

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

7

2010
July

Vol.10 No.7

特 集

02

本格研究 理念から実践へ

座談会：企業の新たなものづくりを後押し

高性能Ⅲ－Ⅴ族トランジスタをシリコンの上に形成
省エネ用SiCパワーデバイスの早期実用化を目指して
ナノテクを切り拓くカーボンナノチューブの製造技術

リサーチ・ホットライン

- 16 露光限界性能を引き出すLSIマスクの最適化
シンプルな最適化アルゴリズムで露光精度を20%向上
- 17 革新的なリチウム－銅・空気電池
金属の腐食現象を用いた、大容量・低コストのリチウム－空気電池
- 18 応力発光体を用いた構造物の安全管理
応力発光センサーでひずみ状態などをリアルタイムに可視化
- 19 光ファイバーでの周波数標準の高精度供給システム
校正、計測、素粒子物理、電波天文学など幅広い分野への応用に期待

パテント・インフォ

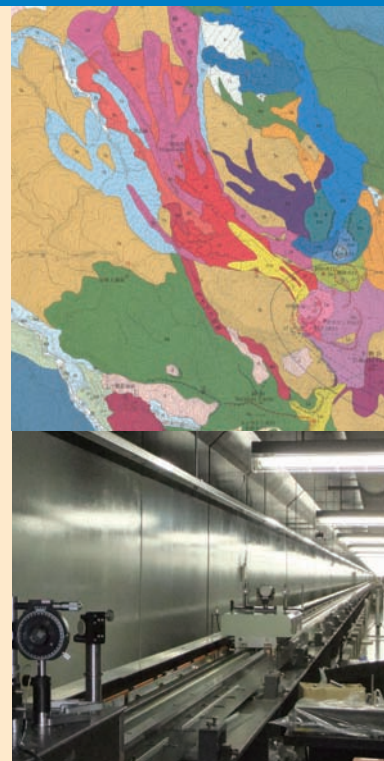
- 20 有用な糖ヌクレオチドの製造方法
酵母によるUDP－ラムノース、UDP－キシロースの生産
- 21 水晶振動子を用いた水素漏洩検知器
水素エネルギー社会の安全・安心を支える検知技術

テクノ・インフラ

- 22 SiC－MOSFET実用化のためのJIS制定
高温における炭化ケイ素素子のゲート絶縁膜長期信頼性寿命の試験方法
- 23 Aランク活火山の火山地質図
安全で安心な社会構築のための地質情報整備
- 24 光学トンネル
光を用いた大気中での距離計測

シリーズ

- 25 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第7回)
九州・沖縄地域におけるM2プラットフォーム導入促進の連携活動
- 26 産総研イノベーションスクール(第2回)
ポストドクと本格研究




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

座談会：

企業の新たなものづくりを後押し



野間口 有

理事長

岩田 普
安田 哲二
福田 憲司

イノベーション推進室 審議役
ナノ電子デバイス研究センター
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ
ナノチューブ応用研究センター

斎藤 毅

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

2010年3月15日開催

瀬戸 2009年6月に産総研、物質・材料研究機構、筑波大学および産業界が世界的なナノテクノロジーの研究拠点の構築を目指し、つくばイノベーションアリーナ（TIA）を立ち上げることで合意しました。今日は、このつくばイノベーションアリーナに関係する皆さんにお集まりいただきました。まず、LSI（集積回路）の中の個々のデバイスと、その材料やプロセスの研究を進めている安田さんから順番に、展望も含めて研究内容をご紹介いただきたいと思います。

微細化の先にあるLSIの未来をひらく

安田 LSI技術は、安全・安心で豊かな暮らしを実現するための重要なITの基盤技術となっています。これまでのLSI研究は、高性能化・高信頼性化が主力でしたが、近年は「低消費電力化」がとても大きな問題になっています。

その背景として、あるメーカーのCPUの発熱を使って目玉焼きができたという話をお聞きになった方もいると思いますが、デバイス自体が過熱するという問題がまずあります。次に、IT機器のエネルギー消費が急増し、その一方、ITを使った省エネに期待

が集まっていて、低消費電力化しなければいけないという要請もあります。グリーンITという言葉がその象徴です。

これまでは高性能化と低消費電力化を同時に進めるために、とにかくLSIを微細化しようという方向性でした。しかし、最先端LSIのCMOSデバイスでは、横方向のゲート長は30～40nm、厚み方向の等価酸化膜厚（物理的な膜厚ではなく電気的な換算値）は1nmに近付いており、いまや原子10個分～数百個分という世界で電子デバイスがつくられています。つまり、これ以上の微細化は難しく、次はどのようにすればよいかという状況にあるのです。

半導体の分野では「国際技術ロードマップITRS」というものがあって、何年ごろにどんな技術が必要になるかという見通しを、世界で共有して研究開発を進めています。これは他分野では見られないことだと思いますが、その中に書かれた微細化限界以降のさまざまな選択肢について、本格的に検討する段階にきています。

一方、国内の研究開発体制を見ると、日本の半導体企業は、1990年前後まではとても強かったのですが、それ以降、厳しい国際競争の中でシェアを落としてきました。そのこともあって、企業の研究開発は比較的短期的なもの

に絞らざるを得なくなっています。つまり、数多くの選択肢を新たに検討しなければいけない時代なのに、日本企業は中長期的な研究開発に人や資金を投入することが難しい、という状況にあります。そうした中で、産総研がオープンイノベーションをリードすることに対して、産業界や社会からとても期待されているわけです。

私たちが進めているのは、高移動度、特にⅢ－Ⅴ族半導体のチャネルをシリコンの上に載せたデバイスの研究です。Ⅲ－Ⅴ族半導体とゲルマニウムは、それぞれ、電子とホールの移動度が大きく、トランジスタの電気抵抗を小さくできることは昔から知られていました。Ⅲ－Ⅴ族半導体を使ったNMOSデバイスと、ゲルマニウムを使ったPMOSをシリコンウエハの上に載せてCMOS構造をつくらうという狙いです。しかし、Ⅲ－Ⅴ族半導体とゲルマニウムをCMOSの形で使いこなすのは簡単ではありません。特にⅢ－Ⅴ族のMOSは界面制御が難しく、デバイスとしてなかなか動かないとされてきました。しかし、この問題は近年の技術の進歩によりかなり改善され、十分ではないのですが、デバイスとしては動く状況になりました。私たちは実際にシリコンの上にMOSデバイスをつくり、移動度がシリコンの2倍以上あ

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核に捉えています。

	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

ることを実証しています。

その基本となったサイエンスやテクノロジーは何だったかという、私の周辺の何人かの研究者は、しつこくMOS界面を研究してきました。2001年までやっていたアトムテクノロジー・プロジェクトの中では、シリコン(ケイ素)/二酸化シリコン(Si/SiO₂)という今使われているMOS界面を、1原子層ごとに熱酸化していく研究をしました。その後、ゲート絶縁膜のところにSiO₂ではなくて誘電率の高い「High-k」と呼ばれる金属酸化物を使うという話が出てきて、そのためのプロセスや材料の開発をした時期もあります。そういった中でいろいろな問題や現象に出合い、問題を掘り下げることができました。この経験がありましたので、Ⅲ-V族半導体でMOSをつくる研究を始めた時も、シリコンで培った技術を適用して、Ⅲ-V族のMOS界面を制御して低欠陥化することに短期間で成功することができました。

Ⅲ-V族のMOSトランジスタは実はアメリカのほうが行先していて、2005年頃にはかなりのデータが出始めていました。東京大学の高木信一教授と私が、日本の出遅れに危機感をもって動き始め、NEDOのプロジェクトに採用されて、産学官の連携体制がとれたのが2007年です。今年は2010年ですから、比較的短期間で世界のトップレベルまで上がったと思い

ます。例えば電子移動度のベンチマーキングをしてみると、世界の結果と肩を並べるか、やや上、というところまで来ました。2年後くらいに技術として筋が良さそうだということであれば、ぜひ実用化のプロジェクトに進みたいと思います。

シリコン基板上の化合物半導体

岩田 シリコンと化合物半導体を一体のプロセスに統合するのは難しい技術です。日本のⅢ-V族の技術は進んでいたのですが、市場とのバランスで研究開発がいったん微細化のほうに移ったという経緯があります。それを再び融合する時代が来たのですね。産総研には両方の技術が残っていたということで、このよいポジションを活かしていきたいと思います。

理事長 一昔前までは、シリコンとガリウムヒ素を同じラインで使うなんて、もってのほかだというイメージでした。いつごろから、両者を平気で混ぜて使うようになったのですか。

安田 二つの分岐点があると思います。一つは金属酸化物であるHigh-kゲート絶縁膜が入ってきたときです。2000年ごろにHigh-kの研究を始めたころは、「本当にそんなものをLSIプロセスに入れるのか」という感じだったのですが、材料と条件を選べば1000℃くらいのプロセスを通して

微細化の先にあるLSIの
未来を開拓したい。
シリコン基板上に化合物
半導体を搭載した
省エネ・高速CMOSの基
本技術を確認した。

安田 哲二
やすだ てつじ



意外に大丈夫ということで、LSIのフロントエンドにこの新しい材料が入りました。このことで、それまでかたくなだったシリコンテクノロジーが少し変わりました。

もう一つは、高移動度半導体を扱うプロセスが基本的に低い温度であることです。高くてもせいぜい600℃くらいです。この程度の温度であれば、不純物が動き回って悪さをするという問題はなんとか対処できるので、Ⅲ-V族でも大丈夫ということなのです。

理事長 なるほど。それまでは大学にしろ企業にしろ、最先端の研究所は不純物汚染フリーを目指してやっていたね。

安田 はい、今でもそうです。私たちのデバイスは、まだ清浄度の一番高いクリーンルームの外で作っています。もちろん、そこでデバイスを作る時代も来るでしょうが、現状ではまだです。クリーンルームのレベルを一つずつ上げながら、どのくらい影響があるのか、評価しながらやっていくこととなります。産総研にはいろいろなレベルのクリーンルームがあって、そこを使い分けることができるのは、とても恵まれた環境だと思います。

岩田 シリコンでは汚染の問題にすごく苦労してきたので、ちょっと違う材料は絶対に入れない、という心理的な壁ができていました。しかし、技術の発展があり、きちんと汚染を制御できることがわかり、それを担保する測定技術や、いろいろな材料と一緒に取り扱える技術など、周辺技術も確立してきたので、シリコンの人たちも少し安心してきたところだと思います。

今後は、カーボンナノチューブとかグラフェンとか、どんどん新しい材料をプロセスに入れていかなければいけない。シリコンの人からすると、ゲテ

モノばかりがどんどん押し寄せるというイメージかと思いますが、逆に、それらをどんどん取り入れる環境があるのは、有利な点だと思います。

理事長 こういう新しい動きにとってもTIAはまさに融合拠点なわけですね。ところで、日本の半導体がトップランナーから滑り落ちて残念だという議論があるけれど、トップランナーの時期は10年もないくらいですね。90年代前半の日米半導体摩擦の後、日本が下がったのは、米国が頑張って盛り返したからです。日本もまた頑張れば良いと思います。

岩田 そうです。アメリカは、下がったところでSEMATECHなどの組織や制度をつくりました。そして復活させたのですから、日本もいま下がったところで必死に考えて、復活策を練るというフェーズにあるのだと思います。

企業の立場は短期的で、今後5年間使われないということになれば、その技術はやめてしまいます。しかしそれは苦渋の選択でやめているのであって、それを公的研究機関として担保するというのは、産総研のミッションの一つだと思います。

瀬戸 これから死の谷に突入するということですが、突破する戦略やシナリオはどのように考えていますか。

安田 シナリオというよりも、経験に基づいた信念に近いものがあります。私がアメリカでポスドクをしていた時、SiO₂ゲート絶縁膜を、従来の熱酸化ではなく、CVD（化学気相成長）でつくる研究をしていました。学会で会う日本人研究者からは「安田さん、熱酸化膜以外のものを使うことなんてあり得ないから、そんな研究はしないほうがいいよ」と言われたものです。90年代前半の話です。

今になってみれば、High-k絶縁膜が入ったLSIが実際に売られている訳で、これは熱酸化ではなくCVDでつくられ、材料はもはやSiO₂でさえないのです。High-kについては、研究が始まった当時は皆が疑心暗鬼の技術だったのだけど、High-kのもつ低リークという長所がどうしても必要になって、とうとう実用化された。今の私たちのテーマも、「難しいな」というのが正直なところだと思うのですが、技術の長所が明らかになり、それがどうしても必要とされる技術世代が訪れば、10年後、15年後にはモノになるかもしれない。だから、長所が明確にある限り、粘り強く追いかける必要があると思っています。

理事長 アプリケーション寄りの、通信用とかテレビ用とか携帯用とか電力制御用とか、そうしたデバイスの可能性はいかがですか。TIAには、最終的には産業界が集まってきてほしい。

安田 今はCMOS狙いでやっていますが、実は、派生技術としてディスクリット半導体のデバイス応用があり、これなどは比較的短い期間で実用化できるのではないかと考えています。

モノをつくって市場に出すのはあくまで企業の方々なので、「こういう技術や情報が欲しい」という要望をもっと産総研側に流していただけると、こちらでも対応しやすくなります。TIAに集まるプレーヤーの間で、どこまでをお互いにオープンにし、どこからをクローズするかも、これから試行錯誤で学んでいくことになると思います。

次のパワーデバイスはSiC

瀬戸 続いて炭化ケイ素（SiC）半導体をパワーデバイスとして実用化する研究開発をしている福田さんお願いします。

福田 なぜSiCが次のパワーデバイスかというと、省エネ、低炭素社会実現のための一つの手段として、重要な役割を担っているからです。

ヒーターであろうがモーターやエアコンであろうが、どんな電気製品でも必ず電力が必要です。電力は交流で供給されますが、インバーターなどでいったん直流に変換し、その上で昇圧・降圧させます。つまり、何らかの形で質的に変換させる必要があるわけです。このような電力変換用のデバイスとして、現在はSiで作製されるパワーデバイスがあります。しかし、その中を電流が通るとき、ジュール熱というエネルギーロスが必ず発生します。それが少ないほど省エネになるわけです。最近では回路自体の工夫でかなり高性能となり、エコポイントもつく省エネタイプの家電がたくさん出ています。

しかし、Siでは能力的にもう限界であると言われ、SiCが注目されるようになってきました。SiとSiCの一番大きな違いはバンドギャップです。Siは約1 eVですが、SiCは約3 eVあります。これが何の差としてあらわれるかというと、絶縁破壊電界強度、つまり電圧を高くしていったとき、半導体そのものがどこまで壊れないかという限界の電圧が、SiCではSiに比べて約1桁向上するのです。これが一番大きなメリットです。

デバイスの大きさも違ってきます。SiとSiCで同じ耐電圧のMOSFETをつくった場合、厚さが約1/10になります。それから、不純物濃度というのが重要になりますが、これも、同じ耐電圧であれば、1～2桁も高くすることができます。結局、理論計算では、SiCのMOSFETのオン抵抗はSiの約1/100くらいに下がります。

例えばエアコンで、インバーターを構成するパワーデバイスをすべてSiで作製した場合とSiCで作製した場合

に発生するロス（ジュール熱）を計算してみると、SiCの場合にはエネルギーロスが約1/4になります。これが最大のメリットになると思います。

実際には製造プロセスなどの問題などがあり、そんなに簡単にはいかないのですが、省エネデバイスを目指して、国内メーカーといっしょにここ10年ほど研究しています。その中で、いろいろなプロセス上の研究開発を進め、オリジナリティの高い技術を開発してきました。

例えば、SiC結晶のカーボン面という面方位を利用して、これまでより約2倍の移動度をもったSiCを構成する技術を確立しました。また、構造面での研究開発も進め、IEMOSというオリジナリティの高い新しいMOSFETを開発しました。インプラネーションのIとエピタキシャルのEを入れた呼び名です。実際には、MOSFETのPウェルという部分の下だけにイオン注入する技術を開発し、その上に、p-エピタキシャル層を形成する技術も開発して、デバイスをつくることができました。

カーボン面上のIEMOSの静特性を調べてみると、オン抵抗は $1.8 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ というとても小さな値を達成することができました。このデバイスの耐電圧は660 Vで、サーバー用電源とか家電用電源あたりがターゲットになります。

さらに重要な特徴として、閾値電圧があります。これは、ゲート電極

に電圧をかけたときに、何Vでオンになるかという数値です。なぜSiCのMOSFETが多くの人に期待されるかというと、それが「ノーマリーオフタイプ」のデバイスだからです。つまり、電圧がゼロの時には電流が流れず、電圧がある程度かかった時に電流が流れるというこの性質が、実際の応用製品としての必要条件になっています。この閾値電圧は、2～3 Vくらい必要だと言われていますが、私たちはそれを達成しました。

この成果は、デバイス分野で権威のある会議IEDMのセッションで、発表しました。SiCのMOSFETで、耐電圧600 Vの値は私たちがチャンピオンデータをもっています。

実際にDC/DCコンバーターを作製して変換効率を評価してみたところ、98.6 %であり、たいへん高いことを示すことができました。私たちの一番の「売り」は、すべてを私たちの研究ユニットでつくり上げたという点です。私自身はデバイスの研究をしていますが、研究ユニットとしては、SiCのバルク基板そのものの研究があり、エピタキシャル成長の研究、そして応用の研究もしています。私たちの研究ユニットだけで、変換効率98.6 %のDC/DCコンバーターをつくり上げたのです。

このように世界トップの値が出たので、これを世の中に出してみたいと考えました。最近のパワーデバイスの

次のパワーデバイスは
炭化ケイ素になる。
オリジナルのIEMOS構造を開発、
変換効率98.6%の
DC/DCコンバーターを
実現した。

福田 憲司
ふくだ けんじ



市場では、アメリカやドイツの企業が、SiCのSBD（ショットキーバリアダイオード）をハイエンドのサーバー用としてすでに市販しています。年間30億円程度の市場ですが、年々増加しています。それに対して、SiCのMOSFETというのは、まだ日米で1社ずつ試供品を出している段階です。

そこで、産総研の産業変革イニシアティブとして、富士電機ホールディング株式会社さんとSiCデバイスの量産技術について共同研究を行うことになりました。量産プロセスのラインをつくり、チップとして特に日本企業向けに出して、なるべく早くSiCのチップを全国的に普及させていくつもりです。

これと並行して国のプロジェクトがいくつか走っています。一つは次世代パワーエレクトロニクス。これはグリーンITと言われているもので電源系です。また、最先端研究支援プログラムに採択されまして、配電系でとても高い耐圧（13 kV）のデバイスをつくります。

日本のSiCデバイスを担い、支える

岩田 SiCデバイスの開発はすごく環境が整っています。外部のニーズや経済的なニーズも高まり、技術も立ち上がってきて、まさにやるべきものをやるという感じですね。ほかのデバイスとの違いは、アプリケーションからデバイスの製作まで、日本の中ですべてやるのに適したサイズになっている点です。ほかのデバイスだと、日本の中でやるにはあまりに大きくて、1社ではできないという、そういうミスマッチに苦慮しているわけですね。SiCデバイスは、うまくやりさえすれば必ず成功すると思っています。

理事長 新日鉄の研究所を訪問した時、SiCのウエハの作製工程も見せてもらいました。私が産業界にいた時は、

SiCはウエハが大変だと言われていましたが、かなり進んでいるという印象を受けました。デバイス屋さんから見ても、どう評価されますか。

福田 ウエハの品質に関しては、最近はかなりよくなってきたと思います。2009年3月に終わったプロジェクトの中では、どんな結晶欠陥がデバイスに影響するのかを明らかにしてきました。結晶欠陥とデバイスの関係を細かく調べて、「こういう欠陥は致命的だから絶対になくしてください」といった形でフィードバックしてきました。

ただし、プロジェクトでいろいろ進めてみると、基板に転移のような結晶欠陥があっても、その上にエピタキシャル成長膜を付けてデバイスをつくると、バルクにあった転移欠陥があまり影響しないことがわかってきました。市販されているものでも、特にショットキーバリアダイオードだとほとんど問題はありません。

酸化膜の信頼性に関しても、そう問題にはならないことがわかり、むしろ、エピタキシャル膜のほうが重要であることがわかりました。自動車メーカーのように厳しい品質を要求するところは別ですが、バルクに関しては、今の品質でも何とかなると思います。むしろ、価格のほうが重要ではないかと私は思っています。

理事長 SiCでは素材コストは大したことはないのでしょうか？ すると、生産性が高コスト化の要因ですか？

福田 そうです。SiCはせいぜい長くても2 cmくらいまでしか結晶成長させることができません。また、シリコンに比べるとはるかに硬いので加工に手間がかかります。

小野 先ほどの産総研のハブとしての役割ですが、部外者からすると、デバ

イスメーカーとウエハメーカーは自然に結びつきそうに見えるのですが。

福田 産総研のよいところは、皆がニュートラルだと思ってくれていて、正直につきあっていただけたところです。「一番よいウエハを」と頼むと必ず出してくれるので、こっちは、きちんと評価して、結果はお返しする。とても喜んでいただいています。

小野 ブランドとか信頼感ですね。

福田 これまでのプロジェクトにメーカーも参加していただいていたいて、共通のインフラを使っているいろいろな評価してきた点も見逃せないと思います。

小野 産総研と企業との文化の違いというのは、どういうところですか。

福田 企業から「この条件だけは出してくれるな」と言われれば、基本的には論文には書かないようにしています。それでも、産総研が責任を負う学術論文という形で、きちんと発表できるレベルになりますので、関係が悪くなるようなことは、少なくとも今まで一度も経験したことはありません。むしろ、企業と企業の間に入って情報のやりとりを調整するのが難しいケースがあります。いずれにせよ、各企業がとてもよいプロセス条件を手にして、それをもち帰って事業に使っていただくのが私たちの目的です。

岩田 一番大きいのは、時間感覚の違いですね。企業は「こんなものは1カ月でやってくれ」というのが、産総研は「半年はかかります」というわけです。あと、企業は、産総研が何でもやってくれるものだと思い込んでいるところですね。

理事長 それはありますね。日本社会

というのは、甘えの構造ですからね。産総研に頼んだら、何でもワンストップで考えてくれると思っている。やはり、できないことはできない、相手がやるべきことはそちらでやってくれ、ということですね。

SiCは大型プロジェクトなきあとの日本の新しいR&D投資の象徴ですね。産総研はずっと力を入れていたと思いますが、大正解ですよ。

カーボンナノチューブの新製造法を開発

瀬戸 続いて斎藤さんから、カーボンナノチューブの量産化の話をお願いします。

斎藤 前のお二人はデバイスという出口寄りでしたが、私は材料屋で、原料をつくるほうの研究を進めています。新材料はゲテモノだというお話がありましたが、まさにその最たるカーボンナノチューブをつくっております。

岩田 シリコンから見るとゲテモノですが、社会から見れば逆ですね。

斎藤 ゲテモノはゲテモノでも、ちゃんとモノをつくると、こんなにきれいになります。高品質だと、こういう光沢もある繊維シートができるのです。ナノチューブというと粉のイメージが強いと思いますが、まず、ナノチューブは繊維であって粉ではないことをご理解いただきたいと思います、実物をおも

ちしました。

カーボンナノチューブの代表的な特性として、^{はがね}鋼の20倍の強度、銅の10倍の熱伝導性といったものがあり、ナノテクノロジーを代表する素材として、とても期待されています。それが産業化に至っていない理由の一つは、実用的な特性を満たす量産技術が未成熟だからです。そうした中で、私たちは、カーボンナノチューブの直径を制御できる改良直噴熱分解合成法(eDIPS法)という画期的な製造法を開発しました。

カーボンナノチューブは気相成長法(CVD法)でつくられますが、これまで大きく分けて2種類の方法が開発されています。一つは担持触媒法。基板の上に触媒を担持させて、その上からCVDでナノチューブを生やす方法です。もう一つは気相流動法。これは気相に触媒をスプレーして、そのスプレーした触媒からナノチューブを生やし、ナノチューブのエアロゾルみたいな状態をつくってやって、それを連続的に回収する方法です。この二つの方法には、それぞれにメリットとデメリットがあります。

担持触媒法では、とてもカーボン純度の高いナノチューブができますが、基板を使うので基本的にバッチプロセスであり、連続プロセスになりにくく、スケールアップも困難です。一方の気相流動法は、連続プロセスのため量産性は高いのですが、触媒をスプレーし

て触媒ごと回収するので「純度が低い」という問題がありました。

私たちのグループでは、量産性の高い気相流動法を活かし、純度が低いところを何とか改善しようと研究を進めてきました。それが2002～2006年のNEDOプロジェクトで、私自身は途中から参加させていただきました。その時の目標はスループットの向上でしたが、活性が高い触媒組成・助触媒などを検討し、最終的には何とか目標ラインにもっていくことができました。しかし、スループットは向上したけれど、依然として生成物の純度が低いのが問題でした。

カーボンナノチューブというのは、きちんと決まった構造があるわけではありません。いろいろな直径のものがありますし、巻き方によって特性も変わってきます。これらの構造を制御しないと、1本1本の特性がまったく違うのです。NEDOプロジェクトの目標を達成し、研究計画の先へ進んで、いろいろな検討ができるようになったので、発想の転換をしました。それまでは触媒の観点からナノチューブの合成を研究してきたのですが、今度は、炭素の原料からのアプローチをしてみるとなるのか、検討してみたのです。

具体的には、原料の炭化水素の側から反応場を制御していくことを考えました。反応場を制御できれば、ナノチューブの直径や構造を制御できるのではないか、あるいはもっとスルー



カーボンナノチューブで作られた折り鶴

カーボンナノチューブは「つくば生まれ」の夢多き未来材料。チューブの直径をきちんとそろえて大量に生産できる新技術を開発した。

斎藤 毅
さいとう たけし



プットが上がるのではないかと、という希望をもって進めてきました。そして発見・開発したのが、eDIPS法なのです。

この方法によって収率や生成物純度を著しく向上させることができ、しかも直径も制御できるようになりました。まさに画期的な方法です。そこで国内企業3社に技術移転し、それに関連して資金提供型の共同研究を3社と始め、外部資金についても、JSTやNEDOの若手研究者向けのグラントを獲得することができました。

研究試料の提供という形で、1件50～100 mg程度ですが、30～40社の日本企業に送ることができました。海外の研究拠点にも送りましたし、日本国内のアカデミアにも大々的に提供して、共同研究の蓄積を重ねてきました。

私たちの研究センターにはもう一つ、「スーパーグロス法」という有名なカーボンナノチューブの合成方法がすでにありましたが、それに加えて「細いカーボンナノチューブをつくる技術」も確立することができたのです。

eDIPS法では、0.1 nmくらいの精度で平均直径を変えることができます。0.8～2 nmくらいまでの範囲で変えられますが、全然違うカーボンナノチューブになってきて、それぞれの特性や応用用途が変わってきます。

半導体用途に使うためには直径1.5～1.7 nm以下に抑える必要がありますが、私たちのナノチューブにはそうした用途があるかもしれない。もっと

細く1 nm以下のナノチューブになると、さらにバンドギャップが広がって近赤外線の領域で発光するようになるため、センサーとかバイオマーカーとしての用途もあるかもしれません。

ナノテク分野でまだ材料をつくっている段階ですから、将来、社会にどんな効果をもたらすかは未知数ですが、大いに期待してよいと思います。

今考えているのは、フレキシブルな透明電極への応用です。フレキシブルでなければITO（スズ添加酸化インジウム）を使えばよいのですが、フレキシブルな用途であれば、カーボンナノチューブのようなソフトな材料で電極をつくらなければなりません。

また、印刷エレクトロニクスが今後進んできて、低コスト・省エネルギーでデバイスをつくらなければならないような要請があった場合には、半導体用途でカーボンナノチューブが使われるようになると思っています。

この研究テーマにおける産総研の位置ですが、ナノチューブ全体の研究では、中国や韓国やアメリカで、ベンチャー企業も登場しています。しかし、品質が高いナノチューブ、特に欠陥が少なく直径が制御されていて、本当に理論的に予測されている特性が出るようなナノチューブというのは、現在でも安価で大量に入手するのは不可能に近い状況です。こうした中で、2 nm以下の直径制御ができる単層カーボンナノチューブとしては、現時点では

最高のCVD技術だと自負しています。技術的な優位性は圧倒的に高いと思っています。

研究テーマのロードマップについては、今あるカーボンナノチューブにどんな可能性があるかを見極めて、技術課題から用途開発に向かって、研究を進めていこうと考えています。それでも、基礎のナノチューブ合成でやることはまだまだたくさんあります。例えば、直径分布をさらに狭めて、より品質の高いものをつくることです。これは、アプリケーション開発の上でも大事な点だと考えています。

「つくば発」を世界に

岩田 カーボンナノチューブには個人的にも、いろいろな思いがあります。これを産業化できれば、これこそまさに、純粋に「つくば」で生みだして育てた技術、材料になると思います。

私はNECから産総研に came ましたが、NECのつくば研究所をつくる時に、とにかく最先端のものをやりましょうということで、その一つが飯島澄男先生を招聘することでした。ナノチューブが発見され、それ自体はよかったのですが、NEC自体が育てることは難しかった。それをきちんと産総研が大きく育てようとしているわけで、「つくば」としての機能が生きている証明だと思うのです。だから、ぜひ産業化していただきたいという個人的な思いがあります。

魅力があり過ぎる材料だと思っていて、皆が焦ってしまうと、ナノチューブが育つ前に殺してしまう面もあります。それを一番心配しています。じっくり育てて、きちんと産業化していくという、そういう長い目が欲しいと思っています。

アプリケーションに関しては、NECの中でも散々議論してきたのですが、やはり周辺の技術全部が揃わない



つくばイノベーション
アリーナ（TIA）は、
公的研究機関と民間企業の
新たな研究開発融合拠点。
産業界もどんどん
集まってきてほしい。

野間口 有
のまぐち たもつ

いと、産業には発展しない。それをわかった上で、地道に継続的に進めていく必要があるでしょう。ただ、アプリケーションは常に考えておかないと正しい方向に向かわないので、そういう情報はアプリケーションの分野の人としっかり結んで進めていただきたいと思います。

理事長 カーボンナノチューブというのは100 %カーボンでできているのですか。

斎藤 もちろん100 %カーボンでできているのですが、一番端には鉄などの触媒が付いています。

理事長 その触媒は切り離せますか。

斎藤 それを切り離せるナノチューブというのは、実は、品質の悪いナノチューブなのです。グラフェンのシートに触媒が付いていて、その触媒部分から炭素が供給され、ナノチューブが結晶成長するような形になっているのです。私たちのものは、ここが世界で一番強固な炭素構造でできているので、切り離すのがとても難しいのです。

理事長 電子デバイスとかを考える場合、その鉄は要らないというケースもあるでしょう。

斎藤 炭素は燃えやすいので、ある程度温度を上げて炭素を燃やして、酸処理などをして中の鉄を取り除くことはできます。インク化するプロセスにそのへんは入ってくるので、今のところは、わざわざ取り除く必要はないと思っています。

瀬戸 産総研所内にも多くのサンプル提供をされていますね。

斎藤 はい。ナノテクノロジー研究部門の方々には多く出していて、その中でナノチューブの安全性を評価するか、半導体の特性を利用したデバイス開発や基礎研究が進められています。私自身は、ナノチューブのISO標準化を目指して、光吸収分光法によるナノチューブ評価の標準化の面で協力させていただいています。

瀬戸 カーボンナノチューブのコミュニティは、産総研の中でもかなり大きいですね。

斎藤 もしかすると産総研が今日本で一番大きいカーボンナノチューブの研究機関ではないでしょうか。

岩田 間違いなくそうだと思いますよ。

小野 大量合成というのは何段階かあって、最初の大量合成の成果が研究試供品として出される。そこがすごくよいと見えています。第2種基礎研究がものすごく加速されていると思うからです。ご自身はしていなくても、ほかの研究者に結果として研究の種を提供しているでしょう。私としては、そこがとても気に入っています。

岩田 そうですね、それは大きいですね。

理事長 今日はTIAの重要な成果でした。話を聞けば聞くほど、TIAを成功させなければいけないと感じました。

瀬戸 本日はどうもありがとうございました。



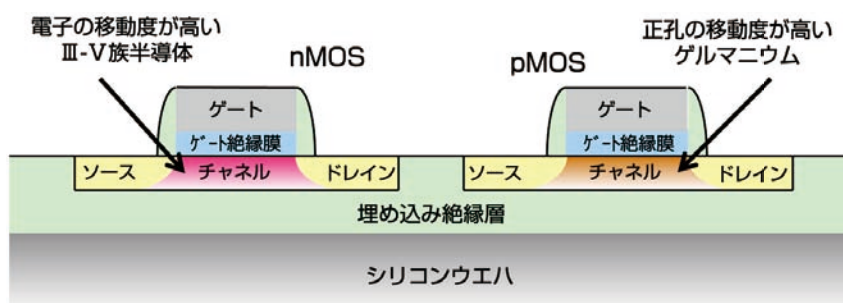
つくばイノベーションアリーナ（TIA nano）のロゴマーク
中核となる筑波大学、物質・材料研究機構、産総研の3機関の位置、連携関係を表すとともに、全体を“Under One Roof”のイメージ。

集積回路の性能限界を突破する本格研究 高性能Ⅲ-V族トランジスタをシリコンの上に形成

微細化は限界に

私たちが日常使っている携帯電話、デジタル家電、パソコンなどは、年を追うごとに高性能化してきました。これらの製品に使われている集積回路は、半導体であるシリコン（Si）を主な材料としたMOS（金属-酸化物-半導体）型の電界効果トランジスタにより構成されています。集積回路の演算やメモリー機能を高速化・大容量化しつつ、消費電力を抑制することを可能にしたのは、集積回路を微細化する技術です。最新の集積回路では、MOSトランジスタの電流を制御するゲートの長さは原子の数にして数百個分、ゲート絶縁膜の厚さは原子数十個分とナノメートル（1ナノメートルは百万分の1mm）のレベルまで小さくなっています。多数のデバイス間の寸法ばらつきも考慮すると、微細化は物理的な限界に達しつつあります。

では、集積回路の性能は、これでもう充分なのでしょうか。集積回路を用いた情報通信技術は、安全・安心で豊かな暮らしのための基盤であるだけでなく、近年では、暮らしや仕事のさまざまな場面でのエネルギー消費を効率化し、低炭素社会を実現する技術としての重要性も増しています。これから、集積回路の高性能化と低消費電力



半導体	Ⅲ - V 族半導体			
	Si	Ge	GaAs	InP
電子の移動度 [cm ² /Vs]	1600	3900	9200	5400
正孔の移動度 [cm ² /Vs]	430	1900	400	200

図1 シリコンよりも移動度が高い半導体を用いた究極の相補型 MOS トランジスタ
電子が流れる nMOS にはⅢ-V 族半導体、正孔が流れる pMOS にはゲルマニウム系の材料が適している。

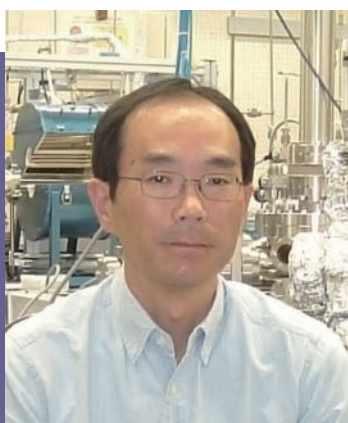
化を、微細化に頼らないで進めていくことが求められているのです。

究極のデバイスを目指して

微細化限界の先を見据えて、これまで使われてきたシリコンに代えて、ガリウムヒ素（GaAs）やインジウムリン（InP）に代表されるⅢ-V 族半導体を用いたMOS型トランジスタの研究を進めています。Ⅲ-V 族半導体は、電子の流れやすさを表す電子移動

度がシリコンに比べて数倍大きいという特徴があります。そのため、シリコンよりも動作が速く、より低い電圧で動作するトランジスタを作ることができます。実際の集積回路では、電子が流れる nMOS と正孔が流れる pMOS とをペアとして相補的に用います。そこで、nMOS にⅢ-V 族半導体を用い、pMOS には正孔移動度が大きいゲルマニウム（Ge）を用いることで、究極の集積回路を実現できます（図1）。ここで大切なのは、Ⅲ-V 族半導体やゲルマニウムといった新しい材料をシリコンウエハの上に形成し、シリコンのプラットフォーム技術をうまく活かしていくことです。

図1のようなデバイスは、実際に作るのとはとても難しいのです。まず、シリコンウエハの上に、種類の異なる半導体層を形成しなくてはなりません。この層は、結晶として高品質であるだけでなく、その厚さは最終的には100原子層程度ときわめて薄くすることが



東京大学助手、ノースカロライナ州立大研究員を経て、1994年に旧工業技術院産業技術融合領域研究所に入所し、半導体や絶縁体の薄膜形成をナノメートルスケールで計測・制御する研究を行いました。経済産業省に2年間出向し技術戦略の企画・調査を担当した後、現在は化学工学のバックグラウンドを活かしつつナノデバイスの研究に取り組んでいます。

安田 哲二（やすだ てつじ）
yasuda-t@aist.go.jp
ナノ電子デバイス研究センター
新材料インテグレーション研究チーム（つくばセンター）

必要です。さらにⅢ-V族半導体のMOSトランジスタは、ゲート絶縁膜の界面に欠陥が生じやすいため、良好なトランジスタ特性を得ることは容易ではありません。実際、1970年代から1980年代にかけて、Ⅲ-V族MOSトランジスタは世界中で盛んに研究されましたが、絶縁膜界面の問題のために、実用化に至らなかったという経緯があります。

分野と組織を横断する

私たちは、シリコンウエハ上にⅢ-V族MOSトランジスタを作製し、良好なデバイス特性を得ることに世界に先駆けて成功しました(図2)。まず高周波デバイスとして実績のあるインジウムガリウムヒ素(InGaAs)をⅢ-V族半導体として選択し、これを埋め込み絶縁層を介してシリコンウエハの上に貼り合わせた新構造ウエハ(Ⅲ-V On Insulator)を開発しました。さらに、MOSトランジスタのゲート絶縁膜について、シリコンデバイスの研究の中で開発された高誘電率絶縁膜技術を適用することにより、界面構造を制御する手法を確立しました。これらの要素技術を統合して作製したⅢ-

V族MOSトランジスタは、シリコンに対して2倍以上の高い電子移動度でデバイス動作しました。この結果は、シリコン技術に新しい材料を導入することにより、微細化限界を突破できることを実証するものです。

図2の成果は、研究プロジェクトを開始して2年ほどの間に達成したものです。比較的短い研究期間で成果を得ることができた理由は、産総研の中の複数の研究ユニットがそれぞれの得意技術を持ち寄るとともに、プロジェクトに参加している東京大学、物質・材料研究機構、住友化学株式会社、産総研の4機関が緊密に連携したことにあります。図2のトランジスタ作製を例にとると、まず住友化学がInGaAsのエピタキシャル成長を行い、これを産総研の集積マイクロシステム研究センターでシリコンに貼り合わせ、東京大学でⅢ-V On Insulator構造を完成しました。これに続いて、産総研の私たちのチームと物質・材料研究機構で開発した界面制御を応用してゲート絶縁膜を形成し、ナノプロセッシング施設のリソグラフィーと、エレクトロニクス研究部門と光技術研究部門のⅢ-V族半導体プロセスを利用してトランジスタ

を完成させました。

研究者としての基礎体力

新デバイスの開発では、幅広い要素技術の統合をニーズの変化に対応したタイムスケールで実行することが求められます。上で述べたような研究者間の協力や連携が有効ですが、その前提となるのは、個々の研究者や研究グループが磨いてきた一級品の要素技術であり科学的知識であることを忘れてはなりません。私たちのチームの場合は、シリコン表面の熱酸化過程や高誘電率絶縁材料の成膜過程を原子レベルで計測し制御するための技術と知識であり、基礎的な事柄をしつこく追い掛ける中で培われたものです。「技術を社会へ」という産総研のミッションを果たすべくアウトカムを創出しつつ、研究開発の現場に直接携わる者として、研究の「基礎体力」を充実させる地道な努力が疎かにならないよう心掛けたいと思います。

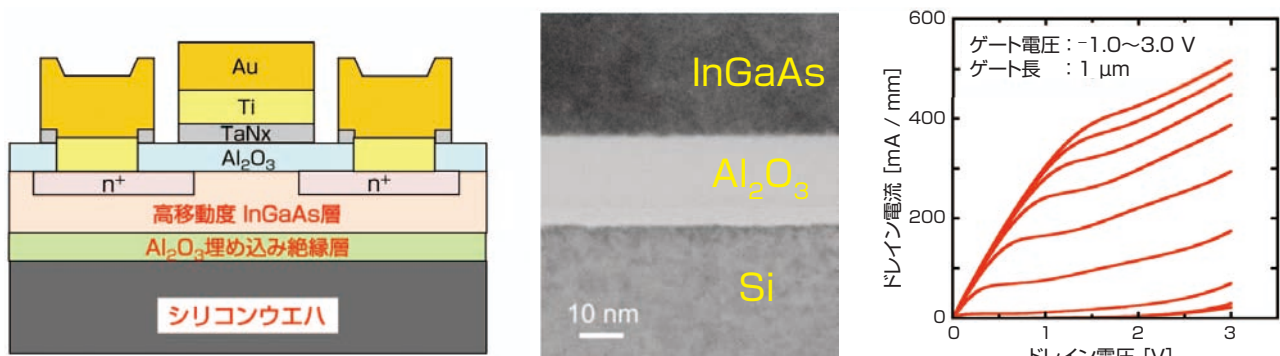


図2 シリコン上に形成したⅢ-V族半導体 InGaAs を用いた MOS トランジスタの概念図 (左)、透過電子顕微鏡によるⅢ-V On Insulator 構造の断面観察 (中央)、トランジスタ特性 (右)。* Au: 金、Ti: チタン、Ta₂N₅: 窒化タンタル、Al₂O₃: 酸化アルミニウム

パワーエレクトロニクス技術の革新に向けた本格研究 省エネ用SiCパワーデバイスの早期実用化を目指して

超低損失 SiC パワーデバイスの必要性

発電所から送られる電力は電気機器内で電力変換器により交流から直流に変換され、さらに電圧を変えて使用されます（図1）。この電力変換器は、これまでケイ素（Si）パワーデバイスで構成され、その性能向上とともに変換効率も増して省エネ化が促進されてきましたが、最近では、Si パワーデバイス技術の進歩が飽和してきています。

そこで注目されているのが、Si よりもエネルギーギャップが約3倍で絶縁破壊電界が約1桁大きい炭化ケイ素（SiC）です。図2にSiとSiCのパワーMOSFET（電界効果トランジスタの一種）の比較を示します。SiCの場合にはドリフト層のキャリア濃度を2桁濃くして厚さを1/10にでき、理論的には通電状態の抵抗（オン抵抗）が1/200になると試算されています。日本を始めとして欧米でも開発が進んでいます。未だに整流素子として用いるショットキーバリアダイオード（SBD）が市販されるに留まっています。SiCパワーデバイスの普及による省エネ化の促進にはMOSFETの早期実用化が急務です。

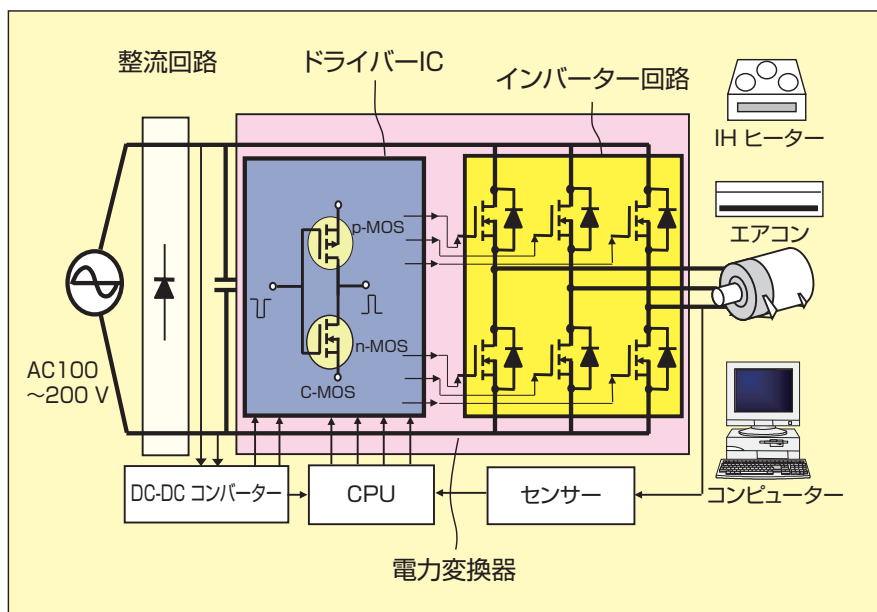


図1 電力変換器の例

C面上における超低損失 SiC-HEMOSFETの開発

SiC-MOSFETの超低オン抵抗を実現するにはチャネル移動度を向上することが必要であり、そのために二つの観点から開発を行いました。まず、これまでのSiCデバイスではMOS界面はSi面と呼ばれる面方位に形成されていましたが、私たちはC面という面方位に着目して、ゲート酸化膜の

形成法を研究し、ウエット酸化と高温水素アニールを組み合わせることにより、Si面の約2倍のチャネル移動度を得ることに成功しました。また、Pウエルを2層構造にしました。パワーMOSFETにおいてチャネルが形成されるPウエルの底部をイオン注入（Implantation）で形成して上部はエピタキシャル層（Epitaxial layer）で形成することによりSiCの表面を平滑にしてチャネル移動度を向上させ、耐圧600V級で $1.8 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ を達成しました（図3）。この値は、当時としては世界最高値でした。私たちは、このMOSFETを、Pウエルの形成法の頭文字をとってIE-MOSFETと名付けて、デバイス関係の学会として世界最高の国際会議であるIEDMで発表し、注目を集めました^[1]。

死の谷の克服

IE-MOSFETは、小面積では世界最高値を達成して応用側から供給して欲しいとの希望も多数ありました



民間企業、ポスドクを経て、2000年旧電子技術総合研究所に入所。以来一貫してSiCを用いたインバーターなどで用いられるパワーデバイスの低損失化の研究開発に従事してきました。SiCパワーデバイスの実用化も今一歩のところまできており、早期に省エネルギーに貢献したいと考えております。

福田 憲司（ふくだ けんじ）

k-fukuda@aist.go.jp

先進パワーエレクトロニクス研究センター

主幹研究員（つくばセンター）

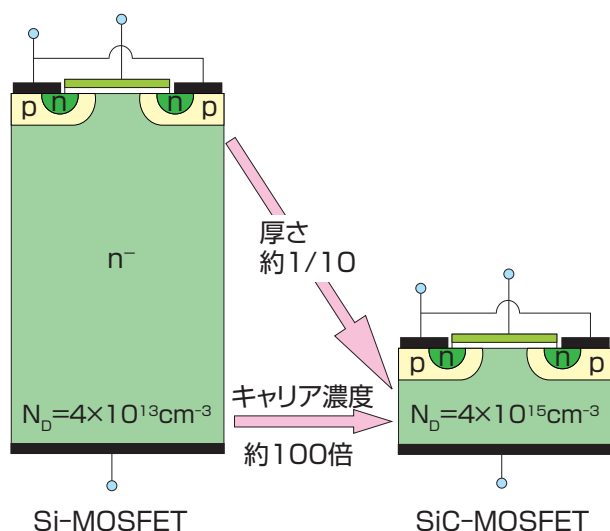


図2 同じ耐圧でのSiとSiC-MOSFETの比較

が、パワーデバイスとして使用するには数十Aの電流が必要であり、20 mm²程度のチップを量産することが必要です。それに対して、産総研の研究用のラインでは、3 mm²程度のチップを作製するのがやっとであり、SiCパワーデバイスの実用化にあたって、まさに死の谷に突入してしまいました。

そこで、産総研産業変革イニシアティブ「SiCデバイス量産試作研究およびシステム応用実証」で、富士電機ホールディング株式会社と大容量SiC

デバイスの量産技術についての共同研究を行うことになりました。共同研究は、2011年度まで実施され、数十A級のSBDとMOSFETの量産技術を、応用側のSiCパワーデバイスの電気特性の評価結果をフィードバックして確立すると同時に、応用側へ多数の大容量SiCパワーデバイスを供給して早期の省エネ効果実証を目標としています。産総研つくば西事業所に量産試作ラインが完成し、製造装置の立ち上げ中です。今年度中に大容量SBDが、来年度にはMOSFET

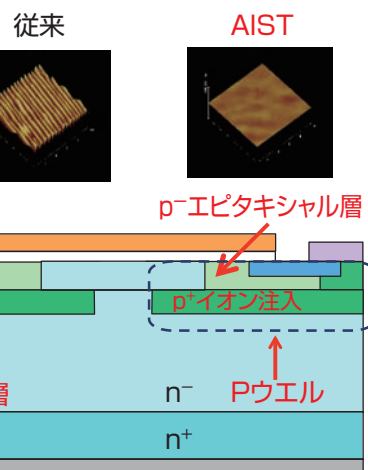


図3 産総研オリジナルのIE-MOSFETの模式断面図とPウェル表面のAFM測定画像（上段）

が供給できる体制が整う予定です。

SiCパワーデバイスの普及による省エネ化を通して地球温暖化抑制に貢献

エアコンのコンバーターをSiパワーデバイスで構成した場合とSiCパワーデバイスで構成した場合の損失の計算結果を比較すると、SiCパワーデバイスでコンバーターを構成することにより損失は約1/4に減少します。SiCパワーデバイスが普及すれば、電気機器の省エネ化が促進され地球温暖化の抑制に大きく貢献すると期待しています。

共同研究者

原田 信介（産総研）

参考文献

[1] S. Harada et al.: Technical Digest of International Electron Devices Meeting, 903-906 (2006).

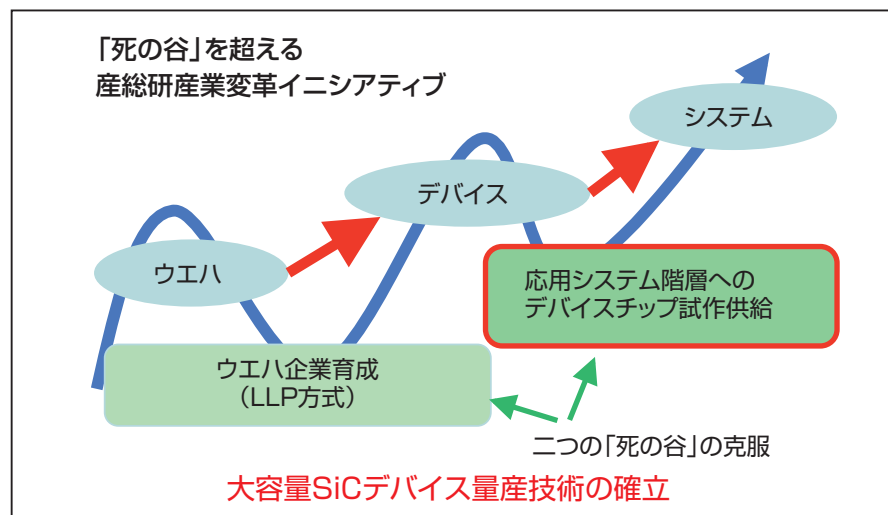


図4 死の谷の克服

カーボンナノチューブ量産技術における本格研究 ナノテクを切り拓くカーボンナノチューブの製造技術

カーボンナノチューブにおける基本となったサイエンスと製造技術

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) はグラファイト 1 枚 (グラフェン) を丸めて筒状にしたような構造であり、その丸め方に応じて電子構造が金属型にも半導体型にもなるというきわめて興味深い炭素材料です。また、アルミニウムの約半分の密度であるにもかかわらず鋼の 20 倍も強く、銅の 10 倍も熱を伝えやすいなどの優れた特性のためナノテクノロジーを代表する素材として幅広い分野での応用が提案され、活発に研究が行われてきました。SWCNT の主な製造方法である化学気相成長 (CVD) 法は、ほかの製造方法と比べて高純度・高収率かつ低コストなため、SWCNT の量産技術として適しています。CVD 法による SWCNT 製造技術には大きく分けて 2 種類あり、触媒金属微粒子を担持させた基板・担体から成長させる方法と、基板を使わずに流動する気相中に浮遊した触媒金属微粒子から成長させる方法があります。後者は気相流動法と呼ばれ、基板や担体を使わず連続的に SWCNT を製造できスケールアップも容易であるため、SWCNT の工業化の基礎となる量産技術として期待されています。

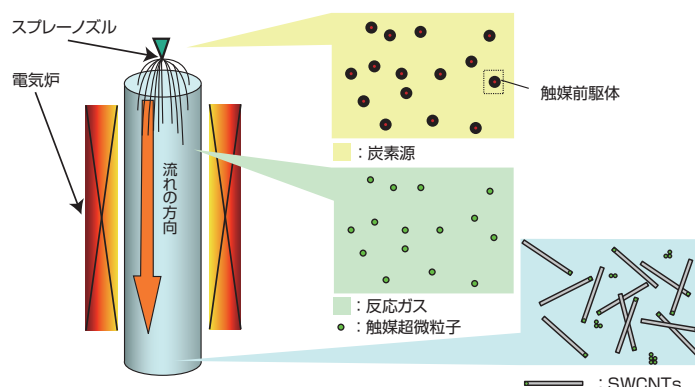


図 1 DIPS 法の概念図
スプレーノズルから導入された触媒から気相中で SWCNT が成長し、エアロゾル状態となって出てくる。

CNT 製造技術開発における死の谷

私たちはこれまで、SWCNT の量産技術として気相流動法の 1 種である直噴熱分解合成 (DIPS: Direct Injection Pyrolytic Synthesis) 法という技術の開発を行ってきました。

DIPS 法とは触媒前駆体および反応促進剤を含む炭化水素系の溶液を原料としてスプレーで霧状にして高温の加熱炉に導入することによって、流動する気相中で SWCNT を製造する方法です。液状であれば大抵の原料を反応させることができ、原料調製段階の触媒組成比のままで反応を行うことができます。これらの利点を活かして、触媒としてフェロセンや逆ミセル法で調製した金属超微粒子触媒、逆ミセルそ

のものを利用したナノカプセル型触媒などさまざまな形態の触媒を炭化水素系の溶媒に溶かして原料として適用してきました。私が産総研に入所した当時の研究グループでは、NEDO の「ナノカーボン応用製品創製プロジェクト (2002 ~ 2006 年)」を行っており、私は DIPS 法による SWCNT 量産を目指してスループット向上のための触媒の高濃度化や触媒探索の研究を担当しました。プロジェクト終了間際の時点では新規ナノカプセル型触媒の開発や高活性触媒組成の検討によってスループットは飛躍的に向上し、当初目標は何とか達成していましたが、依然として生成物の純度が低いことなど、SWCNT 量産には多くの課題が残されている状態でした。

ブレイクスルー

そんなプロジェクト終了間際で、研究の進捗に伴いプロジェクトの研究計画には挙げられていなかったものの、ある研究課題に関して興味がわき上がりました。研究を進めてきた触媒に関してではなく、炭素源として用いる炭化水素に関するもので、当時大嶋 哲主任研究員とともに行った実験がきっかけでした。それまで用いていたトル



2000 年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。2000 年 ~ 2002 年京都大学 VBL、2002 年 ~ 2003 年東レ株式会社電子情報材料研究所を経て 2003 年産総研入所。炭素材料や有機材料の物理化学が専門で、現在はカーボンナノチューブの製造技術開発と電子材料応用の研究に従事しています。

斎藤 毅 (さいとう たけし)

takeshi-saito@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター

流動気相成長 CNT チーム長 (つくばセンター)

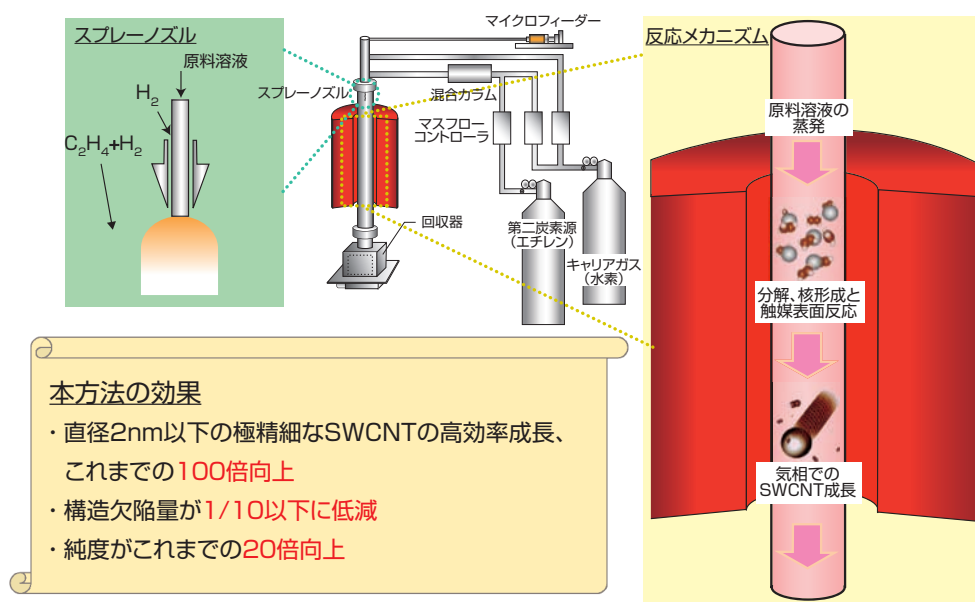


図2 eDIPS法の概略
eDIPS法は分解特性の異なる2種類以上の炭化水素原料を独立制御してSWCNTを製造する。

エンというきわめて一般的な芳香族炭化水素を炭素源とする代りにデカンやデカリンという脂肪族炭化水素を用いて同様の実験を行ったところ、これまでとは反応の様子が全く違うことがわかったのです。また、それら異なる炭素源からできたSWCNTの特性、特にSWCNTの直径がこれまでとは違って細くなることもわかりました。上記のようにSWCNTは筒状構造の丸め方によって金属型にも半導体型にもなりますが、半導体型のSWCNTにおいて直径が細くなることはその半導体バンドギャップが大きくなることを意味しており、SWCNTの直径の制御は電子材料応用分野においてとても重要なことです。これらの発見を糸口として、新たな炭素源の探索や同時に2種類以上の炭素源を使用した新たな合成技術開発へと研究を広げ、最終的に反応場を精密に制御するためには炭素源の最適化が重要であることを発見し、これまでのDIPS法を改良したeDIPS法という革新的技術を開発しました(図2)。eDIPS法によって生成するSWCNTの

品質・触媒利用効率の大幅な改善やSWCNT直径の精密制御合成に成功しました。

カーボンナノチューブが将来社会にもたらす効果

SWCNTはナノテク分野の中核的な素材として期待されながら、材料供給側の問題をはじめさまざまな問題のため企業や大学・研究機関が実用化に結びつけることが困難でした。私たちの研究は量産可能でかつ各種用途に応じ

て要求特性を満たすように直径に関して作り分ける技術を確認し、材料供給側の主要な問題を大幅に解決したといえます。今後、開発した技術で生み出される高品質なSWCNTを、革新的で究極的な研究開発に供給して、その応用・用途におけるSWCNTが未来の省エネルギー社会の実現を支える工業材料となるように実用化を加速させたいと考えています。



図3 合成されたSWCNT
eDIPS法で製造したSWCNTは構造欠陥が少なく高品質という特徴がある。

露光限界性能を引き出すLSIマスクの最適化

シンプルな最適化アルゴリズムで露光精度を20 %向上



野里 博和

のさと ひろかず

h.nosato@aist.go.jp

情報技術研究部門
スマートグリッド通信制御連携
研究体
テクニカルスタッフ
(つくばセンター)

人工知能の応用化研究に従事し、レーザーシステムの自動調整技術や、マスクパターンの配置最適化技術などの適応型システムの研究開発を行ってきました。現在では、画像認識技術を用いた自動診断技術の研究開発にも取り組み、IT技術による医療への実用的なアシスト技術の実現を目指しています。

関連情報:

● 参考文献

H. Nosato et al.: *Optical Microlithography XXIII, Proc. of SPIE*, 7640, 764018-1 - 764018-12, SPIE, (2010).

● 共同研究者

樋口 哲也、坂無 英徳、村川 正宏 (産総研)

● 共同研究機関

株式会社 東芝

● プレス発表

2010年2月15日「光リソグラフィの限界性能を引き出すマスクパターン最適化技術を開発」

半導体製造における露光技術の現状

近年のコンピューター性能の飛躍的な向上は、半導体集積回路 (LSI) の集積密度の増加を実現する半導体製造技術の研究開発により支えられています。特に、シリコンウエハ上にLSIパターンを転写する際の解像度を向上させるための露光技術では、使用するレーザー光源の波長よりもはるかに小さなLSIパターンを転写できる解像度を実現し、最先端の高性能LSI製造を可能にしています。

波長193 nmであるArF エキシマレーザー光源による露光技術は、光の位相変調を利用する位相シフトマスクや、レンズとウエハの間に屈折率の高い液体を満たして解像度を高める液浸技術など各種高解像技術により、30 nm 技術世代 (半導体の微細化を表現する数値) の半導体製造まで延命されてきました。次の技術世代では液浸ArF 露光が精度限界となり、2段階で微細な像を転写する2回露光や、より短波長のEUV 露光 (波長13.5 nm) への移行が必要との予測もあります。しかし、いずれの技術も製造コストが著しく増大することが課題となっていました。

式会社東芝との共同研究により、露光マスクの改良による延命の実現に向けた研究に取り組みました。この研究では、メインパターンの転写像を変調させて解像度・寸法精度を向上させる非解像パターンに着目し技術開発を行いました。この非解像パターンの配置は、露光精度が限界に近づくにつれて困難となり、露光精度向上の障壁となっていました。

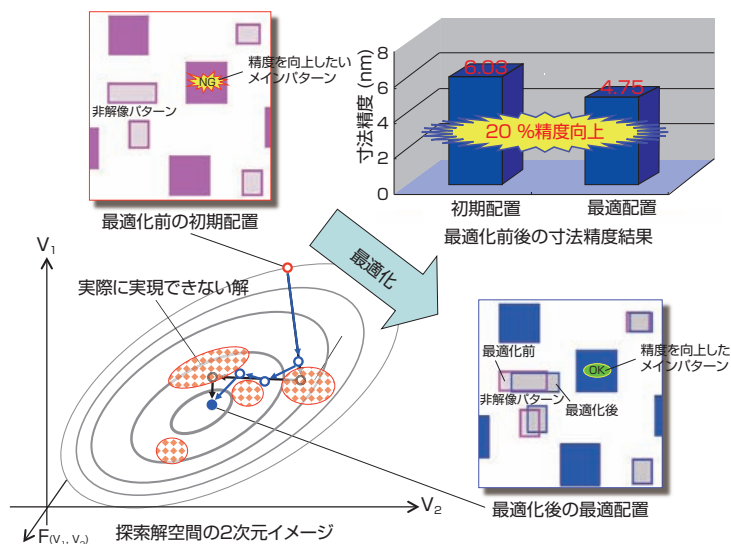
そこで、非解像パターンを効率良く最適配置するため、最適勾配法をベースとした独自アルゴリズムを開発しました。実際には実現できない解 (パターン間距離の制約に違反する解や、周りのパターン精度を悪化させる解など) を避けながら、精度を向上したいメインパターンの周囲にある非解像パターンの初期配置を、最も精度が改善される勾配方向の最適位置にずらす作業を繰り返し、効率的に最適解に到達できます (図)。これにより、寸法精度を初期配置から約20 %改善することに成功しました。この結果、液浸ArF露光を1技術世代以上延命し、製造コストの増大を抑制しつつLSIの微細化を行えます。

今後の展開

さらに研究開発を進め、2010年度中の実用化を目指します。

非解像パターンの最適配置を効率的に探索

液浸ArF露光のさらなる延命を目指し、株



最適化前後のマスクパターン配置と寸法精度結果、および最適解探索イメージ

革新的なリチウム-銅・空気電池

金属の腐食現象を用いた、大容量・低コストのリチウム-空気電池



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
化学システム工学専攻
特任教授 (兼) (本郷)

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 (産総研)

● プレス発表

2009年2月24日「新しい
構造の高性能「リチウム
-空気電池」を開発」

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とリチウム-空気電池の現状

リチウムイオン電池はモバイル電気製品の電
源として広く使われ、電気自動車の用途向け
て大容量化の研究開発が行われています。しか
し、現在のリチウムイオン電池には、電気自動
車用にはエネルギー密度が足りないという問題
があるため、理論的にはエネルギー密度が高い
リチウム-空気電池が注目されています。これ
までのリチウム-空気電池には、反応生成物が
空気極に析出する欠点があり、それを解決する
ため、2009年にハイブリッド電解液を用いて、
放電が長時間可能な燃料電池型のリチウム-空
気電池を開発しました。また、大容量かつリサ
イクルが簡単なリチウム-銅二次電池も開発し
ました。

開発したリチウム-銅・空気電池

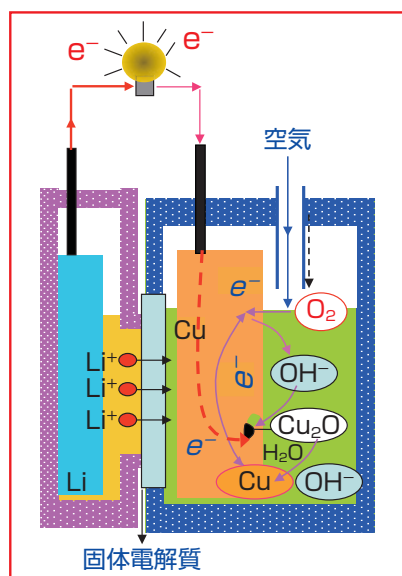
2009年開発のリチウム-空気電池とリチウム
-銅二次電池の延長として、今回はハイブリッ
ド電解液 (有機電解液/固体電解質/水性電解
液あるいは水性ゲル電解質) を用い、正極には、
金属銅フォイル (あるいは銅の粉) のみ使うリ
チウム-銅・空気電池を開発しました。銅は空
気中の酸素により腐食され、酸化銅となりま

す ($4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$)。放電によって、酸化
銅 ($2\text{Cu}_2\text{O}$) が還元され ($\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow$
 $2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$)、銅に戻りますが酸素があれば、
腐食現象によって酸化銅に戻ります。この電池
では銅が触媒と導電助剤の二つの役割を果たし
ています。既に、安定した長時間放電が確認さ
れています。

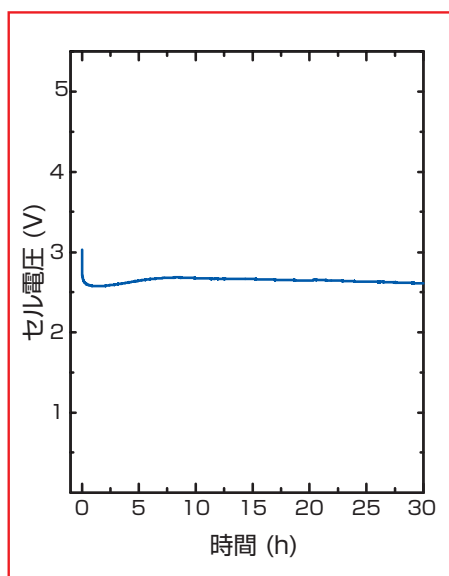
このリチウム-銅・空気電池は、正極 (= 空
気極) に単純な金属のみを使っているため、空
気極の簡素化と低コスト化が期待されていま
す。また、最適な使用形態に応じて、2009年
に開発したリチウム-銅二次電池と合わせて使
うこともできると考えています。さらに、この
正極にはほかの金属の腐食の利用も考えられま
す。

今後の展開

電気自動車用などに開発したリチウム-銅・
空気電池のエネルギー密度は高いのですが、出
力密度が制約されています。これを向上させる
ために、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・空気電池の実用化を目指し
て、今後さらに研究開発を進めていきます。



リチウム-銅・空気電池の原理



リチウム-銅・空気電池の放電曲線

応力発光体を用いた構造物の安全管理

応力発光センサーでひずみ状態などをリアルタイムに可視化



徐 超男 Xu Chao – Nan
じょ ちょうなん
cn-xu@aist.go.jp

生産計測技術研究センター
応力発光技術チーム
研究チーム長
(九州センター)

力学刺激により発光する世界初の応力発光体をコアに、光材料からデバイス化、そして各種現場計測などへの応用までの本格研究を行っています。応力発光体の特性を活かした計測技術の一つとして、各種構造物の応力分布可視化システムの実現を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

上野 直広、今井 祐介、寺崎 正、山田 浩志、安達 芳雄、西久保 桂子、福田 修、ト 楠、橋井 正義、李 承周、小野 大輔、Li Chenshu、金 宗煥ほか（産総研）、汪 文学ほか（九州大学）、竹村 真人ほか（日本大学）、辻 卓則ほか（株式会社 ロジカルプロダクト）、篠川 俊夫ほか（株式会社大成基礎設計）

● プレス発表

2009年11月9日「応力発光体を用いた構造物の安全管理モニタリングシステム」

2008年11月14日「「見えない」危険を可視化する技術の開発」

● この研究成果は、独立行政法人 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 チーム型研究（CREST）、「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出」の一環として得られました。

構造物の損傷診断の現状

日本では、橋梁、トンネル、高速道路、高層ビル、工場などの多くが戦後の高度経済成長期に整備され、これらの構造物は、今後10～20年の間に次々と耐用年限を迎えます。これらの構造物の異常や劣化を早期に発見できれば、早めの補修で構造物を長持ちさせることができ、経済的な負担や社会不安を軽減することができます。

これまでの土木分野における損傷診断はひずみゲージや光ファイバーなどを用いたもので、その測定は点や線などのエリアの制限があるため、全体を測定するには多数のセンサーが必要でした。また、実際に破壊が発生すると、センサーが断線して検知不能になり、モニタリングが困難でした。

開発した応力発光センサーとモニタリングシステム

産総研では、世界に先駆けて応力発光体とその応用に関する研究を実施してきました。応力発光体は粉末状のセラミックス微粒子で、それぞれの微粒子が力学的な刺激により発光するセンサーの役割を果たしています。微粒子を含有した塗料を対象物に塗布すると、応力が集中した個所の微粒子が発光します。測定した発光強

度から構造物に発生したひずみの状態やひび割れ開口量を可視化できます。開発したシステムは応力発光体のほか、発光強度分布をモニタリングするイメージセンサーや無線光センサー、発光強度から構造物の損傷を診断するデータベース、これらを統合するネットワークシステムから構成されています。

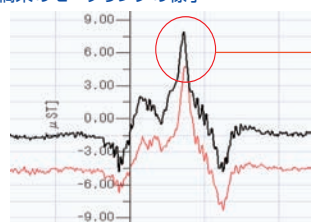
実際、交通量の多い橋梁を選定し、開発したモニタリングシステムの有用性・有効性を検証しました。その結果、大型車両が通過して橋梁に大負荷がかかる際に、異常な応力発光画像検出に成功しました。視認できるひび割れのほかに、視認が困難な微小なひび割れの箇所も応力発光により検出できました（図）。このモニタリングシステムを使えば、暗視野でひび割れの発生や進展度合を予測できます。

今後の展開

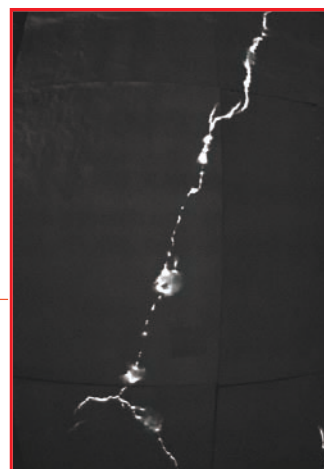
ユーザーとの連携を強化し、各要素技術の高度化・最適化の相互のフィードバックにより、データベースのデータ蓄積と画像による異常診断ソフトウェアのアップグレード、各種強度検証・破壊予知・劣化検査・寿命診断への適用を進めます。



供用中橋梁のモニタリングの様子



大型車両が通過して大きな負荷がかかる



弱い個所からの応力発光画像の例

応力発光による橋梁のモニタリング画像の例

供用中の橋梁に大型車両が通過して大きな負荷がかかる時のみ異常な応力発光画像が検出される

光ファイバーでの周波数標準の高精度供給システム

校正、計測、素粒子物理、電波天文学など幅広い分野への応用に期待



雨宮 正樹

あめみや まさき

amemiya-masaki@aist.go.jp

計測標準研究部門
時間周波数科
周波数システム研究室
主任研究員
(つくばセンター)

周波数標準の比較、供給システム関連などの業務に従事しています。周波数標準における不確かさレベルは、一般的な利用者で $10^{-8} \sim 10^{-12}$ 、また世界最先端の高安定原子発振器では 10^{-15} レベルとなっています。前者向けには、より簡易で安価な供給法が望まれ、既存の光通信網を用いた校正方法を検討してきました。またハイエンドのユーザー向けには光ファイバーを用いた超高精度な周波数比較と供給技術の開発に取り組んでいます。

関連情報：

● 共同研究者

今江 理人、藤井 靖久、鈴山 智也、土田 英実（産総研）、内藤 孝、浦川 順治、海老原 清一、照沼 信浩（高エネルギー加速器研究機構）

● 参考文献

[1] 今江 理人：産総研 TODAY, 5(8), 20-21 (2005).

[2] 今江 理人：計測と制御, 48(4), 321-325 (2009).

開発の背景と目的

時間・周波数標準は、長さ（波長標準）や電圧（ジョセフソン電圧標準）などの標準の基本になっており、多くのSI単位にリンクしています。その利用分野としては、校正分野をはじめ、計測、通信、航法、天文など多岐にわたります^[1]。また、加速器や電波天文学などの分野では同期用の安定なタイミング信号（クロック）としても利用され、近年、その精度、安定性への要求が高まりつつあります。このため、周波数標準が光ファイバーなどにより直接供給されることが望まれています。産総研では、周波数標準信号（水素メーザークラス）を劣化させることなく、より遠くに、より多くのユーザーに供給できるシステムを試作しました。

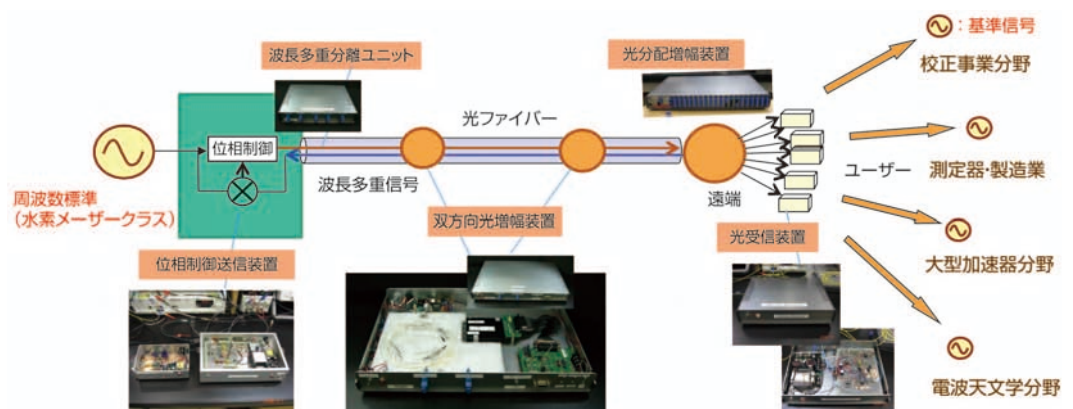
システムの構成と内容

商用発振器のうち最も安定している水素メーザーの場合、短期安定度は 10^{-13} オーダー（1秒平均）、また長期安定度は 10^{-15} レベル（1日平均）であり、いかに、このオリジナルの性能を劣化させずに伝達するかが開発のポイントになります。短期的な周波数安定度については、

光受信装置（図参照）において信号に対する雑音の影響を小さくすることにより、良好な短期安定度を実現しました。また、長期的には光ファイバーの屈折率の温度変動と熱膨張による位相変化を補償する必要があり、高密度波長多重技術を応用した一心双方向伝送による新しい位相制御送信装置（図）を開発しました。この装置によるシステムの長期安定性（1日平均）は、 8×10^{-17} （160 km の光ファイバー）と良好です。さらに遠方への供給のため、光ファイバーの損失を補償する双方向の光増幅装置（図）も開発しました。複数波長の信号間の分離も良好で、安定して光信号の双方向増幅ができます。

今後の展望

このシステムの利用形態は国家標準の遠方への直接供給、あるいは事業所、研究機関などの構内への適用が考えられるほか、カスタマイズにより粒子加速器の分野、電波天文学分野などにも応用できるようになります。最近では、原子発振器の技術進展も目覚ましく、超高精度な時間周波数比較技術への適用なども期待されています。



光ファイバーによる周波数標準の高精度供給装置の主要装置と利用分野

有用な糖ヌクレオチドの製造方法

酵母によるUDP-ラムノース、UDP-キシロースの生産

特許 第4258670号
(出願2006.7)
特許 第4284562号
(出願2006.3)

研究ユニット：

糖鎖医工学研究センター

適用分野：

- 食品、医薬品、化学品（化粧品、研究用試薬など）
- 糖鎖関連分野
- 酵素利用分野

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/>

目的と効果

多様な生物機能をもつ糖鎖の生物学的な合成には、糖転移酵素の糖供与体として種々の糖ヌクレオチドが必要です。糖ヌクレオチドの化学合成は高コストなので、細胞を利用した糖ヌクレオチドの生産が一般的です。種々の生理機能が期待されるラムノースやキシロースを含む糖鎖の酵素合成には、糖供与体としてUDP-ラムノースやUDP-キシロースが必要ですが、これらの糖ヌクレオチドを生物により大量に生産した報告はありません。酵母を利用した生産に関するこの発明は、糖ヌクレオチドを安価に大量供給することに貢献します。

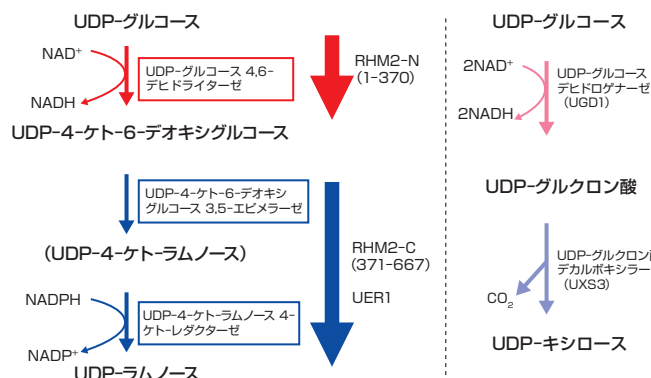
技術の概要

シロイヌナズナより、UDP-グルコースをUDP-ラムノースに変換する新規なUDP-ラムノース合成酵素遺伝子を単離し、これら遺伝子の機能ドメインを酵母内で別々に共発現することで、酵母の細胞内に大量に存在するUDP-グルコースを原料にUDP-ラムノースを生産できるようになりました。また、UDP-グルコースをUDP-キシロースに変換する際

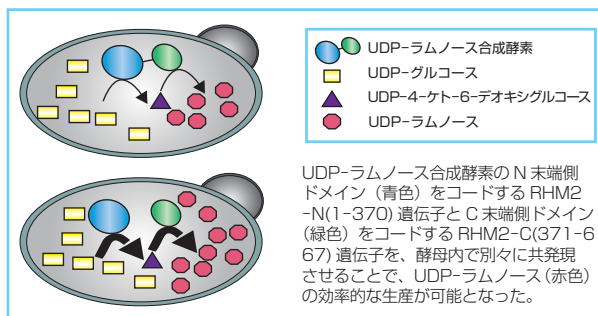
に作用する二つの酵素遺伝子をシロイヌナズナより単離し、これらを酵母内で共発現することで効率よくUDP-キシロースが生産できることを見いだしました。酵母細胞内に生成したこれらの糖ヌクレオチドは、酵母細胞内では分解や変換を受けず安定に存在することから、酵母細胞から抽出・精製することでUDP-ラムノースやUDP-キシロースを大量かつ安価に製造ができます。

発明者からのメッセージ

種々の薬理作用をもつ植物由来の配糖体にはラムノースやキシロースを含むものが多種存在し、これらはUDP-ラムノースやUDP-キシロースから合成できます。UDP-ラムノースはルチンなどの食品や医薬品などの配糖体合成の原料としての需要が見込めます。また、植物の細胞壁や植物ホルモン、ヒトや哺乳類の細胞表層プロテオグリカンなどの生合成や生理機能に関する研究では、UDP-ラムノースやUDP-キシロースが必須ですが、前者については市販されていないこともあり提供を希望する研究機関も多く、研究用試薬としての需要も期待されます。



シロイヌナズナのUDP-ラムノース(左)およびUDP-キシロース(右)の合成経路
糖ヌクレオチドの生成とそれに関する酵素、これをコードする遺伝子を示す。



酵母によるUDP-ラムノースの生産

水晶振動子を用いた水素漏洩検知器

水素エネルギー社会の安全・安心を支える検知技術

特許 第4078422号
(出願2003.8)

研究ユニット：

計測フロンティア研究部門

適用分野：

- 水素エネルギー
- 燃料電池車
- 安全・安心な社会

目的と効果

水素は、使用する際に二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギー源として期待されています。そのような水素を利用する社会を実現するためには、可燃性ガスである水素の漏洩を迅速に検知する必要があります。この特許では濃度0.1 vol.%以上の水素漏洩を1秒以下で検知する技術を提供し、さらに漏洩水素の濃度も測定できます。使用する水晶振動子は小型なため、検知器全体の小型化が可能で水素がかかわるいかなる場所でも応用できます。

技術の概要

この特許の原理は、水素の分子量や粘性が大気と比べて小さいために、水素が混入した大気と比べて平均的な分子量と粘性が水素漏洩前に比べて減少することを利用しています。この原理に基づいた漏洩検知を実現するため、大気圧を測定する大気圧センサーと大気と平均的な分子量および粘性に依存した量を計測できる水晶振動子センサーを利用します。水晶振動子センサー出

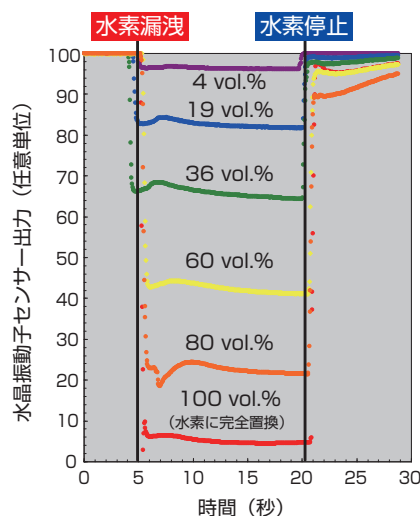
力から大気圧センサーで測定した大気圧の影響を取り除くことによって、大気と平均的な分子量と粘性のみに依存する出力が得られます。出力が減少する変化により大気中への水素漏洩を検知できます。なお、出力変化の大きさは漏洩した水素濃度に依存するので、漏洩水素の濃度も測定できます。

発明者からのメッセージ

平均的な気体の分子量や粘性が変化するような気相成分変化の計測に有効な以下の測定技術を確立しています。

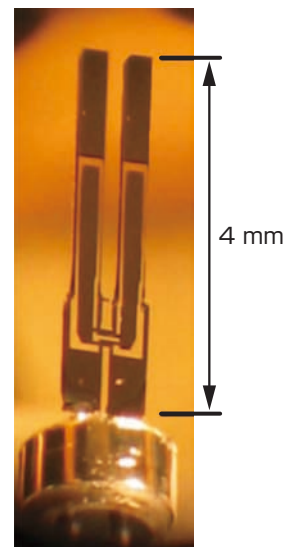
1. 絶対湿度計測技術（特許4247493号）
2. 太陽電池製造装置用シラン-水素濃度計測技術（特許第3336384号、産総研ノウハウH19NOH-433）
3. プラズマ診断への応用技術（特願2007-223329、特願2008-205384、特願2008-273755、特願2009-145921）

水素以外のガス検知、濃度計測のほか、プラズマ中の活性種計測などへの応用も検討しています。



水素漏洩の検知測定結果

水素漏洩に対応して大気圧の影響を除いた後の水晶振動子センサー出力が変化し、水素漏洩が検知できる。センサー出力変化量は漏洩水素濃度（0.1～100 vol.%の範囲で測定可能）に依存しており漏洩水素濃度も同時に測定可能。応答・復帰時間は1秒以下で高速。



水晶振動子の外観

振動する水晶振動子にガス分子が衝突してエネルギーを与えることにより水晶振動子センサーの出力が変化する。その変化量は衝突するガスの平均的な粘性・分子量に依存するためこの出力から逆に衝突しているガスの情報が得られる。

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、知的財産部門技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

知的財産部門技術移転室

〒305-8568
つくば市梅園 1-1-1
つくば中央第2
TEL：029-862-6158
FAX：029-862-6159
E-mail：aist-tlo@m.aist.go.jp

SiC-MOSFET 実用化のための JIS 制定

高温における炭化ケイ素素子のゲート絶縁膜長期信頼性寿命の試験方法



福田 憲司

ふくだ けんじ

k-fukuda@aist.go.jp

先進パワーエレクトロニクス
研究センター
主幹研究員
(つくばセンター)

民間企業、ポスドクを経て、2000 年旧電子技術総合研究所に入所。以来一貫して SiC を用いたインバーターなどで用いられるパワーデバイスの低損失化の研究開発に従事してきました。この JIS の原案作成委員会では、幹事を務めました。SiC パワーデバイスを早期に実用化したいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

先崎 純寿（産総研）

JIS 標準化の背景

炭化ケイ素 (SiC) 素子は、シリコン (Si) 素子と比較して、通電状態での抵抗値が低いため、電力輸送の基幹系の高圧直流送電 (HVDC) や高圧直流連系 (BTB) に用いる大電力変換装置および送電・配電系の安定化に用いるループコンローラーへの応用が期待されています。また、産業用モーター、電気自動車、ハイブリッド自動車に用いられるインバーター回路やエアコン、IH ヒーターなどの家電製品では、電力の高変換効率化だけでなく、高パワー密度化による小型化が期待されています。しかし、SiC 素子は高温条件下での利用が必然であるため、ゲート絶縁膜の信頼性寿命を担保する試験方法規格の開発が求められます。そこで、SiC-MOSFET の実用化と市場の早期形成に資するため、高温におけるゲート絶縁膜の長期信頼性寿命試験方法の標準化を行うことになりました。

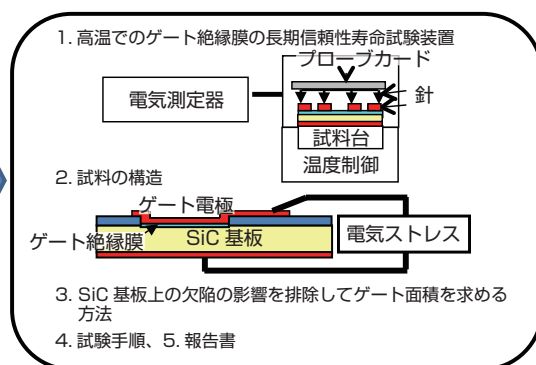
JIS の概要

産総研では、2004 ～ 2006 年度経済産業省委託「エネルギー・環境技術標準基盤研究事業」において、SiC-MOSFET のゲート絶縁膜の微小

電流および長期信頼性寿命を 300 °C 以上の高温で測定できる装置を開発し、実際に高温での測定を行うことにより、(1) 試験装置、(2) 試料の構造、(3) SiC 基板上の欠陥の影響を排除してゲート絶縁膜の面積を求める方法、(4) 試験手順、(5) 試験報告書について JIS を制定しました。

JIS 制定による効果と期待

SiC-MOSFET のゲート絶縁膜の長期信頼性寿命試験を高温で行うと低電界での信頼性寿命が高電界の寿命からの外挿値よりも短くなり、Si-MOS で用いられるゲート絶縁膜の試験方法が使えないのではないかと懸念がありました。試験装置を JIS に添うようにすれば、この問題を回避できます。また、ゲート絶縁膜の長期信頼性寿命は SiC 基板の欠陥の影響を強く受けるので、その影響を排除できるゲート絶縁膜の面積の算出方法を規定しました。これにより、ゲート絶縁膜の長期信頼性寿命のプロセス依存性を比較できるようになります。この JIS 制定により、SiC-MOSFET の実用化の鍵となるゲート絶縁膜の開発が加速すると期待しています。



作製された試験装置と JIS 化検討項目

Aランク活火山の火山地質図

安全で安心な社会構築のための地質情報整備



古川 竜太

ふるかわ りゅうた (右)
furukawa-r@aist.go.jp

地質情報研究部門
火山活動研究グループ
研究グループ付
(つくばセンター)

石塚 吉浩

いしづか よしひろ (左)
y.ishizuka@aist.go.jp

地質情報研究部門
火山活動研究グループ
研究員
(つくばセンター)
(現在、イノベーション推進室)

北海道の火山のほか、九州や千島列島など各地で火山地質調査を行い、火山の多様なふるまいと対峙してきました。目に見えない地下のマグマ過程や百万年単位の時間スケールでの現象を考える時が一番幸せな時間です。

関連情報：

● 参考情報

RIO-DB 活火山データベース：
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/>

地質情報研究部門
火山活動研究グループ：
<http://unit.aist.go.jp/igg/actvolcano-rg/index.html>

火山災害に対する備え

2010年4月、アイスランドの火山噴火により、欧州の航空網がマヒ状態に追いやられました。同様のことは日本でも十分に起こりえます。日本には108の活火山(最近1万年間に噴火した、または噴気が活発な火山)があり、このうち特に活動が活発なAランクとされた火山が13あります。北海道には四つのAランク活火山があり、今回そのうちの二つの火山について火山地質図を刊行しました。火山噴火に対する防災計画や火山周辺の土地利用を計画するためには、過去の火山活動履歴をできるだけ正確に把握することによって、その火山が現在どのような状態にあり、将来どのような噴火活動をする可能性があるかを推測することが必要です。活火山におけるこのような地質調査結果をまとめたものが、産総研地質調査総合センターが作成している「火山地質図」シリーズです。火山地質図の活用が、安全で安心な社会の構築に役立つことが期待されます。

火山地質図

通算で15番目に刊行された「樽前火山地質図」では北海道南西部にある樽前火山の地質と噴火活動史を明らかにしています。樽前火山は過去1万年間に大規模な噴火を繰り返しており、その噴火は軽石や火山灰を広範囲に放出する爆発

的噴火が中心であることが特徴です(図1)。江戸時代の噴火では現在の千歳空港付近で1 m近い厚さの軽石や火山灰が降り積もりました。樽前火山の周辺地域は鉄道や港湾などが集中する交通の要衝であり、その防災対策は重要です。しかし最近100年間はマグマを放出するような噴火をしていないことから、今後の火山活動の推移が注目されます。

16番目の「十勝岳火山地質図」は北海道中央部にある十勝岳火山群の地質と噴火活動史を詳細に示したものです(図2)。十勝岳火山群は溶岩流や火砕流堆積物など多様な噴火堆積物から構成されています。これら岩石の年代測定を駆使して明らかにされた長期的な火山活動の変遷が表現されています。また寒冷地域の火山に特有の融雪泥流堆積物が多く見られることが特徴で、大正15年の噴火に伴う泥流は25 km離れた上富良野市街にまで達して150名近い犠牲者を出しました。

このように、火山地質図には火山の活動履歴や災害履歴に関する多くの情報が含まれています。それらは災害の可能性のある範囲を示すハザードマップの作成や、それに基づいたより適切な火山周辺の土地利用の推進に役立てられます。火山地質の調査は、大地に残された過去の噴火現象を読み解き、将来起こりうる災害への備えを生み出すのです。



図1 樽前火山の噴火により堆積した軽石層
火口から16 kmの地点で5 m以上の厚さで堆積している。中央下部に人物。この堆積物の延長となる火山灰は北海道の広い範囲を覆っている。



図2 十勝岳火山地質図(主要部)
中央部にある火口群やそこから噴出した溶岩流や火砕流などの分布範囲が表現されている。

光学トンネル

光を用いた大気中での距離計測



寺田 聡一

てらだ そういち

souichi.telada@aist.go.jp

計測標準研究部門
長さ計測科 長さ標準研究室
研究員
(つくばセンター)

光波距離計や干渉測長器などの“長い長さ”の計測を専門に行っています。標準供給の他、地殻ひずみ観測用レーザー干渉計やレーザー干渉計型重力波検出器の研究も行っています。

距離計測と大気環境

光波を用いて距離を測る光波距離計という装置があります。主に測量で用いられ、「トータルステーション」という品名で普及しています。本体と反射鏡の間の距離を光波を使って測るもので、数kmの距離を0.1 mmの表示分解能で測れる製品もあります。しかし、本当に精度が0.1 mmかというと、決してそうではありません。その理由は、“空気”にあります。光で距離を計測する場合、真空中なら真の距離を直接測れますが、空気中では真の距離に空気屈折率を掛け算した距離しか測れません。そのため測定値を空気屈折率で割り算する必要があります。空気屈折率の値は、おおよそ1.00027で、気温や気圧によって変わります。通常、気温や気圧を測定し、それらの値から経験式を用いて空気屈折率の値を算出します。気圧は水平面内で数百メートルの範囲ならほぼ一定の値なので、1個の気圧計で正確な測定ができますが、気温は場所による違いが大きいため、正確な測定にはたくさんの温度計が必要となります。そのようなたくさんの温度計を用いることは現実的には困難で、結果として、空気屈折率の値を正確に求めることができず、真の距離を精度よく求めることができないのです。

光学計測用トンネル

産総研つくばセンターには、通称「光学トン

ネル」と呼ばれる地下トンネル施設があります。この光学トンネルは全長300 mで、2重のコンクリート壁で囲まれており、天井の上に4 mほどの土があるだけですが、それだけで、室温の年間変動は2℃程度、1日の間では0.02℃とたいへん安定した温度環境が実現されています。光学トンネル内には52本の温度計が設置されています。この数でも間隔は6 mで、決して密な測定とはいえません。実際、気温の分布はありますが、時間変化が小さいため、精度のよい距離計測が可能な施設となっています。この温度環境は、人為的な温度制御よりもはるかに安定です。

この光学トンネルで、2002年度より依頼試験として光波距離計の校正を行っています。その校正では、干渉測長器というレーザー干渉計を参照標準としています。干渉測長器は光波距離計に比べてとても精度のよい測定ができますが、光波距離計と違って、距離の変化量しか測れません。そのため、光学トンネルには、全長100 mの直進ステージがあり、それで距離を変化させて測定することで校正を行うことができます。

光による距離計測の研究や校正のために作られたトンネルは世界的にもまれで、校正以外にもフェムト秒光コムを用いた高精度な距離計の開発や、空気屈折率の影響を補正できる地殻ひずみ観測用二波長干渉計の研究なども行っています。



光学トンネル内と 100 m の直進ステージ

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7回) 九州・沖縄地域における MZプラットフォーム導入促進の連携活動

産学官連携コーディネータ よしだ しげはる
吉田 重治

産学官連携コーディネータへの道

環境調和型エネルギー分野において国家に貢献するために1994年度に新日本製鐵株式会社（新日鐵）から当時の特殊法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）へ出向し、資源エネルギー庁の全国の自治体を対象にした「廃棄物発電導入促進事業」に1998年度まで取り組みました。さらに1999年度から2005年度まで財団法人クリーン・ジャパン・センターにおいて、経済産業省 産業技術環境局の「3R（Reduce・Reuse・Recycle）導入促進事業」に取り組んだことが産学官連携にかかわるきっかけになりました。2006年度より現在まで4年間に亘り、産総研 九州産学官連携センターで、デジタルものづくり研究センターの研究成果である画期的ITソフトウェア[MZ（ものづくり）プラットフォーム（MZPF）]導入による中小製造業の生産管理IT化促進を産総研内部ではデジタルものづくり研究センターと、外部とは自治体・公設研・工業会などと緊密に連携し、全体をコーディネートして強力に推進しています。

産学官連携コーディネータとしてのパッション

自治体・公設研・工業会などを対象に、通商産業省および経済産業省の「導入促進事業」の12年間に亘る取り組みの経

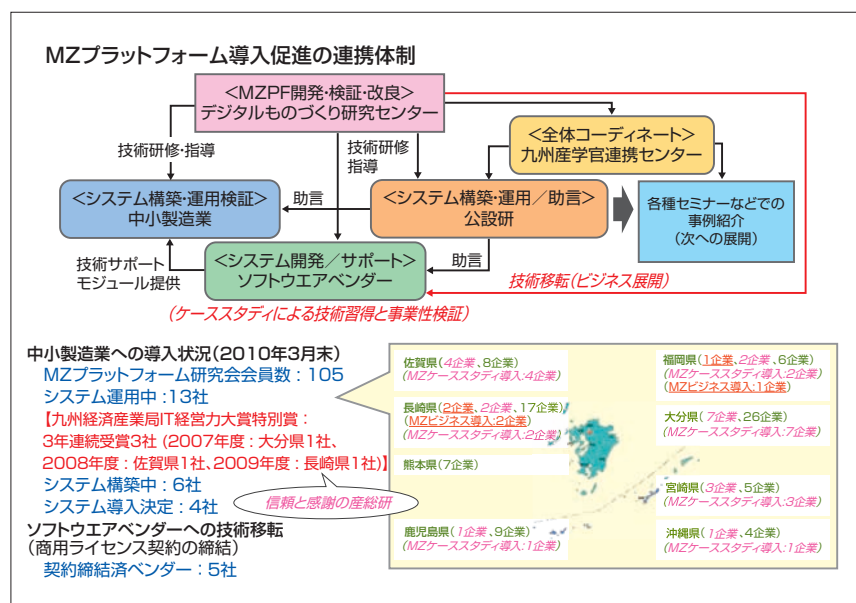
験から、導入促進の基本スキーム・要諦を伝え、さらに中小製造業の経営者を対象に、新日鐵での工場長の経験から「製造業のサバイバルとIT化」の視点でMZPF導入による体質・競争力強化の必要性・重要性を訴え、実現を後押ししていくことを使命と感じています。また、産学官連携コーディネータとしてのパッションは実現への熱意と方向・射程感覚であり、それが連携関係者との信頼関係構築の要と考えています。特に中小製造業の経営者・従業員の皆さまから「信頼と感謝」を寄せて頂いたことに喜びを見いだしています。

産学官連携体制の構築と運用

導入促進の要諦は、各県単位でのケーススタディ（ビジネスモデル）導入にあたり、最初のモデル製造業発掘と実施事例のモデルショップ実現であり、図の「MZプラットフォーム導入促進の連携体制」に示すように、連携体制の構築と運用が導入促進成果の重要なポイントとなります。

今後のドリーム

産学官連携推進部門および地域産学官連携センターとの拡大連携活動により、47都道府県に「核」となる「MZプラットフォーム導入モデルショップ」を実現させたいと考えています。



MZプラットフォームについて講演する筆者

九州・沖縄地域における MZ プラットフォーム導入促進連携活動

シリーズ：産総研イノベーションスクール（第2回） ポスドクと本格研究

産総研イノベーションスクール長 おの あきら 小野 晃（副理事長）

ポスドクの意識変革と視野拡大

博士研究員（ポスドク）は、大学院で博士号を取ったあと正規就業するまでの間、大学や研究機関で期間を定めて雇用される若手研究者であり、現在全国で約18,000人のポスドクがわが国の研究開発の重要な一翼を担っています。しかし正規就業先が少ないことからポスドクが次第に高年齢化する傾向にあり、社会問題となっています。産総研イノベーションスクールではポスドク自身が自己の能力を高めつつ、産業界での現場体験を通して社会の多様な分野に進出することを促しています。

産業界の印象では、ポスドクは高い専門性をもっていますが、それにこだわるあまり逆に視野を狭め、自己の専門を超えた課題に積極的な姿勢をあまり示さないということでしょう。産総研の印象では、ポスドクは自己の研究を社会の中で位置づけたり、研究目標を達成するシナリオを作ったりすることが不得手なように見えます。ほかの研究者とチームを組み、より大きな研究目標を達成するような構成的・統合的なアプローチの経験も多くありません。

産総研イノベーションスクールでは、ポスドク研修生が基本的な素養を身につけた上で、産総研の本格研究を理解し体験するとともに、企業の研究開発業務の現場に一定期間身をおいて、実際に産業界の動機、論理、方法、スピードを体験すること（企業研修）を通して、ポスドク研修生に意識変革と視野の拡大を促すこととしました。

イノベーションスクールの課程は1年間ですが、そのうち2週間程度を表に示すカリキュラムの座学とし、2ヶ月から

数ヶ月を企業研修に充当しました。残りの期間は産総研の配属先でそれぞれの研究プロジェクトに参加し、本格研究を体験することとしました。

基本的素養の習得

基礎研究の成果を社会へつなげていく具体的な方法には、産業界全体のための技術基準作りと、個別企業への知的財産の提供があります。それらを基礎研究と同時並行的にかつ一貫して行っていく方法を「標準化と研究」と「知的財産と研究」の講義で学びます。また21世紀型の重要な課題に環境とエネルギーの両立がありますが、ポスドクが将来どの分野で仕事をするにしても、環境・エネルギー技術の研究に対して一定の見識をもつことが望ましいでしょう。産総研の代表的な「環境・エネルギー研究」を通して、この分野の研究方法を学びます。「企業の研究開発」では企業における研究開発の方法を企業経営の経験者から学ぶことで、企業研修への導入としました。

本格研究の理解と演習

大学院で主として分析的なアプローチで専門分野を深掘りしてきたポスドクにとって、21世紀型の課題を解決するための基礎研究がどのようなものかを理解することは容易ではありません。社会的な価値を実現するための研究のシナリオを作り、構成的、統合的なアプローチで研究目標を達成していく方法はほとんど経験したことがないでしょう。

日	時間	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5	クラス6
第1日	1.5	入校式、オリエンテーション					
第2日	1.5	マナーコミュニケーション研修（外部講師）					
	1.5	プレゼンテーション研修（外部講師）					
第3日	1.5	標準化と研究：講義		標準化と研究：講義		標準化と研究：講義	
	1.5	知的財産と研究：講義		知的財産と研究：講義		知的財産と研究：講義	
第4日	1.5	環境・エネルギー研究：講義		環境・エネルギー研究：講義		環境・エネルギー研究：講義	
	1.5	企業の研究開発：講義		企業の研究開発：講義		企業の研究開発：講義	
第5日	3	構成学輪講（1）	構成学輪講（1）	構成学輪講（1）	構成学輪講（1）	構成学輪講（1）	構成学輪講（1）
第6日	3	構成学輪講（2）	構成学輪講（2）	構成学輪講（2）	構成学輪講（2）	構成学輪講（2）	構成学輪講（2）
第7日	3	研究発表演習（1）	研究発表演習（1）	研究発表演習（1）	研究発表演習（1）	研究発表演習（1）	研究発表演習（1）
第8日	3	研究発表演習（2）	研究発表演習（2）	研究発表演習（2）	研究発表演習（2）	研究発表演習（2）	研究発表演習（2）
第9日	1	修了式					

表 産総研イノベーションスクールのカリキュラム



学術論文誌「シンセシオロジー」



クラスの発表風景

産総研が2008年から発行している学術誌「シンセシオロジー」は、構成的・統合的なアプローチをとる基礎研究のオリジナルな学術論文誌です。ポスドク研修生がこの論文誌の研究論文を講読することで、社会的な価値を実現する基礎研究はどのような思考とプロセスで進めていくべきかを理解するきっかけとなることを期待しています。研修生はシンセシオロジー誌から自分が興味をもてる論文を一編選び、その内容を専門が異なる10人前後の研修生からなるクラスで発表し討論します。また、ほかの研修生の発表を聞き、討論に参加することで、いろいろな専門分野で社会的な価値を実現するための基礎研究がどのように行われているかを知ります。異なる分野の若手研究者との対話は彼らにとって新鮮であり、座学の中でも構成学輪講は研修生の評価が高かったものの一つです。

輪講ではそれぞれの研究論文について次の点を整理して発表しています。

- ① 設定した研究目標と社会的な価値の関係
- ② 研究目標を達成するためのシナリオ
- ③ 構成・統合の仕方
- ④ 構成・統合の着想のポイント
- ⑤ 自身の研究に参考にしたい点
- ⑥ 論文として評価する点(オリジナリティー)
- ⑦ その他、批評

構成学輪講で社会的な価値を実現する基礎研究の方法論を学んだあと、自分自身が行ってきた研究の内容を、専門分野が異なる研修生が理解できるようにクラスで発表する演習を行い、本格研究を自ら模擬実践することとしました。発表演習の要領は次の二点です。

- ① クラス内の専門が異なる研究者が理解できる形で、また討論が成立するように自己の研究を発表すること

- ② 構成学輪講で学んだことを活かして発表の構成を工夫すること

研修生の評価

構成学輪講と研究発表演習には産総研の研究ユニット長や研究グループ長、研究チーム長がモデレータとしてクラスごとに参加し、討論の手助けを行いました。図は研修生に対して行ったアンケートの結果です。8割の研修生が、カリキュラムが役に立ったと答えています。またこのアンケートの問いにはありませんでしたが、専門が異なる10人前後のポストドクで1クラスを編成したことから、同年代の若手研究者同士が討論や懇親を通じて、普段あまり触れることのないポストドク問題やキャリアパスなどを深く議論できたことも大きな収穫だったようです。

次号では研修生の企業研修を紹介し、また研修生とスクール関係者との座談会も報告します。

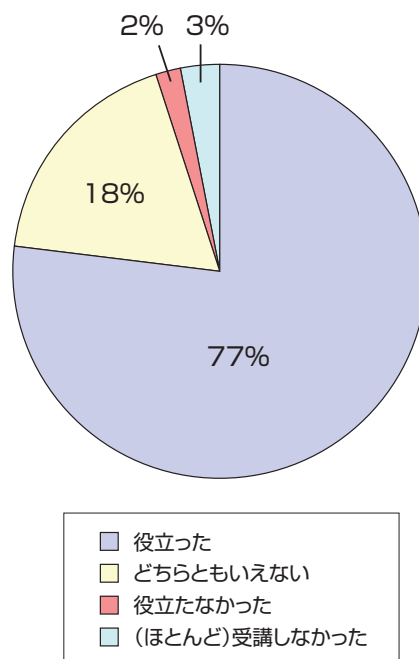


図 研修生アンケートによるカリキュラムの評価

社会的取り組み

④

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。

出前講座・実験教室

産総研では、研究者が学校や各種の公共施設などを訪れて、専門分野についてわかりやすくお話しする「出前講座」や一緒に実験をする「実験教室」を開設しています。産総研の研究への理解や科学技術に親しむ機会の一助となれればと考えています。お申込み方法などは、産総研ホームページの下記をご覧ください。

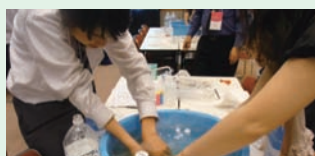
http://www.aist.go.jp/aist_j/inquiry/delivery_lectures/index.html

2010年6月5日（土）、国立京都国際会館で科学・技術フェスタ in 京都－平成22年度産学官連携推進会議－が開催されました。

高校生などを対象にした科学教室に、産総研から、出前講座として「体内時計」、実験教室として「二酸化炭素」「燃料電池」「太陽電池」という4つのテーマで参加しました。

二酸化炭素

炭酸飲料水、発泡入浴剤・・・身近なものに二酸化炭素が含まれており、どれくらい含まれているのか、取り出す実験で観察。



燃料電池

産総研で開発した、無害なビタミンCから発電可能な燃料電池について、実験により説明。



太陽電池

最近はずっと身近なものになった太陽電池についての実験。



体内時計

地球上に存在するほとんどの生物は、体の中に自分自身の時計をもち、人間が眠ったり起きたりする1日のリズムもこの体内時計から生まれているお話。



平成22年度産学官連携推進会議 授賞報告

報告

2010年6月5日、国立京都国際会館にて、産総研も主催機関の一つである「科学・技術フェスタ in 京都-平成22年度産学官連携推進会議」が開催され、昨年度を上回る5,121人の参加がありました。相澤益男総合科学技術会議議員の基調講演で幕を開け、「グリーン・イノベーション」や「ライフ・イノベーション」を柱とした「新成長戦略」および産学官連携によるシーズとニーズのマッチングについて、特別講演や分科会を通して理解を深めました。産学官連携活動における成功事例に与えられる第8回産学官連携功労者表彰では、「文部科学大臣賞」に「超ハイブリッド材料」の開発（計測フロン

ティア研究部門 山内 幸彦 副研究部門長ほか）、および「日本経済団体連合会会長賞」に電気絶縁性と柔軟性を両立させた超長寿命絶縁材料の開発（環境化学技術研究部門 佐藤 一彦 主幹研究員、島田 広道 つくばセンター次長ほか）が受賞し、研究水準および産学官連携構築スキームの質の高さを示すことができました。

産総研の産学官連携による主な研究成果として、粘土膜の応用製品や子どもの傷害予防技術、薬草アシュワガンダや高度人材育成・検証サービス、つくばイノベーションアリーナや技術移転に係るスキーム概要を展示したほか、若手研究者による科学技術説明会で有用酵素の開発

や単結晶ダイヤモンド合成技術など多彩な内容の展示を行い、さらなる連携につながる契機としました。

さらに、独立行政法人の技術移転について意見交換を行うワークショップもあり、産総研の産学官連携の取組みを紹介するとともに、他発表者を交えたディスカッションも行われ、今後の技術移転についてのトップ会談および対外的なメッセージ発信の格好の場となりました。



功労者表彰の集合写真

水素経済のための国際パートナーシップ 技術功績賞を受賞

報告

2010年5月17日、ドイツのエッセンにて「水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)」の「技術功績賞」授賞式が行われ、エネルギー技術研究部門の秋葉 悦男副研究部門長が受賞しました。

IPHE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy) は、2003年に米国エネルギー省が提唱した、水素・燃料電池に係る技術開発、基準・標準化、情報交換等を促進するための国際協力枠組みで、現在、わが国を含む18ヶ国・機

関が参加しています。IPHEは、2006年より水素経済への移行に対する貢献を表彰しています。

秋葉副研究部門長は、約30年前から水素貯蔵材料に関して基礎から応用まで幅広い研究を続けています。特に、企業と共同で世界最高性能の水素吸蔵合金の開発に成功するなど新材料の開発と、材料の「水素雰囲気下その場評価」に関して研究成果を挙げており、この分野の世界的なリーダーとして活躍しています。今回の受賞は、同氏のこれまでの水素貯蔵材料分野にお

ける創造的な成果が評価されたものです。



授賞式での秋葉氏

第1回立石賞特別賞を受賞

報告

2010年5月18日、グランドプリンスホテル京都において立石科学技術振興財団による第1回立石賞の表彰式が行われ、前デジタルヒューマン研究センター・研究センター長、現産総研特別フェローの金出武雄氏が立石賞特別賞を受賞しました。

立石賞は、エレクトロニクスおよび情報工学の分野で、人間と機械の調和の促進に大きく貢献した個人を顕彰するものです。金出氏は、ロボティクス分野における研究を通し、「人間と機械の調和の促進には、機械に人間を理解させることが必須である」とい

う認識を確立し、産総研にデジタルヒューマン研究センターを創設しました。その下でデジタルヒューマン技術という新しい研究分野を推進し、日本発のデジタルヒューマン技術の考え方が生活の質の向上に欠かせない情報工学やエレクトロニクスの発展に重要なことを世界に浸透させたことが評価されました。

記念講演で金出氏は、「私のアメリカにおけるロボットやコンピュータービジョン研究に対してではなく、日本の産総研で研究ラボ、そして研究センターをたちあげ研究員の皆様とゼロか

ら積み上げてきた『デジタルヒューマン研究』を評価いただいたことに特別の嬉しさを感じています。」と話しました。



授賞式での金出氏

第18回化学・バイオつくば賞受賞

報告

化学・バイオつくば賞は、財団法人化学・バイオつくば財団が、茨城県つくば市とその周辺に拠点を置く研究所や企業で、化学およびバイオ関連の分野において優れた業績を挙げた研究者に授与するものです。今年度は5月25日に表彰式があり、産総研から次の業績が受賞しました。

「高せん断成形加工法の開発とそれを用いたナノ構造制御マテリアルの創製」
清水 博、李 勇進(産総研 ナノシステム研究部門)、井元 俊之((株)井元製作所)、吉沢 行雄((株)ニイガタマシステクノ)

「糖鎖合成・構造解析・機能解析の技術開発による糖鎖バイオマーカー・バイオ医療の実用化」

成松 久、平林 淳、亀山 昭彦、池原 譲、梶裕之(産総研 糖鎖医工学研究センター)



第18回 化学・バイオつくば賞表彰式

産総研ライフサイエンス分野シンポジウム開催

2010年4月16日、秋葉原コンベンションホールにおいて、表題のシンポジウム「第3期の新展開と幹細胞工学新研究センターの発足」が開催されました。事前に500名余りの参加申し込みがあり、当日は、冬のような寒さと雨という悪天候の中、400名を超える来場者で一日中満席となりました。外部の参加者のうち6割以上が企業の方で、企業からの関心の高さが示されました。このシンポジウムは、2010年4月よりスタートした産総研第3期中期計画におけるライフサイ

エンス分野の新戦略とトピックスの紹介、ならびに幹細胞の規格化・標準化および分化制御を目標に新たに発足した幹細胞工学研究センターの概要と重点テーマを紹介するという趣旨で開催されました。フロアからの熱心な質疑も行われ、アンケート結果では、95 %の方がライフサイエンス分野の紹介に満足したと回答され、シンポジウムの目的は達成されました。今後もこのようなシンポジウムを継続して開催してほしいという声も多く寄せられました。



満席のシンポジウム会場

国連持続可能な開発委員会にパネリストを派遣

2010年5月3日～14日、ニューヨークの国際連合本部で「持続可能な開発委員会（CSD）第18会期」が開催され、世界中から国際機関、政府代表、市民団体代表が参加しました。産総研はCSD委員長から要請を受け、パネルディスカッションに協力しました。

CSD第18会期は、産総研 TODAY 2月号で紹介した「CSDに先立つ地域実施会合」の成果を反映させる本会合です。そこで、地域実施会合の背景文書を執筆し会場で報告者も務

めた地圏資源環境研究部門の村尾 智主任研究員を派遣しました。村尾主任研究員は、5月3日に行われたアジア太平洋地域のパネルディスカッションで登壇、鉱業について基調報告を行い、地域の持続可能な発展を実現するには「社会に責任を持つ鉱業」「社会から受け入れられる鉱業」「地球倫理（geoethics）」について考察を深め、実践することが必要だと述べました。産総研は今後も国連をはじめとする国際機関に積極的に協力していきます。



会場となった国連本部のノースローンビル

第27回 国際サイエンスパーク協会世界総会

2010年5月24日～26日、国際サイエンスパーク協会（IASP; International Association of Science Parks）主催のIASP2010世界総会が韓国大田市で開催されました。

野間口理事長が「AIST as an Innovation Hub of Industrial Science and Technology for a Sustainable Society」と題した招待講演を行い、産総研のオープンイノベーションの実例として、太陽光発電、つくばイノベーションアリーナ、国際工業標準の三つを紹介しました。IASPは1984年に世界中のサイエンスパー

クのグローバルネットワーク構築と交流協力を目的に設立され、72ヶ国の約380の団体が加盟している非営利国際協会です。今回の会議には、57ヶ国から約1,200名が参加し、「気候変動、環境・エネルギー問題を克服するためのグローバルグリーン成長」をメインテーマに、活発なディスカッションが行われました。開会式には韓国の鄭雲燦 国務総理も出席され、野間口理事長も一緒にテープカットに臨むと共に、親しく懇談する機会を得ました。なお、産総研からは宇都九州センター所長、作田国際部門長も参加し、低炭素社会実現に向けた

産総研の取り組みについて紹介しました。



IASP2010 世界総会にて招待講演を行う野間口理事長

第6回国際ナノテクノロジー会議・フランス原子力代替エネルギー庁との包括的研究協力覚書締結

2010年5月17日～20日、フランス・グルノーブルで開催された第6回国際ナノテクノロジー会議(INC6)において、野間口理事長が日本の組織委員会委員長として開会のスピーチを行いました。この会議には日米欧を中心に世界中から約130名が参加し、次回の第7回会議は、来年5月につくばで開催することが正式に決定されました。

フランス原子力代替エネルギー庁・最先端技術局(CEA-DRT)と産総研は、両国における最大級の公的研究機関で、研究者規模、研究トピック、目的などが非常に類似しており、基礎研究から応用研究に至る広い研究領域をカバーしています。5月17日、INC6開催の機会に、ナノテクノロジー、エネルギー

などの分野で産業技術をリードしているCEA-DRTと包括的研究協力覚書を締結しました。

産総研は、物質・材料研究機構、筑波大学と連携し、国際的ナノテクノロジー研究拠点「つくばイノベーションアリーナ:TIA nano」の構築に取り組んでいます。他方、CEA-DRTはグルノーブルで大学・企業・研究機関を包

含するMINATEC(マイクロナノテクノロジー)という国際拠点を形成しています。これまでダイヤモンド、MEMS、光ストレージなどの研究分野で、研究者交流、研究ワークショップ、および幹部交流を行っており、今回の調印は、さらに両機関の連携を強化、発展させるためのものです。



第6回国際ナノテクノロジー会議で挨拶する野間口理事長



2機関の包括的研究協力覚書に調印するCEA-DRTのジャン・テルム局長(右)と野間口理事長

フランス国立科学研究センター理事長 産総研訪問

2010年5月28日、フランス国立科学研究センター(CNRS)のアラン・フックス理事長が産総研東京本部を訪問され、野間口理事長と今後の研究協力などについて会談しました。

産総研とCNRSは2001年11月に包括的研究協力覚書を締結し、緊密な研究協力を行っているほか、研究所運営においても協力しています。CNRSは、1万2千人の研究者、1万4千人の技術者を有するフランス最大の公的科学技術

研究機関です。フックス理事長は、2010年2月にプレシニャック前理事長を引き継いでCNRSを率いておられます。

5月27日には、産総研つくばセンターを訪問され、CNRSと密接に研究協力を行っている環境触媒技術分野(ECSAWプログラム)、ジョイントラボを設立しているロボティクス分野を視察されました。

これを機に、両機関の連携がさらに深まるものと期待されます。



CNRS アラン・フックス理事長(左)と野間口理事長

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7月 → 2010年9月

6月10日現在

期間	件名		
7 July			
1日	再生可能エネルギー 2010 国際会議	横浜	re2010@aist.go.jp ●
24日	産総研一般公開(つくばセンター)	つくば	029-862-6214 ●
28日	東北大学/産総研連携公開講演会	東京	022-237-5218 ●
8 August			
21日	産総研一般公開(九州センター)	鳥栖	0942-81-3606 ●
9 September			
4日～7日	日本磁気学会学術講演会	つくば	03-5281-0106
19日～21日	G空間EXPO	横浜	029-862-6600 ●

●は、産総研内の事務局です。

糖鎖研究データベースの開発

糖鎖医工学研究センター 糖鎖遺伝子機能解析チーム しかない としひで 鹿内 俊秀 (つくばセンター)

分析技術の発展により、糖鎖研究領域とその周辺分野における情報が急速に増えています。さまざまな研究機関が独自にデータベースを構築していますが、似たような研究データであっても保有機関によって検索の方法や糖鎖構造のデータの持ち方と表記が異なるため、それぞれのデータベースに応じた使い方を覚えることが必要でした。情報基盤を整備するために、文科省のライフサイエンス統合データベースプロジェクトに参加しており、本センターが中心となって糖鎖データベースの統合を行っています。現在では、横断的に検索できるポータルサイトからさまざまな研究のデータにアクセスできるようになりました。



データベース整備作業の様子



鹿内さんからひとこと

組織の枠を超えた多くの研究者のご助力により、糖鎖の情報基盤が整いつつあります。プロジェクトの最終年度となる今年は、世界に類をみない日本独自のデータベースを公開していきます。データベースの公開だけではなく、研究リソースの情報やオンラインプロトコルなども整備しており、糖鎖と係わりのある分野の方にも利用していただけたと思います。今後は、これまで築いてきた統合データベースを基盤として、データベース連携を打診してきている中国、台湾、韓国の機関と協力してアジアの糖鎖科学統合データベースを構築する予定です。

表紙写真

上：十勝岳火山地質図（主要部）(p. 23)

下：光学トンネル内と100 mの直進ステージ (p. 24)

産 総 研
TODAY

2010 July Vol.10 No.7

(通巻114号)
平成22年7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。