

NIMS

2010年 6月号

NOW

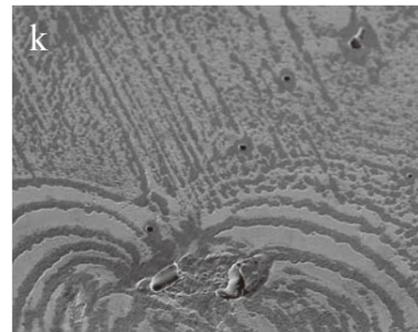
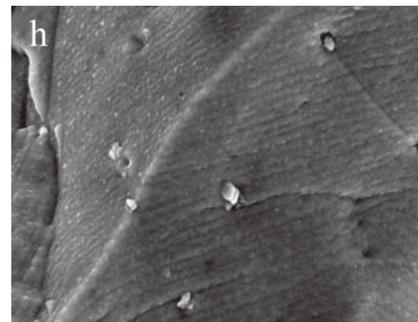
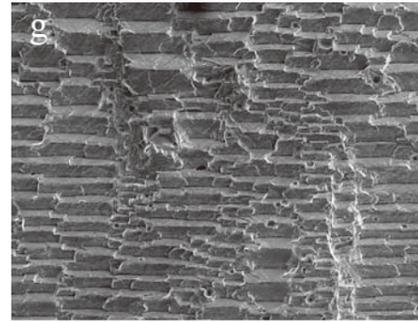
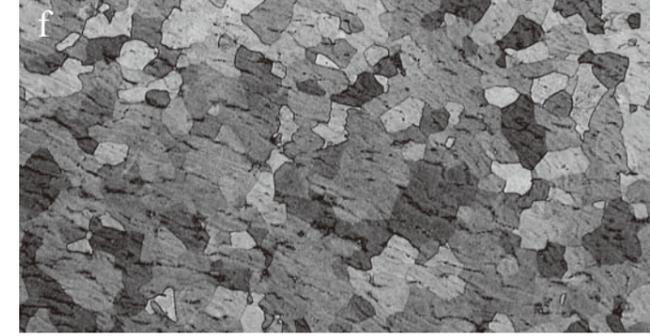
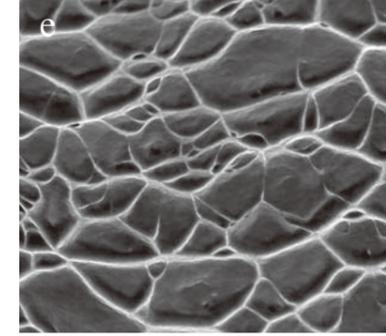
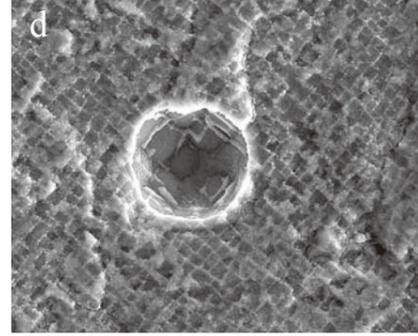
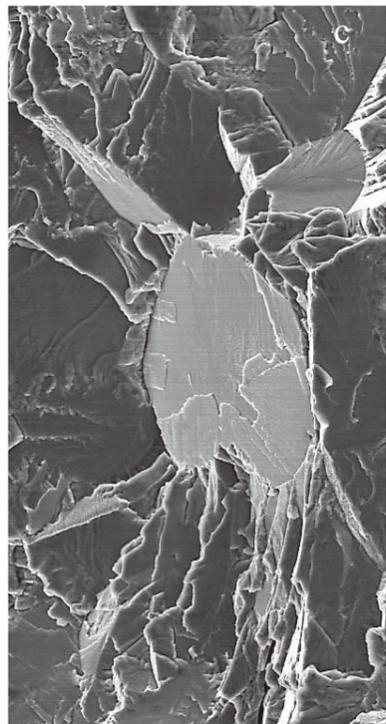
材料の信頼性を求めて
材料信頼性センターの活動



材料の信頼性を求めて 材料信頼性センターの活動

車両から建築物まで、地上にあるすべてのものは日夜風雨にさらされ、また、苛酷な環境の中で、損傷を受けている。短い時間で宇宙に向かうロケットエンジンも、同じだ。こうした材料の損傷を研究しているのが、材料信頼性センターだ。社会で使われている材料がどのように腐食し、疲労し、壊れていくのか、情報を収集・提供し、疲労事故現場へも赴いて調査する。ものの信頼性、安全性を見極めるプロ集団である彼らの活動を紹介します。

(c)JAXA



材料信頼性センターの活動

材料信頼性センターは、社会でひろく使われている機器や構造物などの安全性・信頼性を高めるために活動しています。構造材料の強度特性や寿命に影響を及ぼす材料の組成、使用環境などを研究・評価し、機器や構造物の設計にも使われる材料特性データをひろく提供しています。

社会へのフィードバックをおこなうプロ集団

当センターは、高温材料、疲労、腐食、極限環境、微小工学及び材料創製・信頼性グループの6グループから組織されています。前の4グループの研究者は、データシートステーションのスタッフを併任し、ISO 9001の品質管理システムに準じて、データシート出版業務を果たしています。データシートは、顧客である社会のニーズを反映したもので、構造材料の設計や規格にも参照され、社会に深く関与する重要な資料です。

また当センターは、材料損傷に関する高い研究成果と評価能力を持つ公的な研究機関として、疲労・腐食・宇宙の分野で事件

材料信頼性センター 緒形俊夫

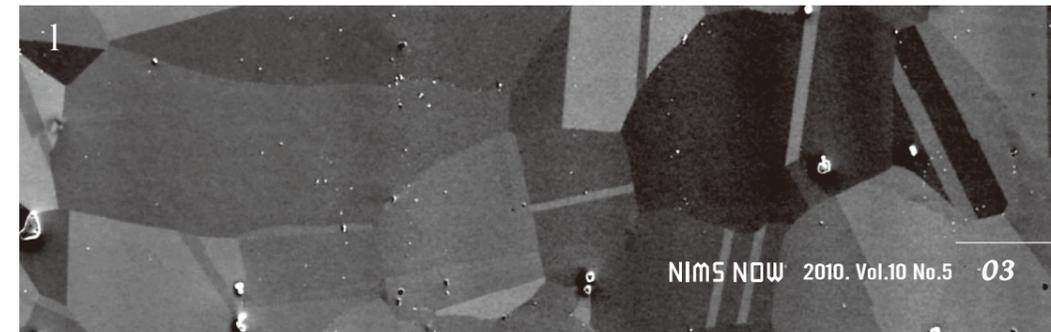
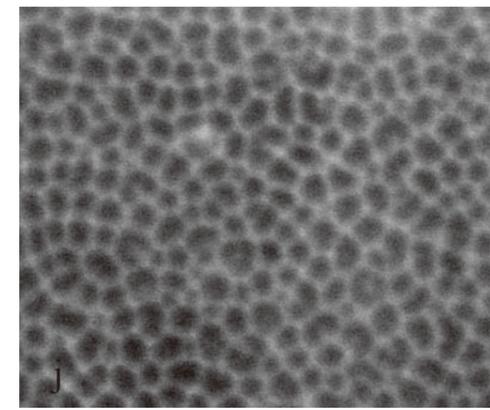
や事故調査依頼を受けています。こうした調査は報告書作成までに、最短でも2,3ヶ月はかかる地道な業務です。

データシート作成や事故調査は、論文発表とは異なり、研究成果や個人の業績評価の対象には見え難い仕事で、時間的にも研究活動よりも優先されるものです。しかし私たちは、日頃の研究成果を社会にフィードバックし貢献するプロ集団としての自覚を持って取り組んでいます。

センターへ、内外からも高い評価

この度これらの活動に対し、NIMS内外から表彰を受けました。極限環境グループと疲労グループが担当している宇宙関連材料については、昨年(2009年)3月に宇宙航空研究開発機構(JAXA)理事長から感謝状を、腐食と疲労研究グループには事件・事故調査の業績に対し本年(2010年)4月にNIMSの理事長表彰を受けました。

※ISO 9001 (JIS Q 9001)：製品品質そのものでなく、品質システムについての規格。



(a) 打ち上げられるHII-Aロケット
(b) 本号で紹介する材料信頼性センターのメンバー
(c) チタン合金の疲労起点部に見られる特徴(SEM像)
(d) Ni基単結晶の疲労破面に見られる微細組織と小空洞(SEM像)
(e) チタン合金の延性破面に見られるディンプル模様(SEM像)
(f) チタン合金の組織(OM像)
(g) Ni基単結晶の疲労破面に見られる特徴(SEM像)
(h) Ni基合金溶接部の疲労破面に見られる特徴(SEM像)
(i) フィリピンでの暴露試験指導
(j) アルミ合金の電解研磨面に見られる極微細パターン(1つが約50nm)(SEM像)
(k) Ni基単結晶の疲労起点部に見られる特徴(SEM像)
(l) Ni基合金の金属組織(SEM像)
SEM: Scanning Electron Microscope. 走査型電子顕微鏡
OM: Optical Microscope. 光学顕微鏡
(フラクトグラフィ写真提供: 住吉英志)

極限環境での信頼性評価 国産宇宙ロケットH-IIAへの貢献

宇宙ロケットからリニアモーターカーまで

材料信頼性センター極限環境グループでは、液体水素(-253℃)を用いる宇宙ロケットエンジンや液体ヘリウム(-269℃)を用いる核融合炉、磁気浮上列車(リニアモーターカー)などの超伝導応用機器に実際に使われる構造材料の、極低温(-200℃以下)あるいは高圧水素環境中での材料特性の取得・蓄積と信頼性向上に関する研究をすすめています。

極低温での引張試験、疲労試験、衝撃試験などの試験条件を吟味し、試験法を開発・確立しています。さらに、開発した試験装置や試験法を用い、世界的にも貴重な材料試験データを蓄積し、極低温特有の変形挙動、組織変化などの材料特性を解明しています。



図 H-IIAロケット1号機の打ち上げ

H-IIAロケットへの貢献

1999年の国産ロケットH-II 8号機の事故の際には、これらの試験技術を用いて得られたデータが事故調査委員会でも参照されました。また、委員会から依頼された極低温での材料試験を実施、3,000メートルの海底から引きあげた事故機の破断面の破面解析とともに原因解明に大きく貢献しました。

それ以後、宇宙航空研究開発機構(当時、宇宙開発事業団)との間で、「国産宇宙ロケット用材料強度データの整備」に関する共同研究契約を締結。液体水素環境の極低温のみならず高温になるエンジン燃焼室までの、実際に使われている液体ロケットエンジン用材料のデータシート(宇宙関連材料強度特性データシート)を毎年出版し、データベースを構築しています。

さらに、特性を取得した様々な材料の試験片の破面を全て掲載した「破面集」も貴重なフラクトグラフィとして出版しています。

極低温では破壊特性が異なっていた

これらの材料の破壊機構の研究の中で、チタン合金では、低温で双晶変形に伴って疲労破壊が生じていることを見出しました。現在は、このような破壊が起こることと、低温で高サイクル疲労特性が低くなることとが関係していると推察し、詳細な調査をすすめています。ニッケル基超合金では、疲労き裂が進展した破面に見えるすじ上の模様(ストライエーション)と応力拡大係数範囲ΔKをもとにした破面解析結果との対応(図2)を明らかにしました。

当グループを中心にして取得・評価された材料特性は、H-IIAロケットのエンジン設計基準の変更や材料特性の改善、また運転条件の改善に反映され、H-IIAロケットの信頼性



材料信頼性センター
極限環境グループ
緒形俊夫



材料信頼性センター
極限環境グループ
小野嘉則

向上に大きく寄与し、連続打ち上げ成功に大きく貢献しています。

今後、次期国産ロケットを開発していく上でも、これらの試験技術とデータの取得が必要不可欠になっています。さらに、材料特性を評価するだけでなく、H-IIAロケットの高信頼性化や低コスト化に向けた検討にも参加し、総点検や不具合対応、宇宙ロケット搭載機器部品不具合の調査にも貢献しています。

2009年3月には、国産打ち上げロケットH-IIA/H-IIBをはじめとした宇宙輸送系に対する多大な貢献に対して、JAXAから感謝状を頂きました。^{注1)}

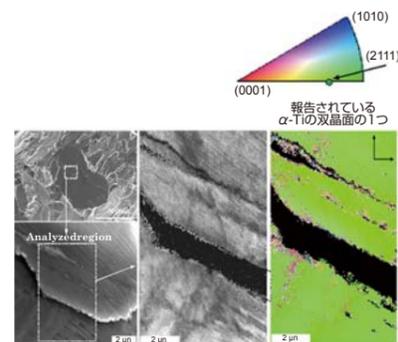


図1 Ti-5Al-2.5Sn極低温疲労破面のSEM-EBSD法による解析結果

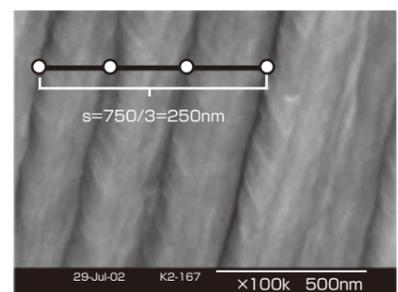


図2 Ni合金アロイ718で、ΔKが34MPa・m^{0.5}付近で見られたストライエーション

注1) <http://www.nims.go.jp/news/archive/2009/03/vk3rak000004gl3.html>

アジア大気腐食ネットワーク 構築をめざして

橋も自動車も鉄道も、 大気にさらされ、腐食している

腐食は、種々の環境の中で、様々な形態(遅れ破壊、すきま腐食、応力腐食割れ、腐食疲労、大気腐食など)を伴って生じます。私たち材料信頼性センター腐食研究グループは、2001年に材料基盤情報ステーションが設立されると同時に発足し、大気腐食およびステンレス鋼の局部腐食(すきま腐食、応力腐食割れ)をテーマとして研究をおこなっています。

橋梁、鉄塔、自動車、鉄道など多くの構造物が空气中(大気環境中)にさらされており、それらを健全に維持するためにも、大気腐食は重要な問題です。

当グループでは、2000年に開始された低合金鋼を国内3箇所(つくば、銚子、宮古島)での暴露試験^{注1)}を引き継ぎ、それらの大気腐食特性を評価するとともに、腐食データシートとしてまとめ、公開しています。また、海塩など付着物が雨によって洗浄されない鋼橋の桁内面や構造物の軒下のような環境条件を模擬するため、遮へい暴露試験の規格化をすすめています。さらに、データシートを補完するために、大気腐食センサを用いて環境腐食性評価をおこなっています。

高温多湿なアジアは大気腐食が深刻

一方、アジア地域の多くは、高温多湿な気候にあり、金属の腐食劣化問題は非常に深刻なものです。そこで私たちは、アジア各国の大学・研究所と協力して、アジア地域での大気腐食ネットワーク構築をめざしています(図1)。アジア地区9つの国と地域の研究者と連携を図るとともに、毎年、各国と地域から研究者を招き、各々の大気腐食に関する情報を交換するワークショップを開いています。ま

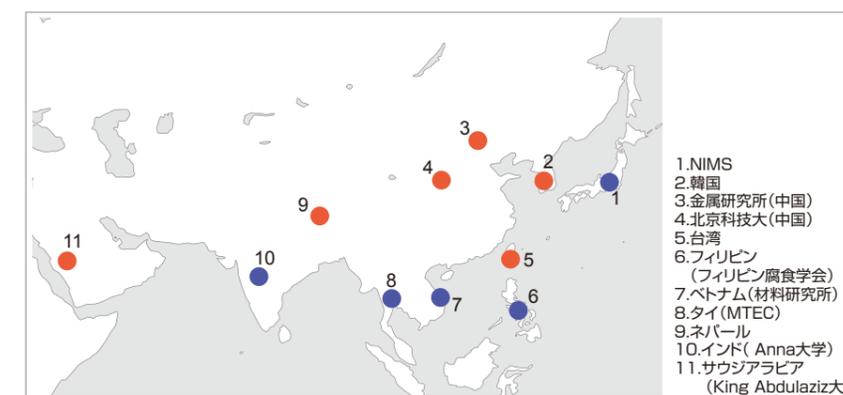


図1 アジア地区との連携(国と地域もしくは機関、赤:連携、青:共同暴露試験実施)

た、すでに4か国においては共同暴露試験を実施しており、各国へ出向いて試験法、データ解析などの指導をおこなうとともに、情報の共有化を図っています。

ステンレス鋼は代表的な耐食金属材料ですが、NaClなどの塩化物を含む水溶液中では、孔食やすきま腐食と呼ばれる局部腐食を生じ、これらは応力腐食割れ(Stress Corrosion Cracking: SCC)の起点にもなります。特に、すきま腐食は、塩化物濃度が低い環境においても発生するため、実機では大きな問題となっています。当研究グループでは、すきま腐食やSCCの化学的、電気化学的、力学的特性を調べ、それら腐食損傷が発生する環境条件について検討してきました。

世界へ広がる腐食研究

現在は、腐食機構の解明を含め、それら腐食損傷が『いつ、どこで、どのように』発生し、成長していくかの検討に移っています。こうした系統的な研究は世界でも例がなく、スウェーデン、ベトナムなど海外からの研究者、学生を受け入れています。

当グループではこれらの研究成果を含めた



図2 フィリピンでの暴露試験指導

腐食に関する知識をもとに、腐食損傷に関する事例解析、調査もおこなっています。

近年、日本の技術の多くが海外へ進出していますが、こうした中、海外の新幹線での腐食事例調査、腐食環境調査の依頼があり、現地調査、再現試験などをおこなってきました。また、アジア各国では、社会資本の整備に伴い、これらの腐食劣化対策が急務となり、大学、研究所に事例解析の研究室を設置するところが増えています。私たちはそうした事例解析研究室との連携を強め、研究者の受け入れだけでなく、現地へ出向いて実験手法等の指導もおこなっています。

注1) 暴露試験: 屋外に試験片をおき、大気や雨など自然条件に長時間さらし、どのように変化するかをみる試験。

フラクトグラフィによる事故解析

もんじゅやSPring-8も調査対象

材料信頼性センター疲労研究グループでは、旧金属材料技術研究所の時代から40年以上にわたり、国産実用材料を対象にした疲労研究をおこなってきました。また、公的機関から依頼された事故解析にも積極的に対応し、これまでの疲労研究をいかして多くの事故原因を解明しました。今回はこの事故解析について紹介します。

表1に疲労研究グループが最近調査した事故事例を示します。調査対象は「航空機部品の破壊」、「SPring-8施設の破損」、「探査船部品の破壊」などです。調査の結果、これらの事故の多くは疲労が原因だったことがわかりました。表1に挙げた事故事例は2000年以後のものですが、それ以外にも1985年に発生した「日航ジャンボ機の墜落事故」、1995年に発生した「高速増殖炉もんじゅのNa漏洩事故」、1999年に発生した「H-IIロケット8号機の事故」などについても調査し、事故原因を明らかにしました。

有力証拠を引き出すフラクトグラフィ

このような事故解析にはフラクトグラフィ(破面解析)が有力な手段となります。すなわち、事故で壊れた折れ口(破面)を電子顕微

年代	事故事例
2000	航空機エンジン部破壊事故(疲労)
2000	航空機主脚部破壊事故(疲労)
2003	航空機エンジン部破壊事故(疲労)
2003	航空機主脚部破壊事故(疲労)
2004	SPring-8屋根破損事故(疲労)
2004	航空機主脚部破壊事故(疲労)
2005	航空機主脚部破壊事故(延性破壊)
2005	航空機主脚部破壊事故(延性破壊)
2007	航空機ウイング曳航部破壊事故(疲労)
2007	探査船油圧系破壊事故(疲労)
2008	航空機テールロータ部破壊事故(疲労)
2009	探査船スクリュー部破壊事故(疲労)
2009	電力システム配管破壊事故(疲労)

表1 疲労グループで調査した主な事故事例(2000年以後)

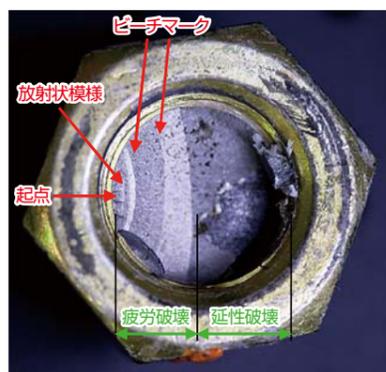


図1 疲労破壊した部品のマクロ破面観察

鏡などによって観察し、破面形態から事故原因に繋がる多くの情報を引き出すことができます。

例えば、図1は疲労破壊した航空機エンジン部品(ボルト)のマクロ破面観察例ですが、図1からは次の情報が得られます。

(1)「放射状模様」は起点から破壊の進展方向に放射状に進む模様です。放射状模様から破壊の起点と進展方向がわかります。

(2)「ピーチマーク」は部品に変動荷重が作用した場合に破壊の進展方向と直角で、かつ同心円状に形成される模様です。ピーチマークは破壊原因が疲労であったことの有力な証拠となります。

調査は知識と経験がものをいう

一方、疲労破壊部分を電子顕微鏡で高倍率にして観察すると、「ストライエーション」と呼ばれる縞模様が観察されることがあります。図2にその例を示します。ストライエーションは荷重繰り返しの1サイクルごとに形成されるもので、疲労の代表的な痕跡です。また、ストライエーションの間隔を調べれば、作用した荷重や繰り返し数がある程度わかります。

ただし、実際にはストライエーションが観察



材料信頼性センター
疲労研究グループ
竹内 悦男



材料信頼性センター
疲労研究グループ
古谷 佳之

されるのはまれで、「組織依存型破面」とよばれる無特徴な破面が観察される場合が多いのです。また、不慣れな人はピーチマーク等の他の縞模様をストライエーションと誤認してしまうこともあります。従って、実際に破面形態の特定をおこなうためには、十分な経験と知識が必要です。

事故解析は材料の信頼につながっていく

疲労破壊事故は疲労設計、あるいは疲労研究の反面教師です。例えば、H-IIロケット8号機事故の教訓から、ロケット材料の疲労強度評価不足が再認識され、JAXAとの共同研究に発展しました。機械構造物の破壊事故は疲労によるものが大部分を占めると言われています。私たちは今後とも事故解析に対応するとともに、より多くの事例に対応できるよう疲労研究をさらにすすめていきたいと考えています。

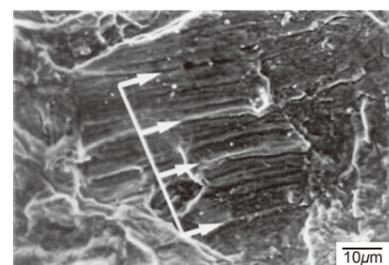


図2(a) 疲労破壊した部品のマイクロ破面観察で得られたストライエーション(H-IIロケット8号機の事故)



図2(b) 疲労破壊した部品のマイクロ破面観察で得られたストライエーション(日航ジャンボ機墜落事故)

紫外線超短パルスレーザーによる絶縁性セラミックスのアトムプローブ解析

磁性材料センター
ナノ組織解析グループリーダー
大久保忠勝

筑波大学大学院数理物質科学研究科
物質・材料工学専攻(D3)
陳一萌

筑波大学大学院数理物質科学研究科
物質・材料工学専攻(D2)
小塚雅也

NIMSフェロー
磁性材料センターセンター長
宝野和博

短波長フェムト秒レーザーを使用した新しいアトムプローブにより、これまで不可能であった絶縁体バルク試料の3次元原子トモグラフィーの取得に成功。アトムプローブの応用分野が飛躍的に広がる。

アトムプローブは、試料中の個々の原子位置をサブナノメートルの分解能で表示可能な強力なナノ組織解析法です。しかしながら、最近まで試料原子のイオン化に電圧パルスを用いていたために、その用途は導電性材料に限定されていました。近年、パルスレーザーで原子をイオン化するレーザーアトムプローブが普及してきましたが、それでも測定対象は金属・半導体など伝導性物質が主流であり、絶縁体では薄膜への応用に留まっていた。

私たちは、独自にフェムト秒レーザーアトムプローブを開発し(図1)、このレーザーの波長を紫外域まで短波長化することで、世界ではじめて絶縁体バルク試料のアトムプローブ分析に成功しました。

まず、試料である焼結セラミックス材料を集束イオンビーム(FIB)法により先端径50nm程度の先鋭な針に加工し、超高真空容器中で5kV~15kV程度の高電圧を印加すること

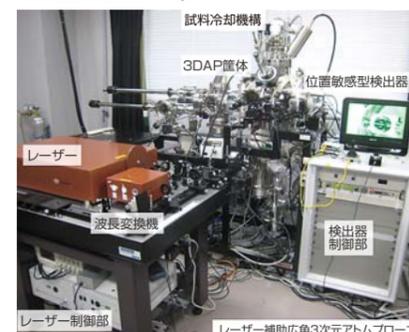
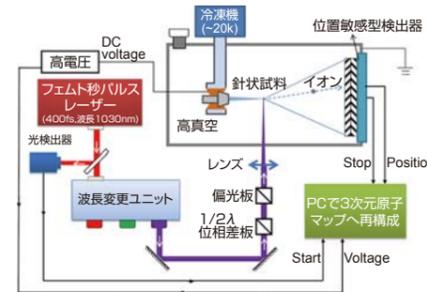


図1 短波長レーザーアトムプローブの原理図と装置外観

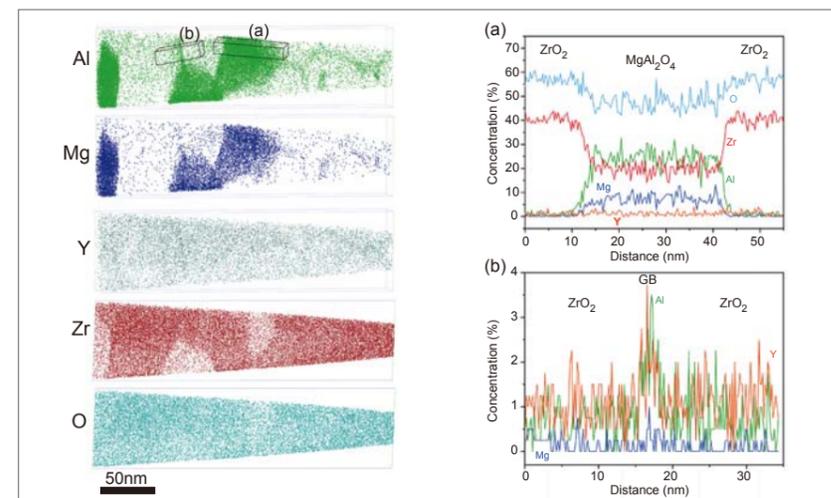


図2 バルク絶縁性セラミックス(安定化ジルコニアスピネルナノコンポジット材料)から得られた3D原子マップと組成プロファイル

で、試料先端に高電界を形成します。次に、非線形光学結晶によって波長1030nmから343nm、257nmに変換したフェムト秒レーザーを試料先端に照射し、針状試料表面の原子をレーザー脱離させます。生成されたイオンは電界の法線方向に加速され、位置敏感型検出器によって位置の同定と飛行時間測定をおこないます。最終的に収集されたデータから、試料先端の曲率、印加電圧を考慮し、原子の空間分布を再構築し、原子の3次元トモグラフィーを得ます。

この技術を使うと、図2に示すように、絶縁性セラミックス材料中の原子一つ一つの位置を立体的に可視化することが可能になります¹⁾。また、紫外光への短波長化により、従来のアトムプローブで問題となっていた試料破壊頻度が激減されるとともに、質量分解能も向上し、飛行距離が短い広開口角でも、長飛行距離・狭開口角のアトムプローブと同等の高質量分解能が達成されました。この技術革新により、レーザーアトムプローブの解析対象が絶縁体

を含む全ての無機材料に広がりました。また集束イオンビーム/走査型電子顕微鏡を用いた試料作製により、粒界や薄膜といった任意の注目箇所から試料が作製可能ですので、レーザーアトムプローブの活躍の場は大きく広がるものと期待されます。

Profile



おおくぼ ただかつ(右) 博士(工学)、1989年日本電気、1992年長岡技術科学大学助手、1994年大阪大学助手、2002年物質・材料研究機構主任研究員を経て2006年より現職。東京理科大学大学院基礎工学研究科客員教授。
ちえん いーもん(中右) 筑波大学大学院数理物質科学研究科物質・材料工学専攻在籍(D3)。NIMSジュニア研究員。こづか まさや(中左) 筑波大学大学院数理物質科学研究科物質・材料工学専攻在籍(D2)。NIMSジュニア研究員。ほうの かずひろ(左) ペンシルベニア州立大学大学院博士課程修了。1988年カーネギーメロン大ポスドク、1990年東北大学研助手、1995年金属材料技術研究所主任研究員などを経て2004年から現職。筑波大学大学院数理物質科学研究科教授。

参考文献: 1) Y. M. Chen, T. Ohkubo, M. Kodzuka, K. Morita and K. Hono, Scripta Mater., 61, 693 (2009).

環境半導体：発光体としての可能性 制御された「有機-半導体」ナノ構造が創発する新しい発光

ナノセラミックスセンター
微粒子プロセスグループ
白幡直人

ナノセラミックスセンター センター長
微粒子プロセスグループリーダー
目義雄

従来、蛍光体としての機能が難しいとされてきたシリコン(Si)。しかし、ナノ構造化し、非酸化界面を構築することで高い輝度での発光をおこなえることがわかった。

私たちの身の回りはいろいろな『光』と『色』であふれています。これら光の波長を使い分け、光の強弱や方向性を制御することで、数多くの情報家電、センサー、光医療機器から光通信に至るまで、実に様々な恩恵を享受しています。

蛍光体はこれら光技術を支える素材群の一つであり、有機系色素、希土類、化合物半導体量子ドットなどその種類は多彩です。環境に優しい半導体として知られるSiは半導体産業のウェハー素材ですが、間接遷移型バンド構造^{注1)}を有するためにバルク状態では蛍光体としての機能は望めません。

ところがバルクの励起子ボア半径^{注2)}以下にナノ粒子化することで、輝度の高いフォトルミネッセンス^{注3)}(Photoluminescence, PL)を可視全域で観察でき、さらにその発光波長は粒子サイズに依存することが知られています¹⁾。

本研究ではSiの粒子サイズで制御可能な発光波長域は、従来よりも格段に広い紫外域(波長:~300nm、従来は~400nm)にまで拡張できることを見いだしました。

図1はレーザー化学合成法により作製した非酸化Siナノ結晶粒子から得たPLスペクトルです²⁾。有機単分子がSiコア表面を緻密に覆うことで酸化を抑制、非酸化ナノ構造が構築されています。粒度分布が広いためにPLスペクトルがブロードです。

興味深い点は紫外域にあらわれたPL成分です。当該発光の起源を探るために、逆ミセル法を用いて単分散性の高い非酸化Siナノ結晶粒子を作製したところ、図2に示すように紫外-青の各波長帯でコアのサイズに依存したPLの観察に初めて成功しました³⁾。

PLの相対量子収率^{注4)}は約20%と直接遷移型化合物半導体(II-VI、III-V族直接遷移型化合物半導体、例えばセレン化カドミウムなど)に匹敵する高い値であり、蛍光寿命は0.9~4.5nsと見積もられました。

本成果の重要性は、バルクでは僅か1.1eVのバンドギャップを有するSiをナノ構造化することでエネルギー準位を離散化し、さらに単分子接合を通じて非酸化界面を構築することで、粒径制御により最大4eVに相当する高輝度発光を導けるポテンシャルを明示した点に

あります。

Siは環境毒性がなく、また有機物と親和性が高い希有な元素です。Siベースの有機/無機ハイブリッド蛍光体は高い産業価値を秘めていると期待されます。

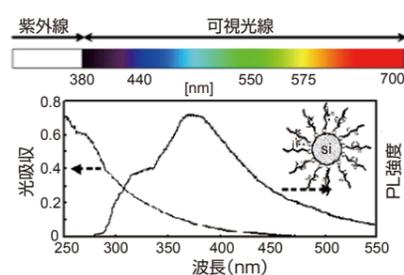


図1 レーザー化学合成法により1ステップで液相調製された有機終端Siナノ粒子の光吸収-発光特性

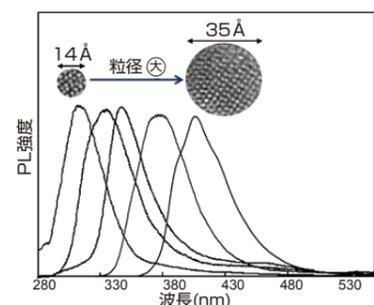
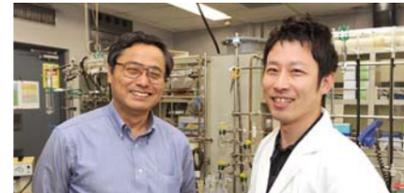


図2 紫外-青の各波長帯における発光の粒子サイズ依存性

Profile



しらはた なおと(右) 博士(工学)。2001年4月JSPS-PD、NIMS ICYS研究員・主任研究員などを経て2010年4月より主幹研究員(現職)・JSTさきがけ研究者(兼任)。
さか よしお(左) 博士(工学)。1983年金属材料技術研究所(現NIMS)入所、2006年より現職。筑波大学教授(兼任)、MANA主任研究員(兼任)。

共焦点走査型透過電子顕微鏡法の開発 2次元像から3次元像へ

ナノ計測センター
先端電子顕微鏡グループ
竹口雅樹

ナノ計測センター
先端電子顕微鏡グループ
橋本綾子

量子ドットセンター
ナノ成長グループ
三石和貴

NIMSが新たに開発した共焦点走査型電子顕微鏡。試料の断層像をよりダイレクトに得ることができ、また、3次元の解析をおこなうことに成功した。

透過型電子顕微鏡法(TEM)や走査型TEM(STEM)は、試料を透過した電子を用いて結像するため、基本的には投影像です。従って形状や構造、組成などを2次元的には原子レベルの分解能で解析可能ですが、3次元的な情報は得ることが困難です。

しかしながら無機材料や生体材料の研究、デバイス研究などの分野においてその研究対象がナノメートルサイズになるにつれて、TEM/STEMの分解能レベルで3次元的な解析や立体形状観察が望まれるようになってきています。

一つのアプローチは、医学分野などで実用的に用いられているX線CT(コンピュータトモグラフィ)技術の電子線版であり、電顕内にて試料を回転させて複数角度からの像を取得し、それらの像をもとに計算機で3次元像を再構築する方法です。XYZの3方向で1nm程度の分解能の3次元解析が可能になります。

もう一つのアプローチは収束電子線の縦幅を小さくして焦点深度を小さく、任意の深さの断層像を取得する方法です。試料をXYZ方向にスキャンすることにより、三次元像が得られます。

この方法だと横方向はTEM/STEMの分解能(原子レベル分解能)を維持し、3次元再構築処理をおこなうことなくダイレクトに断層像を得ることができるので最近注目を集めています。我々はこの技術を発展させた共焦点STEMを開発し、ナノ構造の3次元観察や内部構造観察に成功しました。

図1は、共焦点STEMの電子光学系です。入射電子線を照射レンズによって試料上で収束させ、特定の深さからの電子線のみを結像レンズによって検出器上のピンホールを通過させることで共焦点結像が可能になります。

この共焦点光学系を固定して3次元像を観察するために高分解能3次元試料走査システムを開発し、XYZ方向に0.1nm以下の精度で試料を走査することが可能になりました。また任意の深さの情報だけの像をより明瞭に得るために円環暗視野(ADF)共焦点光学系を考案しました。これら2つの新技術の成果により、通常の200keV電顕で100nm、収差補正型200keV電顕で20nm程度の深さ分解能が現在得られています。

図2はらせん状の構造をもつカーボンナノコイルの観察例です。27枚の連続断層像を取得し、3次元構築をおこなうことによってナノコイルの3次元形状が得られることを実証しました。図3は酸化鉄を内包させた中空多孔質シリカ粒子の内部構造の断層像観察例です。内部は酸化鉄を含んだシリカコアが存在し、このコア(図中矢印)もまた中空であることが明らかとなりました。

このように共焦点STEMは3次元観察による粒子や析出物などの3次元位置特定や内部構造の断層像観察ができる手法として、様々なナノ材料や環境材料の観察への応用が期待されています。また我々はより深さ分解能を向上させる研究にも取り組んでいます。

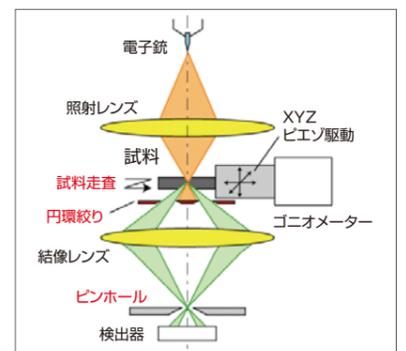


図1 共焦点STEM電子光学系

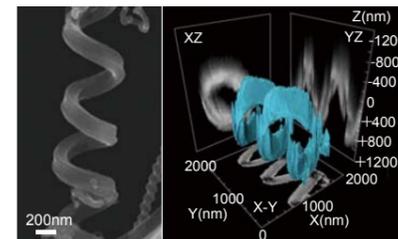


図2 カーボンナノコイルのSEM像(左)と共焦点STEMによる3D観察結果(右)
試料提供: 大阪大学 中山喜萬氏、平原佳織氏
A.Hashimoto et al., J.Appl.Phys. 106 (2009) 086101

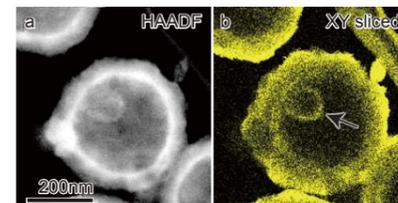
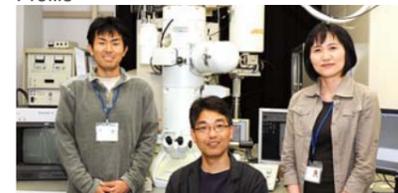


図3 中空多孔質シリカ粒子のADF-STEM像(左)と共焦点STEMによるある深さにおけるXY面断層像(右)。試料提供:NIMS ICYS Yufang Zhu氏

Profile



たけぐち まさき(中) 博士(工学)。大阪大学大学院卒。1993年日本電子株式会社、1998年金属材料技術研究所研究員・主任研究員などを経て2006年より現職。埼玉工業大学客員教授。
はしもと あやこ(右) 博士(工学)。慶應大学大学院卒。2002年産業技術総合研究所にてJSPS-PD、2005年神奈川科学技術アカデミー、2007年NIMS-ICYSなどを経て2010年より現職。
みついし かずたか(左) 博士(理学)。東京理科大学大学院卒。1997年金属材料技術研究所研究員・主任研究員などを経て2008年より現職。埼玉工業大学客員教授。

ますます高まる 物質材料科学の重要性

NIMS理事
曾根純一

民間の研究所からNIMSの理事に就任し、民間企業と独立行政法人の価値観の違いに目をみはった曾根純一氏。NIMSの物質材料研究所としての高い資質を評価する氏に、NIMSでの抱負と期待を語っていただきました。

—民間の企業からNIMSにこられて、いかがですか。

NECに35年いまして、NIMSでいま勉強中なのですが、民間との違いといえば、まず研究環境が大変よいということですね。企業の側からみるとうらやましい限りです。かつては民間にも基礎研究所ブームがありましたが、現在は役割分担ということでしょうか、民間の研究所はかなりシュリンクしています。研究インフラは圧倒的に独法の方がすぐれています。

それと価値観が違いますね。企業ではプロフィットをあげることがもっとも重要で、経済原則が中核を占めるのですが、独法では常に日本を意識する、つまり国としてどうあるべきかを考えているわけです。これはNIMSに来る前にJST(科学技術振興機構)の研究開発戦略センターに兼務で一年おり、そこでの議論を通じて強く意識するようになりました。

—価値観の違いは大きいですね。

そこで、もう昔のように右肩あがりではない日本としてどうしていくべきかを考えるのは、極めて大切なことだと強く感じました。情報関係ではGoogle、Amazonなどのインターネットに対抗して日本がどう戦っていくのかは極めて厳しい問題ですが、物質科学をベースにした材料関係は、日本が十分な基盤を持ち、また材料が提供する価値は万国共通の普遍的なものでもあるので、産業的にも重要な分野であり、とてもやりがいのある対象です。そうした意味で、ご縁があってNIMSでそれに関わることができるのは、ありがたいことだと思っています。

—理事はもともと研究者だったのですか。

そうです。バックグラウンドは物理です。NECの基礎研究所に在籍していた時は、ナノテクと環境エネルギー関係の仕事をし

ていましたので、NIMSとの共同研究もありましたし、外からNIMSを見ていました。当時、独法としてもっとも関係があったのは、産総研かもしれませんね。



—外からみたときと中に入ってからの違いはいかがでしょう。

やっぱりポテンシャルは思っていたよりもずっとあると思いましたね。うまくひばっていけば、世界の物質材料研究を先導する拠点に十分なれると感じています。いま、環境エネルギーは世界の大問題ですが、そのかなりの部分は材料に依存すると思うんです。つまり、材料のイノベーションに期待せざるを得ないところがあります。アメリカもオバマ大統領になって環境エネルギーにかなりのお金を投じようとしています。物質科学の重要性はますます高まるのではないのでしょうか。

—そこで、NIMSがどんな研究所になることを期待されますか。

もちろん、日本を代表する物質材料の研究所としてプレゼンスを発揮することですが、特に喫緊の課題である環境エネルギーに関しては突出した機関になりたいと思います。

また、ここでできた技術を産業界につなげていって、国力を増強していくことが大切なのですが、そのつながりを点ではなく面にすることが肝要です。それがこれからの連携の

あり方だと思います。

—お仕事以外ではどんなことをされていますか。

現在はお勉強モードいっぱい、他に目がまわらないんですが、趣味は囲碁ですね。これは若い時、ずい分のめりこんでいたことがありまして、NECの代表チームの一員でしたし、3人でチームを組んで川崎市長杯に出て優勝したこともあります。スポーツも、体を動かすのは大好きです。ゴルフもやるんですが、限りなく下手です。でも、リタイアしたらゴルフと碁でG&G三昧もいかな、なんて考えています。

—若い研究者への注文はありますか。

常に新しいものにチャレンジする姿勢をもって、悔いの残らないよう研究をつづけてほしいですね。人との関係も常に新しくしていくことが大切です。10人のすぐれた研究者が集まっても、そのままの形がつづけばいつかは創造力を失った、動きのないグループになってしまいます。

それと、この点はNIMSはすすんでいます。グローバルな視点で研究することが重要です。日本だけに通用するのではまったく意味がありません。材料デバイスはITのようなローカリティのあるものとは違って、万国共通なので、

—NIMSが活性化する方法としては。

いろんな人を受け入れる度量の広さを持ちつづけることでしょね。そして、NIMSにいたことがキャリアになる仕組みを確立していくことです。その点ICYS(若手国際研究センター)はすぐれた試みだと思います。

Profile
そねじゅんいち 理学博士。東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士課程修了。日本電気株式会社基礎研究所長、中央研究所支配人などを経てNIMS理事に就任。

NIMSを世界の 材料研究のハブに

NIMS理事
室町英治

フェローとしてNIMSの研究の先頭に立ってきた室町英治氏が、総務担当の理事に就任しました。その初仕事が始業仕分けへの対応。新理事が現実の厳しい仕事への取り組みと、将来の夢を語ります。

—研究畑から一転、理事になられて、何が変わりましたか。

最初の仕事が始業仕分けで、それにほとんどの力を注いだものですから、研究とはずい分違うことを実感しました。非常に緊張を強いられて、ご飯が食べられないこともあったほどでした。

NIMSとしては大きな節目なのでかなり頑張ったつもりですが、問題はこれからですね。ただ、わたしたちの仕事を国民の皆さまに分かりやすく説明するのはいかに難しいかということ、あらためて感じさせられました。

—説明能力が問われるわけですね。

ああいう場でその力が試されるということですね。そういう意味では、日ごろ広報の仕事をきちんとやっておくことが、そういう力をたくわえることになるんだと思いました。広報の役割はとても大事ですね。

—そうした説明能力は、研究者一人ひとりも持つ必要があるのでしょうか。

一人ひとりにそういう能力を身につけなさいというのは少々酷な気がします。それよりも翻訳して分かりやすくするシステムをきちんと備えた方がよいでしょう。全員に説明能力を求めるのは難しいので、組織として対応することが大事だと思います。

—総務担当としてこれからやっていかなければならないことを、どうお考えでしょう。

まずやはり、事務部門の改革ですね。事務部門の人員は年々数が減ってきていますし、また減らそうと努力もしています。一般管理費も15%程度下げているのが実情ですが、外からはもっと下げろといわれています。それに対応するにはデータ処理などに計算機の力を借りて省エネ化を図っていくしかありません。職員一人ひとりに番号を付けて

省力化を図るというのもその一案です。コンピュータに頼れるところはできるだけそうしていこうと考えています。

—日本の科学技術全体のありかたについては、どう考えていらっしゃいますか。

わたしが強く感じていることは、次の時代へのキーワードが環境とエネルギーだということです。この両者はどちらも大事で一体不可分の関係にあると思います。

一例をあげれば、原油の値段はこれからはあがっていくでしょう。現在の2~3倍になったとき、日本は社会構造を変えなければならなくなるかもしれません。そのときにわたしたちになにができるかが強く問われます。



太陽や風などのエネルギー資源をさらに利用することはもちろん不可欠です。燃料電池や二次電池などの重要性も言わずもがなです。ただ、これらに加えて忘れてならないのが原子力です。NIMSでは原子力材料クラスターを設置して、原子力に対してどう貢献できるかを検討中ですが、構造材料だけではなく放射性廃棄物処理に関連する材料などにおいてもできることはたくさんあると思います。この分野でのNIMSのプレゼンスを一層高められたらと思います。

—仕事以外にご趣味はありますか。

休みはほとんど寝てますね。最近は散歩程度でしょうか。研究していた頃は2時間ぐらいい歩いていましたが、いまは昼食後30分ほどです。

あとは、囲碁をやります。インターネットのサイトで相手を探して打つんです。

それと家は農家なので田んぼがあるんですが、連休中に1日田植えをしました。1年に3日ほど百姓をするんです。それだけで収穫したごはんをいばって食べられます(笑)。ときどき家内が野菜を摘んできたりしますし、家へ帰ればほっとしますね。

—もう研究はなさらないのですか。

いや、やりたいと考えています。研究を完全に離れてしまうのがいいことかどうか…。研究者の視点で総務のことを考えるのも大事だと思います。将来、やりたいのは新しい超伝導体の研究。室温超伝導は20年以上の夢ですから。

—若い研究者へひとこといただけますか。

若いうちは研究一途に走ってほしい。年をとってくるとそれができなくなりますから。若い人には研究時間をもっとあげたい。そういう環境づくりをしたいのです。いまの若い人は非常に優秀です。今だったら自分はとても研究者にはなれないと思うほどです。

こうした若者を中心に世界一の材料研究所をつくり、研究で中核的機関の機能を果たす。それをぜひとも実現させたいと思います。

Profile
むろまち えいじ 理学博士。東北大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了。無機材質研究所総合研究官、NIMS物質研究所長、NIMSフェローなどを経てNIMS理事に就任。

第1回 ナノマテリアルの進歩に関するシンガポール-日本ワークショップを開催



4月19日・20日の2日間、NIMSはシンガポールの科学技術研究所所属の材料技術研究所(IMRE)、国立シンガポール大学ナノサイエンス・ナノテクノロジー・イニシアティブ・ナノコア(NUS-NNI-NanoCore)と合同で、「第1回 ナノマテリアルの進歩に関するシンガポール-日本ワークショップ~エレクトロニクス、エネルギー、健康への応用」を開催した。

開催目的はNIMS、IMRE、NUS-NNI-NanoCoreの3機関がナノマテリアル分野のパートナーとして、研究交流と連携を促進

することにあり、今後、日本とシンガポールで毎年交互に開催される。

ワークショップではシンガポール側から11名(IMREから5名、NUS-NNI-NanoCoreから6名)の研究者がそれぞれ発表した。

日本側ではNIMSの7名が発表をおこなった。スピントロニクス、カーボンエレクトロニクス、酸化物エレクトロニクス、顕微鏡計測技術、サステナブルエネルギー材料、ナノマテリアルの社会的影響の各セッションで密度の濃いワークショップとなった。

ワークショップにはIMREやNUSのナノ材料科学に関する第一線の研究者が数多く参加しており、NIMSの発表に対しても活発な議論が展開された。

20日はNIMSの参加者がIMREとNUS-NNI-NanoCoreを訪問し、今後の研究協力や連携について、実質的な討議をおこなうとともに最先端の研究施設を見学した。今後、各機関との連携から世界トップレベルの研究成果が期待される。

第1回構造材料国際クラスターシンポジウムが開催

4月26・27日の2日間、NIMSで第1回構造材料国際クラスターシンポジウムが開催された。

今回のシンポジウムは(社)日本金属学会、(社)日本鉄鋼協会など国内8学協会が協賛し、NIMSの若手研究者グループ構造材料国際クラスターが主催となっておこなわれた。

開催の狙いは学協会・産業界とNIMSの若手構造材料研究者、双方で最新の研究

成果やその産業応用などに関する議論と交流を深め、日本の構造材料研究の一層の活性化をうながすこと。

NIMSでの構造材料研究が一堂のもとに発表されるのははじめての試み。31講演と19のポスター発表がおこなわれ、2日間でのべ158名の参加者があった。

ポスター発表は30歳前後のNIMS若手研究者を中心におこなわれ、優秀ポスター賞3

件と学生・院生ポスター賞2件が選ばれ、シンポジウムの閉会時に表彰された。



NIMS Conference 2010が7月に開催

NIMSは、7月12日から14日にかけての3日間、つくば国際会議場においてNIMS Conference 2010を開催します。

今年はNIMSのナノ材料科学環境拠点が中心となり「ナノ材料科学の挑戦-環境・エネルギー問題の解決に向けて-」をメインテーマとし、問題解決に向けた材料科学・ナノテクノロジーのあり方について、広く議論をおこないます。

開催期間中には、国内外の著名研究者

による講演、「理論計算」「太陽光発電」「光触媒」「二次電池」「燃料電池」「触媒・環境浄化材料」「先端計測」「エネルギー変換」の8つのサブテーマのシンポジウムがおこなわれます。さらに、物質・材料に関わる科学・技術においてここ十年程度の間に飛躍的な進歩を成し遂げた個人、もしくはグループを対象としたNIMS賞の授与式と受賞者の記念講演もおこなわれます。

事前登録(無料)、更に詳しい内容はウエ

ブサイトをご覧ください。

<http://www.nims.go.jp/nimsconf/2010/>

