

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

4

2010
April

Vol.10 No.4

メッセージ

02 新たな時代を担う産総研

—産総研第3期スタート—

特 集

04 本格研究 理念から実践へ

座談会：出口を意識した本格研究

コバルト・クロムフリーの耐熱性超硬合金
世の中から必要とされる光デバイス研究を
パワーデバイスを目指したダイヤモンドの開発

リサーチ・ホットライン

- 18 マグネシウム合金に色彩を与える技術
微細な表面構造により多彩な色を発色
- 19 リサイクルが容易なリチウム－銅二次電池
負極と正極に金属を使用した大容量・低コストの蓄電池
- 20 高電圧・大容量の電力変換器の高速駆動に成功
社会インフラ向けの大型電力変換設備を小型化できる技術
- 21 1 Hz級線幅の超安定化レーザーの開発
秒を刻む理想的な振り子を目指して

パテント・インフォ

- 22 非シリカ組成のハイブリッドメソ多孔体
ハイブリッド骨格内の無機ユニットの多様化を可能に
- 23 表面積の大きな酸化チタンナノシート構造体
酸化チタン粉末をアルカリ水溶液で処理する簡易な方法

テクノ・インフラ

- 24 高齢者・障害者の視覚基盤データを規格(TR)化
ロービジョン(弱視)の基本色領域と高齢者の視野特性
- 25 東京都市圏における地下水・地下熱環境の変化
都市化の影響による地下温度の上昇
- 26 液中粒子数濃度標準
全数計数による濃度測定とその妥当性評価に基づいた標準

シリーズ

- 27 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第4回)
中小企業の技術力向上を牽引 ～工業会との連携新時代～




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

新たな時代を担う産総研 —産総研第3期スタート—



独立行政法人
産業技術総合研究所

理事長
の まくち たもつ
野間 口 有

1. はじめに

2010年4月、産総研の第3期がスタートしました。第1期は、15の研究所と計量教習所を統合し、独立行政法人として2001年にスタートしました。今日につながる研究所としての基本骨格がこの時期に確立しています。2005年からの第2期では、所内の融合、地域間の連携が進み、経済産業政策に応える総合研究所としての活動が軌道に乗ってきました。

第3期はこれまでの実績を踏まえ、また改めるべきは改めて、さらに重要な役割にチャレンジする時代になります。経済産業面でのグローバル競争は、産総研創設時よりさらに激しさを増し、人類生存に関わる地球規模の問題も深刻さを増しています。未来の明るい「持続可能社会」の実現のために、産総研の取り組むべき課題は数多くあります。産総研の擁する6つの研究分野、ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー、地質、標準・計測の総力を結集し、基礎研究から製品化、実用化までをカバーする「本格研究」を推進し、期待に応える必要があります。

2. 21世紀社会の課題に挑戦

産総研が貢献すべき分野の代表例は、「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」の分野です。

「グリーン・イノベーション」とは、現在でも総合力で世界の最高水準にあるわが国の環境・エネルギー技術をさらに発展させ、気候変動問題など地球規模の問題解

決に向けてわが国として貢献することであります。太陽光発電、パワーエレクトロニクス、燃料電池、二次電池など長年培ってきた研究蓄積、さらにはメタンハイドレートやバイオマスなどに関する実用化研究の実績とともに、大いに貢献していきたいと考えています。低炭素社会の実現に向けて努力することは、先進国、発展途上国を問わず取り組むべき重要な課題となってきました。わが国は、技術開発の成果を国内で活用するのみでなく、広く世界で活用してもらうべく貢献することも期待されていますが、産総研もその一端を担うつもりです。

わが国はすでに世界一の健康長寿国ですが、質の高い医療サービスへのニーズには根強いものがあります。また少子高齢化、介護などの課題も深刻さを増しつつあります。これらの課題解決のため、産総研に対し、安全性が高く性能の優れた革新的な医療・医薬・介護技術の研究開発、すなわち「ライフ・イノベーション」の推進が期待されています。このためには、ライフサイエンス分野のみならず、情報通信技術を駆使した遠隔医療システムや、もの作り技術を活用した医療・介護ロボットなど多様な技術の結集が必要です。その意味でも総合研究所としての産総研の役割は極めて大きいと言えます。

産業・社会の「安全・安心」を支える基盤として、国家計量標準の高度化や、新技術の性能・安全性評価機能の充実、研究開発成果の戦略的な国際標準化も産総研の重要な役割です。日進月歩で技術革新が進む現代にあつては、日々新たな計測評価のニーズが発生します。計量

分野と各研究分野が一体となって、ニーズへの対応を迅速に行っていく必要があります。基盤技術の中で忘れてならないのが、地質の研究です。元々長い歴史を誇る分野ですが、資源・エネルギーの安定確保、防災に資するための研究として、ますます重要性を増しています。地質情報の国家代表機関としての役割のほかに、地質情報と衛星画像情報を統合化する研究など、分野融合研究の得意な産総研らしい取り組みも増えています。

産総研は、その前身の工業技術院の時代から、わが国の産業競争力の基盤を支え、また先導するような研究開発を推進してきました。この役割は今日でも少しも変わっていないことは言うまでもありません。材料、ITなど全領域で「ほかの追従を許さない先端技術開発」に挑戦し、わが国の広範な産業の競争力向上に貢献していかなければなりません。

3. オープンイノベーションのハブを目指す

産総研はこれまで大学や企業との連携協力、すなわち産学官連携による研究開発、オープンイノベーションを進めてきました。今後は、これまで以上に産総研のもつ先進的な研究環境、評価設備などを、外部の人々に活用してもらいやすくする予定です。世界は今やイノベーション競争の時代と言っても過言ではありません。資源の少ないわが国が豊かな社会を維持するためには、他国以上に努力が必要です。産総研は、わが国の産業界が世界での競争に勝ち残っていくための支援をこれまで以上に強化しなければなりません。

筑波大学、物質・材料研究機構や産業界と産総研が一体となって、世界的なナノテク研究拠点の形成を目指して、「つくばイノベーションアリーナ」を発足させました。産学官の資金と人材を集約して、省電力デバイスをはじめとする革新的な成果を生み出す予定です。また、大学院生や企業技術者の教育・実習の場としても活用し、人材育成の面でも大いに貢献できるとみています。ナノテクノロジーは、最近少々陰が見えてきたとは言え、過去わが国が、技術の創出力においても産業への応用力においても、世界をリードしてきた分野です。このアリーナが、わが国産業界の再活性化につながるようにしたいと思っています。

日本自動車研究所や日本ロボット工業会などと連携した「ロボット安全研究拠点」の形成も進んでいます。

2009年10月には民間企業31社の参加を得て「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」を設立しました。さらに、二次電池などさまざまな研究開発でも同様の検討が進んでいます。最近のこのような連携の取り組みで特徴的なことは、新しい競争力のある製品を実現することに止まらず、実現の基盤となった技術や性能評価法を規格・標準として世界に提案することが視野に入っていることです。そして、その認証、認定の機能も日本国内でもてるように働きかけています。わが国は、これまで標準づくり、その認証ともに欧米諸国に遅れをとっていましたが、イノベーション競争激化の今日にあっては、世界を先導するような取り組みが必要です。これも、産総研の新しい役割です。

産総研には北海道から九州まで9ヶ所に拠点があります。各地域センターは、世界に通ずる研究開発を推進しつつ、地域経済の競争力を支える役割をもっています。つくばを中核とし、産総研内部の連携協力体制を強化して、公設試験研究機関、大学、中小企業など各地域におけるオープンイノベーションのハブとしての機能を高めていきます。

産総研のオープンイノベーションは、当然のことながら、国外にも広がっています。現在、米、欧、アジアなどの26の公的研究機関と互恵的なパートナーシップ関係を構築しています。そして、環境・エネルギーなど地球規模の課題解決へ向けての研究協力を進めています。今後は、単なる研究協力の域を超えて、特にアジア諸国とは、標準化など明確な目的をもった戦略的な関係構築を図っていくことも重要となっていきます。

4. おわりに

産総研は発足以来、その憲章にあるとおり「社会の中で、社会のために」貢献するべく、常に自らの組織をダイナミックに変化させてきました。今後とも、研究体制の最適化、研究支援体制の最適化のため、いろいろと検討を重ねていきます。研究者間、組織間、地域間のコミュニケーションのレベルを上げ、これまで以上に有機的連携の取れた知的生産性の高い研究所にしたいと考えています。このような努力を重ねていけば、所内から見ても、外部の皆さんから見ても、より「輝きのある産総研」になると確信しています。

座談会：

出口を意識した本格研究



野間口 有

理事長

小林 慶三
森 雅彦
鹿田 真一

サステナブルマテリアル研究部門
光技術研究部門
ダイヤモンド研究センター

小野 晃
瀬戸 政宏
石井 武政
藤田 茂

副理事長
理事・広報部長（司会）
広報部 審議役
広報部 出版室 室長

2009年12月16日開催

瀬戸 第18回の本格研究座談会を始めさせていただきます。今回は、サステナブルマテリアル研究部門、光技術研究部門、ダイヤモンド研究センターから3人のグループ長におこしいただきました。まずサステナブルマテリアル研究部門の小林さんから説明をお願いいたします。

超硬合金からレアメタル対策へ

小林 硬質材料におけるレアメタル対策について、ご紹介させていただきます。私たちは、硬質材料の中の超硬合金を中心に研究を進めています。タングステンやコバルトは、いずれも希少金属で、これらを焼き固めた材料は産業界で広く使われています。私たちの目標は希少金属を使わないで超硬合金に代わる硬質材料を実現することですが、前提として高精度加工の実現という条件があり、高強度化、高硬度化、耐熱性の向上などが解決課題になっています。

基礎研究として、私たちのグループでは粉末冶金技術をベースにした「相制御技術」の開発に成功しました。これは、金属の粉末を、溶かさずに叩いて潰してナノ結晶化やアモルファス化する技術で、「メカニカルアロイング技術」ともいわれています。

一方、セラミックスと金属の中間的な特性をもった金属間化合物というのがあります。特に、チタンアルミを中心とした耐熱材料の研究が一時期、活発に行われました。私自身はもともと、これを研究するために産総研の前身の一つである名古屋工業技術研究所（名工研）に入り、官民連携という形で研究を続けてきました。

そこでは精密鑄造をベースにして、チタンアルミを溶かして磁気浮揚をかけながら鑄造するという新しい技術を民間企業と共同で開発しました。この結果、複雑形状のチタンアルミ製鑄造材料（ターボチャージャーローターなど）を作製することができました。

理事長 鑄造で磁気を利用しようと思った動機は何ですか。

小林 高融点で活性なチタンアルミが、^{るつぽ}坩堝とどうしても反応して困ったからです。それを防ぐために、磁場で溶融金属を中心に押し込み、耐火物との接触を減らしました。こうすれば、耐火物との反応が抑えられます。鑄型のほうにも、イットリアベースの新しい材料を使って、反応を抑えられるようにしています。

この金属間化合物の研究で、私たちはチタンアルミのほかに、鉄アルミの

開発も進めました。ステンレスの代替材料として注目されていた鉄アルミの組織を微細化することを目的として相制御技術に応用した新しいプロセス技術を開発しました。さらにこの鉄アルミを結合相としてタングステンカーバイド（WC）を焼き固めることにより、新しい超硬合金を開発しました。

硬質材料の研究開発では、レアメタルの供給不安という時代の追い風を受けて、タングステンの省使用化・代替材料開発が注目されています。特に、私たちは微細組織制御や界面制御、成形技術、さらには機能付加などを行いながら、研究展開を進めています。NEDOのプロジェクトではタングステンの使用量を30%低減するための技術開発を民間企業と共同で実施しているところです。

鉄アルミを結合相とする超硬合金は、経済産業省のサポーター・インダストリー制度の支援を受け、石川県の中小企業とともに、中・高温で使える金型用の材料としての応用研究を進めています。また、経済産業省の地域コンソーシアムの中では、中部地域を中心とした中小企業の方々と一緒に、新しい切削工具の開発も行ってきました。限られた資源を効率的に社会で活かすことを目指して企業の皆様との応用研究により本格研究を推進して

新しい研究と開発の定義

―第2種基礎研究を軸に本格研究へ―

産総研では、経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合、適用する研究(第2種基礎研究)を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中心に捉えています。

調整できます。現在私たちがレアメタル対策技術として取り組んでいる高性能磁石の開発においても、磁性粉末を焼結するための型材料として応用ができるのではないかと検討しているところです。さらに、鉄アルミを結合相とする超合金は、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)のコーティングがしやすいというメリットがあることもわかりました。

私たちのグループでは鉄アルミを結合相とした硬質材料の研究をさらに広げて省タングステンにつながる材料開発も提案しています。これまでの硬質材料の研究にレアメタル対策という味付けをしながら研究を展開しています。

私は個人的な興味として、金属からセラミックスへの遷移現象、すなわち金属からセラミックスへと移っていく途中に注目して、新しい材料を開発してみようと考えています。一つの例がジルコニアです。一般のジルコニアは白色ですが、私たちが作製するジルコニアは基石のように真っ黒になります。これはジルコニアの酸素欠損を利用した技術ですが、黒いジルコニアは色だけでなく、さまざまな特性を示します。酸素の欠損量を制御することによって新たな用途がでてくるのではないかと考えています。

材料研究から出口指向へ

瀬戸 レアメタル対策がとても注目さ

いるところです。

タングステンカーバイドと鉄アルミからなる新しい超合金は産総研オリジナルです。これまで超硬工具の世界ではアルミを入れることは御法度でした。私たちはそれに敢えて挑戦したわけです。私たちが得ている成果、研究レベルはとても高く、世界的にもほかの追随をまったく許していません。それは私たちが鑄造と粉末成形を結びつけた技術を利用することで、材料特性の向上につなげているからだと考えています。高硬度で高強度の材料を作製できる技術を開発した結果、この材料がもつさまざまな機能を明らかにすることができました。

意外に思われるかもしれませんが、超合金は軟らかい銅に対して異常な摩耗を示します。超合金と銅の摩耗試験を行うと、硬い超合金の方が大きな摩耗を示します。これに対して私たちが開発した鉄アルミを結合相にした超合金は、銅の摩耗量が大きくなります。このような鉄アルミを結合相とする超合金の特性は、単なるレアメタル対策という枠を超えて、新しい用途を提案できる高い機能であると考えています。

鉄アルミを結合相に使うと、磁性の制御もできます。アルミの量によって非磁性に変えることができます。一般に超合金を非磁性にするにはニッケルやクロムが添加されますが、私たちの材料は鉄とアルミの配合比率のみで

もともと“レアメタル”は値段が高い材料。この代替をめざした研究が、気がつくとレアメタル対策という新しい名前になっていた。

小林 慶三
こばやし けいさう



	定義	活動	成果物
「第1種基礎研究」	未知現象を観察、実験、理論計算により分析して、普遍的な法則や定理を構築するための研究をいう。	発見・解明	学術論文
「第2種基礎研究」	複数の領域の知識を統合して社会的価値を実現する研究をいう。また、その一般性のある方法論を導き出す研究も含む。	融合・適用	手法論文 特許 実験報告書 データベース
「製品化研究」	第1種基礎研究、第2種基礎研究および実際の経験から得た成果と知識を利用し、新しい技術の社会での利用を具体化するための研究。	実用	事業価値

れていますが、小林さんはいつ頃から問題意識をもって材料研究を進めてこられたのですか。

小林 今のレアメタル対策というのは、資源がない、あるいは資源状況が危ないということですが、もともと「レアメタルは値段が高い材料」でした。例えば超硬合金におけるタングステンやコバルトはとても高く、鉄などの安い材料を使いたいという要求は昔からありました。高い材料の代替として取り組んできた研究が、気がつくとレアメタル対策というカッコいい名前になっていたということです。

瀬戸 見方は違いますが、一貫して進めてこられたわけですね。

小林 もともと冶金工学の出身なので、大学で学んできた精練がレアメタル対策の研究に直結した面もあります。

理事長 合金というのは、物質状態が液相から固相になるところの過程で、状態図に支配されますね。ところがメカニカルアロイングというのは、物質は溶けていなくて、強引に外力で作るわけですから、古典的な熱力学に従わない作り方ができるということなのでしょう。

小林 私が研究を始めた頃は、ちょうど急凝固というのが流行った時期です。急凝固では、準安定という状態が作り出され、メカニカルアロイングは時間をかけてその準安定状態をつくる技術だと考えています。

理事長 平衡状態図に支配されないということですか。

小林 そうです。メカニカルアロイングは準安定に近い状態を作れますので、その後の焼結などに使いやすい粉

末を提供できます。

瀬戸 産総研の超硬合金のデータが世界でトップということですが、海外の機関とどこが違うのですか。

小林 私たちは、アルミを溶かして擬似的な液体、半熔融成形に近いプロセスを使っています。海外では、樹脂などの成形助剤をいれたり、圧力で含浸させるというオーソドックスな技術で作っています。私たちの技術では、成形の途中で出てきたアルミの液体が、気がつくとなくなって合金になっている、というプロセスになっています。そこがポイントではないかと思います。

小野 経歴を拝見すると、名工研に1990年頃に入られ、10年間経って、2001年から産総研になっています。当時、材料研究の再編というのがあり、小林さんもその渦中にあったと思うのです。材料の研究は「出口を求めなさい」と言われたのではないかと思うのです。出口でもって組織をつくることですが、小林さんの経歴の中でどんな影響を与えていますか。プラスやマイナスの面は、いかがでしょうか。

小林 材料研究が出口指向になれば、おそらく、もともとの専門である鑄造の道をずっと進んでいたと思います。ところが、出口指向によって、材料開発を多面的に見直し、粉末冶金などいろいろなプロセスに取り組むようになったと思います。

私は大学を卒業してしばらく企業にいましたので、硬質材料でも切削チップやドリル、金型などの出口となる製品がすぐに提案でき、それに向かった研究を進めてきました。逆にいうと、出口を意識しすぎて少し狭くなってしまったかな、とも思います。

瀬戸 今のレアメタルのプロジェクト

では、どこまで進めていくかという目標はあるのですか。

小林 レアメタル対策技術は、基本的に元素指定なのです。例えば今回ならタングステンとかコバルトです。このように、レアメタルの元素をどんどん広げていくと、その対策技術は、私たちの粉末冶金や鑄造、ナノテクノロジーや薄膜などの技術であったりしますが、どこまで実用化（社会へ普及）できるかがカギになると思います。

瀬戸 産総研のレアメタル・タスクフォースでは、いろいろな分野の人たちがバーチャルにつながって研究を進めていますが、小林さんの研究で、何か具体的なメリットはありますか。

小林 研究が注目されることと、情報収集がよくできることがメリットです。例えば、企業でリサイクル技術が必要としていれば産総研のリサイクル研究は実用的なスキームで、その先の代替材料開発ではリサイクル資源の活用を含めた基礎的なスキームとして研究開発を走らせることができます。そういう点では、カードの切り方の順番がとてもわかりやすくなりました。

遅れをとった光デバイスの集積化

瀬戸 次に、光技術研究部門の森研究グループ長をお願いします。

森 最初にお断りしておきますが、私の場合まだ本格研究に至っていません。実用製品とかシステムはこれからという段階で、そこに至るマネジメントや組織をいかに作るか、というレベルにあります。

産総研で私たちは、いろいろな光デバイスを個別に開発してきました。論文などで「世界初」とか「世界最高」という成果をいくつも発表していま

す。また、日本の光デバイス技術は強いといわれていて、それには、かつての電総研時代の先輩方も貢献されています。ただ、私たち自身が開発したデバイスは、なかなか世の中に出ていかない状況です。

そういう中で産総研がスタートして、「もう一度、世の中のニーズから考えていきましょう」という動きが始まりました。

現在社会のニーズとして、一つには、ネットワークの情報量が今後爆発的に増えていきます。それを何とかしなければいけない。もう一つは、IT機器内の電気配線が限界を迎えていることです。一方、光デバイス研究の方向性という点では、個別のデバイスはかなりのレベルまで進み、その先に何をどう研究するか、というフェーズまで来ています。それに対して今、集積化という方向性がはっきりと見えてきています。個別のデバイスを集積して、より社会に使いやすく、コストを下げる。機械を小さくする集積化です。それにどう応えていくかが重要で、これと社会のニーズを勘案して、産総研としての新たな活動を描いていこうとしています。

産総研の光デバイス研究の代表例をいくつか紹介します。一つはフォトリソニック結晶です。ガリウムヒ素の化合物半導体の薄膜に、穴が開いている構造で、この穴の間隔が500 nmくらいです。通信用の1.55 μm の光に対して、屈折率が3.5くらいなので、ちょうど1波長分に相当しています。

このように一面に等間隔の穴の開いている構造を作ると、光の波長によってまったく光が通らない状況を作ることができます。この構造に1ライン分だけ穴のない部分があると、ここに光が閉じ込められて、光が外に漏れない。これをうまく使うことで、光スイッチができます。穴のない道をすぐ近くに二つ作り電圧を加えたり加えなかった

りすると、この二つの道のどちらから光が出るわけです。私たちは世界最小クラスのものを実現しています。

次は、量子ドットレーザー。これも化合物半導体で、結晶成長技術を長い間育ててきました。世界最高級の均一で高密度の量子ドットをつくる技術をもっており、これでレーザーを作っています。最近、量子ドットの太陽電池も開発を始めており、この技術に応用しています。

このように、私たちはいくつかの優れた技術をもっていると自負しているのですが、企業になかなか採用してもらえない。なかなか世の中に出ていかないのが現実でした。そこで、もう一度、社会のニーズをしっかりと把握すべく、いくつか活動を進めてきました。

高速大容量通信というのは、世の中にたくさん用途があります。ローカルエリア・ストレージエリアネットワーク（LAN-SAN）、公衆網のネットワーク、それから機器内のネットワークも必要とされています。

この中で、私たちはLAN-SANから公衆網の需要に対して、ネットワーク技術を展開しようと活動してきました。一方、新しいエリアという意味での機器内のネットワークは、超高速CPUとメモリーや情報機器内のインターコネクション、あるいはハイパフォーマンスコンピューターの中の先進通信技術などが今後のねらいになります。電気信号処理では限界が来る

ので、そこを光で置き換えることを今一所懸命やっています。

もっと大局的なニーズもあります。インターネットや通信網のトラフィックは、実は、年40 %の割合で増加しています。つまり、2年で倍になるので、20年経つと1,000倍になってしまう。それに対して、そのまま電気ルーターを置いていくと、単純に考えて、トラフィックの伸びと消費電力は比例するので、2020年を越える頃には、国内の総発電量が全部ルーターに消費されるというありえない状況が想定されます。そうしないためには、今後ますます増えていくであろうネットワークのニーズに応えつつ、3～4桁の消費電力の削減が必要になるはずで、そういう技術を作ろう、というわけです。

もう一つ、個別の光デバイスは日本がとても強く世界をリードしているのですが、最近は、それをどんどん集積して、低コスト・低エネルギーにする、特にインターコネクションに絡む部分とはとにかく小さく集積するという動きが見られます。また、消費エネルギーを下げないと高性能でも使われないのです。この中心となる技術がいわゆるシリコンフォトリソニックで、シリコンのCMOSプロセス技術を使いながら、集積光・電子デバイスを作っていく必要があるのです。この流れにも応えるため、いくつかの活動をしています。

産総研を光・電子集積技術、光デバイスの研究拠点として必要とされるよ

日本の個別光デバイス技術は
とても強い。
しかし、集積化で出遅れ、
せつかくの世界最高技術が
途絶えてしまう危機にある。

森 雅彦
もり まさひこ



うな存在に育てていきたいと考えています。個別の光デバイスに関しては、日本はとても強いと言いましたが、実は、集積化で出遅れました。また、企業の光研究部隊がどんどん縮小されていて、このままでは、せっかくの世界最高技術がばらばらになって、やがて消えてしまうのではないかという恐れを多くの人がもっております。

産総研のリーダーシップ

瀬戸 森さんの場合、第1種基礎研究的なテーマがあって、それを社会のニーズに合わせて産業に出していきたいと考えていますが、今は連携がなかなか取りにくい。そこで、接着剂的な役割を演じながら皆をまとめて全体を進めている、という状況でしょうか。

森 どちらかという、産総研の個別技術を世の中に出そうというよりも、外の人や内部の人と話し合い、日本の光技術をどうするか、というところに焦点を当てています。このままでは、せっかくの日本の光技術が世界の中で負けてしまって、消え去ってしまうという危機感があるからです。それをどうするかが先にあって、そのために何ができるのかという議論を進める中で、産総研はこうあってほしいという要望がいろいろ聞こえてきました。それにいかに応えるかが課題だと思っています。

理事長 光関係の危機感を述べられましたが、先頭を走っている成長株はどういうところですか。

森 一つはアメリカのベンチャーです。集積化を推進しているベンチャーが何社かあります。大学発の技術もありますし、米国政府も相当支援しています。もう一つの成長株は、ある意味で日本の技術をフォローしている中国

です。特に高速系の個別デバイスは、ちょっと前まで日本がとても強かったのですが、10 Gbps以下では中国が台頭しています。まだ、40 Gbpsは日本が世界一です。しかし、日本の技術をどんどん前に進めていけば先頭を常に走れたのですが、通信バブル崩壊もあって世界の技術導入のスピードが落ち、中国やアジア系に追いつかれかけている状況です。

理事長 10 Gbpsのあたりは、すでに技術が普遍化、汎用化しているわけですね。

森 これまでは、常にその先を日本がやってきました。ところが今、技術の流れが集積化という少し異なる方向に進んでしまった途端に、その一番先をアメリカのベンチャーにやられてしまい、しかも、それになかなか追いつけないという現実があるのです。技術としては成熟期に入っていると言えるかもしれません。

理事長 どの産業でもそうですが、そういう段階でしっかりと頑張らなければ日本は生き残れないですね。

森 シリコンフォトニクス是集積化は、技術の一つの転換点です。そのところで、今はアメリカが中心、ヨーロッパも頑張っていて、やや日本は出遅れてしまった状況なのです。

理事長 アメリカのベンチャーは、先端的なデバイスの開発という点では優れたものですが、それをマーケットに投入するための製造拠点はどこかにもっているのですか。

森 それはアメリカ国内にあるのです。最も代表的なのが、ラクスセラというベンチャー企業です。シリコンフォトニクスのメリットの一つは、こ

れまでのCMOSシリコンプロセス技術が相当に流用できる点です。つまり、新しいプロセスをゼロから立ち上げるのではなく、流用することによって研究開発費をかなり抑えられるのです。

理事長 量子ドットレーザーのところは化合物半導体で、光から電子への変換はシリコンで処理させるわけですか。

森 シリコンで、1.5 μm 帯の光導波路を構成するわけです。光源のレーザーや検出器はまだシリコンではできません。そこで、シリコンチップの上に導波路をつくって、最終的には、そこに、化合物半導体によるレーザーとゲルマニウム検出器も載せてしまう。技術課題としては、いかにロスのない導波路を作るか、レーザー用の化合物半導体をいかにつけるか、検出器用のゲルマニウム半導体はどうするのか。このあたりが光デバイスの次の技術かと思います。そしてもちろん、電子回路をいかに集積するかもあります。

理事長 プロジェクト・マネジメントでの新しいところは、試作ファウンドリですね。それを産総研がリードできたらすごい。設計データ、CADを整備することができれば、ユーザーが連なってくるわけでしょう。ユーザー情報も入ってきて、ますます広い展開が期待されます。

ダイヤモンドでパワーデバイス

瀬戸 続いてダイヤモンド研究センターの鹿田さん、お願いします。

鹿田 私たちはダイヤモンドの研究を進めていますが、まずは、ダイヤモンドそのものについて、簡単にご紹介します。ダイヤモンドは、硬度、熱伝導、透光性など、物質中で最高の物性をいくつも兼ね備えています。そういう特

性が10くらいあるのです。しかも炭素でできている。こんな優れた物質を使わない手はないということです。アプリケーションを考えると、こうした特性を単独で利用するのはもちろんですが、いくつか組み合わせることも可能です。そうした点で、ダイヤモンドはとてもすばらしい材料であり、それを応用に結びつける研究開発を進めています。

実物をいくつかお持ちしましたが、3 mmくらいの結晶ダイヤモンドは3万円くらいです。白いのがピュアなダイヤモンド、黄色のものは窒素が入ったものです。この7～8 mmくらいの大きなダイヤモンドになると、200万円くらいします。一方、粉のダイヤモンドもあり、これは研磨剤として使われます。これは本当にタダみたいな値段で作れてしまいます。

理事長 粉の純度は高いのですか。

鹿田 あまり高くありません。それから、ちょっと変わったものがあります。これは、シリコンウエハーの上にナノダイヤモンドを付けて、裏からエッチングしたものです。窓の部分が、厚さ200 nmくらいのナノダイヤモンドでできています。光を通すと、茶色がかった黄色になっているのがわかります。

これは多結晶のダイヤモンドで、普通のウエハーのような感じになります。要するに、電子デバイスのような形に、作れるようになっていきます。ダイヤモンドは宝石のイメージがどうしても強いのですが、実は粉から板までいろいろあるわけです。

私はもともと住友電工にいて、お見せした板状のダイヤモンドを利用して、表面波のデバイスを研究していました。一昔前の2.5 Gbpsの光受信モジュールを載せたダイヤモンドSAW（表面弾性波）デバイスなどです。いずれにしても、ダイヤモンドで電子デバイスが

できることは、少しわかっているという状況でした。そうした中で私は産総研に入りました。産総研は、ゲルマニウム、シリコン、シリコンカーバイド（SiC）といった純粋半導体研究の長い歴史があり、究極のダイヤモンド半導体の研究を行っていましたが、私はそれをちょっと修正して、パワーデバイスに注目してきたというわけです。

ダイヤモンドは半導体としていろいろ優れた特性をもっていますが、パワー半導体としての特性がずば抜けていることがわかっています。これを何とかしたいのですが、いいかげんな結晶では誰も相手にしてくれない。そこで、単結晶をきっちり作っていききたいというのが一つ。もう一つはデバイスとして実証していく研究です。

ダイヤモンドは、バルク成長ができませんで切り出せないで、使いようがありませんでした。どうしようか検討していたところ、次のようなアイディアで実現できました。まずイオンを注入して基板に欠陥を作っておき、その上にダイヤモンドを追成長して作ると、ウエハーがべらっとはがれて、切らなくて済むはずなんです。これだと、無駄な部分は成長させなくて済むわけです。今では1時間にだいたい50 μmくらい成長させることができますので、毎日1枚ウエハーができます。大きさはハーフインチ、12 mmくらいです。

理事長 それは単結晶のダイヤモンド

ですか。

鹿田 はい、これを今後大型ウエハーにしたいのです。

理事長 パワーデバイスにしようとしたら、単結晶でないといけなのですか。

鹿田 そうです。デバイスのほうもいろいろ研究してきましたが、ダイヤモンドはとてもおもしろい性質をもちます。半導体というのは、シリコンでもSiCでも、温度を上げるとオン抵抗が上がってくるという特徴があります。そこで冷却する必要があります。ところが、ダイヤモンドは逆で、温度を上げるとキャリアが出てきて、散乱の影響はあるのですが、結果的には低抵抗、つまりオン抵抗が下がる。ということは、温度を上げるとすごくよい半導体になる。特に250℃くらいに温めると、断然により性能を発揮します。ですから、デバイスにすれば勝手に温まるので、ダイヤモンドなら冷やさなくてよい、つまり冷却不要というアイディアを出して研究を進めてきました。

そのためには、高温で動作しないといけません。まずそれをきっちり確かめようという研究を進めたのですが、幸い、ルテニウムのショットキー電極とダイヤモンドを接合したダイオードで、400℃、500℃で熱してもまったく変化しないデバイスができました。

ウエハーと耐熱デバイスの二つのブ

ダイヤモンドには、
工業材料として
無限の可能性がある。
パワーデバイス用として、
次世代の半導体材料に
育てていきたい。

鹿田 真一
しかた しんいち



レイクスルーがあったので、ダイヤモンドを次世代のパワーデバイス材料として育てようと、研究をスタートさせました。本格研究という意味からすれば、私たちの研究はまだ死の谷にも達していません。なお、長い時間のかかるテーマだと思いますが、究極の材料ですから、ぜひ進めていきたいと思っています。

パワーデバイスの将来ですが、新コンセプトによるパワーデバイスということで、今は自動車、電車、船舶、高压配電系統などへの利用を考えています。普通のハイブリッド車はラジエターの冷却系の中にもう一つ小さな冷却系があって、これはデバイス専用の冷却系だそうです。「これは邪魔」で、冷却不要のダイヤモンド半導体はとてもおもしろいと支持をいただいています。電気自動車にも応用することができます。

それから、高温耐压ができるので、新幹線などの電車もターゲットになるのではと考えています。低損失、冷却不要、部品削減・軽量化というニーズを受けて研究を進めたいと思っています。日本にもある材料ですし、資源の心配や安全性もまったく問題がないからです。

瀬戸 電子放出特性を利用したものもありますね。

鹿田 はい。ダイヤモンドというのは、

負の電子親和力をもつために注目されています。私たちも産総研での7年間の研究で、世界で初めてダイヤモンド電子源を実用化しました。用途は、電子線描画装置、EB露光装置、走査電子顕微鏡などです。一つの応用として、最初のアウトカムを出せました。うまくいけば、たくさんある電子放出源をすべて置き換えられる可能性もあります。

ダイヤモンドの無限の可能性

鹿田 ダイヤモンドには無限の可能性があると思います。だからといって、企業で研究開発を進めるのは難しいところもあります。そういう意味では、産総研にはぴったりの研究テーマだと思いますね。

小野 研究の次なる展開としては、パワーデバイスが中心になりますか。

鹿田 旗印としてはそうしようと思っています。ただ、企業にもたくさん案件があるので、積極的にお手伝いしていこうと思っています。究極とは何かと考えて、やはりダイヤモンド材料だ、という話がたくさん出てきます。話をしているうちに、ひょっとしたらできるのではないかと、というテーマが山積みです。

小野 製品化に近いのはどんな分野ですか。



本格研究の出口は製品だけでなく、知的財産を活用した新しい企画提案を考慮しながら前に進めることも忘れないでほしい。

野間口 有
のまぐち たもつ

鹿田 光学部品とか電気化学部品です。一つおもしろいのは、これは東洋炭素という会社と一緒に進めていたのですが、ダイヤモンドは電気分解の電極としてとても優れているのです。化学的にとても安定で、電気抵抗を16桁も変えられ、電極として使うこともできるのです。具体的には、フッ酸を電気分解してF₂にする。F₂というのは、温暖化係数ゼロなのです。これを、SF₆とかCF₄という半導体・液晶産業で使っているガスと置き換える。全面的に置き換えると、国内のCO₂総排出量の1.3%を減らせることがわかっています。これは何とか進めたいと思っています。導入先が工場なので、やりやすいと思います。海外展開の技術としても、とてもおもしろいと思います。

瀬戸 CO₂削減は重要な課題ですね。

鹿田 そうですね。ここはオールジャパンで進めたいテーマの一つです。

理事長 知的財産部門などに相談してみたいかがでしょう。装置化する上での特許を考えたら、たくさんできそうだと思いますよ。

鹿田 なるほど、こういうものはたくさんありますね。

理事長 産総研は別に、知的財産で大儲けしようということではなくて、社会に役立てばよい。知識が基礎になって産業が興隆し、日本の企業が世界で戦えるようにしてあげることです。

鹿田 いろいろな既存材料をダイヤモンドに置き換える。こんな話もあちこちから沢山あって、幅が広過ぎて、なかなか対応できないところもあるのです。

瀬戸 戦略として少し整理したほうがよいですね。

理事長 パワーデバイスとして利用すると、例えば自動車とかエアコンとかのエンドユーザーにとっては、安定供給という点が一番気になる場所ですね。安定供給の一番のカギになる生産性は上がってきたと見てよいのですか、それともいろいろ課題はありそうなのですか。

鹿田 ウエハーの大きさが課題です。コストは恐らく問題ありません。

全体の戦略を見据えて

理事長 今日の話は、三つとも出口という共通の観点がありますが、特定の相手、企業と産総研が連携して集中的に進めていくというものと、できるだけ広く参加してもらって獲得した技術を広く活用してもらおうという、二つのやり方があるような気がします。そのあたりは、二者択一ではなくて、両方とも進めてもらわなければいけないと思いますが、あくまでも、戦略を間違えないように進めてほしいと思いました。また、出口は製品ですが、知的財産を活用した新しい企画提案にしないといけない点にも留意してほしいと思います。

森 半導体や光というのは、最初はそれぞれの企業で研究しているのですが、結局最後はやはりオールジャパンみたいな形になっていきます。

理事長 そうですね。森さんの話のように、進めていく方法そのものがオールジャパンのような進め方もあるだろうし、小林さんや鹿田さんのように、成果を活用するところでオールジャパンになるものもある。最近、産総研で進めている太陽電池のコンソーシアムでは、多くの企業と産総研が1対1の契約を結び、それが束になった形でコンソーシアムになっています。そういう

ものを参考にされたいと思います。立派な論文と立派な特許の両方を看板にした最強戦略を描きたいですね。

小野 アプローチは異っても、やはり広く物事を見ながら進めていただきたいと思います。

理事長 自分のグループだけで進めようとするのではなく、産総研には

いろいろな支援部門がありますから、そことよく相談し、活用して、連携しながらやっていくことが大事です。優れた民間企業はそれを進めているわけで、そうすれば、結果として、とても効率的に進められるのではないかと思います。

瀬戸 ありがとうございました。



レアメタル対策における硬質材料の本格研究

コバルト・クロムフリーの耐熱性超硬合金

硬質材料とレアメタル

金属を高精度に加工する切削工具や金型に利用される硬質材料として超硬合金が知られています。超硬合金は、一般的にタングステンカーバイド(WC)をコバルト(Co)で焼結した複合材料であり、高硬度で高強度の材料です。しかし、超硬合金は希少金属(レアメタル)であるタングステンやコバルトなどを用いた材料であり、近年のレアメタルの供給不安から将来的に安定して生産することへの不安がもたれています。産総研では、セラミックス粒子と金属の複合材料である金属基硬質材料について組織微細化による高機能化を目指し、新しいプロセス技術の開発を行っています。特に、金属基硬質材料によるレアメタル使用量の低減、あるいはレアメタルを代替する材料開発を積極的に進めています。

メカニカルアロイング法を用いた硬質材料の合成

これまで金属基硬質材料(例えば超硬合金やサーメット)はセラミックス粒子と金属粉末を湿式で均質に混合して成形(プレス成形など)した後、加熱して金属の液相が生成する温度域で焼結して作製されてきました。しかし、このプロセスでは焼結中にセラミック

ス粒子の粒成長や金属とセラミックスの反応による脆化相の生成により特性の低下が生じる場合があります。そこで、複合材料を構成する元素粉末を鋼球とともに密閉容器に入れ、乾式にて連続した粉碎と混合を繰り返すこと(メカニカルアロイング:MA法)により微細混合粉末を作製する技術を開発しました。この粉末を短時間で焼結することにより、焼結中に目的の硬質粒子や金属間化合物を合成して微細組織化した金属基硬質材料が作製できることを明らかにしました。例えば、チタン(Ti)、炭素(C)、ニッケル(Ni)の粉末をMA法で処理すると非平衡相を含む合金粉末が作製でき、パルス通電焼結法で固化成形すると200 nm程度のTiC粒子が分散したTiC-Ni系複

合材料(サーメット)が合成できました。この材料は、焼結中にTiとCが燃焼合成反応によりTiC粒子を生成するため、これまでの複合材料より微細な硬質粒子を分散しています。

同じように、WC、鉄(Fe)、アルミニウム(Al)の粉末をMA法で処理した後に焼結して新しいWC-FeAl超硬合金を作製することに成功しました。これまで超硬合金にAlを添加すると強度が著しく低下することが知られていました。一方、超硬合金を安価なFeで作りたいという要望はこれまでもありましたが、得られた超硬合金が“錆びる”という問題があり、技術的に実現できませんでした。しかし、FeにAlを加えるという発想の転換で、Feを結合相とした超硬合金における最大の課題である“錆び”を解決することができました。ただ、開発当初のWC-FeAlは室温における強度が0.5 GPa程度しかなく、硬質材料として実用化できるレベルではありませんでした。

液相を利用したパルス通電焼結によるWC-FeAl合金の固化成形

MA法を使って合成したWC-FeAlは、焼結過程でFeAl金属間化合物相が合成され目的の硬質材料となります

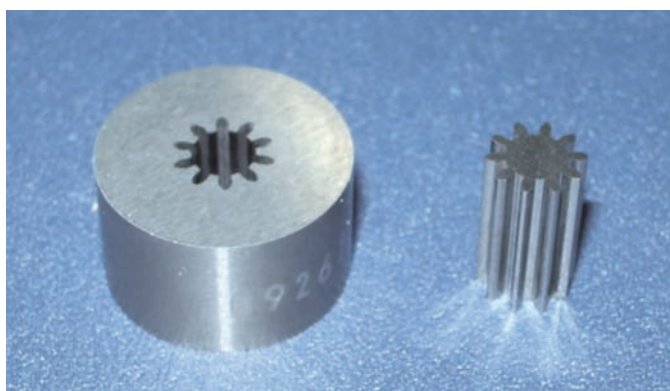


図1 放電加工と研削加工で作製したWC-FeAl金型の外観(左15mmφ)
これまでの超硬合金と同じ条件で加工できる。



大学卒業後、民間企業を経て、工業技術院名古屋工業技術試験所へ。専門は冶金学であるが、ものづくりの基本となる鑄造や粉末冶金を武器に現在はレアメタル対策技術を担当。材料の非平衡化技術、高速・低温焼結技術、電磁浮揚溶解・鑄造技術、凍結鑄造技術などに従事。チタンを中心に、金属と軽元素の化合物に関する研究がライフワーク。

小林 慶三(こばやし けいぞう)

kobayashi-keizo@aist.go.jp

サステナブルマテリアル研究部門

相制御材料研究グループ(中部センター)

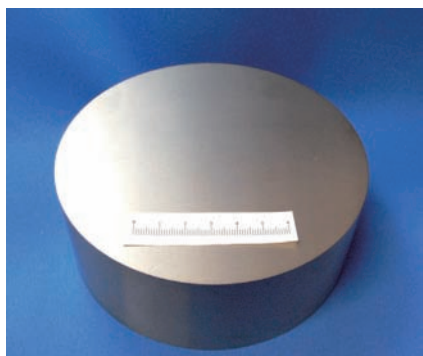


図2 WC-FeAl 焼結体 (140mm ϕ) の外観
パルス通電焼結により有機系の成形助剤なしで、金型素材となる大型焼結体を作製できる。

が、残存する気孔や長時間の焼結に伴う反応生成物により焼結体の強度を高くできませんでした。しかし、FeAl相の合成過程を詳細に調べた結果、Alの液相が生成する温度域で加圧成形し、その後の加熱でFeAl相を合成できることを見いだしました。このプロセスでは有機物の成形助剤を使わず成形でき、さらに焼結体の気孔率を大幅に減少できることがわかりました。その結果、これまでに報告されているWC-FeAlに比べて大幅に強度を高めた(2.0 GPa以上)焼結体を作製できました。これにより、この材料を超硬合金として実用化できるという期待が一気に膨らみました。なお、この材料を焼結する技術として加圧しながら短時間で加熱できるパルス通電焼結が最も適していると考えています。パルス通電焼結は成形用の型と粉末に直接電流を流して固化成形する技術であり、省エネルギー型の焼結技術ですが、生産性や大型成形体の作製には課題がありました。

実用化に向けた課題の解決

新しい材料の実用化を進めるためには、これまでの材料と同等の性能に加えて材料固有の特性や従来技術の適用性などを明らかにする必要があります。

す。産総研では“ハイテクものづくり”の中で、開発したWC-FeAlがこれまでの超硬合金と同程度の硬度を示し、同程度の効率で放電加工や研削加工ができること(図1)を明らかにしました。そして、高強度を有するWC-FeAlはパルス通電焼結により作製できますが、成形途中で液相を利用するプロセスで140 mm径の大型焼結体(図2)も作製できることを確認しました。これにより、金型などの部材を作製できるものと期待されます。また、WC-FeAlは大気中で900℃に保持してもこれまでの超硬合金より酸化しにくく(図3)、銅に対する摩擦摩耗量が小さいという独自の特性をもっています。また、結合相であるFeAl相のAl量により磁性/非磁性を調整することができ、これまでの超硬合金の用途を拡大できることを確認しました。表面に摩擦低減および表面硬化のためにDLC(ダイヤモンドライクカーボン)をコーティングすると、これまでの超硬合金(WC-Co)より密着性に優れることもわかりました。さらに、WC-FeAl超硬合金の機械的特性に及ぼすWC粒径やFeAl量の影響についても詳細に検討することができました。

これらの基礎研究をベースとして、現在WC-FeAlの特性を活用した実用化研究を民間企業と協力しながら推進しています。なお、WC-FeAlはコバルトを使わないだけでなく、クロムを添加せずに高い耐酸化性を示すこと、これまでの超硬合金より少ないタンゲステン使用量で同じ硬度が得られることから総合的なレアメタル対策材料の一つと考えています。一方、タンゲステンの使用量低減技術に関しては、超硬切削工具を対象として別途研究開発を行っています。

今後の展開

資源の乏しいわが国において産業が持続的に発展するためには、埋蔵量が少なく偏在性の高いレアメタルを効率的に活用する技術が不可欠です。特に、レアメタルを添加したことによって発現する機能のメカニズムを明らかにし、使用量低減や機能の一部を代替できる材料を提案することが重要だと考えられます。しかし、すでに工業化されている機能性材料はレアメタルの使用を前提として完成しており、レアメタルの使用量を低減する技術や代替する技術を民間企業だけで開発することはリスクが大きすぎる技術課題と考えられます。そこで、これまで産総研で開発してきた基盤技術を民間企業にご活用いただき、代替材料の特性を最大限に利用した用途開発を行うことでレアメタル対策技術を一層社会に普及できるものと考えています。今回紹介したWC-FeAlは硬質材料の開発事例ですが、この材料を用いた加工技術は省エネルギー加工や高効率加工につながりますので、今後もさまざまな分野の方々と協力して用途展開を図ってきたいと考えています。

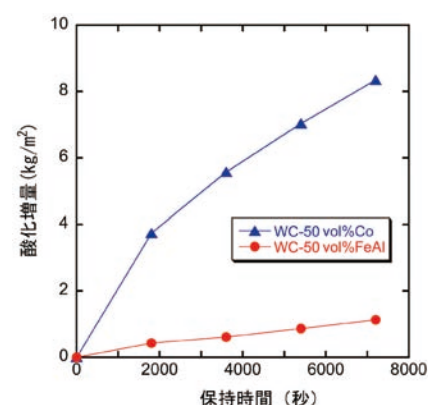


図3 900℃の大気中で保持した場合の重量変化

これまでの超硬合金(WC-50 vol%Co)に比べて開発材料(WC-50 vol%FeAl)は酸化されにくく、高温で使用できる。

光デバイス実用化に向けた本格研究 世の中から必要とされる光デバイス研究を

産総研における光デバイス研究

旧電子技術総合研究所時代から、産総研では光デバイスに関する多くの研究が進められてきました。化合物半導体の結晶成長技術から、ビーム偏向半導体レーザー、量子ドットレーザー（図1）、フォトニック結晶スイッチなどのナノ構造デバイスといった多様な研究です。また、2003年に終了したフェムト秒技術開発プロジェクトにおいて開発された量子井戸構造によるサブバンド間遷移を用いた超高速光・光スイッチなども産総研の技術として世界的にも最先端を走ってきました。しかし、学術研究としての成果は出ていましたが、なかなか世の中の実用技術として使われない状況が続いてきました。

社会の要望と研究の方向性

そこで、光技術研究部門と超高速光信号処理デバイス研究ラボを中心に関係者を集め、関連する研究の進め方を議論する「光通信戦略会議」を定期的に開催することにしました。その中で現状分析や多くの議論を重ね、光通信技術の進むべき研究の方向性が次第に明らかになってきました。

新しい光デバイスや光通信システムへの社会からの要望は何かの議論

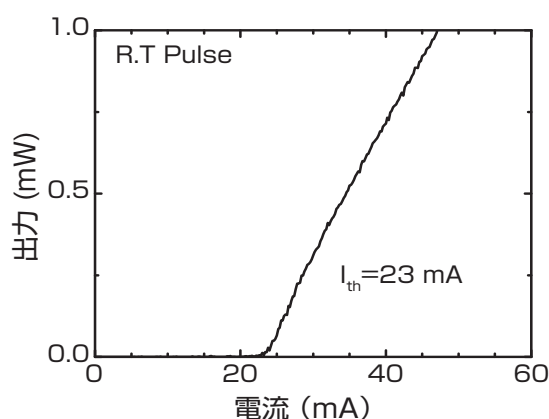
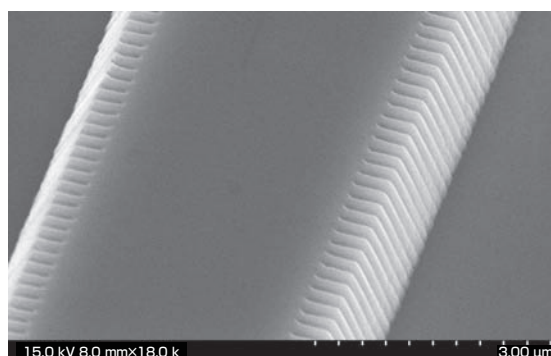


図1 DFB構造量子ドット半導体レーザーの電子顕微鏡写真（上）と光出力特性（波長を精密にコントロールすることが可能な小型レーザー）

から、二つのポイントが浮かび上がってきました。一つは通信容量増大に依ること、もう一つは通信システムの消費エネルギー問題です。情報機器の扱う情報量は爆発的に増大していて、LSIチップ内から大都市間をつな

ぐバックボーンネットワークまで、大幅な技術革新が必要とされています。ネットワーク上での高精細画像のやり取りが今後もさらに活発化することは間違いありません。これに伴い、インターネットにおける通信容量は近年年間40%の勢いで増えていて、このままでは20年で千倍の増加となります。また、LSIチップ間の通信においてもLSIパッケージのピン数の限界、電気通信での1ピンあたりの情報伝送量の限界が近づきつつあります。情報通信量が増大するにつれ、これら进行处理するネットワーク、情報機器の消費電力も莫大なものとなり、このままではやがてわが国の総発電量を超えかねないといった破綻状況がおとずれます。これらの問題を解決するには超小型、低消



1986年慶應義塾大学大学院修士課程修了、旧工業技術院電子技術総合研究所（現産総研）入所。現在は光技術研究部門ハイブリッドフォトニクスグループおよび光電子制御デバイスグループ二つの研究グループ長。入所以来化合物半導体の結晶成長、光デバイス、光情報処理の研究に従事しています。この間、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に出向しました。

森 雅彦（もり まさひこ）

m.mori@aist.go.jp

光技術研究部門

ハイブリッドフォトニクスグループ

光電子制御デバイスグループ（つくばセンター）

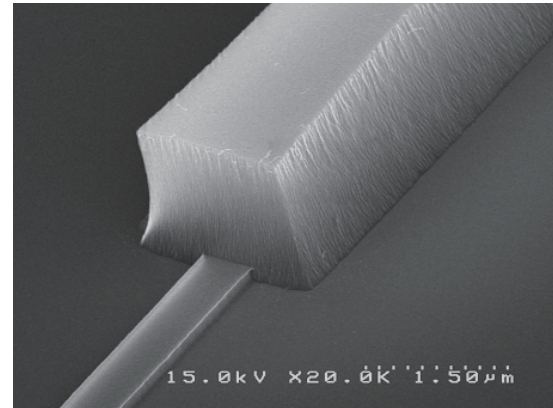
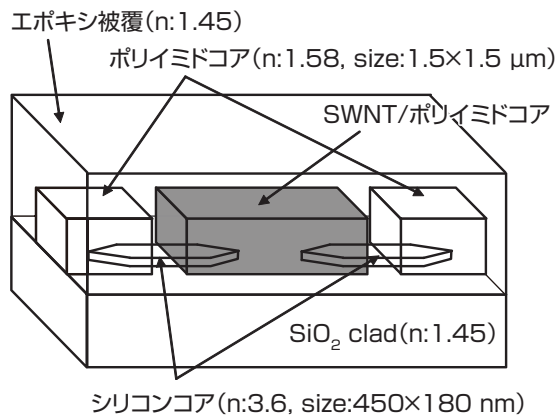


図2 アモルファスシリコン光導波路とカーボンナノチューブ拡散ポリマー光導波路の構造と電子顕微鏡写真
(異種材料をハイブリッド集積して高機能光デバイス化する試み)

費電力の光インターコネクションシステム、桁違いの低エネルギー消費で情報伝送を可能とするネットワークシステムや光デバイスが必要となります。

一方、光デバイスの研究、実用化の方向性については、上記の要望も考慮した上で、デバイス集積化の方向性が明らかになってきました。レーザーなどの個別デバイスの高機能化から、多値変調光回路のような光集積回路、さらに、ドライバーと光源、受光器と増幅器といった、電子回路と光回路の集積化、その先には大規模なマトリックス光スイッチやLSIチップ内光インターコネクションなどの光電子集積化が必要とされてきます。

私たちはこの光電子集積化を目指し、集積に重要な個々の光デバイスだけではなく、アモルファスシリコンを用いた積層型光回路の研究に取り組むことにしました。産総研内に蓄積されたアモルファスシリコンの作成技術と光デバイスの技術を融合させる試みです(図2)。

連携活動と国家プロジェクト

これらの研究を進めるために、個別のデバイス研究を進めるだけでなく、産総研内のいくつかの研究ユニットと

連携研究を開始しました。情報技術研究部門のグリッド技術に関連する研究グループ、エレクトロニクス研究部門の光インターコネクションの実装の研究グループとデバイスからシステムまでのつながりをもった議論を始めました。当初は背景となる研究文化、使う言葉(専門用語)が異なり、それらの共通理解から始めなければなりませんでした。

産総研内である程度の方向性を示すと同時に、関連企業との議論を始めました。私たちの考える研究の方向性が、関連企業の戦略と一致しているのか、それらの役に立つ研究となるのか、また、その研究活動にどの程度の企業が参加してくるのか。活動は企業、業界団体、大学と広がり、国家プロジェクト(NEDO:高効率次世代ネットワークデバイス研究プロジェクト)および科学技術振興調整費の拠点プログラムでも採択され、桁違いの低消費エネルギーネットワークを材料・デバイスからサービスまで研究する拠点形成を図ることになりました。これらを強力に進めるため、2008年には産総研内にネットワークフォトンクス研究センターが設立されました。

通信機器内を光化する光インターコ

ネクションの研究においても、エレクトロニクス研究部門、ナノ電子デバイス研究センターと協力しつつさまざまな連携活動を進めています。つくばにナノテクノロジーの研究拠点を確立しようとするつくばナノテクアリーナ構想の下、大学、企業などとともに、光電子融合システムの基盤技術開発プロジェクトを始めること、また産総研が光電子融合デバイス研究開発拠点になるよう努力しているところです。

また、これまで研究を続けてきた光デバイス研究も上記の研究シナリオの中で位置づけを明確にするよう努めています。

大容量データ通信のもたらすインパクト

これらの研究活動によって、安心、安全にかつエネルギー消費の心配なく大容量情報を自在に扱える時代がくると期待しています。現在のハイビジョン映像の16倍の画素数をもつスーパーハイビジョン、3次元映像などの超高臨場感体験が日常のものとなり、違和感のないテレビ会議、遠隔医療や“遠隔同居”などの社会がもたらされます。いわばドラえものの「どこでもドア」が実現されるといってもいいかもしれません。

パワーデバイスを目指したダイヤモンドの開発

ダイヤモンドとパワーデバイス

ダイヤモンドは絶縁破壊電界、弾性定数、熱伝導率、透光率、硬度、電気化学電位窓、化学的安定性などで物質中最高の値をもち、電子線放出、キャリア移動度、X線透過率や耐スパッタ性でもきわめて優れた性能をもつ“超物質”です。しかもこれが資源問題の全くない炭素のみでできることや安全性にも優れているなど、まさに21世紀の材料といえます。

これまで合成、加工の難しさから応用展開は困難の連続でした。しかし気相合成が可能になり、この20年ほどで硬さを利用した切削工具、ヒートスプレッタ、光学部品、高周波弾性表面波デバイス、電気化学電極などダイヤモンドは世の中にじわじわと浸透しつつあります。いろいろな指標を比較すると、ダイヤモンドの材料特性を組み合わせることにより、特に電力を制御するパワーデバイス（電力用半導体素子）として高温動作・冷却不要のデバイス、高耐電圧、大電流密度、高速動作など高性能化が期待できる有望な材料であることが示唆されます。経済産業省のCool Earth 21 技術の横断技術「パワーエレクトロニクス」でダイヤモンドはSiC（炭化ケイ素）に次ぐ材料として位置付けられています。私たちは21世紀の省エネの根幹技術にす

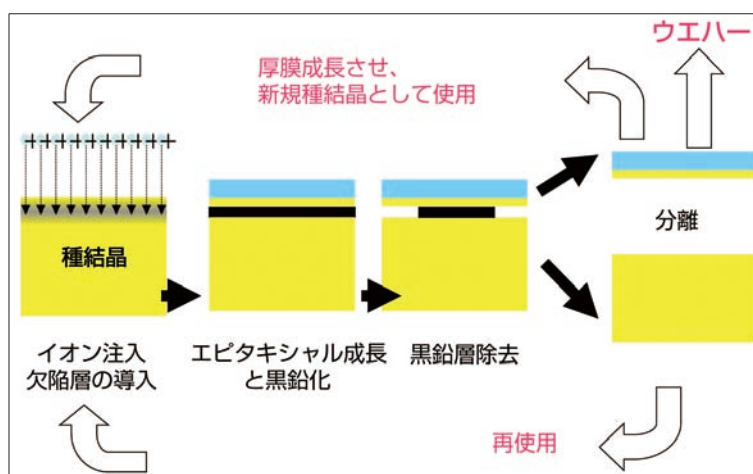


図1 ダイレクトウエハー化のプロセスフロー

べく、ウエハー、デバイスを車の両輪として研究を行っています。

ウエハー開発

ダイヤモンド結晶の合成法には、2種類あり高温（約1,500℃）と高压（約5万気圧）で作る高温高压合成法と、低压（約0.1気圧）のメタンと水素からなる原料ガスをプラズマの中で反応させ、約1,000℃の基板上に堆積させる気相合成法があります。平衡状態での合成は2,200℃ 5GPaという高温高压でしか存在せず、気相合成では非平衡状態でプラズマの中の成長になるので、これまで大きなウエハーが得られていませんでした。

当ラボでは、マイクロ波プラズマ

CVD法によって、高速合成技術を開発し①成長面を変えながら気相成長を行う「繰り返し成長技術」と、②結晶表面処理とエッチング利用して種結晶とその上に成長したダイヤモンド層とをロスなしに分離する技術「ダイレクトウエハー化技術」を開発し、ウエハー状の単結晶ダイヤモンドを量産する基本技術ができました。これは図1に示すように、成長に先立ち種基板となる単結晶ダイヤモンドにあらかじめイオン注入しておき、欠陥層を導入します。その後ウエハーとなる部分のダイヤモンドを基板の結晶方位にしたがって結晶を成長させ（エピタキシャル成長）、その際に高温で黒鉛化する欠陥層をエッチングにより除去し、種基板と成長層を分離させると、ウエハー状ダイヤモンドが得られます。この方法のよいところは、切断処理をせずに、また無駄なくウエハーを容易に製造できることです。これまでに現在世界最大サイズであるハーフインチウエハーが得られています。

デバイス開発

デバイスの開発は、高温動作・冷却不要および大電流密度動作を可能とす



20余年の民間企業勤務を経て2004年入所。光通信化合物半導体デバイスや高周波通信用ダイヤモンド弾性表面波デバイスなど、基礎研究から事業化まで経験してきました。現在「超物質」ダイヤモンドの応用展開を図るべくパワーデバイスを旗頭に、種々の基礎および応用研究を推進しています。地球温暖化を防ぐ技術をいくつか手がける中、研究開発としての時間的猶予があまり残っておらず、オールジャパン・オールワールドで急ぐ必要があると感じる今日の頃です。

鹿田 真一（しかた しんいち）

s.shikata@aist.go.jp

ダイヤモンド研究ラボ

研究ラボ長（つくばセンター）

るショットキー型のダイオード整流素子を目指して、①動作層となるドリフト層エピタキシャル成長と、②デバイス開発の二つから取り組みを始めました。まずエピタキシャル成長については、異常成長粒子がデバイスの致命的欠陥（キラ欠陥）であることを突き止め、その低減に取り組みました。結果的には、マイクロ波のプラズマ密度アップと基板オフ角・オフ方向制御によって欠陥を撲滅することができました。すなわちダイヤモンドも他材料のエピタキシャル成長と同様に、ステップフロー成長していることが読み取れました。現在は、より詳細なエピタキシャル層の欠陥解析を行い、デバイスに悪影響を及ぼす欠陥の同定とその低減の研究を実施しています。

デバイス開発のトピックスは、超耐熱デバイスを実現できたことです。これまでショットキー電極は高温での長時間使用には耐えられなかったのですが、新たな電極材料を探索する中で、高温で炭素と全く反応しないルテニウム（Ru）が耐熱性、低抵抗、密着性、ショットキー接合という四つの課題を同時にクリアできる優れた特性をもち、さらに高温でも全く変化しないことを見いだしました。試作したダイオードについて 400℃ で 1,500 時間（図 2）の動作試験を行ったところ全く劣化のないことが確認でき、これらの試験データから少なくとも自己発熱温度レベル（200℃～250℃）では、冷却せずに 30 年以上も動作し続けることが可能であると推定できました。パワーデバイスは高電力を投入するために自己発熱により高温になり、半導体特性を失ったり駆動電流が低下したりするため、大きなユニットでさらにエネルギーを使って冷却していますが、ダイヤモンドはこのような高温で、そ

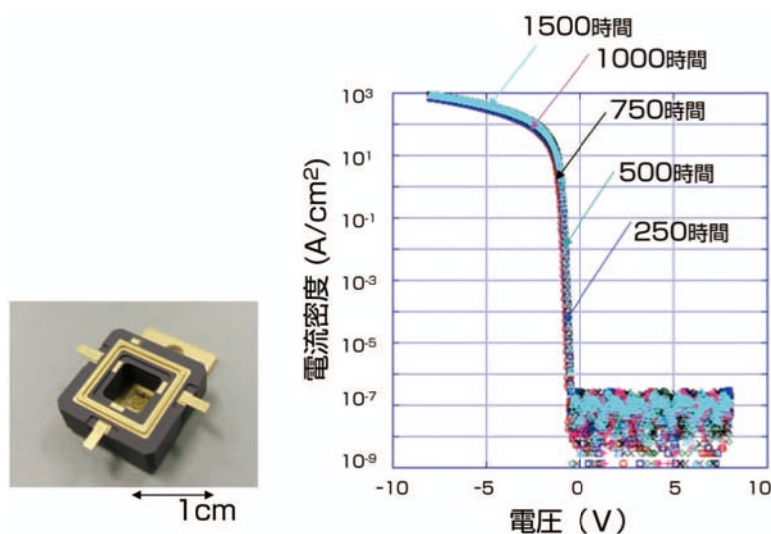


図 2 ダイオードの外観と電流電圧特性の経時変化

のまま大電流を流すことができると期待されます。現在、実際に高電力を投入可能なデバイスを目指して研究を進めていますが、そのためには先に述べたエピタキシャル層の欠陥低減が最重要課題となります。

今後の展望

こうした研究の中で、同位体ガスを用いた成長メカニズムの基礎研究を実施していますが、 ^{12}C と ^{13}C のバンドギャップ差でキャリアの閉じ込めが可能（図 3）なことを、同一物質同士の接合（ホモ接合）で初めて実現しました。

これは超高速動作など多くのメリットが期待できることを示しています。また窒素-空孔欠陥（NV センター）の電子スピン、 ^{13}C の核スピンは、室温動作可能な量子ビットとして、量子コンピューターや暗号のいらない究極の通信デバイスとして注目されています。

このようにダイヤモンドは、究極の半導体としてさまざまな可能性をもつ魅力ある材料です。SiC などと比べ、まだ研究は着手して間もない段階ですが、“炭素材料のダイヤモンドで、低炭素社会に貢献しよう”を合言葉に開発を急ぎたいと考えています。

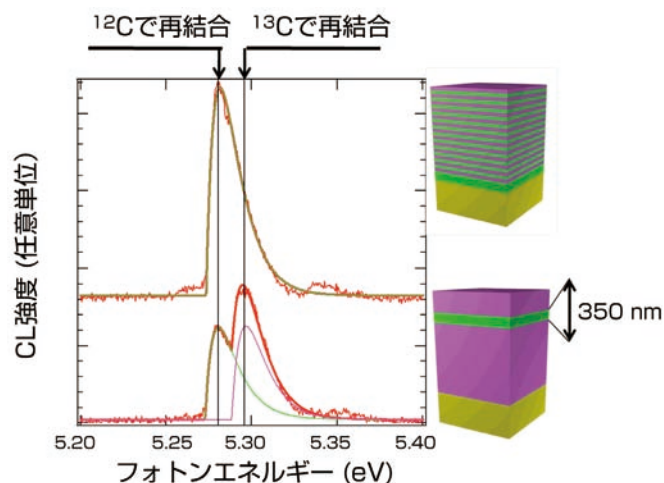
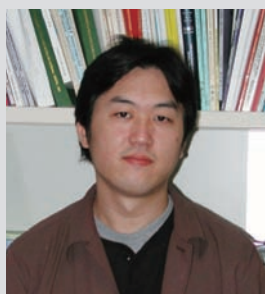


図 3 同位体半導体によるキャリア閉じ込め（ホモ接合で初めて実現）

マグネシウム合金に色彩を与える技術

微細な表面構造により多彩な色を発色



石崎 貴裕

いしざき たかひろ

t.ishizaki@aist.go.jp

サステナブルマテリアル研究部門
金属材料組織制御研究グループ
研究員
(中部センター)

マグネシウムやアルミニウムなど軽量金属材料に耐食性や装飾性などの機能を付与する技術を開発し、高機能化を図ることにより軽量金属材料を輸送機器類の部材などへ応用展開することを目指しています。

関連情報:

● プレス発表

2009年8月26日「マグネシウム合金に多様な色彩を与える表面処理技術を開発」

● 特許出願

特願 2009-191376 (出願日: 2009. 08.20)

発明の名称: マグネシウムまたはその合金基材の表面処理方法とナノ構造体

マグネシウム塗装の現状

マグネシウムは実用金属中で最軽量という特徴があり、ノートPCの筐体や自動車のインパネなどに使われています。これらの用途では、マグネシウム表面にデザイン性を付与することが求められます。現在、自動車などと同様の塗装処理工程や薬品処理が行われていますが、工程が複雑かつ高コストになるという問題があり、簡便かつ低コストでマグネシウム表面にデザイン性を付与する技術が望まれていました。

開発した表面処理技術

生物は、常温・常圧下、必要最小限のエネルギーで種々の優れた機能を発揮しています。生物の特異的で微細な構造から生み出される機能を模倣した材料/製造プロセス技術は、バイオミメティックプロセスと呼ばれ、省エネルギー・省資源の観点から有望な技術です。

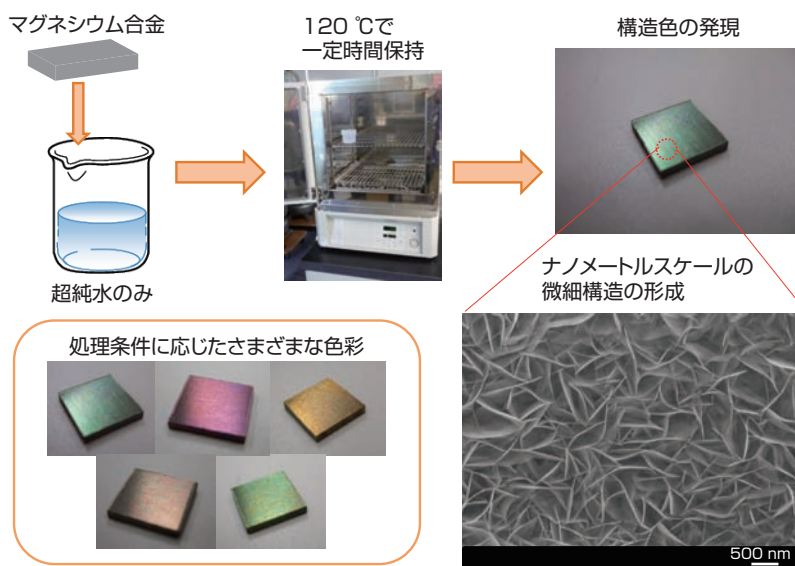
本研究では、タマムシの鞘翅が多層膜構造と凹凸構造によって発色するという機能に着目しました。マグネシウム合金表面に微細な構造を形成することで、マグネシウム合金にデザイン性や耐食性を付与することを目指し、表面処理技術の研究開発を行いました。

この処理技術は、フッ素樹脂製の密閉容器内

に超純水とマグネシウム合金 (AZ31 や AZ61 などのアルミニウムと亜鉛を含む合金) を封入し、120℃の温度で所定時間 (2.5時間～10時間) 保持するというとても簡便なプロセスにより、マグネシウム合金表面にマイクロメートルサイズ以下の微細構造体の薄膜を形成し、発色させるというものです (図)。処理時間や温度の制御により合金表面の色彩は変化しますが、これは表面処理によって形成される微細構造体を形成する薄膜の厚みの違いに起因します。この処理技術は薄膜の厚みの再現性に優れており、所望の色彩のマグネシウム合金を安定して生産できるものと考えられます。なお、この処理により形成される構造体は、マグネシウムと水との反応により生成された酸化マグネシウムや水酸化マグネシウムから成ります。

今後の展開

今回開発した処理技術により、簡便かつ低環境負荷型のプロセスでマグネシウム合金へデザイン性という高付加価値を付与することができました。今後、技術移転によって、電子機器類の筐体などへの適用をはじめとして、この処理技術の実用化を目指します。



構造色を発現させるための処理工程

リサイクルが容易なリチウム-銅二次電池

負極と正極に金属を使用した大容量・低コストの蓄電池



周 豪慎 Zhou Haoshen
しゅう こうしん

hs.zhou@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
エネルギー界面技術研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)
東京大学大学院工学系研究科
先進電池材料技術社会連携講
座、特任教授 (兼)

1985年中国南京大学卒業、
1994年東京大学博士号取
得。1994年理化学研究所、
1997年旧電子技術総合研
究所に入所。現在は物質の表面
や界面でのイオンの拡散、挿
入、脱離を伴う現象を解明す
るとともに、クリーンなエネ
ルギー変換デバイスの創出を
目指しています。特に、革
新的な型蓄電池の開発に挑戦し
ています。

関連情報：

● 共同研究者
王 永剛 (日本学術振興会)

● プレス発表

2009年8月24日「リ
サイクルが容易な「リチウ
ム-銅二次電池」を開発」

リチウムイオン電池の現状

リチウムイオン電池は携帯電話やノートPCなどに広く使われ、電気自動車の用途に向けて大容量化の研究開発も行われています。しかし現在のリチウムイオン電池には、正極にコバルトなどを使うという資源的な問題があるほか、高温焼結と微細な構造の制御など、複雑で高コストな製造プロセスが必要です。また、寿命の尽きた電池をリサイクルする際、活物質と導電助剤、カーボン、集電極との分離が難しい点が課題として挙げられます。このような問題を克服するため、リサイクルが容易で低コスト、大容量のリチウム電池の開発が望まれています。

開発したリチウム-銅二次電池

今回、金属リチウムの負極側に有機電解液、金属銅の正極側に水性電解液を用い、両電解液を固体電解質の分離壁で仕切る構造のリチウム-銅二次電池を開発しました。これにより両電解液は混合せず、分離壁はリチウムイオン(Li^+)だけを通し、銅イオン(Cu^{2+})は有機電解液に到達しないため、安定した電池反応(充放電反応)が実現できました。

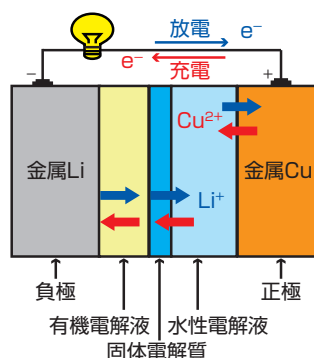
開発した二次電池の、正極の放電容量密度は約843 mAh/g、充電容量密度も約843 mAh/g (正極で反応した銅重量グラム当たり)となりました。

した。この放電容量は、従来型のリチウムイオン電池の正極容量(120 ~ 150 mAh/g: 文献値)に比べ大幅に増加しています。また、100回の充電・放電後も、放電容量の低下は極めて微小でした。

このリチウム-銅二次電池は、電極に単純な金属のみを使っており、充電と放電の過程では金属の溶解・析出反応(めっき)を利用しているため、使用後も活物質は金属のままで、電極金属のリサイクル(活物質の回収と再生)が容易です。また、水性電解液と有機電解液は固体電解質の分離壁で仕切られているので個別に再生できます。これらにより、これまでの電池と比較してリサイクルがとても容易で、リサイクルコストを低く抑えることができます。

今後の展開

開発したリチウム-銅二次電池は、放電容量はこれまでのリチウムイオン電池の5倍以上ですが、電気自動車などへの用途には、さらに出力密度を向上させる必要があります。このためには、分離膜として用いた固体電解質のリチウムイオン伝導率を高めることが必要となります。リチウム-銅二次電池の高出力化を目指して、今後さらに研究開発を進めます。



電池	正極容量 (正極反応物質重量)	リサイクル性
リチウムイオン電池	約120-150 mAh/g 	×
今回開発した リチウム- 銅電池	約840 mAh/g 	○

新型「リチウム-銅二次電池」の構成(左)と従来技術との性能比較(右)
正極容量：単位は正極に使う活物質の重量あたりの放電容量 (mAh/g)

高電圧・大容量の電力変換器の高速駆動に成功

社会インフラ向けの大型電力変換設備を小型化できる技術



大橋 弘通

おおはし ひろみち

h.oohashi@aist.go.jp

先進パワーエレクトロニクス
研究センター
招聘研究員
(つくばセンター)

先進パワーエレクトロニクス
研究センターでは、パワー半
導体として期待の高い SiC や
GaN について、ウエハや素
子製造技術の分野から、電力
変換器としての性能実証に至
るまでの広範囲の研究開発を
行っています。こうした研究
開発を通じて、環境負荷の少
ない社会実現に寄与すること
を目指しています。

関連情報：

- 共同研究者

田中 保宣、山口 浩（産総研）

- 共同研究機関

株式会社東芝、東芝三菱電
機産業システム株式会社、
首都大学東京、茨城工業高
等専門学校

- プレス発表

2009 年 8 月 4 日「SiC
ダイオードを活用し高電圧・
大容量の電力変換器の高速
駆動に成功」

電力変換装置の限界

電力変換装置は、エレクトロニクス装置と同様に高効率化、小型化、軽量化を重要な技術ターゲットとして発展してきました。しかし、これまでのシリコン (Si) ダイオードではスイッチング特性に起因する素子損失が大きく、スイッチング周波数に上限が生じるため、高電圧・大容量の電力変換装置の高効率化、小型化、軽量化にも限界が生じていました。

電力変換器の高速化・省スペース化

産総研を含む5機関による今回の共同研究開発では、電力変換器の高速化を妨げている技術的な問題を突破するために、シリコンカーバイド (SiC) 素子を導入することとし、スイッチング特性に優れた高耐電圧 (6 kV 級) の SiC-PiN ダイオードと Si-IEGT を組み合わせた高速スイッチングモジュールを開発し、300 kVA 試作器による動作検証を行いました。

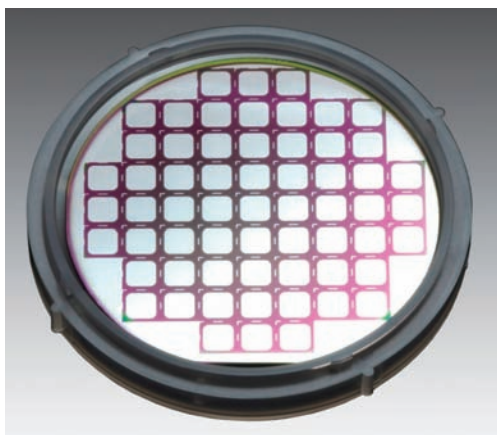
これまでは Si ダイオードの特性でスイッチング周波数の上限が決まっていた。今回開発した高速スイッチングモジュールでは、Si ダイオードではなく、産総研の SiC 素子の大面積化技術を活用することで開発された 4 mm 角の大面積 SiC-PiN ダイオード素子を、東芝製の

Si-IEGT と組み合わせています。

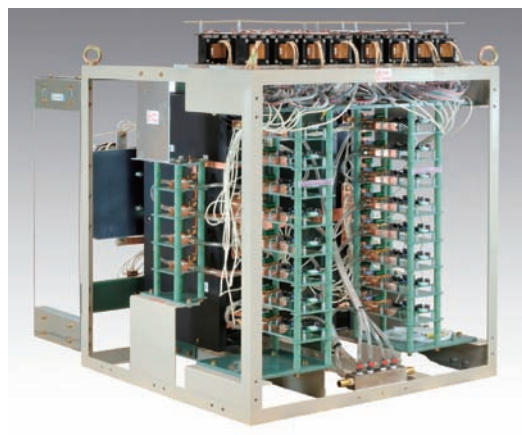
この高速スイッチングモジュールの利用により、Si 半導体だけの電力変換器に比べ、高速駆動が可能になり、直列多重接続用の絶縁変圧器が不要の 3 レベル変換方式を採用できます。さらに、3 レベル変換方式は素子のスイッチング周波数の 2 倍と等価な出力波形が得られるため、出力波形の歪みを除くためのフィルターの容量も削減できます。直列多重接続方式の電力変換装置では、絶縁変圧器はシステムの約半分のスペースを、フィルター設備はシステムの約 1/4 のスペースをそれぞれ占めており、省スペース化の大きな障害でしたが、3 レベル変換方式により、電力変換効率を落とすことなく、装置スペースを大幅に削減することができます。

今後の展開

今回の技術は、高電圧・大電力用の電力変換設備の大幅な小型化、省スペース化を可能とし、社会インフラとして利用される電力変換設備の普及拡大につながるものと期待されます。高電圧・大電力の電力変換設備の需要は世界的にも増加しており、この分野の産業競争力強化および実用化を目指して、引き続き 5 機関共同で研究開発を進める予定です。



試作した 4 mm 角 SiC-PiN ダイオード
2 インチ (約 10 cm) ウエハ上に作製した 4 mm 角の SiC-PiN ダイオード。銀色の四角が 1 つのダイオードに相当する。



試作した電力変換器
約 1150 mm (奥行き) × 約 950 mm (幅)
× 約 950 mm (高さ)

1 Hz 級線幅の超安定化レーザーの開発

秒を刻む理想的な振り子を目指して



保坂 一元

ほさか かずもと

kazu.hosaka@aist.go.jp

計測標準研究部門
時間周波数科
波長標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

2007 年入所。次世代光周波数標準としての光格子時計の研究・開発を行っています。特に、時計遷移励起用レーザーなど狭線幅化レーザーの開発に従事しています。

関連情報：

● 共同研究者

稲場 肇、安田 正美、中嶋 善晶、洪 鋒雷、大苗 敦、大嶋 新一（産総研）、河野 託也（科学技術振興機構）

● 主な研究成果

2009 年 07 月 29 日「イッテルビウム光格子時計の開発に成功」

時計とレーザー

私たち人類は自然界に存在するさまざまな周期的現象を基に時計を作ってきました。どの時計も①振動子 ②基準 ③カウンターの三つの要素から成り立っています。伝統的な振り子時計では、①は振り子、②は地球の自転、③は振り子が振れた数を数えて時刻を示す文字盤になります。計測標準研究部門では、イッテルビウム (Yb) 光格子時計という光時計を開発しました。この時計では、線幅がとても狭いレーザー光が①の振動子、Yb の原子が②の基準、光周波数コムが③のカウンターに対応します。

究極の“振り子”を目指して

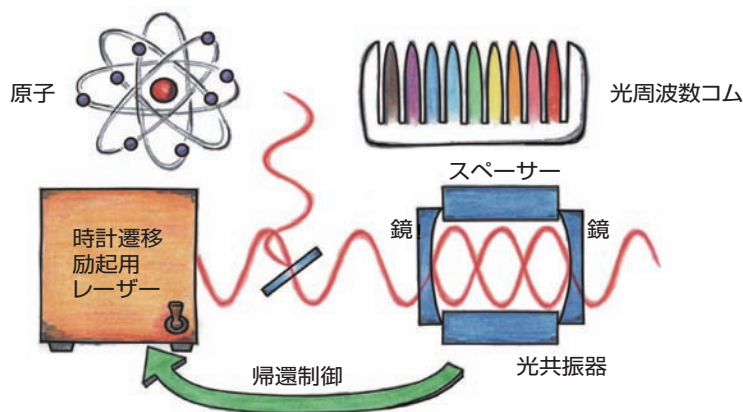
高精度な時計の振動子に求められる条件は、振動周期が短く常に一定なことです。振り子時計の振り子は 1 秒間に 1 回振れる程度ですが、Yb 光格子時計で振動子として用いるレーザーは電磁波で 1 秒間に約 500 兆回も振動します。そして 1 秒間の振動回数のズレを ± 1 回以下に押さえ込むという、とても厳しい周波数安定度の高さを目標にしています。一般的に、短期の周波数安定度が高いレーザーのことを線幅が狭いレーザーといいます。

Yb 光格子時計では、基準となる遷移（時計遷移）として Yb 原子の $^1S_0 - ^3P_0$ 遷移を用います。時計遷移励起用レーザーは光共振器に対して安定化されるため、この光共振器の安定性が理想的な振動子を得るための鍵です。光共振器

は 2 枚の鏡が一つのスペーサーを挟んで向かい合う簡単な構造をもち、光の半波長の整数倍がこれら 2 枚の鏡の間隔（共振器長）に等しくなる周波数が共鳴周波数になります。ですから、共振器長がわずかに変化しても共鳴周波数が変化してしまい、レーザーの周波数安定度が低下します。この研究で用いた光共振器の場合、5 Hz の変化が共振器長の約 1 fm (1/1000 兆 m) の変化に相当しています。つまり、1 Hz 級の線幅を達成するために共振器長を 1 fm 以下の精度でコントロールしなくてはなりません。共振器長を変化させる最大の原因はスペーサーの熱膨張です。そのほか、地面の微小振動や音響ノイズなどが重大な影響を及ぼします。これらの外乱を徹底的に排除し、さらに、外乱の影響を受けにくい光共振器を設計して、時計遷移励起用の狭線幅レーザーが開発できました。

成果と今後の展開

Yb 光格子時計の実験で得られた測定値は 2009 年 6 月パリで開催されたメートル条約関連会議において報告され、 ^{171}Yb の時計遷移周波数の推奨値として世界で初めて「メートルを実現する放射」の一つに採択されました。光格子時計のさらなる高精度化のためには、レーザーの周波数をより安定にすることが必要です。今後は、光共振器に使用される鏡の熱雑音の抑制など、新たな課題に取り組んでいきます。



時計遷移励起用レーザーの周波数安定化

非シリカ組成のハイブリッドメソ多孔体

ハイブリッド骨格内の無機ユニットの多様化を可能に

特許 第4171801号
(出願2003.2)

●関連特許

出願中：国内3件

研究ユニット：

先進製造プロセス研究部門

適用分野：

- 有害化学物質吸着材
- 高機能触媒
- 機能複合型デバイス

目的と効果

径が2 nm～50 nmの孔をメソ孔と言います。均一なメソ孔をもつ多孔体は一つ的应用展開として、ファインケミカル分子や医薬品などの分子サイズを認識するナノ空間としての利用が進められています。このような多孔体の構造中に有機官能基を導入すると、より選択的な反応場の構築もできるようになります。このような研究は、今までシリカ系材料を中心に進められてきました。今回は、界面活性剤存在下でのホスホン酸を利用した合成法を提案し、非シリカ組成のハイブリッドメソ多孔体の合成を実現しました。これにより、無機種の化学的性質も利用した機能複合型メソ多孔体の高度な構造設計ができるようになります。

技術の概要

ホスホン酸は、リン原子と有機官能基中に存在する炭素原子とが共有結合したリン酸類似の化合物であり、触媒存在下で多様な有機官能基を含むホスホン酸化合物を合成することができます。この技術は、界面活性剤の存在下で

ホスホン酸化合物中のリン酸類似ユニットと金属種との反応性を利用して、金属酸化物-有機(ハイブリッド)骨格を形成させると同時にナノメートルレベルの構造規則性を制御することで、非シリカ組成のハイブリッドメソ多孔体を合成できるようにしたものです。あらかじめ無機種と有機種との間に結合が設計できるので、例えば、モノホスホン酸を用いた合成では骨格表面に、またジホスホン酸を用いた合成では骨格内部に、有機官能基を任意に導入できます。

発明者からのメッセージ

リン酸は多様な金属種と反応することが知られており、この技術では、無機ユニットの多様化が期待できます。ハイブリッドメソ多孔体の骨格内部は非シリカ組成の金属リン酸塩類似の無機ユニットと有機官能基が交互に配列していると考えられます。有機官能基を利用した特異反応場としてだけではなく、酸化還元特性、光触媒機能、電気的特性、磁気的特性などの無機ユニット固有の化学的性質を活用した応用展開を提案していきたいと考えています。

(有機官能基で架橋されたジホスホン酸)



金属種 (Me)

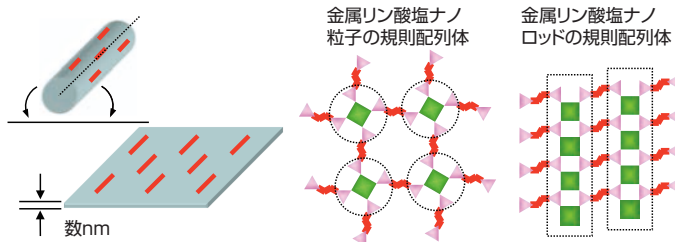
(界面活性剤)

金属種との結合生成
界面活性剤分子との相互作用
自己集合

界面活性剤除去

界面活性剤存在下でのホスホン酸と金属種との反応を利用した非シリカ組成のハイブリッドメソ多孔体の合成法

* 赤色の部分は有機官能基。



金属リン酸塩類似の微小ユニットが規則的に配列したハイブリッドメソ多孔体の骨格内部の理想的な構造モデル

* 点線で囲んだ箇所が金属リン酸塩類似の微小ユニットに相当。赤色：有機官能基、ピンク色の△：リン酸の4面体ユニット、緑色の□：金属種の8面体ユニット。

知的財産権公開システム (IDEA) は、皆様に産総研が開発した研究成果をご利用いただくことを目的に、産総研が保有する特許等の知的財産権を広く公開するものです。

IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

<http://www.aist.go.jp/aist-idea/>

表面積の大きな酸化チタンナノシート構造体

酸化チタン粉末をアルカリ水溶液で処理する簡易な方法

特許 第4214226号
(出願2004.1)

研究ユニット：

エネルギー技術研究部門

適用分野：

- 色素増感太陽電池などの光電極
- 光触媒・触媒担体
- 吸着剤

目的と効果

酸化チタンは、色素増感太陽電池の光電極や光触媒などに使う材料の最も有力な候補として精力的に研究が行われています。酸化チタンをこれらの用途に利用するためには、そのナノ構造を制御することが重要です。色素増感太陽電池の光電極が増感色素をより多く保持したり、光触媒が環境汚染物質をより効果的に吸着・分解したりするためには大きな表面積が必要になるからです。この発明は、粉末状の酸化チタンをアルカリ水溶液中で処理するという簡易な方法で、表面積のとても大きなナノシート形状の酸化チタンとその集合体を提供するものです。

技術の概要

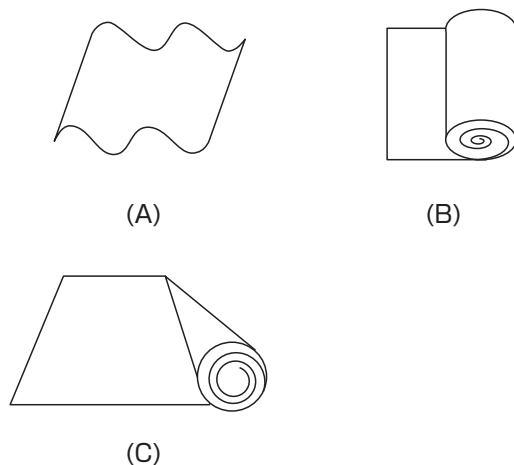
これまで酸化チタンをアルカリ水溶液で処理することにより、チタニアナノチューブが得られることが知られていました。その生成過程ではナノチューブ構造の前駆体としてナノシート構造の酸化チタンが生成します。このナノシート構造の酸化チタンは、最長方向の長さが10

～300 nmの波形の曲面形状左図 (A)、その一部が均一に巻回した円筒形状左図 (B)、その一部が不均一に巻回した円錐形状左図 (C) などの形状をしており、それらが花状の集合体を形成しています。これらの構造体は、酸化チタン粉末をアルカリ水溶液で処理し、ナノチューブ構造を形成する前に取り出して酸や蒸留水などで洗浄し、乾燥することにより容易に得ることができます。

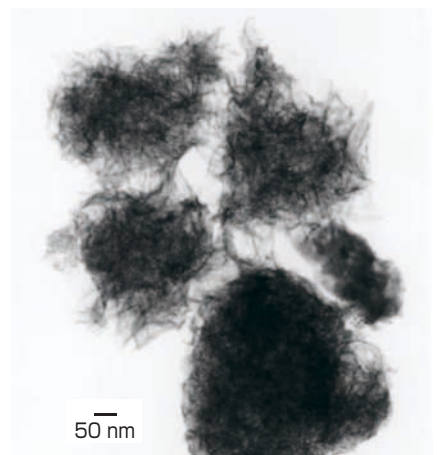
発明者からのメッセージ

この酸化チタンナノシート構造体は、原料となる粉末状の酸化チタンや、それをそのままアルカリ水溶液処理し続けて得られるチタニアナノチューブよりも通常は大きな表面積になります。比表面積は500 m²/g以上に及ぶため、広い面積が必要なさまざまな用途で利用が期待されます。また酸化チタンナノシート構造体を原料として、さまざまな用途に合わせてナノ構造や結晶構造を制御した酸化チタンが得られる可能性もあります。

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部門までご遠慮なくご相談下さい。



酸化チタンナノシート構造体を模式的に示す概略図



酸化チタンナノシートの透過型電子顕微鏡(TEM)写真

高齢者・障害者の視覚基盤データを規格(TR)化

ロービジョン(弱視)の基本色領域と高齢者の視野特性



伊藤 納奈

いとう なな

nana-ito@aiist.go.jp

ヒューマンライフテクノロジー研究部門
アクセシブルデザイン研究グループ
研究員
(つくばセンター)

1992 年早稲田大学理工学研究科修了(修士)。1993 年 Univ. of Illinois at Urbana-Champaigns School of Architecture 修了(修士)。その後、建築設計の実務を経験。2002 年慶応義塾大学政策メディア研究科修了(博士(学術))。2004 年から産業技術総合研究所。専門分野は視覚心理。高齢者やロービジョンの視環境改善を目的とした視覚機能に関する研究に従事しています。

関連情報:

●用語説明

*マンセル表色系: アメリカの画家マンセルが考案した色の表示体系。色素を色の3属性、すなわち色相・明度・彩度によってそれぞれ3次元座標軸内の1点に対応するように配列する。
(広辞苑, 第5版, 岩波書店)

規格化の背景

視覚障害者や高齢者など視覚的な情報を得ることが難しい方々へ安全かつ快適な視環境を整備するため、看板や標識などの視覚表示物における識別性の高い色彩設計が要求されてきています。近年は色やコントラストの違いは社会生活を送るために重要な視覚的手がかりですが、視覚障害者の中でもロービジョン(弱視)と呼ばれる方々は、その症状が多岐にわたるために一般的な特性を示す基礎データはありませんでした。

このような背景から、産総研では、ロービジョンを対象としたわかりやすい色の組み合わせを設計するために、ロービジョンの基本色領域のデータ集 技術報告書(TR)を提案しました。このTRは、2005年度から2006年度まで標準基盤研究として「ロービジョン者用視覚表示物における色および輝度コントラストの標準化」に関する研究を独立行政法人 製品評価技術基盤機構(以下、NITE)と共同で実施した被験者実験の成果をとりまとめたものです。日本工業標準調査会(JISC)標準部会高齢者障害者支援専門委員会の審議を経て、2010年4月1日付け JIS TR S 0005「ロービジョンの基本色領域データ集」として経済産業大臣から公表されました。

見分けやすい色の組み合わせ

このTRは、ロービジョンの方々が赤や緑などの基本色について「似ている」と思う色の領域をマンセル表色系*に表したデータ集です。昼

夜の照度による色の見え方の変化も考慮し、明所視および薄明視の二つの照度レベルにおける領域を示しています(図: 赤5R 4/14の基本色領域)。このTRを用いると、見分けやすい色の組み合わせや、混同して避けるべき色の組み合わせなどを簡単に求めることができます。これまで難しいとされていたロービジョンの方々への見やすい案内板やポスターなどの提示物、福祉機器などの色彩設計が、飛躍的に進展するものと期待できます。この成果の一部はすでに「ISO/TR 22411:2008 高齢者及び障害者のニーズに対処するための製品及びサービスに対するISO/IECガイド71の適用に関する人間工学的データ及び指針」にも掲載され、国際的にも利用できるようになっています。

見つけやすい場所への設置

一方、視覚表示物の問題として、設置場所も重要な問題です。私たちの視野は年齢とともに狭くなり、例えば上方高く設置された案内板や交通標識などは見落としやすくなります。今回のTRではこうした問題に対しても解決を図りました。NITEと共同で行った標準基盤研究において、これまでにない充実した視野データベースを構築し、高齢者にとって見つけやすい視覚表示物の設計に資することを目的とした JIS TR S 0004「視標検出視野の加齢変化に関するデータ集」として公表しました。

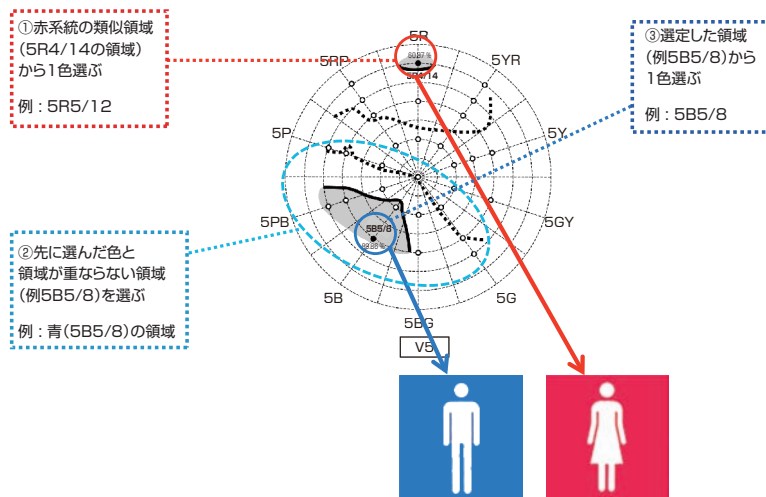


図 ロービジョンにもわかりやすい色の組み合わせの例(明度5、明所視)
点線は10%類似度の領域、実線は50%類似度の領域

東京都市圏における地下水・地下熱環境の変化

都市化の影響による地下温度の上昇



宮越 昭暢

みやこし あきのぶ

miyakoshi-a@aist.go.jp

地図資源環境研究部門
地下水研究グループ
研究員
(つくばセンター)

専門は水文学。平野部や岩盤地域、大深度地下などにおける多様な人間活動が、地下水・地下熱環境に与える影響の解明に取り組んでいます。これらの研究によって得られる成果は、資源としての地下水・地下熱の適切な利用と保全に役立つだけでなく、地球規模での環境変化の指標としても有用であると考えています。

関連情報：

●参考文献

[1] 宮越 昭暢 他：応用地質、47 (5)、269 - 279 (2006)。

研究の概要

私たちは日常生活でライフラインや交通網、あるいは生活空間の一部として地下空間を利用しています。しかし、直接の観察が困難なこともあり、地下環境の理解は地上ほど進んでいないのが現状です。都市化に伴う地上の環境変化は地下にも影響を与えるため、地表・地下を統合して検討する必要があります。この研究では、世界有数の大都市圏である東京圏を対象として、都市化、特にヒートアイランド現象のような都市特有の環境変化が、地下水・地下熱環境に与える影響を実際の観測データに基づいて評価しました。秋田大学、東京都土木技術センター（現 東京都土木技術支援・人材育成センター）、埼玉県環境科学国際センターと産総研の連携による共同研究によって実施されました^[1]。

東京都市圏における都市化と地下温度の上昇

東京都内の地下温度構造には、高温域・低温域の分布に地域性が認められました。深度50 mでの平面分布を見ると（図1）、高温域は武蔵野台地東部から東京低地にかけての、いわゆる都心部に位置しており、郊外（西方）に向かって温度が低下する傾向にあります。一般に地下温度は地下深部ほど高温になりますが、東西方向の鉛直分布図（図2）では、地表から地下数十mまでは温度が低下する逆の傾向（逆転現象）が見られ、特に都心部では地下浅部に高温域が見られます。この高温域は、都市化に伴う地表面温度の上昇や構造物からの排熱によって形成されたと考えられます。一方、郊外に相当する武蔵野

台地西部では、地下浅部の温度上昇量は都心部より小さいものの、より深部まで逆転現象が見られます。これは、この地域が広域的な地下水流動における^{かんよう}涵養域であることや、飲用水源としての地下水揚水による誘発的な涵養が原因となって、地表面温度上昇の影響がより深部まで到達したためと考えられます。このように、地下熱環境の変化を理解するためには、熱源としての都市の評価だけでなく、都市化に伴う地下水流動の変化も把握する必要があります。

都市域における地下水・地下熱環境の解明に向けて

私たちは2007年から埼玉県内の4地点で、そして2009年からは産総研臨海副都心センターで、地下温度・地下水位の高精度モニタリングを実施しています。その結果、地下温度の継続的な上昇が認められ、東京都市圏における浅部地下温度の上昇が現在も進行していることが明らかとなってきました。近年、都市直下に存在する再生可能エネルギーとして地中熱が注目されていますが、地下水流動や地下温度の変化は、地下微生物を含む地下環境にさまざまな影響を与えると考えられています。都市域の地下水・地下熱資源を適切に管理・保全し、持続的に利用していくためには、地下水の流れとともに、地上から地下へ排熱され貯留される熱量を評価することが不可欠です。今後も共同研究を継続して、都市化に伴う地下水・地下熱環境の変化のメカニズムの解明や将来予測モデルの構築に取り組む予定です。

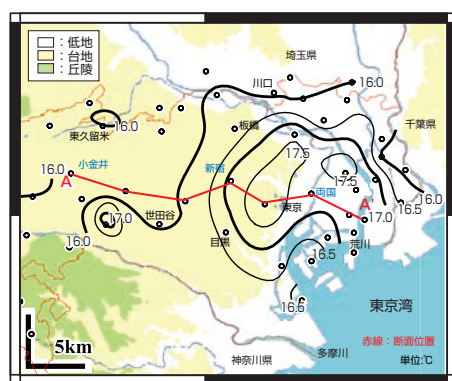


図1 深度50 mにおける地下温度分布（単位：℃）

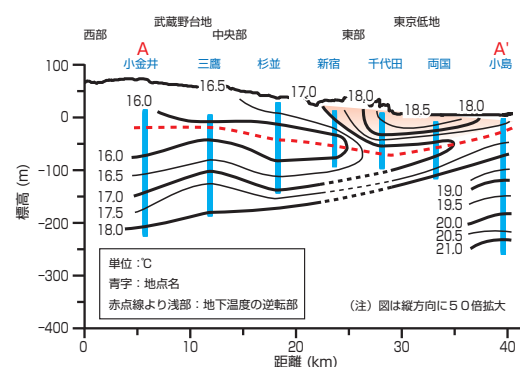


図2 東西断面（図1のA-A'）における地下温度分布

液中粒子数濃度標準

全数計数による濃度測定とその妥当性評価に基づいた標準



坂口 孝幸

さかぐち たかゆき

sakaguchi-taka@aist.go.jp

計測標準研究部門
物性統計科 応用統計研究室
主任研究員
(つくばセンター)

液中粒子（懸濁粒子）個数濃度標準の開発・維持・供給に携わっています。計測の対象となる粒子サイズの拡張や、測定精度の向上など、標準の充実化を図っています。液中粒子個数濃度の校正方法を確立していくことで、社会への貢献をしていきたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

榎原 研正（産総研）

用語説明

* シース流：試料流を流路中心に絞り込み保護するために、試料流を鞘状に包むように流す清浄液。試料流に含まれる粒子が一行になって流路中心を通過するため検出の精度が向上します。

** 顕微鏡法：液滴中に含まれる粒子を平面上に分散させた後、顕微鏡により粒子を観測して計数する方法。この研究では、液滴の質量を天秤で測り濃度測定精度を向上させる技術を開発しました。

液中粒子数濃度の測定

液中の粒子数濃度は医用診断における血球の計数、注射剤や上水における汚染状態の管理、電子デバイス用洗浄液における清浄度の管理など、さまざまな場面で測定されています。その測定器の校正や試験は、液中粒子数濃度標準液を用いて行われます。特に注射剤の汚染管理は、各国の薬局方で薬液中の粒子数と機器の校正について基準が定められています。そのため、日本でもこれに対応する液中粒子数濃度について、国家一次標準の開発が強く要請されてきました。

液中粒子数濃度の標準

試料液の粒子数濃度は、測定用に採取された試料液の質量とその中に含まれる粒子数から求めます。粒子の個数は産総研で開発した「全数計数型フローサイトメーター（T-FCM）」を用いて計数しました。T-FCMの特徴は、あらかじめ正確な質量を測定した試料液中に含まれる全粒子を、試料流とシース流*を独立に制御することで検出器に全粒子を導入して計数する点

です（図）。これにより、これまでの装置で問題となっていた、測定器に導入される試料液体積の不確かさ、測定中に起きる粒子の吸着や沈降などの影響を受けない高精度な液中粒子数濃度測定を可能にしています。また、T-FCM法により求められた値と、独立な測定方法である顕微鏡法**により求めた値を比較することで、この方法の妥当性も確認しています。

依頼試験による校正サービス

産総研では、粒子数濃度標準液メーカーを対象に、液中粒子数濃度値付けの校正サービスを質量基準の濃度（ g^{-1} ）で行っています。校正の対象としている標準液の粒子数濃度範囲は、 $5 \times 10^2 \text{ g}^{-1}$ から $2 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$ です。メーカーから提供されるこの粒子数濃度標準液を用いて測定器を校正することで、粒子数濃度測定のトレーサビリティが担保されます。現在は、薬局方で求められている中心粒径 $10 \mu\text{m}$ - $20 \mu\text{m}$ の範囲を対象としています。0.6 μm まで拡張するための開発を進めています。

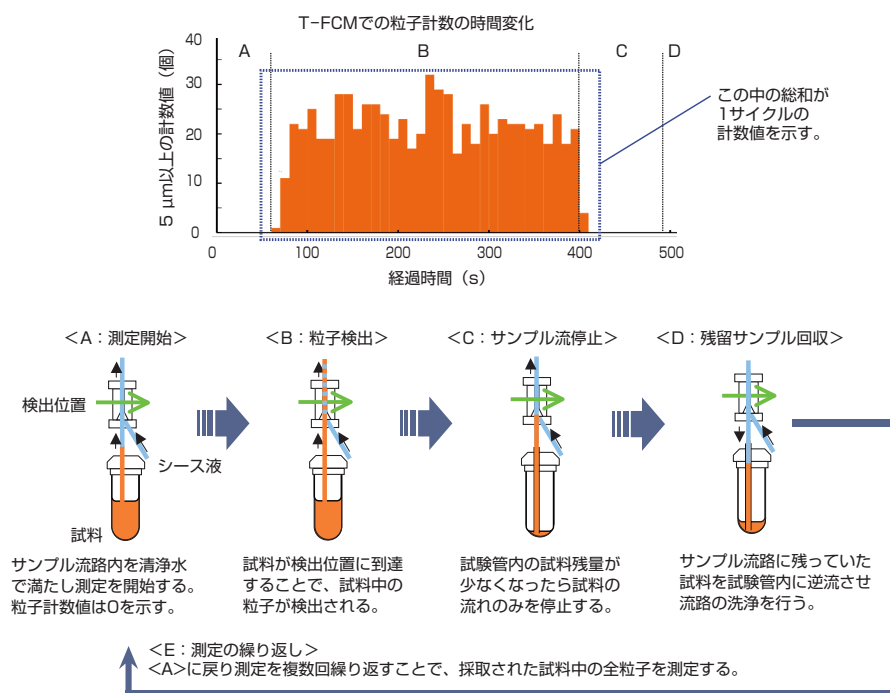


図 T-FCM による全数計数手順の概略図

シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第4回) 中小企業の技術力向上を牽引 ～工業会との連携新時代～

産学官連携コーディネータ おかだ さぶろう
岡田 三郎

産学官連携コーディネータへの道

2004年3月に中国センターからつくばセンターの産学官連携推進部門に異動し産学官連携の実務を2年間経験した後、2006年4月より産学官連携コーディネータとして活動を行ってきました。その間、中国センターに連携研究体を設立して、つくばと地域との連携によりレーザー応用傷検査装置の事業化を行いました。現在は主に計測標準分野でコーディネーション活動を行っています。

産学官連携コーディネータとしてのパッション

産学官連携コーディネータの醍醐味は、外部のさまざまな人と信頼関係を構築して本音を聞かせてもらい、それに対して適切な解決策を提供することにあります。企業の方から共同研究をしてよかったと感謝されるように、「対話とコミットメント」を大切にして連携活動を進めています。また、コンダクターとして若手研究者などへ共同研究のノウハウを伝授し、職員の連携構築力の向上にも努めています。

工業会との連携の推進

産総研がかつて工業技術院であった時代には工業会を通じた産学官連携が活発に行われていましたが、人的交流の減少に伴い、このところ組織的連携が低落傾向にあります。そのような中で日本科学機器団体連合会は、科学機器産学官連携研究会(産連研)を設立し、産学官連携を積極的に推進しています。産総研は、基礎から実用化まで包含する研究領域の幅の広さを活かして産連研と組織的に連携し、講演会や交流会の実施、意欲的な企業の個別訪問、研究者の紹介などを通し

て共同研究へとつなげています。

直近の2年間では、3件の資金提供型共同研究や6件の中小企業支援型研究事業への提案などに至っています。中小企業の活性化に技術を通じて貢献すべく、関連諸事業の有効活用やWin-Winな連携構想・構築力の強化によってさらに成功例を増やしていきたいと考えています。

工業会の声

産連研は、“科学機器分野における会員企業の産学官連携活動を集団で支援し、会員の技術水準と国際競争力の向上、新分野開拓等に資する”ことを目的として2004年1月に発足しました。現在、全国から100社超が参加し、各社のシーズとニーズをデータベース化して公開しています (<http://www.hpg-site.com/jsia-sanren/>)。

産総研とは産連研の発足以前から交流があり、岡田コーディネータには産総研の研究紹介や企業ニーズに対応可能な研究者の紹介などでお世話になってきました。また、オープンラボや講演会・交流会では、加盟企業に最先端の技術シーズに触れる機会を提供していただいています。

産総研は、中小企業向けに独自の支援制度を用意しており、中でも地域中小企業支援型研究事業は直接企業製品の事業化を支援していただけるので、人材、資金力の乏しい中小企業にとってたいへん魅力的なものとなっています。今後も、中小企業の技術力向上に向けて、産総研の技術支援を大いに期待しています。

(科学機器産学官連携研究会 運営委員長 森川 智)



産連研主催の「産総研の講演会・交流会」で講演する筆者(2009.6.10)

社会的取り組み

①

産総研は憲章に「社会の中で、社会のために」と掲げ、持続発展可能な社会の実現に向けた研究開発をはじめ、社会的な取り組みを行っています。

産総研の取り組みの一端を
今月より本誌ならびに
ホームページにて
ご紹介していきます。

平成21年度 茨城県子育て応援企業表彰 「優秀賞」を受賞

産総研は、男性が育児に参加しやすく、女性が仕事を続けやすい環境を作るため、出産・育児に関する制度を整え、仕事と育児の両立支援に取り組んでいます。

勤務体制では、フレックスタイム制や裁量労働制などの柔軟な勤務形態、小学校就学前までの育児短時間勤務制度を導入しています。また、子どもが38度までの発熱や投薬中などで保育所に預けられない場合や、配偶者などが病気になり子どもを保育できない場合などに、職員が一時的に子どもを預け

ることのできる保育施設をいくつかの事業所内に設置しています。そのほか、職場環境に対応するキャリアカウンセラーの設置、「仕事と育児の両立支援ガイドブック」の配布など、子育て中の職員の支援や職場における理解促進を図っています。

これらの取り組みにより、平成21年度「茨城県子育て応援企業表彰」の「仕事と子育て両立支援部門

優秀賞」に公的機関として初めて選ばれ、2010年2月9日、茨城県庁での受賞式に出席しました。「茨城県子育て応援企業表彰」は、育児・介護休業法を上回るような育児休業制度など、子育てをしながら働きやすい職場環境づくりに積極的かつ先進的に取り組んでいる企業を表彰するものです。



受賞者記念撮影（前列左端：小野産総研副理事長）

産総研の組織的連携協定の紹介

報告

産総研では、持続的発展可能な社会の実現に向けて、大学や公的研究機関、研究開発型企业とお互いのポテンシャルを活用した組織的な研究協力を進めています。

平成21年度はすでに協定を締結した諸機関との連携を深化させることに加え、これまでの連携実績などを評価して、今後の連携・協力関係の展開方針や連携協定の締結・延長の

指針を検討・策定しました。また、以下に紹介する新規の協定を締結しました。

平成21年度に締結した組織的連携協定

協定締結日	相手機関名	協定の概要
2009年4月1日	国立大学法人 北海道大学	連携・協力を推進し、相互の研究開発能力及び人材を活かして総合力を発揮することにより、わが国の学術研究と教育の発展、科学技術の向上に重要な役割を果たす。(2005年2月10日締結協定の改定)
9月29日	SAPPOROシュートフェスト 実行委員会・札幌市	産総研が進めるサービス工学研究とともに、SAPPOROシュートフェスト実行委員会および札幌市と連携・協力により、科学技術的工学的手法を用いて映画産業の振興と生産性向上に貢献する。
10月14日	独立行政法人 科学技術振興機構 日本科学未来館	日本科学未来館と産総研臨海副都心センターとが連携・協力して、国際研究交流大学村を中心とした相互の学術研究交流を促進する。(2004年10月12日締結協定の改定)
2010年1月19日	国立大学法人 京都大学	「学」の中核に位置付けられる京都大学と、「学」の成果を「産」に橋渡しする位置にある産総研が産官学連携をより強固にし、優れた「学」の成果の効果的な社会への還元を図り、地球規模で拡大しつつある諸問題の解決に大きく貢献する。
2月18日	つくば市（化学物質に起因する爆発災害対策に関する個別協定）	すでに基本協定を締結しているつくば市と産総研が、さらに化学物質に起因する爆発災害対策に関する個別協定を締結することにより、相互に協力して、市民の安全な生活環境を確保し、地域経済社会の発展に寄与する。(2008年6月16日締結の基本協定に基づく個別協定)

第6回日本学術振興会賞を受賞

2010年3月1日、日本学士院において第6回日本学術振興会賞の表彰式が行われ、ナノチューブ応用研究センタースーパーグロースCNTチーム 畠 賢治研究チーム長とエレクトロニクス研究部門 スピントロニクスグループ 湯浅新治研究グループ長の2名が受賞しました。日本学術振興会賞は、優れた研究を進めている若手研究者を見いだし、独創的、先駆的な研究を支援することによりわが国の学術研究の水準を世界のトップレベルにおいて発展させることを目的に、(独)日本学術振興会が2004年度に創設したものです。

◆ 畠 賢治 研究チーム長

【受賞対象】「カーボンナノチューブ合成の基礎と用途開発への応用に関する研究」

【受賞理由】畠研究チーム長は、エレクトロニクスデバイスなどへの実用化にむけて数々の高機能デバイスの試作

や評価を行ってきており、カーボンナノチューブの応用範囲を格段に広げる可能性を示しました。畠氏の業績に基づき、カーボンナノチューブの工業的な量産と製品化の研究が進んでおり、今後、日本初のナノテク材料を中心とした、カーボンナノチューブ産業が立ち上がると期待されます。

◆ 湯浅 新治 研究グループ長

【受賞対象】「高性能磁気トンネル接

合素子の開発と実用化」

【受賞理由】湯浅研究グループ長はコンピュータで用いられているハードディスクの記録密度を飛躍的に向上させるとともに、次世代大容量不揮発メモリの基盤を構築しました。湯浅氏の研究は、ハードディスク磁気ヘッドから大容量メモリ、さらにはマイクロ波発振素子の開発などへ広がりがつあり、さらなる発展が期待されます。



授賞式集合写真（前列左から3番目：畠氏、後列左から3番目：湯浅氏）

第6回日本学士院学術奨励賞を受賞

2010年3月1日、日本学士院において、第6回日本学士院学術奨励賞の表彰式が行われ、ナノチューブ応用研究センタースーパーグロースCNTチーム 畠 賢治研究チーム長が受賞しました。日本学士院学術奨励賞は若手研究者を顕彰して今後の研究を奨励することを目

的として、日本学士院が2004年度に創設したものです。受賞者は、日本学術振興会賞受賞者の中から選ばれます。

◆ 畠 賢治 研究チーム長

【研究課題】「カーボンナノチューブ合成の基礎と用途開発への応用に関する研究」

【研究業績】畠研究チーム長は工業的な応用範囲を大きく広げ、技術的に大きなブレークスルーを達成しました。これまでに重要な独創的技術が実現され、今後カーボンナノチューブ集合体の実用への発展が大いに期待できます。

非食糧系バイオマス燃料に関する共同研究をタイの研究機関と開始

2010年2月25日、国際協力機構（JICA）／科学技術振興機構（JST）の地球規模課題国際共同研究プログラムである「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」（2009年度採択案件）の共同研究契約の調印式が、バンコクのタイ科学技術省で行われました。この共同研究は、日本側は産総研（署名者は野間口理事長）と早稲田大学、タイ側は産総研と包括研究協力協定を結んでいる二つの国立研究機関（タイ国家科学技術開発庁、タイ科学技術研究院）およびモンクット王工

科大学ノースバンコク校の5機関で行い、JICAとJSTから予算を得て、実施期間は5年を予定しています。産総研の担当研究ユニットは、新燃料自動車技術研究センター、バイオマス研究センター、エネルギー技術研究部門です。

このプログラムでは、毒性があるため食用とならず、また食用植物の生産に適さない不毛な土地でも生産できることから非食糧系バイオマスとして注目されているジャトロファ果実の輸送用燃料化に関する基盤技術についての

研究開発を行い、タイ若手研究者の人材育成と当該成果の東南アジアへの技術移転の推進も同時に行います。



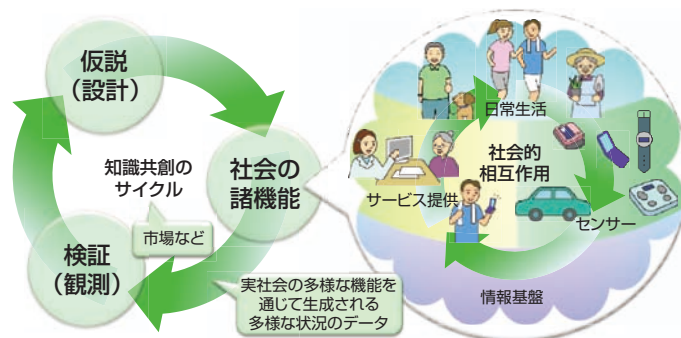
調印式終了後の集合写真
タイ科学技術省スチンダ次官(左から5人目)
山崎理事(右から2人目、野間口理事長代理)

社会知能技術研究ラボ Social Intelligence Technology Research Laboratory

日本では、モノづくりや接客サービスの現場での局所的な仮説検証サイクルがうまく働いて世界最高水準の品質を誇っていますが、広く社会や市場を巡る大局的・長期的な仮説検証があまりうまく機能していないと考えられます。当研究ラボは、科学的根拠に基づく社会(evidence-based society)の実現によって人々の福利を向上させるため、社会全体と融合した仮説検証サイクルを支援する技術を研究開発します。それは、図のように社会全体と融合したeサイエンスと

いう意味で「ソーシャルeサイエンス」と呼ぶことができるでしょう。正しい評価に基づいてサービスを選択できるように

利用者を支援するなどの、公共的なサービスの実現を目指します。



ソーシャルeサイエンスの概念図

次世代モバイル表示用材料共同研究事業を延長

報告

2003年度より次世代モバイル用表示材料共同研究事業(産総研と次世代モバイル用表示材料技術研究組合(TRADIM)および東京農工大学による共同研究)を東京農工大学構内に建設した産総研小金井事業所で実施しています。この共同研究事業では、オールプラスチック液晶ディスプレイの実現を推進するために、ロール状の材料を切断せずにパネル化する技術が重要であることから、「高度集積部材の開発」と「ロール状部材を用いてパ

ネル化する技術の開発」を進め、ほぼ所期の目標が達成されています。

この成果を発展させ一層実用化に結びつけるためには、曲げられる液晶ディスプレイに適した部材とパネル構成について追加的な研究が必要であることから、2009年で終了予定であった共同研究期間を延長することとしました。この延長にあたり、2010年3月1日にTRADIMの山岡理事長、若林専務理事ほか主要メンバーと野間口理事長が、経済産業省化学課機能性化学品室

福田室長および産総研協本理事ほかの同席のもと懇談を行い、今後も共同研究成果の創出への協力を進めることを確認しました。



共同研究事業延長に向けた懇談の前に
左：産総研 野間口 理事長、
右：TRADIM 山岡 理事長

環境調和型ディーゼルシステム共同研究事業を延長 (「新燃料自動車技術研究センター」と日本自動車研究所との共同研究事業)

報告

2001年度より環境調和型ディーゼルシステム共同研究事業(産総研と財団法人日本自動車研究所(JARI)との共同研究)をJARI構内に建設した産総研荏原サイトで実施しています。この共同研究事業は、超低濃度NO_xや微小粒子の計測および健康影響評価が可能な荏原サイトの実験施設を活用し、超低環境負荷の革新的な環境調和型ディーゼルシステム技術の確立を目標としてきました。これまでの研究成果は、2009年10月に施行されたポスト新長期排ガス規制

への対応技術に応用されています。

この研究成果のさらなる向上のためには、近年海外で対策の必要性が指摘されつつある微量有害物質などの排出レベルの確認について追加的研究が必要であることから、2009年度で終了予定であった共同研究期間を延長することとしました。この延長にあたり、2010年3月5日にJARIの小林所長、半田理事、田中理事ほか主要メンバーと野間口理事長が、経済産業省製造産業局自動車課電池・次世代技術室兼ITS推進室辻本室長お

よび産総研協本理事、新燃料自動車技術研究センター後藤研究センター長ほかの同席のもと懇談を行い、今後も共同研究成果の創出への協力を進めることを確認しました。



共同研究事業延長に向けた懇談の前に
左：産総研 野間口 理事長、右：JARI 小林 所長

“nano tech 2010” 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議

報告

“nano tech 2010” 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議は、2010年2月17日から19日までの3日間、東京ビッグサイトにおいて開催されました。共通テーマとして「Green Nanotechnology 10のマイナス9乗がつくる環境力」を掲げ、ナノバイオExpo 2010など6展示会との同時開催として行われました。

今回で9回目を迎えたnano tech展においては、最近の厳しい経済状況下にも関わらず、出展国19ヶ国・地域から654企業・団体、803小間（うち海外出展者192企業団体、196小間）の出展となっており（主催者発表）、ますます国際色豊かな展示会となっています。今回は、3日間で4万2千人を超える来場者数となり、技術シーズと製品ニーズのマッチングの場として盛んに開催されました。

産総研ブースでは、アイキャッチ性のあるわかりやすい展示内容（見せる化）に心がけ、来場者に関心をもってもらえるようリアル感と立体感に富む三次元模型を多用しました。産総研ブースのメインテーマとして「イノベーションに貢献する先進ナノテクノロジー」を掲げ、5つのサブテーマ（「一歩先を走るナノ炭素材料技術」、「独創的ナノ粒子の製造・評価技術」、「ナノ空間を利用した分離技術」、「ナノ空間を利用したエネルギー技術」、「人にかかわるナノバイオ技術」）で15件の研究成果の展示を行いました。同時に、「ナノテクの社会受容とリスク評価」や「つくばナノテク研究拠点」の取り組みについても3件の紹介をしました。

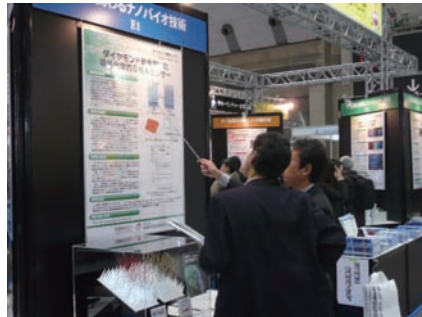
また、初日と2日目には、産総研展示ブース内で出展者による技術シーズ

のプレゼンテーションを行い、多くの方々にご参加いただきました。質疑・応答も交えてたいへん活発な場となりました。このように産総研の成果を多くの方に知っていただくとともに、共同研究や技術移転など、より具体的な産学官の連携推進活動に結びつけていきます。

視覚に訴えた立体模型など具体的にイメージをしていただける展示品や実演が行われている展示は、とりわけ多くの来場者の関心を引きました。昨年度よりも多い5,500部を用意した産総研全展示内容掲載の小冊子は、展示会終了までにほぼ無くなりました。多数の方々にご来場いただきましたこと、厚くお礼を申し上げます。

なお、展示内容については、下記URLからご覧いただけます。

<http://www.aist.go.jp/pr/nanotech2010/>



産総研ブース（左、中央）と技術プレゼンテーション（右）の様子



九州センター 研究講演会を開催

報告

2010年2月10日にハイアット・リージェンシー・福岡において、『今こそ！技術融合で新たな躍進』をテーマとした九州センター研究講演会を開催し、155名の方にご来場いただきました。

九州センターで実施している新しい技術融合に関する研究成果3件（目に見えない欠陥を可視化する応力発光技術の新展開、半導体プラズマ技術におけるソリューション提供～プラズマエッチング装置内で発生する異常放電の計測～、高圧水素ガスシール用ゴム

材料の設計指針）を発表しました。

「グリーンライフを支える電池技術の新展開～燃料電池をはじめとして～」と題するユビキタスエネルギー研究部門 小林研究部門長の特別講演のほか、共催の（財）九州産業技術センターから「新規光計測によるプラスチック精密識別リサイクルシステム」と題して近畿大学産業理工学部 河済教授のご講演がありました。

その後、九州センター内の研究成果を8件ポスター展示し、担当研究者による詳細な説明を行いました。同時

に、講演者との名刺交換会、共同研究や技術相談会も積極的に行いました。

また、交流会は今後の地域連携をより深めるための有意義な場となりました。



講演会の様子

地震災害に強い国を目指すために ～地震を予測する～

活断層・地震研究センター 活断層評価研究チーム 楮原 京子(つくばセンター)

活断層・地震研究センターでは、地形・地質から地球物理学など地震に関連する幅広い分野の研究者が、わが国の地震災害の予測に向けた研究を進めています。その中でも活断層評価研究チームでは、全国の活断層から将来発生する地震の規模や時期の予測に関する研究に取り組んでいます。また、通常の調査では認定しにくい活断層に対する新たな評価手法の開発や、さまざまな活断層情報と調査結果の公開・提供にも力を入れています。楮原さんは地形・地質学的手法だけでなく、物理探査も用いて、活断層の過去の地震発生履歴や発生様式を解明する研究を行っています。



極浅層反射法地震探査の様子



楮原さんからひとこと

沿岸域の海底活断層は、人口や産業の集中する沿岸都市に地震災害をもたらす危険性が高く、能登半島地震や新潟県中越沖地震をきっかけに、その性状や活動性に人々の注目が集まっています。しかし、沿岸域はこれまで地質調査がほとんど行われておらず、存在さえ知られていない活断層もあるといわれています。一方で、海域では侵食による地層の欠如が少なく、最近の地震活動が保存されやすい上、高分解能音波探査では、地層の変形を鮮明に捉えることができます。こうした特徴を踏まえつつ、適切なデータ取得と解析に努め、沿岸域に潜む活断層の解明に貢献していきたいと考えています。

EVENT-Calendar

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト(イベント・講演会情報)に掲載しています
<http://www.aist.go.jp/>

2010年4月 → 2010年7月

3月10日現在

期間	件名		
4 April			
21日～23日	国際医薬品原料・中間体展(CPhI Japan 2010)	東京	03-5296-1020
5 May			
13日～14日	日本膜学会	東京	03-3815-2818
6 June, 7 July			
6月27日～7月2日	再生可能エネルギー 2010 国際会議	横浜	03-5294-3888

表紙

上: WC — FeAl焼結体(140mmφ)の外観 (p.13)

下: SiCを使い試作した高電圧電力変換装置 (p.20)

産 総 研
TODAY

2010 April Vol.10 No.4

(通巻111号)
平成22年4月1日発行編集・発行
問い合わせ

独立行政法人産業技術総合研究所

広報部出版室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel: 029-862-6217 Fax: 029-862-6212

E-mail: prpub@m.aist.go.jp

ホームページ

<http://www.aist.go.jp/>

● 本誌掲載記事の無断転載を禁じます。● 所外からの寄稿や発言内容は、必ずしも当所の見解を表明しているわけではありません。