

NIMS

2008. Vol.8 No.9 September

NOW

特集 外国人職員から見た NIMSの国際化



外国人職員から見たNIMSの国際化

NIMSは世界中のトップレベル研究者にとってより魅力的な研究所となるため、国際的な研究環境を整えるとともに、優秀な人材を海外に求める人材開発活動を積極的に進めています。その成果としてNIMSで働く外国人職員は年々増加し、任期制だけでなく、任期のない定年制の雇用も増えてきました。それではNIMSは外国人職員の目にどのように映っているのでしょうか。国際化の現状と課題について、3名の定年制外国人職員と、NIMSの国際化に尽力されている潮田フェローにお話を伺います。

なぜ国際化が重要なのでしょうか

潮田: 様々な理由がありますが、海外から有能な人物に来てもらうためです。将来的に必要とされる有能な研究者が、数の面でも多様性の面でも未だ十分ではありません。

米国には科学分野に関していくつか有利な点があります。日本よりも大きく豊かな国であり、科学分野の国際語である英語が公用語であり、外国から優秀な人物がたくさん集まっているという実績があります。国際競争力を考えると、日本も努力をして世界各国の有能な人物を惹きつける必要があるのです。

Golberg: 異なる社会と文化をもつ国々から人々が集まると、誰にとってもそれぞれの問題解決手法から得るものがあります。私はロシアから日本に来て13年以上ここに住んでおり、これまでにドイツ、オーストラリア、米国、フランス、英国、ベルギー、メキシコなどで多数の研究所に所属してきました。そしてその経験から、ひとつのチーム内に異なる国籍の人物がいる方が、よりスムーズに研究を進めることができることを知りました。

具体的に違う点を挙げれば、私の母国ロシアでは他の国とは異なる教授法を行っています。数学と物理学では解く方法を教える前に多数の問題を与え、解き方

から自分自身で考えさせます。ですから、それぞれが違った方法で問題を解決しようとしています。しかし、日本では完璧な答えを目指すために、その解決方法の例がまず与えられます。また、日本では大学の先生は権威者であって、学生や研究者は「先生、間違っています」とは言いませんが、ロシアや他のヨーロッパ諸国では、この関係は逆です。このように教育や研究の現場において、それぞれの違いに利点と難点があると思いますから、異なるものをろつぼの中に入れて一緒に混ぜ合わせれば、さらに創造的な成果が得られるだろうと思います。

私は、NIMSが多くの点で世界最高の研究機関であると思っていますから、ここで研究することをとても幸せに感じています。ここには大きな自由度があり、トップマネジメントからのプレッシャーを受けずに問題解決に専念できます。それが、私がNIMSでナノチューブを研究している理由のひとつです。

非常に精緻に正確な実験を行う点に関して日本人は最高の科学者ですが、何か新しいことを研究している時には、一歩前に進むための“ひらめき”が必要で、それが無ければ創造的なものを得るのはとても難しいですから、その点でも異なった問題解決手法を身につけた人々が周囲にいることは大切だと思います。

Doenni: 私の母国スイスには4つの異なる公用語があり、同じ国の中にも国際的な雰囲気があります。言葉同様、それぞれのものの見方は、イタリアに近いスイス南部、フランスに近いスイス西部、ドイツやオーストリアに近いスイス北東部に居住している人々の間では全く違います。対照的に日本は島国でひとつの言葉を話し、外国人の数の割合も多くないので、多数の日本人にとっては国際的な経験を積む機会はあまりなく、また外国語で国際社会に情報伝達をする機会も今のところ十分ではありませんから、いったん国際化が十分に進展すれば、日本の人々に多大な利益をもたらすだろうと思います。

葉: 20年以上前に私が日本に来た時は、日本はほとんど閉ざされた国でした。当時は大学だけでなく、国立の研究所でも外国人が仕事を見つけるのは大変困難なことでした。今では全く事情が違いますが、それでもまだNIMSに限らず他の研究所においても、さらなる国際化を考慮しなければなりません。

なぜ今国際化なのか。それは、国際舞台で競争する時、一国の地位を決定する上で、科学技術が非常に重要だからです。米国は、はるか以前から人的資源を有効活用する方法の研究を行っていて、大学では学部生であっても優秀な学生に対しては奨学金(スカラシップ)や特別研究員給付金(フェローシップ)を提供し、科学分野の若手の学生を確保するために、アジアの国々も訪問の対象にしています。日本も同様にこのような手法をとる必要があるのではないのでしょうか。最近の日本では、若い人たちは科学分野に進まない傾向にあり、さらに大きな問題として、国全体の人口が減少しています。これらの観点からも、日本は国際化する以外に選

択肢はありません。

潮田: そのとおりです。カリフォルニアの大学院で教えていた頃、「アメリカ人はどこにいるのだろうか」とよく話したものです。それほど大学院の学生は大半が中国人かインド人で、アメリカ人は科学分野へは進まずに銀行、経営、法律、医学分野などを選んでいました。この傾向は日本にも広がってきていると思います。米国の場合にはこれは問題にはなりません。というのも外国の研究者はそのまま残って滞在しますし、そもそも移民から成り立っている国だからです。しかしこの点において、日本は難しい立場にあります。歴史的、地理的な理由から、日本社会は他の社会と交流し競争するには慣れていません。日本政府は、特に科学分野に従事する外国人の数を増加させることを決めましたが、そこには多くの問題があり、とりわけ言葉は大きな問題です。

Golberg: 外国人にとって、漢字を使いこなすのはとても大変です。日本語の会話は比較的覚えるのが容易で、文法もそれほど難しくはありません。しかし漢字を覚えるにはとても時間がかかります。中国人には問題ないでしょうけれど、私にとって漢字は一生勉強を続けていなくてはならないものです。

海外でのNIMSの認知度はいかがですか

Doenni: NIMSは海外でよく知られていると思います。私は海外に行く度に、多くの人々がNIMSの名前を知っていることに感心し、NIMSという名称が重要なトレードマークであることを感じます。

もうひとつ興味深く思うことは、私が名刺を差し出すと、「あなたは日本から来たのですか。日本人のようには



潮田 資勝
フェロー、ICYS-IMATセンター長
NIMSナノテクノロジー拠点長



葉 金花
光触媒材料センター長



Andreas Doenni
企画部国際室 国際業務コーディネータ



Dmitri Golberg
ナノスケール物質センター
ナノ物質創製・評価グループリーダー

海外出身のNIMS定年制職員

2008年7月現在、NIMSには世界32カ国から274名の研究者が在籍しており、40名を超える研究者がテニュアトラックシステムにより定年制職員となり活躍しています。

見えませんが」と言われることです。アメリカからの参加者に対しては、その人が「アメリカ人には見えない」とは誰も言いませんから、つまり日本で外国人が正規雇用の職員になることが可能であるとは考えられていないということだと思います。私達はこのような認識を変えていかなくてはなりません。

国際コーディネータの仕事と成果について お話しできますか

Doenni: 私はこの17年間のほとんどを日本に住み、10年以上にわたって主に日本とヨーロッパとの間の国際研究協力に関するコーディネータ役をしてきました。私自身の広いネットワークを活かし、日本とヨーロッパの科学者が、研究に役立つ高度な実験施設を利用できるようにお手伝いをすることです。その後数年間、国際ビジネスマネジメント分野で仕事をし、2007年11月からNIMSで国際研究マネジメントを担当しています。

私は特にヨーロッパと米国から、多くの優秀な科学者にNIMSに来て研究してもらうことが大切だと思います。ただ単に宣伝するだけではなく、むしろ個人的なつながりを通して、優秀な若手科学者を積極的に採用する必要があります。

昨年10月に開始されたMANA(国際ナノアーキテクトニクス研究拠点)において、NIMSの国際化を飛躍させる計画です。すでにヨーロッパと米国で計画した4箇所すべての地区にサテライト研究所を開設しました。ただしMANAは10年間という長期プロジェクトの端緒についたところですので、組織は今後大幅に変わる可能性があります。

葉: 私は中国出身で、交換学生として約50人の学生と一緒に日本に来ました。その中の半数以上の方が今では中国の大学で非常に重要なポストに就いています。また私自身も中国で上位5大学に入る南京大学の非常勤教授を兼務している他、中国の多数の大学と非常に太いパイプもっていますので、NIMSにおける共同研究に関してお役に立てるのではないかと思います。

中国人研究者が最初に希望する行き先は米国です。その次はヨーロッパで、3番目が日本です。これは言葉の問題だけではなく、キャリアにおける将来性にも関連しています。今まで日本では外国人研究者にはわずかなポストしか提供していませんでしたので、その点は変わりつつありますが、しかし科学者仲間での考え

方はまだ変わっていません。私の役割のひとつはそのような型にはまった考え方を打破することです。機会があれば、NIMSは任期のない正規の職員として多数の外国人研究者を採用していて待遇も良く、中には非常に責任あるポストに昇進している人もいますことを伝えていきます。

Golberg: 私は5年前に筑波大学NIMS独立連係専攻と称される博士課程プログラムの下での仕事を開始しました。その当時NIMSから約18名の研究者が教授職に任命され、私もその中のひとりでした。

筑波大学は日本でもトップクラスの大学であり、3人の方がノーベル賞を獲得しているトップレベルの科学研究機関でもあります。その筑波大学とNIMSが提携すれば、非常に魅力的で強力な組織となるでしょう。

NIMSには非常にすばらしい実験基盤があり、世界的にも有数の実験研究機関です。例えば筑波大学ではなかなか使うことができない高解像度透過型電子顕微鏡がNIMSには約20台あり、いつでも使用できます。NIMSではわずか数日間の研修を受けるだけで、非常に高額な機器を自分で操作することができますから、若い研究者にとっては貴重な機会です。このように筑波大学NIMS独立連係専攻は、筑波大学で著名な教授の授業を受け、NIMSのすばらしい施設を使用することができる画期的なプログラムなのです。

先日、日本人の若い研究者が、「ゴルバーク先生、私のアドバイザーになっていただけませんか」と尋ねてきました。これまでは、多くの日本人の教授と一人の外国人の教授がいれば、日本人の学生は日本人の教授を指導者に選びました。恐らくそこには言葉の問題の他にもいろいろな理由があったのでしょう。日本の学生は変わりつつあります。私にはこれがNIMS国際化による変化のきざしであるように思われます。

国際化に向けてNIMSの目標は何ですか

潮田: 日本の習慣や特色など社会の文化的な側面ではグローバル化、国際化せずに独自性を守り、実用的な分野において、NIMSは変わる必要があると思います。

研究者が「NIMSなら立派な研究を実施して仕事を成し遂げることができる」と感じられるような信頼ある環境を整え、誰でも、どこの国からでも、たくさんの研究者が集まる高いレベルの研究所にNIMSを成長させることが私の理想です。

ナノスケール物質領域

 馬仁志 中国 ナノスケール物質センター ソフトイオニクスグループ	 Dmitri Golberg ロシア グループリーダー ナノスケール物質センター ナノ物質創製・評価グループ	 唐成春 中国 ナノスケール物質センター ナノ物質創製・評価グループ
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Chunyi Zhi 中国 ナノスケール物質センター ナノ物質創製・評価グループ	 金炳男 韓国 ナノセラミックスセンター 高融点微結晶グループ	 解榮軍 中国 ナノセラミックスセンター 窒化物粒子グループ
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 張炳國 韓国 ナノセラミックスセンター 微粒子プロセスグループ	 李繼光 中国 ナノセラミックスセンター プラズマプロセスグループ	 靳健 中国 ナノ有機センター 機能膜グループ
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 彭新生 中国 ナノ有機センター 機能膜グループ	 金美静 韓国 ナノ有機センター 高分子グループ	 Jonathan P Hill イギリス ナノ有機センター 超分子グループ
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

材料信頼性領域

 邱海 中国 材料信頼性センター 材料創製・評価グループ	 廖梅勇 中国 センサ材料センター 光学センシング材料グループ	 任曉兵 中国 センサ材料センター センサ物理グループ
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Christopher Mercer アメリカ コーティング・複合材料センター 複合材料グループ	 郭樹啓 中国 コーティング・複合材料センター 複合材料グループ	 Alexei A Belik ロシア	 Ajayan Vinu インド	 Lionel Vayssieres フランス	 胡曉 中国 主任研究者
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

環境・エネルギー材料領域

 谷月峰 中国 グループリーダー 超耐熱材料センター 高強度材料グループ	 平徳海 中国 超耐熱材料センター 超耐熱材料グループ	 何東風 中国 超伝導材料センター SQUIDグループ	 葉金花 中国 センター長 光触媒材料センター
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 金濟徳 韓国 燃料電池材料センター ナノイオニクス材料グループ	 葉飛 中国 燃料電池材料センター ナノイオニクス材料グループ	 許珏 中国 燃料電池材料センター 金属化合物触媒グループ	 Alok Singh インド 新構造材料センター 軽金属材料グループ
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

情報通信材料領域

 Encarnación Antonia Garcia Villora スペイン グループリーダー 光材料センター 光周波数変換グループ	 Taras Kolodiazhnyi カナダ 光材料センター 光電機能グループ
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

生体材料研究領域

 陳国平 中国 グループリーダー 生体材料センター 高分子生体材料グループ	 Martin Pumera チェコ 生体材料センター 生体材料システム化グループ
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ナノテクノロジー基盤領域

 王華兵 中国 ナノシステム機能センター ナノ量子エレクトロニクスグループ	 長谷川明 中国 ナノ計測センター 先端電子顕微鏡グループ
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

萌芽ラボ

 唐捷 中国 グループリーダー 材料ラボ 二次元ナノ材料グループ	 殷福星 中国 材料ラボ 先進材料グループ
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Igor V Solovveyv ロシア 計算科学センター 第一原理反応グループ	 Anirban Bandyopadhyay インド ナノ計測センター 先端プローブ顕微鏡グループ
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Sherif A.El-Safty エジプト 材料ラボ 融合領域研究グループ	 Oleg Vasylykiv ウクライナ 材料ラボ 融合領域研究グループ
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)

 Alexei A Belik ロシア	 Ajayan Vinu インド	 Lionel Vayssieres フランス	 胡曉 中国 主任研究者
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

共用基盤部門

 徐一斌 中国 データベースステーション

企画部

 Andreas Doenni スイス 国際室

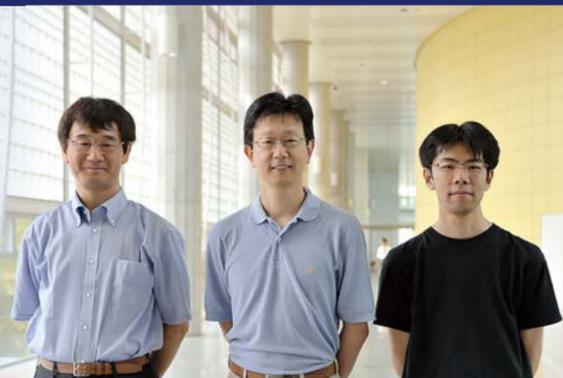
微小球を並べて作る マイクロ分波器

—自己組織化プロセスを用いた光配線—

量子ドットセンター ナノ物性グループ
半導体材料センター

半導体デバイス材料開発グループ*1

東北大学 多元物質科学研究所*2



三井 正

若山 裕*1

特任助教
小野寺 恒信*2

教授
及川 英俊*2

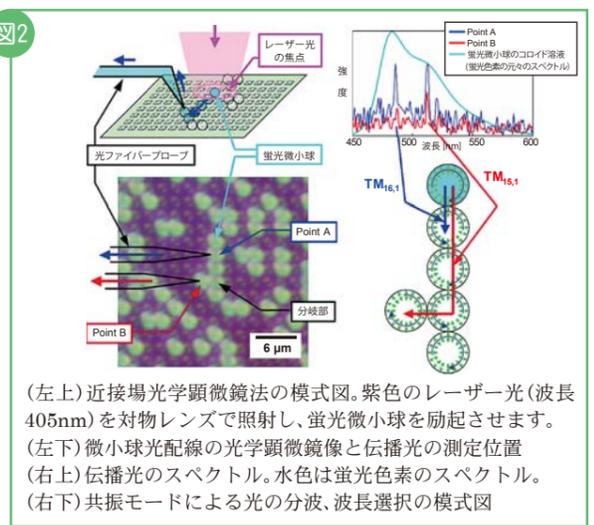
近年、計算機を高速化するために集積回路内部でも光通信を行うことが注目されています。これは回路内部で処理する情報量や伝送速度が、電気配線では追いつかなくなりつつあるためです。しかしながら、これまでの光配線では数 μm 以下の曲率半径を持つ自在な配線ができませんでした。これは光を通す部分と外側部分の間の屈折率差が小さく、光が漏れてしまうためです。

この問題を解決する方法として、数 μm 程度の光共振器を連結させて作る光配線が注目されています。この光共振器は高屈折率材料でできており、リングやディスクの形にすることで光を内部で周回させて、光を閉じ込めます。そして屈折率差が無い隣り合った光共振器の間で、次々と光が伝わることで光配線の働きをします。特に、球形の光共振器は対称性が高く、置き方を気にする必要がないため、溶液等の中で自然に構造が形成される現象(自己組織化現象)を用いて配列することができ、省エネルギープロセスが実現できると期待されます。私たちは、パターニング加工を行ったシリコン基板(図1左上)を鋳型として用い、直角曲がり部を持つ微小球光配線を作製しました。基板の上に斜めにガラスを立てかけて、隙間に直径 $2\mu\text{m}$ の微小球を含んだ水分散液を注入すると、乾燥が進むにつれて界面が後退し、微小球が捕捉されます(図1左下)。この光配線の走査電子顕微鏡写真(図1右)を見ると、数十 μm の直線的な部分と、所々に直角曲がり部があることがわかります。

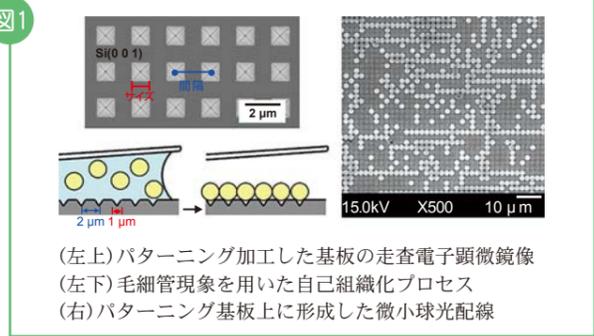
次に私たちは、この分岐部での光の伝播を、近接場光学顕微鏡を用いて観察しました(図2左上)。微小球配線の端に配置された蛍光色素を含む微小球から出た光は、微小球配線を伝播し、Point AとPoint Bに接近させた光ファイバーで集光され、測定されます(図2左下)。Point Aで測定されたスペクトルには2本の共振ピークが観察されますが、Point Bで測定されたスペクトルでは、そのうち短波長側(TM_{16,1})のピークの強度が弱いことがわかります(図2右)。この原因は、分岐部において短波長側のピークの光が次の微小球で共鳴できないため、と考えています。この現象は、微小球光配線自身が多重化された複数の波長から任意の光を選び出す分波機能を持っていることを示しており、集積回路上の光配線をさらに大容量化できる可能性を示しています。

本研究成果は、東北大学 多元物質科学研究所—物質・材料研究機構 連携ラボプロジェクトの一環として得られたものです。研究内容の詳細に関しては、下記URLならびに論文をご覧ください。

<http://www.nims.go.jp/jpn/news/press/press239.html>
T. Mitsui, et al, Opt. Lett. 2008, 33, 1189-1191.
T. Onodera, et al, Jpn. J. Appl. Phys. 2008, 47, 1404-1407.
T. Mitsui, et al, Nano. Lett. 2008, 8, 853-858.



(左上) 近接場光学顕微鏡法の模式図。紫色のレーザー光(波長405nm)を対物レンズで照射し、蛍光微小球を励起させます。
(左下) 微小球光配線の光学顕微鏡像と伝播光の測定位置
(右上) 伝播光のスペクトル。水色は蛍光色素のスペクトル。
(右下) 共振モードによる光の分波、波長選択の模式図



(左上) パターニング加工した基板の走査電子顕微鏡像
(左下) 毛細管現象を用いた自己組織化プロセス
(右) パターニング基板上に形成した微小球光配線

肉眼で有害金属イオン を検出する効率的な ナノセンサー設計

材料ラボ 融合領域研究グループ

(独)産業技術総合研究所

コンパクト化学プロセス研究センター

特異場制御計測チーム*1 ナノ空間設計チーム*2



Sherif A. El-Safty

Adel A. Ismail*1 松永 英之*1

研究チーム長 センター長
花岡 隆昌*2 水上 富士夫



カドミウム汚染米がしばしば問題となるなど、有害金属による人の健康へのリスク増大が注目される中、有害金属イオンの効率的な検出は重要な課題であり、汚染種を正確かつ迅速に検出し、同定するために、光学的高感度センサーの開発が世界的に求められています。センサーを高度分析に広く利用するためには、汎用性が高い、設計に手間がかかる、コストが高い、検出時間が長いといった問題点の解決が必要です。

そこで、私達が「ビルディング・ブロック」法と名づけた、ナノセンサーを可能とするシンプルで汎用的な方法を紹介します。この手法は、頑丈につくられた3次元のナノ構造体の上に、親水性と疎水性のレセプター*1を高密度に固定するものです(図1)。通常用いられるシランカップリングやチオールカップリング*2の技術は用いていません。このビルディング・ブロック法により、規則性多孔質シリカ材料の内部細孔表面にプローブ分子*3を配置し、以下に述べるような“プール・オン・サーフェス型”検出システムを実現します。[1]

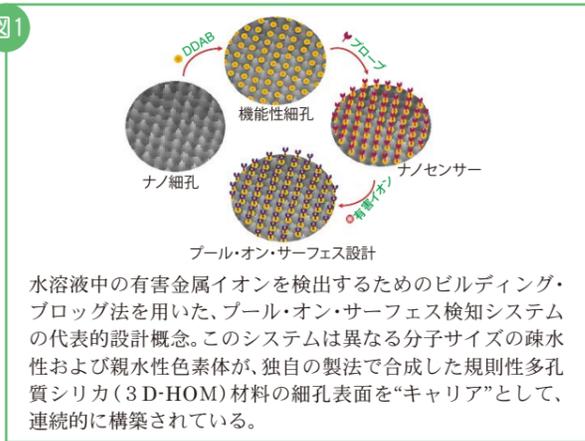
この新しい検出システムの特徴は、汎用性が高く、プローブ分子を表面に分子のプールのようにつまやかにその量を調節して固定し、目的とする金属イオンと迅速に反応しやすくしていることです。実際、 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ までの濃度の金属イオン検出に用いられている従来の検出システムに比べ、この“プール・オ

ン・サーフェス型”検出システムによって、複数の金属イオンを効率的に高感度で検出しており、ナノセンサーで初めて、高い反応速度(秒オーダー)でサブピコモル($\sim 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$)まで検出できました(図2)。さらに、この材料は適当な再生試薬を用いて、プローブ分子を元の状態に戻すことができるため、繰り返し使用が可能です。この手法は、プローブ分子と特定の金属イオンとが反応して特徴的な色の化合物を形成することを利用しており、カドミウム、水銀の検出に適用できることも確認しています。例えば、この方法で調製した粉末センサーを調べたい水溶液に投入し、これにフィルターを通してフィルターの色変化を肉眼で見分けるだけで、これらの極微量の有害金属イオンの存在を検出できます。

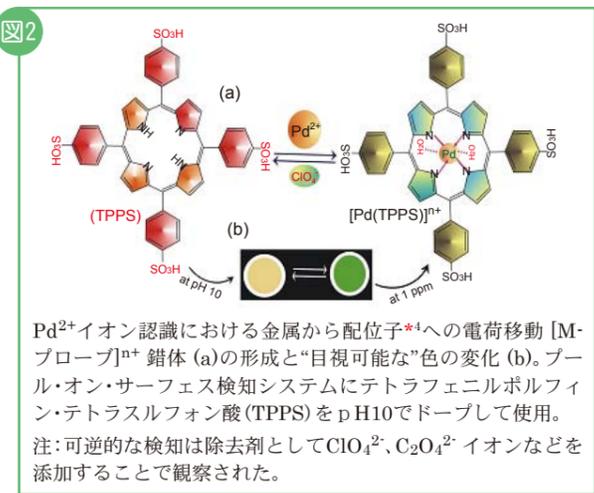
[1] S.A. El-Safty, A. Ismail, H. Matsunaga, T. Hanaoka, F. Mizukami, Adv. Funct. Mater. 2008, 18, 1485-1500.

- *1レセプター: 検出用プローブ試薬を配置するための基本構造
- *2シランカップリングやチオールカップリング: シラノール基やチオール基の化学反応に基づく結合
- *3プローブ分子: 目的とする金属イオンと反応し、その濃度に応じて変色する分子
- *4配位子: 錯体の中で中心原子や分子に配位結合する基

研究者について: Sherif A. El-Safty主幹研究員は、産業技術総合研究所 コンパクト化学プロセス研究センター ナノ空間設計チームでこの研究を行い、今年4月からNIMSの材料ラボ 融合領域研究グループに所属して研究を続けています。



水溶液中の有害金属イオンを検出するためのビルディング・ブロック法を用いた、プール・オン・サーフェス検出システムの代表的設計概念。このシステムは異なる分子サイズの疎水性および親水性色素体、独自の製法で合成した規則性多孔質シリカ(3D-HOM)材料の細孔表面を“キャリア”として、連続的に構築されている。



Pd²⁺イオン認識における金属から配位子*4への電荷移動 [M-プローブ]ⁿ⁺ 錯体 (a)の形成と“目視可能な”色の変化 (b)。プール・オン・サーフェス検出システムにテトラフェニルボルフィン・テトラスルホン酸(TPPS)をpH10でドーブして使用。
注: 可逆的な検出は除去剤としてClO₄⁻、C₂O₄²⁻イオンなどを添加することで観察された。

外科手術の際、傷口を縫合する代わりに接着剤で接合すれば、手術時間が短くなり患者の肉体的・経済的負担を軽減できます。現在用いられている医療接着剤には、接着強度は強いが炎症反応が起きるか、炎症反応は起きないが接着強度が弱いという欠点があります。生体材料センターの田口主任研究員は、これらの欠点を改善する、身体にやさしく接着性に優れた接着剤を開発し、「生体組織界面を接合する材料技術の研究」で平成20年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞しました。

毒性が低く良好な治癒効果をもたらす医療用接着剤の開発

高分子を用いた接着剤をどのように発想したのですか。

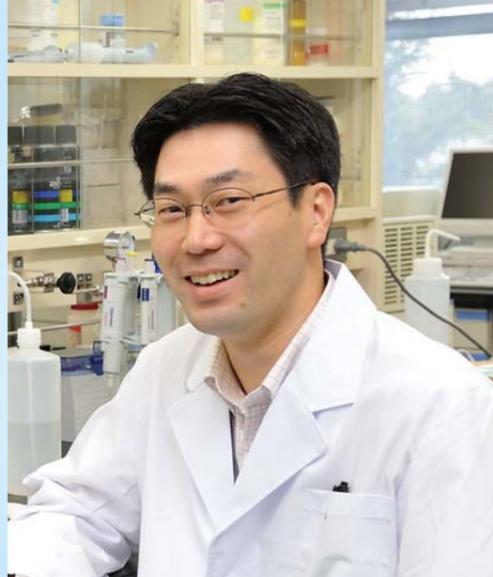
科学技術振興機構(当時:科学技術振興事業団)が行なうCREST(戦略的創造研究推進事業)の再生医療材料を作ることをテーマとした「分子複合系の構築と機能」研究領域において、現在東京工業大学教授で、当時はNIMSの生体材料研究センター長だった田中順三先生の研究チームに参加し、軟骨の材料や硬組織と軟組織の界面の材料作製を担当しました。その後、NIMSの職員になって新しいことを始める時に、独自性の高いテーマを模索する中で、高分子の溶液と細胞を混ぜて身体の中に注射すると固まる架橋反応に注目したのです。

それで架橋剤の研究を始めたのですか。

医療用の接着剤に低分子の架橋剤があることはあるのですが、アルデヒド系のものには毒性があって身体にやさしくありませんから、高分子を固める架橋剤をテーマにしました。身体にやさしくするためには、身体の中にあるものを使うのが良いのですが、そうするとアミノ酸や有機酸ぐらいいかありません。その中から特許を出願するためにも新しいものをやろうと思い、結果的にクエン酸やリンゴ酸などの有機酸にたどりついたのです。

それに高分子を混ぜて接着剤にしたのですか。

まず、架橋剤溶液と高分子溶液からなる液-液系接着剤を検討しましたが、十分な接着物性が得られませんでした。そこで、酒石酸から合成した架橋剤粉末と高分子溶液からなる固-液系接着剤を検討しました。酒石酸は身体の中にはありませんが、身体の中では100%代謝され、排泄されるので、医薬品にも使用されています。この酒石酸から合成した架橋剤粉末を生体高分子であるアルブミンに混ぜると架橋反応が起こり、組織と組織がぴったりくっつきます。動物実験によって皮膚を接着してみると反応が良く、良い状態で治癒し、炎症反応もアルデヒド系の接着剤と比較にならないほど良いことが分かりました。



主任研究員 田口 哲志 (Tetsushi Taguchi)
生体材料センター
生体材料システム化グループ

接着強度はいかがですか。

アルデヒド系接着剤は炎症反応を起こしますが、接着強度が強いのので生死に関わるような心臓外の手術などで使用されています。血液の凝固プロセスを用いたフィブリン系は接着強度が強くありませんが、日本で使われる接着剤の95%以上はこのタイプです。ただし、フィブリン系は血液を原料としているためにウイルス感染の可能性があり、安全性が十分とは言えません。酒石酸から合成した架橋剤とアルブミンの固-液系接着剤は、酒石酸の水に溶けやすい性質から、短時間で高い接着強度を示すという特徴があります。臨床で使うには、短時間で高強度に接着することに加えて、生体親和性が必要となりますが、この点では問題ありません。酒石酸から合成した架橋剤を用いると副生成物が出てきますが、この接着剤は生体親和性があるといっても、身体にとっては異物なので、気にはなるところです。それぞれの診療科で少しずつ改善をして、各組織・臓器に適応したものを追究していかなければなりません。

今後どのような研究に取り組みますか。

心臓や肝臓の治療に用いられている細胞移植には、注射器で患部に細胞を注入しますが、実際に注入した細胞の10%くらいしか生着しないそうです。つまり、残りの90%は無駄になっているということです。この生着率を100%にするような接着剤の開発をしたいと思っています。

まずは治療のための材料として作ることが1つ。もう1つは、臓器を形作るための技術の確立です。もちろんこれは非常に難しいことですが、細胞を3次元に組み立てていく細胞のマニピュレーション技術に用いる接着剤を作りたいと思います。

生体組織界面を接合する材料技術の研究

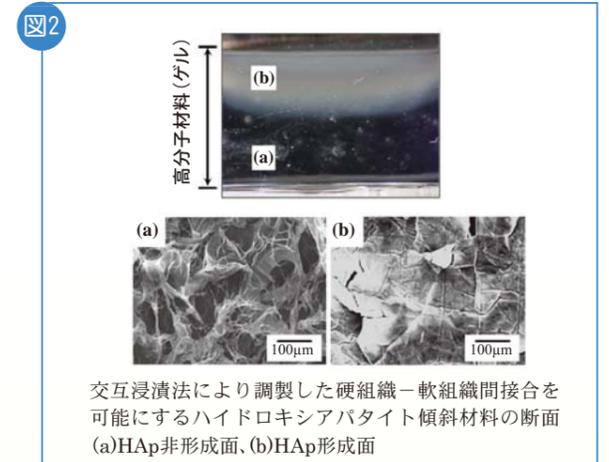
生体材料センター 生体材料システム化グループ 田口 哲志

皮膚、臓器、血管などの軟組織の外科手術を行った後には、必ず切開した部分を閉鎖します。患部の閉鎖には、普通縫合糸が使われますが、医療用接着剤を用いて、より簡便で迅速に閉鎖することが考案され、すでに数種類が臨床現場で用いられています。現在使用されている医療用接着剤は、生体高分子とアルデヒド系架橋剤(ホルムアルデヒド、グルタルアルデヒドなど)の2成分から構成されています。アルデヒド系架橋剤は、生体高分子を橋架けて水に不溶化させる働きをします。この接着剤は高い強度を持っていますが、接着剤中に残存した架橋剤が毒性を示し、治癒を遅らせます。

そこで、私達はアルデヒド化合物を使用せず、かつ優れた強度特性と生体親和性を併せ持つ接着剤を開発することを目標とし、アルデヒド系架橋剤に代わり、生体内から代謝・排泄されるクエン酸、酒石酸等の有機酸に活性エステルを導入した架橋剤と直径約10nmの球状タンパク質であるアルブミンから構成された接着剤を開発しました。この接着剤の硬化時間を調べたところ、10分以内に最大接着強度に達し、他の市販接着剤(アルデヒド系、フィブリン系)と比較して、3倍以上の高い接着強度が得られることが明らかになりました。この高い接着強度は、酒石酸等の有機酸から合成した架橋剤が接着剤中のアルブミンだけではなく、生体組織中

のコラーゲンと反応することに起因していると考えられます(図1上)。さらに、動物実験により生体親和性と皮膚閉鎖能を調べた結果、生体内における接着剤の分解と十分な組織閉鎖が可能であることが明らかになりました(図1下)。現在、大学、企業と連携して、この接着剤の臨床応用・実用化へ向けた研究を進めています。

一方、骨と軟骨、骨と生体腱のような硬組織-軟組織間の接合は、縫合あるいは金属製のネジやピンなどにより軟組織を硬組織へ固定する手法が用いられています。組織間に繊維組織が形成され、軟組織と硬組織が十分に接着しないという問題点がありました。そのため、手術現場で迅速に軟組織へ処理可能なハイドロキシアパタイト(HAp;硬組織の主成分)形成技術の開発が望まれていました。そこで、私たちは、「交互浸漬法」によりリン酸カルシウムを迅速にかつ傾斜的に形成する手法を開発しました(図2)。この「交互浸漬法」は、材料をカルシウムあるいはリン酸イオンを含む溶液に交互に浸漬することにより、リン酸カルシウムを材料表面および内部に形成する手法です。この手法により形成したリン酸カルシウムをX線回折、赤外吸収スペクトル、元素分析等により評価した結果、骨類似HApであることが明らかになりました。この手法により、従来の100倍以上の速度で材料へHApを形成することができます。そのため、この「交互浸漬法」は、筑波大学臨床医学系整形外科(坂根正孝先生、六崎裕高先生、落合直之先生)を中心とするグループにより十分な生物学的安全性試験、倫理委員会を経た上で、既に6名の患者に臨床応用され、良好な成績を収めています。



NIMS WEEK 2008

—エネルギーと資源の有効利用のための材料科学—

開催報告

NIMSが取り組んでいる環境・エネルギーに関わる研究を国際的にアピールし、材料研究者に最先端の情報・知識を得る場を提供することを目的に、7月14日から18日の5日間、つくば国際会議場においてNIMS WEEK 2008を開催しました。サテライトシンポジウムを合わせた総来場者は1000名を超え、環境・エネルギー問題に対する関心の高さが表れています。

14日～16日のNIMSコンファレンス初日には、第2回目となるNIMS賞の授賞式と受賞者による講演が行なわれました。本年度のNIMS賞には、エネルギー効率の大幅な向上を可能にした燃焼タービン用ブレードへの耐熱コーティング材料技術を開発した、カリフォルニア大学サンタバーバラ校のA.G.Evans教授、D.R. Clarke教授、C.G.Levi教授のグループが選ばれ、NIMSが開発したNiフリー高窒素ステンレス鋼製メダルと賞状、副賞が授与されました。また、NIMSのフェロー三島修氏による基調講演、岸輝雄理事長によるNIMSのエネルギー・環境に関わる材料研究の紹介に続き、超耐熱材料、超伝導材料、光触媒材料、新構造材料センターより、それぞれ原田広史氏、熊倉博明氏、葉金花氏、向井敏司氏が講演を行いました。

15日～16日は極限環境材料、電気エネルギー関連材料、太陽エネルギー関連材料、軽量構造材料の4分野について海外18ヶ国からの200名近くの研究者を招き、9つのオーガナイズドシンポジウムを開催しました。このシンポジウムの講演は、すべて各分野の権威である国内外の研究者による招待講演とし、プロシーディングスの発行を義務付けずに、最新の研究成果の発表や今後の研究への問題提起を促しました。その結果、講演内容、討論ともに密度の高いものとなり、参加者に大変好評でした。この企画・立案・運営はNIMSの若手研究者によるものです。今後、NIMS WEEKが材料科学分野に関する世界最先端の情報を得られる場として定着することを目指して取り組んでまいります。



※表紙はNIMSコンファレンスの様子

サテライトシンポジウム IWSDRM2008 開催報告



7月7日～9日の3日間、NIMS WEEKの本開催に先駆け、NIMS千現地区においてIWSDRM2008を開催しました。これはダイヤモンドおよび関連材料の超伝導に関する第2回国際ワークショップです。

ダイヤモンドに超伝導が発見されてから、シリコンやSiC、AlNなど多くの半導体が超伝導を示すことが分かってきたことに加え、新たに鉄系超伝導体が発見されるなど、新超伝導ブームが起こっている好機での開

催となり、ポスターセッションを含めて58件の講演が行われました。

テーマのひとつである、半導体に起こる超伝導では、ダイヤモンドをはじめとして絶縁体もみな超伝導に成り得ることが議論され、新超伝導物質の可能性が大きく広がりました。また、フラーレンの超伝導転移温度が40K近くに上昇したことも注目されるニュースです。さらに、鉄系超伝導体の最新データが示され、熱気に満ちた議論となりました。新しい研究展開として、金属-絶縁体転移や超伝導の制御が発表されるなど、今後の展開が楽しみなものばかりです。

今年2008年はヘリウムの液化成功から100年の記念すべき年であり、3年後の2011年は超伝導発見からちょうど100年目の年です。この頃には、超伝導は更なる飛躍を遂げているだろうと期待が高まります。



NIMS NEWS

世界材料研究所フォーラム若手ワークショップ開催報告

平成20年7月22日～25日の4日間、NIMSにおいて、世界材料研究所フォーラム若手ワークショップを開催しました。

世界材料研究所フォーラムのメンバー機関より推薦された13ヶ国15機関30名の若手研究者が集って

- 長期的に持続できるエネルギー技術のための材料
- 信頼性の高い安全な構造材料
- 材料のシミュレーション

に関する研究発表を行い、優秀発表者には“Best Paper Award”が授与されました。また、講演以外にもグループ討論を行うなど、本会議は若手研究者の国際ネットワーク構築に大きな成果をもたらしました。

詳細は世界材料研究所フォーラムホームページをご覧ください。

http://www.e-materials.net/network/WMRIF/modules/about_forum/



ワークショップ参加者(NIMS千現ロビーにて)

米国オハイオ州立大学とMOUを調印

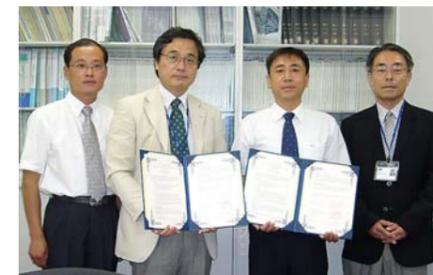
平成20年7月17日、光材料センターとセンサ材料センターは、米国オハイオ州のオハイオ州立大学Center for Industrial Sensors and Measurements (CISM)と安心・安全のためのインテリジェントセンサ材料に関するMOU(覚書)を調印しました。CISMの設立者であるAkbar教授は、化学センサや電子セラミックス分野で顕著な業績を上げている研究者で、NIMS主催のシンポジウム「安全・安心を見守るセンサ材料・技術の進展」において、基調講演をしていただくなどの交流があります。このMOU調印を契機に、両機関はセンサの開発に関して、さらに密な研究情報の交換、人的交流、協同研究などを進めます。



左から大橋直樹センター長(光材料センター)、Sheikh Akbar教授(CISM)、大垣武研究員(センサ材料センター)

中国東北大学とMOUを調印

平成20年7月31日、ナノセラミックスセンターは、中国東北大学の材料異方性組織に関する教育部重点实验室と研究協力に関するMOU(覚書)を調印しました。機能性ナノセラミックス材料開発および先端セラミックスプロセスに関する研究協力、人材交流を目的としています。東北大学は、中国遼寧省の省都瀋陽にある国立大学で、国家重点大学に指定されています。同重点实验室とはすでに10年近い研究協力活動を進めてきました。MOU締結を機会に、さらに研究交流を確かなものとして先端的な多機能材料を開発するのがねらいです。



左からJi-Guang Li主任研究員、目(さっか)義雄ナノセラミックスセンター長、Xudong Sun東北大学教授、石垣隆正グループリーダー

第8回NIMSフォーラム開催のお知らせ

平成20年10月29日(水)、東京国際フォーラム(東京・有楽町)において、今年も「NIMSフォーラム」を開催いたします。

本フォーラムはNIMSが取り組む最先端の研究発表と技術移転を目的とし、研究成果を実用化に結びつけるための技術移転の場として、NIMS発足以来毎年開催しているものです。

昨年度のプログラム、要旨集等をNIMSホームページでご覧いただけます。今年度のプログラムにつきましては、9月下旬より公開の予定です。今年もぜひご来場くださいますようお願いいたします。

<http://www.nims.go.jp/nimsforum/>

野田聖子内閣府特命担当大臣がNIMSをご視察

平成20年8月12日、野田聖子内閣府特命(科学技術政策)担当大臣がNIMS千現地区に来訪されました。NIMSおよびMANA(国際ナノアーキテクトニクス研究拠点)の概要説明を受けられた後、超耐熱材料センターが共同研究を進めるロールス・ロイス航空宇宙材料センター、およびNIMSが誇るナノテクノロジー融合支援センターのナノ集積ライン、ソフトマテリアルラインなど最新の研究施設をご視察されました。

また、野田大臣を囲み、MANAの若手・女性研究者を中心とした海外からの研究者を含む6名との意見交換が行なわれ、科学者を志望した動機や中長期的な視点での提言などについて、研究者と活発に語らう機会となりました。



超耐熱材料センターにてジェットエンジン模型の説明を受ける野田大臣

NIMSの大型研究施設を筑波大学大学院の授業に活用

平成20年7月17日、NIMSと連係大学院協定を結んでいる筑波大学大学院数理解析物質科学研究科は、同科電子・物理工学専攻博士前期課程の授業において「ナノ加工・計測序論とファウンドリー実習」を開講し、実習場所としてNIMSのナノファウンドリー大型施設を利用しました。本施設を大学院の授業に活用するのは初めての試みです。

この授業はナノテク加工技術を習得したい学生向けの入門授業で、講義と実習の両面から概要を把握できる構成になっています。実習はデバイスコースとナノ計測コースの二つから選択し、プロセスの詳細な講義から試作デバイスの性能計測までを一貫して行なう体験型です。7月下旬に集中して実習が行われ、18名の学生が参加しました。1班あたり4-5名の少人数できめ細かい指導がなされた今回の授業は、学生にとって有意義であったとともに、NIMSも今後の大型施設利用の可能性を見出したといえます。



実習の様子

NIMS/MANA-IRC-UCLA/CNSIナノテクノロジー学生サマースクール開催報告

平成20年7月28日～8月1日の5日間、NIMS/MANA(Japan)-IRC*¹(UK)-UCLA/CNSI*²(USA) ナノテクノロジー学生サマースクールをNIMSの並木地区で開催しました。日英米から集まった24名の学生とスクールのサポートする8名の研究者が5日間のプログラムを通じて交流し、各自の研究成果や共同研究の可能性に関する議論を行いました。この行事は、NIMSとIRCでナノテクノロジー研究に従事する大学院生間の交流と啓蒙を促進する目的で過去4回開催してきた学生サマースクールの第5回目に当たり、今年からMANAの協力を得て、米国UCLAとCNSIの大学院生も含め、日英米3国間の国際学生サマースクールへと拡大しました。UCLAのGimzewski教授にもご参加いただき、最新の情報を交換する場として学生たちに大いに刺激を与えたことと思います。今後の展開が楽しみです。



サマースクール参加者の皆さん

*¹ IRC: International Research Collaboration *² CNSI: California NanoSystem Institute

「ねんきん特別便」年金記録の確認にご協力ください

詳しくは、ホームページ(<http://www.sia.go.jp/>)をご覧ください。

- 問い合わせ: 「ねんきん特別便専用ダイヤル」0570-058-555 ※IP電話・PHS: 03-6700-1144
- 問い合わせ時間: 月曜日～金曜日: 午前9時～午後8時 第2土曜日: 午前9時～午後5時