

# NIMS

2009年 1-2月合併号

# NOW

特集  
賞を受けたNIMSの研究者たち





**新年おめでとうございます。  
独立行政法人(独法)としてNIMS  
は8回目の新年を迎えています。**

理事長 岸 輝雄

研究開発独法としてのNIMSのあり方は、イノベーションを常に視野に入れて最先端の施設・設備を開発・維持し、プロジェクトを遂行することにあります。自立したプロの研究者が力を結集し、分野を融合した研究をすることこそが私達のあるべき姿です。長期安定的に研究を進め得ることが独法と大学との相違点で、サイエンスとしての物質研究と「使われてこそ材料」をモットーとする材料研究の連携が重要です。

この8年間、金属材料や無機材料など既存材料分野の充実に加えて、環境・エネルギー材料、情報通信材料、生体材料などの分野で有機・高分子材料を含めた新しい研究の芽を作り出してきました。材料開発ツールとしてナノテクノロジーの研究も重点的に行い、進むべき研究方向を「ナノテクを活用した持続社会形成のための材料研究」と位置付けています。

研究システムについては、若手研究者の確保・育成に加えてフラットな研究組織作りを進めるとともに、国内外より異民族、異分野、異文化を持つ多様な研究者が集う融合環境「Melting Pot」(灼熱のルツボ)の形成に力を注いでいます。この環境づくりは若手国際研究拠点(ICYS)の成果として国内外より高く評価されており、今後の課題はアジアの国々との連携を中心とした国際化です。

研究成果では、数値的指標の向上に加えて、実用の芽になるいくつかの興味ある成果を得ており、イノベーションを目指して国内外の企業との連携も着実に進んでいます。一方、研究基盤としてのナノファウンダ

リー、放射光、超高圧電子顕微鏡、強磁場などの施設の整備と共同利用、データシート、データベース、標準などの知的基盤の整備も順調に進めています。

人材育成には特に意を用い、筑波大学、北海道大学、早稲田大学など国内のほか海外の大学院とも連携して学生を受け入れており、多くの学生がNIMSで活発に研究をしています。また、国内外より常時200人前後のポスドクを招へいして若手研究者の充実を図っており、その中からNIMSの定年制若手研究者が登用される雰囲気づくりが大事だと考えています。

今後の材料研究の進むべき方向は“ハイブリッド材料”、“材料とデバイス(部品)の融合”そして“ナノテクノロジーの活用”にあり、それに加えて材料研究で得られた知を用いた諸外国での研究所作りなど科学技術外交も大きな役目です。その進展を図るには、世界中から研究者が集まる“Open Research Institute”がNIMSの目指すべき方向であり、昨年構築を宣言したこの構想を今年もさらに進めてまいります。

研究の内容と国際化の実績により、一昨年、幸い日本の5つのトップ大学・研究機関—世界トップレベル研究拠点(World Premier International (WPI) Research Center)—の1つにNIMSは選ばれました。独法に移行してから、多くの点で評価が行われ、忙しい毎日が続く中で、落ち着いた継続性のある研究環境を確保し、特に人材育成に努めたいと考えております。

平成21年度が皆様にとって良い年でありますことを祈念して新年のごあいさつといたします。



## 賞を受けたNIMSの研究者たち

2008年、NIMSの数多くの研究者が、優れた業績を称える賞を受ける荣誉にあずかりました。そのうちから4組の研究者とその研究内容を紹介します。

### 単結晶の欠陥を制御して — 光技術に貢献する研究からベンチャーへ展開 —

科学技術振興機構「井上春成賞」受賞 北村健二 NIMSフェロー

「井上春成賞」は、工業化学の進歩と国立研究機関の発展に貢献した井上春成氏にちなみ、1976年以来、大学や研究機関で生まれた独創的な成果を開発・企業化した事例を対象に顕彰してきました。技術開発の優れた種子を若木に育てることを奨励し、研究者と企業家のペアに送られるのがこの賞の特徴です。今回、受賞した研究者はNIMSの北村健二フェロー。企業家にはNIMS研究員だった(株)オキサイド社長の古川保典氏が選ばれました。オキサイドは、北村氏らの研究から生まれた国立研究所発第1号のベンチャー企業です。

光材料センター長をつとめた北村氏は、デバイスを作る単結晶につきものの欠陥が材料の物性や機能にどのような影響を及ぼすか、欠陥を制御するにはどうすればよいかをテーマとして研究してきました。

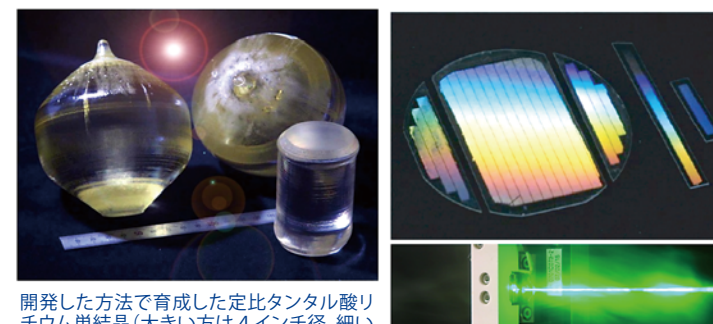
例えばテレビやビデオの周波数選択フィルターには二オプ酸リチウム単結晶、携帯電話にはタンタル酸リチウム単結晶を用いたデバイスが組み込まれています。いずれも生活に欠かせない材料ですが、従来の方法で作られた単結晶は二オプやタンタルの成分を過剰に含み、そのため多くの欠陥が付きものでした。これまでの用途には使えても光



材料としては限界があります。次世代の大容量高速光通信などレーザー光の応用分野で機能の向上が求められているにもかかわらず、単結晶の欠陥を制御する技術はなかなか生まれませんでした。

北村氏は、単結晶を作るときに原料を定量的に供給する仕組みを開発し、欠陥の少ない単結晶を作り出すことに成功しました。1998年、この結晶をデバイスに組み込むと光の周波数変換に必要な特性が大幅に向上することがわかり、実用化の価値を確信しました。特許も得て、この研究成果を看板に2000年に立ち上げた(株)オキサイドは、「大企業が手がけにくい小さい規模の市場を対象にして」順調に成長し、いまや株式上場を準備中です。

レーザーの波長を高効率で変えるという優れた特性をもつ独自材料があってもなお「実際に物を作って売ることの大変さ」を実感した北村氏ですが、2003年にはデバイスの商品化を求める声に応じて(株)SWINGを設立。さらに2008年には米国シアトルのワシントン大学に研究拠点を設けました。レーザー波長を利用した医療・環境・安全技術の開発を視野に、「ニーズが切迫した環境で幅広い共同研究をめざしたい」と、材料からデバイス、さらにレーザーの応用へ、単結晶と道連れの旅はなお続きます。



開発した方法で育成した定比タンタル酸リチウム単結晶(大きい方は4インチ径、小さい方は2インチ径)

波長変換素子用に加工した単結晶基板(上)と波長変換で発振している緑色レーザー光

### 無機ナノシートから機能性材料をめざして — 異分野の出会いが生む成果 —

茨城県科学技術振興財団「つくば賞」受賞  
佐々木高義 MANA分野コーディネーター と 長田実 MANA研究者

「つくば賞」は、茨城県で活動する研究者を対象に、世界的に評価された成果をあげた個人やグループを理工学の広い分野から選んで与えられます。NIMSの研究者の受賞

はこれで3回目。日本有数の研究者集積数をもつ茨城県ですから、この賞の重みは格別です。

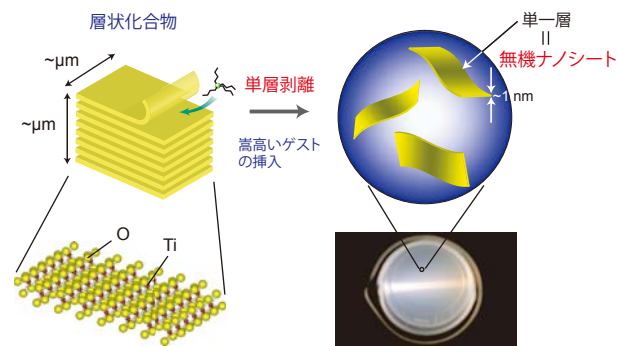
佐々木高義MANA分野コーディネーターが旧無機材質



研究所(NIMSの前身)に就職してすぐに与えられたテーマは層状チタン酸化物の研究でした。地味な存在に見えた研究対象ですが、この物質は層状を成し、後に「ナノシート」と名付ける極薄二次元結晶に単層剥離できることを発見しました。酸化チタンナノシートは半導体のような性質を示すことがわかり、ここから研究のステージはめざましく展開していきます。

無機化学者である佐々木氏は、引き続き酸化マンガン、2価と3価の金属イオンでできた水酸化物など、多くのナノシートを次々に発見しました。いずれも厚さは原子数個分、およそ1ナノメートルしかないシート状の単結晶です。元素の組み合わせ次第でナノシートが多様な特性を示すこともわかってきました。誘電性や強磁性を示すもの、光照射で電流を生成するもの、超伝導体になるユニークなナノシートも見つかっています。

これらのナノシートは並べたり重ねたりして特異な機



剥離ナノシート化の概念図。構造モデル図はチタン酸化物を例として示してある。

能をもつナノ構造材料を作ることができます。また、柔軟性に富んだ紙のように扱えるのでチューブのような中空構造を作ること可能です。「今、ナノシートは物質から材料になりつつある段階。あと5年で役立つ材料になるかどうかを見極めたい」と佐々木氏は考えています。

共同受賞者の長田MANA研究者は、もともと物性物理が専門ですが、NIMSにやってきて配属されたのは化学者集団である佐々木研究室でした。異分野の若手の参入はナノシートを活用する新たな視点をもたらしました。「常に冒険者であること」を心がける長田氏は、この物質を電氣的・磁氣的な観点から生かし、高容量メモリーや消費電力の低いトランジスタ用絶縁膜など、IT技術の鍵となる技術に発展させる成果を上げ始めました。

普段どんな仕事をしているのかを家族に理解してもらう機会が少ない研究者にとって、つくば賞は家族からの評価を高めるといふ思いがけない効果をもたらしたようです。地道にシーズを摘む研究が、遠くない将来大きく花開くのを見たいものです。



佐々木高義 MANAナノマテリアル分野コーディネーター(左)、長田実 MANA研究者

## 高温に強い鉄鋼材料を作る —低CO<sub>2</sub>排出量の火力発電を実現するために—

日本金属学会「谷川・ハリス賞」と日本鉄鋼協会「三島賞」受賞  
新構造材料センター・耐熱グループ 阿部富士雄 グループリーダー

火力発電はCO<sub>2</sub>排出量が多いので転換すべき技術と見られがちですが、日本の発電量のおよそ1/4は石炭火力によっています。安価な石炭火力発電にエネルギー供給の多くを頼らざるを得ない発展途上の国々も多く、先進国でもエネルギー供給の安定性を確保するため、供給源のひとつとして石炭を捨て去るわけにはいきません。石炭埋蔵量が豊富、偏在していない利点も見直されています。

そこで求められるのが、効率のよい発電でCO<sub>2</sub>排出量を削減することです。現在の発電温度より100℃高い700℃で発電すると、排出量は13%減るといふ試算があります。ところが、効率を上げるために長期間にわたり高温で運転を続けると、主蒸気管などにゆっくりした変形(クリープ)が生じ、やがて破損することがあります。高温水蒸気に

よって鉄鋼製の管の内部が酸化され、壁が薄くなって亀裂が入るおそれもあります。さらに危険なのは溶接部の破断です。

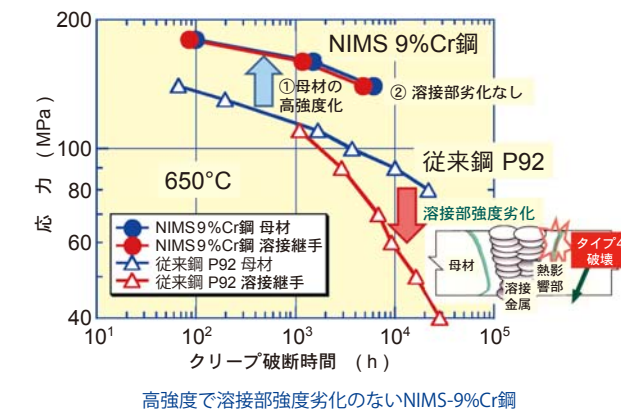


原子炉や核融合炉の部材など、高温に耐える金属材料を研究してきた阿部氏は、その経験を生かして火力発電所を650℃以上で運転できる鉄鋼材料の研究に取り組みました。目標はクリープ強度を高めること、水蒸気耐酸化性をもたせること、溶接部の劣化を防ぐことの3点です。

鉄鋼材料は結晶の混合物です。よく調べると、結晶の固まりの境目(粒界)に問題が生じることがわかってきました。材料を強くする目的で合金元素を添加しても境目の強度は改善しません。そこで、境目に集まりやすいホウ素を添加する方法を考えつきました。鉄鋼は鉄に炭素や窒素を加えたものです。ホウ素は窒素と化合物を作ると効果がなくなるので、ふたつの元素の適切な添加比率を探る必要がありました。阿部氏によると、「予想外の好運はホウ素添加で溶接部の劣化も起こらなくなったこと」です。耐酸化性は、予備酸化処理によって表面に薄い保護皮膜を作ることによって解決しました。こうして基本的な材料設計指針を確立することができたのです。今回の賞はここに至る一連の業績

に対して授与されました。

2008年から始まった経済産業省のプロジェクトでも、この材料は700℃プラントの候補材の一つに選定されています。「実際に使われれば本望」と、阿部氏は「20年後かもしれない」実用化の日を心待ちにしています。



高強度で溶接部強度劣化のないNIMS-9%Cr鋼

## 有機/金属ハイブリッド高分子のエレクトロクロミック機能を発見 —低電子ペーパーのマルチカラー化を実現する—

高分子学会「日立化成賞」受賞 樋口昌芳 MANA独立研究者

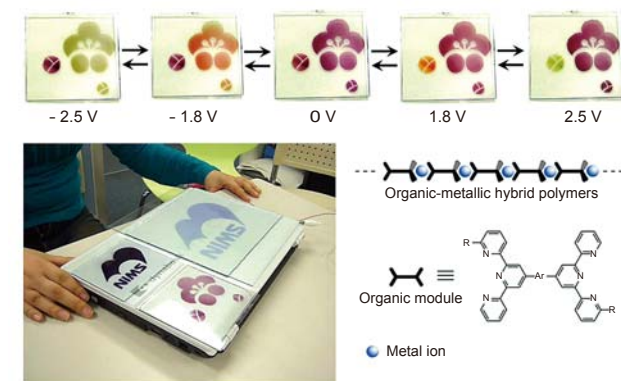


樋口昌芳MANA独立研究者はNIMSに来て5年目、2007年にスタートしたMANA(国際ナノアーキテクニクス研究拠点)に所属する気鋭の若手研究者です。有機金属化合物が専門でしたが、高分子が専門の指導者についたのをきっかけに、有機金属の高分子化

樋口氏は、この物質が電子ペーパーのカラー化に役立ちそうだとただちに考えました。

電子ペーパーは、バックライトがいらず、電源を切っても表示が持続し、軽くて丸めて持ち歩けるため、次世代表示装置として期待されています。しかし、今のところ表示はモノクロに限られ、軽さや柔軟性を損なわずにカラー化することがここ数年の課題でした。樋口氏が作った高分子は2種類の金属イオンをもち、赤、青、透明、緑のマルチカラー表示ができます。金属種と有機分子を適切に組み合わせることで、さらに鮮明で美しい多色を実現するのが今後の目標です。「MANAは自由に研究できる環境が有り難い」と言う樋口氏は、MANAに参加して初の受賞を心から喜んでいました。

に取り組みました。有機化合物に金属イオンが付いた物質には、溶液中で電気を通すと色が可逆的に変わる現象(エレクトロクロミック現象)が知られています。発色の原因は電荷が金属イオンと有機化合物の間を移動することです。この種の物質を多数つなげて高分子にすると、材料として活用する可能性が生まれます。有機金属の専門家は高分子にするという発想は持ちにくく、高分子の専門家にとっては金属を取り込んだ結合はなじみの薄いものでした。それをつなげたことがこの技術のポイントです。「自分で作った物が市場で生かされるまで」に関心と意欲をもつ





## 2008年表彰者

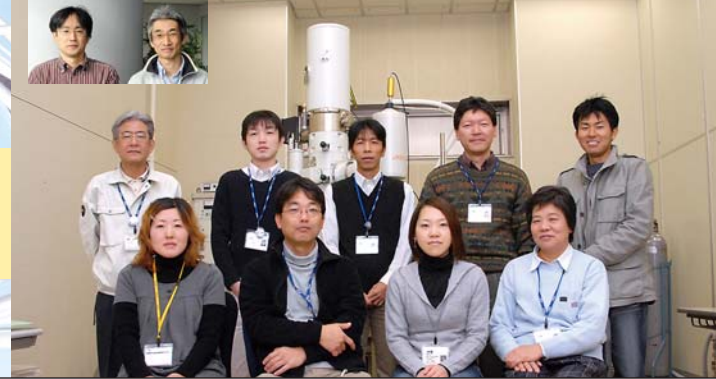
(受賞日順)

表彰名称	受賞者	所属または役職
強磁場フォーラム幹事会 第3回強磁場フォーラム三浦奨励賞	端 健二郎	ナノ計測センター
(独)理化学研究所 基礎科学特別研究員制度推進委員会 基礎科学特別研究員審査委員会 平成17年度採用基礎科学特別研究員 研究成果発表会ポスター賞(工学)	森山 悟士	MANA
2007 MRS Fall Meeting Outstanding Symposium Paper	大久保 忠勝	磁性材料センター
	宝野 和博	NIMSフェロー 磁性材料センター
	向井 敏司	新構造材料センター
Khwarizmi International Award, Iranian Top Science Prize for the year 2008	Ajayan Vinu	MANA
(社)日本鉄鋼協会 鉄鋼機能績賞	山崎 政義	データベースステーション
Electric Letters「Letter of the Month」	栗村 直	光材料センター
(社)日本セラミックス協会 学術写真賞優秀賞	山内 悠輔	MANA
(社)日本金属学会 日本金属学会金属組織写真優秀賞	大久保 忠勝	磁性材料センター
	宝野 和博	NIMSフェロー 磁性材料センター
(社)日本鉄鋼協会 澤村論文賞	大塚 秀幸	材料ラボ
(社)日本鉄鋼協会 学術記念賞(西山記念賞)	小山 敏幸	計算科学センター
	足立 吉隆	新構造材料センター
(社)日本鉄鋼協会 学術貢献賞(三島賞)	阿部 富士雄	新構造材料センター
(社)日本鉄鋼協会 研究奨励賞	古谷 佳之	材料信頼性センター
(社)日本鉄鋼協会 学術貢献賞(浅田賞)	平岡 和雄	新構造材料センター
(社)日本金属学会 金属組織写真優秀賞	津崎 兼彰	新構造材料センター
(社)日本金属学会 谷川・ハリス賞	阿部 富士雄	新構造材料センター
(社)日本金属学会 功績賞	向井 敏司	新構造材料センター
(社)日本金属学会 金属組織写真奨励賞	井 誠一郎	材料ラボ
(社)応用物理学会 講演奨励賞	栗村 直	光材料センター
	大久保 徹	光材料センター
	Kou Rai	光材料センター
Asian Excellent Young Researcher Lectureship Award, 2008	Ajayan Vinu	MANA
(社)電気化学会 論文賞	片山 英樹	材料ラボ
文部科学大臣表彰 科学技術賞	緒形 俊夫	材料信頼性センター
文部科学大臣表彰 科学技術賞	鯉沼 秀臣	特別顧問
文部科学大臣表彰 科学技術賞	三島 修	NIMSフェロー ナノ物質ラボ
文部科学大臣表彰 科学技術賞	菊川 直樹	光触媒材料センター
文部科学大臣表彰 若手科学者賞	田口 哲志	生体材料センター
(社)未踏科学技術協会超伝導科学技術 研究会 超伝導科学技術賞	平田 和人	超伝導材料センター
(社)日本鑄造工学会 功績賞	大澤 嘉昭	新構造材料センター
(財)船井情報科学振興財団 振興賞(船井賞)	栗村 直	光材料センター
(財)本多記念会 本多記念研究奨励賞	吉田 英弘	ナノセラミックスセンター
日本表面科学会 学会賞	田沼 繁夫	分析支援ステーション
(社)溶接学会 溶接技術普及賞	山崎 政義	データベースステーション
International Workshop Nanomechanical Cantilever Sensors [THE BEST POSTER AWARD]	吉川 元起	MANA
(社)日本顕微鏡学会 学会賞(瀬藤賞)	木本 浩司	ナノ計測センター
(財)富山県ひとつくり財団 とやま賞学術研究部門	廣田 憲之	MANA
(社)日本塑性加工学会 優秀賞 会田技術奨励賞	鳥塚 史郎	材料信頼性センター
	長井 寿	環境・エネルギー 材料領域
	井上 忠信	材料ラボ
	花村 年裕	材料信頼性センター
	村松 榮次郎	材料信頼性センター
	S.V.S.N Murty	(現) Vikram Sarabhai Space Centre (India)
(社)日本セラミックス協会 進歩賞	大垣 武	センサ材料センター

所属名は受賞時のものです。  
MANA:国際ナノアーキテクトニクス研究拠点

## クラスター ~分野融合クラスターの紹介~

### 電子顕微鏡



透過型電子顕微鏡(TEM)は、原子レベル分解能構造観察・分析・物性評価を同時に行える唯一の計測評価技術です。TEMのイメージング・分析・解析技術の向上は、物質・材料の新しい知見の探求と密接にリンクしており、NIMSにおいて最も需要が多い先端機器です。電子顕微鏡クラスターは、NIMSにおける共用TEMと先端TEMの充実を図り、それらTEM群による材料研究者支援や最先端材料解析技術の提供を行うため、2008年4月1日に発足しました。

#### (1) 電子顕微鏡クラスターのミッション

電子顕微鏡クラスターの主なミッションは以下の通りです。

- ・共用電子顕微鏡群の整備と運営
- ・先端電子顕微鏡の整備と運営、先端電子顕微鏡技術の開発研究
- ・NIMS内の教育・情報発信
- ・NIMS内共同研究の実施とコーディネート
- ・大型外部資金獲得による装置開発研究

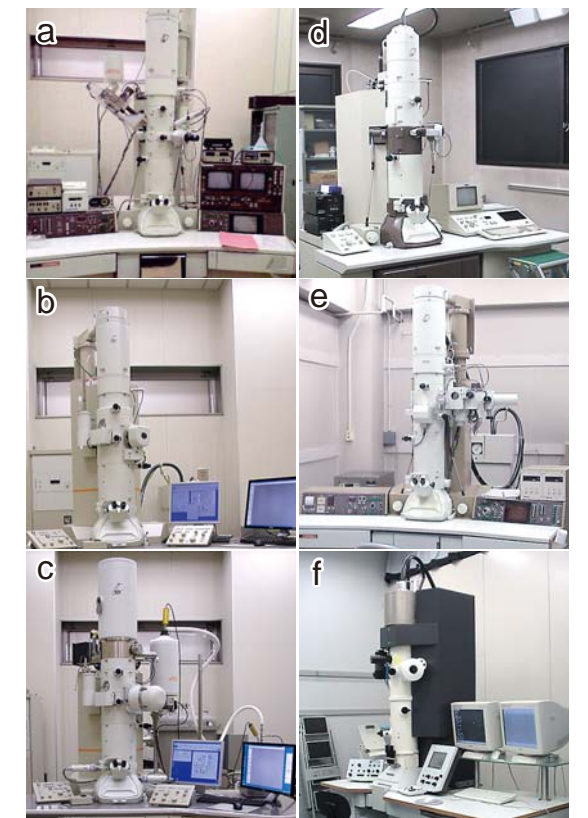
#### (2) 共用電子顕微鏡群の整備と運用について

電子顕微鏡クラスターでは現在、TEM6台とTEM試料作製装置の管理と支援業務を行っています。図はTEMの写真です。TEM試料作製装置としては、機械研磨装置(TEM試料を研磨して数10μm程度にまで薄くする)、イオンミリング装置(TEM試料をイオンビームを用いて100nm程度にまで薄くする)、TEM試料作製用収束イオンビーム装置(収束イオンビームを用いてTEM試料の特定の部分のみ100nm程度にまで薄くする)を現在整備中です。今後も材料研究者の声を反映させながらTEM関連の機器の充実や研究サポートを進めていきます。

#### (3) 先端電子顕微鏡の整備計画について

物質材料研究に必要なとされる世界最高レベルの電子顕微鏡の整備と、それを用いた材料評価技術の開発を行います。当クラスターメンバーは、クラスター設立準備段階より、国内外の顕微鏡関連研究動向を調べるとともに、物質材料研究に求められる装置性能を調査してきました。近年、材料特性が微量添加元素によ

り制御されていることや、ナノチューブなどナノ材料研究が拡大していることを踏まえ、分析感度を高めた「単原子分析TEM」の研究開発を行っています。これまでのNIMSにおける電子顕微鏡研究の蓄積も生かして研究を進め、2010年度中の装置完成を目指しています。



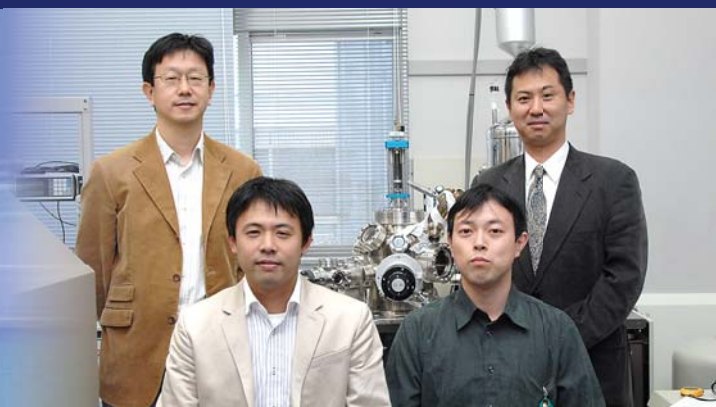
電子顕微鏡クラスターが管理する6台のTEM  
(a) 200kVTEM (b) 200kVTEM (c) 200kV電界放射型TEM  
(d) 100kVTEM (e) 200kVTEM (f) 200kVエネルギーフィルターTEM



# 分子ワイヤの成長とトランジスタへの応用

半導体材料センター 半導体デバイス材料開発グループ  
ナノシステム機能センター ナノ機能集積グループ\*1  
静岡大学創造科学大学院\*2

\*1は研究実施時の所属であり、現在東京工業大学に在籍。



若山 裕 早川 竜馬 町田 真一\*1 小林 健二\*2

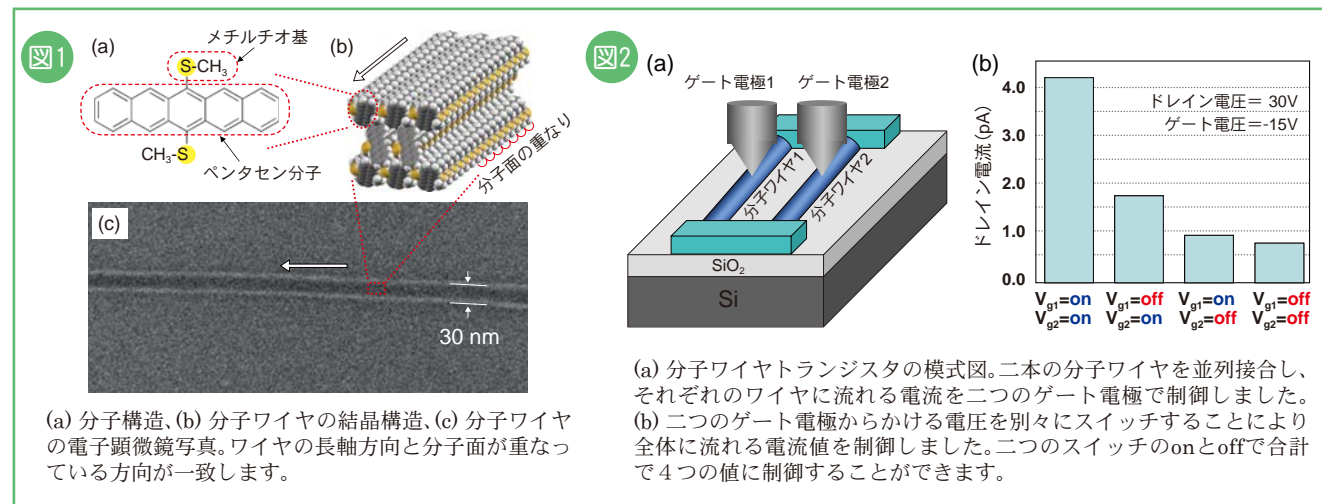
今、有機分子を使った素子開発が活発に進められています。その有機分子の特長は0次元の単一分子、1次元の分子ワイヤ、2次元の薄膜、3次元の単結晶まで様々な集合体を自発的に形成することにあります。例えば単一分子は究極の微細素子として注目されていますし、また薄膜は有機トランジスタなどへ応用されており、将来はフレキシブルディスプレイなどの開発が期待されています。今後は電荷輸送の向上が課題になるでしょう。その電荷輸送の点からは分子配列が整った単結晶が有利ですが、大量生産ができず実用性に欠けるのが難点です。それでは1次元状の分子ワイヤはどうでしょうか。実はこの分子ワイヤが単結晶の導電性と薄膜の柔軟性の両方を兼ね備えた材料として注目を集めています。そこで私達は分子ワイヤを使ったトランジスタ素子の開発に取り組みました。

まず、分子構造を適切に設計・合成することから始めました。導電性向上のためには分子面が重なり合うことが必要ですが、多くの分子はそのような配列になりません。私達はペンタセン分子にメチルチオ基を取り付けることによりこの問題を解決しました。この分子を真空蒸着すると自発的にワイヤ状に結晶成長す

ることや、そのワイヤは欠陥を含まない単結晶であること(図1)、その結果、従来の有機半導体に比べて一桁高い導電性を持つことなどが次々と見出されました。さらにはこの分子ワイヤがトランジスタとして機能することも確認できました。

ワイヤをトランジスタに用いると、高いon-off比を得られることや高密度集積化に有利などの利点があります。さらには複数のワイヤを並列接合してそれぞれに流れる電流を独立に制御できれば、多値レベルのスイッチングも可能となるでしょう。それをこの分子ワイヤを用いて実現しました。図2に示すように二本のワイヤを並列接合して、それぞれに流れる電流を電気測定用の探針から電圧をかけることによって独立に制御しました。その結果、通常のトランジスタはon-offの二値スイッチングですが、二本の分子ワイヤで四値スイッチングが可能であることを示しています(図2)。

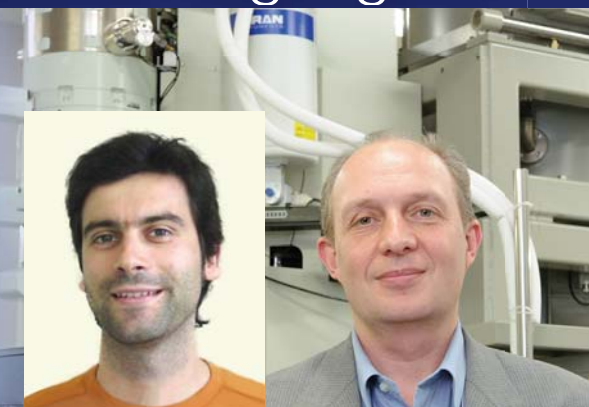
今回の研究は有機化学、デバイス物理、計測科学など異分野間の共同作業で進められました。今後も有機デバイスの研究にはこのような異分野融合が必要不可欠となるでしょう。



# カーボンナノチューブピペット

ナノスケール物質センター ナノ物質創製・評価グループ\*  
国際ナノアーキテククス研究拠点 (MANA)

\*は研究実施時の所属であり、現在ポルトガルのアヴェイロ大学に在籍。



Pedro M.F.J. Costa\* Dmitri Golberg

カーボンナノチューブは、微量薬剤を移送する小型ピペット(ナノピペット)としての可能性が大いに期待されていますが、これまでは化学物質の放出量とタイミングの調整が極めて困難でした。私達は、走査型トンネル顕微鏡 (STM) を組み込んだ透過型電子顕微鏡 (TEM) の中の実験で、ナノチューブに弱いパルス(数 $\mu$ A)を印加することにより、アトグラムレベル( $10^{-18}$ グラム)のヨウ化銅(CuI)をチューブ内へ自由に蓄えたり放出したりできる優れた方法を見出しました。

まず、CuIを充填した多層ナノチューブ試料を作るために、強酸化性の酸で処理し両端を開かせたナノチューブと過剰な濃度のCuIを乳鉢中で丁寧に破碎した上で、石英アンプル中に真空封入( $10^{-8}$ Torr)しました。さらに温度873Kの炉中で24時間加熱した後、複合生成物を回収して分析した結果、CuI充填率は、約60~70%と見積もられました。この時CuIはナノチューブ内で個別結晶を形成しており、TEM中でナノチューブに電流パルスを通すと、これらの結晶は一つずつ放出されます(図1)。従来の実験では、結晶が分解もしくは融解し、充填剤がナノチューブから連続的に押し出されてしまっていたので、私達はそ

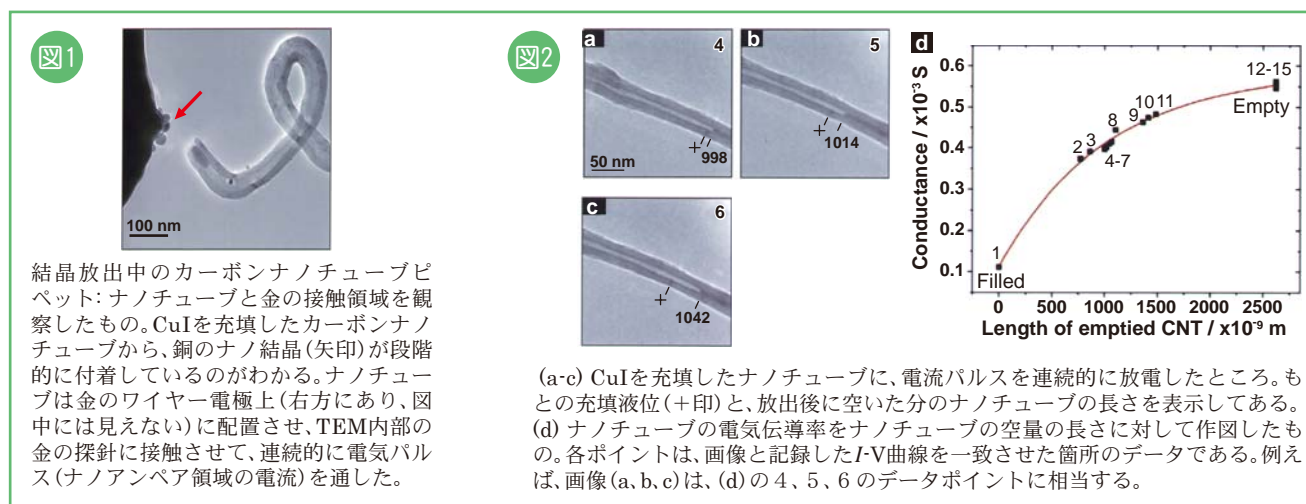
れとは全く異なる新たな放出過程を発見したと考えています。

また、私達は図2に示すように、CuIの放出時にはナノチューブの電気伝導率が高くなることを確認しました。これはCuI結晶粒間の接触抵抗が増大すると、CuI結晶粒とナノチューブとの境界で電荷キャリアの速度低下が生じるためです。このことは、ナノチューブのTEMによる観察と同様に、ナノチューブの電気抵抗を測定することで、チューブ内に残っている薬剤残量を正確に検知できることを示します。

この研究は、小型のチャンネルから、質量とタイミングを最高の形で制御しながら生体組織や細胞に化学物質を放出する、効果的な薬剤送達システムの開発に新たな局面を開くものです。

本研究は2008年8月28日号の「Nano Letters」(Nano Lett. 8(10), 3120-3125 (2008).)にオンライン上で発表され、2008年9月5日号の「Nature Nanotechnology」(doi: 10.1038/nnano.2008.282)のハイライト研究の候補に挙げられるとともに、2008年7月13~18日に開催された国際炭素材料学会議(Carbon 2008)では、炭素材料学会から「Best Young Scientist Research Award」を受賞しました。

Costa, P. M. F. J., Golberg D. et al. Stepwise current-driven release of attogram quantities of copper iodide encapsulated in carbon nanotubes. Nano Lett. 8(10), 3120-3125 (2008).





中西主任研究員は高分子グループでプロジェクト研究を行う一方、NIMSの在外派遣パートギャランティー制度を利用して、平成19年4月からマックスプランク研究所(MPI)コロイド界面部門のグループリーダーとしてドイツで研究しています。独自のアプローチで世界に先駆けて超撥水性を持つフラーレン膜を開発し、さらに液晶性を持つフラーレン素材の開発を手がける中で見えてきたバルク材料創製の取り組みについて伺います。



中西 尚志 (Takashi Nakanishi)  
ナノ有機センター 高分子グループ 主任研究員  
ドイツ・マックスプランク研究所コロイド界面  
グループリーダー  
JSTさきがけ 研究員

## シンプルな有機合成で 回収・再利用可能なマルチ タスク材料を開発する

### 現在の研究を始めたきっかけは何ですか。

私がNIMSに入ったのは2004年の4月。有機系で材料につながる物質として私が選んだのはフラーレンです。有機的に化学修飾でき、炭素という無機的な性質も持ち合わせているので、材料までつながる可能性があると思い、目を付けました。分子を集わせていろいろな形にアレンジし、形から材料になるものを探せるのではないかと考えたのです。

### 具体的にはどのような方法ですか。

フラーレンはすぐに集合して「だま」になってしまい、意図する制御が非常に難しかったので、フラーレンに足にあたる部分を付けて修飾し、その両者のバランスを巧みに操ることで、ひとつの分子からいろいろな形状の集合構造を作り分けることができるようになりました。

### 修飾に用いたのは、アルキル基だけですか。

ここではアルキル基だけを用いて、分子が溶ける有機溶媒の種類を変えていきました。有機溶媒は種類がたくさんあり、混ぜることができますから、無限な種類の溶媒を作ることが可能で、その中から適切な条件を見つけることができます。花びらの形や、クルクル巻いた形など様々な形の集合体を作り分けられるのです。最近の成果に、表面にギザギザのフレーク状の構造を持つ素材の開発があります。この表面は超撥水性を持っており、ハスの葉のように水を弾く自己洗浄機能があります。フラーレンを素材とした超撥水性の膜の開発はこれが世界で初めてです。この素材の特徴は、条件の合う有機溶媒で溶かせば元の素材として回収でき、再利用が可能であることです。

フラーレンとアルキル基の組み合わせで、逆にフラーレンの集合性を完全に阻害するような分子設計にすると、室温で液体の物質になります。一番新しい研究では、熱の作用によって液体の流動性を持ちながら分子レベル

で配向しているという液晶の素材を作りました。これら液体・液晶はフラーレンの電子機能を兼ね備えた素材です。ここまで来て、バルク材料としてフラーレンを使う可能性がだんだん見えてきました。私が作っている分子はシンプルな有機合成(2ステップ)なので、材料としての可能性が高いと思います。この方法で作った分子のフラーレン含有率は約50%を保つことができます。今後もよりシンプルに最適化していきたいと思っています。

### グループリーダーをされているMPIはいかがですか。

「量より質」とははっきり言われています。NIMSよりもさらに基礎的なサイエンスに重点を置いている研究所で、ドイツにおける化学分野の評価では、私の所属するコロイド界面部門は、研究所や大学の中でトップの地位にあり、それを維持することが求められています。そのためにも、じっくり研究の質を高めていく必要があります。

### NIMSの研究とMPIの研究をどのように行っているのですか。

両機関の研究を並行して行っています。NIMSで行ってきた研究をMPIの環境でより深く理解しつつ、その結果をフィードバックしてNIMSの応用を目指した材料研究に役立てています。このMPIでのプロジェクトは2010年3月まで継続されます。

### 次の目標は何ですか。

有機材料は無機材料に比べると強度が劣るという印象がありますから、逆に有機だからできる複雑な形状やソフトな形態の制御を活かしながら、無機材料に転写していきたいと思っています。有機材料を再回収して使用する上で、ひとつの素材がいろいろな用途に使えれば、持続可能な社会に貢献できます。そのようなマルチタスクな材料は、有機だからこそ実現できると思います。



## NIMSイルミネーション

— 16回の輝きを最後に幕 —

今から遡ること17年の1992年(平成4年)12月、NIMSの前身である金属材料技術研究所がつくばに移転するため研究本館を建築中でした。当時のつくば研究学園都市は夜になると漆黒の闇。そのあまりに暗くさびしい風景に、建設作業員がつくばの夜を明るく照らすクリスマスライトを思いつき、建築途中の8階建ての建物の壁に大きなクリスマスツリーのイルミネーションを灯しました。

それをきっかけに、翌年から、移転してきたばかりの研究所が近隣と親交を持てるよう、近くにある小学校からデザインを募集して、NIMSの職員と小学生によるNIMSイルミネーションが始まりました。今では至るところに街を照らす色とりどりの明かりが見られますが、当時は画期的なアイデアで、その輝きを見るために訪れた見物客で周辺の道路が混雑するほどになり、多くの感動の手紙や電話がNIMSに寄せられました。

毎年6年生が描いた作品の中から選考することが慣例となったデザイン画に基づいて、NIMSの研究者から成るイルミネーション実行委員会と有志が、幅8m、

高さ16mにもなるクリスマスと新年の干支のデザインを作成し、絵を寄せてくれた小学生たちが、その最終仕上げの作業を手伝いました。点灯式には父兄ともども研究所に招待して点灯の喜びを分かち合ったこのイベントは、地域との交流を深めるとともに、卒業が近づくと6年生に自分が描いたデザインが大きく夜空に輝くという夢と希望を与えたのではないかと思います。

長い間皆様に愛されたNIMSイルミネーション最後の点灯式は、2008年(平成20年)12月12日の夕刻に、多くの小学生や父兄が見守る中で行われました。小学生から感謝をこめた賛美歌の合唱がNIMSにプレゼントされたのを受け、最初の点灯からこのイベントに関わってきたイルミネーション実行委員長の藤塚氏は、「皆さんが将来NIMSの研究者となって、ぜひイルミネーションを復活させてください」と、心からの期待をこめて点灯式の最後の挨拶を締めくくりました。

2009年(平成21年)1月7日をもちまして、16年にわたるNIMSイルミネーションを無事終了いたしました。皆様のご協力に感謝いたします。



建設中のビルに灯った最初の  
クリスマスイルミネーション(1992年)



最終仕上げ作業をする小学生



初めて青色/白色LEDを  
使用(2000年)



TX開通の年(2005年)  
TXmasイルミネーション



作業指示をする藤塚氏



最後となった2008~2009年  
イルミネーション



## 岸理事長が第1回岸上賞を受賞

平成20年12月8日から12日に京都大学の福井謙一記念研究センターで開催された第19回AE国際会議(International Acoustic Emission Symposium: IAES-19)において、岸輝雄理事長が第1回岸上賞を受賞しました。1934年に世界で初めてアコースティック・エミッション(AE)を測定した論文を発表した東京帝国大学の岸上教授の名を冠する本賞は、日本非破壊検査協会AE特別研究委員会が主催するAEの国際会議において卓越した研究成果に対して贈られます。

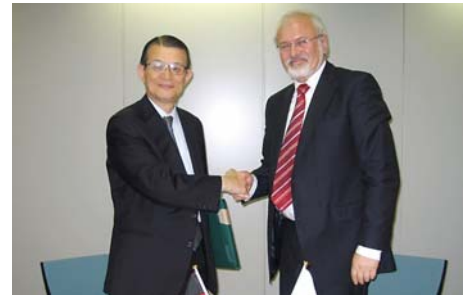
この度の受賞は、岸理事長が東京大学で注力してきた「アコースティックエミッションの逆問題解析による材料非破壊評価法」の研究とAE特別研究委員会における功績が評価されたものです。12月10日の午後に行われた岸理事長による「材料研究と非破壊評価の新動向」についての特別講演に続き、IAES-19のバンケット会場となったホリディイン京都ホテルで授与式が行われました。



AE特別研究委員会委員長から記念品を手渡される岸理事長

## ドイツカールスルーエ研究センターとの姉妹機関協定締結

平成20年10月17日、ドイツのカールスルーエ研究センターとの姉妹機関協定(包括研究協力協定)締結の調印を行いました。同研究所はドイツの国立研究所グループの一つであるヘルムホルツ協会に所属するドイツの代表的ナノテクノロジーCOEであり、ドイツの代表的拠点ネットワークnanomatを主導している機関です。本協定締結により、共同研究、人材交流の促進を図ります。

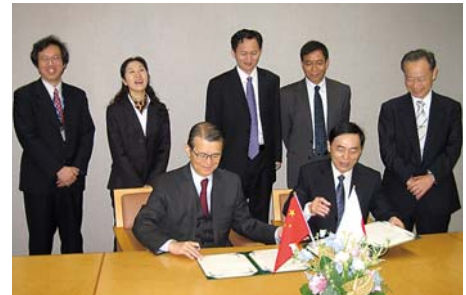


調印後握手を交わすProf. Eberhard Umbachと岸理事長

## 中国南京大学と国際連携大学院協定を締結

平成20年11月7日、中国南京大学から陳駿学長ら4名の代表団が来訪し、NIMSと南京大学の間に国際連携大学院協定を締結しました。この協定はNIMSへの学部卒学生の受け入れを目的とし、毎年若干名の学生がNIMSに派遣されます。

代表団はNIMSナノテクノロジー拠点や国際ナノアーキテクトニクス研究拠点(MANA)などを見学されました。



笑顔で調印式に臨む陳駿学長(右)と岸理事長(左)

## ハンガリーブダペスト工科・経済大学と国際連携大学院協定を締結

平成20年12月1日、NIMSとブダペスト工科・経済大学(BME)の学長ガボール・ペッツェリ教授および学位委員長ギョルギ・ミハリ教授が国際連携大学院協定を締結しました。この協定にはハンガリー科学アカデミーの技術物理・物質科学研究所の所長イストバン・バーソニ教授も名を連ねています。BMEは3人のノーベル賞受賞者を輩出しているハンガリーの誉れ高い教育機関です。この協定により2009年にはBMEからの最初の大学院生がNIMSで研究をする予定です。



左から岸理事長、イストバン・バーソニ所長、ギョルギ・ミハリ学位委員長