

NIMS

材料研究展

2008.Vol.8 No.7 July

NOW

萌芽ラボ ～ラボの紹介と最近の成果～

材料ラボ

水素のその場観察への挑戦
宇宙で超低温を実現する

Research Highlights

- プラズモン共鳴を利用した
新しい赤外光源の開発に成功

環境・エネルギー材料研究展 開催報告

2007年の異常気象



イギリスでの洪水

東南アジアでの洪水

キリルによる暴風雨

台風セバン

特集 フェイス interview

若い人は果敢に新しい分野に
チャレンジせよ
理事 馬越 佑吉

新たな大学院との「関係」構築を推進
人材開発室 大学院チーム長
特別顧問 志田 憲一

独自の文化を活かしつつ
国際化を推進したい

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

スペシャルインタビュー

UCLA化学・生物化学科 Distinguished Professor
カリフォルニアナノシステム研究所(CNSI)
ナノ・ピコ特性評価コア施設 ディレクター

James K. Gimzewski 教授

イノベーション、想像力、創造力で
ナノテクノロジーを切り拓く



NIMSはグローバルスタンダードを確立した国際的な研究環境を整えるため、各方面で活躍されてきたエキスパートをリーダーとして招き、さまざまな取り組みを進めています。今年4月にNIMSに就任された3名のリーダーにそれぞれの取り組みについてお話を伺います。

若い人は果敢に新しい分野にチャレンジせよ

理事 馬越 佑吉 (Yukichi Umakoshi)

馬越理事は、大阪大学で金属間化合物の機能特性などの材料工学分野のみならず、骨再生・骨疾患の診断・治療への工学的手法によるアプローチなど、幅広い分野の研究で業績をあげる一方、工学研究科長、理事・副学長に就任され、数々の大型プロジェクトを先導するとともに、大胆な組織改革を実施してきました。

NIMSの評価委員をされていましたが、実際に理事になられてどのような印象をお持ちですか。

発表論文数、論文被引用数等の数値、大型プロジェクトの実施、理事長主導の組織・運営改革等はすばらしく、評価委員として感じたことをここにきて再認識しました。装置、施設等インフラ整備もすばらしいですね。ただ、NIMSは物質・材料分野における世界の中核研究機関であり、その理念は“使われてこそ材料”のはずなのですが、物質に重きが置かれ、本来の材料の側面が薄れているのではないかというのが私の印象です。デバイスを作れ、製品展開が必要と言っているのではありません。例えば、シリコンは地道で非常に泥臭い高純化プロセスの開発があって初めて半導体として機能し、今日の情報化社会をもたらしたのです。新しい機能発現、新物質探索のような発明・発見はもちろん重要ですが、材料研究が社会を豊かにし、人類社会に貢献するためには、“使われてこそ材料”の立場からの地道な研究が必要です。

他にどのようなことをお感じになりましたか。

国際化が進んでいますね。我が国で一番でしょう。しかし、私がこれまで大学にいたせいもありますが、若い人、特に30歳前後の研究者が少ないように感じます。私も含め

高い年齢層が多いことで、若い人に無言の圧力がかかってしまうことが懸念されます。頼りなさ、危うさがあっても、若さは未知の領域に果敢に挑戦し、ある時に強烈なピークを生み出しますから、それを摘んでしまっただけでは知識だけの豊富な常識人の集団になってはいけません。研究は未知への挑戦なのです。

もう1つは組織についてです。大学の場合は、学生を教えるという教育の縦の縛りがありますが、ここにはそうした制約がないのですから、運営費交付金のプロジェクトや分野などに縛られず、柔軟に振舞ってほしいですね。国研から独法になって研究の自由度が増したことを活かして、異分野、内外の研究者と連携し、新たな分野に挑戦してほしいと思います。

若い研究者に、どんなことを望まれますか。

真理の探求、自然の摂理の解明はもとより、人を助け、我々の生活を豊かにするのが科学技術の原点です。国民はそれを願って多くの税金を科学技術に投入しているのです。若い人はその負託に応える自覚を持ってほしい。自由に研究できる環境を醸成することは大切です。しかし、私の経験から言うと、時として強烈な外圧も必要です。これまでとは違った分野に挑む場合、多くの困難と猛烈な外圧を伴い、それが新たな発想を生み出します。火事場の馬鹿力が必要な場合もあるのです。挑戦するチャンスは平等にあり、そのチャンスを活かすか否かで結果は大きく異なります。若者はそのプレッシャーに果敢に挑戦していただきたいのです。新たな分野に挑戦するためには研究資金が必要ですが、今は独法に対する風当たりも強い。私の立場は、そうした世間の荒波の防波堤になることです。多くの外部資金を確保し、自由な研究環境を守る組織運営を行う。そうした環境で研究できるからこそ、社会の負託に応えなければならない。それが旧国研の使命です。

どのような夢をお持ちですか。

半導体の開発は情報化社会を実現し、ジュラルミンの発明は航空機の飛躍的進歩、輸送手段を抜本的に変えました。材料研究の進展が社会変革をもたらすのは歴史の必然です。いまや原子一個一個を識別し、ピンセットで操るようになり原子を操作し、新物質を創製することが可能な時代になりました。ナノテクノロジーを駆使し、新たな物質・材料を創り、新産業を創出して社会変革をもたらす、その中心にNIMSがある、それを実現したいですね。

新たな大学院との「関係」構築を推進

人材開発室 大学院チーム長
特別顧問 志田 憲一 (Ken-ichi Shida)

志田特別顧問は、企業の研究所、海外事業所、研究開発の管理職、高分子学会常務理事、北海道大学東京オフィス代表と、非常に多彩な経験を積んでこられました。中でも北大の東京オフィスでは、国立大学では初めての観光学の大学院専攻の創設に尽力され、その経験を活かして4月にNIMSに新設された人材開発室の大学院チーム長に就任されました。

NIMSに来るきっかけは何だったのですか。

この3月まで北海道大学の東京オフィス代表を務めていました。東京オフィスには3年7カ月おり、その間、観光学の大学院専攻創設だけでなく、東京での北大のセミナー運営、九州大学との共同活動報告会など、いろいろと新しい取り組みをスタートさせる仕事をしましたが、最後の半年ほどは東京オフィス代表として北大とNIMSとの連携大学院の協議に加わっていました。この大学での経験を活かすようにと、NIMSの特別顧問に招かれたと思っています。

そうすると、大学との連携が中心とした業務ですか。

そうです。NIMSは全国の多くの大学と連携していますが、筑波大学大学院の物質・材料工学専攻との連携は他の大学とは違います。この専攻は実質的にはNIMS内に開設されており、NIMSの研究者が筑波大学の専攻長、客員教授、准教授になり、NIMSの優れた研究環境を活用して主指導教員として研究指導を行います。このような仕組みを、私達は「関係大学院」と名付け、さらに広げるため、他の基幹大学とも交渉を始めました。その成果が、北大の理学院および生命科学部に創設した博士後期課程連携分野「先端機能化学分野」と「フロンティア生命材料科学分野」で、筑波大学と同じ形式で海外の若い優秀な人材を受け入れていきます。これは、これまでに例のない新しい取り組みだと思います。

この連携は優秀な人材を採る手法としては有効ですね。

今、アメリカではインドや中国のトップクラスの学生を採用して、非常に優遇して研究をさせていますが、日本は政策的に大変遅れています。ですから、及ばずながらNIMSでは先に申し上げた「関係大学院」を積極的に展開したいと思います。若手が来るとNIMS自体も非常に活性化します。NIMSは物質・材料科学では世界トップクラスですから、優れた研究者が数多くいます。そこに優秀な人材が来ることによって研究者の研究も進みますし、学生はここで学位を取り、国内外の大学や研究所に仕事を得るチャンスも生まれると思います。

NIMSにはどんなことを期待していますか。

ここは、金属と無機がベースになっており、400人くらいの研究者のうち40~50人が有機、高分子です。高分子関連では大学、企業に親しい方が多いので、多少お役に立てると思っています。これから高分子に力を入れていくなら、戦略的に、重点的にやったらいいのではないかと考えています。有機EL、太陽電池、燃料電池、バイオ関連、組織再生や生体材料など有機材料関係では、NIMSとして特徴がある研究分野を戦略的に攻めるのがいいのではないかと考えています。

研究者にアドバイスをいただきたいのですが。

非常に基礎的な研究であっても、役立つためのイメージを持ってやること。あるいは、開発研究を嫌う人がいるかもしれませんが、開発研究の過程で出てくる基礎的な問題を元に戻って勉強するというのも有効ではないでしょうか。

どのような夢をお持ちですか。

大学との連携において、従来型の連携大学院を「関係大学院」として強化するための仕組みを、きちんと構築していきたい。夢というよりは、実務の仕事ですね。研究者が先生となって博士課程後期の学生を呼んでくるだけでは大学院の体を成しません。今後100人を超え、200人くらいになることも視野に入れて、NIMSとしての組織的な対応をしっかりとすべきであろうと考えています。



独自の文化を活かしつつ国際化を推進したい

ICYS-IMATセンター長/NIMSナノテクノロジー拠点長
フェロー 潮田資勝 (Sukekatsu Ushioda)

潮田フェローは、ダートマス大学を卒業、ペンシルベニア大学院を修了した後、カリフォルニア大学で教鞭を取り、帰国後、東北大学に着任して、STM 発光分光による原子レベルの表面物性の研究などを行いました。その後、北陸先端科学技術大学院大学学長に就任。日米の研究環境について知悉しているところを乞われ、4月にNIMSの千現地区に新設されたICYS-IMATのセンター長に就任されました。

NIMSとの関わりはいつからですか。

ICYS(若手国際研究拠点)を始める時に、岸理事長から手伝ってもらえないかと声をかけられ、ICYSのエグゼクティブ・アドバイザーをしていました。ですから、月に1回はICYSがあるNIMSの並木地区に来ていたのです。北陸先端科学技術大学院大学の学長になってからも来ていました。私は自分のことをサウンディング・ボードと言っていました。ICYSでは外国人研究者に個人的に会って何をやっているか説明してもらい、その研究テーマについてディスカッションするのです。僕が理解できないことが多いので、理解できるレベルで説明してもらおう。そうするうちに本人に何か新しいアイデアが浮かんだりする、そんな刺激を与える役でした。また、説明を聞いていて、そういう研究は日本では誰々がやっているから話してみたらどうか、というようなネットワーキングの役に立つアドバイスもしていました。それを今度はICYS-IMATという新しい組織ですることになったのです。

具体的にどのような役割ですか。

ICYSと似たような役割だと思いますね。つまり、外国から優秀で若い研究者を呼んで来て、優れた人材を育てる仕事です。ICYS-IMATに来たら独立して研究ができるし、最先端の設備も使える、研究費も十分に与えられるので、かなり自由に好きな研究をすることができます。このプログラムには日本人も入り、相互に刺激し合う環境を創ってクリエイティブな仕事をするに意味があると思います。それから、ICYS-IMATはグローバル・スタン

ダードに合うようなオペレーションのできる組織にしたいですね。

ICYSの成功を踏まえてということですか。

ICYSが行ったことは、並木地区にかなり刺激を与えました。研究者だけでなく、事務局も外国の研究者に対応できるよう、何でも日本語と英語のバイリンガルにしたのです。その時、千現地区はほとんど関与していませんでした。今回、ICYS-IMATは千現地区に創設されましたが、並木地区にあるICYSの千現支所になっては困るのです。こちらはこちらでイニシアチブを取ってやらなければなりません。ICYS-IMATによって千現地区にも刺激を与えたいというのが、理事長の意志だと理解しています。現在はほとんど英語が通じない事務局の状況を変えるのが、今回の目的のひとつです。MANA(国際ナノアーキテクト研究拠点)もそうですが、NIMS全体として物質・材料研究の国際拠点になるために頑張っています。欧米の優れた研究者に来てもらうためには、何らかのエクストラ・アドバンテージがなければなりません。少なくとも普通に仕事ができる環境が基本です。大学だけでなく、独法も含めて国際的な環境のレベルを上げるにはある程度の時間がかかりますから、徐々にでも始めることが必要なのです。ICYSもICYS-IMATも、グローバル・スタンダードに合わせようとする努力を始めたことに意味があると思います。

どのような夢をお持ちですか。

僕の夢は、日本の社会をリーズナブルでフェアな事が自然に行われる社会にすることです。あまり低レベルな意味でのグローバル化をしないでほしいですね。それは、世界中が同じようになってしまっただけではつまらないからです。日本には独特の歴史があり、ユニークな文化もありますから、科学、技術、機構運営などのプラクティカルな側面以外のところまでもグローバル化してしまつたら、独自の文化が薄れて面白くありません。しかし、世界の人間とうまく付き合い、一緒に仕事をするためには、実務的な面をグローバル・スタンダードに合わせざるを得ないのが現状です。できたら、グローバル・スタンダードの方を日本人の趣味に合わせて変えるように働きかけることも大事ですね。

スペシャルインタビュー

イノベーション、想像力、創造力でナノテクノロジーを切り拓く

ジェームス・ジムチェウスキー教授は、走査型トンネル顕微鏡(STM)を用いたナノサイエンスおよびナノテクノロジーに関する数々の先駆的研究によって世界中によく知られています。STMによる原子と分子の機械的・電気的コンタクトについての先駆的研究、STMからの光放出の発見と利用、STMによる分子像の初期の観察などがその例です。最近では、焦電性結晶と金属細線を用いたテーブルトップ熱核融合の実現およびX線源の開発、原子間力顕微鏡(AFM)による生細胞の細胞膜振動の検出、単分子DNAのプロファイリングなど独創性あふれる広範な研究を行っています。その一方で、世界中で公開されてきた共同芸術科学作品も手がけています。また、UCLAにオープンしたMANA(国際ナノアーキテクトニクス研究拠点)のサテライトである共同研究室のディレクターとして、MANAとの共同研究に意欲的です。



James K. Gimzewski 教授
UCLA化学・生物化学科
Distinguished Professor
カリフォルニアナノシステム研究所(CNSI)
ナノ・ピコ特性評価コア施設
ディレクター

MANAのサテライト研究室ではどのような研究をする予定ですか。

2つの研究分野を重点的に扱うつもりです。1つは人工的なシナプス結合ネットワークである「MANAプレーン」です。MANAで先鞭をつける研究ですので、この名をつけました。このプレーンは学習能力に関して人間の脳にやや似た挙動をし、物質の柔軟なパターン化をMANAの青野拠点長と共同研究者が開発した原子スイッチの材料技術を基にして私達が開発した技術を組み合わせることで実現します。神経シナプスのように、ある場合には結合が弱くなり、ある場合には結合が強くなる「多状態神経形態システム」を考えています。ある意味で、これは計算の代替方式として生体を模倣する手法です。

もう1つは、X線を発生する微小な結晶を用いて行う、私自身の研究に関連するものです。各種の顕微鏡に使用できる、原子サイズのX線源アレイを作りたいと考えています。

この研究はその他の国際的な協力内容とは違うのですか。

はい、違います。文部科学省が、実験場所まで含めた、このように緊密な共同研究プロジェクトに資金提供するの初めてです。これは青野さんと私が16年以上にわたって、互いに知り合いであったことに大に関係しています。私たちはお互いに共同で論文を発表する機会はまだありませんでしたが、よく会ってさまざまな独創的なアイデアを議論してきました。今回、そのような共同のアイデアを発展させる機会を手に入れたわけで、大変うまくいっていると思います。

音響細胞学における研究についてお話しいただけますか。

これは、いろいろな分子モーターが細胞内で液体を動かすと考えられる現象によって発生する音を検知する新しい分野です。イタリアでの共同研究者のカルロ・ヴェンチュラ(Carlo Ventura)博士は幹細胞を用いた研究において、幹細胞はそれ自身が発生する音だけで細胞組織の種類を区別す

ることができると考えています。この研究ではまた、細胞に音響エネルギーを注入することにより、細胞が変化する様子を変えることができます。これは癌治療に対して非常に大きな意味をもつ可能性があります。

研究の目標は何ですか。

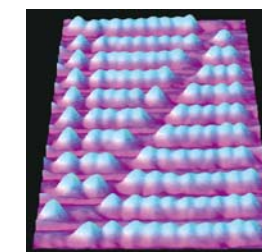
この地球を建設的な方向で劇的に変える鍵となるイノベーションを見つけることです。それは私たちの心を外部の世界に違った方法で結びつけるひとつの方法となるかもしれません。「MANAプレーン」はその始まりと考えています。このプレーンは本物と同じように神経を置き換えるので、アルツハイマー病治療の可能性もあります。もっとも、そうなるのはまだまだ先のことでありますが。

ここ数年間では何が期待できますか。

多くの新しい遠隔医療診断法や生体センサーが実現すると思います。私は太陽光発電におけるブレークスルー技術を期待しています。もっと高効率の電池パネルを作れない理由はありません。石油の価格が上昇するにつれ、特にカーボンナノチューブなどの自動車用の新しい機能材料の実用化が進むでしょう。

この分野の若手研究者にメッセージをお願いします。

持続可能性の観点において、ナノテクノロジーは地球上でもっとも重要なもので、若い研究者はこの分野を明らかにしていくために想像できる限りのすばらしい機会を手にすることができます。そのためには、イノベーション、想像力、創造力が不可欠です。



ナノそろばん
世界最小の計算器
ジムチェウスキー教授とIBM研究部門
チューリッヒ研究所の科学者は、1996年
に個々の直径が1nm以下の分子(C₆₀)を球
に見立ててそろばんを作りました。

材料ラボ

— 材料のもつ夢を掘り起こす —



材料は人間活動の生産と生活を支える基礎要素であり、新しい材料や材料技術の登場は新たな価値と豊かさを生み出す夢の源泉です。その夢を掘り起こすためには、これまでになかった材料を創生し、機能を現出させ、新たな用途を切り開く開拓的な研究や、物質や材料の特性を徹底的に調べ上げ、新たな知見に結びつける基礎的な研究、さらには、それらの知識や技術を社会や産業と調和させていく包括的な研究が必要です。材料ラボは、そのようなさまざまなアプローチで材料研究をする研究者が集まり、徹底した基礎解析から産業と連携した実用化研究まで、それぞれの得意とする分野を生かし、材料の中に秘められた夢を実現するための研究を進めていく、21世紀の新錬金術師達です。グループ構成も個々が新たな発想に結びつく分野間交流を促進する観点から、異分野同士の組み合わせで運営しています。

基盤研究グループ

- ◆ 材料社会工学研究
資源リスク、資源循環の定量的指標を提示
- ◆ 金属化学研究
クリーンで高信頼な新物質の分析法、化学的評価
- ◆ インフォマティクス研究
入力ソフト、問題解決支援システムの設計
- ◆ 高性能銅合金研究
世界一の強度・導電率バランスの銅合金開発
- ◆ 強磁場中励起研究
電子励起状態の強磁場効果の解明
- ◆ 高圧・ナノ結晶研究
高圧力でナノ結晶合成・新しい機能探索

インテンス研究グループ

- ◆ 腐食解析研究
ケルビンフォース顕微鏡によるその場観察
- ◆ 先進低温工学材料研究
世界最先端のセラミックス磁性蓄冷材料の開発
- ◆ 強磁場中変態研究
組織変態の動力学と磁場による組織制御
- ◆ 塑性加工プロセス研究
塑性加工による形質制御同時技術の構築
- ◆ 高輝度電子線源研究
フォトカソード用Cs₃Sb被覆電極の開発

融合領域研究グループ

- ◆ ナノ・ダイナミック物質設計研究
ナノハイブリッド膜による機能素材の開発
- ◆ 先進ナノセラミックス・プロセス研究
ナノリアクター反応による粒子合成と機能化
- ◆ 3D/4D鉄鋼相変態研究
3D/4D解析に基づく鉄鋼信頼性向上原理の追求

エコ・エネルギーグループ

- ◆ 熱電材料研究
Mg₂Si系からポリマー系までの熱電変換材料

応用結晶科学グループ

- ◆ 結晶科学研究
強誘電性・強磁性などの機能融合とマルチ化
- ◆ 銅・ステンレス研究
緑青、窒素化合物など大気腐食形成体の研究

格子原子研究グループ

- ◆ 照射効果研究
高エネルギー粒子照射に起因する変形と破壊

白金族金属研究グループ

- ◆ 白金族研究
白金族の超高温特性を活かした高機能高強度材

一次元ナノ材料グループ

- ◆ 一次元ナノ材料研究
ナノチューブ、ナノワイヤの創生、評価、応用

先進材料グループ

- ◆ 電界放電プロセス研究
電界紡糸と微小放電を利用した材料開発
- ◆ 制振材料研究
新規機構による制振・制震材料の開発

構造的機能研究グループ

- ◆ 構造的機能研究
形状記憶、超弾性、磁歪、制振等の構造的機能

非破壊評価グループ

- ◆ 非破壊評価研究
超音波技術による非破壊材質評価技術の開発

水

素のその場観察への挑戦

— 材料損傷における水素の役割を再考 —

材料ラボ インテンス研究グループ



グループリーダー
升田 博之

近年、CO₂削減の観点から原子力プラントが各国で次々と建設されています。しかし原子力プラントの安全性に大敵となるステンレス材料における応力腐食割れ(SCC)の問題は、非常に多くの研究が行われているにもかかわらず解決されていません。解決するためには、腐食反応で発生した水素がどこに集まり腐食や割れの原因となるかをその場で計測する必要がありますが、計測法が確立されていなかったため、解明されずにきました。

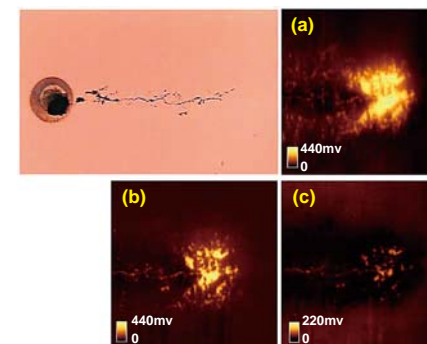
水素のその場観察に関する研究を始めたきっかけは、ステンレス鋼でき裂の先端付近ばかりに腐食が進行するという興味深い現象の発見でした。そこで、き裂先端近傍に腐食しやすい電位が卑な物質が形成されているという仮説を構築し、仮説を元に走査プローブ顕微鏡観察可能な、新しいSCC試験法を考案しました。それは薄い板をバネのように軽く曲げて荷重を荷重し、海水のにがり成分であるMgCl₂液滴を十数個付着させて温度70℃湿度30%の環境(夏に日なたに置いてある鉄板の環境)に保持するものです。このような日常に起こる環境で、SUS304ステンレス鋼に数時間で割れが発生します。この試験法の利点として、1. SEM観察などの前処理が容易、2. 液

滴内部が電気化学的に独立しているため、同時に多くの実験が可能、3. 試料の曲げ具合(曲率半径)で負荷応力が制御可能、なことが挙げられます。

図1は負荷応力801MPaで2日間試験した時の厚さ0.07mmのSUS304ステンレス鋼に発生したき裂の光学顕微鏡像および電位分布像です。この像は、NIMSで開発された、世界で唯一広範囲の電位分布像が取得可能な走査プローブ顕微鏡で撮影したものです。き裂先端近傍に電位が卑な領域が形成され、時間とともに消滅していくのが、その場観察できました。これは水素が抜けていくからです(後述)。き裂先端近傍の電位が卑な領域は、試験直後ほとんどのき裂で観察されます。

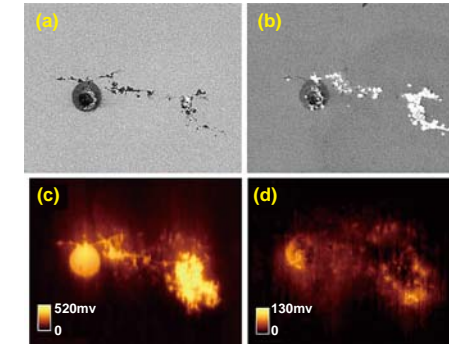
次に、銀の析出を利用して水素の分布を可視化できる銀デコレーション法を用いて水素を調べた結果を図2に示します。電位が卑な先端近傍に多量の銀が析出します。析出後は水素が消費されるので、電位が卑な領域が消滅しています。このことから、電位と水素分布に良い対応があることが分かりました。本手法により、今後水素と割れ、水素と腐食に対する新しい知見が開けてくると考えています。

図1



き裂の光学顕微鏡像(0.62mm × 0.4mm)およびき裂先端近傍の電位分布像(0.4mm × 0.4mm)の経時変化。(a)試験直後、(b)5日後、(c)11日後。図中のスケールは最大電位差表示。明るい部分は電位が卑。

図2



き裂のSEM像(a)、(b)と電位分布像(c)、(d)(0.5mm × 0.4mm)。(a)銀取り除き後、(b)銀デコレーション後、白く見えるのが銀。(c)試験直後、(d)銀取り除き後。試験条件は図1と同じ。

宇宙で超低温を実現する

—磁性体を作る新しい冷却技術cADR—

材料ラボ インテンス研究グループ 東京工業大学*2
NASAゴダード宇宙飛行センター*1 千葉大学*3



沼澤 健則 神谷 宏治*2 高橋 健太*3 吉岡 尚吾*3
Peter Shirron*1(左)

宇宙環境と低温環境を利用した先進的な物理実験が次々と計画されています。例えば、新しい宇宙像をもたらす超高分解能X線検出センサーの作動には0.1K以下の超低温環境が、また重力に束縛されない固体ヘリウムの結晶成長には数K以下の極低温環境が不可欠です。

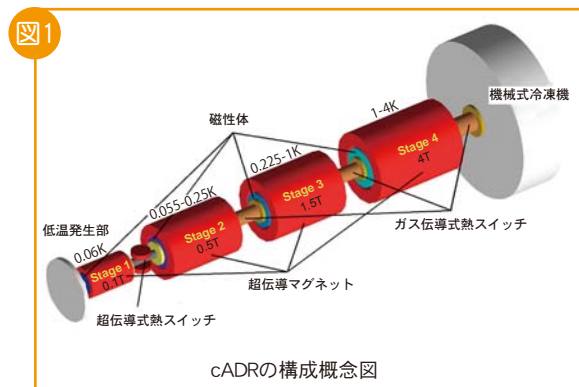
宇宙の平均温度は3K(-270℃)程度と計算されていますから、簡単に極低温環境を実現できると思われがちです。ところが、宇宙空間は真空断熱状態のため輻射以外に有効な伝熱手段がなく、極低温に冷やすためには4.2Kの液体ヘリウムを地上から宇宙までわざわざ運ばなくてはなりません。液体ヘリウムが消費されてしまうと実験の継続が困難であるため、冷媒を使用しない冷却装置を実現することは、宇宙実験において大きな課題でした。

磁性体の冷却効果(磁気熱量効果)を用いた断熱消磁冷凍機(ADR*)は、冷媒が不要で電磁操作だけで動き、固体磁性体を使用しているため無重力でも超低温を作り出すことができます。従って、宇宙用冷凍機として理想的な特性を備えています。ADRのサイクルには吸熱と発熱のステージがあるため、連続的な冷却が困難でした。共同研究者であるNASAのPeter Shirron博士は、複数のADRユニットを用い、サイクルの位相をずらして駆動させることにより長年の問題を見事に解決しました。

NIMSはNASAとの協力のもとで、2005年から宇宙環境利用公募地上研究によって、様々な宇宙実験に対応する連続型ADR(cADR)の開発を進めてきました。その構成図を図1に示します。1つのADRユニットは磁性体とマグネット、熱スイッチからなり、4つのADRユニットを結合することによって、4Kから0.1Kまでを発生します。これにはNIMSで開発されたGdLiF₄セラミックス磁性体が重要な役割を果たしており、従来よりも30%以上高い冷凍能力を実現しています。冷凍効率は1ユニットあたり90%にも達し、省電力化とともに宇宙技術として要求される高い信頼性も確立しました。NIMSで完成した最新型のcADRを図2に示します。

我々は宇宙での実験環境を模擬するために、航空機による微小重力実験を行いました(図3)。その結果、cADRは無重力環境でも全く問題なく作動可能であることが実証されました。現在、我々のcADR技術は国際宇宙ステーション「きぼう」での、次期宇宙実験に活用されようとしています。今後もcADR技術の進展にご注目下さい。

* ADR=Adiabatic Demagnetization Refrigerator



プラズモン共鳴を利用した新しい赤外光源の開発に成功

量子ドットセンター ナノフォトニクスグループ
ナルックス(株)*1
ナノテクノロジー融合支援センター*2



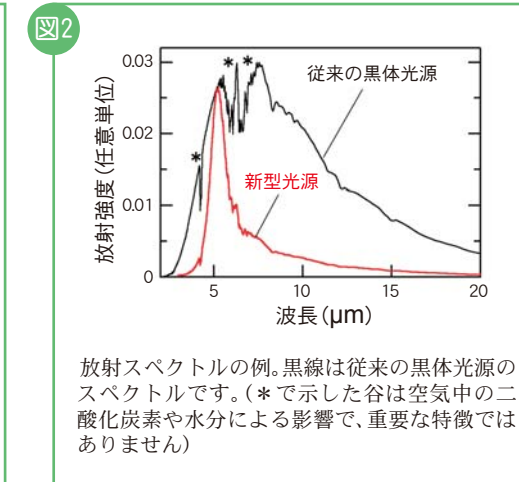
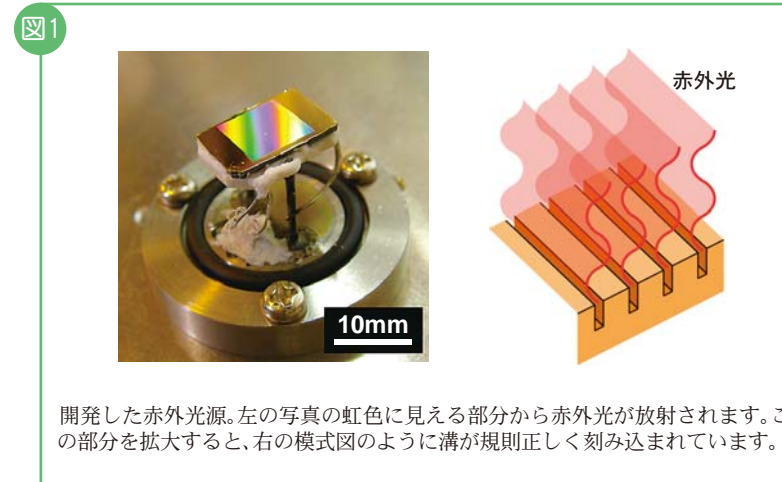
宮崎 英樹 池田 賢元*1 笠谷 岳士*2

多くの物質は、波長2.5~15μmの赤外領域において、それぞれの物質に特有の波長の光を吸収します。このことを利用して、特定の波長の赤外光の透過量から、空気中の二酸化炭素や液体中の有害物質の濃度を調べる手法が開発されており、環境測定において重要な役割を果たしています。これまでは、黒体光源の光から、必要な波長の赤外光だけをフィルターで取り出して、分析に用いてきました。黒体光源とは、電流を流して加熱することにより物体(一般に黒色)の表面から赤外光を放射させるもので、電球やセラミックヒーターもその一例です。しかし、黒体光源の光には、非常に広い波長範囲の光が含まれています。その中のごく一部の波長だけを利用し、大部分の光は用いることなく捨てていたので、これまでの分析手法はエネルギーの無駄の多いものでした。必要な波長の赤外光だけを放射できる発光ダイオードやレーザーの開発が進められていますが、放射強度やコストの問題のため、この波長領域ではまだほとんど利用されるに至っていません。

今回、私達は、金のプラズモン共鳴により特定の波長の赤外光を放射する新しい赤外光源の開発に成功

しました。プラズモン共鳴とは、金属中の電子が集団で一斉に振動する現象で、特に金や銀などの貴金属材料で顕著に生じます。今回開発した赤外光源は、金の表面に幅数10~数100nm、深さ500nm~1μmの溝を、2~4μmの周期で刻み込んだものです(図1)。この表面を200℃程度に加熱すると、溝の内部にプラズモン共鳴が誘起され、特定の波長付近の赤外光だけが効率良く放射されます(図2)。その波長は、溝の幅・深さ・周期により自由に設定できます。

今回、試作した赤外光源を用いて、液体に混入した薬品の濃度が計測できることも実証しました。このことは、私達の光源の放射強度や波長幅が、既に応用可能なレベルにあることを示唆しています。また、製品を安価に大量に生産するためには、一つの金型からの複製により製造することが重要になりますが、本光源は試作段階から金型を用いて作製されており、製造面でも実用化に近い段階に達しています。供給した電気エネルギーが分析に必要な赤外光だけに効率良く変換されるので、本光源は、電池で動作する携帯型の環境測定機器の光源として特に有用であると考えています。なお、本研究では(株)エリオニクスにご協力いただきました。



環境・エネルギー材料研究展

—世界に誇るエコイノベーションの切り札：材料技術ここにあり—

開催報告

平成20年5月29日と30日の2日間、「環境・エネルギー材料研究展」を東京ビッグサイトにおいて開催しました。初日は「世界貢献と知のインテグレーション」をテーマに、山本良一氏、西岡秀三氏、安井至氏など、表1に示す国内外の著名な有識者による基調講演を多くの方にご傾聴いただきました。

2日目は、先端研究展示「究極の資源・エネルギー利用を目指して」、企業展示「世界に誇る解決力」、社会企画展示「未来の科学者：高校生による材料研究」の3テーマについてパネル展示を行いました。先端研究展示では、環境・エネルギー(Enviroment & Energy)に関わる88分野(Eighty Eight)において第一線級の国内研究者と来場者との活発な質疑応答が交わされ、環境・エネルギー問題に関わる研究への関心の高さが窺えた他、企業展示でも、環境・エネルギー問題に寄与する製品やサービスに関する展示の解説に多くの関心が集まりました。さらに、表2に示す高校生による社会企画展示では、高校生らしいユニークな切り

口による研究発表が行われ、熱心に説明する姿からは、将来の日本の科学技術を担う可能性のある次世代研究者の存在を確かに感じることができました。先端研究展示に出展された第一線の研究者との討論では、来場者だけでなく多くの研究者からも強い関心が寄せられていました。この高校生による社会企画は、ホームページで企画への参加を呼びかけるとともに、関東近郊のスーパーサイエンスハイスクール指定校や工業高校、工業専門学校などに案内を送り参加を募りました。展示を行なった4校の研究に対し、88委員の投票により各賞が選ばれ、NIMSの岸理事長から表彰状が授与されました。NIMSは今後も若い研究者の育成に寄与していきたいと考えています。

本研究展への来場者の総数は1,000名を超えました。この成果や反応を踏まえ、環境・エネルギー問題を見据えた研究の推進に取り組んでいきます。

セッション詳細、要旨集は下記URLをご覧ください。
http://www.nims.go.jp/jpn/events/ee_materials/index.html

表1 基調講演「世界貢献と知のインテグレーション」

(敬称略)

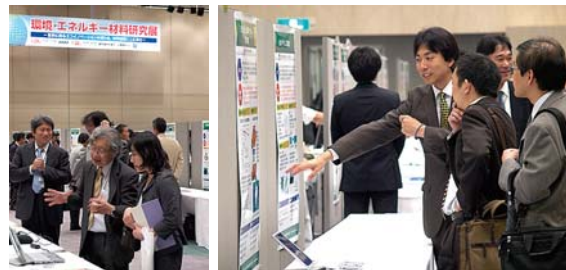
講演者	
山本 良一	東京大学生産技術研究所教授
西岡 秀三	(独)国立環境研究所特別客員研究員
Adrian Nitsche	在日ドイツ連邦共和国大使館一等書記官
DAI Yande	中国国家発展・改革委員会副所長
David Clarke	イギリスエネルギー工学研究所所長
安井 至	(独)科学技術振興機構研究開発戦略センター上席フェロー
Tapan Chakrabarti	インド環境研究所所長

表2 社会企画展示「未来の科学者：高校生による材料研究」

(敬称略)

受賞	発表タイトル・発表者
優秀賞	インジウムに対する鉄バクテリアの特性 早稲田大学本庄高等学院 細田幸佑
発想賞	車軸の無い車のPICマイコンによる制御の研究 早稲田大学本庄高等学院 大谷崇人、小林亘、戸谷章人
技能賞	超伝導体の作製とマイスナー効果 東海大学付属高輪高等学校 秋元翔吾、中村鉄人
努力賞	触媒を用いた水質浄化実験 神奈川県立柏陽高等学校 理科部(部長 佐藤歩)

優秀賞：総合的に最も秀でていと思われる研究展示
 発想賞：研究内容に表れている発想・着想・着眼点の独自性に秀でた研究展示
 技能賞：研究内容に表れている技能・技術的解決手法が優れている研究展示
 努力賞：データの蓄積など研究の継続性や積み重ねといった努力が認められる研究展示



先端研究展示



企業展示



高校生による社会企画展示

※表紙は山本良一教授による基調講演の様子

NIMS NEWS

シンガポール共和国の科学技術庁長官がNIMSを訪問

平成20年5月13日、シンガポール共和国の科学技術庁長官LIM Chuan Poh氏が、科学・工学研究評議会(SERC)の事務局長CHONG Tow Chong教授と国際部門の長 YEO You Huan氏、高官TAY Chor Shen氏を伴ってNIMSを訪問され、岸理事長、青野MANA*拠点長、北川特別顧問と懇談されました。

最初にシンガポールの研究概要と10月に落成する効率的に集約された研究センターについての紹介がありました。NIMSとMANAの概要説明とラボツアーでは、WPIプログラム*の評価委員でもある長官から、バイオメディカルと科学技術の組み合わせに着目した観点を中心に活発な質疑がありました。

*MANA: 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
 WPIプログラム: 世界トップレベル国際研究拠点形成促進プログラム



バイオマテリアルセンターラボツアーにて、宮原生体材料センター長の説明を受けるLim長官(左)

英国工学・物理科学研究会議会長がNIMSを訪問

平成20年5月23日、英国工学・物理科学研究会議(EPSRC)の会長David Delpy教授が、駐日英国大使館のPaul Johnson一等書記官を伴ってNIMSを訪問され、馬越理事、潮田フェロー、北川特別顧問、長井環境・エネルギー材料領域コーディネーター、西村燃料電池材料センター長と懇談しました。研究とその支援の動向、大型インフラの建設などの状況について意見交換を行った後、ラボツアーでは、3Dナノ集積ラインとロールスロイス航空宇宙材料センターなどを見学されました。



ロールスロイス航空宇宙材料センターラボツアーにて、左から川岸主任研究員、原田センター長、Delpy教授

アメリカの大学生5人がNIMSでインターンシップ

平成20年5月26日、アメリカから大学生5名がNIMSにやってきました。8月8日までの11週間、NIMSの研究者のもとでナノテクノロジーの最先端研究の実習に携わります。全米ナノテク・インフラ・ネットワーク(NNIN)は、全米科学財団(NSF)の資金援助を得て、アメリカの大学の学部生にナノテクノロジーの最先端研究を経験させるプログラムを過去10年間にわたって実施してきました。今年からは、前年にアメリカの各大学で実習をした学生の中から優秀な学生を選抜し、海外で研究に携わせることで世界的な認識(global awareness)を持つ学生を育成するというプログラムが新たに加わりました。世界の数ある研究機関の中からNIMSが選ばれたのは、NIMSがナノテクノロジーの世界的な研究拠点であり、またNNINとの繋がりが深いこと、外国人研究者や学生の受け入れに定評があることなどが評価されたものです。



5人の学生と引率のRathbun博士(右)、Healy博士(左)

ワシントン大学にNIMSオフィスを開設

平成20年6月2日、アメリカのシアトルにあるワシントン大学のメインキャンパスにNIMS オフィスが開設され、隣接するUWTowerにおいて開所式が行われました。式典には、NIMSから野田理事を含めた8名、ワシントン大学側からCOE代表のO'Donnell教授など36名が参加しました。日本領事館からもNanba氏によるNIMS海外オフィスへの期待が述べられたほか、UCLAのLundberg教授の祝辞、最後に株式会社FEIのScholes博士による連携の重要性に関する挨拶をいただき、式典を終えました。

式典の後、随所でワシントン大学関係者と機関関係者による意見交換の姿がみられ、ワシントン大学からの関心の高さがうかがえました。



ワシントン大学のメインキャンパスから臨むUWTower。この一角にNIMS海外オフィスがある

ワルシャワでワークショップを開催

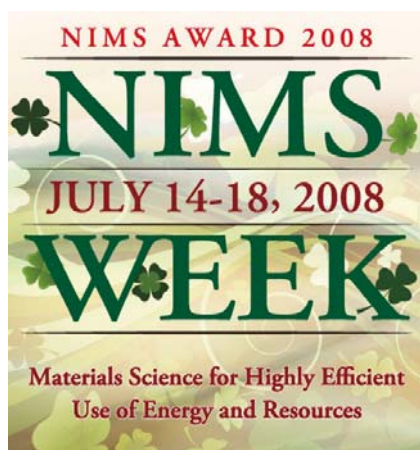
平成20年6月16、17日の2日間、ポーランドのワルシャワにおいて、NIMSと中欧・東欧諸国との交流・連携を深めることを目的とした「エネルギーと環境保護に役立つナノ材料」に関するワークショップを開催しました。中欧・東欧のポーランド、スイス、オーストリア、チェコ、スロバキア、ハンガリー、スロベニア、ルーマニア、ウクライナの9ヶ国を代表する研究機関から著名な研究者を招待し、全部で20の研究発表がありました。このうち、NIMSからの発表は5件でした。

本ワークショップは、NIMS、ワルシャワ工科大学、EMPA（スイス材料研究・試験機関）の3機関が共催しました。この3機関は、過去にそれぞれ2機関の間で包括提携や国際連携大学院などに関する協定を結んでいますが、特に大学院生の育成を強化することを主眼に置いた3機関協定を、本ワークショップ開催中に新たに締結しました。



3機関による協定調印式：左からSchlabach所長（EMPA）、岸理事長（NIMS）、Jakubiak副学長（ワルシャワ工科大学）

NIMS WEEK 2008 開催のお知らせ



開催日	2008年7月14日（月）～18日（金）
テーマ	エネルギーと資源の有効利用のための材料科学
会場	つくば国際会議場（エポカルつくば） ※当日受付有り

NIMS Conference

- 7月14日（月）10:00～18:00
中ホール200
・2008年度NIMS賞授与式及び受賞記念講演
・基調講演 ・特別講演
- 7月15日（火）・16日（水）
中会議室201A・201B・202A・202B
・シンポジウム

サテライトシンポジウム

- 7月7日（月）～9日（水）
*NIMS千現地区で開催
- 7月17日（木）・18日（金）
*つくば国際会議場で開催

展示

- 7月14日（月）～16日（水）
中会議室304・ロビー

詳細はホームページをご覧ください。 <http://www.nims.go.jp/nimsconf08/>

物質・材料工学専攻平成21年度学生募集について

筑波大学大学院 数理物質科学研究科の『物質・材料工学専攻』において、以下のとおり平成21年度学生募集を行います。本専攻は、NIMSと筑波大学との連携協力により運営され、NIMSの研究者が教員となり、学生の教育研究指導を行います。

ご興味ある方は物質・材料工学専攻事務室までお気軽にご連絡ください。

入試スケジュール

募集要項	配布中
願書受付期間	平成20年7月22日～7月24日
学力審査	平成20年8月19日、20日 （*学力審査時に、TOEIC又はTOEFLのスコアカード提出が必須となります。）
合格発表	平成20年9月2日
入学	平成21年4月1日

問い合わせ先

筑波大学大学院数理物質科学研究科 物質・材料工学専攻事務室
（独立行政法人物質・材料研究機構内）

Tel: 029-863-5348 E-mail: nims_admin@pas.tsukuba.ac.jp

ホームページ <http://www.nims.go.jp/graduate/>

入学試験日程	博士課程課程	博士後期課程
募集要項	2008. 8/23, 24	2008. 8/27, 28
入学試験	2008. 8/19, 20	2008. 8/19, 20

博士課程課程：2008. 8/23-24
博士後期課程：2008. 8/27-28

入学試験：2008. 8/19, 20

※2008年度募集要項は、2008年11月下旬に募集要項を掲載します。

<http://www.pas.tsukuba.ac.jp/>

数理物質科学研究科
学生募集ポスター