E Salarianal Institute of Advanced Industrial Science and Technology TODAY

2012 November

Vol.12 No.11

特 集



本格研究 理念から実践へ

座談会: 高機能・省エネルギーを目指す先端デバイス

スピントロニクス素子を用いたナノメートルサイズの超小型マイクロ波発振・検波器の開発 半導体中の超高速物理現象を光デバイスへ具現化する 古くて新しい強誘電体不揮発メモリーの研究

リサーチ・ホットライン

- □ 廃プリント基板から電子素子を種類別に回収 レアメタルリサイクルを実現する高精度選別機
- 15 害虫に殺虫剤抵抗性を持たせる共生細菌 殺虫剤抵抗性は害虫自身の遺伝子で決まるという常識を覆す
- 15 室温でゲルマニウムにスピン情報を入力 超省電力トランジスタ実現へ道を拓く

パテント・インフォ

- ・
 血液から作るヒトiPS細胞
 安全性の高いiPS細胞を誰でも容易に作製できる技術

テクノ・インフラ

- 19 人に聞こえない音の計測を支える音響標準空中超音波域を対象としたマイクロホン感度校正
- ② 地質調査が明かす活火山 "榛名山" の噴火史 5万分の1地質図幅「榛名山」の作成

シリーズ

② 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第34回) 地域ニーズ志向型コーディネーションを目指す







座談会:

高機能・省エネルギーを目指す 先端デバイス



野間口 有

久保田 均 秋本 良一 高橋 光恵

一村 信吾 瀬戸 政宗 金山 敏彦 石井 武政 藤田 茂 理事長

ナノスピントロニクス研究センター ネットワークフォトニクス研究センター ナノエレクトロニクス研究部門

副理事長 理事·広報部長(司会) 理事 広報部 審議役 広報部 広報制作室長

2012年6月21日開催

瀬戸 今回は「高機能・省エネルギーを目指す先端デバイス」と題して、3 人の研究者においでいただきました。 まず、久保田さんから省エネデバイス についてご紹介ください。

高周波スピントロニクスデバイス の開発

久保田 スピントロニクスとは、電子 がもつ電気的性質と磁気的性質(電子 スピン)を利用したものです。まず、 不揮発性メモリーですが、これは私た ちが目指している革新的電子デバイス である高周波スピントロニクスデバイ スの基本技術と共通の部分がありま す。現在のコンピューターのアーキテ クチャーは、CPUから揮発性のメモ リーであるSRAM、DRAM、そして HDDのようなストレージとなります が、HDD以外は揮発性のため、電源 を切ると記憶が消えてしまいます。人 間が入力しない間もコンピューターが 情報を忘れまいと働くので、エネル ギーのロスが大きい。これに対して、 私たちは未来のエレクトロニクスは不 揮発性、つまり電源を切っても記憶が 消えない性質をもつべきと考えていま す。揮発性のメモリーをスピンRAM のように不揮発化する、さらにはスト

レージの部分もより低消費電力化する ことで、省エネルギーが可能になると いうシナリオです。

私たちの研究センターのコア技術 はトンネル磁気抵抗 (TMR) 効果で すが、動作原理は、強磁性体薄膜で 数 nm 程度のとても薄い絶縁体を挟み 込んだトンネル障壁に電流を流すとい うものです。強磁性体の磁化の向きが 平行の場合は電気抵抗が低く、トンネ ル電流がよく流れます。反平行の場合 は、電気抵抗は高くなります。このよ うな電気抵抗の変化量が素子を評価す る指標になります。最初は酸化アルミ ニウムが使われていましたが、湯浅研 究センター長の結晶性酸化マグネシウ ム (MgO) を使うアイデアがきっか けとなり、急激に磁気抵抗変化率が伸 びています。この産総研オリジナルの MgO 系 TMR 素子が大きなブレーク スルーとなり、多くの新しいデバイス が実現可能になってきました。

平行に磁場をかけるとヒステシリス (履歴効果)を描き、それに応じて電 気抵抗が変化しますが、磁場を取り 去った状態でも情報が保持される、これがまさに不揮発性の原理です。また、直交する方向に磁場をかけるときれいな直線的な動きをするようになります。これは磁界に対して抵抗がリニ

アに変化するということなので、抵抗を読めば磁界がわかります。これを使ってすでに実用化されているのが高密度磁気記録ハードディスクの再生へッドです。それから、磁場をかけるのではなく素子に直接電流を流すと、弱い磁界あるいはゼロ磁界の条件では、スピンが電流からトルクを遺値電流を超えると自然に反転するという方なスイッチング現象を使って、より低消費電力のメモリーデバイスを作るというのが一つの流れです。

次に、スイッチングを妨げるように 磁界を与えると、スピンの自励発振が 起こります。私たちのグループで開発 したCoFeB/MgO系素子(コバルト鉄 ボロンMgO系素子)という大きな磁 気抵抗変化を示す材料で挑んでみたと ころ、発振パワーを $0.1~\mu W$ 程度まれた。 スペクトル形状はまだ制御し切れていません でした。そのため、企業と組んでいた。そのため、企業と組んでいた。そのため、企業と組んでいた。そのため、企業と組んでいた。そのため、企業と組んでいません でした。そのため、企業と組んでいた。 そのため、企業と組んでいた。 そのため、企業と組んでいた。 そのため、企業と組んでいません でした。そのため、企業と組んでいた。 そのため、企業と組んでいた。 そのため、企業と組んでいません できました。

つまり、これまでのトレンドから抜

け出すことに成功した画期的な成果と いうことでとても注目を集めていま す。これをきっかけに、今後、さまざ まな応用の可能性が期待されていま す。2011年には日米で基本特許が成立 し、このような基礎から応用をにらん だ研究を展開していきたいと考えてい ます。

高周波スピントロニクスデバイスの ロードマップを概観すると、2010年ご ろから実用化の可能性のある素子が作 製できるようになってきました。これ を核に発振器の再生ヘッドへの利用 や、2020年ごろに整流効果を用いた検 波器や三次元磁気記録再生ヘッド、 2025年ごろに超小型通信機用発振器、 マイクロ波無線給電にも展開できるの ではないかと考えています。スピント ルク発振は学術的にもおもしろく、ア プリケーション開発も盛んになってい ますが、世界ではアメリカがかなり強 い状況です。しかし、日本は材料開発 を得意とする研究グループが多く、最 近研究が活発になっています。産総研 としてはこれらをリード、あるいはコ ラボレーションで助け合うというスタ ンスで、企業研究者の受け入れや海外 の研究者やポスドクとの人材交換など を行い、研究全体を盛り上げていきた いと考えています。

研究推進のための体制づくり

一村 東日本大震災において中継基地 に対する電力供給が行われない状況が

スピントルクは学術的に面白く、 アプリ作りも盛んです。 日本の材料開発の強みを活かし、 研究全体を盛り上げていきたい。

> 久保田 均 くぼた ひとし

あり、リモートで電力供給したいとい う需要が浮かび上がってきました。例 えばロードマップの2025年ごろに想定 したターゲットを社会ニーズによって 前倒ししたい場合に、何が一番ボトル ネックになりそうですか。

久保田 材料開発です。マイクロ波を 与えたときにスピンがわずかに振動す るのですが、小さな刺激に対していか に大きなリアクションをするかという ところで変換効率が決まってきますの で、「材料を究める」プロセスが大事 だと思いますし、開発体制も大きな影 響を受けます。

金山 大電力を扱う話と微細なエネル ギーをハンドリングして情報の書き取 りや処理という話と、全部を一つの技 術で幅広い展開ができるというのはと ても可能性があると思います。これら をマッチングさせるためには、どんな 体制をつくったらいいのでしょうか。

久保田 理論グループができて研究の アクティビティが上がっています。私 たちは実験者で直感的に考えるため、 正しいかどうか迷うところがあります が、理論グループのおかげで意思決定 がとても迅速になっていると思いま す。

金山 電力のハンドリングというと、 腕ずくでやってしまえ、という気もし ますが、基礎的な現象理解というのは

経済・社会 用する研究 捉えています。 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: 社会ニー (第2種基礎研究)を軸 ズ 対応するために異 なる分野の知 第1種基礎研究」 職を幅 から 広 「製品化研究 選択、 融 に

		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		

適

重要ですか。

久保田 とても大事だと思います。特にスピントルクは新しい現象なので、わかっていないことがまだまだあります。知識を広くもちつつ、目標を絞ることが大事だと思います。

一村 自励発振については米国の論文が先なのですが、こういうものを先に見いだすときに、何が足りなかったのか、あるいは何が加わればトップに行けるのでしょうか。

久保田 発振現象ではコーネル大学に 先を越されましたが、整流効果は私た ちが世界で最初に見つけていて、差は ごくわずかです。パイオニア的なマイ ンドをもった人と、しっかりモノが作 れる技術をもった人とが、うまく時と 場所を一緒にして研究のデザインをす る、ということが重要だと思います し、今私たちはそういう理想的な状況 にかなり近いと思います。

知財戦略と学術戦略の展開

理事長 研究の進め方はとても期待が もてますが、特許も押さえながらで しょうか。皆さんが生み出す特許で、 国際特許にするのはどのくらいの比率 ですか。

湯浅(ナノスピントロニクス研究センター長) 自信のある特許を当然日本

で出していますが、全部PCT(国際特許)を出願したいところです。実際は半分以上がPCT出願です。

理事長 できるだけ頑張って国際特許 比率を上げてほしいですね。国内特許 は技術情報を詳細に出すものの、日本 国内でしか効力を発揮しないですし、 日本の知財の取り組みの問題は国内重 視のところです。国際的な視野で展開 するときに費用も含めてうまく工夫す る必要があると思います。それから、 特許にしたくないものもあるのではな いですか。リサーチノートを充実させ ておけば他社が攻撃してきたときに戦 えます。高度なノウハウが必要です が、その両方の組み合わせでタフな形 にして、こういう先端的な研究は頑 張ってほしいし、知財戦略と学術戦略 の両方ともうまく連携して進めほしい ですね。

瀬戸 次に、近年のインターネットを はじめとする情報トラフィックの急増 に伴う大容量・高速通信を可能とする 取り組みについて、秋本さんから紹介 していただきます。

サブバンド間遷移による超高速光 通信デバイスの研究開発

秋本 近年のインターネットトラフィックの増加は著しく、データセンターにあるトラフィックを処理する電子ルーターの消費電力も比例して増え

るため、2020年には2005年当時の日本の総電力量に匹敵するくらいになるだろうと言われています。増える見込みの大きいのは映像データです。大部分はビデオなどの超高精細の映像なので、それらを自由にハンドリングするためのLAN技術が必要です。

映像の中で、将来的に普及すると考えられているのがNHKで開発しているスーパーハイビジョンで、2020年に試験放送開始の予定ですが、放送局社内での編集作業のためにLANが必要であり、非圧縮でリアルタイムに伝送するためにビットレートとして100Gbps以上の伝送容量をもった送受信デバイスが必要になると言われています。

そのため、局内で自由に大容量の スーパーハイビジョンの信号をやりと りする光時分割多重 (OTDM) 方式 送受信装置を開発しています。この装 置は、電子回路と光回路に分かれ、電 子回路の部分は40 Gbpsで送受信でき る小型の送受信モジュールが4チャン ネルあり、その信号を時間多重し、と ても短いパルスにして160 Gbpsの信 号にして送信します。受信するとき は160 Gbpsの信号を4チャンネルに 分け、それぞれ40 Gbps用の送受信モ ジュールで受けて電気信号に変換し処 理しますが、この中で産総研の技術は 光ゲートアレイの部分に使われていま す。これはサブバンド間遷移 (ISBT) という光で光を制御する現象を利用し たものです。これまで量子カスケー ドレーザーや赤外検出器として応用 されていましたが、この研究では100 Gbps以上の全光信号処理のデバイス として、特にOTDM超高速信号シス テム中のゲートスイッチとして使って います。光スイッチとして使うときに は高速に光の位相を変化させるのです が、ISBTを光で励起すると、もう一 方の光に対して非線形位相シフトが生 じることから、吸収のロスのないTE

役に立たないオンリーワンでは 意味がない。自分にはない 考えをもっている人との ディスカッションが大事。

秋本 良一 あきもと りょういち



偏波に対して位相変調効果が発生する ことや、高速な応答時間を利用できる ため、干渉型の光スイッチやそのほか の信号処理への応用が期待されます。

ISBTによる位相変調のメカニズムはすでに解明されています。第1準位にいる電子を光で励起すると、ここに空きができて価電子帯から電子が遷移するため吸収が発生し、それに応じて屈性率が変化するため、光の変調が起こる、というものです。

まず、原理実証として位相変調を示 す光導波路を作り、空間光学系を用い た光ゲートスイッチモジュールを開発 しました。しかし、サイズが10 cm角 程度と大きいため、小型化・集積化の 開発に取り組んだのがモノリシック集 積型の光ゲートスイッチです。これ はISBTを生じないTE偏波を信号光と し、制御光にはISBTによって吸収さ れるTM偏波を用いています。信号光 の位相の違いによって、干渉した信号 光の行き先が変わることを利用したも のですが、位相を変調する導波路部分 と制御光の導入部を近位置にすること ができるマイケルソン型の干渉計を用 いました。この光ゲートスイッチ素子 を用いて160 Gbpsの超高速光信号を 40 Gbpsの光信号に多重分離できたこ とで、高精細動画像の同時送受信がで きる超高速光送受信装置への応用が期 待されます。

ISBTの超高速光ゲートスイッチは 産総研の独自技術です。類似機能を もった光非線形効果を使った競合デバ イスはありますが、高速性・小型化の 点でISBTのほうがメリットはありま す。また、超高速LANという応用の 観点から考えると、現在、100 GbEと いう規格が標準化されており、各社の 実用化に向けたデバイス開発が進んで いますが、私たちの技術はシングル波 長で160 Gbpsの信号を送ることがで きるので波長を管理する必要がなく、 高速性のメリットがあります。光ゲー トスイッチ以外にもいろいろな技術が 必要ですが、開発を進めることで100 GbE以降の未来技術として期待できる と考えています。

一村 サブバンド間遷移という技術があって、それがたまたまスーパーハイビジョンで要求される時間パルスと合ってきたということですが、サブバンド間遷移の次の展望はあるのでしょうか。

秋本 時間多重だけを追求するとどう しても短いパルスを使わなければいけ ないので、そこで限界があるのです が、波長を多重化するとか、光の位相 を使うという技術も今出ています。

理事長 スーパーハイビジョンの技術 開発としては非圧縮、圧縮のどちらが 選択されてもできるようにしないといけないですね。これは遠隔医療などにも期待できますね。

金山 サブバンド間遷移による屈折率 変調という現象発見から、実際にこう いうシステムを使うところまで数年し かかかっていない。普通の常識に比べ るとすごく早いと思うのですが、秋本 さんの能力と頑張りがあった上に、 さらに何がポイントだったのでしょう か。

秋本 応用は論理的に考えればできますので、この現象自体を2007年に

発見したところが一つのブレークスルーです。これまでフェムト秒テクノロジーからずっと研究をしてきた部分がありますので研究の蓄積と、ある程度のファシリティがあればできると思います。

瀬戸 次に、高橋さんからは現代社会 に不可欠なデータセンターを省エネ化 する研究を紹介していただきます。

高性能な 64kb 強誘電体 NAND フラッシュメモリーアレイを作製

高橋 強誘電体ゲート電界効果トラン ジスタ (FeFET) の歴史は古く、原理 の提唱は工業技術院電気試験所に在籍 されていた垂井康夫先生らが1963年に 半導体と強誘電体の接合素子で「固体 可変抵抗」を提案されたことが始まり だと言われています。当初、FeFET は多機能な夢のトランジスタであると いうことと、工業的にも工程が少なく 安く作れるのではないかという期待が ありました。しかし実際には、非シリ コン系の材料を多層に積層するため界 面の制御が難しく、適切な材料の組み 合わせやプロセスがなかなか見いださ れずに不揮発メモリーとして最も大事 なデータ保持特性が伸びない時代が長 く続きました。あまりにうまくいかな いため、学会でも「FeFETで不揮発 メモリーの実現は不可能なのではない か」という悲観的な雰囲気さえありま した。強誘電体デバイス研究者の一部



それでもFeFETにこだわった人が よい材料とよいプロセスの 組み合わせを見いだし、 成果をあげることができた。

高橋 光恵 たかはし みつえ

は、ゲート直下に強誘電体を入れる方式から離れ、制御トランジスタと強誘電体のキャパシタを別々に設ける方式を採用することで、強誘電体不揮発メモリーFeRAMの実用化に初めて成功しました。実用化には成功したものの、この強誘電体キャパシタの面積を狭くすることが原理的に難しいため大容量化は難しく、現在は公共交通機関のICカードなどあまりメモリー容量の必要のない用途に主に使われています。

キャパシタ型の強誘電体不揮発メモ リーに実用化で先を越されましたが、 それでもゲートの直下に強誘電体を入 れるFeFETにこだわった人々は諦め ずに粘りました。2002年10月、産総研 の酒井滋樹氏(現招聘研究員)がこれ までになく優れた特性のFeFETを見 いだしました。成功の鍵は「適切な材 料の組み合わせによるゲート構造を、 適切なプロセスで作る」ことで、その 発見により初めてFeFETで長期の保 持特性と高い書き換え耐性を実証する ことができました。このとき成功した ゲート構造はMFIS型と言われるもの で、金属-強誘電体-絶縁体-半導体 の積層からなっています。このブレー クスルーの後、産総研が独走状態で FeFETの開発を進め、1素子ではゲー ト長0.26 umで約7日以上の安定した データ保持と10の9乗回以上のデータ 書換え耐性を実験で確認し、2011年に 国際会議で発表しました。今後も私 たちはFeFETの微細化を進めていき たいと考えています。そのためには、 ゲート積層に含まれる強誘電体などの 難エッチング材料を高角度でエッチン グすることが重要です。

1素子の高性能化も大事ですが、それだけでは実用化には至りません。私たちはFeFETを集積回路化しその動作を実証することに成功しています。一つのシリコンチップの上にpウェルとnウェルを作り、nチャネル型とpチャネル型の多数のFeFETを混載して、

CMOS状の回路を実際に試作し不揮発ロジック動作を確認しました。このようなFeFETによる集積回路が作れるのは現在、世界で産総研だけです。一つの応用例として、今までシリコンのCMOS回路の中でも特に一時記憶を担うような回路部分をFeFETを用いた不揮発ロジック回路で置き換えることが考えられます。それによって、今までデータ退避用のメモリーを外部に大きく設けていたICでも、その一部あるいは全部を省くことができると期待されます。

もう一つの応用例は、FeFETをNANDフラッシュメモリーのメモリーセルとして用いることです。FeFETは強誘電体の分極反転によりデータを記憶するため、記憶方式の差によって書き込みの電圧がこれまでのNANDフラッシュメモリーの約3分の1になり、書き換え回数は10⁴倍多くなります。セルサイズはこれまでのNANDフラッシュメモリーと同じ4F²で微細化することができます。

私たちはこれまで蓄積したFeFETの作製技術と集積回路化技術を応用して、64kb Fe-NANDフラッシュメモリーアレイを試作しました。その全ビットの消去、書き込み、読み出し動作やブロックレベルで2日間の良好なデータ保持特性の実証に成功し、2011年にプレス発表しました。この研究に必要なマスク設計、プロセス、電気特性の評価はすべて産総研で行いました。半導体メモリーの業界は変化が追く、優勢だった開発チームも突然追い技かれるということがあるので、先行しているうちに特許出願を急ぎ開発を進めなければなりません。

私たちは、FeFETをNANDフラッシュメモリーのメモリーセルとして用いる強誘電体フラッシュメモリーを、データセンターのサーバー用記憶装置に使えると考えています。データセンターは昼夜連続運転で節電も難しく、

近年のデータ量の増加で消費電力は増 大傾向にあり、サーバールームの冷房 にも大きな電力を消費しています。現 在、サーバーで用いられているハード ディスクドライブを従来型NANDフ ラッシュメモリーのソリッド・ステー ト・ドライブ (SSD) に替えると62 %の電力消費量になると言われてい ます。従来型NANDフラッシュメモ リーを強誘電体フラッシュメモリーに 替えると、電力消費量が14%になる という試算があります。将来、この強 誘電体フラッシュメモリーを搭載した SSDがデータセンターの省エネ、発熱 対策に効果を発揮することを期待して います。

社会に役立つオンリーワンへ

一村 オンリーワンとしては確立されていますが、たくさんの人がこの分野に入り込むためには、今後、何が必要になるのでしょうか。

高橋 今はメモリー業界の景気がとても悪いこともあってか、学会でFeFETの成果発表をしても多くの方が様子見だったのですが、NANDフラッシュメモリーセルとして使えますと具体的な分かりやすい応用例を発表したころから、招待講演の依頼や興味を示す企業が増えています。今後の商用化の促進には、1素子の微細化を進めて性能を高めることともにマケットの大きい魅力的な応用例の提案が必要で、これらはどちらか一方だけでは足りないようです。

金山 産総研はいろいろな種類のメモリーを研究していて、基礎的なところから応用に近いところまで全部見える立場です。現在のトレンドは、ビジネス的な影響も受けますが、用途によって必ずしも同じ性能が要求されるわけではなく、バラエティーが出ています

ね。長期的な戦略として、それにどう 応えていくか、とても重要だと思いま す。

一村 メモリーデバイスには動作速度、記録密度、書き換え耐性が要求されますが、どのようなデバイスがどのような特徴をもっているかを皆さんで共有しながら議論してロードマップを作り上げていただくといいですね。

久保田 いろいろなメモリーがあって、それぞれ得手・不得手があると思うので、うまくすみ分けを意識しながら、選択と集中がやっぱり大事ではないかと思います。

高橋 メモリー単体で売ろうと思うと、安い部品として買いたたかれ、日本から開発も離れていく傾向にあると思うのですが、何か付加価値の高い上位の製品と組み合わせて、それと一体で開発できれば、日本が力を発揮できる余地はあると思います。

一村 皆さんに共通する話だと思いますが、オンリーワンとして先行していたときに極限を進めていけばいいのか、すそ野を広げるために別のアクションをとらなければいけないのか、いかがですか。

秋本 トレンドと大分違っていることをやっていて、あまり役に立たないオンリーワンでは先頭を走っていても意味がないと思います。ただし、世の中に流されすぎず、バランスを見ながら進めることが必要です。それには、ほかの研究グループなどで自分にないまなをもっている人とのディスカッションが大事だと思います。前述の伝送システム化においても、私はデバイス専門なので、伝送をシステムで使うグループと協力できたのが大きいです。また企業とも協力し、実用化につなが

るようにしています。

理事長 今日は省エネルギーのお話でしたが、皆さんが海外の学会で発表するときに、研究の成果としてエネルギーセービングはインパクトがありますか。省電力型のいろいろなデバイスやシステムの世界的評価は高まっていますか。

久保田 メモリーは不揮発化による省 エネがとても大きなトレンドになって いますので、省エネは大前提の話に なっていると思いますし、その上でい かにいいものを安く作るかという話だ と思います。発振器はそれに比べる と、少し夢があるというか、こういう 新しい機能ができるということを示し ている位置付けになるかと思います。

一村 そういう意味では、ノーマリー オフコンピューターというコンセプト は世界的にどのくらい広まっているの ですか。

久保田 ノーマリーオフという言葉自体は、産総研の安藤功兒さんが作ったもので、世界的に浸透してきていると思っています。

一村 ノーマリーオフも光パスネット ワークも産総研発の新しい言葉として コンセプトを広げていけるといいです ね。FeRAMでそれに近い言葉はない ですか、コンセプトとして。 高橋 個人的には、新しい言葉で認知 されるのではなく、ふと気づいたら手 元の商品に入っているというのを目指 したいと思っていますが。

一村 お話の中に「それでもこだわった人々」という言葉がありましたね。 高橋さんも「それでもこだわった 人々」の一人なので、新しいキーワードを出してたくさんの人が集まってくるといいなと思いますね。

理事長 皆さんがとても熱心に、しかも特徴のある研究をしておられるので、ついつい引き込まれるように聞かせてもらいました。ただ、最後にモノにすることが大事なので、競合に打ち勝つ、あるいは協力するなどアプローチがいろいろあると思いますが、簡単にへこたれないということと、大きく実らすためには考え方を少し変えて選択をするという方法もあるかもしれない。厳しい状況の中でも、皆さんは自分の研究のいいところをどんどん主張してほしい。

企業は、時としてタイムスパンの短い範囲の経済合理主義で判断することもありますが、産総研のような公的研究機関は5年、10年のスパンで考えてチャレンジしてほしいですね。昨日まではとても苦しかったけれどもにわかに重要性を増したという例もたくさんありますから、ぜひ、いい研究を続けていただきたいと思います。

国内だけでなく 国際的な視野で捉えた 知財戦略と学術戦略で 競合に打ち勝つ。

野間口 有 のまくち たもつ



高周波スピントロニクスデバイスの開発に向けた本格研究

スピントロニクス素子を用いたナノメートル サイズの超小型マイクロ波発振・検波器の開発

新しい超小型高周波素子の研究開発

発振器、検波器などの高周波素子は、 テレビ、携帯電話などの通信機器の基本的な部品として日常生活においても 広く使われています。最近のワイヤレ スネットワークの急速な普及にもみら れるように、高周波素子の重要性はま すます高まっています。

これまでの高周波素子の発展はほとんどが半導体素子によるものでした。しかし、最近半導体を使わない金属磁性体からなるスピントロニクス素子で数 GHz の高周波の発振や検波が実現されました。スピントロニクス素子は、シンプルな構造で100 nm程度とサイズがとても小さいこと、半導体素子で必要な共振回路は不要であることなどから、これまでにない超小型の発振・検波器が実現できると期待され大きな注目を集めています。

スピントロニクス素子における高周 波現象は、2003年にコーネル大学の グループにより発振現象が、ついで 2005年に産総研・大阪大学・キヤノ ンアネルバの共同研究グループにより 検波現象が発見されました。それまで、 スピントロニクス素子は主に磁界セン サーや不揮発メモリー素子などへの応 用の観点から研究されていたため、高 周波素子としての機能性が示されたこ とは大きな驚きをもって高く評価され

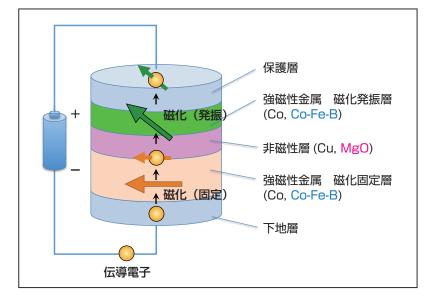


図 1 磁気抵抗素子の構造 結晶性 MgO を用いた磁気抵抗素子は、産総研が開発した。

ました。

スピントロニクス素子の高機能化を 実現する原理

スピントロニクス素子の代表的素子である磁気抵抗素子は図1に示す構造をしています。基本的には下地層/強磁性金属(磁化固定層)/非磁性層/強磁性金属(磁化発振層)/保護層の5層構造です。微細加工技術を用いて、微小素子(直径100 nmの円筒形)に形成します。形成した素子に電流を流すと、下側から進入した電子が磁化固定層の強磁性金属を通過する時に電子のもつスピンが磁化固定層の磁化の方

向にそろいます。ついで、非磁性層を 通過し、磁化発振層の強磁性金属に進 入すると、今度はその磁化の方向にそ ろいます。磁化発振層を通過する前後 で、伝導電子のスピンの方向が変化し ています。この変化分がスピントルク となって、磁化発振層の強磁性金属の 磁化の回転運動を引き起こします。

磁気抵抗素子に図2(a)に示すよ うに高周波信号を入力すると、検波が おこります。特異な点は、特定の周波 数の時に大きな検波出力が得られるこ とです。これは半導体素子には無い大 きな特徴です。この周波数は強磁性体 の強磁性共鳴周波数と関係していま す。強磁性共鳴の周波数に近い入力信 号では、小さなスピントルクでも磁化 発振層の磁化が大きく回転運動するた め大きな検波信号が得られます。一方、 磁気抵抗素子に図2(b) に示すよう に直流電流を流すと、連続的な回転運 動が生まれます。この周波数も検波と 同様に強磁性共鳴の周波数です。この ように、磁気抵抗素子は、使い方によっ て検波素子にも発振素子にもなる高機 能素子です。



2004年入所 大学院生のころに始まったスピントロニクスの研究とともに歩み、気がついたら20年以上がたってしまいました。その間、ハードディスク、磁界センサーなどスピントロニクスに基づく製品が広く普及し一般社会に役立っていることはとてもうれしく思っています。ナノスピントロニクス研究センターは設立3年目のまだ小さなユニットですが、若手とベテランが一緒になって基礎研究、実用化研究に取り組み、活気に満ちあふれています。私も、スピントロニクス高周波素子をセンサーや通信デバイスとして実用化することを目標に毎日楽しく研究に励んでいます。

久保田 均(くぼた ひとし) hit-kubota@aist.go.jp ナノスピントロニクス研究センター 金属スピントロニクスチーム 研究チーム長(つくばセンター)

高機能な素子の開発と実用化

以上のように磁気抵抗素子は優れた 高周波機能をもちますが、素子の実用 化には大きな出力信号が不可欠です。 しかし、最初の発振現象の報告や産総 研による検波現象の報告では、いずれ も出力信号が小さいことが問題でし た。そこで産総研を中心とする共同研 究グループでは、検波出力、発振出力 の増大を目指して研究を行ってきまし た。発振出力信号を大きくするには、 磁気抵抗効果の大きい磁気抵抗素子を 用いなければなりません。しかし、最 初の報告で用いられていた素子は、磁 気抵抗効果の小さな (~1%) 金属系 GMR素子でした。そこで、産総研グ ループでは、産総研オリジナルの結晶 性酸化マグネシウム (MgO) トンネ ルバリアをもつ強磁性トンネル接合を 用いることにしました。磁化固定層に 厚いCoFeB強磁性金属、磁化発振層 に薄いCoFeB強磁性金属、非磁性層 には1 nm程度ととても薄いMgOを 用いました。こうすることで磁気抵抗 効果が大きくなり (>100%)、発振出 力は当初に比べ3桁以上大きくなりま した。さらに素子形状を工夫すること で、発振周波数の制御にも成功し、現 在世界で最も性能の高い素子を開発す

ることができました。検波素子においても同様に当初の検波感度を約4桁大きくすることに成功し、世界で最も高い検波感度を得ています。

このような高い機能性をもったスピントロニクス高周波素子を産業に応用するため、ナノスピントロニクス研究センターでは産学官の共同開発を開始しています。図3には、今後応用が見込まれるデバイスとその効果を示しました。いずれも、スピントロニクス高

周波素子の特徴である小さく、シンプルな構造を活かしたデバイスであり、これまでの半導体素子では難しい応用です。このように、小型省エネデバイスのキーコンポーネントとしてスピントロニクス高周波素子は期待されています。今後も基礎、応用の両観点から研究を進め、デバイスの実用化につなげていきたいと考えています。

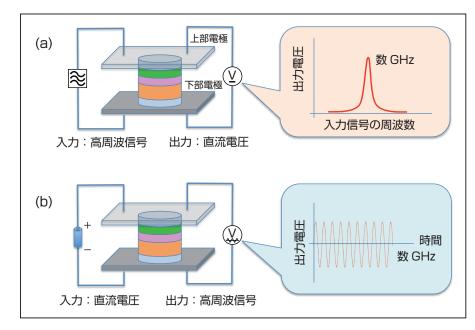


図2 磁気抵抗素子の発振・検波の原理

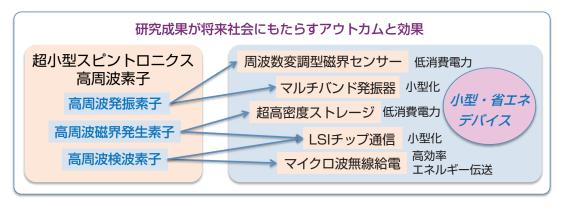


図3 産業への応用が見込まれるデバイスとその効果

サブバンド間遷移超高速光スイッチにおける本格研究

半導体中の超高速物理現象を光デバイスへ 具現化する

はじめに

近年のインターネットの普及に 伴って情報通信量が急増しており、 大容量・高速通信が可能な光ネット ワークの構築が急務となっています。 超高速光スイッチなどの機能を半導 体素子上に集積化した実用的な小型 超高速光送受信器が実現されれば、 高精細動画像などの大容量情報をリ アルタイムで送受信することが必要 な各種のサービスが可能になると期 待できます。超高精細動画像を遅延 なく送受信するには、160 Gbps以上 の超高速での信号の送受信が求めら れます。このような超高速の信号は、 光信号を電気信号に変換して信号処 理を行い、再び光信号に戻すといっ たこれまで行われてきた処理では対 応できません。光信号を電気信号に 変換せずに光信号のまま処理する必 要があります。

これまで、図1に示す超高速光ネットワークのキーデバイスとなる小型超高速光送受信器の実現を目指して、半導体量子井戸中のサブバンド間遷移(Intersubband Transition: ISBT)を利用した、光を光で制御する超高速光スイッチの研究を行ってきました。サブバンド間の電子緩和時間は、サブピコ秒から数ピコ秒と非常に短く、これを利用して超高速で動作す

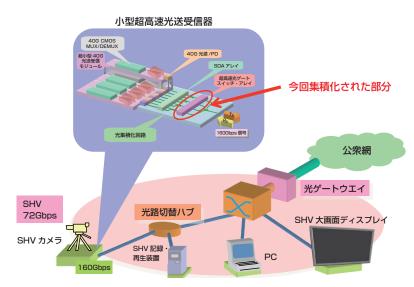


図 1 超高速光送受信装置を用いた光ネットワークの概念図

る光スイッチが実現できると考え研究を進めてきました。

基本となった要素技術

基本となった第一の要素は、効率よく光スイッチ動作を行う原理となる、光で別の光の位相を超高速に変化させることが可能な全光位相変調という現象です^[1]。スイッチの効率を上げるために、この全光位相変調の発生メカニズムを明らかにしました。ある光でISBTを生じさせると、バンド間遷移の屈折率分散が変化して、別の光の位相を変調することができるというメカニズムです^[2]。

第二の要素は、超薄膜量子井戸の成 長技術です^[3]。ISBT を利用した光デバ イスを光通信波長帯で動作させるため には、光通信用の光 (通常は1.55 µm 近辺)を用いて、ISBTを生じさせる ことが必要となります。通常の光通信 で使う半導体の組み合わせでは、量 子井戸の深さが十分でないので、量子 井戸の深さを十分に深くできる材料と して、アンチモン系のⅢ-V族材料を 用いた量子井戸を採用しました。全光 位相変調効果を最大限に発揮するため には、半導体の価電子から伝導帯への 電子の遷移となるバンド遷移の効果も 利用しなければなりません。つまり ISBTとバンド間遷移の遷移波長が両 方とも光通信波長帯付近になるような 量子井戸構造を実現することが、鍵と なります。通常の光通信用デバイスが バンド間遷移しか利用していないのに 比較して、これはかなりユニークかつ チャレンジングなデバイス動作原理と いえます。

現象のメカニズム解明と、結晶成長 の技術とを合わせて、実用的な性能を もった超高速光スイッチを実現するめ



1994年旧工業技術院電子技術総合研究所入所以来、半導体量子構造における超高速現象やその光デバイス応用に関する研究に従事してきました。今後はこの産総研発のオリジナルな技術をさらに発展させて、さらに高機能・信頼性の高いデバイスの開発を行いたいと考えています。これにより将来の光ネットワークシステムの低消費電力・大容量化に貢献していきたいと思います。

秋本 良一(あきもと りょういち) r-akimoto@aist.go.jp ネットワークフォトニクス研究センター 超高速光デバイス研究チーム 主任研究員(つくばセンター)



どが立ちました。

技術の蓄積とサブバンド間遷移の応用

この研究はもともと経済産業省・産 業科学技術研究開発制度「フェムト 秒テクノロジーの研究開発 | (1995年 度~2004年度)の中で始まりました。 研究開始当初は、ある光で別の光の強 度を変化させるために、ISBTの光吸 収強度を光で減少させる吸収飽和とい う現象を使って光スイッチを実現しよ うとしてきました。III-V、II-VI、窒 化物系材料の量子井戸で光通信波長帯 ISBTが実現されました。期待したと おり、サブバンド間の電子の高速緩和 の特徴を活かした超高速の性能を実証 できましたが、スイッチの消光比に関 しては実用上十分な性能を得ることが できませんでした。しかし、この間い ろいろな試みの過程で、結晶成長技術、 光集積回路の基礎となる光導波路の加 工技術、超短パルスによる物性計測技 術を蓄積し、またISBTの物理現象の 理解を深めていきました。

集積型超高速光スイッチの開発

将来的に高精細動画像の代表とさ れるスーパーハイビジョン (Super High Vision: SHV) 信号を送受信 できる小型光送受信装置の開発を、 NEDOプロジェクト「次世代高効率 ネットワークデバイス技術開発」(2007 年度~2011年度)の中で行いました。 図1は超高速光送受信装置を放送局舎 内で運用するときの光LANの概念図 を示しています。各種放送機器に小型 光送受信装置を装着し、SHV映像の 送受信が可能になるシステムを実現す ることを目指してきました。時間軸上 で多重化された高速の光信号を、小型 光送受信装置を用いて生成・分離する ためには、装置に組み込みが可能な小 型の超高速光スイッチが必要となりま す。

この目的のために、半導体の微細加

工技術によりISBTによる全光位相変 調効果をもつ光導波路と干渉計を構成 する光回路をリン化インジウム基板上 に集積化した超高速光スイッチ素子を 実現しました4。以前に開発した空間 光学系の光ゲートスイッチモジュー ルの干渉計部の面積(10 cm²)に比べ て1/3000以下に小型化した素子を実 現できました (図2上)。図2下に示 したのは、160 Gbpsの光時分割多重 信号(40 Gbpsを4チャンネル時間多 重している信号)から1チャンネル分 の40 Gbps信号を取り出す多重分離動 作を行った実験結果です。出力信号の 波形から、0と1の識別は十分にでき、 光スイッチ動作が実現されていること が確認できます。この集積型超高速 光スイッチ素子を用いて、2012年5月 のNHK放送技術研究所公開において、 実際にSHV映像を伝送するデモ実験 に成功しています。

研究成果が将来にもたらす効果

超高速光ゲートスイッチなどの機能を半導体素子上に集積化した実用的な小型超高速光送受信器が実現されれば、高精細動画像などの大容量情報をリアルタイムで送受信することが必要な遠隔医療やテレビ会議などのサービスが可能となるものと期待できます。

参考文献

- [1] H. Tsuchida *et al.*: *Opt. Lett.* 32, 751 (2007).
- [2] G. W. Cong et al.: Phys. Rev. B78, 075308 (2008).
- [3] S. Gozu *et al.*: *Appl. Phys. Experss* 2, 042201 (2009).
- [4] R. Akimoto *et al.*: Optics Express 19, 13386 (2011).
- [5] http://www.nhk.or.jp/strl/open2012/ html/tenji/020.html

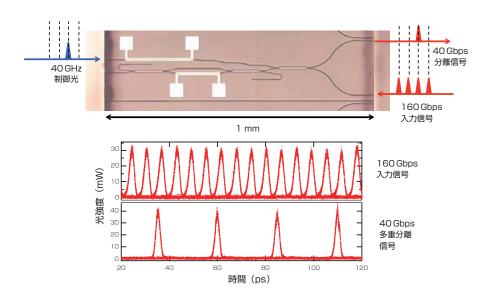


図2 集積技術により小型化された全半導体光ゲートスイッチ素子の写真(上)と160 Gbps 光分割多重入力信号と多重分離された40 Gbps 信号(下)

強誘電体フラッシュメモリー実用化に向けた本格研究

古くて新しい強誘電体不揮発メモリーの研究

FeFET の研究

私たちは長年、強誘電体を用いた 不揮発メモリー素子の一種である強 誘電体ゲート電界効果トランジスタ (FeFET) の研究開発に取り組んでき ました。FeFET はゲート絶縁体の一 部に強誘電体の層を含む電界効果トラ ンジスタ(FET)で、FETの比例縮 小則に沿った微細化と高集積化が可能 です。FeFETのデータ書き換え時に はゲート絶縁体に電圧を与えてしきい 値を変化させます。電源を切ってもそ の状態は失われません。最近流行の抵 抗変化型や相変化型、磁気抵抗型など ほかの新規不揮発メモリーが電流書き 込み方式であるのと比べ、電圧書き込 み方式のFeFETの消費電力は極端に 少ないことが特徴です。

強誘電体を用いた不揮発メモリーの原理提唱は1963年にさかのぼりますが、初めて商用化されたのは1993年の米国ラムトロン社によるF(e)RAM(FRAMは米国ラムトロン社の登録商標)です。1メモリーセルが制御トランジスタと強誘電体キャパシタから成り、素子構造も動作原理もFeFETとは全く異なるものです。FeRAMのメモリーセルの強誘電体キャパシタには一定量以上の電荷をためる面積が必要なため、メモリーセルの微細化は難しく大容量化には不向き

ですが、高速動作・高書き換え耐性・ 低消費電力に優れる点を活かした小容 量メモリー向け市場をすでに獲得し、 現在身近なところでは公共交通機関の 乗車券などの非接触型ICカードに搭 載されています。

一方のFeFETでは、原理的に優れ ていることが期待されていたため多く の研究者らが幾通りも実験を試しまし たがなかなかうまくいきませんでし た。FeFETのゲート積層構造中の各 層間の界面を良好に保つ方法を探せな かったことが主な理由です。ようやく 2002年に産総研の酒井滋樹氏(現招 聘研究員)によって、金属-強誘電体-絶縁体-半導体のタイプのゲート積層 構造をもつFeFET (図1) において これまでになく長時間安定な記憶保持 特性を示す適切な材料の組み合わせと 素子の作製方法が初めて見いだされま した(2002年10月24日産総研プレス 発表)。私は2003年から酒井氏の研究 に加わりました。当時はまだこの成果 を疑う声が大半でしたが、さまざまな 作製条件による多数のFeFETのデー タを産総研が学会に発信し続けたこと で、最近は懐疑的な意見をもつ人も少 数派になりました。常識を覆す実験結 果を信用してもらうにはチャンピオン データを単発で見せるだけは駄目で、 前後の作製条件で得た多数の実験結果

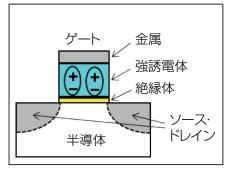
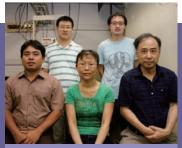


図 1 金属 - 強誘電体 - 絶縁体 - 半導体ゲート 積層構造の FeFET

との整合性やデータの再現性も示す必要があります。このような実験研究は時間も手間もかかる反面、論文数を稼げない地味な仕事ですが、産業応用のために避けられないことです。

FeFET の産業応用の模索

2002年以降、私たちはFeFETの微 細化と集積回路応用の研究に重点を移 しました。2004年、自己整合ゲート 方式によるFeFETの作製に成功し、 その長期間安定な保持特性を示しまし た(2004年12月15日産総研プレス発 表)。その後、ほかのポスドク研究員 らも加わり、作製条件の調整と実験 結果の確認の実験を繰り返しました。 2005年から相補型 (CMOS型) 回路 構成による FeFET の不揮発ロジック の研究を始めました。パスゲートを 用いた不揮発ロジックはほかにも報 告がありますが、CMOS型の回路を そのまま不揮発にできるというのは FeFETならではの特徴です。既存の 設計資産の活用により回路の再設計や 検証の手間が減ると期待されます。こ の研究を通して、同一のシリコン基板 上でn、p両チャネル型のFeFETを集 積回路化する産総研独自の技術が確立 されました。この頃、FeFETの今後 の開発の方向性について外部の意見を



Fe-NAND 開発メンバー(前列右から酒 井滋樹招聘研究員、高橋主任研究員、Le Hai Van 研究員、後列右から Zhang Wei 研究員、Zhang Xizhen 研究員)

大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程を2003年3月に修了し4月から学術振興会特別研究員として産総研で働き始めました。2005年4月から5年間の産総研任期付研究員の期間を経て、2010年4月から任期の定めのない研究員として採用され今に至ります。この間ずっと、強誘電体ゲート電界効果トランジスタ関連の研究に従事しています。

高橋 光恵(たかはし みつえ)前列中央 mitsue-takahashi@aist.go.jp ナノエレクトロニクス研究部門 新材料・機能インテグレーショングループ 主任研究員(つくばセンター) 求め、低消費電力集積回路の研究者で産学連携にも取り組まれている東京大学の桜井貴康教授のもとを何度か訪ね議論しました。その席で竹内健現中央大学教授と会い、間もなく共同でFeFETをメモリーセルとするNAND型フラッシュメモリー(Fe-NAND)の開発を始めました。

Fe-NAND フラッシュメモリーの開発

2008年にFe-NAND開発の開始を 公表すると(2008年5月19日産総研 プレス発表)、その潜在市場の大きさ のため大きな反響がありました。Fe-NANDはこれまでのNAND型フラッ シュメモリー(従来NAND)と比べ て、高集積性は同等、データ書き換 え回数は1万倍以上、書き込み電圧は 約1/3です。大容量ストレージにした 場合、メモリーセル1個あたりの書き 込みに要する消費電力がとても少なく なるため、一度に書き込むメモリーセ

ル数を増やしてアクセスを高速化でき ます。また、データ書き込み電圧が少 ない分、その電圧を発生させるチャー ジポンプ回路の負荷を減らして電源電 圧を下げることができ、試算では電 源電圧1.0 Vで消費電力は従来NAND 比86 %減が可能です。私たちは実際 に64 kbのFe-NANDフラッシュメモ リーセルアレイを試作して(図2)全 セルの測定評価に成功し、2011年に これを発表しました(2011年9月28 日産総研プレス発表)。一方でFeFET 微細化の研究も着実に進め、ゲート長 260 nm の FeFET でデータ書き換え 回数1億回以上、データ保持時間は外 挿10年間の性能を得ることに成功し、 2011年に国際学会で発表しました。

省エネと利便性を両立できる社会に貢献

近年、クラウドサービスの普及など で情報処理量が急増するデータセン ターでは、消費電力増大と発熱が大き

な社会問題となっています。解決策の 一つとして、データセンターサーバー のハードディスクドライブ (HDD) を低消費電力なソリッド・ステート・ ドライブ (SSD) に置き換えて大幅な 省エネを図ることが挙げられますが、 SSDの記憶媒体である従来NANDの データの書き換え回数の制約が大き な障壁です。書き換え耐性の高いFe-NANDによるSSDだと、データセン ターサーバーのHDDの置き換えがで きます (図3)。その場合の消費電力 削減効果は9割以上と見込まれます。 省エネの社会的要請と情報化社会の利 便性の追求に同時に応えられる技術の 一つとして、この研究成果の早期実用 化を目指したいと考えています。

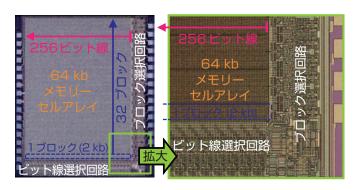


図 2 64kb Fe-NAND 試作チップの全体写真(左)と右下隅の拡大写真(右)

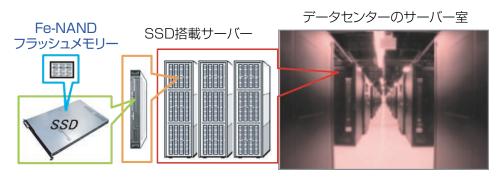


図3 データセンターサーバーへ導入される Fe-NAND (予想図)

廃プリント基板から電子素子を種類別に回収

レアメタルリサイクルを実現する高精度選別機



大木 達也 おおき たつや t-oki@aist.go.jp

環境管理技術研究部門 リサイクル基盤技術研究グループ 研究グループ長 (つくばセンター)

都市鉱山や深海底鉱物資源な ど、わが国の未利用・難処理 資源開発を実現する物理選別 技術を開発しています。特に 都市鉱山では、手作業の機械 化 (イージーセンシング)、操 業の自動制御化 (スマートオペ レーション) が急務であり、わ が国リサイクル技術研究開発 の拠点となるべく整備を進め ています。また、これらの情 報を最適なリサイクル設計に 反映させ、将来の戦略的都市 鉱山を創生する産総研ビジョ ンの構築を目指しています。

関連情報:

ライセンス契約先

日本エリーズマグネチック ス株式会社

プレス発表

2012年5月17日 「廃プ リント基板からタンタルコンデンサーなどの電子素子 を種類別に回収」

レアメタル回収における課題

プリント基板には多くのレアメタルが含まれ ていますが、銅や貴金属を製錬所で処理する通 常のリサイクル方法ではレアメタルの多くは回 収できません。プリント基板から電子素子を 剥離する技術は、近年、おおむね確立されつつ あります。しかし、剥離された状態では、さま ざまな電子素子が混合しているため、多種類の レアメタルが低濃度で混在しており、効率よく リサイクルできません。そのため、電子素子の 混合物から、タンタルなどの重要なレアメタル を含む素子だけを選別・回収する技術の開発が 切望されていました。

傾斜弱磁力磁選機と複管式気流選別機

そこで、電子素子の混合物から電子素子を種 類別に回収する選別システムを開発しました。 このシステムは、サブの「傾斜弱磁力磁選機」と、 メインの「複管式気流選別機」の二つの新しい物 理選別装置を組み合わせた技術で、タンタルコ ンデンサーをはじめとする電子素子を種類別に 高純度で自動回収できます。

傾斜弱磁力磁選機は、粗選用に開発したコン パクトなハイブリッド選別機です (図1)。電子 素子の混合物が傾斜したコンベヤーのベルト上 に投入されると、円筒形のアルミ電解コンデン サーだけが選択的に傾斜コンベヤーのベルト上 を転がって回収されます。一方、長方形の他の 電子素子類のうち、鉄を多く含む水晶振動子や コイルの鉄芯などはその後に磁着回収され、最 終的にICやタンタルコンデンサーなどが非磁着 物として回収され気流選別工程に送られます。

複管式気流選別機は、管内に一定風速で上昇 する気流を発生させ、その気流によって浮上す る低比重粒子と落下する高比重粒子を選別する 装置です(図2)。通常は管の中心部の風速が周 辺部より速く選別精度が低下しますが、初めて 平滑な風速分布とすることに成功し、選別精度 が飛躍的に向上しました。また、風速の異なる 二つの管(カラム)から構成され、高風速の第1 カラムで高比重粒子を落下回収した後、第1カ ラムの排気をそのまま第2カラムに吸気して、 中間粒子、低比重粒子を浮沈分離します。また、 独自に構築した数十万個の電子素子に対する選 別挙動データベースに基づき、最適選別条件で 自動運転することができます。

今後の予定

今回開発した両選別機を含むタンタルコンデ ンサー回収プラントは、2012年度中に商業稼働 する予定です。また、「スマートオペレーション」 と名付けた、選別を自動制御化する技術開発は、 ほかの選別についても展開中です。

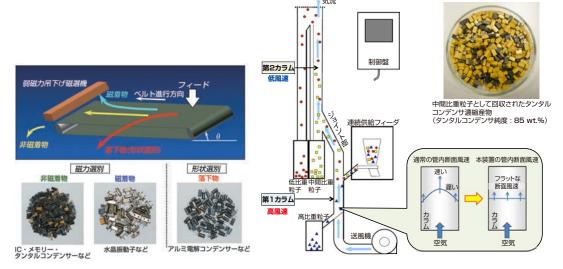


図 1 傾斜弱磁力磁選機の機構と選別試験結果 の例

図2 複管式気流選別機の概要

害虫に殺虫剤抵抗性を持たせる共生細菌

殺虫剤抵抗性は害虫自身の遺伝子で決まるという常識を覆す



菊池 義智 きくち よしとも y-kikuchi@aist.go.jp

生物プロセス研究部門 環境生物機能開発研究グループ 研究員 (北海道センター)

動物の腸内にはさまざまな微生物が生息し、複雑な宿主ー微生物間相互作用がみられば、昆虫では殺虫剤抵抗性に、足りでは肥満などに大きくした。私は主に農業害虫を対象として、腸内微生物の種構成、機能と役割、そして微生物が腸内に定着する分子機構を解明し、これを制御することを目指しています。

関連情報:

共同研究者

早津 雅仁、多胡 香奈子(農業環境技術研究所)、永山 敦士(沖縄県農業研究センター)、深津 武馬(産総研)

参考文献

Y. Kikuchi et al.: Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 109(22), 8618-8622 (2012).

プレス発表

2012年4月24日「害虫 に殺虫剤抵抗性を持たせる 共生細菌を発見」

この研究開発は、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター「イバーション創出基礎的研究推進事業(BRAIN)」の支援を受けて行っています。

殺虫剤抵抗性の問題

近年、気候変動や人口増加による世界的な食糧難が懸念される中、環境負荷や残留農薬の問題はあるものの、食料の安定供給のために殺虫剤の重要性はますます高まっています。一方で、単一の殺虫剤を連続使用すると、しばしば殺虫剤に抵抗性を示す害虫が出現することが古くから知られていました。このような殺虫剤抵抗性は、昆虫自身の遺伝子で規定される性質であると考えるのがこれまでの常識でした。一方で、多くの害虫がその体内に共生細菌を保有していることから、共生細菌が宿主害虫の殺虫剤抵抗性に影響を及ぼす可能性が指摘されていたものの、これまで実証されていませんでした。

共生細菌と殺虫剤抵抗性の関係

フェニトロチオンは世界中で広く使われている殺虫剤の一つで、有機リン系化合物です。これまでに、さまざまな土壌細菌がフェニトロチオンを分解して炭素源として利用できることが報告されてきました。フェニトロチオン分解菌は農耕地の土壌中に低頻度で存在していますが、フェニトロチオンの連続散布によりその密度が増加します。

大豆の害虫であるホソヘリカメムシ(図1)の 共生細菌(バークホルデリア)は環境土壌中に普 通に生息しており、幼虫が成長過程で経口的に 取り込むことによって、毎世代新たに共生関係 が成立します。いくつかの地域の農耕地の土壌 フェニトロチオンを分解する菌株が含まれていました。
これらのフェニトロチオン分解性バークホルデリア(フェニトロチオン分解菌)とフェニトロチオンを分解できないバークホルデリア(非分解菌)をそれぞれホソヘリカメムシに感染させて、宿主への影響を比較しました。その結果、フェニトロチオン分解菌に感染したホソヘリカメムシの間で、共生細菌の定着率、宿主の生存率、成

やそこに生息するカメムシ類からバークホルデ

リアの分離・同定を行ったところ、土壌から分

離されたバークホルデリアの中にわずかながら

に感染したホソヘリカメムシでは、非分解菌に 感染したホソヘリカメムシに比べて、フェニト ロチオンへの抵抗性が大幅に増大していました (図2)。これらの結果は、共生細菌の感染によっ

て宿主カメムシが殺虫剤抵抗性を獲得したこと

長速度、体のサイズなどに有意な違いはみられ

ませんでした。しかしフェニトロチオン分解菌

今後の予定

なくなる。

を明確に示しています。

今後は、この殺虫剤分解性バークホルデリアの全ゲノム解読を進めるとともに、バークホルデリア感染前後の宿主害虫の発現遺伝子変化を次世代シーケンサーにより網羅的に解析する予定です。



図 1 大豆の害虫ホソヘリカメムシ

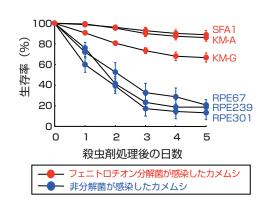
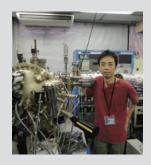


図2 フェニトロチオン処理した場合のホソヘリカメムシの生存率 フェニトロチオン分解菌を感染させるとほとんど死な

室温でゲルマニウムにスピン情報を入力

超省電力トランジスタ実現へ道を拓く



齋藤 秀和

さいとう ひでかず h-saitoh@aist.go.jp

ナノスピントロニクス研究センター

半導体スピントロニクスチーム 研究チーム長 (つくばセンター)

2000年4月旧工業技術院電子技術総合研究所入所。 2010年4月より現職。半導体スピントロニクス素子の実用化を目指します。

関連情報:

共同研究者

揖場 聡、Aurélie Spiesser、 渡邊 克、Ron Jansen、湯 浅 新治、安藤 功兒(産総研)

参考文献

[1] H. Saito et al.: Solid State Communications, 151, 1159 (2011).

[2] S. lba et al.: Applied Physics Express, 5, 053004 (2012).

用語説明

*キャリア移動度:半導体中における電気伝導の担い 手であるキャリア(電荷または正孔)の移動速度を表 ち指数。この値が大きいほ ど、素子の高速動作が可能 になる。

**ハンル効果:半導体などの 非磁性体中に入力されたスピンの向きが外部から印加された 磁界の影響を受けて回転し、電 気抵抗などに影響を与える現象。この効果を調べることによ り半導体へのスピン入力の有 無を判断することができる。

プレス発表

2012年5月8日「室温で半導体ゲルマニウムに電子スピン情報を入力」

この研究開発は、独立行政法人日本学術振興会「最先端・次世代研究開発支援プログラム」の支援を受けて行っています。

スピントランジスタへの期待

現在のコンピューターの主要半導体メモリーは、電源を切ると情報が失われる揮発性メモリーで構成されていますが、これを不揮発性メモリーで置き換えることができれば消費電力を大幅に抑制できます。このため、磁性体がもつ電子スピン情報(電気を切っても情報は失われない)を半導体中に入力して演算に利用する、スピントランジスタと呼ばれる超省電力のトランジスタの実現が期待されています。

p型ゲルマニウムはシリコンの4倍を超える キャリア移動度*をもち、高速動作できる次世 代トランジスタ材料として注目されています。 このp型ゲルマニウムに磁性体からのスピン情 報を効率良く入力できれば、高速で超省電力な トランジスタが実現できると期待されます。

室温での電子スピン入力

これまでp型ゲルマニウムへのスピン情報の入力は-180 ℃以下の極低温に限られていましたが[□]、スピン入力源となる強磁性体とゲルマニウム間の接合品位を向上することで室温での入力が十分可能と考え、その実証実験に取り組みました。

図1に実験に用いた素子構造を示します。素 子はp型ゲルマニウム基板上に厚さ約2 nmの酸 化マグネシウムと鉄を積層したスピン入力用磁 性電極から構成されます。この素子に電流を流すことにより、鉄からのスピン情報がゲルマニウム中へ入力されます。ゲルマニウム中の電子スピン情報の有無は、ハンル効果**と呼ばれる現象を利用して調べることができます。ゲルマニウム中に電子スピンが存在する場合、磁性電極面に対して垂直方向に弱い磁界を印加すると、磁性電極の磁化の向きを変えずにゲルマニウム中の電子スピンの向きが変わります。この様子は、電極とゲルマニウム基板間の電圧を測定することでわかります。

図2に室温における測定結果を示します^[2]。 電圧は印加磁場に対してローレンツ型の分布を していますが、これがハンル効果に特有の現象 です。観測されたハンル信号から、室温でのp 型ゲルマニウム中のスピン拡散長を見積もった ところ、理論的な予想値より数桁長く、スピン トランジスタへの応用に必要な長さ(50 nm程 度)より十分に長い80 nm以上あることが判明 しました。これは、p型ゲルマニウムを用いた スピントランジスタの実現が十分に可能である ことを示しています。

今後の予定

今後は、さらに電子スピン入力の高効率化に 取り組み、ゲルマニウムを用いたスピントラン ジスタの実現を目指します。

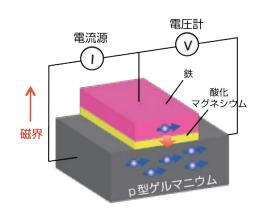


図 1 半導体ゲルマニウムへのスピン入力を観測するための素子の模式図

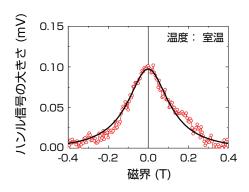


図2 室温におけるゲルマニウムからのスピン信号(赤丸)

赤外線サーモグラフィによる温度計測システム

表面の熱放射パターンを捉えて放射率をその場補正する

国際公開番号 WO2012/081512 (国際公開日:2012.6.21)

研究ユニット:

計測標準研究部門

適用分野:

- ●電子デバイス・モジュール 発熱モニター
- ●各種ものづくり現場での 非接触温度モニター

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、知的財産部技術移転室までご遠慮なくご相談下さい。

知的財産部技術移転室

〒 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
F-mail: aist-tlo-ml@aist.go.ip

目的と効果

近年、赤外線サーモグラフィ(赤外線熱画像 装置)の普及に伴い、これを非接触の温度計測 装置として用いるケースが増えています。しか し、熱放射を捉えて表面温度を測定する場合、 対象表面の放射率により熱放射光の強さは変わ るため、放射率がわからないと正しい温度を求 めることができません。例えば、電子回路を観 測した場合、同じ温度でも金属配線部分は見か け上温度が低く、基板部分は温度が高く見えて しまいます。この発明では、放射率の違いによ る見かけの温度分布パターンを積極的に利用す ることにより、対象表面の放射率に依存しない で(その場補正して)正しく表面温度を測定す ることが可能となりました。

技術の概要

この発明では、図1に示すように、補助赤外 光源を用い、測定する対象からの熱放射光に補 助赤外光源の反射光を重ね合わせてサーモグラ フィで捉えます。補助光源としては面状の熱源 や赤外光を照射した拡散反射面を用います。補 助光源が無い時、または、暗い時には、サーモ グラフィで測定される放射率の低い金属面の見 かけの温度は低くなります(図2(a))。補助 光源を明るくしていくと金属面は明るさを増し 見かけの温度が高く上昇します。一方、放射率が高くもともと見かけの温度が高い部分は光源を明るくしても少ししか見かけの温度は上昇しません。補助光源がある明るさで、両者の見かけの温度が等しくなり、赤外線サーモグラフィで捉えた画像のパターンが消失し、一様になります(図2(b))。この時の温度が正しい温度に一致します。

発明者からのメッセージ

熱放射光を捉えて非接触で温度を求める放射温度計測にとって放射率の推定は永遠の課題で、赤外線サーモグラフィにより測定が2次元化されてもこの課題は変わりません。この発明は2次元の熱画像情報を積極的に活用してこの課題に新たな解法を与えました。低価格化により普及が進む赤外線サーモグラフィは広く産業現場の温度測定ニーズに応える可能性を持っており、温度測定装置としての信頼性向上に寄与することが期待できます。

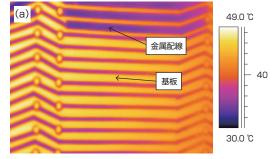




図2 プリント基板温度測定へ適用した時の熱画像例 補助赤外光源の明るさを変え、パターンが消失した時 の測定温度が正しい温度である。

- (a) 補助赤外光源を点灯する前の状態
- (b) 補助赤外光源を点灯し、パターンが消失した状態

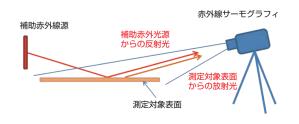


図 1 測定対象表面からの熱放射光に補助赤外光源からの反射光を重ね合わせて赤外線サーモグラフィで捉える。

血液から作るヒトiPS細胞

安全性の高いiPS細胞を誰でも容易に作製できる技術

国際公開番号 WO2012/063817 (国際公開日: 2012.5.18)

●関連特許

登録済み: 国内1件 公開中 : 国内1件

研究ユニット:

幹細胞工学研究センター

適用分野:

- ●再生医療の基盤技術
- ●創薬支援に使用するヒト 組織細胞の生産
- 難治疾患の治療法の開発 モデル

目的と効果

さまざまな細胞に分化可能な人工多能性幹細胞 (iPS細胞) は、再生医療や創薬支援技術の分野で、大きな注目を集めています。iPS細胞は、ヒトの体から採取した細胞に複数の遺伝子を導入して発生初期の性質に戻す(この過程を初期化と呼びます)方法で作製しますが、iPS細胞の品質や安全性を担保するためには初期化に使った遺伝子を細胞内に残さないことが重要です。産総研では、独自に開発した遺伝子導入・発現技術を使って、血液の中にある白血球の一種である単球から、安全性の高いiPS細胞を樹立することに成功しました。

技術の概要

現在、ほとんどのiPS細胞は、手術で切除した皮膚の細胞から作られています。しかし、実用化のためには、傷を残さずに採取できる血液からiPS細胞を作る技術が望まれます。白血球の一種である単球は、皮膚の細胞と同じ遺伝情報をもっているためiPS細胞の素材として優れて

いることは知られていましたが、初期化が難しく 実用化は無理だとされてきました。しかし、産総 研のオリジナル技術「持続発現型 RNA(SeVdp) ベクター」を使えば単球に効率よく遺伝子を導入 して発現できることがわかり、4個の初期化遺伝 子を同時に搭載した SeVdp-iPS ベクターを使っ て、単球から安全性の高い iPS 細胞を効率よく 作製できるようになりました(図)。

発明者からのメッセージ

単球は、理論的には再生医療の素材としてとても優れていますが、実験室の培養条件では増殖しないため、これまでは単球からiPS細胞を作製することは困難だとされてきました。この発明は、さまざまな臓器・組織の細胞を人工的に作製するための素材として、血液中に大量に存在する単球が利用可能であることを示しています。血液は人体に傷を残さずに採取でき、倫理的問題も少ないため、再生医療や創薬、基礎医学研究に大きく貢献することが期待されます。

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、知的財産部技術移転室までご遠慮なくご相談下さい。

知的財産部技術移転室

〒 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-ml@aist.go.jp

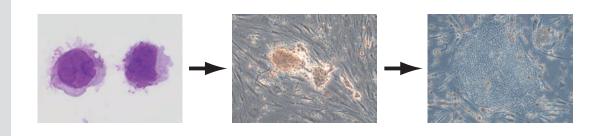


図 血液から作るヒトiPS 細胞

血液から精製した単球(左)に SeVdp-iPS ベクターを使って初期化遺伝子を導入すると、 $7\sim10$ 日後に初期化した細胞のコロニーが出現する(中)。 これをさらに継代しつつベクターを除去すると、安全性が高くて高品質の iPS 細胞を樹立できる(右)。

人に聞こえない音の計測を支える音響標準

空中超音波域を対象としたマイクロホン感度校正



高橋 弘宜 たかはし ひろのぶ h.takahashi@aist.go.jp

計測標準研究部門 音響振動科 音響超音波標準研究室 研究員 (つくばセンター)

2005年、産総研入所。空中超音波域におけるマイクロホン校正技術のほか、可聴域における音響標準の開発や計測技術の開発・高度化を行っています。

空中超音波計測の重要性

空気中を伝搬する、人に聞こえない高い周 波数の音は空中超音波と呼ばれています。人に 聞こえない音なのであまり重要視されることは 無かったのですが、近年になってさまざまな分 野で空中超音波が使われるようになってきました。深夜若者が公園にたむろするのを防ぐため に、自治体が空中超音波を放射する機器を設置 したことは世間の耳目を集めましたが、主だっ たところでは、飲食店や地下街、地下駐車場な どにねずみ除けとして、機器が設置されていま す。また、例えばノートパソコンなどは高周波 射する必要の無い電気機器から、製品製造者が 射する必要の無い電気機器から、製品製造者が 意図しない形で空中超音波が放射されている場 合も多々あります。

このように、私たちが知らず知らずのうちに空中超音波を浴びる機会が増えてきました。ここで問題となるのは、空中超音波が人体に対してどのような影響を与えるのかということです。その影響を調べるための第一歩として、これらの機器から放射される空中超音波の大きさを正確に測定することが必要となりますが、こ

れまでは空中超音波域における音の大きさの基準、すなわち音響標準が供給されていませんで した。

標準の供給

このような背景のもと、産総研では、周波数20 kHzから100 kHzにおける空中超音波域の音響標準の開発を加速し、2009年から標準の供給を開始しました。この標準では、IEC 61094 part 4:1995でWS3形マイクロホンとして標準化された、直径が約7 mmの計測用マイクロホンの音場感度レベルを拡張不確かさ1.0 dB (1 V/Paを0 dBとします)で供給しています。空中超音波域の音響標準が供給されることによって、空中超音波の安全性評価の基礎となる音響計測の信頼性が向上しました。

今後の展開

現在の空中超音波域の音響標準の上限周波数は100 kHzですが、社会ニーズに対応して上限を拡張していきたいと考えています。また、空中超音波の計測技術開発にも積極的に関与していく予定です。

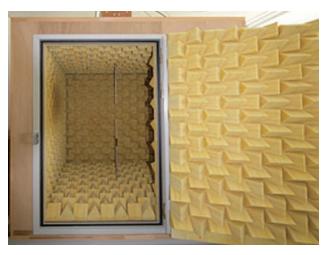


図 1 空中超音波域のマイクロホン感度校正で使用する無響箱 (縦:1.7 m、横:1.9 m、高さ:2.3 m)



図2 WS3形マイクロホン: Brüel & Kjær Type 4939

地質調査が明かす活火山"榛名山"の噴火史

5万分の1地質図幅「榛名山」の作成



下司 信夫 げし のぶお geshi-nob@aist.go.ip

地質情報研究部門 火山活動研究グループ 主任研究員 (つくばセンター)

1971 年茨城県生まれ。火山の地下に隠されたマグマの挙動と噴火のメカニズムを、国内外の火山地域の野外調査に基づく物質科学的手法によって研究しています。産総研入所以来、三宅島や桜島などの噴火調査のほか、口永良部島火山や諏訪之瀬島火山の火山地質図を作成しています。

地質調査による噴火履歴調査

噴火間隔が長い火山では、それが再び噴火する 恐れのある活火山であることが忘れられ、火山の 山頂部近くまで高度に土地利用が進んでいること があります。群馬県中部に位置する榛名山もそう した火山の一つです。現在は穏やかな山容を見せ る榛名山ですが、大噴火を繰り返す活火山で、もっ とも最近の大噴火は古墳時代後期(6世紀ごろ)に 起こりました。この噴火で降下軽石や火砕流に よって大きな影響を受けた地域に、伊香保温泉な どの観光地や、前橋市や渋川市などの都市、新幹 線・高速道路などの基幹的なインフラがつくられ ています。ひとたび噴火が起これば大きな脅威と なる火山ですが、榛名山のようにその噴火間隔が 千年~数千年と長い場合には、人間の歴史記録だ けではその活動を理解することは困難です。しか し地層に残された噴出物の年代や分布を詳細に調 査することで、歴史記録の範囲を超えた長い時間 にわたる噴火活動の推移を明らかにできます。ま たそれに基づき、長期的な噴火の災害リスクの評 価や適切な土地利用計画を立てることも可能とな ります。

榛名山の噴火履歴

5万分の1地質図幅「榛名山」は、活火山榛名山

の活動履歴を含む、「榛名山」地域の地質やその 成立過程についての基礎的な情報をまとめるこ とを目的として作成しました。その結果、榛名 山の活動は数十万年前に現在見られる榛名山の 山体の大部分が形成された後、やや長い休止期 をおいて5万年前ごろから約1万年間隔で5回ほど 大噴火が発生していることがわかりました。ま た、それぞれの噴火の推移は大きく異なり、山 麓の広範囲に火砕流が到達したり、大量の軽石 が上空に噴出したり、あるいは形成直後の溶岩 ドームが大規模に崩壊したりするような現象が 発生していることも明らかになりました。この ことは、榛名山の活動を理解し適切な対策をと るためには、最新の噴火で起こった事象だけで なく、より以前の噴火についても広く評価する 必要性を示しています。また、これまで発生し ていないような活動が榛名山で起こることも十 分考えられることから、榛名山に類似した火山 の事例も広く考慮し活動評価に取り入れる必要 があるでしょう。規模は大きいが発生頻度の低 い地質災害を評価する場合、「榛名山」地域の地 質図幅作成のような基盤的な地質調査から、長 い時間スケールで活動を評価する必要があるこ とが改めて明らかになりました。

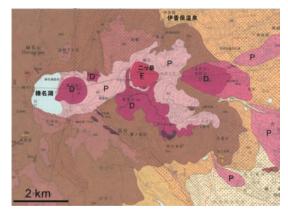


図 1 「榛名山」図幅のうち榛名山山頂部付近 古墳時代に噴出した火砕流堆積物(P)、火砕サージ堆 積物分布範囲(赤斑点模様)、および二ッ岳溶岩ドーム (F) が表現されている。また5万年前以降の溶岩ドー ム群(D) が示されている。



図2 榛名山東麓に広く分布する6世紀に噴出した降下軽石 榛名山山麓には古墳時代の噴火で噴出した大きな降下 軽石の塊が数mもの厚さで堆積している。これらの軽 石は軽量ブロックの材料や園芸用土材として採掘され ている(伊香保温泉付近)。

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34回) 地域ニーズ志向型コーディネーションを目指す

北海道産学官連携センター 太田 英順 イノベーションコーディネータ

駆け出しのころ

産総研が発足した2001年春、私は最年少のコーディネータ でした。当時は産総研の各地域センターを巡ってコーディ ネータ会議が行われ、企業訪問やセミナーを同時開催して、 ご当地の産・学・官との交流を深める試みがありました。全 国各地で地域産業の特徴やプロジェクト事例を学んで、コー ディネータとしてのノウハウを蓄積できたことと、自分が担 当する北海道を外部から眺める視点を得たことは大きな収穫 でした。

地域のニーズに応える ~ コーディネータのこだわり

新米コーディネータの私は「何よりも重要なのは地域の企 業に認知されること」と考え、少ない時間で多くの企業と接 触するチャンスを求めて、道内各地の催事に足を運びました。 セミナーなどを行う際は「中小企業の社長さんたちが面白い と言ってくれる話」を選ぶことにこだわりました。

また、来客が気軽に足を運べる「下町の活動拠点」を目指し て産学官が協力し、「リサーチ&ビジネスパーク札幌大通サ テライト」(愛称HiNT) を2004年に開設しました。ここの事 務局を務めることで、北海道内外の産学官連携に携わる人々 と顔を合わせることができ、連携の密度を高めることができ ました。

このように敷居を低くすれば、北海道センターだけでは 対応できない課題に直面する機会も増えます。「全産総研で 対応しという考え方は当初からありましたが、航空機移動が 必要となるようでは効率的なコーディネーションができませ

ん。地域の公設研や大学に技術的課題への対応をお願いする ケースが多くなります。けれども、このような努力を重ねる ことにより地域における産総研の認知度と信頼度が高まり、 結果的には産総研の出番が増えていくものと考えています。

楽しみなこと ~ コーディネータの想い

北海道の基幹産業は一次産業です。これをベースとした食 関連産業を強化して北海道の底力を上げようとするのが北海 道フードコンプレックス (HFC) 構想で、北海道庁や北海道 経済連合会が先導してその結実を図っています。この構想で は食そのものに目が向けられがちです。しかし、一次産業の ための廃棄物処理・活用や支援機器開発などを地域企業が主 体となって展開して(図2)、農・林・水産業それぞれを強化 しなければ、HFCのベースが崩れ落ちることになります。

いま私は、この問題に対して北海道センターの研究成果を 活用するために、農業排水処理システムや小型・低コストの バイオメタン生成システムの開発、あるいは食品加工残渣の 機能性食品化といったプロジェクトを手掛けています。今後 は一次産業の作業現場を支援する機器の開発にも挑戦してい きたいと考えています。

北海道をオランダなみの食品輸出基地にするというHFC 構想の実現に向けて、どのように産総研の技術を活用するか -と考えるのは楽しいことです。そして、自分の参加した プロジェクトの成果を、おいしくて体にも環境にも優しい ディナーとして味わえるのであれば、これ以上の幸福はあり ません。



図 1 2011年12月に開催された HiNT 主催の「北海道産学官プラット フォーム」で、開催地(帯広・十勝)の参加者たちの質問に答える筆者 北海道産学官ブラットフォームについては http://www.hint-sapporo.jp/documents/index/13 を参照

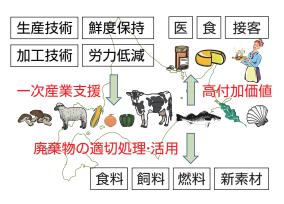


図 2 北海道の良質で豊富な一次産品を末永く活用するために重要な3つの技術群(付加価値を与える、一次産業支援、廃棄物の適切な処理と活用)

北海道センターの一般公開は、暑い中、 503名の方にご来場いただきました。



わくわくサイエンス実験ショーでは、「電気と磁石の不思議な関係」 と題して、モーターや発電の実験をしました。



アザラシ型ロボットや人型ロボットを体験していただきました。



ラボツアーでは、普段見られない大型装置や 実験しているところを見ることができました。



チャレンジ工作コーナーでは、光るスライムや、偏光万華鏡、紫外線 ビーズストラップや、オリジナル「はんこ」作りに挑戦していました。

産総研 一般公開

全国各地の産総研で「一般公開」を開催して います。今回は、北海道センター(8月11日)、 四国センター(8月23日)での体験コーナー、 展示コーナーなどの報告をいたします。



特別講演は、いろいろなとんぼの面白い 性質の話が紹介されました。

センタ

四国センターの一般公開では、産総研が 行っている最先端の研究成果をご覧いた だき、お子さまから大人まで、科学の楽 しさを体験していただきました。来場者 数は454名でした。ご来場いただいた 皆様ありがとうございました。



太陽光発電パネルを不思議そうにさわって 見ていました。



イミュレット、ニューロコミュニケータ、血管硬化度の測定など、科学のおもしろさを 体験していただきました。血管硬化度の測定は、健康に関心が高く、測定を希望する来場 者が途切れませんでした。科学体験コーナーでは、プラスチックでつくるネームプレート や紫外線ビーズでつくるストラップに熱中して取り組んでいました。





最先端技術で最高の人気、 「チョロメテ2」に子どもた ちも大人もくぎづけでした。



パロはやっぱり愛されています。



初めて見る「ウミホタル」に 新鮮な驚きがありました。



桂浜の砂の観察やデスモスチルス のポップアップカードづくりも真 剣でした。



楽しみながら科学をわかりやすく体験できる「科学教室」では、 八ガキを飛ばしたり、和凧を作ったりと普段なかなか体験できな い工作に取り組んでいただきました。

社会的取り組み

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。

「収蔵品(陶磁器)バーチャルミュージアム」の公開

「収蔵品(陶磁器)バーチャルミュージアム」は、産総研中部センターが収蔵する陶磁器など約2,400点のすべてをWebページで紹介するものです。

ここで紹介する収蔵品は、現 在、産総研中部センターにおいて 展開する「セラミックス分野」の研 究の礎と言っても過言ではありま せん。これらの収蔵品は、遡るこ と京都市立陶磁器試験場(明治29 年に設立され、その後幾度かの組 織再編を経て産総研中部センター となる) 時代からの100余年にわた り、参考試料として収集した国内 および西洋を中心とする世界各地 の陶磁器をはじめ、独自で研究開 発・製作した試作品などです。そ の内の多くを占める明治後期から 昭和初期にかけて収集や試作され たものは、当時、日本の輸出の花 形であった陶磁器産業の背景を記

録する、産業的・歴史的価値がと ても高いものです。

また、収集された参考品には、 西洋アンティークや高麗青磁など の代表的な陶磁器が含まれていま す。一方、試作品には、前述の様 な時代背景から当時の有識者も研 究開発・試作に携わっており、数 は少ないながらも後年著名となっ た作家の作品が残されています。 これらは美術的、芸術的な面から も高く評価されています。



収蔵品 (陶磁器) バーチャルミュージアム http://unit.aist.go.jp/chubu/ci/ v-museum/index.html

この「収蔵品(陶磁器)バーチャルミュージアム」が、専門分野のほか、さまざまな分野・方法で活用され、多くの皆さまのお役に立てることを祈念します。

なお、産総研中部センター展示コーナーおよび愛知県陶磁資料館(http://www.pref.aichi.jp/touji/)では、これら収蔵品の一部を常設展示しておりますので、お立ち寄りの機会にはこちらもご覧ください。



ホウボウ置物 沼田一雅が原型を担当(1937年制作)。 英国のダルトン赤を模した陶試辰砂釉 (陶磁器試験所が開発した釉薬) が施されている。

国際標準推進戦略シンポジウム「新技術の認証を視野に入れた標準化推進」

報告

2012年8月22日に、イイノホールにて、「日本を元気にする産業技術会議」の一環として、国際標準推進戦略シンポジウム「新技術の認証を視野に入れた標準化推進」を開催しました。当日は、行政や企業、団体などで標準化・認証にかかわっている方を中心として、約450名にご参加いただきました。

シンポジウムでは、河村延樹 経済 産業省大臣官房審議官から来賓あいさ つをいただき、野間口理事長が国内の 認証の現状や産総研の標準化と認証に 関する取り組みを紹介しました。基調 講演では藤嶋昭 東京理科大学学長か ら光触媒の研究開発と標準化について お話しいただきました。認証機関を含



基調講演

めた関係者によるパネルディスカッションでは、標準化と認証の関係、国 際戦略、認証支援における公的研究機 関の役割などについて議論しました。



パネルディスカッション

産総研所有の人工知能ロボットが国立科学博物館の重要科学技術史資料に

産総研の所有する人工知能ロボット「ETLロボット Mk1」(1970 年製作)が、2012 年 9 月 11 日付けで「国立科学博物館 重要科学技術史資料」に登録されました。「国立科学博物館 重要科学技術史資料」は、科学技術史資料のうち、「科学技術の発達上重要な成果を示し、次世代に継承していく上で重要な意義を持つもの」や「国民生活、経済、社会、文化の在り方に顕著な影響を与えたもの」に該当する資料として国立科学博物館長により選定され、「重要科学技術史資料登録台帳」に登

録されたものです。今回の登録に伴い、所有者である産総研に対して登録証と記念盾が授与されることとなり、2012年9月11日に国立科学博物館において授与式が行われました。

1970 年 開 発 の「ETL ロ ボット Mk1」は、世界で初めて TV カメラという人工の目を導入したロボットで、人が教えなくても自分の"目"で目の前の物体を認識し、状況に応じた作業を行うことができる知能ロボットです。認識・判断・行動を一体化したこの技術は、その後の知能ロボット研究

における基礎的枠組みになり、この技 術の延長上にあるメカトロニクスは日 本の生産技術を世界最強のものとし日 本経済繁栄の礎となりました。



ETL ロボット Mk1 (左) と登録証(右)

バイオマス燃料の事業化に向けた国際戦略シンポジウムの開催

2012年9月3日~4日、バイオマス 燃料の事業化に向けた国際戦略シンポ ジウムが、科学技術振興機構(JST)、 国際協力機構(JICA)、国際農林水産 業研究センター、新エネルギー・産業 技術総合開発機構、日本経済団体連合 会との共催により、大手町サンケイプ ラザにおいて開催されました。

このシンポジウムは、JSTおよび JICAが実施している地球規模課題対 応国際科学技術協力(SATREPS)プ ログラムのうち、バイオマス燃料に焦



シンポジウム会場の様子



開会あいさつ:神本文部科学大臣政務官

点を当て、バイオマス燃料の事業化に向け、ステークホルダーおよびプレーヤーである企業関係者、政策担当者、研究者などを対象に、国際的取り組みの周知を目的としています。

シンポジウムでは、500名を超える 企業関係者および150名を超える大学、 官公庁関係者など合計約700名が参加 しました。初日は神本文部科学大臣政 務官より開会のあいさつ、相澤内閣府 総合科学技術会議議員などの方々から 基調講演、タイ科学技術院院長および インドネシア技術評価応用庁長官・副 長官の招待講演、関係機関によるバイ オマス利活用の取り組みの報告があり ました。二日目は研究者などより国際 的取り組み事例の発表、企業関係者よ りバイオマス事業化に向けた取り組 み、さらに国際戦略に向けたパネル ディスカッションが行われました。



基調講演:相澤内閣府総合科学技術会議議員

このシンポジウム開催を契機として、海外との研究者交流や企業との連携が盛んになり、日本のバイオマス燃料に関する科学技術の事業化の進展が期待されます。

(参考)

産総研は、これまでにSATREPSプロジェクトで、ブラジルの「サトウキビ廃棄物からのエタノール生産研究」、およびタイの「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」を実施しています。ブラジルでは、低コストで温室効果ガス削減効果の大きい第二世代バイオエタノール製造技術の実証研究を実施していて、タイでは、ジャトロファオイルからバイオディーゼル燃料をパイロットプラントで製造することに成功しています。



共催あいさつ:野間口理事長

タイ科学技術院院長およびインドネシア技術評価応用庁長官・副長官の来訪

報告

2012年9月4日~5日、タイ科学技術院(TISTR)ヨンブット院長およびインドネシア技術評価応用庁(BPPT)マルザン長官、プリヤント副長官が、臨海副都心センターとつくばセンターを訪問されました。

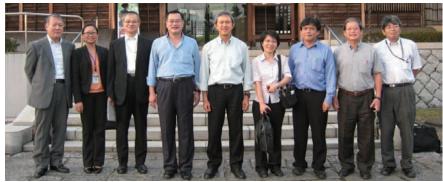
今回の来日は、9月3日~4日に産 総研、科学技術振興機構、国際協力機 構などが共催した「バイオマス燃料の 事業化に向けた国際戦略シンポジウム」へご参加いただくために産総研が 招待したものです。

5日はつくばセンターにおいて、一村副理事長と協力関係についての意見 交換が行われました。新燃料自動車技 術研究センターにおいて後藤研究セン ター長が自動車燃料としてのバイオマス燃料活用について説明し、北事業所では実走行を体験していただきました。

ご一行は、つくばセンター訪問に先立ち、4日は臨海副都心センターを訪問され、バイオメディシナル情報研究センターなどを視察されました。



新燃料自動車技術研究センターにて



左3番目から、一村副理事長、ヨンブット TISTR 院長、マルザン BPPT 長官

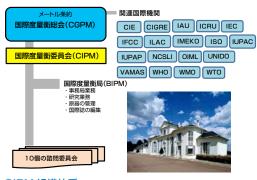
CIPM 委員に臼田 孝 計量標準管理センター長が就任

報告

国際度量衡委員会(CIPM: Comité International des Poids et Mesures)は、このほど退任した委員3名(日本の田中 充 博士を含む)の補充選挙を行い、その結果、バウシャー博士(英国)、クルティコフ博士(ロシア)とともに臼田 孝 博士(産総研)を新たに選出した、と発表しました。

CIPM は、メートル条約に基づき 1875年に設立された国際委員会です。 メートル条約加盟国が一堂に会する国 際度量衡総会の決定事項に関する執行 機関であり、また事実上の理事機関で もあります。CIPMは主要加盟国の国立研究機関などに属する国籍を異にする18名の委員で構成されており、わが国は1907年以降委員会の一つの席を継続的に占めています。委員の任期は特に定められていませんが、総会が開催されるたびに必ず半数を改選することになっており、再任を妨げていません。

日本の委員としては、11年ぶりの 交代となり、前任の田中 充 氏 (現: 産総研フェロー)、新任の臼田 孝 氏 (計量標準管理センター長)、と2代続 けて産総研の職員が委員を務めること になりました。2000年以前は旧工業技術院長や旧計量研究所長が委員を務めていました。現産総研の3号ミッションである「計量の標準を設定すること、」に相応する国際的ポストであり、計量標準の国際的な整合性と同等性を確保するために、技術課題の解決やその普及啓発に努める役割を担っています。なお、CIPM副委員長を務めた飯塚幸三氏(現:産総研計測標準研究部門顧問)は、名誉委員の称号を得ています。日本の歴代の国際度量衡委員は以下の通りです。



CIPM 組織体系

日本の歴代国際度量衡委員(在任期間・氏名・在任中の主な役職)

1907年 - 1931年 田中館 愛橘 東京帝国大学教授 1931年 - 1948年 長岡 半太郎 東京帝国大学教授 1952年 - 1966年 山内 二郎 東京大学教授・慶應義塾大学教授 1967年 - 1973年 朝永 良夫 工業技術院長 1974年 - 1980年 桜井 好正 工業技術院長 1981年 - 1985年 川田 裕郎 工業技術院長

1986年 - 2001年飯塚 幸三工業技術院長2001年 - 2012年田中 充産総研計測標準研究部門長2012年 -臼田 孝産総研計量標準管理センター長

2012年 イグノーベル賞を受賞

2012年9月20日(米国東部時間)、 産総研情報技術研究部門メディアインタラクション研究グループ 栗原一貴 研究員と独立行政法人 科学技術振興機構 さきがけ 塚田 浩二 研究員が、2012年イグノーベル賞(Acoustics Prize:音響学賞)を受賞し、米国マサチューセッツ州にあるハーバード大学のサンダーズシアターで開催された授賞式に臨みました。

イグノーベル賞は、「人々を笑わせ、 そして考えさせてくれる研究」に対し て与えられる賞で、雑誌編集者のマー ク・エイブラハムズによって 1991 年 に創設されました。

【受賞テーマ】聴覚遅延フィードバック を利用した発話阻害の応用システム 「SpeechJammer」 【受賞テーマの概要】一般に発話に対し、数百ミリ秒程度の遅延を加えて話者の聴覚に音声をフィードバックすると、話者は正常な発話が阻害されることが知られています。この現象は、肉体的苦痛を伴うことなく発話を阻害することができ、また発話をやめればただちにその認知的な影響が消失し、また話者のみに作用するためそれ以外の周囲の人たちには無害であるといった



賞状および副賞

優れた特性を持っています。

栗原研究員と塚田研究員は、指向性マイクと指向性スピーカーを組み合わせることで、外部の離れた場所から特定の話者の発話を阻害するシステム「SpeechJammer」を試作しました。このシステムは、会話のマナーとルールの制御、プレゼンテーショントレーニングなどに活用できる可能性があります。



「SpeechJammer」を手にする栗原研究員

TIA パワーエレクトロニクス・サマースクールの開催

報告

つくばイノベーションアリーナ (TIA) は 2012 年 8 月 27 日 ~ 30 日 の 4 日間、「第一回 TIA パワーエレク トロニクス・サマースクール」を産総 研において開催しました。TIA は、 産総研、物質・材料研究機構、筑波大 学および高エネルギー加速器研究機構 が中核機関となり、産業界が加わっ て、世界的ナノテクノロジー研究・ 教育拠点の構築を目指す活動であり、 人材育成もその重要な拠点構築活動と なっています。今回開催されたサマー スクールは国内外から最先端のパワー エレクトロニクス研究開発に携わる世 界的研究者を講師としてお招きし、次 代を担うわが国のパワーエレクトロニ クス若手人材の育成を目的として行わ れました。

第1回となる今回のサマースクール には62名の大学院生および53名の社 会人が参加しました。スクール長である(公財)鉄道総合技術研究所会長の正田英介氏のほか、Johann W. Kolar チューリッヒ工科大学教授など2名の海外招聘者、さらに木本恒暢 京都大学教授、奥村元 産総研先進パワーエレクトロニクス研究センター長を含む14名の講師によってパワーエレクトロニクスに関する基礎から応用までの集中講義が行われました。また参加者による研究テーマ交流会や高岳製作所小山工場などの見学ツアーも行われ、サマースクールは盛況のうちに終了いたしました。

今回のサマースクール参加者からは 「異分野の方々と非常に親密に交流が できた」、「今回のサマースクールで学 んだパワーエレクトロニクス技術者と しての意識や心構えを研究生活に活か していきたい」、などのご意見をいただ きました。また、講師からも「パワーエレクトロニクスの将来を担うであろう学生・若手技術者の意識がとても高い」とのご意見もいただき、講師および産業界からもサマースクールの継続を望む声が多く聞かれました。TIAでは来年も8月下旬(予定)に今回と同じ規模(参加者100名程度)でサマースクールを開催し、さらに再来年以降も継続して開催したいと考えています。



「第一回 TIA パワーエレクトロニクス・サ マースクール」の講義風景

産業技術総合研究所 × 金沢工業大学 協力協定締結 10 周年記念事業 「産学官連携シンポジウム」開催報告

報告

産総研と金沢工業大学は、2002年に「学校法人金沢工業大学と独立行政法人産業技術総合研究所の間における研究交流の推進に係る協定」を締結しました。この協定が10周年を迎えることを記念して、9月18日(火)に、金沢工大扇が丘キャンパスにおいて「産学官連携シンポジウム」を開催しました。

前半のポスターセッションの部で は、これまでの共同研究の成果などの 発表が行われ、活発な議論・意見交換 がなされていました。

後半の講演の部では、野間口産総研理事長の開会あいさつの後、大箸信一金沢工大教授による「産総研と金沢工大との連携の成果ーゲノムから国際標準まで-」、竹田忠彦 平松産業 (株)代表取締役社長による「産学官連携で目指すグローバルへの挑戦」、酒井宏明金沢工大教授による「知的財産の

グローバル戦略」、瀬戸産総研理事に よる「産総研の推進するオープンイノ ベーション」と題した講演が行われま した。

当日は、あいにくの雨にもかかわらず、200名を超える地元企業や大学関係者などの参加があり、注目度の高さが伺えました。



開会のあいさつをする野間口理事長



瀬戸理事による講演



ポスターセッションの風景

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/

EVEINIT	COICHOO 2012年11月 → 2013年1月		10月10日現在			
期間	件名	開催地	問い合わせ先			
11 November						
6日	化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発	東京	029-861-8776			
10~11日	産総研一般公開(臨海副都心センター)	東京	03-3599-8006			
10~11日	サイエンスアゴラ2012	東京	03-5214-7625			
11~15日	パターン認識国際会議	つくば	029-853-5515			
19日	産総研本格研究ワークショップ	秋田	022-237-5211			
19日	日本を元気にする産業技術会議シンポジウム「次世代電池の展望と拓かれる未来」	大阪	029-862-6058			
26日	産総研本格研究ワークショップ	広島	082-420-8230			
28~30日	産総研と歩む産業技術展2012	名古屋	052-736-7063			
29日	九州・沖縄 産業技術オープンデー	鳥栖	0942-81-3604			
12 December						
3~4⊟	バイオマス・アジアワークショップ	東京	029-861-9158			
5~7日	再生可能エネルギー世界展示会	千葉	03-5297-8855			
7日	エネルギー技術シンポジウム 2012	東京	029-851-7523 (FA)			
10日	産総研本格研究ワークショップ	名古屋	052-736-7370			
18日	産総研本格研究ワークショップ	大阪	072-751-9606			
] January						
15日	産総研本格研究ワークショップ	熊本	0942-81-3606			
29日	産総研本格研究ワークショップ	高松	087-869-3530			

アパタイト形成技術の高度化とバイオメディカル材料への応用

ナノシステム研究部門 ソフトデバイスグループ 大矢根 綾子(つくばセンター)

ヒトの骨ミネラルであるアパタイトを体液類似の過飽和溶液中で形成させるバイオミメティック法は、バイオメディカル材料の製造や機能向上に有用な、安全で温和な省エネプロセスです。産総研では、これまでの方法よりも簡便で迅速なバイオミメティック法を開発しました。さらに、タンパク質やDNA、抗菌剤などの機能分子をアパタイト層中に担持しDDS(ドラッグデリバリーシステム)化する技術を開発しました。これらの技術をもとに、再生医療用の足場材料、安全で高効率な遺伝子導入用材料、抗感染性経皮デバイスなどの開発・実用化にむけた取り組みを、所内の関連する研究ユニットや大学医学部などと共同で進めています。



細胞を使って材料機能を評価するための無菌操作



大矢根さんからひとこと

入所から約10年間、2度のNEDO若手向け助成事業などを通じて上記の研究を推進してきました。この間、周囲の方々の温かいサポートと所内外の育児支援制度に助けられ、3人の子供を出産することもできました。第一子の妊娠が分かったのは2度目の事業開始直後でしたが、ちょうどその年から出産による休止・延長制度が設けられ、利用者第一号となりました。理解ある共同研究者や上司、恵まれた研究環境に感謝しつつ、新しいバイオメディカル材料・技術の開発を通じて、子供たちにより良い社会を残せるように努力していきたいと思います。

表紙

上:複管式気流選別機で回収されたタンタルコンデンサ濃縮産物 (p. 14)

下: 榛名山東麓に広く分布する6世紀に噴出した降下軽石 (p. 20)

産総研 TODAY 2012 November Vol.12 No.11

> (通巻 142号) 平成 24年 11月 1日発行

編集・発行 問い合わせ

発行 独立行政法人産業技術総合研究所

広報部広報制作室

〒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-ml@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。

