状態をモニタリングするために、またQDと細胞の相互作用を引き起こしてその細胞毒性に影響を与えるような、しばしばQDの本来の性質とは大きく異なるQDの「生物学的なアイデンティティ」を定義するために、非対称型流動場分画法 (AF4)<sup>3</sup>の活用を進めてきました。

シリコンナノ粒子を用いた安全なin vivo (生体内) イメージングに向けて

最近我々は、重元素半導体QDに比べて低いその固有毒性に着目して、水に分散可能なシリコンナノ粒子 (SiNP) の作成に、白幡直人MANA独立研究者と共同で着手しました。QDと同様に、SiNPは高効率で蛍光を放射し、蛍光色を連続的に制御でき、高い耐光退色性があり、生体分子に結合し易いものです<sup>4</sup>。さらに、SiNPは適切な大きさと表面の化学特性を有するので、近赤外発光性を示し、生体内イメージングに必要な深部組織のイメージングを可能とします。

蛍光ナノ粒子の分野におけるこの研究は、第一世代のQDの細胞毒性に直面していた我々に、SiNPの化学を利用した安全な生体内イメージングの可能性をもたらしてくれました。



参考文献:  
 1 F. M. Winnik and D. Maysinger, "Quantum dot cytotoxicity and ways to reduce it", *Acc. Chem. Res.*, 2013, 46, 672-680.  
 2 N. Al-Hajaj, A. Moquin, K. D. Neibert, G. M. Soliman, F. M. Winnik and D. Maysinger, "Short ligands affect modes of QD uptake and elimination in human cells", *ACS Nano*, 2011, 5, 4909-4918.  
 3 A. Moquin, F. M. Winnik and D. Maysinger, "Separation science: Principles and applications for the analysis of bionanoparticles by asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4)", *Methods Mol. Biol.*, 2013, 991, 325-41.  
 4 B. Ghosh, Y. Masuda, Y. Wakayama, Y. Imanaka, J. Inoue, K. Hashi, H. Deguchi, H. Yamada, Y. Sakka, S. Ohki, T. Shimizu and N. Shirahata, "Hybrid white light emitting diode based on silicon nanocrystals", *Adv. Funct. Mater.*, 2014 DOI: 10.1002/adfm.201401795.

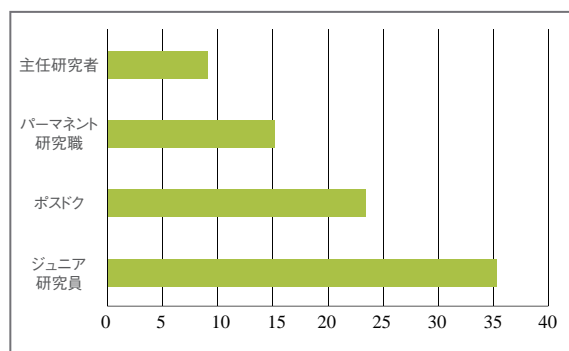
## 女性研究者よ、来たれ！

多種多様な人材が集まる「メルティングポット」環境を作ることはMANAのミッションのひとつです。MANAの研究者は過半数が外国人であることが知られていますが、実は女性研究者の育成にも力を入れています。

### ■ 女性研究者も多いMANA

MANAの女性研究者は全体の21%を占めています。この割合は欧米諸国よりも低ですが、日本平均の14.4%※と比べるとかなり高い数字です。MANAでは女性研究者は若手ほど多く、ジュニア研究員\*\*の3分の1以上が女性です。これはMANAが、次世代を担う女性研究者の育成に注力しているからにほかなりません。

※平成26年版 科学技術白書による。  
\*\*NIMSと協定を締結した大学院(連係大学院)の学生で、NIMSの研究業務に携わることにより賃金を支給される。



MANAの女性研究者比率 (%)

### ■ 女性枠を作ったNIMS

MANAのホスト機関であるNIMSは、女性のパーマネント研究職の採用にも力を入れており、2013年度から女性だけが応募できるパーマネント研究職の枠を新設しました。初年度は世界中から数多くの応募がありましたが、その中から鴻池貴子博士が採用され、MANAの独立研究者として配属されています。また、2013年4月からの1年半で、MANAに8名の新規パーマネント研究職が配属されましたが、そのうち4名は女性でした。

### ■ ワーク・ライフ・バランスへの配慮

NIMSは、仕事と子育てを両立できる働きやすい職場環境の整備を進めており、「子育てサポート事業主」の認定を取得しています。また2006年度からは、育児・介護中の研究者にアシスタントを付けて支援する「育児・介護中職員支援制度」を設けました。パーマネント研究職だけでなくポストクも応募が可能で、2013 - 2014年度には延べ10名のMANAの研究者がこの制度を利用しています。

このほか、育児・介護により研究を諦めた者の学位取得を支援する「再チャレンジ支援制度」というユニークな制度もあります。対象者はNIMSが協定を結んだ大学院に所属して、NIMSで研究をしながら学位取得を目指すことができます。

### 川喜多 磨美子 博士 (NIMS 調査分析室 主任エンジニア)

私は修士号取得後、ITスペシャリストとして民間企業で働き、第1子出産と夫の海外赴任を期に、専業主婦となり渡独しました。第2子出産後にMANAで勤務しながら勉強を再開し、2010年に筑波大学大学院数理物質科学研究科(物質・材料工学専攻)で博士号を取得しました。研究の道への復帰は、現在の日本では簡単なことでなく、ましてや女性が家事・子育てをしながら復職をすることには想像を超える困難を伴いましたが、先々で良き理解者に恵まれキャリアアップを実現できました。多様性のある人材を受け入れ、活用できる土壌のあるMANAは素晴らしいと思います。



## お知らせ

### 「2014年の高被引用著者 (Highly Cited Researchers for 2014)」にMANAから5名の研究者が選出

「高被引用著者 (Highly Cited Researchers)」とは、トムソン・ロイター社のEssential Science Indicatorデータベースで、被引用数の多さが上位1%に入る論文の著者を研究分野毎に選定したものです。2014年、MANAから5名が選ばれました：

#### <材料科学>



#### <化学>



### 有賀主任研究者が『材料革命ナノアーキテククス』を刊行

有賀克彦主任研究者が、材料開発の新たなパラダイム「ナノアーキテククス」を一般向けに紹介する入門書『材料革命ナノアーキテククス』(岩波科学ライブラリー、ISBN978-4-00-029627-4 C0343)を刊行しました。脳型コンピューターへの道を拓く原子スイッチ、人工光合成の実現を目指す光触媒、医療に貢献するバイオマテリアル等々、MANAが展開する材料科学研究の最先端を、一般の方々向けにわかりやすく紹介しています。



## イベント報告

### 「サマー・サイエンスキャンプ 2014」を開催

2014年7月29日から31日にかけて、MANAは高校生向けの宿泊プログラム「サマー・サイエンスキャンプ 2014」を実施しました。全国から選抜された男女8名ずつ計16名の高校生を対象とし、「聞いて、観て、創る～体感するナノサイエンス～」と題して、電子顕微鏡による観察やクリーンルームでの現像加工などの実習を行いました。また、MANAの若手外国人研究者との交流会も開催し、参加した高校生らはMANAの国際的で先進的な研究環境を満喫しました。



キャンプ参加者によるTEM観察

## 受賞ニュース

塚越一仁主任研究者、小松克伊ポストク研究員「応用物理学会論文賞」(2014. 9)

## 新任研究者紹介

