

NIMS NOW

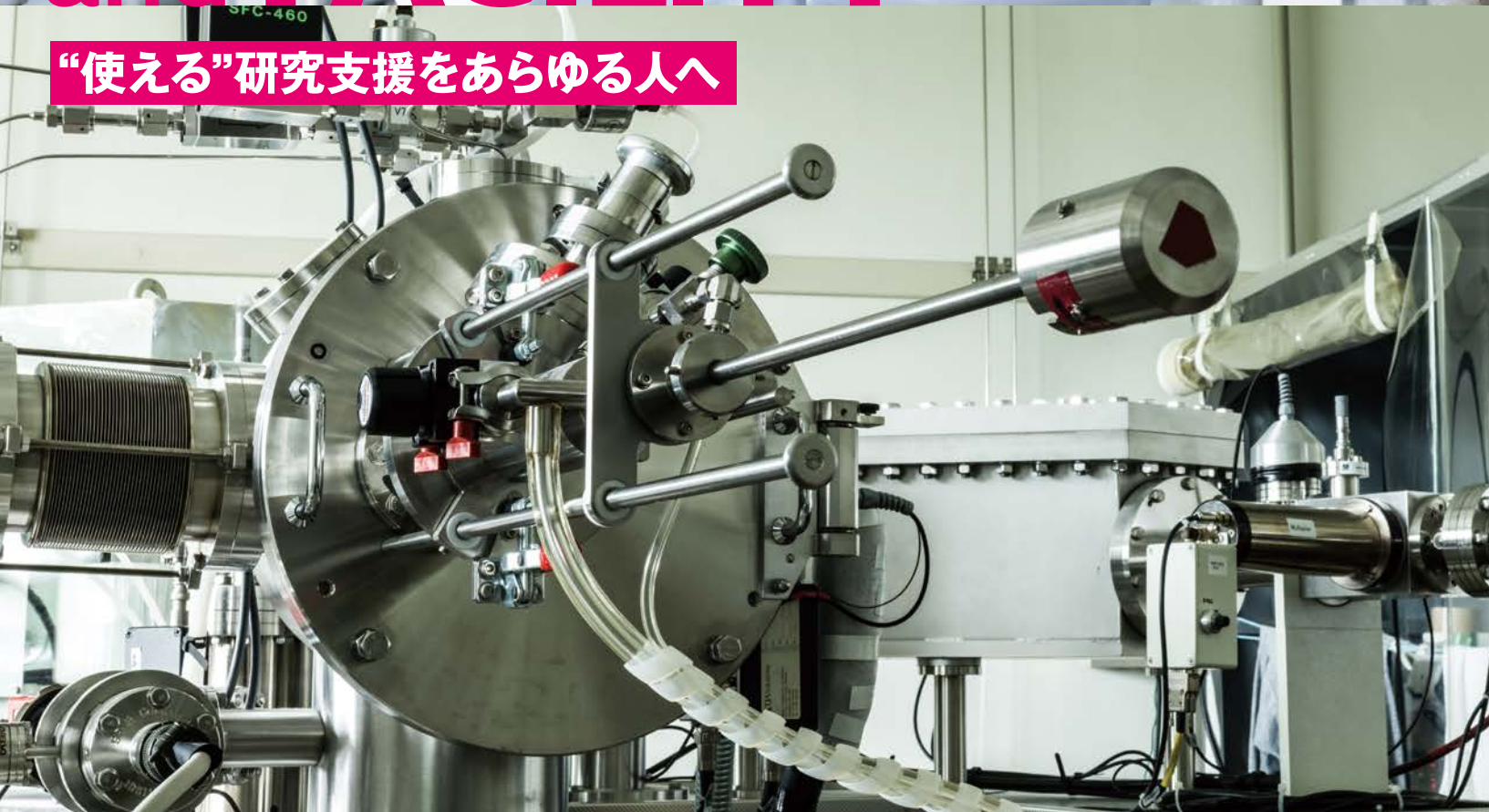
NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE

2017
4

技術開発・共用部門

KNOWLEDGE and FACILITY

“使える”研究支援をあらゆる人へ



技術開発・共用部門

KNOWLEDGE and FACILITY

“使える”研究支援をあらゆる人へ

物質・材料研究は、装置の発展と共に歩みを進めてきた。
超高分解能をもつ電子顕微鏡、世界最高磁場のNMRなど、
極微の世界を拓き、数々の成果に貢献してきたNIMSの装置群。
まさしく日本の科学界全体の貴重な資産といえる。

さらに、それら高度な装置を扱うエンジニアたち。
日々、適正な維持管理を行ない、ときに改良を加えながら、
まだ見ぬ材料を追い求めてきた彼らの知識と経験もまた、貴重な資産である。

この資産を広く共用し、研究開発の最前線を支えるのが「技術開発・共用部門」だ。
国内外の、さまざまな研究をサポートするその原動力とはなにか。
そして、これら資産を活用して加速する、次世代パワーデバイス材料開発とは。
あらゆる人へ開かれた研究支援の取り組みに迫る。



E



小出康夫

NIMS



天野浩

名古屋大学



技術開発・共用部門
SPECIAL TOPIC

注目の窒化ガリウムの性能向上を目指して

「天野・小出 共同研究ラボ」 誕生!

2014年に、日本人3人がノーベル物理学賞を受賞することになった青色LEDは、窒化ガリウムの結晶化の成功によって実現した。窒化ガリウムは、その潜在的な性能の高さから、今では、次世代の省エネルギーパワーデバイス材料として世界的に注目されている。この材料の特性を明らかにし、高い性能を引き出すために、名古屋大学の天野浩教授とNIMSの小出康夫理事は、窒化ガリウム結晶の評価計測を行なう共同研究ラボを立ち上げた。

次世代パワーデバイス開発のために結集

小出 名古屋大学の天野先生のグループとNIMSの連携を一層強化するため、2017年3月、「天野・小出共同研究ラボ」を、NIMSの技術開発・共用部門と名古屋大学未来材料・システム研究所、双方に開設しました。天野先生とは、2016年4月から文部科学省の「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業で一緒にしています。この事業では、次世代の省エネルギーパワーデバイスの開発を目的に、窒化ガリウムの結晶をつくる天野先生のグループ、それを評価するNIMS、そしてこの結晶でパワーデバイスを開発する名古屋大学の加地徹先生のグループが連携しています。

天野 私たちは結晶をつくることはできませんが、それをトランジスタなどに加工した場合に、きちんと動作するかを評価する手段を持っていません。できた結晶を評価計測して、「これはイイ、これはダメ」と判断してくれる機関と連携しなければならないと考えていました。そこに文部科学省の事業が始まり、さらにそれを発展させる共同研究ラボを開設できたことは幸いでした。

小出 NIMSには、さまざまな材料の評価計測のエキスパートがいます。今回、天野先生がつくる窒化ガリウム結晶の評価のために、その力を結集させようと、光電気特性や微細構造解析・計測を得意とする約25人を集めました。NIMSで半導体材料を評価するために、このようなチームをつくるのは初めてのことです。

学生時代に出合った材料を信じて

小出 天野先生と私は同時期に、赤崎勇先生(2014年に青色LEDの開発でノーベル物理学賞を受賞)の研究室の学生でした。天野先生は大学院2年生で、すでに青色LEDを実現させるために窒化ガリウム結晶の高品質化を研究しており、後に赤崎先生とともにノーベル

賞を受賞されました。私は天野先生の1年先輩で、当時、窒化アルミニウムガリウムの結晶をつくり、その光電気特性を調べていました。

天野 そうでしたね。窒化ガリウムも窒化アルミニウムガリウムも、赤崎研が世界に先駆けて取り組んだ材料でした。今ではどちらも、パワーデバイス材料としてその重要性を増しています。



天野 浩

Hiroshi Amano

名古屋大学未来材料・システム研究所
未来エレクトロニクス集積研究センター
センター長／教授
物質・材料研究機構(NIMS)特別フェロー

小出康夫

Yasuo Koide

物質・材料研究機構 (NIMS)

理事／技術開発・共用部門 部門長

名古屋大学未来材料・システム研究所

特任教授



小出 ただ当時は、炭化ケイ素やセレン化亜鉛が注目されていて、窒化物は世の中から見捨てられていました。

四面楚歌になりながらも、窒化物の研究にこだわられた赤崎先生に対して、当時の先生と同年代になった今、改めてすごいなと思います。当時は、窒化物用の結晶合成装置も市販されていなかったので、結晶の成長実験のため、天野先生と二人で組み上げることから始めたほどです。今では、大きなパワーが出せるという窒化物の特徴が、次世代のパワーデバイスに欠かせなくなっています。

シリコンを超える！ 窒化ガリウムの可能性

天野 現在、パワーデバイスの材料として広く使われているのはシリコンで、その市場規模は数兆円とも言われていま

す。ただ、シリコンには物性的な限界があるため、高性能な次世代パワーデバイスのためにはより良い材料が必要になっています。シリコンの10～40倍の性能が期待できる窒化ガリウムは、シリコンに代わる材料と考えられています。

シリコンが窒化ガリウムに置き換わった場合に何が起るかを考えますと、例えば、ACアダプターが今の約10分の1のサイズになります。そうすればパソコンに内蔵できるので、重たいACアダプターを持ち歩かなくてよくなります。また、窒化ガリウム半導体を高周波の発生源として用いれば、コードがなくても充電できるようにもなります。

小出 自動車が走行しながら充電できる、ワイヤレス給電ですね。これは世の中を変えるでしょうね。ほかにも、携帯電話の基地局に窒化ガリウムが使われ

るようになって、コンパクトになったという話も聞いたことがあります。いずれも、窒化ガリウムのようにパワーの出せる材料でないと実現できません。

天野 そうです。ところが、硬くて丈夫であるが故にきれいな結晶を安定的につくるのが難しく、なかなかシリコンと置き換えられないのが現状です。シリコンのような単体元素に対して、化合物となると、とたんに難しくなるのです。窒化ガリウムは青色LEDの材料としてすでに使われています。しかし製品の結晶にも1 cm²につき1～10億の欠陥、つまり結晶構造の乱れがあって、材料としての信頼性はそれほど高くはありません。それでも明るく光るので、不思議な結晶です。

小出 半導体の歴史を振り返ると、「半導体の結晶は欠陥があったらダメだ」という常識は、窒化ガリウムによって覆されたのでしたね。

天野 欠陥をゼロにするのが難しいこの材料を広く使うには、欠陥の中でも問題になるものとそうでないものを見分けなくてはなりません。これが、今回の共同研究のポイントだと思っています。

常識にとらわれない 評価計測を

天野 実は、小出先生が、窒化物の専門とは限らない評価計測のエキスパートを集めたことが、成果を生んでいます。窒化ガリウムなど窒化物の性質には、一般的に言われている“常識”がありません。窒化物を専門にしている研究者の多くが、この常識にとらわれて、結晶をもう一步踏み込んで観察できないのです。例えば、結晶欠陥の転位（結晶内部で線状に起る原子の位置のずれ）は、らせんと刃状と混合の3種類あると、教科書には書かれています。しかしNIMSと連携するようになって、転位の種類は

もっと多くに分かれることがわかってきました。この知見は、今後、結晶欠陥を評価するのに重要になります。

小出 ほかに、界面構造を原子層レベルで観察しました。これは、「天野・小出共同研究ラボ」をNIMSの技術開発・共用部門内に設置したことの強みが発揮された成果です。

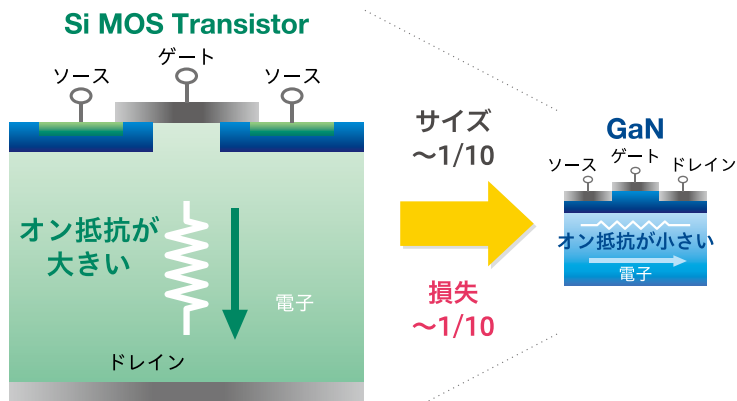
NIMSの技術開発・共用部門は177台の装置を備え、それをNIMS内の研究者をはじめ、民間企業や大学、研究所などの研究者にも使ってもらっています。電子顕微鏡は、さまざまなタイプを18台揃えており、今回は、高解像度の観察が可能な最新鋭の電子顕微鏡を使って、窒化ガリウムと酸化物の界面構造を捉えました。

天野 これは非常に大きな成果でした。パワーデバイスの性能に材料の界面構造が影響するだろうと言われていましたが、実際に構造を観察したのはこれが初めてです。異なる物質が積み重なっている界面は、非常に剥がれやすく、観察に適した試料作り1つとってもテクニックが必要です。そこで、材料の取り扱いに長けたNIMSの力を存分に発揮していただき、問題を解決できました。

安心して使える材料の開発へ

小出 NIMSのメンバーは、自分たちの専門性を窒化ガリウムという材料の評価に活かせることを、面白いと感じているようです。いい体制ができましたので、これを維持して、今後も結晶中の新しい現象を発見していきます。最終目的は、省エネルギーパワーデバイスの開発ですから、NIMSが担当する“材料の評価計測”の役割は、天野先生の結晶創生や加地先生のデバイス・システム開発を支援することだと思っています。

天野 窒化ガリウムを自動車や電車、飛



素子の損失は厚さに比例→薄いほど低損失

窒化ガリウムは従来の材料に比べて高耐圧で、10倍大きな電流を流すことができる。それにより、デバイスサイズが10分の1に小さくできると同時に、厚さと比例するエネルギー損失も10分の1になる。

行機などのパワーデバイスに使うには、材料としての信頼性がこれまで以上に求められています。そのためには窒化ガリウムという材料をきちんと理解しなければならず、評価計測がますます重要になっています。同時に、私たちはできる限り欠陥を減らす製造方法を確立しなくてはなりません。世の中に安心して使えるものを安く提供するために、「天野・

小出共同研究ラボ」の果たす役割は大きいでしょう。今後も研究開発が続きますが、30年前の、注目されていなかった頃のようにマイペースというわけにはいきません。精神的なプレッシャーもあります。しかし、長年地道にこの物質に取り組んできた経験と努力は、私たちが裏切らないと信じています。
(文・池田亜希子/サイテック)



KNOWLEDGE and FACILITY Interview

花方信孝

Nobutaka Hanagata

技術開発・共用部門 副部門長
ナノテクノロジー融合ステーション
ステーション長
機能性材料研究拠点 バイオ機能分野
分野コーディネーター



——177台の分析装置を公開。利用者と共に課題解決に挑む——

単なる分析を超えたサポートを提供する 「技術開発・共用部門」

NIMSの組織の1つである「技術開発・共用部門」は材料加工施設や分析装置を有する部門だ。ここには7つのステーションがあり、それぞれの施設・装置に精通した専門家がNIMSの研究全般を支援する。支援はNIMS内の研究者に対してだけではない。文部科学省委託事業である「ナノテクノロジープラットフォームセンター」が同部門に設置され、大学・企業等の研究までも広く支えているのだ。国内外に開かれた研究支援の取り組みについて、技術開発・共用部門の花方信孝副部門長に話を聞いた。

装置と智恵を分かち合い、 人材を育む

物質・材料の最先端研究には、優れた材料加工施設・分析装置が欠かせない。超精密な微細加工や、世界で初めてのサンプルの正確な分析が必要になるからだ。それらを可能にする最先端の装置群を集約し、さらに専任のスタッフによる技術サポートや、装置の高機能化に取

り組むのが「技術開発・共用部門」だ。

研究者 65 名、エンジニア 36 名を筆頭に、総勢 265 名が NIMS 内外の研究を広く支えている。「エンジニアは、自身の研究を持たず、研究支援を専門に行なうスタッフです。そのなかには、博士号を取得している者もいます」と花方はその専門性の高さに自信をみせる。

また、技術開発・共用部門が保有する装置には、2014年に世界最高磁場を

記録した NMR や、日本にたった数台しかない、0.35 ナノメートルの超高分解能を誇る走査型ヘリウムイオン顕微鏡もある。

では具体的に、どのような支援を行なっているのだろうか。今回、NIMS 外に向けた研究支援を中心に話を聞いた。

外部への窓口となるのが、部門内に設置されている「ナノテクノロジープラットフォームセンター」だ。

- 機器利用** …… 利用者自らが機器を操作し、データを取得する。
利用者は事前に機器を操作するトレーニングを受け、ライセンスを発行してもらう必要がある。
- 技術指導** …… NIMS スタッフが補助しながら、利用者自らが機器を操作する。
- 技術代行** …… NIMS スタッフが利用者の代わりに機器を操作する。
- 共同研究型** …… 利用者の研究の一部を NIMS スタッフが分担する。
研究のアイデアを出したり、今後の方針を提案したりもする。

「ナノテクノロジープラットフォーム」とは、文部科学省が 2012 年から 10 年計画で開始した委託事業のこと。ナノテクノロジーに関する研究設備・分析装置やその活用ノウハウを有する全国の大学や国立研究機関が、国内外の企業や大学をハードとソフトの両面から支援する取り組みだ。NIMS の「技術開発・共用部門」はそのセンター機関として、各ステーションから 177 台もの分析装置を外部研究者に向けて提供している。しかも、全国に点在する参加機関の中から適切な機関・装置を紹介する「相談センター」の役割も担う。

2017年2月には、ウェブサイト『NIMS Open Facility』を開設。装置や利用に関する情報を集約し、利便性の向上に力を入れている (P.14 に URL)。

また、NIMS 外の研究者・技術者を対象に、『NIMS Open Facility ユーザーズスクール』と題した公開講習会を年間 20 回以上開催し、それぞれの装置によって得られた研究成果に関するセミナーのほかに、施設や装置を使った実習も行なっている (P.16 に詳細)。

「装置は高性能化とともに 1 つ 1 つが高額になり、いち研究室が自前で持つのは難しくなっています。また装置を適切に扱うことができる人材も不足しています。日本あるいは世界のナノテクノロジーの発展とイノベーションに貢献するには、これらを共有することが不可欠です。と同時に、高い技術を持った人材の育成も非常に重要です。NIMS で学んだ技術を持ち帰り、自身の機関で生かすこともできるでしょう。あらゆる機関のハブとなり、装置と技術の両方を惜しみなく提供したいと思っています」

機器利用から共同研究まで、 多様な利用形態

NIMS が公開する施設や機器を利用する形態は 4 つある (上表)。

「多くの方の研究をスピーディに支援したいので、利用の手続きが煩雑にならないように努めています」と花方。利用前の事務手続きは、ウェブサイト上の『利用約款』に同意するだけでよい。利用後には、簡単な報告書を提出する。「基本的に、この報告書は公開されることになっています。しかし、企業が新しい製品の試作を行なう場合など、報告書の公開をためらうこともあります。そのような場合は、ステーションの施設・装置を、報告書の公開なしに利用することもできます」と花方。臨機応変に対応できるよう、事前相談でユーザーの要望を丁寧

一歩踏み込んだ解析こそが 成果を生み出す

大学や企業などの外部機関からの利用件数は 5 年前に比べて 2 倍以上に増え、平成 28 年度には 466 件の利用があった。「リピーターも多く、『別の利用者からの口コミで来た』という新規ユーザーも増えてきました。国立の研究所と聞くと、ハードルが高い印象を受けるかもしれませんが、一度利用した皆さんにはご満足いただいているのではないのでしょうか」と花方。ユーザーには、「物質・材料」とは無縁と思われるような機関も名を連ねる。食品会社による大豆の微細構造の観察や、宇宙開発に関連したメダカの筋活動の観察など、その分野は幅広い。

「実は、私の専門はバイオ分野です。私がリーダーを務めるナノテクノロジー融合ステーションでは、がんの早期の診断方法を病院の先生方と共同研究しています。共同研究者の先生方は、がん患者の RNA の塩基配列について調べようと考え、NIMS に来られる前に民間の分析機関を利用したのだそうです。しかし、分析結果のみ渡されて、そのデータがもつ意味の解釈まではフォローしてもらえず、残念ながらデータを十分に活用できなかったそうです。それで、我々のところに相談にいらっしやいました」

がんの RNA の塩基配列を調べただけでは、それが正常な RNA と比較してどこか違っているのか、違うとしたら意味をもった差なのか、ということは分からない。しかしこれを統計処理すると、データが意味を帯びてくることがある。この共同研究では、NIMS が塩基配列の分析から統計まで、一貫して解析を行なった。

「我々は、データを出して終わり、ではありません。分析後のサポートまで提供できる、それが NIMS の強みです。スタッフの専門性の高さが生んだ成果だと思っています」と花方は嬉しそうに語った。

「海外では、オフィスだけ持ち、ナノテクノロジープラットフォームのような共用の施設を利用して、一流雑誌に論文を投稿するグループもあるそうです。高価な装置や機器を持たなくても、アイデアさえあれば、研究ができるのです。学際領域の研究をする方は、専門外の知識も必要になります。私たちの専門性が研究の効率アップに大いに役立つでしょう。多くの研究者からの利用相談をお待ちしています」(文・大石かおり)



電子顕微鏡を操作できることを研究の強みに。
学生の皆さんも利用してみませんか

電気通信大学
燃料電池イノベーション研究センター
特任助教

郡司貴雄

技術開発・共用部門の電子顕微鏡ステーションには、最先端の透過型電子顕微鏡が揃っている。電気通信大学特任助教の郡司貴雄氏は、大学院生時代からNIMSの電子顕微鏡を利用し、燃料電池の電極触媒の開発に活かしている。

—ご研究内容について教えてください。

私は、燃料電池用の電極触媒を開発しています。現在の電極触媒には白金が多用されていますが、非常に高価な材料であるため、使用量の削減や、白金をまったく使用しない触媒開発が求められています。そのために、安い金属との合金にしたり、ナノ粒子にして表面積を増やしたりすることを提案しています。触媒活性と触媒表面の原子配列は密接に関連していますから、触媒開発の指針を得るためには電子顕微鏡を用いて原子配列を観察することが不可欠です。

私は以前から、自身で合成した触媒材料を、NIMSのJEM-ARM200Fという非常に高性能な透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて観察しています。昨年度は、白金の代替材料として期待されるパラジウムに銅を添加した合金(Pd-Cu)ナノ粒子の、熱処理による表面状態の違いを、原子1個1個まで鮮明に捉えることができました(図)。

—利用のきっかけは何でしょうか。

神奈川大学大学院の修士課程1年生のとき、NIMSのインターンシップに参加したことです。約1ヶ月間、NIMS内にある研究室に所属して最先端の研究に携わったのですが、当時の先端の電子顕微鏡が揃っていたことに驚きました。大学にある電子顕微鏡とはレベルがまったく

違うんです。「あの電子顕微鏡を使いたい」と、翌年、電子顕微鏡ステーションの学生研修プログラムに参加しました。5日間、電子顕微鏡の操作や試料作製を学び、機器利用に関するライセンスを取得して以来、外部利用者として電子顕微鏡を利用して5年ほどになります。

最初は「技術指導」という区分で、専門のスタッフの方から操作方法を教わり、補助を受けながら操作を始めました。電子顕微鏡はそう簡単に使えるようになるものではありませんが、スタッフの方の丁寧な指導のおかげで、5~6回ほどの研修を経て、自分だけで操作する「機器利用」の区分で使えるようになりました。そんな今でも、慣れない操作のときは補助が受けられるなど、サポート体制がしっかりしているので安心です。

—学生時代から利用されてきた経験は、研究にどんな影響を与えたでしょうか。

私は学位を取得後、2017年4月から電気通信大学の特任助教となりましたが、採用にあたっては電子顕微鏡を操作

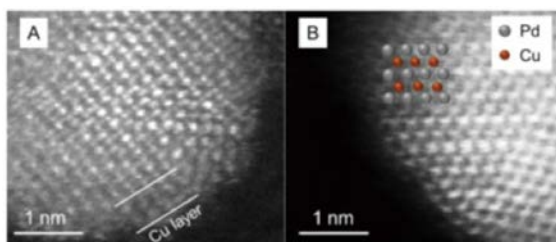
できることをアピールしました。電子顕微鏡を操作できることは、研究上で大きな強みになると思います。

現在のところ、まだ学生の電子顕微鏡の利用は少ないと聞いています。もっと使えばいいのに、と思いますね。大学の設備によって、できる研究が限られてしまいがちです。しかし、最先端の装置が揃っているNIMSの共用設備を利用することで、大学の設備という制約を超えた研究ができるのです。

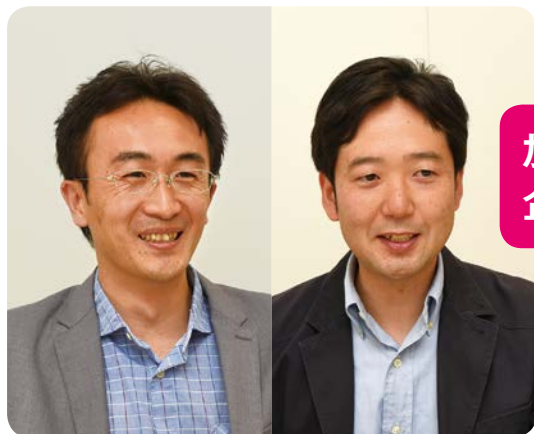
(取材、文・鈴木志乃/フォトンクリエイト)



「透過型電子顕微鏡(TEM)」を操作する郡司さん。



【図】パラジウム—銅(Pd-Cu)ナノ粒子の電子顕微鏡像。左は400°C、右は700°Cでアニール処理をしたもの。700°Cでアニール処理を施したものは、PdとCuが規則的に配列していて、触媒活性が高い。この場合のアニール処理とは、原子の秩序性を揃えるための熱処理。



加工から評価まで可能な装置ラインナップと 企業特有の事情にも配慮された使いやすさが魅力

ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
アナログLSI事業部
アナログデバイス開発担当

柳田将志

ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
アナログLSI事業部
アナログデバイス開発担当

竹内克彦

技術開発・共用部門のナノテクノロジー融合ステーションには、最先端の微細加工プロセッシング装置とナノスケール観察・測定評価装置が完備されている。ソニーセミコンダクタソリューションズの柳田将志氏と竹内克彦氏は、それらの装置を利用し、次世代半導体の開発を目指した原理検証を行なっている。

—お二人がNIMSの装置の利用をはじめた目的ときっかけは何でしょうか。

柳田 次世代半導体の開発を目指した原理検証のために、2015年からナノテクノロジー融合ステーションを利用しています。もともと社内で利用したことがある人がいて、評判を聞いたことがきっかけです。

竹内 社外の装置を利用するに当たって、NIMS以外の施設も検討しました。いろいろ調べた中で、装置のラインナップ、使いやすさ、そして利用料などの点でNIMSのナノテクノロジー融合ステーションが私たちに最も合っていると判断しました。

—特に決め手となった点は何でしょうか。

柳田 私たちは企業なので、開示したくない情報もあります。実験内容はすべて開示しなければいけないという条件であったならば、NIMSの利用は難しかったでしょう。実際は、企業側の事情にも十分に配慮していただいているので、安心して利用することができます。この点が一番大きかったですね。

—実際に利用してみて、どうお感じになりましたか。

柳田 装置は常に正しく調整されていて、すぐに作業を始めることができるの

で助かっています。そして何といても、スタッフの皆さんの丁寧なサポートが魅力です。問題が起きたときには、各装置のプロフェッショナルであり、半導体材料について知見豊富なスタッフからアドバイスをいただけるので、とても心強く感じています。

竹内 「こういうことをやりたい」と話すと、どの装置を使えばよいかということから相談にのってもらえるのもありがたいですね。装置や材料について私たちよりはるかに詳しくご存じなので、スタッフの方から学ぶこともたくさんあります。

—社内にも、様々な装置があると伺いましたが。

竹内 はい。ですが、半導体材料の微細加工を行なうこれだけの装置群、しかも最先端の装置が1箇所に集まって

いるというのは魅力です。

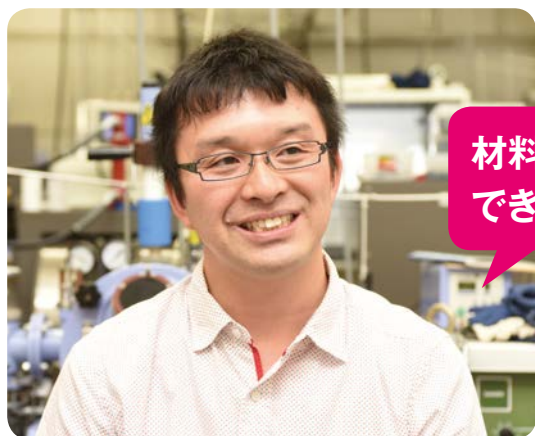
最近では、NIMSの微細加工プロセッシング装置群だけでなく、電気特性の評価装置も利用しています。評価装置は自社にもありますが、作製したデバイスを持ち帰ってこなくても、作製したその場で電気特性を評価できるというのは、とても便利です。作製している途中で評価したいということは、よくあります。その結果に応じて条件を変えてすぐに試作し、また評価できるので、実験のスピードアップにもつながります。

柳田 ソニーは、新しいものを生み出す企業です。しかし、まったく新しいことを始めるとき、ほかの用途に最適化されている自社の装置を利用するのは難しい場合もあります。でも最先端の装置を使いたい。そんな要望に応えてくれる場所として重宝しています。

(取材、文・鈴木志乃/フォトンクリエイト)



クリーンルーム内に設置された「高速マスクレス露光装置」を使用する竹内さん。フォトレジストを塗布した基板上にパターンを描画する際に用いるが、マスクを製作しない分だけ、コストと露光までの時間を削減することができる。



材料分析ステーションのよさは、
できれば人に教えたくない

磁性・スピントロニクス材料研究拠点
磁性材料解析グループ 主任研究員

佐々木泰祐

技術開発・共用部門の材料分析ステーションでは、X線回折、化学分析、表面・微小領域分析の装置を保有し、NIMS内外の研究者からの依頼に応じて分析情報を提供している。磁性材料解析グループの佐々木泰祐主任研究員らが進めるジスプロシウムフリーネオジム磁石などの開発でも不可欠な存在だ。

—材料分析ステーション利用の背景を教えてください。

新材料の開発で重要なのが、材料内部の微細構造の観察です。金属材料の特性は微細構造に支配されます。熱に強いネオジム磁石の開発ではジスプロシウムの分布が重要です。ジスプロシウムは希少金属で高価なので、その量を減らし、できれば使用せずに熱に強く強力なネオジム磁石をつくろうとしています。そこで、材料分析ステーションの電子線マイクロアナライザ(EPMA)を利用しています。

元素分布は、一般的には走査型電子顕微鏡(SEM)にエネルギー分散型X線分析装置(EDS)を取り付けて観察します。EDSは磁性材料解析グループにもありますが、ジスプロシウムはEDSでは正確な分布が見えないのです。EPMAならばジスプロシウムの分布や濃度を精密に分析できます。

EPMAもグループがあればいいのですが、高いスキルが必要とされ、かつ利用頻度がそれほど高くない装置まで独自に所有することはできません。そのような装置を材料分析ステーションで所有し、NIMSの研究者ならば誰でも使えることは、とてもありがたいですね。

—元素分析もよく依頼されていると伺いました。

材料分析ステーションの誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP-OES)による分析も頻繁に利用していますね。材料開発では、構成元素の割合を設計して、その割合で原料を混ぜて加熱・冷却して試料をつくり、試料の特性を評価する、という過程を繰り返します。しかし、蒸発温度が元素によって異なるため、加熱によって特定の元素の濃度が低くなり、設計した元素組成とずれてしまうことがあります。元素の割合が0.1%違うだけで特性は変わってしまいます。そのため作製した試料の正確な元素組成の分析が必要なのです。

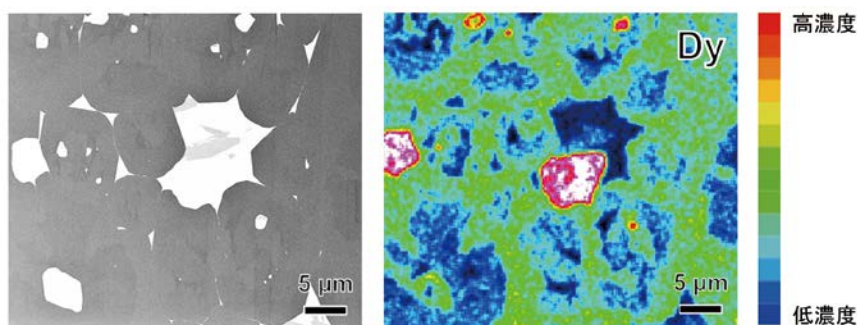
材料分析ステーションのICP-OES分析では、それぞれの元素量をmg単位で小数点第4位まで計測し、元素含有量を質量パーセントで小数点第3位まで報告してくれます。専門の技術者による正確で信頼性の高い分析は、研究を進

める上で絶対に欠かせないものになっています。

—NIMS内の組織に依頼するメリットについてどう感じられていますか。

分析は民間会社に依頼することもできますが、見積りを取って発注し、試料を送ってデータを受け取り、支払いをして……と手続きが大変で時間もかかります。材料分析ステーションは、申込書を書いて研究室の上の階に試料を持っていくだけ。元素組成を系統的に変えて実験するときには、たくさんの試料ができます。試料の数だけ分析が必要なので、スピードは重要です。新しい材料の場合やデータに疑問がある場合は、分析方法やデータの解釈について技術者とやり取りしながら進められるのも、内部ならではのメリットです。

(取材、文・鈴木志乃/フotonクリエイト)



【図】 EPMAで観察したネオジム磁石内のジスプロシウムの分布と濃度

ジスプロシウムを表面から拡散させたネオジム磁石の微細構造を示す写真。左はSEMで観察した組成。右は、EPMAのX線分析によるジスプロシウムの濃度分布像。これにより、結晶粒界に沿ってジスプロシウムが拡散している様子が見てとれる。



築き上げた経験と信頼を大切に 精確な分析で研究をサポート

技術開発・共用部門
材料分析ステーション 化学分析・X線回折グループ
化学分析担当 エンジニア
いわなで
岩撫暁生

技術開発・共用部門では、研究者とエンジニアが加工施設や分析装置を駆使して研究を支援している。NIMS内外からの分析依頼に真摯に取り組む岩撫暁生氏もエンジニアの一人だ。分析の専門家は、どのように研究支援をしているのだろうか。

—材料分析ステーションでの取り組みを教えてください。

私たちは材料開発・改良に欠かせない、組成分析を行なっています。NIMS内外の依頼を受けて、金属やセラミックス中に含まれる元素を、主成分からごく微量な成分まで精密に分析しています。また、材料の特性を明らかにするために必要な分析情報は日々進化していますから、分析方法の開発も重要な仕事の1つです。そして、得られた知見をもとに、分析技術の国内標準化や国際標準化へ向けた取り組みも積極的に行なっています。

—希少な装置だけでなく、汎用装置を使った分析の依頼も多く受けていますね。

汎用装置であれば、自前で所有する装置を使って分析される方も多いかもしれません。しかし、適切な維持管理と操作には、知識、経験、コストが必要です。はかり取ったサンプルは本当に100mgか。そのサンプル100mgは全て容器に入ったか。測定試料は前処理で完全に分解して溶液となったか。装置は正常に動いているか……分析結果に影響する要因は山のようにあります。

これらをクリアするために、機器の校正や精度の確認といった、細やかな維持管理は欠かせません。天秤ひとつにして

も、使用の都度、校正分銅で精度を確認していますし、この校正分銅も使用期限を守って更新しています。そうして分析結果のトレーサビリティ*の確保と信頼性を担保しているのです。

分析にあたっては、試料を溶液にするといった前処理が必要になります。しかしながら、世界で初めて測定するようなサンプルではその方法が分からないこともあります。その場合にも、先輩が蓄積してきたノウハウを活かして、前処理の方法を探索できることも強みです。

—依頼する際のコツはあるのでしょうか。

試料について事前に十分な情報があるかどうかで、分析にかかる時間も大きく変わってきます。依頼時のコミュニケーションが十分なら、最適な結果を最短でお渡しすることができるのです。

分析目的が同じでも、試料によって最適な方法は異なります。装置にもそれぞれに特性があり、使い分けが必要です。例えば、私が主に担当している「誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-OES)」では、一度の測定で約70元素を定量できます。しかし、元素ごとに定量下限は異なり、マンガンは比較的低濃度まで定量できますが、ケイ素やリンの定量下限はマンガンなどに比べて高いといった注意が必要です。ごく微量に含ま

れるケイ素やリンを正確に測定したい場合には、別の測定方法を提案する場合があります。

微量元素を測定しない場合には、より早く結果を報告できる測定方法を提案することもできます。

ですから、試料情報を提供していただくためにも、まずは気軽に相談してもらえると嬉しいですね。短期間で成果を出さないといけないポスドクの方にも大いに利用してもらいたいと思っています。先輩たちが築いてきた信頼と経験を大切に、これからも皆様の研究のお役に立ちたいと思っています。

(取材、文・大石かおり)

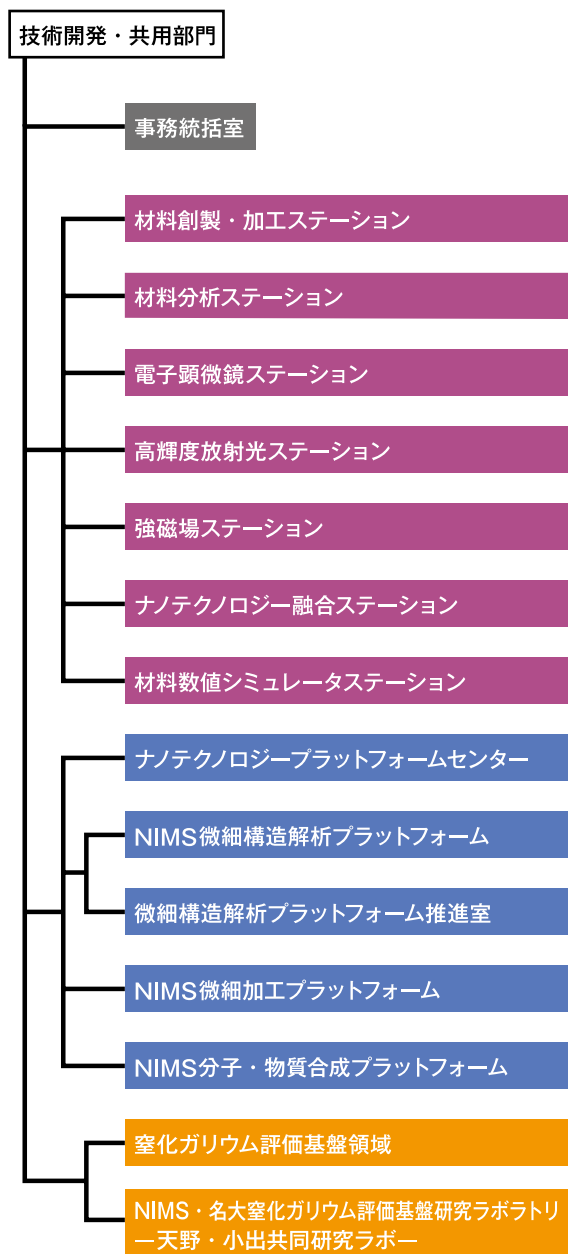


保有する装置の1つ、「誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-OES)」。試料溶液を霧状にしてアルゴンプラズマ中に導入する。その際に熱励起によって放出される光を分光し、その波長から元素の定性、発光強度から定量を行なう。

*トレーサビリティ…測定結果の整合性を確保するため、計測機器に対して、不確かさがより小さい標準器で切れ目なく比較校正を行ない、国家基準または国際基準を満たすことが証明可能な状態であること

組織

技術開発・共用部門は、蓄積したノウハウと最先端設備の利用機会をNIMS内外に提供し、物質・材料研究の発展に貢献します。



- 施設・装置・人的資産を保有する7つのステーション
- 文部科学省委託事業「ナノテクノロジープラットフォーム」
- 次世代パワーデバイス開発のための評価組織

“使える”研究支援、そろってます。

どの装置が目的に適しているか、専門家に相談したい

最先端装置を使って研究がしたい

講習会やイベントに参加したい

利用方法を知りたい

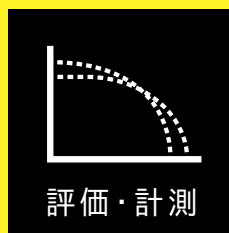
そんなときは

NIMS Open Facility



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

用途やキーワード(装置名、型番など)から装置を探せます。





SPring-8

文・えとりあきお
イラスト・岡田 文 (vision track)

この欄の読者なら、ナノの世界がどんなに小さいものであるかについてはよくご存知でしょう。

いまでは、1ナノメートル以下の原子や分子も、ある程度はみることができるようになりました。みえるといっても、目で実際のかたちをみるのではなく、かげや動きを観察しているに過ぎないのですが……。

小さいものを観察したり、遠くのものを観測したり、動きの猛烈に速いものをとらえたりするのは難しく、特殊な能力をもった装置が必要です。それらはたいへい巨大な、とてもお金のかかるものになってしまいます。そうした装置をつかってフルに活用するには、自分のところだけで使わないで、広く、多くの研究者と共同で利用した方が、成果もあがりやすいし、コストの面でも大きなメリットが得られます。

NIMSにもさまざまな装置や設備がありますが、それ以外にも、そうした巨大研究装置をもち、共用に供しているところはたくさんあります。兵庫県にある、理化

学研究所の“SPring-8”もその1つです。

SPring-8は、端的に言えば、高エネルギーX線を放射する装置です。非常に短い波長をもつX線は、原子や分子の織りなすナノの世界を探るための、理想的な観測手段といえます。SPring-8には、このX線を取り出す63本のビームラインがあり、その1本1本を、企業や大学などのさまざまな研究者が利用しているのです。もちろん、NIMSも先端材料解析のために1本のビームラインを使っています。

この巨大装置を利用した成果は、新薬の開発、新しい電池技術や電子機器の高密度化など、産業の発展に寄与し、私たちの身近なところでも役立っています。また、宇宙の起源や地球の生い立ちなど、私たちの住む世界の根源を探る道具にもなっています。

少し例をあげてみましょう。

まず、前回ご紹介したタンパク3000プロジェクトでは、タンパク質の構造解析に大いに活躍しました。特に眼球のなかで光を感じるタンパク質、ロドプシンの構造解析に成功して以来、多数の新規タ

ンパク質の構造解析をなしとげています。

将来のエネルギー問題の解決に資する革新型蓄電池の開発も、大事なテーマです。自動車会社は高性能触媒の開発と実用化のためにSPring-8を活用し、次世代燃料電池や高性能・高品質タイヤの開発にも利用しています。

さらに、毛髪のうちねりを解析し、老化を防ぐシャンプーやコンディショナーをつくり出した企業、むし歯におこる結晶変化を観察し、丈夫で健康な歯を保つガムを開発した会社もあります。

以前、「はやぶさ」が小惑星イトカワから奇跡的に帰還したことが大きな話題を呼びましたが、このとき持ち帰ったカプセルに入っていた微粒子のサンプルを分析し、微粒子がイトカワ表面に由来していることを明らかにしたのもSPring-8です。

以上はほんの一例で、さまざまな物質や現象の解析に、SPring-8は驚異的なはたらきをしているのです。

科学技術は、利用する道具の進歩によって飛躍的な発展をとげます。それによって、現在は不可知といわれる分野にも、次々とメスを入れていくことが可能になるでしょう。宇宙のダークマターやダークエネルギーも解明されるかもしれませんし、原子はおろか原子核の実態が明らかにされる日もくるかもしれません。

また、日本の製品の品質を高め、これまでの産業により大きな価値を与えたり、新しい産業をつくり出してゆく……こうしたことも、共用施設の今後の大きな役割です。

まさに、“道具が未来をつくる”ということができるとはではないでしょうか。

NIMS Open Facility ユーザーズスクール開催につき、 参加者募集!

参加費
無料

物質・材料研究機構 (NIMS) は、一般の機関では導入が難しい先端的な研究設備をはじめ、多くの研究設備を NIMS 外の方に利用開放しております。その一環として、NIMS の共用設備・技術を知っていただき、これら設備をより身近なものにさせていただくために、座学と実習を取り入れた NIMS Open Facility ユーザーズスクールを開催します。平成 29 年度は、材料分析、観察・解析、微細加工、ナノバイオの 4 つの分野で合わせて 20 のプログラムを開催します。

平成 29 年度 NIMS Open Facility ユーザーズスクール

	No	装置・技術	対象	講習形式	開催日	時間	定員	開催場所
材料分析	01	X線回折装置	初中級者	座学と実習	10月10日(火)	13:00-17:00	4名	千現地区
	02	ICP発光分光分析	初中級者	座学と実習	10月5日(木)	13:00-17:00	4名	千現地区
	03	TOF-SIMS/XPS	初級者	座学と見学	11月8日(水)	13:00-16:00	10名	千現地区
	04	SEM+EDS	初級者	座学と実習	10月12日(木)	10:00-16:00	4名	千現地区
観察・解析	05	TEMによる材料解析	初級者	座学と実習	11月10日(金)	9:30-17:00	2名	千現地区
	06	ローレンツ TEM	中級者	座学と実習	10月24日(火)-26日(木) (3日間コース)	24日 13:00-17:00 25日 9:00-17:00 26日 9:00-12:00	2名	並木地区
	07	He イオン顕微鏡	初級者	座学と見学	11月8日(水)	13:30-16:30	20名	千現地区
	08	三次元マルチスケール解析装置	上級者	座学と見学	10月11日(水)	13:00-17:00	2名	千現地区
	09	マイクロフォーカス X 線 CT	初級者	座学と実習	2月14日(水)	10:00-16:00	2名	千現地区
微細加工	10	EB 描画 (基礎)	初級者	座学と実習	12月6日(水)	10:00-17:00	4名	千現地区
	11	EB 描画 (応用)	中級者	座学と実習	12月13日(水)	10:00-17:00	4名	千現地区
	12	マスクレス露光 (基礎)	初級者	座学と実習	11月8日(水)	10:00-17:00	4名	千現地区
	13	マスクレス露光 (応用)	中級者	座学と実習	11月15日(水)	10:00-17:00	4名	千現地区
ナノバイオ	14	細胞への遺伝子導入	中級者	座学と実習	9月14日(木)-15日(金) (2日間コース)	14日 13:00-17:00 15日 10:00-16:00	4名	千現地区
	15	DLS とゼータ電位計	初級者	座学と実習	9月22日(金)	10:00-16:00	4名	千現地区
	16	遺伝子発現の定量測定	中級者	座学と実習	10月13日(金)	10:00-16:00	4名	千現地区
	17	細胞培養	初級者	座学と実習	10月20日(金)	10:00-16:00	4名	千現地区
	18	低真空 SEM	初級者	座学と実習	11月17日(金)	10:00-16:00	4名	千現地区
	19	細胞の蛍光観察	初級者	座学と実習	12月15日(金)	10:00-17:00	2名	千現地区
	20	LC-MS/MS	初級者	座学と実習	1月12日(金)	10:00-16:00	4名	千現地区

◆申込方法

受講希望プログラムと、受講希望者のお名前、ご所属、お役職名、ご連絡先(電話番号、E-mail)をE-mailにて、下記のメールアドレスまでお送りください。

◆申込先

user-school@ml.nims.go.jp

◆申込締切日

各プログラムとも開催初日の1週間前

応募者多数の場合は早めに締め切り、抽選にて決定させていただきます。予めご了承ください。

※募集状況は、WEBサイト「NIMS Open Facility」上で公開しております。
<http://www.nims.go.jp/rnfs/>

