

## 特 集

02 未来を見つめるエレクトロニクス  
ユビキタス社会を支える次世代ハードウェア

あらゆる電子機器の高性能化のために  
IT社会を築く MIRAI プロジェクト  
新しい発展軸を目指す LSI 技術  
不揮発性メモリがかなえる超低消費電力化

## 12 一般公開報告

## リサーチ・ホットライン

- 14 遺伝子(DNA)の新たな定量方法を開発  
簡便・正確・低コストの実現
- 15 安全で楽しい遊具のデザインを考える  
子どもの事故予防を目指した「遊具プロジェクト」
- 16 紫外線を高効率で発光する半導体材料  
マグネシウム添加で発光効率が大幅に向上
- 17 安定性の高いマイクロ波発振器の開発  
液体ヘリウムで冷却したサファイアで  $10^{-15}$  の安定度を実現

## パテント・インフォ

- 18 膜融合の2波長蛍光イメージング  
信頼性の高い膜融合の解析方法
- 19 疑似エピタキシャル成長基板  
異種材料基板上での高品質な単結晶薄膜の成長を可能に

## テクノ・インフラ

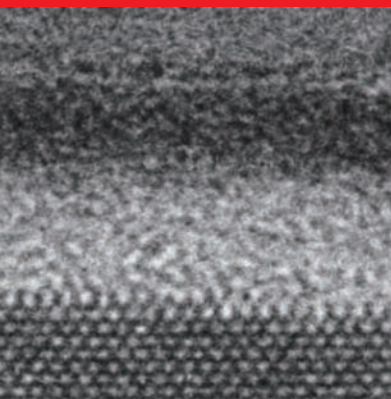
- 20 角度標準の供給と発展  
高度化する角度計測・測量に応える標準開発

## シリーズ

- 21 NIMT プロジェクト (第3回)  
タイ王国国家計量標準機関 (NIMT) の設立支援

## リサーチ・トピックス

- 22 第3回エネルギー・資源学会論文賞  
バイオマスエネルギーシステムの効率・経済性評価



# 未来を見つめる

# エレクトロニクス

## ユビキタス社会を支える次世代ハードウェア

### あらゆる電子機器の高性能化のために

人類が目指す豊かで安全なIT社会。新たなロボット産業創生もパーソナル・モバイル機器のさらなる発展も、その実現の鍵は、より高性能で省エネルギーな電子デバイスの開発にかかっていると言えるでしょう。産総研では、未来のユビキタス社会を支える次世代デバイスの開発を多方面から行っています。

ユビキタス社会を支えるデバイスは、どこにでも埋め込みできるように小型であること、たくさん存在しても大丈夫のように省電力であること、さらに、ますます高度化する要求に対応するために高機能であることが求めら

れます。

産総研では研究戦略を策定し、研究課題について議論を重ねています。情報処理デバイスの現在の主流はシリコンCMOSですが、CMOSの微細化を追求することによって性能向上を実現したデバイスを開発し続けるというシナリオは物理的・工学的困難さのために限界に近づいてきました。微細化と同時に、新材料、新トランジスタ構造、新プロセスの導入、製造技術の更なる高度化が必須になっています。同時に、これを支える計測・解析技術も重要となっています。

また、シリコンCMOSの微細化限

界を見据えて、従来型のCMOSとは異なる多くの新動作原理のデバイスが提案されていますが、CMOSを代替できる候補は現在のところ定まっていません。一方、大容量化の進展がめざましいメモリ（DRAM、SRAM、フラッシュなど）についても本質的な困難が指摘されるようになり、高速・不揮発でCMOSに適合する新方式メモリの提案とその実用化に向けた開発が進められています。

ユビキタス社会を支える次世代情報処理デバイスの研究開発戦略として、上記のロジック回路やメモリデバイスを考えた場合、この特集に示す3つの

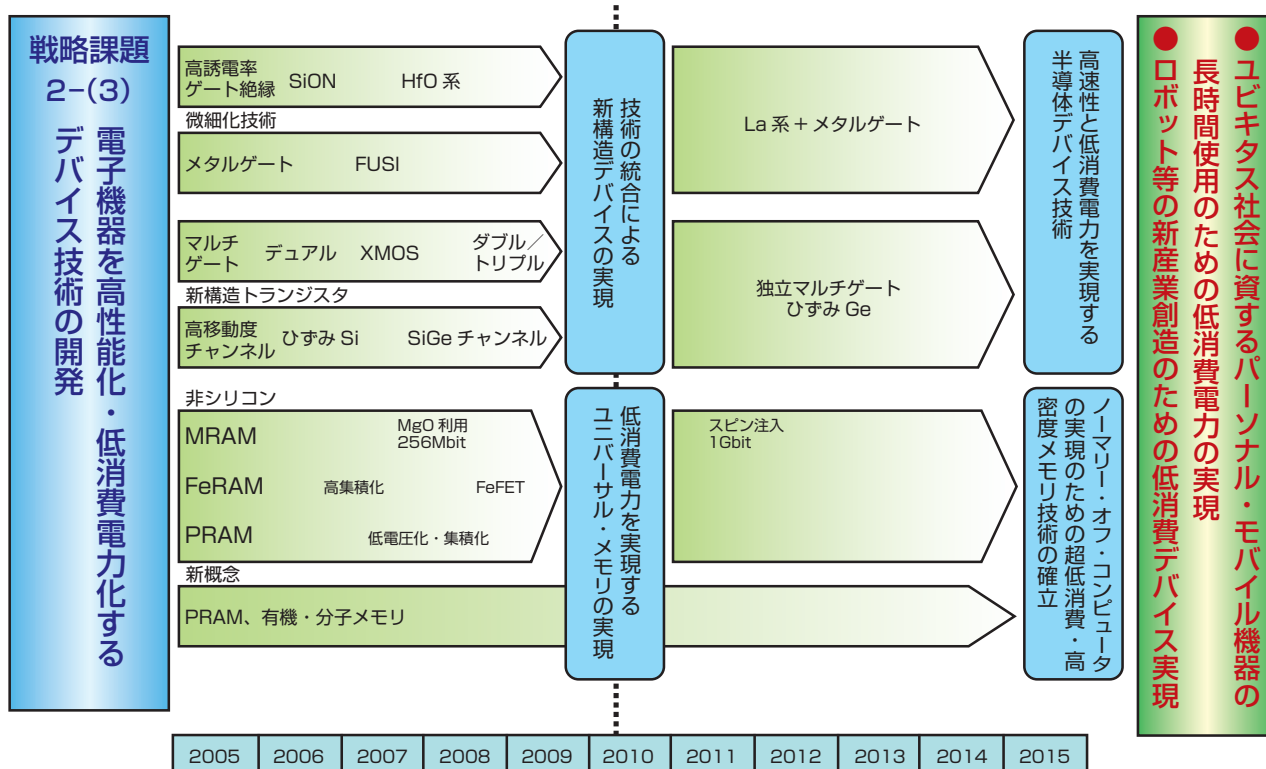
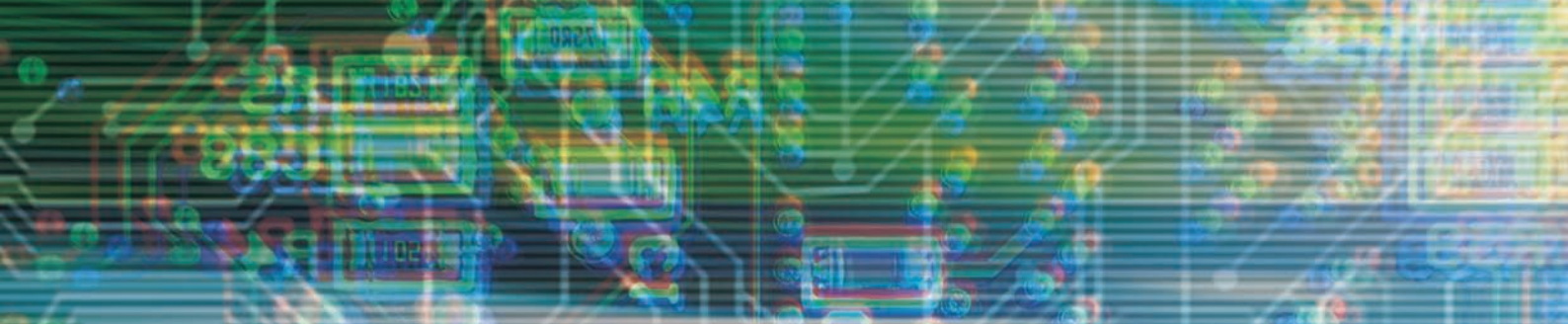


図1 産総研におけるデバイス技術のロードマップ（産総研第2期研究戦略から抜粋）





技術が非常に重要な役割を持つと考えられます。ここでは、まず、現在主流となっているシリコン半導体について、次世代半導体研究センターで実施している小型化、省電力化、高機能化に関する研究成果を紹介し、次に新しいゲート構造を導入して高速化を目指すX MOSトランジスタの研究を紹介し、さらに電源を切っても記憶を保持できるメモリの研究について紹介します。これらは主にエレクトロニクス研究部門で実施しているものです。

図1に、産総研の情報通信・エレクトロニクス分野で実施している研究分野のうち、電子デバイスにかかわるロードマップの抜粋を示します。この図の上半分の「高速性と低消費電力を実現する半導体デバイス技術」の部分が、次世代半導体研究センターが経済産業省とともに実施しているシリコン半導体の研究と、エレクトロニクス研究部門で実施しているX MOSの研究に相当する部分のロードマップです。また、下半分の「ノーマリー・オフ・コンピュータの実現のための超低消費・高密度メモリ技術の確立」の部分がエレクトロニクス研究部門で実施している不揮発メモリの研究のロードマップです。

産総研には、次世代半導体研究センターが企業とともに維持しているスーパークリーンルーム(SCR棟)や、ナノ材料棟のクリーンルームがあります。これらの施設で実施しているデバイス開発のフェーズについて図2に示します。

SCR棟では次世代半導体研究セン

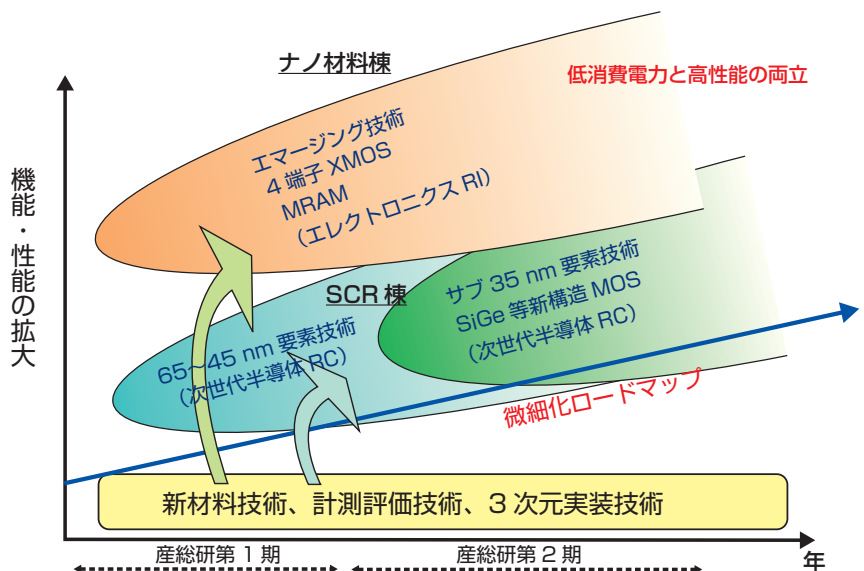


図2 産総研のクリーンルームのデバイス開発フェーズ(産総研第2期研究戦略から抜粋)

ターを中心とする、現在のシリコン半導体をより微細化、高速化、低消費電力化するための研究を行い、ナノ材料棟ではさらに次の世代の技術について研究しています。

現在、情報通信・エレクトロニクス分野では特にSCR棟を企業・大学の共通施設として利用可能にすることにより、産総研が半導体デバイス技術に関する「知の集積地」としての役割を果たせないと考え、関係者と検討を重ねています。産総研がIT社会にイノベーションを実現するハブ機能を果たすべく、世界に先駆けてナノエレクトロニクス分野の知識基盤体系を構築し、エレクトロニクス産業の継続的發展に資することを目標としています。例えばCMOS微細化極限追求のための技術体系として、新材料・新構造デバイス技術、プロセス技術、計測・解析技術、第一原理計算シミュレーションを統合し、デバイス特性の予測・解析に利用

できる基盤体系の構築を目指します。この知識基盤体系をナノエレクトロニクス・イノベーション・プラットフォーム(NIP)と呼び、大学、産業界、独法研究機関などの独創的なアイデアに基づく実証研究をNIP上で実施し、その技術の発展可能性の可否を判断して、本格的な研究開発フェーズに移行させる機能を構築することを目指します。

この特集がわが国の半導体の研究の一助となれば幸いです。

研究コーディネータ  
(情報通信・エレクトロニクス)  
大 蒔 和 仁



# IT社会を築く MIRAI プロジェクト

## エレクトロニクスの役割

情報通信技術の進歩によって、人々は時間や場所の制約を受けることなくネットワーク上のさまざまなサービスを受けられるようになりました。このようなユビキタス社会の生活空間における利便性や安全性の向上のためにエレクトロニクス・システムの果たす役割はますます大きくなっています。

デジタル家電、携帯電話、車載エレクトロニクスなどの中核技術は、プロセッサやメモリなどの半導体デバイスです（図1）。したがって、半導体の性能やコストが多く製品の付加価値を決めることとなります。

半導体の国内市場は5兆円でGDP比1%程度ですが、ディスプレイ、自動車、産業機械、医療機器などを含む関連産業への波及範囲は200兆円（GDPの40%）に達すると言われています。世界市場における半導体産業の競争力は、わが国の製造業の国際競争力に直結していると言えるでしょう。

## ワンチップで高度情報処理を行う半導体-産業競争力の源泉

無線通信や画像・音声情報の処理や記録などを行う半導体は1cm<sup>2</sup>程度のシリコンの薄片（チップ）上に数千万から数億個を超えるトランジスタが集積されています。

図2左に示すように半導体チップ上にはメモリやプロセッサが集積化されていて、それぞれの集積回路ブロックの機能が協調的に働く仕組みになっています。図2右は高精細TV向けなどのメディアプロセッサの処理能力を示します。専用プロセッサではありませんがペンティアムなどの汎用プロセッサと並ぶ処理能力をもっています。

図3は現在集積回路に使われているMOSトランジスタの断面構造を示しています（左図）。ゲート長とゲート絶縁膜の厚さは、それぞれ極めて微細な寸法領域に入ってきています（右図）。微細化によって現在の構造のトランジスタはリーク電流が増えたり、トランジスタ性能を決める駆動電流がこれ

以上向上できない問題に直面しています。これを打破するため、図4に示すように主に2つの解決策が考えられています。

1つはトランジスタの構造を平面型（プレーナ型）から立体型に変えること、もう1つはトランジスタの電流通路となるチャンネル部のSi材料にひずみを加え電流が流れやすくする、あるいは、材料をSiからGe系材料に変えることによる駆動電流の向上を目指して、研究開発が進められています。また、ゲート絶縁膜を従来のSiO<sub>2</sub>膜から、リーク電流が大きくなりにくい、高誘電率（High-k）材料に置き換える研究が盛んに行われています。

トランジスタが発明されて60年、集積回路の発明から約50年の間に半導体の性能と情報処理能力は飛躍的に向上し、情報社会の発展と変革をもたらしました。しかし、これまでのようにトランジスタを微細化するだけでは性能向上が困難になり、新構造・新材料の導入が必要となってきました。半導体

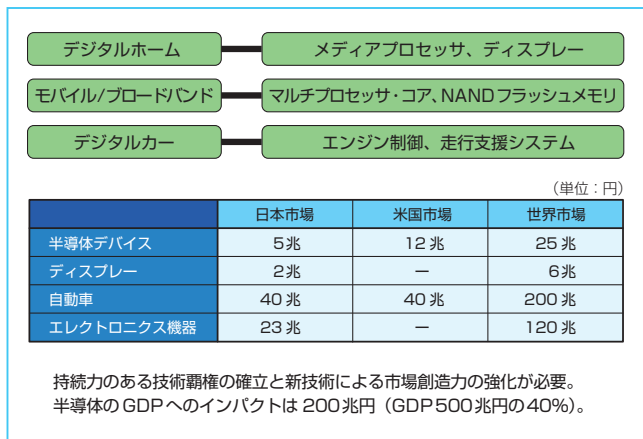


図1 ユビキタス社会における半導体デバイス

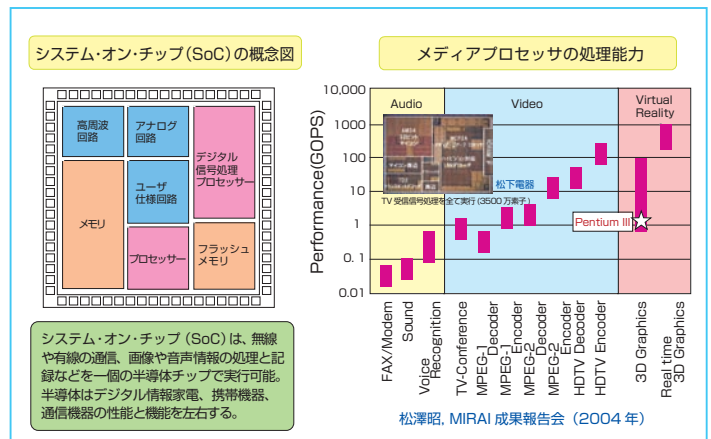


図2 高度情報処理を行う半導体



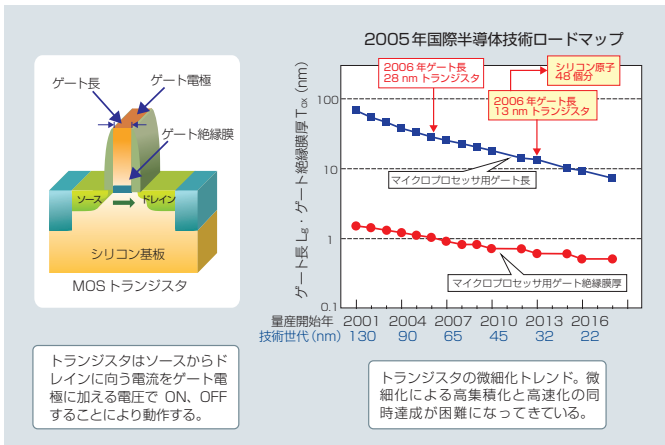


図3 ゲート長10ナノメートルに向けて微細化するMOSトランジスタ

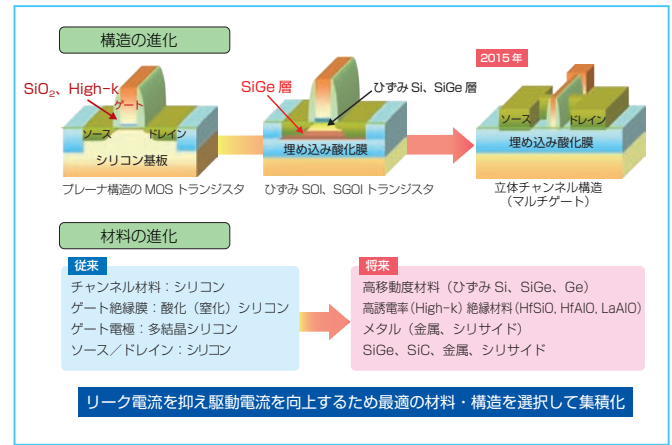


図4 トランジスタの性能向上を図る新材料と新構造

技術の歴史が今大きな転換期を迎えている所以です。世界の半導体企業、公的研究機関、大学、コンソーシアムなどで半導体の新技術開発が精力的に行われているのは、これからの技術開発競争に勝ち残っていくことが、自らの存立基盤の強化につながり、さらに国の産業競争力の源泉を豊かにすることになるからです。

### 産総研と半導体研究

産総研での半導体研究は、その前身である電気試験所（のちに電子技術総合研究所）において戦後間もない時期に鳩山道夫氏、菊池誠氏らによって開始されました。1960年代はじめには、垂井康夫氏を中心に集積回路の研究が始まりました。1967年には同じく垂井氏らによる電子ビーム露光装置の開発が行われました。1976～1979年にはIBMの新しいコンピューターシステム「フューチャーシステム」に対抗する目的で超LSI技術研究組合が組織されました。4年間の国の補助事業として総研究費720億円（うち補助金300億円）

で大規模な半導体国家プロジェクトが行われ、官民が一体となって研究開発に取り組みました。この国家プロジェクトの成功は、その後1980年代の日本の半導体産業の急速な成長と発展を支えることになりました。また、この間、電子技術総合研究所では1982年に現在のダブルゲートMOSトランジスタの原型となるXMOSの発明が林豊氏らによって行われています。半導体メモリ（DRAM）を中心に1980年代大きな成功を収めた日本の半導体産業は、アジア諸国の追い上げもあり1990年代後半以降は、次第に世界市場において苦戦を強いられることになりました。

### 半導体 MIRAI プロジェクト

このような状況の中で、わが国半導体産業の競争力復活を目指して、2001年から7年計画で独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト」が開始されました。そのための産学官集中研究開発拠点として、産総研つくばセン

ターにスーパークリーンルーム（SCR棟）が2001年度末に完成しました。

MIRAIプロジェクトは、産総研の研究者とASET（超先端電子技術開発機構）経由で出向する企業研究者や大学の研究者の参加による共同研究体を構成し、SCR棟を拠点に研究開発を進めてきました。2001年8月より産学官の研究者120名による集中研方式で、5つの研究テーマについて、第1期（2001～2003年）、第2期（2004～2005年）の研究開発を進めました（図5）。第2期終了時までの5年間に総額225億円の研究費が投入され、その間の研究開発成果はMIRAI参加企業、Selete（㈱半導体先端テクノロジーズ）などに2005年度末に技術移転され、また成果の一部は技術移転のための研究が現在継続して行われています。

今日、半導体技術発展の壁となっている開発課題は、いずれも物理限界の克服のために技術の基本原則に立ち戻って解決策を提案し、これを科学的に実証する取り組みを必要としています。サイエンスとテクノロジーの深い



連携によって技術ブレークスルーを実現することがMIRAIプロジェクトの基本理念で、その要となる材料、プロセス、装置、検査・計測手法などの基盤技術は自らの手で開発しました。Low-k材料配線モジュール技術、リソグラフィ関連計測技術、回路システム技術の3テーマ(図5)は2005年度末、目標を達成して、終了しました。それぞれの開発成果は材料メカ、デバイスメカ、コンソーシアム(Selete)などへ技術移転を行いました(表)。

現在、マスク欠陥検査技術開発の成果は、装置メカにより事業化されています。サブナノメートルの高い精度でSiウエハ上の微細パターンの3次元寸法・形状計測ができるCD-AFM(原子間力顕微鏡)の開発成果は装置メカで1年後の事業化が計画されています。新しく開発したCu配線用ウルトラLow-k材料は材料メカ2社が事業化を目指してデバイスメカ、Seleteにサンプル供給の責任を果しています。

High-kゲート絶縁膜形成技術は、

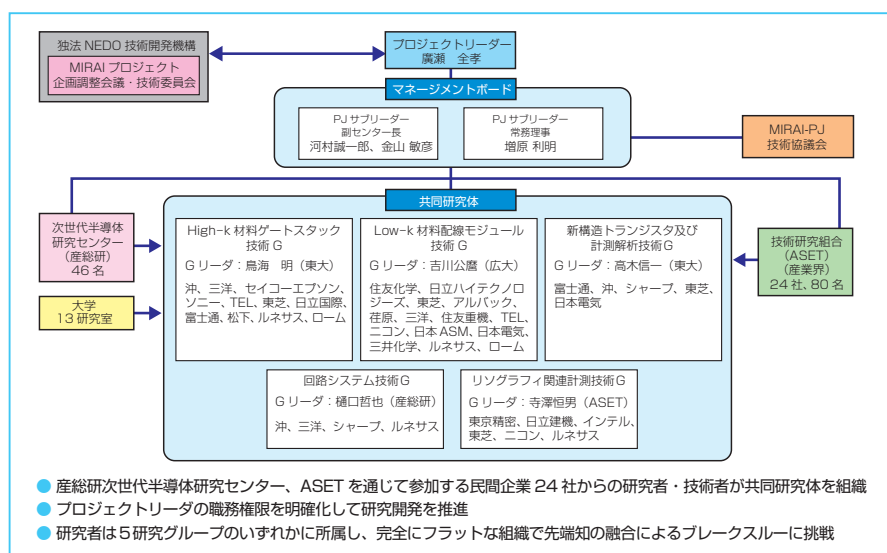


図5 MIRAIプロジェクト研究開発体制(2001~2005年)

装置メカに移転して既に事業化されました。また、Seleteへの技術移転も行われました。

MIRAI第3期(2006-2010年)には新たにNEDOからSeleteへの委託テーマが加わり、AIST/ASET共同研究体とSeleteで6研究テーマを推進する新体制となっています(図6)。AIST/ASETで推進するU-CMOSの研究開発は当初の予定どおり、2007年度に終了する

予定です。このうち、新構造トランジスタ関連技術開発は、第1期、第2期の成果を発展させ、従来にはない高性能CMOSを実現する一軸ひずみフィン型トランジスタ(ダブルゲートMOSトランジスタとひずみ効果トランジスタの融合型)の開発に成功しました(図7)。このデバイスの試作はMIRAI参加デバイスメカの全面的な協力の下で行われました。メカの研究開発ラ

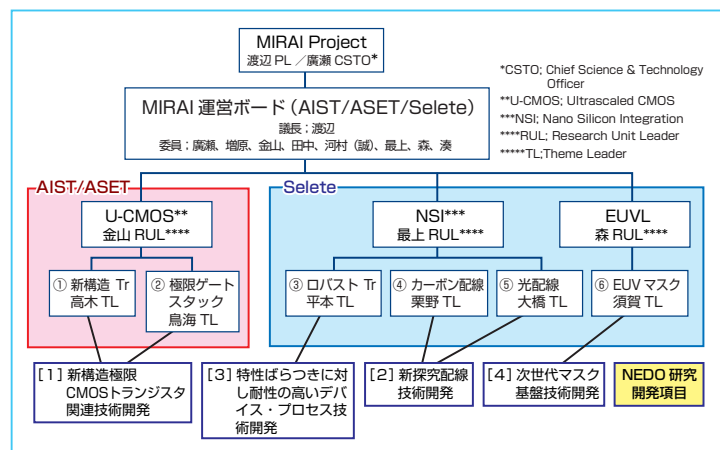


図6 MIRAI第3期の運営体制

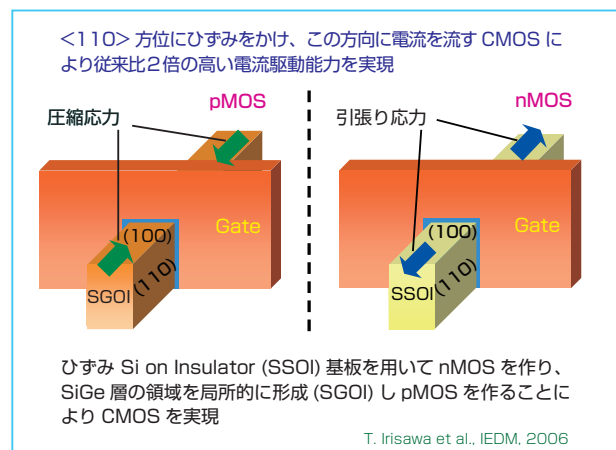


図7 一軸ひずみマルチゲートCMOSの最適構造(サブバンド構造の変調)



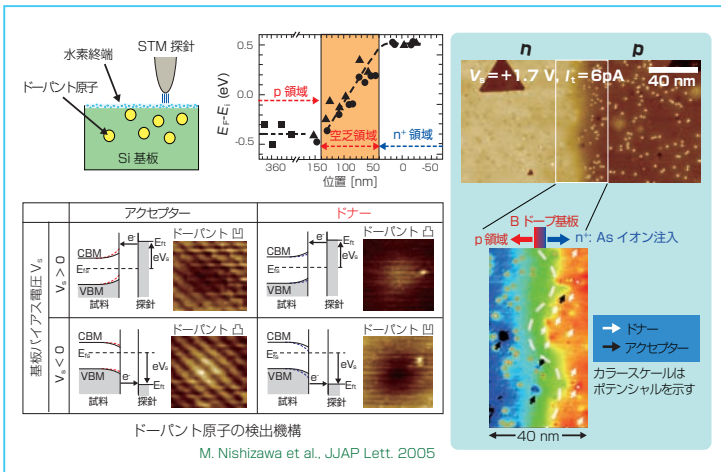


図8 STMによるSi結晶中の個別不純物原子の検出とポテンシャルの同時計測

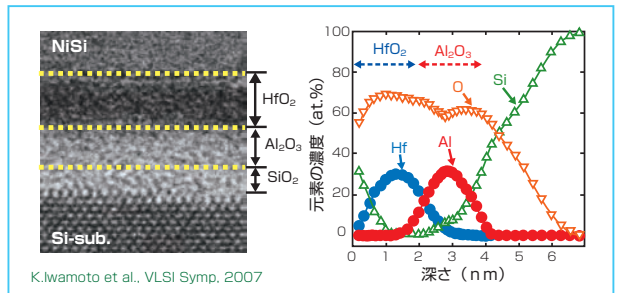


図9 High-kゲート絶縁膜としてHfO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2層構造をもつゲートスタックの断面透過電子顕微鏡写真(左)とHfO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si層の深さ方向元素組成プロファイル  
 MOSトランジスタのしきい値電圧はNiSi(ゲート電極)とHfO<sub>2</sub>の上部界面の性質で決まると考えられていたが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とSiO<sub>2</sub>の下部界面の数原子層の領域で決まっていることが判った。上層のHfO<sub>2</sub>と下層のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を入れ替えて実験しても同じ結論を得た。学会の通説を覆す発見で、CMOSトランジスタの設計手法が変わる。

インに技術ノウハウが蓄積されることによって、今後の技術移転をより効果的に進めることができます。

トランジスタの極限微細化に伴い、素子領域のドナー、アクセプターなどの不純物分布を原子スケール分解能で測ること、トランジスタの局所領域の「ひずみ」の計測などが不可欠となりま

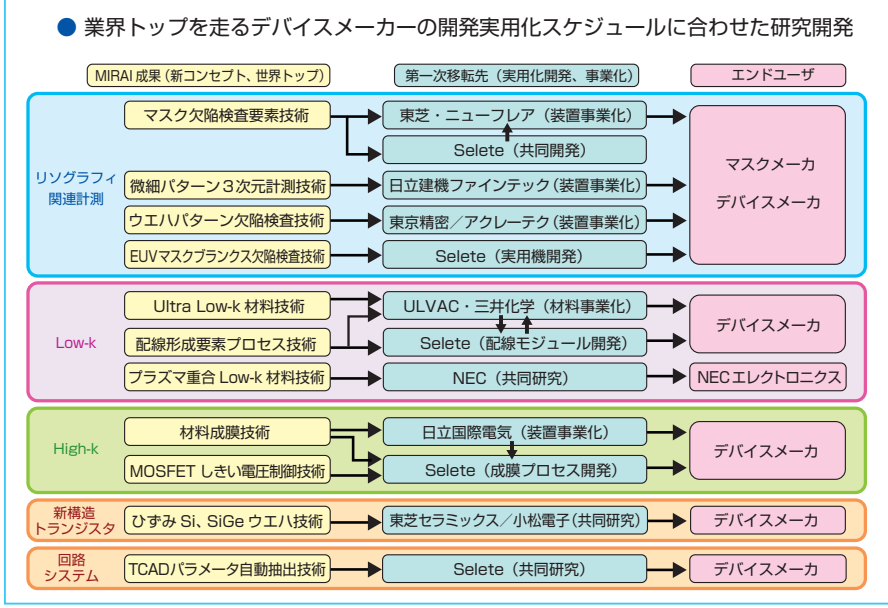
す。MIRAIはこれらの技術を先行して開発してきました(図8)。今後深刻化する素子特性ばらつきの問題に対しても、その原因の特定には、熱工程でのドープメント原子の挙動、トランジスタ活性領域の局所的ひずみの振る舞い、ゲート長の局所的寸法揺らぎなどを正確に把握する必要があります、ナノスケー

ル空間分解能の計測技術の重要性は一層高くなります。

また、極限High-kゲートスタック関連技術開発では、トランジスタのしきい値電圧制御のためにメタルゲートとHigh-k材料を一体的に設計する基本原理を新たに構築できました(図9)。今までの学会常識の根本的な見直しを迫る新しい発見です。このような、新概念の実証が可能になったのは、原子スケールでHigh-k薄膜成長を制御できる原理実証機をMIRAIで開発したからです。High-k MOSトランジスタのしきい値電圧制御の基本原理に基づいてHigh-kゲートスタック構造を設計し、製造するための装置・材料・デバイス技術の全体系が姿を現す日も近いでしょう。

この成果は、今後幅広く半導体産業に応用展開されデバイス技術のイノベーションをもたらすものと期待しています。

表 MIRAI開発成果の産業界への技術移転



次世代半導体研究センター長  
**廣瀬 全孝**



## 新しい発展軸を目指す LSI 技術

### 極微細化への障害

IT社会をハードウェア面で支えるシリコン半導体集積回路 (Si LSI) のこれまでの驚異的な発展は、LSIを構成するMOSFET (MOS電界効果トランジスタ: これまではSiバルク基板上のシングルゲートMOSFET) の、直感的にもわかりやすいデバイス寸法の比例縮小 (スケールング) という微細化によってなされてきました。現在、半導体技術世代 (テクノロジーノード) は、すでに65ナノメートル世代に入りつつあり、LSI技術はナノテクノロジーそのものといっても過言ではありません。

一方、これまでどおり素子寸法を微細化して高機能・高集積化を続けていくことに、きわめて大きな障害が立ちだかっていることも強く認識され始めています。すなわち、アグレッシブな微細化によりスイッチング特性の劣化を招く短チャンネル効果やリーク電

流の増加をもたらし、期待されるデバイス特性の向上が望めなくなることが危惧され始めているのです。

### 微細化限界を打破する XMOS デバイス

これらの本質的な問題を解決するデバイス構造として、チャンネルに沿った両側に、二重にゲートを設けたダブルゲートMOSFET (当初その断面のギリシャ文字Ξ (グザイ: 英文字のX) との類似性からXMOSFETと命名) が電子技術総合研究所 (現在の産総研) から1984年に提案されています。

これは、2つのゲートによってチャンネルを強固にドレイン電界からシールドする構造になっているため、ドレインのソースへの影響を抑止でき、従来のバルクMOSFETの微細化限界を打破することができます。その後、シリコンデバイスの微細化限界が現実の問題として浮上しだした1990年代後

半頃から、ダブルゲートの有効性が認識され始め、ITRS (国際半導体技術ロードマップ) の最新版 (2005年) でも、ダブルゲートMOSデバイスが究極のMOSデバイスとしています。

産総研では、2001年の発足を機に重点課題としてXMOS技術を取りあげ、異方性ウエットエッチング (図1)、中性ビームエッチング、イオン照射減速エッチングなどの独自のプロセス技術を開発し、XMOSデバイス作製技術の確立を目指しています。

### リーク電流 (無効電力) 増大への危惧

LSI技術にはさらに、微細化と同等あるいはそれ以上に困難な問題として、リーク電流による無効電力の増大が挙げられます。集積回路の性能と消費電力と密接に関係があるのは、トランジスタのしきい値電圧 $V_{th}$ です。スピードすなわち駆動力を上げるために

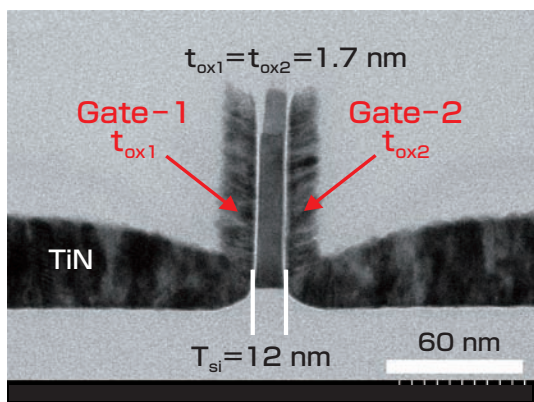


図1 4端子駆動型ダブルゲートMOSFET (4T-XMOSFET) の試作例  
異方性ウエットエッチングによる起立性のよいフィン作製と、RIEによるゲート分離を用いている。

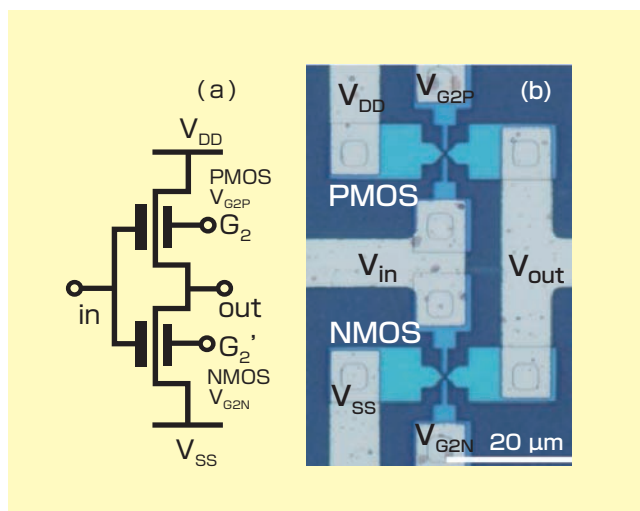


図2 4端子駆動型ダブルゲートMOSFET (4T-XMOSFET) を用いたCMOSインバータ



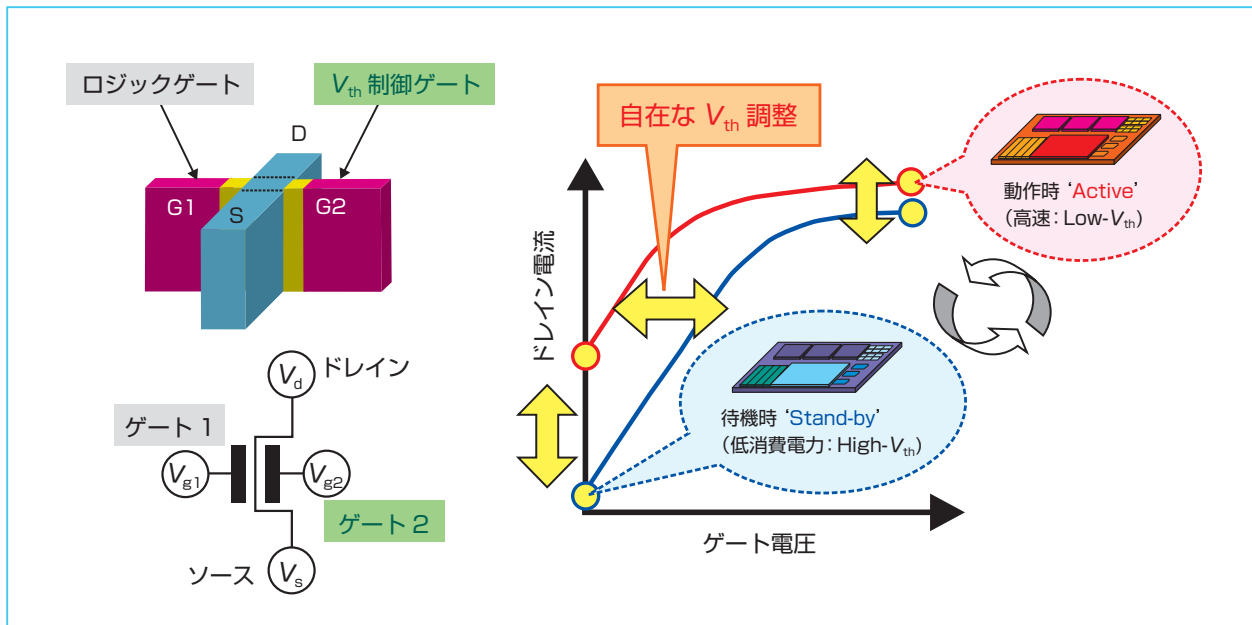


図3 4端子駆動型ダブルゲートMOSFET(4T-XMOSFET)の持つ独自の機能  
 自在な $V_{th}$ 制御により、動作時は高速性、待機時は低消費電力性を両立。

は、 $V_{th}$ を低く選びオン電流を上げれば良いのですが、そうすると待機時のリーク電流も増大し、無効電力を増やしてしまいます。

反対に、 $V_{th}$ を高くすれば、待機時のリーク電流は下げられますが、同時に、オン電流も下がってしまいスピードを上げることができません。この事情は、バルクMOSFETでも、ゲートが共通の通常のダブルゲートMOSFETでも、しきい値電圧が固定化されているので同じです。

### 新しいLSI “Hot & Coolチップ”

これに対して、2つのゲートを分離して独立に駆動できるようにすれば、2つのゲートのうち、一方のゲートで行うスイッチング動作に加えて、他方のゲートでそのしきい値電圧 $V_{th}$ を自在に

制御することができるようになります。

したがって、回路がアクティブな状態ではオン電流を上げた状態で駆動力を上げることができ、待機時にはオフ電流を下げてリーク電流を無視できるという理想的な回路動作が実現することになります(図2)。

このような新たな機能が加わった、XMOSデバイスの進化型としての4端子駆動型ダブルゲートMOSFET (4T-XMOSFET) を使えば、最適にパワー制御された超低消費電力LSI、いわば、Hot & Coolチップとも呼ぶべき新しい発展機軸のLSIを実現できると期待されます(図3)。

今後のIT社会を引っ張るものは、ユビキタスエレクトロニクス(いつでもどこでもIT技術を楽しむための電子機器)と言われており、そこで必

要なものは、情報処理の高機能性と省エネルギー性の両立であり、4T-XMOSFET技術で構成されるLSIが活躍することを信じています。

エレクトロニクス研究部門  
 鈴木 英一



## 不揮発性メモリがかなえる超低消費電力化

### 不揮発性機能とユビキタス社会

インターネットを飛びかう映画や音楽などの膨大なコンテンツ情報はハードディスクサーバーに保存されています。音楽を楽しむための必需品となった携帯音楽プレーヤーはフラッシュメモリで実現されています。いずれも、電源を切っても情報が失われない機能（不揮発性機能）を活かした電子素子です。このように、生活のさまざまな場面で不揮発性機能素子へのニーズが高まっています。

爆発的に増大しつつある情報を保存するためには、ハードディスクの情報記憶容量のさらなる向上が欠かせません。また、音楽情報の千倍もの情報量をもつ映画情報に対応するためにはフラッシュメモリの動作速度は遅すぎます。フラッシュメモリが数万回の読み書きで壊れてしまうことも、不揮発性メモリの可能性を狭めています。高速で無限回の読み書きが可能な大容量の不揮発性メモリ（ユニバーサルメモリ）が実現されれば、電源を入れた瞬間か

ら使えるコンピュータもできるはずで。論理素子が不揮発性機能を持つようになれば、さらに大きな展開が期待できます。

現在のシリコン半導体論理回路では、情報を保持するために常に電源を入れておく必要があります。1秒間に何千回も電源をオン／オフしても記憶が失われない不揮発性論理素子を実現されれば、人間には動作しているように見えても、実はほとんどの時間電源が切れているようなコンピュータもできるはずで。劇的な低消費電力化が期待されます。私たちは、これをノーマリー・オフ・コンピュータと名づけ、長期的な目標にしています。

### 究極の微小磁石を利用するスピントロニクス技術

強磁性体は不揮発性機能の実現にも適した材料です。高速かつ無限回の読み書きに耐えることは、既にハードディスクで実証されています。

ただし、電子素子への利用には磁

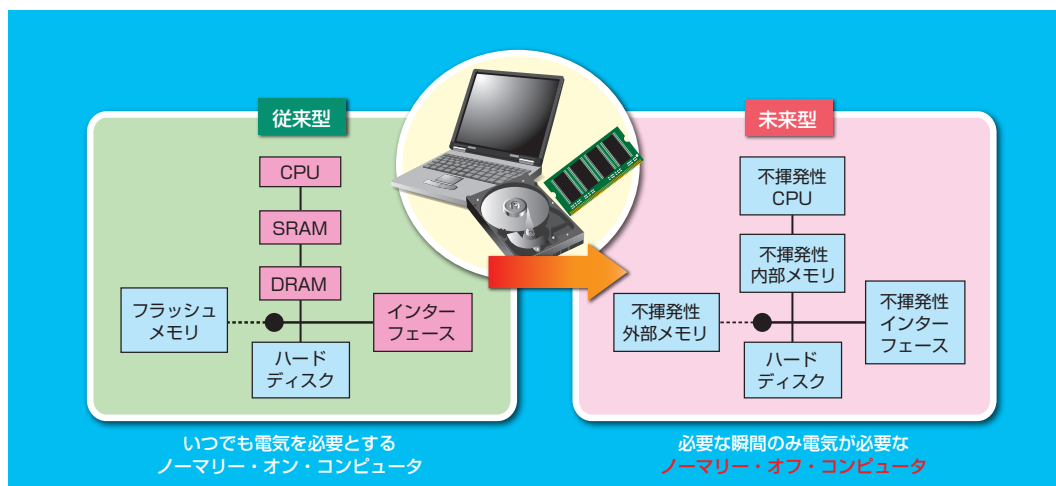
気情報と電気情報の間の変換が必要です。昔から、この目的にはコイルが使用されてきましたが変換効率が低くて、もう限界です。

スピントロニクスと呼ばれる新技術はこの問題を解決します。この技術を使えば、コイルを使用せずに磁気情報と電気情報の変換を高効率に行うことができます。

電流を運ぶ1つ1つの電子は、非常に小さな磁石（スピン）としての性質を持っています。特に強磁性体中から流れ出てくる電流は磁化の向きをそろえた小さな磁石の流れです。このスピン電流は、強磁性体のごく近く（10ナノメートル程度）だけでしか観測できないため、従来は利用できませんでした。

しかし、ナノテクノロジーがこれを可能としました。

そのもっとも注目すべき成果はトンネル磁気抵抗（TMR）素子です。これは強磁性体薄膜とナノメートルサイズの厚みの絶縁膜を組み合わせた素子です。



電源を切っても情報が失われない不揮発性機能素子ができれば、電子情報機器の飛躍的な低消費電力化が期待される。

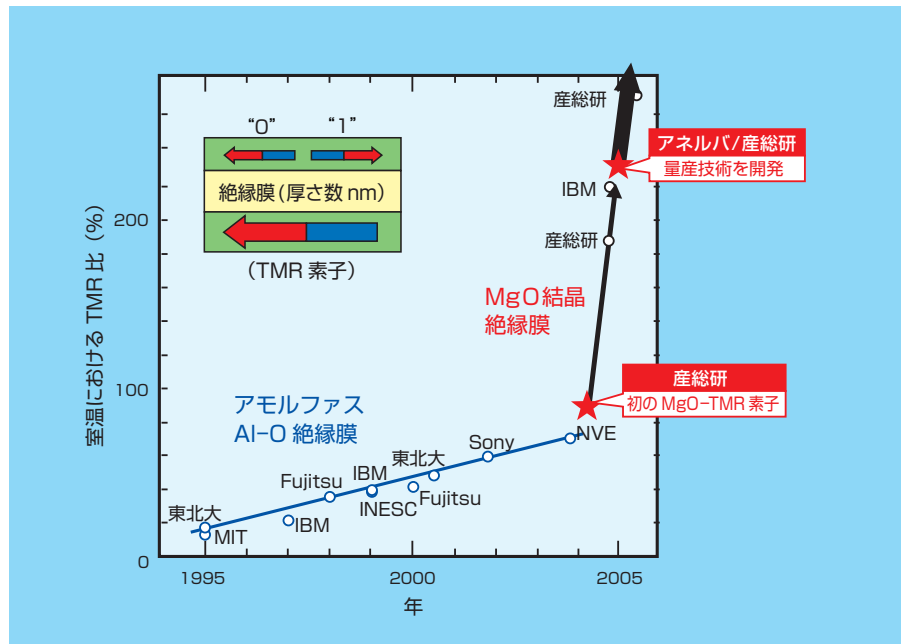


絶縁膜を介して流れるスピン電流の大きさは、強磁性薄膜の磁化の向きに依存して変化します。この現象を利用すれば、コイルを使用しないで磁気情報を電気的に読むことができます。その性能は抵抗の変化率（TMR比）で表されます。

2004年に、私たちは絶縁膜にMgO結晶を用いる全く新しいTMR素子を開発し、飛躍的な性能向上を実現しました。企業と組んで、その大量生産技術の開発にも成功しました。ハードディスクにMgO-TMR素子を組み込むことで記憶容量を大幅に増やすことができます。今年中には、世界中のハードディスクにこの技術が組み込まれるでしょう。

MgO-TMR素子はユニバーサルメモリ実現の切り札でもあります。強磁性体を用いる不揮発性メモリMRAMの大容量化は、読み出し信号と書き込み電力の2つの点で困難とされてきました。MgO-TMR素子の出現で、読み出し信号の問題は完全に解決されました。

あとは、書き込み電力の問題だけです。MRAMはこの目的のために、依然としてコイルを使用しています。私たちは、コイルの代わりに、スピン電流を使って磁気情報を書込むことのできる新しいタイプのMRAM（スピンドラム）を開発中です。



磁気情報を電気情報に変換するトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子の性能向上の歴史  
 産総研は、絶縁膜にMgOを使う画期的な新型TMR素子を作り出した。

また、不揮発性論理素子の実現を目指して、強磁性体から半導体へのスピン注入を利用するスピントランジスタや、半導体そのものを強磁性体にしてしまう強磁性半導体の開発も行っています。

### ノーマリー・オフ・コンピュータの実現を目指して

スピントロニクス技術は、大容量ストレージ、ユニバーサルメモリ、そしてノーマリー・オフ・コンピュータという新しい情報通信機器の出現につな

がる技術です。マイクロプロセッサ誕生の直後に、小型コンピュータと太陽電池の組み合わせで、アフリカを救おうという提案がなされましたが、30年たった今もまだ実現できていません。

不揮発性機能素子によるコンピュータの超低消費電力化は、このような未達成の多くの夢を現実のものとしていくことでしょう。

エレクトロニクス研究部門  
**安藤 功兒**

### 参考文献

1. S. Yuasa, T. Nagahama, A. Fukushima, Y. Suzuki, and K. Ando : Nature Materials 3, 868 (2004).
2. D. D. Djayaprawira, K. Tsunekawa, M. Nagai, H. Maehara, S. Yamagata, N. Watanabe, S. Yuasa, and K. Ando : Appl. Phys. Lett. 86, 092502 (2005).
3. H. Saito, S. Yuasa, K. Ando, Y. Hamada and Y. Suzuki : Appl. Phys. Lett. 89, 232502 (2006).
4. K. Ando : Science 312, 1883 (2006).





チャレンジコーナーでは、寝そべり自転車、早押しクイズ、身の回りの計測、はんこ作りなど、楽しみながら科学を体験してもらいました。



特別講演、科学教養講座はどことも大盛況。講師の先生方、たいへん興味深いお話をありがとうございました。



サイエンスコーナーでは、バイオディーゼル燃料自動車など、産総研で取り組んでいる技術を紹介。ヒューマノイド(人間型ロボット)は、こどもにもおとなにも大人気でした。



スタンプラリーの受付は、夏休みに入ったばかりのこどもたちで賑わいました。今年も大好評！の恐竜ロボット。産総研へようこそ、つくば市長もご視察に。

## 産総研 一般

「来て！ 未来の技術がいっぱい」を統一テーマに、今年も全国各地の産総研研究センターで「一般公開」を開催しています。つくばセンター（7月21日）、関西センター尼崎事業所（7月28日）、北海道センター（8月4日）では講演や体験コーナー、



サイエンス実験ショーでは、科学の不思議・色の不思議を体験。また、サイエンストークでは、研究者と高校生の熱いディスカッションが繰り広げられました。



特別展が開かれた、三宅島火山（地質標本館）、高齢者体験・車いす体験と標準化（くらしとJISのかかわり）、ナノ・アート・ギャラリー。どれも好評を博しました。



職員の文化活動をご紹介します。古楽リコーダー、コーラス、ジャズ、生け花。日頃の練習の成果を披露しました。





晴天に恵まれ、朝早くから家族連れのお客様、お友達同志と、多くの方が産総研へ足を運んでくださいました。オリジナルうちわを使ったスタンプラリーもたいへん好評でした。



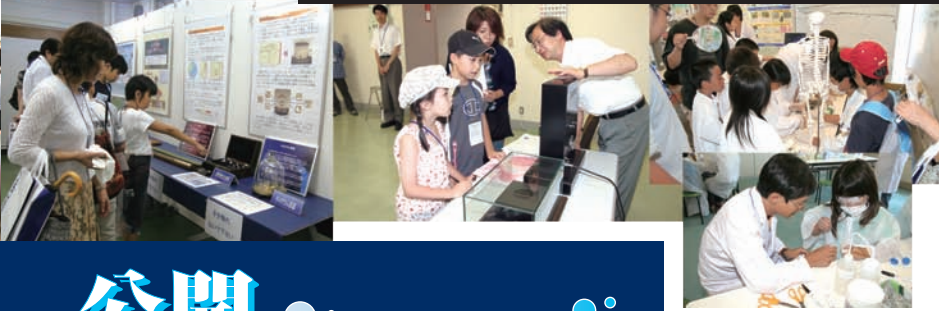
科学教室では、身の回りのものを使った簡単な実験で、無重力や液化現象を体験してもらいました。



生活に密着したものから最先端の技術まで、さまざまな成果物を紹介しました。また、実験教室では科学の不思議さ、楽しさを実際に体験してもらいました。



工作教室では、パソコンを使ってプログラミングに挑戦。ライトレースと簡易プログラムで、実際にLEGOブロックを動かして楽しんでもらいました。



# 公開

展示コーナーなどを通して、お子さんから、学生、一般の方まで、みなさんに産総研の最新の研究成果や科学の基礎に触れていただく機会を提供することができました。これから開催される地域センターの一般公開へのご来場もお待ちしています。



大盛況だった特別講演「菌類萌え、南極へ!」。「どうしたら南極へ行けるのですか?」とこどもたちから質問が多数寄せられました。



毎回大人気のスライム、はんこ名人、パロ。今年は、新企画「ありすとてれすと立体写真をためてみよう」が登場し、こちらも好評でした。



台風の通過が予想され、終日雨が降る中、大勢の来場者のみなさんと楽しい時間をともにすることができました。

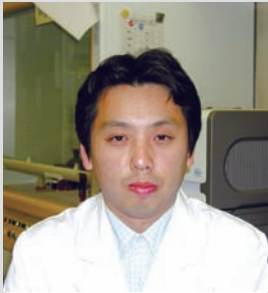
科学教室では、スライムを使った電池作りなどを体験。また、実際のラボを使って、藍染のハンカチを作りました。とてもきれいなオリジナルハンカチができあがりました。





# 遺伝子(DNA)の新たな定量方法を開発

## 簡便・正確・低コストの実現



野田 尚宏

のだ なおひろ

noda-naohiro@aist.go.jp

生物機能工学研究部門  
バイオメジャー研究グループ  
研究員  
(つくばセンター)

2005年の入所以来、蛍光色素のON/OFFを利用した核酸解析技術の研究開発を行っています。特に近年はDNAの定量だけでなく、DNA/RNAと結合したり、DNA/RNAを分解したりする酵素や蛋白質の活性を定量的に評価する技術の開発を行っています。開発した技術の環境、食品、医療などの様々な分野における遺伝子検査への応用に取り組みつつ、他研究機関や企業との共同研究体制の下、早期の実用化を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 参考文献

[1] H.Tani et al., Analytical Chemistry, in press

[2] H.Tani et al., Analytical Chemistry, 79, 974-979, 2007

#### ● 共同研究者

蔵田信也 (J-Bio21社)、中村和憲、関口勇地 (産総研)、谷英典、常田聡 (早稲田大学)

#### ● プレス発表

2007年5月29日「遺伝子の新規定量方法を開発」

●この研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成18年度産業技術研究助成事業による支援を受けて行いました。

### DNAを定量する技術

DNAを定量する技術は、ヒトの病気診断などを目的とした遺伝子発現解析、SARS（重症急性呼吸器症候群）や鳥インフルエンザウイルスなどの検出・定量、組換え大豆などの遺伝子組換え食品の混入率検査などに利用されています。

これまで、微生物や動植物に含まれるDNAの定量には、リアルタイムPCR法が用いられてきました。この手法では、PCR（合成酵素連鎖反応）によりDNA増幅を行い、その増幅産物量をPCRの1サイクルごとに測定して標的のDNAを定量します。増幅産物の蛍光を1サイクルごとに測定するため、高価な専用装置が必要などのさまざまな問題点がありました。

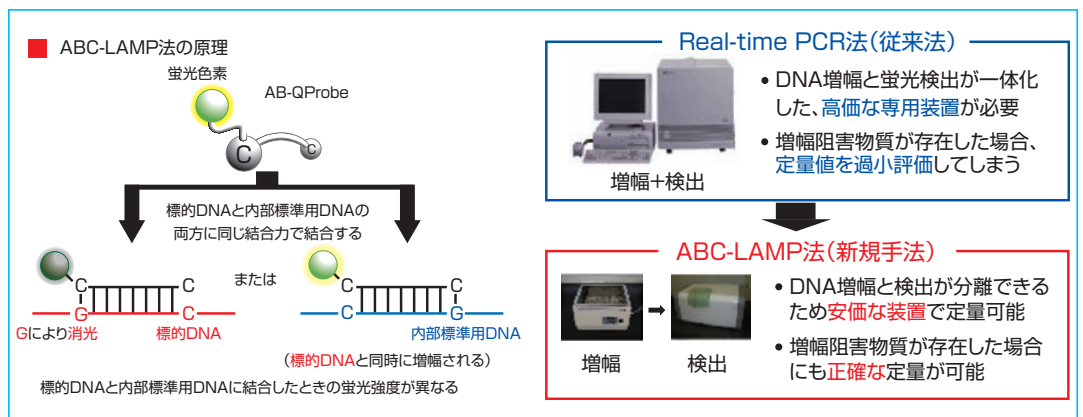
### 簡便・正確・低コストのDNA定量法

私たちは、蛍光消光現象を利用した新しいDNA定量技術の開発に取り組み、グアニン(G)塩基との特異的な相互作用により蛍光が消光する色素で標識したプローブ(Alternately Binding Quenching Probe: AB-QProbe)と内部標準用DNAを用いる方法を見出しました。この方法では、遺伝子増幅反応の前後に蛍光を測定するだけで標的DNAを定量できます。また、蛍光をPCRの1サイクルごとに測定する必要がない、ゲル電気泳動が不要、高価な専用装置が不要、DNA増幅反応を阻害する物質の影響を受けにくく、正確な定量ができるとい

う特徴があります。この方法を等温DNA増幅法であるLAMP(Loop-Mediated Isothermal Amplification)法と組み合わせて、簡便・正確・低コストのDNA定量法(Alternately Binding Probe Competitive-LAMP: ABC-LAMP)を開発しました<sup>[1]</sup>。

AB-QProbeの末端には蛍光標識されたシトシン(C)塩基があり、標的DNAのG塩基に出会うと消光します。一方、内部標準用DNAは、LAMP法で標的DNAと同じ効率で増幅されますが、その増幅産物によってプローブの蛍光が消光されないように、相補部分(プローブが結合する部分)の末端をG塩基ではなくC塩基としたDNA鎖を人工合成したものです。AB-QProbeは標的DNAと内部標準用DNA双方の増幅産物に同じ結合力で競合的に結合しますが、どちらに結合したかによって蛍光の強さが変わります。この蛍光強度の違いを利用して、LAMP反応前後に蛍光を測定して標的DNAの定量を行います。

この技術でアンモニア酸化細菌のアンモニア酸化酵素をコードする遺伝子の一部を定量した結果、従来法と同等の精度と再現性を持つことがわかりました。また、従来法では、DNA増幅反応を阻害するフミン酸や尿素の濃度が増加するにつれて真値よりも低い値を示しましたが、私たちの技術ではフミン酸と尿素の濃度のいずれにも依存せず正確に標的DNAを定量することができました。



### ABC-LAMP法の概要と従来法との比較



# 安全で楽しい遊具のデザインを考える

## 子どもの事故予防を目指した「遊具プロジェクト」



西田 佳史

にしだ よしふみ

y.nishida@aist.go.jp

デジタルヒューマン研究センター 人間行動理解チーム長  
(臨海副都心センター)

1998年電子技術総合研究所入所。2005年から「事故予防のための日常行動センシングと計算論の基盤技術」(科学技術振興機構CREST)の研究代表をしています。家庭では4歳の子どもの父親です。

### 関連情報：

●記事の詳細や実験データをWEBに掲載しています。

○子どもの事故予防工学カウンスル(CIPEC)

<http://www.dh.aist.go.jp/general/consortium.php.ja>

○産総研ホームページ(遊具プロジェクトの紹介)

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/nr20070710/nr20070710.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/nr20070710/nr20070710.html)

●共同研究者

山中龍宏、本村陽一(産総研)

●参考文献

[1] 西田佳史, "安全で楽しい遊具づくり～遊具プロジェクト～," 発達, Vol. 111, ミネルヴァ書房, July 2007

[2] 西田佳史, 本村陽一, 山中龍宏, "子どもの傷害予防へのアプローチー安全知識循環型社会の構築に向けてー," 小児内科, Vol. 39, No. 7, July 2007

### 安全で楽しい遊具のデザイン

遊具による事故が多発し、公園から撤去される遊具が増加しています。その結果、将来を担う子どもたちが、思いきり遊んで豊かな経験を積む場所が減少することは、子どもの成長の機会を奪うことにもなります。また、事故原因を解明し知識化することで将来の遊具づくりに活かさなければ、子どもの遊び場をつくる技術が蓄積されません。さらに、資産価値の損失に、撤去費用や廃棄費用まで加わって、多額の経済損失にもつながります。

撤去すべき遊具があるのも事実ですが、改善すれば安全性を確保できる遊具も数多くあります。産総研は、子どもの事故予防工学カウンスル(CIPEC)という研究グループをつくり、子どもの事故予防に関する研究を進めてきました。遊具プロジェクトは、その一環として進めてきたもので、医師、保育士、遊具メーカ、保護者、認知科学や機械工学の専門家などに参加してもらい、複眼的な観点から、安全で楽しい遊具のデザインを目指しています。

### 遊具で遊んでいる子どもの行動理解

安全で楽しい遊具づくりのヒントを見つけるために調査した川和保育園では、園児が遊んでいるときに発生する小さなけがを把握し、遊具の改良を続けていました。できる限り子どもたちを自由に遊ばせて、その遊びのなかで、子どもたち自らがチャレンジと失敗を繰り返しながら危険を学んでいく環境を構築するには、大人が、あらかじめ遊具のどこに危険があるのか、子どもたちはその危険をどの程度把握できるのかを知った上で、遊具をデザインすることが不可欠です。

保育園には、石崖を登るとログハウスに到達できる、人気の遊具があります。石崖は、30cm角の石が不規則に積み上げられています。園児たちは、自分の身体特性に合った手がかりや足がかりを探しながら、登ります。

私たちは、この遊具で遊ぶ子どもの筋力を計測する行動観察システムを開発しました。画像情報・位置情報・筋力情報を同時に記録します。画像情報は、USBカメラで記録し、位置情報と筋力情報の収集には、超音波式位置計測センサと筋電センサを使用しました。石崖ログハウスの近くに超音波

受信機を27個取り付け、小型の超音波発振機を園児の衣服に装着して、遊んでいる子どもの位置をcm単位で計測しました。また、子どもの右腕に、ウェアラブル筋電センサ(筋力を計測するセンサ)を装着し、無線通信で、遊んでいる最中の筋力の情報を計測しました。さらに、遊具付近にカメラを取り付け、画像情報を記録しました。位置情報と筋電情報を組み合わせると、園児たちが、遊具のどの位置でどの程度の筋力を使っていたかを可視化することができます。

### 科学的根拠に基づく遊具づくり

今回得た知見をもとに、新しい遊具を試作しました。あらかじめ、小型モデルでシナリオを作成し、最悪のケースでも大きなけがにはならないような工夫を検討しました。

登り部分では、4歳から6歳の子どもにあった手がかり・足がかりを考案し、①対象としない低年齢の子どもが容易に登れないようにする工夫、②対象とする年齢(4歳から6歳)では、大きな力を必要とする(転落の危険がある)箇所を地面から低い高さにする工夫、③登りきる部分では確実に登りきらせる工夫をしました。さらに、転落箇所全部を砂場(深さ20cm以上確保)にしました。

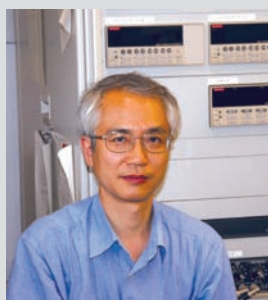
実際に子どもたちに使ってもらって改善するために、保育園の協力を得て、今年2月に桑の実保育園に新しい遊具を設置しました。その結果は、子どもの行動観察とそこから導き出された知見を活かすことで「危険や難易度が制御された遊具のデザイン」が可能であることを示しています。プロジェクトでは、引き続き、この遊具の安全性の検証を進める計画です。



登り部分を工夫した新しい遊具の製作と設置

# 紫外線を高効率で発光する半導体材料

## マグネシウム添加で発光効率が大幅に向上



柴田 肇

しばた はじめ

h.shibata@aist.go.jp

エレクトロニクス研究部門  
低温物理グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

入所以来、固体の光学的性質の基礎研究に従事してきました。物質と電磁波との相互作用に関する基礎研究を通して、新しい物理法則の発見と産業応用を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 参考文献

H. Shibata et al.,  
Appl. Phys. Lett. 90,  
124104(2007)

#### ● 共同研究者

反保衆志、松原浩司、山田明政、櫻井啓一郎、石塚尚吾、仁木栄(産総研)、酒井政道(埼玉大学)

#### ● プレス発表

2007年5月24日「紫外線を高効率で発光できる半導体材料の開発」

### 紫外線発光ダイオード

青色発光ダイオードに続いて、紫外線発光ダイオードの実現が、産業界から望まれています。波長が短くなると、光記録密度の向上や白色発光の蛍光体の励起など、さまざまな新しい機能が期待できます。しかし、従来の半導体では発光波長が短くなると発光効率が低下するため、その実現は容易ではありませんでした。

### マグネシウム混合で高性能に

今回、私たちは、酸化亜鉛に数%~10数%のマグネシウムを混合することで、紫外線を高効率で発光する半導体材料を開発しました。作製した試料の断面構造を図(左)に示します。基板としてサファイア単結晶を用い、酸化マグネシウム(MgO)、酸化亜鉛(ZnO)、マグネシウムを添加した酸化亜鉛( $Zn_{1-x}Mg_xO$ )の薄膜単結晶を、下から順番にエビタキシャル法で成長させました。 $Zn_{1-x}Mg_xO$ の原料として純度の高い亜鉛とマグネシウムを用い、酸素源としては酸素ラジカルを利用しました。

絶対温度1.4Kに冷却して紫外線レーザー光を照射し、試料からの発光のスペクトルを測定した結果を図(右)に示します。波長が335~365nmの領域に大きな幅広い発光バンドが観察されますが、これが $Zn_{1-x}Mg_xO$ からの発光です。マグネシウム濃度が増すにつれて発光波長が短くなっていることがわかります。また、この発光バンドの発光強度(積分強度)は、マグネシウム濃度が増すにつれて顕著に増大しています。これは酸化亜鉛にマグネシウムを混合することで、材料の発光効率が大幅に向上していることを示しています。



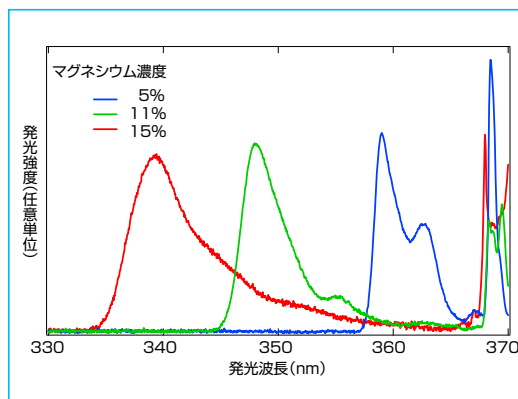
作製した試料の断面構造の模式図

$Zn_{1-x}Mg_xO$ からの発光強度と、試料温度の関係調べたところ、試料温度が上昇するに従って発光強度がしだいに減少することがわかりました。一般に、発光材料の発光効率は、材料の温度が上昇するに従って低下することが知られています。しかし、ここで判明した事実は、試料温度が上昇するに従って発光強度がしだいに減少するが、マグネシウム濃度が增大するほど発光強度の減少の程度が小さくなることです。発光素子を室温(300K付近)で利用することを考えると、この結果は重要です。

これらの結果をもたらす原因は共通だと考えられます。すなわち、試料中のマグネシウム濃度は場所によって一様ではなく、マグネシウム濃度の高い場所と低い場所が、混在しているために、発光の原因となる励起子あるいは電子・正孔対が局在現象を起こし、その存在が安定するために材料の発光効率が大幅に向上しているものと予想されます。

### 今後の展開

一般に、発光ダイオードや半導体レーザーなどの発光素子の基本構造は、発光する部分である活性層を、光や電子を閉じ込める役割の障壁層で挟んだ形の3層構造です。これまで多く想定されてきた素子の構造は、活性層にZnOを、障壁層に $Zn_{1-x}Mg_xO$ を利用するものでしたが、今後は $Zn_{1-x}Mg_xO$ を活性層に利用した素子をつくり、高効率な紫外線発光半導体素子の開発に挑戦していきます。



酸化亜鉛にマグネシウムを混合した材料の絶対温度1.4 Kにおける発光スペクトル



# 安定性の高いマイクロ波発振器の開発

## 液体ヘリウムで冷却したサファイアで $10^{-15}$ の安定度を実現



渡部 謙一

わたべ けんいち

k.watabe@aist.go.jp

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

入所以来、高安定マイクロ波発振器の研究・開発に従事してきました。今後は、開発した発振器を国際単位系の「秒」を校正する産総研の一次周波数標準器や、光周波数計測へ応用する研究などを行っていきたく考えています。

### 関連情報：

#### ● 参考文献

[1] K. Watabe et al., Jpn. J. Appl. Phys. 45 (2006) 9234.

[2] K. Watabe et al., IEEE Trans. Instrum. Meas. 56 (2007) 632.

#### ● 共同研究者

柳町真也、池上健、大嶋新一（産総研）、John G. Hartnett、Clayton R. Locke（西オーストラリア大学）

### 安定度の高い発振器

周波数の変動がきわめて小さい高安定な発振器には、水晶発振器、セシウム原子発振器、ルビジウム原子発振器、水素レーザーなどがあります。これらの発振器は、通信・放送や計測における基準信号発生器に使われます。一方、低温に冷却したサファイアを使った発振器は、マイクロ波領域で最も安定な発振器です。この低温サファイア発振器は、計量標準や相対性理論の実験的検証などに利用されています。計量標準への応用としては、国際単位系の「秒」の定義に基づいて1秒を発生する一次周波数標準器と呼ばれる装置の信号源に使うことができます。

### 液体ヘリウムで冷却したサファイアを使ったマイクロ波発振器

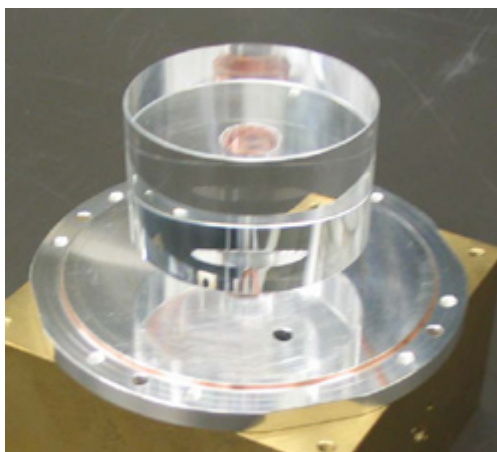
サファイア(写真)は低温にするほど、誘電体損は小さくなります。また、円筒のサファイア共振器を励振する電磁界モードとしてウイスパリングギャラリーモードを使うと、電磁界エネルギーを共振器の中に効率良く閉じ込めることができます。その結果、電気的なQ値(熱損失係数)が高くなります。また、サファイアによってはその製造過程で混入するわずかな常磁性の不純物の影響で、共振周波数の温度係数の正負が逆になる零温度係数温度が液体ヘリウムの温度付近で現れます。サファイアを零温度係数

温度で温度制御すると、安定度の高い発振器が実現できます。私たちは、西オーストラリア大学と共同で、液体ヘリウムクライオスタットを使って10K(ケルビン)以下まで冷却したサファイアを基にしたマイクロ波発振器を開発してきました。

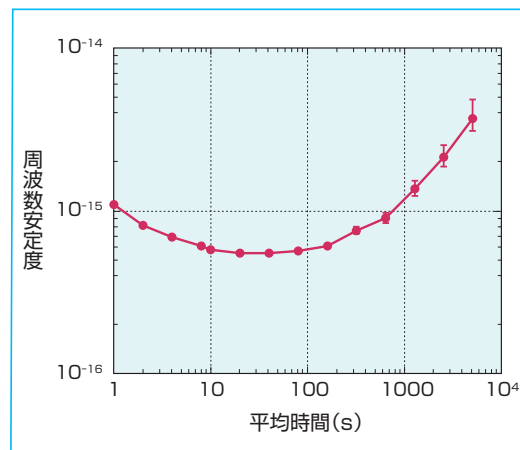
一般に発振器の周波数変動を評価するとき、それ以上に性能が良い発振器と比較する必要があります。私たちが開発した発振器の場合、これを上回る性能の既存の発振器がないため、2台の同等品を製作しました。その結果、周波数安定度が平均時間1秒で  $1 \times 10^{-15}$  (周波数を1秒間平均したときの変動が15桁目)の発振器を開発することに成功しました<sup>[1]</sup>(グラフ)。これは、定常的に信号を供給できるマイクロ波発振器としては世界最高の性能です。これまで、この発振器は光周波数の計測に使われる光コム基準信号に使われてきました<sup>[2]</sup>。

### 今後の展開

今後、これを産総研の一次周波数標準器の信号源として使い、世界の時刻システムである国際原子時の校正をより高精度に行っていく予定です。また、産総研では将来の「秒」の定義の改訂に向けて光原子時計を開発していますが、そのレーザーを評価する発振器としても使われるでしょう。



直径5 cm、長さ3 cmのサファイア単結晶



低温に冷却したサファイアを基にした発振器の周波数安定度

# 膜融合の2波長蛍光イメージング

## 信頼性の高い膜融合の解析方法

特許 第3769607号  
(出願2001.9)

### 研究ユニット：

セルエンジニアリング研究部門

### 適用分野：

- 細胞機能解析
- 抗ウイルス剤スクリーニング
- 遺伝子治療・DDSベクターの評価

### 目的と効果

細胞、ウイルスなどで生じる膜融合を検出し解析するために信頼性の高い方法を開発しました。リポソームなどの人工膜において生じる膜融合の解析にも利用できます。2波長の蛍光画像を用いることによって、顕微鏡画像の上で膜融合の発生領域を異なる色で表示できるようにしたため、融合した膜と融合していない膜とを明確に識別できます。

### 技術の概要、特徴

膜融合は細胞による物質生産、物質輸送、情報伝達といった生命活動を支える重要な機能の1つであり、また、ウイルスの細胞感染でもウイルス膜と細胞の膜の融合がウイルス侵入のキー・ステップとして働いています。膜融合は遺伝子治療やDDSベクターの基本原則としても注目され、人工膜リポソームと細胞との膜融合技術の応用開発が進んでいます。これまで膜融合の測定によく用いられてきた方法は蛍光自己消光解消法と呼ばれるもので、解析対象の膜を蛍光脂質プローブで標識し、他の膜と融合したときに蛍光強度が増すことを測定します。この方法を顕微鏡に応用して顕微鏡画像上の蛍光強度分布を追跡すれば、細胞集団の中から膜融合した細胞を見いだしたり、細胞の内部で膜融

合の発生領域を検出したりすることが可能と期待されます。しかし、顕微鏡画像上の蛍光強度は細胞の膜の形、集合状態や位置の変化などによっても影響されるので、蛍光強度分布の変化すべてが膜融合を示すとは限りません。ウイルス粒子やリポソームの細胞内動態を追跡し膜融合を検出しようとする場合にも同様の問題があります。顕微鏡画像上で膜融合を他の現象とは区別して検出しようという課題を2波長蛍光イメージングによって解決しました。膜融合が発生したときに蛍光脂質プローブの蛍光が変化しない波長と蛍光が明るくなる波長を利用し、これら2波長の画像データ間の演算処理を行います。そのことによって、例えば、融合した膜を緑色に、融合していない膜を赤色に、というように互いに異なる色で表示して、膜融合の発生領域を他から明確に識別することができます。細胞機能解析、抗ウイルス剤スクリーニング、遺伝子治療・DDSベクターの評価などにおいて、膜融合を明確に識別する信頼性の高い方法として役立ちます。

### 発明者からのメッセージ

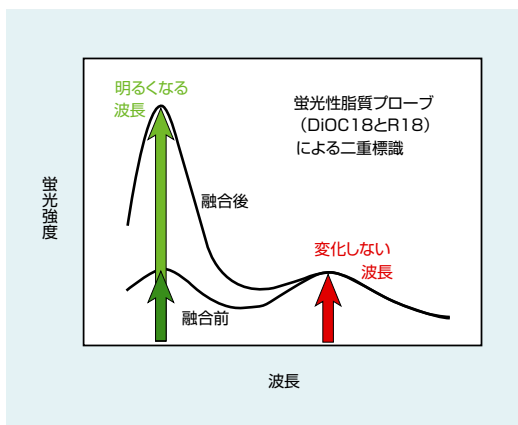
細胞内カルシウムイメージングで普及してきた2波長蛍光イメージングを、新たに細胞、ウイルス、リポソームなどの膜融合の分野で実現しました。この技術の活用を検討したい方々からの連絡をお待ちしています。

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して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。

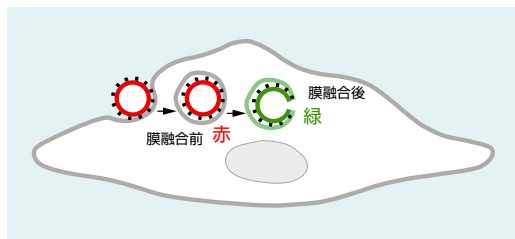
### IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

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



膜融合により蛍光脂質プローブの蛍光が変化しない波長と蛍光が明るくなる波長



膜融合検出の例：細胞内に侵入したウイルスの膜融合を蛍光色の変化で検出(エンドソーム膜との融合)



## 疑似エピタキシャル成長基板

### 異種材料基板上での高品質な単結晶薄膜の成長を可能に

特許 第3834608号  
(出願2001.4)

研究ユニット:

太陽光発電研究センター

適用分野:

● 半導体電子材料の製造

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、産総研イノベーションズまでご遠慮なくご相談下さい。

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第2

TEL: 029-861-9232

FAX: 029-862-6159

E-mail: aist-innovations

@m.aist.go.jp

#### 目的と効果

高機能な半導体エレクトロニクス素子には単結晶薄膜が多く用いられます。薄膜は何らかの基板に支えられることが必要で、その基板の結晶格子をテンプレートとしていわゆるエピタキシャル成長をします。必要に応じて薄膜と異なる材料を基板にしますが、その場合には、格子定数の違いが薄膜結晶に欠陥を招いて品質を悪くします。この特許の方法では、基板と薄膜との界面にのみ欠陥を閉じこめて、応力やひずみのない単結晶薄膜の成長を実現します。

#### 技術の概要、特徴

図1は、表面が正確に(001)結晶格子面になっているGaAs基板の上に蒸着したCu薄膜をX線回折の極点図法で観測したものです。薄膜の結晶軸が基板結晶格子の方位にならって基板表面に垂直に立っていれば中心に1つだけ斑点が現れるはずですが、この例では、基板の対称性に従って4つに分裂し、それらの軸の方向が、垂直から一定の角度に傾いていることが示されています。

この特許の方法では、この現象を逆に利用して、目標とするエピタキシャル薄膜の結晶格子方位に対して基板の結晶格子が傾斜整合する角度に基板表面を切り出しておくことによって、基板表面に垂直な方向に軸方向をもった単一領域のひずみのない薄膜の成長を可能にします。

図2は傾斜整合の原理を説明するために、基板と薄膜との界面の状態を模式的に示したものです。基板表面の傾斜による周期的ステップに転位を誘引することによって、両材料の結晶格子定数の違いから生じる内部応力を緩和して疑似エピタキシャル成長を実現します。

#### 発明者からのメッセージ

薄膜と基板、それぞれの材料が決まれば傾斜角を決めることは容易ですが、実際に薄膜を成長させる条件は材料の種類によって異なりますから、材料の組み合わせごとに実験によって技術を確認する労力は必要です。

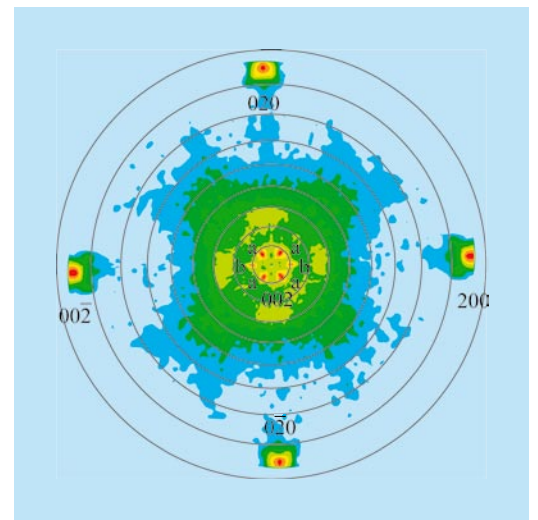


図1 結晶格子面が傾斜して成長した薄膜の観測例

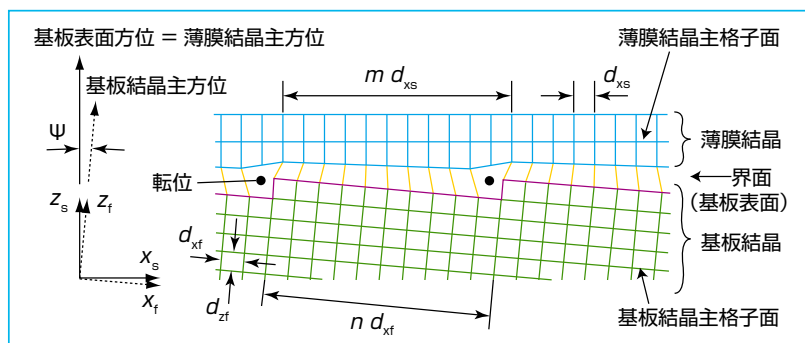
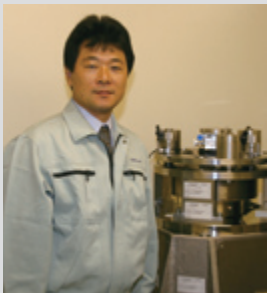


図2 傾斜整合による疑似エピタキシャル成長の仕組み  
(J. Appl. Phys. 79 (2001) 608, A.Yamada et al.)

## 角度標準の供給と発展

### 高度化する角度計測・測量に応える標準開発



#### 渡部 司

わたなべ つかさ

t.watanabe@aist.go.jp

計測標準研究部門  
長さ計測科 幾何標準研究室  
主任研究員  
(つくばセンター)

入所以来、角度標準の確立に従事してきました。単純明快な原理と構造の角度校正装置の開発を行い、角度標準のさらなる普及を目指しています。

#### 関連情報：

- 共同研究者

藤本 弘之 (産総研)

- 参考文献

1) 渡部司、益田正、梶谷誠、藤本弘之、中山貫：ロータリーエンコーダの高精度角度校正装置の開発（第1報）—校正システムと基礎実験—，精密工学会誌，第67巻，第7号，pp.1091-1095 (2001)

2) T. Watanabe, H. Fujimoto : High Accuracy Angle Indexing Table, Proceedings XVIII IMEKO WORLD CONGRESS

3) 産総研 TODAY Vol.7, No.4, p25 (2007)

角度は幾何学的に定義されているのが特徴で、上位の角度標準がなくても「角度が360度の閉じた系である」ことを応用した自己校正方法がいくつか考え出されており、それらを実現することで高精度な角度標準を構築しています。

#### JCSSによる角度標準の供給

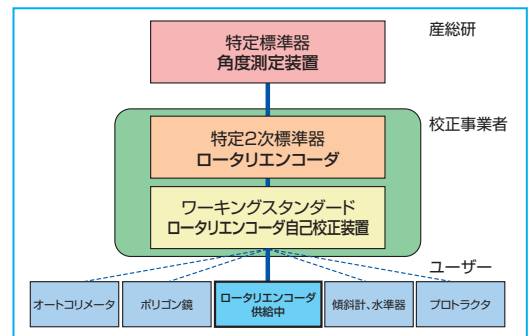
角度標準は、2003年2月に計量法校正事業者登録制度 (JCSS) の下、角度測定装置 (ロータリーエンコーダ自己校正装置、写真)<sup>1)</sup> を特定標準器とする角度のトレーサビリティの保証が開始されました。そして、2006年3月には財団法人日本品質保証機構 (JQA) が第1号の校正事業者として認定され、世界で最先端を行く角度標準供給体制が始動しました。図は角度トレーサビリティ体系の構想図です。現在、校正対象となる角度計測器はロータリーエンコーダですが、オートコリメータ、ポリゴン鏡、傾斜計やプロトラクタなどへの対応も、校正事業者と連携をとりながら順次拡大していく計画です。

#### 産総研が実施している依頼試験

表は産総研が実施している角度の依頼試験を示しています。ロータリーエンコーダについてはJCSSでは対応しきれない高精度な校正や技能試験を実施し、さらにJCSSの角度標準供給が開始されていないオートコリメータと多面鏡の校正サービスを行っています。ロータリーエンコーダでは一周225,000目盛までを世界最高精度の不確かさ0.01秒で校正することが可能です。オートコリメータは、角度測定装置で校正する場

校正装置名	校正対象機器	範囲	不確かさ	料金 (円)	備考
角度測定装置	ロータリーエンコーダ	225,000目盛まで	0.01 秒	233,600	
	多面鏡 (ポリゴン鏡、角度ゲージ)	~6面	0.09 秒	130,600	角度ゲージは 2面に対応する
		7面~24面		142,300	
		25面~48面		189,100	
オートコリメータ	±5 度	0.04 秒	225,700	測定間隔 5.76 秒以上	
微小角発生装置	オートコリメータ	±100 秒	0.03 秒	313,500	測定間隔 5.76 秒以下を含む
		±1000 秒	0.1 秒		

産総研が実施している依頼試験一覧 (角度) 2007年7月現在

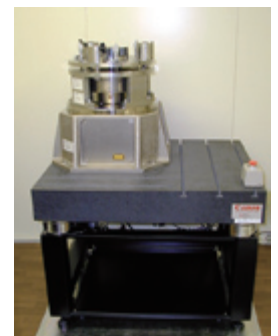


角度トレーサビリティ体系の構想図

合、装置内部のロータリーエンコーダの目盛ピッチ5.76秒の倍数が測定間隔になりますが、校正範囲が5度と大きくなります。微小角発生装置を用いた場合は、測定間隔が0.2秒程度となり測定範囲の小さいオートコリメータに適しています。多面鏡では、これまでの割り出し台を用いた校正方法から角度測定装置を用いた内部ロータリーエンコーダとを直接比較する方法に変更して、校正作業量の軽減、校正料金の引き下げと不確かさの低減を達成しています。

#### 今後の展望

現在、次世代角度標準器を目指した不確かさ0.001秒を超える超高精度角度割り出しテーブルの開発<sup>2)</sup>と、汎用角度標準器を目指し小型化、低価格化と高精度化(目標0.1秒)を進めている自己校正機能内蔵のロータリーテーブルの開発<sup>3)</sup>を行うことで、ユーザーの幅広い要求に応えられる角度標準体系の確立を目指しています。



角度測定装置



# タイ王国 国家計量標準機関(NIMT)の設立支援

計量標準総合センター 国際計量室

## フォローアップ研修

このシリーズ第2回において、タイ王国NIMT職員が日本の計量標準機関での技術研修を受けることを紹介しました。研修生が帰国して、NIMTが円借款で整備した標準機器を使用して自ら実務経験を積んだ後に、フォローアップ研修を行います。フォローアップ研修では日本から専門家を派遣して習得状況の評価と補足研修を行います。

フォローアップ研修では、以下の4項目を派遣専門家が指導します。

### 1. 標準の設定

NIMTが整備した標準機器が正確な標準値を供給することができるようにする。

### 2. 校正方法の指導

標準値を正しく二次標準器などに値付けする技術を指導する。

### 3. 校正手順書の作成方法

認定審査を前提に校正の際の手順書を作成できるように指導する。

### 4. セミナーの講師

技術移転した標準をタイ国内の利用者に普及するためのセミナーの講師を務める。

そして、フォローアップ研修の最後には、技術移転の成果を確認して研修レポートを作成します。

プロジェクト最初のフォローアップ研修は、長期派遣専門家が2002年10月に着任し、NIMT側の受け入れ体制を整え、NIMT職員の習得状況を確認した2003年1月でした。そ

計量標準の分野	技術移転した標準
長さ関連量標準	8
質量関連量標準	7
時間・周波数標準	1
電磁気標準	10
測温標準	3
化学標準	6
測光標準	2
音響・振動標準	3

の後技術移転は計画に沿って進められ、2007年7月31日までに、39の計量標準と化学分析の技術移転でフォローアップ研修を実施しました。これらのうち、36の技術移転は短期派遣専門家を日本から派遣して指導を行い、残りの3つの技術移転はNIMTに滞在する長期派遣専門家が担当しました。プロジェクト目標の技術移転は、当初の計画通り2007年10月中旬までに完了する予定です。

技術移転計画の42標準のうち、7月31日までに終了した標準の数は表に示すとおり、40に達しています。この中で技術移転のために独立行政法人 国際協力機構 (JICA) の短期専門家としてNIMTに派遣された日本の専門家は36名です。さらに、これまでも紹介しましたが、標準の確立は非常に多様性に富んでいます。量目ごとに柔軟かつ効率よく、認定審査や追加研修、品質システムの指導を進めるためにJICA、産総研計量標準総合センター (NMIJ) やIAJapan (International Accreditation Japan: 日本の認定機関) などの予算で、別途NIMTに派遣された専門家は19名に達しています。

フォローアップ研修後は、NIMT職員が短期派遣専門家の指導に従い、国際認証を取得するために、校正手法を訓練し、認定審査に必要な校正手順書を完成させることが必要です。認定審査を受けるまでには約1年を要します。このため、JICAは2007年10月で終了予定であった本プロジェクトを1年間延長して、技術移転が終了した標準の認定審査を行うことにしました。



産総研計測標準研究部門 田中部門長(右)のNIMT職員に対する講演後のPian NIMT 所長との意見交換(2005年6月)

エネルギー・資源学会  
回総会・表彰式・特別



エネルギー・資源学会誌に一年間に発表された数十件の論文の中から最も優れた論文に贈られるエネルギー・資源学会論文賞（エネルギー・資源学会は、1980年設立、会員約2千名）が、バイオマスエネルギーシステムの効率と経済性を研究した、バイオマス研究センターおよび中国センターの職員に贈られました。受賞した論文の題目は、「木質系バイオマスからエネルギー物質を作り出すシステムの効率と経済性の検討」で、「エネルギー・資源」のVol.27, No.4, pp.282-287（2006）に掲載されています。

福田哲久、黒田正範、藤本真司（写真左）、佐々木義之、坂西欣也、美濃輪智朗、矢部彰（写真右）  
バイオマス研究センター、産学官連携推進部門（中国センター）ほか

【受賞の功績】

バイオマスエネルギーシステムの効率・経済性評価

研究の背景

現在、地球温暖化対策、環境調和型・循環型社会システム構築などの観点から、再生可能資源であるバイオマスの総合的な利活用が「バイオマス・ニッポン総合戦略（農林水産省）」などで推進されています。

しかし、現状の技術では導入量の拡大に限りがあり、新たな技術の開発が必要となっています。バイオマス関連技術について、さまざまな技術を精査し、環境調和性、コスト見通し、トータルプロセスなどの観点から最も有望である技術の将来性、技術開発課題を見極めるとともに、有望技術を絞り込み、技術開発を行うことが重要となっています。

研究の概要

私たちは、バイオマス資源として木質系バイオマスに着目し、木質系バイオマスを輸送用液体燃料に変換するエネルギー変換システムの効率と経済性を検討しました。具体的には、木質系バイオマスとして国内の大規模製材所の製材残材を想定し、バイオマス研究センターが非硫酸法として研究開発している水熱処理による前処理を組み入れ、エタノール発酵、ガス化と液体燃料合成、発電、熱利用を組み合わせたトータルシステムをとりあげました。システムの物質収支、エネルギー収支を計算し、各構成要素機器のコストを算出し、それを積算することによって、システムの経済性を単純投資回収年の形で推算しました。

その結果、木材中の炭素分の約43%が、また、木材が保有しているエネルギーの約62%が、メタノール、ギ酸メチル、エタノールなどのエネルギー物質・ケミカルズに変換されることを明らかにしました。さらに、経済性の指標である単純投資回収年は8.8年と新エネルギー技術の中では短く、実現可能性の高いことを明らかにしました。

また、木質系バイオマス資源コストを変数に経済

性を検討したところ、製材残材や建築廃材の場合には単純投資回収年は9年以下と実現の可能性が高いが、森林の間伐材では、単純投資回収年は20年程度以上となり、一層の経済性向上が必要であることが分かりました。

今後の展望

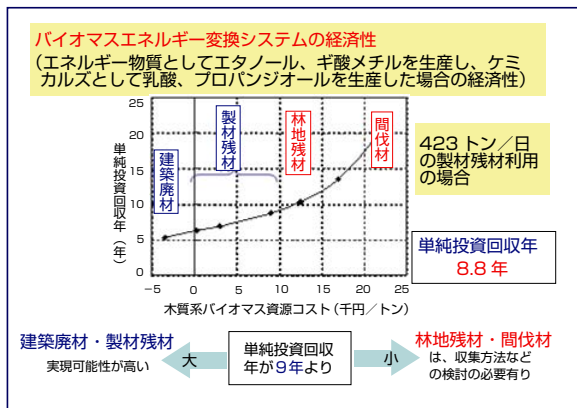
今後も、バイオマスに関する技術開発と経済性シミュレーションの分野において、バイオマス研究センターが世界と国内の研究開発をリードし、バイオマス利用の実用化に貢献することが期待されます。死の谷を早期に越えるための第2種基礎研究の成果として、バイオマスエネルギーシステムに対して実施したような経済性試算に早期に取り組み、技術開発の方向性や研究課題にフィードバックをかけ、実用化を推進するという死の谷克服の方法論を産学官連携推進の面でも実証して行くことを目指します。

◆Database of Tropical Biomass

[http://unitaist.go.jp/btrc/ci/research\\_result/db-pr.html](http://unitaist.go.jp/btrc/ci/research_result/db-pr.html)

◆簡易経済性シミュレーション

[http://unitaist.go.jp/btrc/ci/simulation/systemteam\\_gaiyouhtml](http://unitaist.go.jp/btrc/ci/simulation/systemteam_gaiyouhtml)



バイオマスエネルギー変換システムの経済性



## 新研究ユニット紹介

2007年8月1日に発足した新研究ユニットを紹介します。

### 生産計測技術研究センター

Measurement Solution Research Center

研究センター長 五十嵐 一男

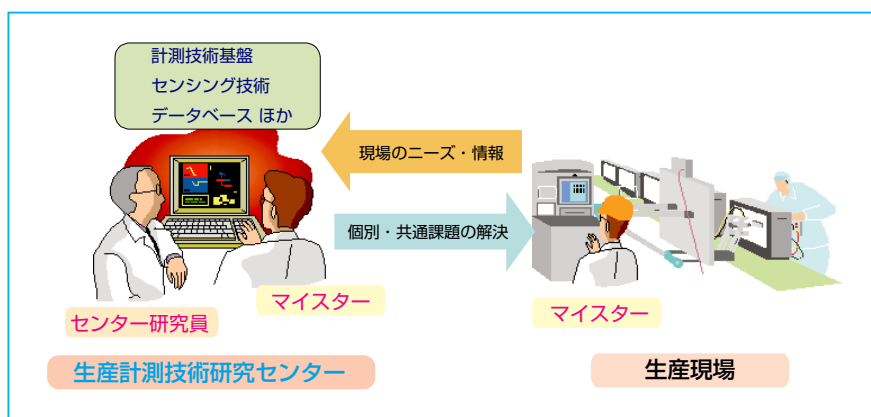
当研究センターは、多数の生産現場が集中する九州地域に設立され、品質・生産性の向上、製品不具合対処、安全確保、環境保全などに資する新たな計測技術を生産現場へオンタイムで提供することを目指します。加えて、産総研初の試みとして、「マイスター制度」を創設します。これは、企業の生産現場に精通した技術者、すなわち「マイスター」との連携によって産業界の計測ニーズに沿った研究開発を推進します。

また、計測・診断技術における課題解決のために、(1) 共通的な課題に基づき新たな計測技術の開発を進めること、(2) 民間企業の生産現場における計測の専門家である「マイスター」と連携し、生産現場における個別の計測課題について、これまで醸成してきた研究成果と技術基盤情報をもとに個別課題解決にあたり、それらの解決事例の

蓄積により、計測分析技術の評価基準に関するデータベースを構築することをミッションとします。

生産現場における個別・共通課題解決のため、当研究センターと「マイスター」を中心として産学官が一体となった研究実施体制を築き、新しい計測技術を開発・統合することで、大型構造物の包括的安全管理ネットワーク

システムの構築、半導体製造・電子部品製造における新たな検査方法の確立などを実現していきます。さらには、これらの研究を通して、製品認証システムの高度化のための新たな国際規格策定への貢献や、わが国のものづくり産業を実質的に支える中堅・中小企業のための生産計測ツールの創出を目指します。



生産計測技術研究センターのイノベーション推進

## 飯島 澄男 ナノカーボン研究センター長が第48回藤原賞を受賞

報告

ナノカーボン研究センターの飯島澄男センター長が、第48回藤原賞を受賞しました。

藤原賞は、藤原科学財団が自然科学の研究者に贈っている学術賞で、科学

技術の発展に卓越した貢献をした科学者を顕彰しているもので、物理・数学、工学、化学、医学、生物・農学の5分野から毎年2名が選考されます。

飯島センター長は、電子顕微鏡の技

術を駆使し、原子の直接観察などに成功するとともに、有望な炭素新素材を発見したことが受賞の理由です。

## 明渡 純 集積加工研究グループ長が21世紀発明賞などを受賞

報告

先進製造プロセス研究部門集積加工研究グループの明渡 純グループ長が「エアロゾルデポジション法」というコーティング手法の発明と、NEDO「ナノレベル電子セラミックス低温成形・集積化技術」プロジェクトでの応用開発によって4つの賞を受賞しました。

①平成19年度全国発明表彰 21世

紀発明賞、②第5回産学官連携功労者表彰 科学技術政策担当大臣賞、③平成19年度文部科学大臣表彰 科学技術賞研究部門、④新技術開発財団第39回市村賞 市村学術賞・貢献賞です。

「エアロゾルデポジション法」とは、固体状態のセラミックス微粉末を常温で基板に吹き付けることによって、加

熱することなく機械的な衝撃力だけで、緻密かつ高透明、高強度、高密着力のセラミックス被膜を常温形成するもので、従来の成膜法に比べて飛躍的な成膜速度の向上とプロセス温度の低下を実現する手法です。

## 第2回「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」を開催 -日中の科学技術有識者が、世界の持続可能な発展に向けて議論-

7月11日、第2回「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」が北海道・洞爺湖で開催されました。

この会議は、日中の科学技術関連有識者が、世界喫緊の課題である「循環型社会、持続可能な発展の実現」を目指して科学・産業技術の共通課題と方向性について議論するもので、第2回会議は、産総研が主催し、日本側17名、中国側14名、計31名が集まりました。

中国では、2006年から始まった第11次5カ年計画において、エネルギー効率の上昇、環境調和型社会の建設が重要視され、この実現のために隣国・日本の経験、先進的技術を導入することが非常に合理的であるとの考えを持っています。

そこで、中国における最高学術機構・中国科学院の路甬祥院長は、長年の親交がある日本科学技術振興財団の有馬朗人会長、中国科学院と2004年に包括協力協定を結んだ産総研の吉川弘之理事長に会議の開催を呼びかけました。有馬会長及び吉川理事長がこれに応じ、第1回「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」が2006年7月4日、中国・北京で開催されました。

第1回会議では、持続的発展を実現するためのエネルギー、材料、省エネ・低環境負荷型製造技術をテーマに、活発な議論を行いました。

アジア地域は、各国の経済発展に伴いエネルギー消費量は2030年には世界最大のエネルギー消費圏になると予想され(IEA予測:現在の約3倍。なお、中国の1次エネルギー消費は現在、世界全体の1割強を占め米国に次ぐ世界第2位の規模)、アジア、とりわけ中国の動向が世界のエネルギー問題に多大な影響を及ぼすことは明白です。また、地球環境については、中国は2030年頃には米国を抜き世界一のCO<sub>2</sub>排出国になると予想され(現在の中国の排出量の約3倍)、このままでは、2100年には途上国のCO<sub>2</sub>排出量は先進国の3倍に上昇するという試算もあります。

一方、日本では、資源が乏しく、2度のオイルショックで苦しんだ経験から、世界に先駆けて省エネ技術を開発、省エネ社会を実現してきました。また、環境問題においては、水俣病に代表される公害に苦しみ、克服してきた経験から、環境にやさしい社会の構築を強く推進しています。

このような日本と中国の状況を考え

ると、先進的な日本の省エネ技術、環境技術を中国に適用し、中国において省エネ社会、環境にやさしい社会を実現することは、中国だけでなく、アジア、さらに世界に対して大きな好影響をもたらすことが期待されます。

会議の内容は、発起人らによる「循環型持続発展可能社会の構築」への提言、および、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、情報技術、産業経済の4分野において、各分野が目標の実現にどのようにアプローチしていくかについて活発な議論が行われました。具体的には、下記の話題が提供され、これに関連した観点を中心に議論されました。

- 中国の第11次5カ年計画 - 中国が目指す未来は、調和の取れた発展、科学的発展観、イノベーションが支える発展である。
- 省エネ・節約といった禁欲的な考えだけでなく、新エネルギー開発など積極的な思考が重要である。
- 使用状態から遡って最適設計するインバースマニュファクチャリングの提唱。
- 中国における当面の1次エネルギー



一堂に会した日中の科学技術関連有識者



は、石炭が最大であり、クリーン・コール・テクノロジー (CCT) は重要である。

● 太陽光発電やバイオマスなどの新エネルギー・再生可能エネルギーの開発、燃料電池、水素エネルギーの開発、石油起源の化学製品に替わるバイオマス材料、断熱ガラスなど省エネ材料の研究の重要性について。

● アジアには世界最大の豊富なバイオマス資源があるため（世界の約4割）、アジア諸国のバイオマス利活用における連携がとりわけ重要である。

● 元来食糧や飼料に利用されるべきものをエネルギー資源に変換するのは本末転倒、食用に適さない部分、未利用物質の活用こそ推進すべき。

● 中国西部（乾燥地域）の貧困解消の鍵は、水と緑化、分散型エネルギー・タリム盆地の事例紹介。

● 情報技術は、地球規模の災害予防

や資源探査 (GEO Grid)、鳥インフルエンザなどの感染症の予防、食品安全、CO<sub>2</sub>モニタリングなどにも有効である。

● 植物の金属濃縮能力を利用した有用金属の探査について。

● 省エネ型産業社会構造への転換の道筋について。

これらの議論を踏まえ、標記テーマ実現のために日中が知恵を出し合い実践していくことが同課題を世界規模で解決するための模範を示すことにもなるという見解で一致しました。

今後の展望として、「循環型社会、持続可能な発展の実現」という重要な課題について、目標を掲げ、その実現のために議論する場が必要で、この会議はそのためのプラットフォームとして将来も継続して開催することに意義があるとの見解の一致を見ました。



発起人3氏 左から、有馬会長、路院長、吉川理事長

また、将来的には、目標がどれほど達成できているかの検証の場としての機能も果たすべきとの意見に同意を得るとともに、次回は中国で開催することについて賛同を得て終了しました。

## 第2回「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」

時期：2007年7月11日(水) 場所：ザ・ウインザーホテル洞爺

テーマ：Science and Technology for Sustainability

発起人：中国科学院 院長 路甬祥 日本科学技術振興財団 会長 有馬朗人 産業技術総合研究所 理事長 吉川弘之

プログラム：

### ① Plenary Session

路甬祥(中国科学院院長)

有馬朗人(日本科学技術振興財団会長)

吉川弘之(産総研理事長)

茅 陽一(地球環境産業技術研究機構副理事長)

Chair：

盧 柯(中国科学院金属研究所所長)

中島尚正(産総研理事長)

### ② Discussion

#### (1) Nanotechnology (Energy-Saving Materials/Photovoltaics)

Moderator：

封松林(中国科学院上海微系統与信息技術研究所所長)

岩田修一(東京大学教授)

Presenter：

羅宏傑(中国科学院上海硅酸鹽研究所所長)

近藤道雄(産総研太陽光発電研究センター長)

Commentator：

岸 輝雄(物質・材料研究機構理事長)

#### (2) Biotechnology (Biomass Materials/Biomass Energy)

Moderator：

陳 勇(中国科学院広州分院院長)

松村雄次(大阪ガス顧問)

Presenter：

高 福(中国科学院微生物研究所所長)

横山伸也(東京大学教授)

#### (3) IT (Energy Saving/Environment Protection/Ecological Safety)

Moderator：

張小雷(中国科学院新疆分院院長)

佃 栄吉(産総研研究コーディネータ)

Presenter：

朱永官(中国科学院生態環境研究中心所長助理)

中西友子(東京大学教授)

伊藤寿浩(産総研先進製造プロセス研究部門)

Commentator：

御園生 誠(製品評価技術基盤機構理事長)

#### (4) Industrial Economy

(Environmental Economy/Sustainable Production, Innovation)

Moderator：

黄偉光(中国科学院工程熱物理研究所副所長)

奥村直樹(総合科学技術会議議員)

Presenter：

朱永官(中国科学院生態環境研究中心所長助理)

柘植綾夫(三菱重工特別顧問)

Commentator：

梅田 靖(大阪大学教授)

鎗目 雅(東京大学准教授)

### ③ Closing Session

路甬祥(中国科学院院長)

吉川弘之(産総研理事長)

※敬称略

## 第4回産総研サイエンスカフェを開催

6月22日に、第4回産総研サイエンスカフェ「細胞の衣装『糖鎖』」を開催しました。今回の話題提供者は、糖鎖医工学研究センターの新聞陽一主任研究員でした。

第1部では、糖鎖の説明、血液型と糖鎖の関係、インフルエンザ感染とタミフルについて話題を提供し、第2部では、ガンの早期発見のための腫瘍マーカーと糖鎖の解析技術についての

説明がありました。

血液型やノロウイルス感染、ガンなど、私たちの生活に結びつく話やクイズを出しながら、糖鎖の仕組みや働き、今後の展望を配布カードやパネル、ポスターを用いて語りかける新聞主任研究員に、参加者は真剣に耳を傾けていました。

今回は新たな試みとして、液晶スクリーンを使わないことや各テーブルに



話題提供を行う新聞主任研究員と参加者

研究ユニットのスタッフが同席するなどの工夫により、たいへん活発な質疑応答も展開されました。

## バイोजパン2007に出展します

お知らせ

9月19日～21日の3日間、「バイोजパン2007」が開催されます。

産総研のライフサイエンス分野では健康産業創出を目指した研究開発が平成19年度の重点化方針のひとつになっています。そこで、今年には産総研の展示ブースは、「健康産業創出」、「ものづくり」などをテーマとして、つくばセンター、関西センター、北海道センター、四国センター、臨海副都心センターから16件のパネル展示を行います。また、ワークショップでの講演を、4件行います。

それぞれの出展テーマで趣向を凝らした展示を行い、来場する民間企業や大学などの方々と積極的な情報交換活動を通して、共同研究や技術移転などの具体的な成果へ繋げていきたいと考えています。

期 間 2007年9月19日(水)～21日(金)

会 場 横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜)

主催者ウェブサイト <http://expo.nikkeibp.co.jp/biojapan/>

### 産総研のパネル展示

- ① 包括的な細胞内生体分子ネットワーク解析システム
- ② 糖鎖構造解析技術
- ③ タンパク質検出用機能性分子プローブ
- ④ NMR-メタボリック・プロファイリング法
- ⑤ 電気泳動型マイクロチップを用いたオンサイト唾液ストレス計測システム
- ⑥ 光圧力によるマルチ細胞ソーティングチップ
- ⑦ レーザで駆動するディスポーザブルインクジェットヘッド
- ⑧ 消化管免疫と健康
- ⑨ 薬剤包接・徐放に新たな道を開く“オーガニックナノチューブAIST®”
- ⑩ 高感度な酵母ハイスループットレポーターアッセイキット
- ⑪ バイオサーファクタント
- ⑫ 安定で粒径制御された銀ナノ粒子
- ⑬ ケージドペプチド：光で活性化できるペプチド前駆体
- ⑭ 水環境で使用可能な銀系抗菌剤
- ⑮ バイオ計測標準化
- ⑯ ナノバイオ分野人材養成ユニット

### 産総研のワークショップ

- ① オーガニックナノチューブAIST®
- ② バイオサーファクタントの量産と機能開拓
- ③ NMR-メタボリック・プロファイリング法の応用と展開
- ④ レーザで駆動するディスポーザブルインクジェットヘッド

## 産総研九州センター 一般公開 「きて！未来の技術がいっぱい」

お知らせ

9月29日(土) 9時30分～16時30分(最終受付：15時30分) 問い合わせ：九州産学官連携センター TEL：0942-81-3606

- サイエンス実験ショー  
化学の不思議・電気不思議
- 特別展示  
小型ヒューマノイド型ロボット「チョコロメテ」  
卓上型高性能加熱装置iAce「FZ法単結晶成長炉」  
移動地質標本館  
くらしとJISのかかわり「標準化が採用された生活用品の展示及び高齢者体験装具による高齢者体験」
- おもしろ体験コーナー  
「はんこ名人」でオリジナルはんこをつくろう  
パロとあそぼう
- 研究紹介コーナー  
小さな空間の化学 ー学校では教えてくれない化学の使い方ー  
CO<sub>2</sub>削減の救世主 ー難燃性マグネシウム合金ー  
超音波エコーによる皮下脂肪・内臓脂肪チェック  
セラミックスの不思議 ー動いたり、電気を発生したり！ー  
力の限り、光らせろ！  
光と色をこねて遊ぶ実験室 ーナノの色ってなんの？ー  
セルロース系原料からのバイオエタノールの生産
- 水素材料先端科学研究センター紹介
- 技術相談コーナー

※ ここに紹介するものは予定内容です。  
日程や内容等は変更される場合があります。



## 新役員紹介

お知らせ

わきもと しんや  
脇本 真也 (理事)

就任年月日：2007年7月31日

## 略歴

1978年3月 東京大学工学部産業機械工学科卒業  
 1978年4月 通商産業省入省  
 1990年3月 外務省欧州共同体（E C）日本政府代表部一等書記官（ベルギー・ブリュッセル駐在）  
 1993年6月 通商産業省貿易局貿易保険課企画室長兼情報システム室長  
 1995年6月 工業技術院産業技術融合領域研究所研究調整企画官  
 1997年7月 基礎産業局鉄鋼課技術振興室長  
 1998年6月 工業技術院総務部国際研究協力課長  
 2000年4月 産業技術総合研究所設立準備本部参与を兼務  
 2001年1月 経済産業省関東経済産業局産業振興部長  
 2002年7月 中小企業庁経営支援部技術課長  
 2004年6月 特許庁審査業務部長  
 2006年7月 関東経済産業局長  
 2007年7月 独立行政法人産業技術総合研究所理事に就任

いしの ひでよ  
石野 秀世 (監事)

就任年月日：2007年7月31日

## 略歴

1972年3月 京都大学法学部卒業  
 1972年4月 会計検査院採用  
 1981年7月 日本電信電話公社に出向  
 1983年6月 会計検査院第2局文部検査第2課副長  
 1987年7月 会計検査院第4局監理課長  
 1987年12月 会計検査院第3局上席調査官（建設担当）  
 1998年6月 会計検査院事務総長官房審議官（第1局担当）  
 2000年12月 会計検査院第1局長  
 2004年12月 会計検査院事務総局次長  
 2007年7月 独立行政法人産業技術総合研究所監事に就任



## 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/>

2007年9月 → 2007年10月

8月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>9 September</b>			
12日	シンポジウム「ものづくり産業活性化を目指して～新技術の研究開発動向と活用～」	長野	03-5298-4718●
12日	UBIQENフォーラム「リチウム2次電池の新展開～次世代クリーンエネルギー自動車～」	大阪	072-751-9606●
27日	システム設計検証技術研究会	大阪	06-4863-5022●
29日	産総研一般公開（九州センター）	佐賀	0942-81-3606●
<b>10 October</b>			
1～3日	Updating Quantum Cryptography 2007 国際量子暗号会議	東京	03-5298-4723●
3日	次世代機能性材料発表会「次世代機能性材料」の開発を目指して	京都	072-751-9606●
8～12日	ライブセルイメージング講習会	つくば	029-861-5555●
10～12日	新エネルギー世界展示会	千葉	03-3273-6184
13日	産総研一般公開（四国センター）	香川	087-869-3530●
19～20日	産総研一般公開（中国センター）	広島	0823-72-1944●
23日	産総研糖鎖工学研究センター見学&講演会 for GLIT	つくば	029-861-3255●
26日	システム設計検証技術研究会	大阪	06-4863-5022●
26日	サイエンスカフェ@アキバ～研究者が思うこと、企業ができること～	東京	03-5298-4722●
29～11月2日	生物・環境標準物質に関する国際シンポジウム	つくば	029-861-4100●
31～11月3日	名古屋国際木工機械展/ウッドエコテック2007	名古屋	052-321-4470

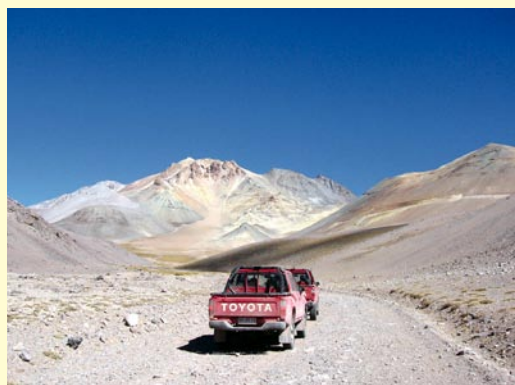
●は、産総研内の事務局です。

## 時代を切り拓く革新的探査手法の開発を目指して

地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ 村上 浩康

## 資源の安定供給への取り組み

ハイブリッド車のモーター、液晶などの高度先端産業には希土類やインジウムなどのレアメタルが欠かせません。村上さんの所属する鉱物資源研究グループは、レアメタルや銅資源の鉱床探査手法や資源評価手法の開発を目指し、民間企業や大学と連携して研究に取り組んでいます。村上さんは、マグマ-熱水系での元素移動・濃集メカニズムや鉱床形成に関与した熱水の進化過程に着目し、それらをモデル化した探査手法を提案してきました。また、国内外の花崗岩類風化土壌などを対象とした希土類元素資源ポテンシャル評価にも携わっています。



豪州の風化土壌調査（左）  
チリの斑岩金鉱床での調査（右）



## 村上さんからひとこと

近代の学術研究の進展は、世界の経済成長に見合う鉱物資源の探査・開発を牽引してきたと言えます。私はこれまでの研究を更に精度良く発展させ、先端的科学知識に基づく鉱床形成モデルを創出し、時代を切り拓く革新的探査手法の開発に繋げていきたいと考えています。

研究での面白さは、新しい理論を生み出し産業活動に貢献することに加えて、「地球」の営みを知ることにあります。皆さんが、私たちの研究成果などを通じて「地球」の美しく神秘的な魅力に巡り会い、その感動を共に感じていただけることを願っています。

産 総 研  
TODAY

2007 September Vol.7 No.9

(通巻80号)

平成19年9月1日発行

独立行政法人  
産業技術総合研究所編集・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。

