

NIMS

2007.Vol.7 No.9 September

NOW

巻頭
対談

野依良治 理化学研究所 理事長

× 岸 輝雄 物質・材料研究機構 理事長

成長と進化を続ける 研究機関であるために

— 研究開発独立法人としての評価と制度の改革 —

NIMS Project

～プロジェクト紹介と最近の成果～

新構造材料センター

マグネシウム合金の高強度・高延性・

高靱性化材料設計

Research Highlights

- 走査トンネル分光技術の半導体物性計測への応用
- オルガノイドエンジニアリングのための
多孔質材料の開発

フェイス interview

育児と研究の両立を目指して、活動開始

人材開発室 男女共同参画チーム



スペシャル インタビュー

アラバマ大学 情報技術材料センター William Butler 教授

第一回NIMS賞受賞者に聞く



Profile

野依 良治 (Ryoji Noyori)
2003年独立行政法人理化学研究所の初代理事長。他に、名古屋大学特別教授、日本学士院およびローマ法王庁科学アカデミー会員、全米科学アカデミー、英国王立協会外国人会員など。2002年度日本化学会会長。専門は有機化学、ルテニウム錯体触媒による不斉水素化反応の研究により2001年ノーベル化学賞受賞。

公的研究機関の使命とそれを支える 人材活用制度改革

岸 — 早速ですが、理研のミッションからお話いただけないでしょうか。

野依 — 理研は公的研究機関として四つの使命を持っています。第一は、自然科学における最高の質を持つ研究をすることです。通常の個別研究にとどまらず、これらを戦略的に総合化して、新しい領域を開拓することを目的としています。第二は、国内外の科学社会のために研究基盤を開発・構築して、十分な利用の機会を提供することです。SPRING-8やバイオリソースセンター、昨年開始した国家基幹技術である次世代スーパーコンピュータやXFEL(X線自由電子レーザー)の開発などはこれに相当します。第三は、これらの科学研究を推進し、また若手人材育成するための新しい研究システムを率先して創ることです。例えば、任期制の雇用システムをわが国で最初に導入しました。そして第四は、得られた研究成果を社会に還元することです。理研の研究活動が産業化という経済的な面ばかりでなく、広く文化や教育の

成長と進化を続ける 研究機関であるために

— 研究開発独立法人としての評価と制度の改革 —

行政改革の一環として、今、独立行政法人の見直しが議論されています。我が国の科学技術研究を担う第一級の研究機関である理化学研究所の野依理事長に、独立行政法人がいかにあるべきか、運営を通して感じる問題点、未来像についてNIMSの岸理事長が伺いました。

野依良治 理化学研究所 理事長

岸輝雄 物質・材料研究機構 理事長

向上に貢献できればと願っています。

岸 — 今、野依先生がおっしゃった自然科学を物質・材料科学という言葉に置き換えると、NIMSの使命によく似ています。まずは、基礎研究と基盤研究です。基盤とは、研究基盤と「標準」などの知的基盤、さらに成果の普及、施設・設備の共用、研究者・技術者の質の向上です。また、新物質創製はNIMSにとって普遍的な課題ですが、これに加えて「使われてこそ材料」、「ナノテクノロジーを活用した持続社会形成のための物質・材料科学」を大きな柱にしています。先ほどおっしゃった第三の使命として人材育成がありましたが、具体的にどのようなことをされていますか。

野依 — 研究開発を行う独法は、様々な使命を達成するために、多様な優れた人材を育成するとともに、その能力を十分に活用していかなければなりません。そのためには、人材の流動性が不可欠であって、人材の採用にはじまり、育成と活用、社会への輩出と、そのフォローアップを推進する柔軟な人事システムを創る必要があります。先ほど申し上げたように、理研は他に先駆けて任期制システムを導入しており、現在、全研究員の85%が任期制職員です。今後は、任期制職員のライフサイクルを考慮したキャリアアップ支援の取り組みを強化し、転出した研究者のネットワーク化など、外部との連携強化を図っていかなければなりません。これが研究所の大きな力になります。

また、世界における優れた若手人材を獲得して育成する制度として「国際プログラム・アソシエイト制度」を創設し、アジア地域をはじめ世界中の優れた学生を育成する連携大学院制度の拡充を図っています。海外に行くと「理研で研究したい」という希望が非常に多いのですが、

現在、理研では学位を授与できませんので、大学との連携制度を利用して海外の優秀な学生に来てもらっています。特に、アジア諸国と日本の関係を考えれば、これからはアジアの人材を開拓していくことが大事になってくると思います。理研では本制度にさきがけて2001年からアジア連携大学院制度を設置し、アジアの6大学と連携関係を構築しています。これらを踏まえて、来年度から始まる次期中期計画では「優れた成果を創出するための多様な人材の確保・育成と社会から求められる人材の育成・輩出」を柱の一つにしています。

独法の見直しへの提言： オンリーワンの活動には絶対評価が必要 「独立行政法人」ではなく「研究開発独立法人」へ

岸 — 理研もNIMSもともに、世界最高峰の研究機関となることを目指しています。それについてはいかがですか。

野依 — 理研では、年間2000報ぐらいの論文を出しており、この数は年々増えています。この10年間に被引用度が上位10%のもの、さらに1%以内の論文が急速に増えました。これは、アメリカの一流大学に肩を並べるまでになっており、引用頻度をもって研究の水準とすれば、たいへん高い水準になってきていると思います。

また、私たちは卓越した研究者や代表的な大学・研究機関の運営に実績を持つ外部識者に諮問委員会をお願いして、「理研アドバイザーカウンスル」(RAC)で2~3年に1度、理研全体の運営を評価していただいています。委員は20数名で、約半数は日本人、残りの半数はノーベル賞受賞者を含む外国人です。私もこの時ばかりは大変緊張します。昨年6月に、このRACが開催され、国際的な視点に立った評価を受けました。その際、私は「理研：



Profile

岸 輝雄 (Teruo Kishi)
2001年NIMS初代理事長。NIMSナノテクノロジー拠点長。また、2003~2005年には日本学術会議副会長、2007年より日本工学会会長を務める。専門は材料の強度・非破壊評価。

我々は何処から来たのか、我々は何者か、我々は何処へ行くのか」という演題で話をしました。その返答である報告書のタイトルは有難いことに「理研：日本の科学を世界最高峰に導くために」でした。具体的な内容としては、「理研は国内的な卓越性はすでに達成し」、「科学の質に関しては、アメリカのNIH、イスラエルのワイツマン科学研究所、ドイツのマックス・プランク協会、イギリスの医学研究会議、フランスのCNRSやINSERMなど世界最高峰の研究機関に匹敵している」という言葉が含まれています。外形的だけでなく、本質的にも非常に高い評価を得たと考えています。さらに研究所の運営についても、相当前進しているという評価をいただきました。

岸 — NIMSが独法になった時、海外のアドバイザーボードから、明確な指針をいただきました。それは、日本語の論文が多くて、一流誌への英語の論文が足りないという強い指摘でしたので、それから非常に努力した結果、材料分野でのサイテーションランクは5年集計で31位から6位まで上がりました。確かに、論文、特許数、インパクト・ファクター、サイテーション・インデ

ックスなどは着実に増えているのですが、それでは「良い研究所とはどのような研究所か」という定義をそれで測れるのかという、非常に難しいと思うのです。私は、黙っていても世界中から情報が入ってきて、人がたくさん来るようになることが大事だろう、と考えています。

野依 — 評価の基準として、文部科学省をはじめとして、論文数やインパクト・ファクターなど外形的な数値評価を強めています。それは、ある評価ではありますが、全てではありません。私たちの使命に照らし合わせていえば、SPRING-8、次世代のスーパーコンピュータやXFELを創るということになったら、これをどう数値化するのか。同じようなものが沢山あれば、相対的に評価できるけれども、オンリーワンの活動は相対的な評価はできません。世界で1つですから、絶対評価をしてもらわないと困ります。

それから、優れた研究者を養成して輩出していくことも良い研究所であるかどうかの指標になるでしょう。さらに言えば、COE (Center of Excellence)とは何かということです。やはり、我々が積極的に自己主張していく必要があって、受け身になって評価を受けるだけでは、本来あるべき活動ができないのではないのでしょうか。

岸 — 受け身では駄目ですね。我々の役割はこれなのだということを訴えていく必要があります。

野依 — 先ほど理研の使命を四つ説明しましたが、一番大事なことは、良い研究をすることを通して、科学と技術が現代社会あるいは文明社会において極めて大事であることを世の中に知ってもらうことです。個々の研究者の仕事ではなく、研究所としてそういうことを訴えていくことが大事で、我々経営者の仕事だろうと思っています。

岸 — その通りです。我々のところでは基礎基盤研究が7割を占めていますし、やはり基礎基盤研究の重要性を知ってもらうことが大事だと考えています。

野依 — 我々は定型業務をやっているわけではありません。今、政府が独法の見直しを言っていますから、それは大いに結構で、きちんと見直して、あるべき姿を評価してほしいと思っています。研究開発を専門に行っている世界の評価を受けている法人ですから、「行政」ではなく「研究開発独立法人」にしてもらいたいと思います。

岸 — 科学技術予算はこの4年間で実質的に減っていますが、研究費が人件費だということを十分に理解して

もらわなければなりません。そうしないと、国の中枢である研究開発独法が成り立たなくなります。

野依 — やはり、士気の高い研究開発独法が世界で戦える体制にしてほしいのです。

岸 — それには、他の独法と本質的に違うことをやっていることを大きな声で伝えなければなりませんね。

野依 — 違うとわかっていても始まらないので、何をやっているかをきちんと主張していかなければなりません。あるべき姿、方向を伝え、国民の理解と支援を得る必要があります。

研究成果の社会還元を加速するために — 産業界との連携をパラレルモデルに —

岸 — イノベーション推進における独法の役割とは何か。これについてはどうお考えですか。

野依 — 25兆円の開発投資目標を掲げて始まった「第三期科学技術基本計画」の課題ですが、イノベーションがキーワードになっています。これを何とか達成する方向に持っていけないといけません。巨額の資金を投入する基礎研究の成果は、直ちに社会的あるいは経済的な効果を生み難いですが、それは日本に限らず、世界的な傾向だろうと思います。そうした中で、中長期的にはイノベーションに関わる独法の役割というのは非常に大きいと思います。

理研は、これまで基礎科学分野でも大きな成果を上げてきました。今後はこれらの成果を一刻も早く、産業、医療、食糧、環境、エネルギーなどに関わるイノベーションに結び付けたいと思っています。そのために、我々は陸上のリレー競技に例えて、バトンを産業界に渡す「バトンゾーン」が必要だと言ってきました。理研はゴールインする最終走者ではないので、他のセクターにバトンを受け取ってもらわないといけません。

岸 — 研究成果がバトンですね。

野依 — そうです。従来の基礎-応用-開発というリニアモデルでは、なかなかバトンが渡りません。次の走者が500m先に待っている感じですね。ですから、やはりリニアモデルをパラレルモデルに修正して、渡す方と受け取る方が並走するというメカニズムを創る必要があります。そして、効率的に社会に還元するのです。そのように理研は産業界と相携えて、実行力を備えた活用促進体制を築いて行きたいと思っています。ただし残念なことは、理研の能力や成果を高く評価して協力を申し出てく

れるのは外国の機関であって、なかなか国内企業から手が挙がらないことです。特に、生命科学分野についてその傾向が強いですね。我々は国益を第一に考えた競争と協調をして行かなければなりません。もしも国内に連携相手がいなくなれば、やむを得ず、外国機関との連携によってグローバルインタレストを生むことが、結果的にはナショナルインタレスト(国益)として戻ってくるのではないかと考え始めています。

とは言え、何とか国内企業と共同して知財を発掘しイノベーションを生み出したいと思い、今年度より企業名を入れた連携センター制度を始めました。理研から産業界へバトンをつなぐ「バトンゾーン」施策の一環として始めており、本年5月には、オリンパスと共同の連携センターを設置しました。

岸 — 確かに、国内企業の自前主義というのは徹底しています。我々もロールス・ロイス航空宇宙材料センターを研究所内に創りました。2010年頃には、我々が開発した超合金のエンジン材料を採用した飛行機が飛びます。国内企業がそれほど強くない分野ということもありますが、他の分野でも海外の方が連携にずっと熱心です。もちろん、技術や知財の流出などには十分気をつけていきたいと思っています。ただ、こだわり過ぎると研究が置いて行かれることもあるので、大変難しいのです。

科学技術こそ国力の源泉 「明日の社会にかけがえのない研究所」、 「成長し続ける研究所」であるために

岸 — 独法の運営を通して感じる問題点は、どんなところにありますか。

野依 — 私が理研の独法最初の理事長になってから4年が経ちます。研究は順調に進んでいますが、更に理研のポテンシャルを十分に発揮するために、様々な独法制度上の問題が出てきています。研究開発独法の活動は、定型的な行政業務ではありません。21ある研究独法の中で、理研は中核的な存在であると思っていますし、科学技術基本計画の戦略課題の重点分野においても、国家基幹技術推進のためのイノベーション創出においても重要な担い手であると自負しています。私は優れた研究機関というのは経済と同じように、成長して進化を続ける特質を持っていると思います。しかし、その実現を図る上で制度上の問題に直面しています。社会貢献をする機関であるために早急な解決が必要です。

その一点目は、評価と資源配分の問題で、国内では様々なレベルで評価が行われていますが、その評価は往々にして外形的評価になりがちです。いかに最先端の研究課題に挑戦しているか、世界が驚く発見や発明を行っているか、最高水準の研究基盤を構築して役に立っているかなど、研究所の本質に照らしながら日々活動しています。これらの活動は社会的に高く評価されていますが、研究資源の配分の上で適切な措置になっているかは甚だ疑問です。

二点目は、人材確保の制約です。平成18年の閣議決定で、国家公務員の総人件費削減に準じた取組みの実施が、



独法も含めて一律に適用されました。国家財政が厳しい状況にあるのは十分理解していますが、研究開発を任務とする独法にとっては、人件費削減により然るべき人材確保ができないことは死活問題になっています。民間から資金を得て共同研究を実施しようとしても研究者を雇えないので、民間から資金を導入すると、運営費交付金による雇用を抑えなくては共同研究を受けられません。また、国からの委託費などによって、国家基幹技術などのわが国にとって不可欠な研究開発の実施を任されても、それを担う人材の雇用は人件費削減の対象外にはならないため、独法側が身銭を切って対応しなければなりません。

三点目は、経営努力を促すインセンティブの欠如です。独法は本来、事後評価を旨とし、業務遂行に当たってはできるだけ法人の自主性と自律性を重んじるはずでしたが、これも話になりません。独法に経営努力を求めるのであれば、それが報われる制度の運用が必要だと思

いますが、現在そうになっているかという点に疑問です。

研究開発における国際競争は熾烈で、国外と戦える競争力を持たなければなりません。アメリカや中国は、本当にダイナミックに科学技術への投資を急激に伸ばしてきています。経営の合理化は必要ですが、やはり論点が国内の問題に矮小化されれば、国外では戦えません。

岸 — 海外では人件費を上げている時代に、人件費の総枠やラスパイラス指数(公務員の賃金体系を比較する指数)などを見直さないと縮まってしまうですね。

野依 — 研究は人がやるわけですから、いい人を探って、きちんとした処遇をしなければなりません。能力の高い人には高い給料を払うのが当然のことです。研究費の主たる中身は人件費です。科学技術こそ国力の源泉であることを認識した上で、我々が研究開発を行っていることをきちんと評価して、世界で戦える制度にしてほしいです。

岸 — 独法の未来、夢についてはいかがですか。

野依 — 理研はこのほど90周年を迎えました。10年後には100周年を迎えるのですが、それまでに活動度を倍増したいと思っています。必ずしも2.0倍ということではありません。数値化できるものはありますが、それよりも10年で「理研は格段に成長したな」というイメージを持ってもらいたいと思っています。我々が目指している理研の姿というのは、「明日の社会にかけがえのない研究所」であることです。理研は常に社会から尊敬され、感謝される存在でありたい。そうなるには、理研の中だけではできないので、外部とあらゆる連携の可能性を探りたいと思っています。

国の内外に、利益を共有しうる産業界、大学、教育界、文化団体、諸々の外部機関とWIN-WINの関係を構築するための戦略的な連携を積極的に取ることが大事です。研究開発独法は、わが国の繁栄のために、そして人類の存続のために研究を続けていかなければなりません。NIMSともぜひ強力で有益な連携ができればいいと思っています。

岸 — NIMSも成長し続ける研究所でありたいと思います。本日は、有益なお話をいただき、ありがとうございました。今の連携を含めて、今後ともよろしくお願ひいたします。

スペシャル インタビュー 第一回NIMS賞受賞者に聞く

米国アラバマ大学情報技術材料センター (Center for Materials for Information Technology: MINT) のウィリアム・バトラー教授が「Fe/MgO/Fe 接合における巨大トンネル磁気抵抗の理論予測」の業績により第一回NIMS賞を受賞されました。7月につくばで開催したNIMSコンファレンス2007で行われた授賞式のため来日されたバトラー教授に話を伺いました。

NIMS賞(NIMS Award for Recent Breakthrough in Materials Science and Technology)は、物質・材料に関わる科学・技術において飛躍的な進歩を過去数年間に成し遂げた個人もしくはグループを厳正に選考し、材料科学・技術で最近の大きなブレークスルーを称えるために創設されました。NIMS賞の受賞者は、世界各国の本分野におけるトップ科学者から推薦を受けた候補者から中立有識者の委員会により選考されます。



アラバマ大学
情報技術材料センター
William Butler 教授

今回NIMS賞の対象となった2001年の本発明により、磁気メディアの読み出し・書き込み機能が飛躍的に向上しました。データ保存の容量と速度の更なる向上への要求が高まるなかで、素晴らしい感度と分解能を実現できるこの発明は、非常に待ち望まれたものでした。

バトラー教授は、MgO単結晶薄膜中のトンネル電子輸送現象を計算する中で、3層Fe/MgO/Fe接合において、中央のMgO層を介したコヒーレント・トンネル電子輸送現象が飛躍的に増大し、巨大なトンネル磁気抵抗が得られることを予測しました。その後、実験によりこの予測は実証され、その結果、この3層構造における巨大トンネル磁気抵抗比(室温500%が達成された)によりスピントロニクスデバイスの急速な性能向上と新しい応用技術が期待されます。

バトラー教授と教授が以前所属していたオークリッジ国立研究所のチームは、強磁性薄膜の磁気モーメントの方向を変化させた時に電流がどのように変化するかを計算しました。

Butler — 誰よりも我々自身が驚いたことなのですが、この電流の変化はかなり大きく、モーメントが平行な場合には比較的大きな電流が流れ、反平行の場合には電流は小さくなるのが分かりました。

この発見は、ある意味では、「セレンディピティ(ひらめき)」によりもたらされたものです。

Butler — 計算の結果は、当初非常に奇妙で、我々が予想していたものとはまったく異なったものでした。ですから自分たち自身でこの物理現象が正しいものであることを確かめなければならませんでした。問われていたのは、結果をよく調べ理解し、そしてそれを信じることでした。

そこで教授たちは、必死になって何が起きているのかを理解し、その現象を説明する単純な物理原理を見つけ出しました。

Butler — 計算から求められた結果を、意味の無い数字としてしまわないよう気をつけなければなりません。今で

はその物理現象を単純な理論で理解しています。驚いたのは、この研究成果が非常に早く実用化されつつあることです。次世代の磁気ディスクドライブには巨大TMRの技術が取り込まれることになるでしょう。さらにこの磁気抵抗効果は磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)と呼ばれる新しい固体メモリに用いられるでしょう。これはフラッシュ・メモリのようなものですが、書き込み回数制限など、フラッシュ・メモリが持つ課題を解決するものです。

近い将来教授の研究は、一つのスピン・バンドに対しては金属の特性を有し、もう一つのバンドに対しては絶縁体の特性を有するハーフ・メタルと呼ばれる物質に移行していくようです。

Butler — この分野ではNIMSが世界中で最も進んだ研究を行っているようですが、それを知ってとても感銘を受けました。

この賞を受けるまでは、バトラー教授はNIMSのことをあまりご存知ではありませんでしたが、この訪問時に目にしたことに非常に感銘を受けたようでした。

Butler — プレゼンテーションを見せていただき、NIMSではいくつか非常に面白い研究が行われていることを知りました。膨大な研究投資が行われ、それらが明らかに成果を上げていますね。もうひとつ私が感銘を受けたことは、外国人研究者の数です。海外と多くの科学的交流をすることは、日本の科学にとって素晴らしいことです。米国でも、特に我々の研究分野では、一層の交流が必要です。

バトラー教授は、今回の研究成果はすべてチームワークの賜物であることを強調されていました。最後に、強力な研究チームを作るための秘策を聞きました。

Butler — 実にいい質問ですね。その答えを私も知りたいくらいですが、チームの全員が科学現象に心から関心を持ち、それを理解するためにともに作業をし、新しい発見の喜びと知的好奇心に駆られていれば、すべてはうまくいくと考えています。必要なことは、これら共通の目的をもった研究者を集めることです。



新構造材料センター

ナノ-マイクロ組織制御による構造材料の高性能化技術の構築プロジェクト



マグネシウム合金の高強度・高延性・高靱性化材料設計

新構造材料センター 軽量材料グループ

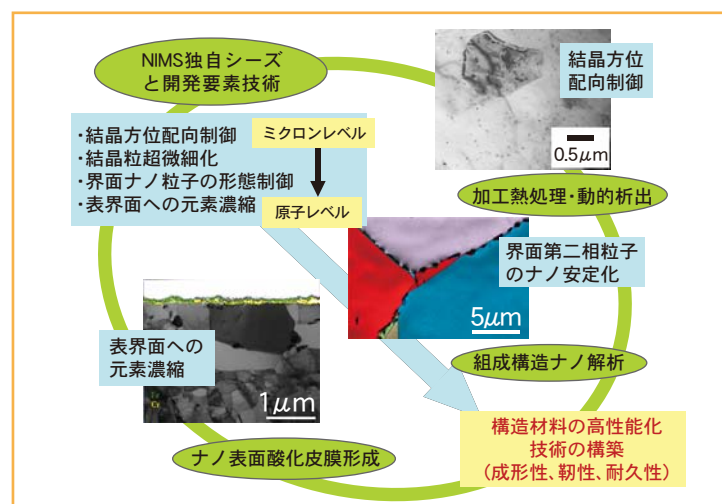


グループリーダー
染川 英俊 向井 敏司 Alok Singh

加工貿易立国を牽引する自動車・機械・造船、安全安心な国土をつくる発電施設にビルや橋。構造材料はこれらを支える基盤材料です。鉱石資源の減少と低品位化が予想される近未来において日本を維持発展させるためには、合金化元素に頼らない金属系構造材料の開発基盤が必要です。例えば、希少な合金化元素を使わずに高機能を発揮する材料(合金化不要材料)や原料や使用環境などから不純物が混入しても高機能を発揮する材料(不純物許容材料)といったこれまでにない材料が求められています。

これら新しい材料を実現する強力な手段が組織制御です。金属系構造材料のほとんどは、多結晶組織であり二つ以上の相(phase)から構成されています。これらの大きさ、形、結晶の向き、そして分布状態によって様々な金属組織が形成され、これが金属材料の特性と深く関係しています。

私たちは、合金化元素に頼ることなく、ナノメートルのレベルから金属組織を制御することによって、鉄鋼・マグネシウム合金・アルミニウム合金・チタン合金などの金属系構造材料やその継ぎ手の高性能化(高成形性・高靱性・高耐久性)を達成する基礎研究を行っています。



プロジェクトのモットー

「近未来を見据えた夢のある新しい構造材料づくり」をモットーとし、その意味を込めてセンター名に「新」をつけました。従来技術の延長線上ではなく新しい技術手法によって、現在の材料特性およびプロセス技術の壁を打ち破ります。新しい材料とプロセス技術を発明、提案するとともに、要求特性に応える理想組織像の明確化とその限界特性の理論的裏付けを提示します。

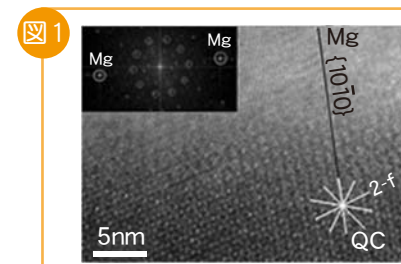
プロジェクトの開発目標材料

- ・アルミニウム合金に匹敵する成形性と靱性を持つマグネシウム合金(軽量材料グループ)
- ・希少元素ニオブの使用量を半減した高温用チタン合金(チタングループ)
- ・火力発電の蒸気温度50℃アップを実現する耐熱合金(耐熱グループ)
- ・衝撃吸収エネルギーを飛躍的に高めた高強度鋼(溶接グループおよび金相グループ)
- ・ニッケルや銅を使わずに腐食速度1/10を達成する耐食鋼(金相グループ)

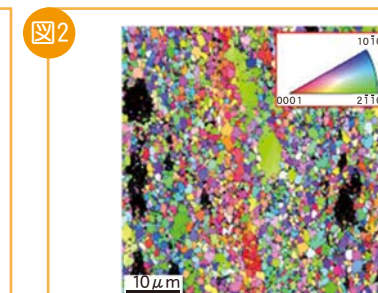
これらの目標を達成するために、5つのグループで分担を明確にしながらも解析などの共通基盤は連携して、大学や企業の方々の協力も得て研究を進めています。

昨今の社会的要請として、CO₂ガスの排出量削減が急務とされていますが、その一環として、自動車等の軽量化が積極的に推進されています。マグネシウムは密度にして、従来構造材料である鉄鋼材料の1/4、アルミニウムの2/3であり、実用金属材料中で最軽量であるため、軽量化に貢献する材料として期待されています。将来の軽量自動車構造部材などにマグネシウム合金を適用するためには、高強度化と同時に結晶構造に起因する脆さの克服、すなわち強靱にすること、および引張り変形と圧縮変形で認められる変形方向に依存した強度の差異を解消することは必須の研究課題です。私達はナノ-マイクロの階層的なサイズで材料の内部組織を改良することにより、マグネシウム合金の変形しやすさ(高延性)や強靱さ(高靱性)を損なわない高強度化を実現するための材料組織の最適化研究に取り組んでいます。脆さの克服には、あらゆる方向へ均等に变形する性能を付与することが有効であり、そのためには結晶方位分布を比較的ランダムにすることが有効であることがわかりました。一方で、高強度化には合金の結晶サイズを微細化することとナノ球状粒子の微細分散がともに有効です。そこで、母材(マグネシウム)と結合力の

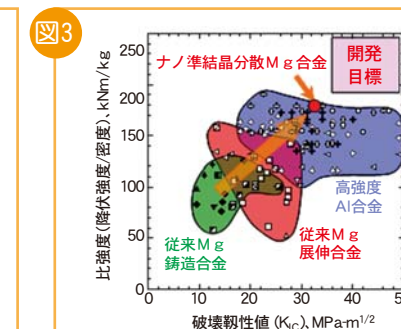
強い界面を形成することが期待される準結晶粒子を強化粒子として用いることにより、高強度化と結晶方位分布の改良に取り組みました。例えば、Mg-Zn-Ho合金について200℃程度の温度で強ひずみ加工を施すことにより、その結晶粒の微細化過程でナノオーダー準結晶粒子の均一分散化と同時に母材の結晶方位がランダム化されることを発見しました。高分解能TEM観察の結果、均一分散している準結晶粒子と母材の間には結晶格子(図1中の白線と黒線)が良いつながりをもつ界面が形成されていることがわかりました(図1)。SEM/EBSD(Electron Back-Scattered Diffraction: 電子線後方散乱回折)を用いた結晶方位分布マップ(図2)より、結晶方位が従来のマグネシウム展伸材と比較してランダム化されていることがわかります。得られた材料の引張りおよび圧縮時の降伏強度は、ともに約300MPaであり、変形方向に依存した強度の差異が解消されていました。また、同様の内部組織を有するMg-Zn-Y合金では、強度-靱性バランスが従来のマグネシウム合金展伸材と比較して改善されており(図3)、高強度アルミニウム合金に近い機械的性質を有するマグネシウム合金を創製することができました。



準結晶粒子/母相界面における整合界面の形成(Mg-Zn-Ho合金)
[挿入図: 界面の高速フーリエ変換スペクトル像、QC: 準結晶、2-f: 2回対称面]



準結晶粒子分散Mg-Zn-Ho合金における結晶方位分布



準結晶粒子分散Mg-Zn-Y合金の降伏比強度(降伏応力/密度)と破壊靱性値のバランス改善例

走査トンネル分光技術の 半導体物性計測への応用

—Si(001)表面の添加物原子周辺の
電子状態を原子分解能で観察—

ナノ計測センター 先端プローブ顕微鏡グループ



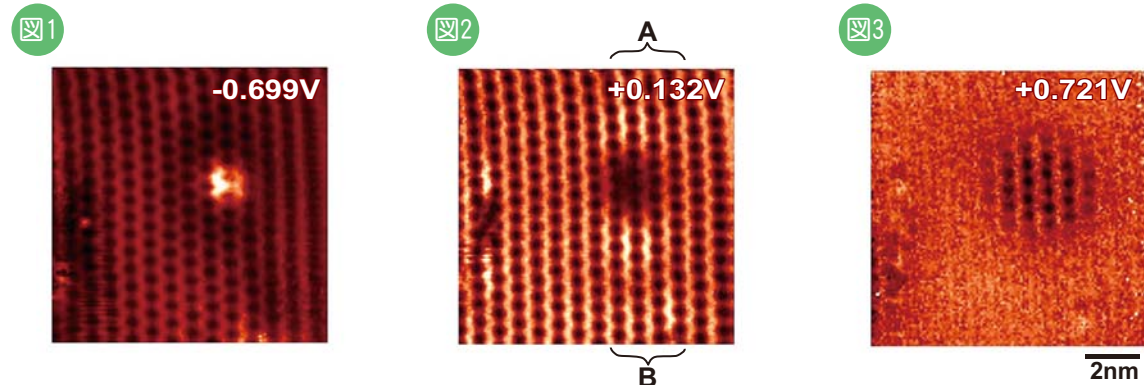
センター長 藤田 大介 鷺坂 恵介

半導体大規模集積回路(LSI)は、シリコン表面に膨大な数の素子を加工することにより製造されています。LSIは、1つ1つの素子の寸法を小さくし、集積度を上げることで高性能化が図られていますが、素子の寸法が数十ナノメートル(nm)にまで縮小されると、微小な領域で起こる物理現象が素子の性能に与える影響、特に電子の運動を支配する電子状態への影響が大きくなります。

今回、私たちは走査トンネル分光法を用いて、シリコン表面に分散した添加物原子周辺の電子状態測定を行いました。全く不純物を含まないシリコンは、本来、室温において大きな電気抵抗を示しますが、リンやホウ素などが微量に添加されると、シリコンは電流が流れやすい性質に変わります。これは、添加物が電流の担い手である電子やホールを放出するためです。ところが、添加された原子の分布はランダムであるために、素子の寸法が小さくなるほど、個々のトランジスタの性能にばらつきが発生する可能性が出てきます。そのため、シリコン中に添加された原子を観察し、

その影響を調べる測定技術が必要となります。

図1は走査トンネル分光法によって原子分解能で測定されたシリコン表面の電子状態を画像化したものです。画像全体に広がる蜂の巣構造は表面に整列したシリコン原子の電子状態由来し、画像中央付近に明るく見えるのが添加されたリン原子(正確にはリンとシリコンの二量体)に相当します。リン原子の周辺では、リン原子およびその周辺のシリコン原子によって散乱された電子の波が確認されました(図2)。また、リン原子を中心に半径約3nmの範囲だけ他と異なる電子状態像が観察されました(図3)。これらの結果から、最表面のリン原子は帯電しており、周辺のシリコン原子の電子状態にも影響を及ぼしていることがわかりました。実際のLSIにおいても、不純物原子周辺では類似した電子散乱や電子状態の変化が起こっていることが予想されます。今回私たちの用いた走査トンネル分光法は、今後、半導体LSIの開発・設計に指針を与える有用な基礎データをもたらすナノ計測技術として発展していくと期待されます。



Si(001)表面における添加物(リン)原子周辺の電子状態計測の結果。三つの像は清浄なSi(001)表面の同じ領域で測定された局所状態密度像です。画像化する電圧を変えると、異なるエネルギーの電子状態が観察されます。図2のA-B方向に沿った領域に見られる像の明暗は、リン原子および周辺のシリコン原子によって散乱された電子の波を表します。観察温度は-194℃。

オルガノイドエンジニアリング のための多孔質材料の開発

生体材料センター オルガノイドグループ



グループリーダー センター長 陳 国平 立石 哲也 川添 直輝

オルガノイドエンジニアリングは、生体細胞を多孔質の材料に播き、細胞成長因子などの栄養物質を添加して培養することによって、臓器様の構造体(オルガノイド)を構築する技術です。このオルガノイドを患者に移植することにより、患者の組織の損傷や病気を治します。オルガノイドエンジニアリングを応用した再生医療をほどこすことにより、従来の治療方法である人工臓器移植や臓器移植のもつ問題点を解消することができます。

オルガノイドエンジニアリングで用いる多孔質材料には、生体との親和性、生体吸収性、十分な力学強度、高い空孔率、高い連通性(孔のつながり具合)が要求されます。オルガノイドを構築するには、多孔質材料の外形、内部構造をともに精密にコントロールする必要があります。そこで私たちは、乳酸、グリコール酸を原料とする生体吸収性をもつ合成高分子と、天然高分子の一種であるコラーゲンをを用いて、以下に示すような多孔質材料を開発しました。

コラーゲンスポンジの外側を乳酸/グリコール酸共重合高分子の網目で囲んだ複合多孔質材料を開発しました(図1)。この多孔質材料の特長は、すぐれた生体親和性と十分な力学強度を併せもつ点にあります。網目の効果により、播いた細胞の漏出が抑えられ、効率よく細胞を材料に保持できることもわかりました。次に、この材料を用いて骨髄由来の間葉系幹細胞を培養し、軟骨への分化を試みたところ、均一な細胞分布と豊富な軟骨基質が確認されました。

生体組織・臓器では、多種類の細胞が一定の秩序で配置されています。そこで、隣接する2種類の組織を同時に再生するために、コラーゲンスポンジ層と、乳

酸/グリコール酸系高分子-コラーゲン複合スポンジ層が接した階層多孔質材料を開発しました(図2左)。この材料は、隣接する骨・軟骨組織の同時再生を可能としました。

さらに、多孔質構造をより精密にコントロールするため、生体吸収性をもつ鋳型を用いた多孔質材料の作製法を開発しました(図2右)。本方法で作製したコラーゲンスポンジは、高い空孔率と連通性を持ち、皮膚由来の細胞の接着、増殖を促進し、従来の材料に比べ細胞間相互作用をより容易に制御でき、皮膚組織の再生に有効でした。

以上の材料は骨、軟骨、皮膚に限らず、じん帯、膀胱、血管、気管、食道、筋肉の再生にも応用可能と考えています。

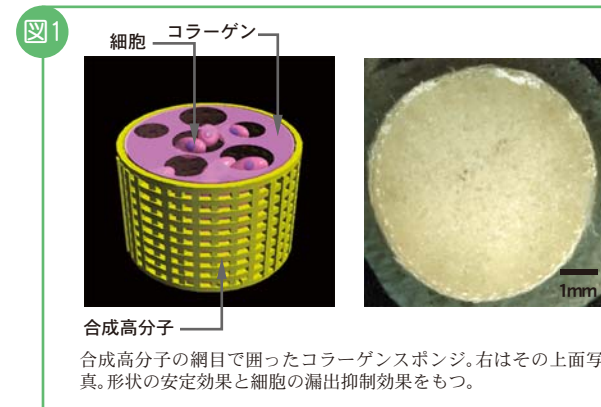


図1 合成高分子 合成高分子の網目で囲ったコラーゲンスポンジ。右はその上面写真。形状の安定効果と細胞の漏出抑制効果をもつ。

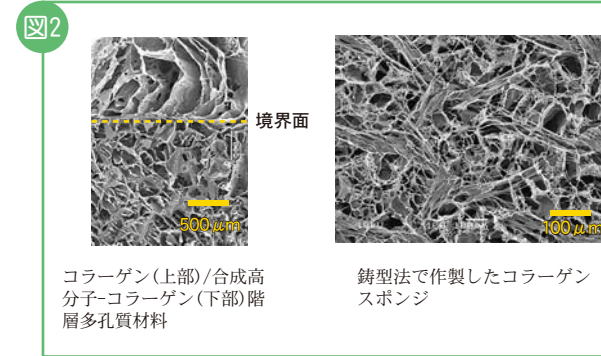


図2 コラーゲン(上部)/合成高分子-コラーゲン(下部)階層多孔質材料 鋳型法で作製したコラーゲンスポンジ

男女共に働きやすい環境づくりを目指して、NIMS男女共同参画委員会が平成17年10月に発足し、平成19年2月に「男女共同参画チーム」が設置されました。今年度「女性研究者支援モデル育成」として提案した科学技術振興調整費の「隠れた人材を活用した女性研究者支援」が採択され、3年間の活動を開始しました。自らも子育て中の男女共同参画チームのメンバー3名のうち、板倉主席研究員は海外出張中のため、御手洗チーム長と柳生主任研究員に話を伺います。

育児と研究の両立を目指して、活動開始

意識改革がもっとも重要

男女参画チームができた経緯からお話ください。

柳生 — 平成18年の夏に、男女共同参画委員会でNIMSの男女共同参画の基本方針であるグランドデザインを作りました。積極的な女性の採用、働き方の見直し、子育て支援、意識改革、の4つを柱にしたものですが、その実行部隊がいません。そこで平成19年の2月に、育児をしながら研究をしている3人が集まって、男女共同参画チームを創りました。

御手洗 — 特に、研究者は成果を求められて大変な競争をしていますので、自分の時間のほとんどを研究に使わなければなりません。そういう状況の中で、女性研究者はどうしても家事や育児に負担がかかり、研究を続けていくのが困難になるケースがありますが、男性が育児に関わることによって、女性がより研究に専念できるようになると思います。やはり研究所の中でも男女共同参画が大事ですから、多様な人材がきちんと仕事をすることができる環境を整えなければなりません。そのためには、NIMSにどのような問題があって、その問題をどうすれば解決できるのかを検討した上で、支援の方法を提案することが必要です。

具体的にはどのような支援を行うのですか。

柳生 — 実際に進めていく中では意識改革が一番重要です。ですから、意識を変えるための方策を考えています。1つは「次世代育成支援対策推進法の認定を取得すること」。認定を取るためには育児休業をどうぞ取ってください、というような具体的な支援制度を作らなければなりません。それを目指すことで、NIMS全体の意識を変えたいと思っています。



御手洗 容子 (Yoko Mitarai)

材料ラボ 白金族金属研究グループリーダー
人材開発室 男女共同参画チーム長

もう1つは「隠れた人材の発掘と登用」です。隠れた人材として男性研究者の配偶者を想定しており、女性(妻)が外で働くことで、男性の意識を変えるのです。私の家庭もそうですが、女性(妻)が働くと、家事や育児、あるいは子どもの病気など、家事を分担せざるをえない状況が出てきます。それを家庭で話し合うことで、協力し合う認識が生まれるのではないかと思います。

御手洗 — 研究者の仕事は実験系が多いので、研究所に来て装置を動かし、データを出さないことには研究が進みません。ですから期間限定ではありますが、育児中の研究者に研究をサポートする研究業務員を付けて仕事を進める支援体制を整えました。今は正職員の女性研究者限定ですが、育児を手伝う男性研究者、ポスドクにもそうしたサポートを適用してもいいのではないかと思います。

ここでは大きなプロジェクトが動いていますから、研究者が育児休暇や出産休暇の他、子どもの病気のためにたびたび休んだり、保育園のお迎え等で定時に帰ったりすると困ると考えるリーダーがたくさんいます。また、女性研究者も育児のために仕事に専念できないことで周りに迷惑をかけることを恐れて、子供を持つことをためらう場合があります。しかしながら、それはお互いさまであって、一時的なことです。長い目で見て、研究者が活性化できるように環境を整えていこうと皆が思えば、仕事がしやすくなると思うのです。制度ができて、もっとも重要なのはやはり意識改革なのです。



主任研究員 柳生 進二郎 (Shinjiro Yagyū)

半導体材料センター 半導体デバイス材料開発グループ
人材開発室 男女共同参画チーム

問題解決のための選択肢と情報発信

若い方の意識はいかがですか。

柳生 — 私は団塊ジュニア世代なので、普通に隣に女性がいて、大学受験などでは競争相手のように育ってきた世代ですから、女性も働いているのが当然という意識があります。

御手洗 — 共働きだと、自分も同じことをやって当然という意識が強くなるので、家庭に協力している男性が増えれば、周囲も変わってくるだろうと思います。女性だけがやっている限りは、女性のための制度のように受け取られてしまって、なかなか意識が変わりません。ですから奥様も働いて、家庭に協力をしている男性が増えることが非常に大きいと思います。

これからどのようなことを進めていきますか。

御手洗 — ひとりひとりが様々な問題を抱えているので、それぞれの問題を少しずつでも和らげることができるような制度を作り、たくさんの選択肢の中から選ぶことで、どんなケースでも何とか問題を解決できるようにしたいと思っています。育児をしている人が孤立したり、早く帰ることで肩身の狭い思いをしたりするのは辛いですから、どんな支援制度があって、何を利用できるのかについて分かりやすく情報発信するために、育児支援に重点を置いたホームページの立ち上げを計画しています。また、ソーシャル・ネットワークを作って、男女を問わず、育児と研究を両立するための情報交換をする場にしたいと考えています。そこで人の話を聞いて、これ



主席研究員 板倉 明子 (Akiko Itakura)

ナノ計測センター 先端プローブ顕微鏡グループ
人材開発室 男女共同参画チーム

は自分でも使えそうだとか、この人のケースはちょっと自分に合わないけれども、こちらの人のやり方ならできそうだとか、皆が意見と知恵を出し合う場にしています。できればNIMS内だけにとどまらず、つくば市内や日本国内へとだんだん広げて、皆で励まし合って行きたいと思っています。

ポスドクの問題も大きいですね。

御手洗 — 正職員であれば、比較的休暇も充実していますし、身分も安定ですが、ポスドクは短期間で成果を出して次の仕事を探さなければならない上に、休暇等についても、残念ながら正職員と差があるため、男女を問わず大変です。若い研究者の中には、ご自分もご主人もポスドクという人もいます。

柳生 — 育児をしている女性のポスドクに対する支援として、研究業務員を付ける方法が1つあります。また、これは進むかどうか分かりませんが、産休や育休をとった場合には任期を延長する、という方法も提案できるのではないかと思います。もちろん、これらは制度上の改革なので、NIMSの役員会や労働組合の合意が必要になります。

御手洗 — ポスドクの人はどうしても孤立しがちですから、先ほどのホームページやソーシャル・ネットワークを活用してもらえようになりたいですね。また将来的には、種々整備した制度を利用してもらい、安心して育児も研究も頑張る、次のステップを目指すことができる、研究者にとって働きやすい研究機関だと思ってもらえるようにしていきたいと思っています。

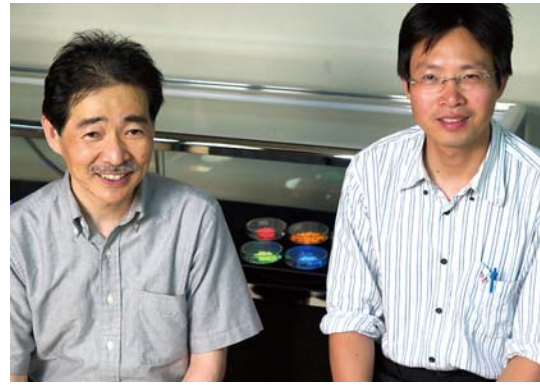
第17回つくば奨励賞を受賞

平成19年7月24日、茨城県内において科学技術に関する研究に携わり、顕著な研究成果を取めた研究者を顕彰し、研究者の創造的な研究活動を奨励するつくば奨励賞(実用化研究部門)を、ナノセラミックスセンター窒化物粒子グループの広崎尚登グループリーダーと解栄軍主幹研究員が受賞しました。授賞の対象となった研究主題は、「白色LED用途に適したサイアロン蛍光体の開発」です。

これは、茨城県科学技術振興財団(理事長:江崎玲於奈)が研究開発奨励事業として授与している賞で、9月28日につくば国際会議場で授賞式が行われます。

ナノセラミックスセンター窒化物粒子グループの研究成果は、NIMS NOW No.3のナノセラミックスセンター特集およびNo.7のResearch Highlightsにてご紹介しておりますので、ぜひご覧ください。

Vol.7 No.3 <http://www.nims.go.jp/jpn/news/nimsnow/Vol7/2007-03/05.html>
 Vol.7 No.7 <http://www.nims.go.jp/jpn/news/nimsnow/Vol7/No7/research1.html>



広崎グループリーダー(左)、解主幹研究員

米国フロリダ中央大学とMOUを調印

平成19年3月2日、コーティング・複合材料センター及び計算科学センターは米国フロリダ中央大学(University of Central Florida, UCF)先進材料プロセス解析センター(Advanced Materials Processing Analysis Center Faculty, AMPAC Faculty)と"新規コーティングシステム開発およびその特性評価(Development of novel coating system and its characterization)"に関するMOU(覚書)を調印しました。Prof. Sohnとの共同研究により、7月に開催された拡散に関する国際会議(3rd International Conference on Diffusion in Solids and Liquids)で大出真知子主任研究員がOutstanding Young Scientist Awardを受賞するなど、充実した成果を挙げています。

日米共同のコーティングシステムを開発できるよう、今後とも交流を深めていく予定です。



左からProf. Sudipta Seal (Professor)、Prof. James Pearson (Director of AMPAC Faculty)、村上主席研究員(コーティング・複合材料センター)、大出主任研究員(計算科学センター)、Dr. Yongho Sohn (Associate Professor)

英国ハル大学とMOUを調印

平成19年3月30日、ナノセラミックスセンターは英国のハル大学(University of Hull)の化学科(Department of Chemistry)とマイクロ流体化学(microfluidic chemistry)分野における研究協力に関してMOUを調印しました。

ハル大学とナノセラミックスセンターは、昨年からの分野における連携研究を開始しており、このMOU調印を契機として、さらに密な研究情報の交換、人的交流、研究課題の拡充を通して、研究協力体制の強化を進めていきます。



左からナノセラミックスセンター廣田研究員、目(さっか)センター長、ハル大学 Pamme講師、Iles研究員(両者とも元ICYSフェロー)

英国ラフボロ大学とMOUを調印

平成19年6月28日、コーティング・複合材料センター及び材料ラボは英国ラフボロ大学(Loughborough University)マテリアルリサーチスクール(Materials Research School)と"高温構造材料およびそれらコーティング材の微細組織解析(Microstructural characterization of high temperature structural materials and their coatings)"に関するMOU(覚書)を調印しました。当大学には分野横断型のResearch Schoolと呼ばれる教育研究組織が5つあり、そのうちの1つであるMaterials Research Schoolは材料工学をはじめ機械工学、物理学、化学、数学等多分野の専門家(60名以上)によって運営されています。

今回のMaterials Research SchoolとのMOUの締結では、耐熱構造材料及びそのコーティング材に関する共同研究を進めていく予定です。



左からProf. Rachel Thomson(マテリアルリサーチスクール長)、村上主席研究員(コーティング・複合材料センター、材料ラボ併任)、Prof. Peter Golding(副学長)、Prof. Jon Binner(ポリマー及び材料研究科 学科長)、Dr. Ray Kent (Research Office)

英国UCL、LCNとMOUを調印

平成19年7月4日、NIMSナノ有機センターと若手国際研究拠点(ICYS)は、英国LCN(London Center for Nanotechnology)、UCL(University College, London)とMOU(覚書)を調印しました。LCNは、UCLとImperial Collegeが共同で設けた境際領域研究所で、ナノサイエンスとナノテクノロジーの最前線の研究を行っています。UCLは医学に強い総合大学です。伊藤博文や小泉純一郎各氏が同大学の学生であったこともあり親日的です。この調印を契機に、量子情報処理プラットフォームを中心として機能的ナノマテリアル材料に関する研究を推進していきます。

本調印は、ICYSフェローであったDavid Bowler博士がUCL及びLCNのスタッフとして窓口になって実現しました。ICYSが核になった国際ネットワーク構築のモデルケースになるものと期待されます。

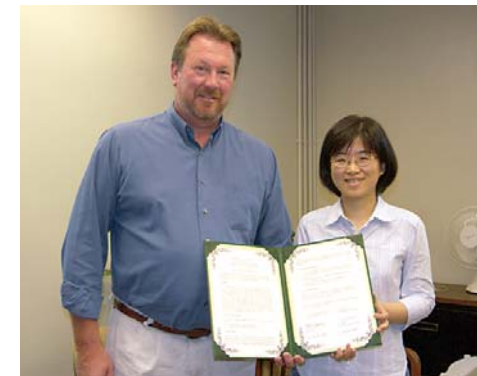


前列左よりLCNセンター長 Prof. Aeppli、板東ICYSセンター長、UCL国際担当副学長 Prof. Worton、後列左より三木ナノ有機センターグループリーダー、LCN研究員 Prof. Bowler

米国ローレンス・バークレイ国立研究所とMOUを調印

平成19年7月5日、量子ビームセンターは米国ローレンス・バークレイ国立研究所(LBNL)加速器・核融合研究部と「イオン投影ナノバターニング」に関するMOU(覚書)を調印しました。

NIMSとLBNLは、イオンビームを基礎とするナノファブリケーションにおける国際協力について検討してきましたが、2006年8月以降は、国際会議・ワークショップ等を開催し、装置技術・実験計画等を検討し、関連研究所への訪問を重ねるなど、より具体的な活動を行っています。このMOUにより、研究者や情報の相互交換等による協力体制を強化します。



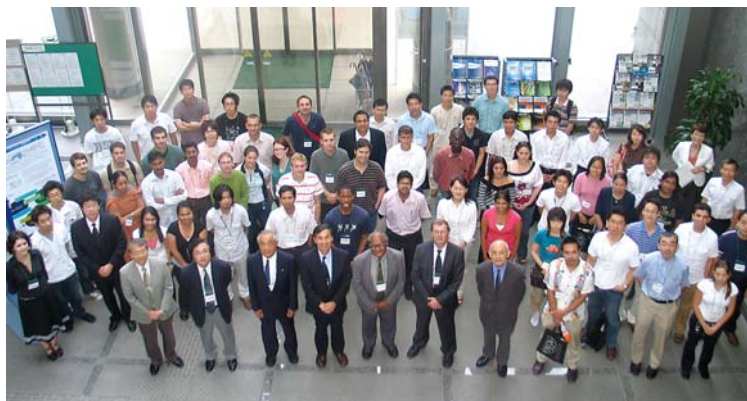
ローレンス・バークレイ国立研究所、加速器・核融合研究部(AFRD)部長のDr. Stephen Gourley及びイオンビーム工学グループのDr. Qing Ji



NIMS量子ビームセンター・イオンビームグループの武田主席研究員、岸本直樹センター長、雨倉主幹研究員

ICYS-ICMR Summer School on Nanomaterials 2007開催報告

平成19年7月23日～28日、昨年に引き続きNIMSにおいて、ICYS-ICMR Summer School on Nanomaterials 2007を開催しました。本サマースクールは、若手国際研究拠点(ICYS)が包括提携しているカリフォルニア大学サンタバーバラ校(University of California, Santa Barbara)の国際材料研究センター(International Center for Materials Research: ICMR)と共催するもので、公募により世界各国から集まった博士課程の学生、ポスドク、若手研究者58名(14ヶ国)が、ナノ材料分野の第一線で



活躍する講師15名による、基礎から最先端の研究成果までの幅広い講義を受けると共に、各自の成果を発表し、活発な議論を交わしました。期間中、茶の湯や和太鼓など日本文化に関する講習なども行われ、参加者達が交流を深めました。本サマースクールが将来の材料分野の若手研究者のネットワークとなり、共同研究などを行うきっかけになることを期待しています。

第7回NIMSフォーラム開催のお知らせ

平成19年11月1日(木)、東京国際フォーラム(東京都千代田区丸の内3-5-1)において、第7回NIMSフォーラムを開催いたします。

本フォーラムは、研究成果発表会および技術移転を目的としたポスターセッションを主とし、NIMS発足以来毎年度行い、皆様にご好評いただいております。

NIMSの活動をご覧いただく良い機会といたく、皆様のご来場を心よりお待ちしております。(来月号において、成果発表課題名等の詳細なお知らせをいたします)

ご案内

第193回西山記念技術講座

「鉄鋼業における最新の計測・制御・システム技術」開催のお知らせ

平成19年11月21日(水)、社団法人日本鉄鋼協会主催、当機構およびその他機関の協賛により「鉄鋼業における最新の計測・制御・システム技術」というテーマにて西山記念技術講座が開催されます。

本講座では、計測、制御、システム技術に関する基調講演に続き、製鉄所における技術動向、最新技術の応用、今後の技術開発の方向性について総合的に報告するとともに、電気設備の保全、設備技術に関して関連業界からの報告を加え、議論を深めることを目的としています。

鉄鋼技術者、研究者、および関連業界の技術者にとって極めて有意義な技術講座になると思われまます。

<http://www.isij.or.jp/Event/Event/070305.htm>