

# 産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# TODAY

5

2008  
May

Vol.8 No.5

## 特 集

02 産総研の平成20年度計画

10 レアメタル

20 本格研究 理念から実践へ

ナノ空間で動く抵抗スイッチの素子研究開発

### リサーチ・ホットライン

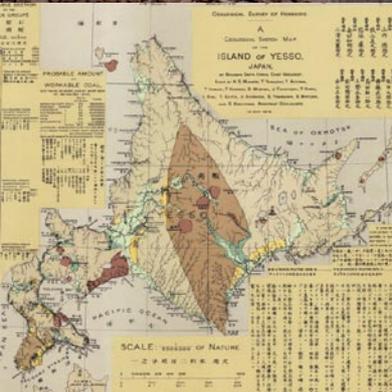
- 22 血圧計を応用した動脈硬化度の計測  
誰でも使える動脈硬化度計測方法
- 23 金属-半導体カーボンナノチューブを高収率で分離  
簡便・安価に大量生産が可能
- 24 マグネシウム合金板材の新しい加工技術  
ダイヤモンドコーティング金型を用いた熱間完全ドライプレス加工技術
- 25 微量の環境汚染物質の正確な定量を目指して  
内部標準物質に炭素安定同位体標識体を適用

### パテント・インフォ

- 26 超極微量の液体の採取技術  
液体を粒子にして自由自在に操作する
- 27 生き物らしい動作を自動で振り付け  
表現主義舞踊理論で感情を感じさせる動作を作り出す
- 28 吸湿・吸水作用を制御したシリカ多孔体  
構造安定性が向上した吸水材、吸湿材の製造方法
- 29 原子レベルで平坦な表面を有するニッケル-クロム合金  
清浄性において格段に優れた表面を形成

### テクノ・インフラ

- 30 火山地質図  
地層に残された噴火の歴史とその特性を読み解く
- 31 薄膜の熱拡散時間標準の開発と供給  
薄膜の熱物性測定の信頼性向上に貢献





## 6つの研究分野の 研究コーディネータと研究ユニット群

平成20年4月1日現在

### ライフサイエンス分野

年齢軸生命工学研究センター  
バイオニクス研究センター  
健康工学研究センター  
糖鎖工学研究センター  
生命情報工学研究センター  
バイオメディシナル情報研究センター

人間福祉医工学研究部門  
脳神経情報研究部門  
生物機能工学研究部門  
セルエンジニアリング研究部門  
ゲノムファクトリー研究部門

器官発生工学研究ラボ  
創薬シーズ探索研究ラボ  
バイオセラピューティック研究ラボ



研究コーディネータ  
栗山 博

### 情報通信・エレクトロニクス分野

デジタルヒューマン研究センター  
近接場光応用工学研究センター  
システム検証研究センター  
情報セキュリティ研究センター  
ナノ電子デバイス研究センター

知能システム研究部門  
エレクトロニクス研究部門  
光技術研究部門  
情報技術研究部門

超高速光信号処理デバイス研究ラボ



研究コーディネータ  
大時和仁



研究コーディネータ  
松井俊浩

### ナノテクノロジー・材料・製造分野

ダイヤモンド研究センター  
デジタルものづくり研究センター  
ナノチューブ応用研究センター

ナノテクノロジー研究部門  
計算科学研究部門  
先進製造プロセス研究部門  
サステナブルマテリアル研究部門



研究コーディネータ  
五十嵐一男



研究コーディネータ  
清水敏美

強相関電子科学技術研究コア

### 環境・エネルギー分野

太陽光発電研究センター  
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター  
コンパクト化学プロセス研究センター  
バイオマス研究センター  
水素材料先端科学研究センター  
新燃料自動車技術研究センター

コピキタスエネルギー研究部門  
環境管理技術研究部門  
環境化学技術研究部門  
エネルギー技術研究部門  
安全科学研究部門

メタンハイドレート研究ラボ  
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ



研究コーディネータ  
山辺正顕



研究コーディネータ  
大和田野芳郎

アジア・バイオマスエネルギー研究コア  
爆発安全研究コア

### 地質分野

活断層研究センター

地圏資源環境研究部門  
地質情報研究部門

深部地質環境研究コア  
地質調査総合センター



研究コーディネータ  
俣 栄吉

### 標準・計測分野

生産計測技術研究センター

計測標準研究部門  
計測フロンティア研究部門

計量標準総合センター



研究コーディネータ  
田中 充

#### 研究センター

重要課題解決に向けた短期集中的研究展開(最長7年)。研究資源(予算、人、スペース)の優先投入。トップダウン型マネージメント。

#### 研究部門

一定の継続性をもった研究展開とシーズ発掘。ボトムアップ型テーマ提案と長のリーダーシップによるマネージメント。

#### 研究ラボ

異分野融合の促進、行政ニーズへの機動的対応。新しい研究センター、研究部門の立ち上げに向けた研究推進。

#### 研究コア・総合センター

複数ユニットから構成される領域を組織として定義し、代表性を付与。



# ライフサイエンス分野

ライフサイエンス分野では、分野融合的研究開発環境を積極的に利用し、高度医療支援技術開発を通じて、健康長寿社会を実現する健康サービス産業の創出に向けた技術の開発、循環型社会の実現に向けて生物機能を利用した高効率物質生産技術の開発を行います。具体的には、5つの戦略目標をたて研究を進めており、平成20年度はそれぞれの戦略目標に基づいた研究を行います。

① 早期診断技術の開発により、予防医療を促進するとともに、ゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現を目指します。

バイオインフォマティクス、構造生物学、ケミカルバイオロジーの融合による創薬支援技術の開発、糖鎖マーカーの開発と、バイオ、IT、ナノテクの融合によるバイオマーカー計測デバイスなどの開発を行います。とくに、ゲノム情報に基づく各種疾病のマーカー開発、個人の特性に合ったより効果的な医薬品開発によるテーラーメイド医療技術、新規医薬品・診断薬の開発による疾病の早期診断技術の開発を目指します。

② 精密診断及び再生医療により、安全かつ効果的な医療の実現を目指します。

再生医療の産業化に向けた、細胞の発生・分化・シグナル伝達等のメカニズムを基盤とした細胞制御技術の開発などを行います。また、計測分野との融合による新しいバイオイメーキング手法の開発を促進します。

③ 人間機能の評価とその回復を図ることによって健康寿命の延伸を目指します。

人体機能計測・評価、BMI (Brain-Machine Interface) 技術をもとに、健康サービスの視点を重視して、高齢者・障害者等の機能回復、健常者の身体機能維持・向上や生活環境向上のための技術の開発を行います。

④ 生物機能を活用した生産プロセスの開発によって効率的なバイオ製品の生産を目指します。

エネルギーを大量に消費する化学プロセスに比べて省エネルギー、低環境負荷なバイオプロセス構築を目指して、環境分野との融合による生物機能を利用した

有用物質生産技術の開発を行います。とくに、圧倒的にエネルギー効率のよいバイオプロセスの仕組みの解明と産業への利用技術の開発を行い、地球規模でのCO<sub>2</sub>排出削減などへ貢献します。

⑤ 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備を行います。

再生医療技術、ナビゲーション医療技術などの実用化に向けた、医療機器開発ガイドラインの整備やDNA認証標準物質の整備に取り組み、医療機器開発やバイオ産業の国際競争力強化に貢献します。

また、健康安心プログラム、生物機能活用型循環産業システム創造プログラムなどの下、各種研究プロジェクトを実施します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト (ライフサイエンス分野)

### ■ 健康安心プログラム (健康バイオに関するプログラム)

- モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発
- 化合物等を活用した生物システム制御基盤技術開発
- 新機能抗体創製技術開発
- 糖鎖機能活用技術開発
- 個別化医療実現のための技術融合バイオ診断技術開発
- 機能性 RNA プロジェクト
- 創薬加速に向けたタンパク質構造解析基盤技術開発

### ■ 健康安心プログラム (医療に関するプログラム)

- 三次元複合臓器構造体研究開発
- 再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発プロジェクト

### ■ 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム

- 微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発
- 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発

# 情報通信・エレクトロニクス分野



情報通信・エレクトロニクス分野では、「知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスの創出」を目指して、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究開発、ロボットと情報家電をはじめとする生活創造型サービス創出に向けた研究開発、および情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上させる情報通信の基盤技術に関する研究開発を行います。

知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスを創出するために再利用性の高いミドルウェアの整備によって情報基盤技術の強化とサービス工学への新たな展開を図っていきます。また、GEO Grid (Global Earth Observation Grid、地球観測グリッド)では、他の分野(地質・計算科学など)との協力による重点化のみならず、高性能Web GIS(Web Geographic Information System)ミドルウェアとして幅広い融合を進めています。

ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスを創出するために、ユー

ザ指向ロボットオープンアーキテクチャの実現を目指し、人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボットを開発します。また、経済産業省、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構と全面的に協力し、ともにRT (Robot Technology) 関連プロジェクトを推進するだけでなく、世界に先行して国際標準化を果たしたRTミドルウェアの普及促進活動を行います。新規材料・構造によるデバイスの微細化と、省エネ性を生かしたグリーンITプロジェクトへの発展を推進します。

信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活を実現するために、安全な秘密鍵を生成できる機構の開発によるネットワークの信頼性向上を目指すとともに、数理的技法の類型化によるソフトウェアシステムの検証技術の開発を行います。次世代光通信ネットワーク用の高速光デバイス、爆発する通信容量と機器台数のニーズに応えるための省電力光信号処理技術や超広帯域通信網の利用技術、近接場光ディスクを実用化する技術の開発を行います。

次世代情報産業を創出するために、新規材料・新物理現象による革新的電子デバイス技術、光情報処理技術のバイオおよび医療分野との融合による光フロンティア技術などの技術開発を行います。

平成20年度は、下に示したように、21世紀ロボットチャレンジプログラム、ナノテクノロジープログラム、革新的部材産業創出プログラムなどの下、各種研究プロジェクトを実施します。なお、このほかにも中小企業支援調査(安全知識循環型社会構築事業)、暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究を実施します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト(情報通信・エレクトロニクス分野)

### ■ 戦略的創造研究推進事業(CREST)

- 情報社会を支える新しい高性能情報処理技術
- 先進的統合センシング技術
- 次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究
- 情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術

### ■ 21世紀ロボットチャレンジプログラム

- 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト
- 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト

### ■ 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム

- 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

### ■ ナノテクノロジープログラム

- スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト
- ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発  
—うち新材料・新構造ナノ電子デバイス

### ■ 革新的部材産業創出プログラム

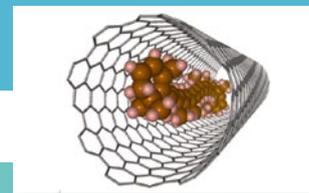
- 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発
- 次世代光波制御材料・素子化技術の開発

### ■ エネルギー使用合理化技術戦略的開発プログラム

- 省エネ超短パルスレーザーの研究開発
- 選択的熱線反射による断熱・採光ガラスの研究開発

### ■ 産学官共同研究の効果的な推進プログラム

- グリッド技術による光パス網提供方式の開発



# ナノテクノロジー・材料・製造分野

ナノテクノロジー・材料・製造分野では、持続的発展可能な社会の実現と、国際競争力を持つ効率的な材料・製造技術の創出を目指して研究開発を行っています。この分野で推進する共通的な戦略目標として「ミニマルマニュファクチャリング」を平成16年度に設定しました。これは、生産プロセスにおいて、「最小の資源投入」で「最小のエネルギー（生産コスト・環境負荷）」を用いて「最大限の機能」を発揮する製品をつくり、廃棄の際にも「最小限の環境負荷」でとどめることができる技術を目指すものです。そのために必要な省エネルギー、省資源、低環境負荷を実現する材料・製造技術を開発し、産業界への技術支援と技術移転を行います。具体的には、低環境負荷型の革新的な製造技術を実現するために、超微細インクジェット法による省資源型のマイクロ構造作製技術、エアロゾルデポジション法による省エネ型コーティング技術、スラリー調製から成形に至るセラミックス製造プロセスの高効率化技術、小型MEMS製造装置の開発、CO<sub>2</sub>の排出量を削減する機能部材や軽量車両部材の開発などを推進します。

さらに、将来の競争力の要となる最先端の技術に長期的に取り組んでいます。ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出を目指し、自己組織化現象を利用する製造技術とその実用化、高品質カーボンナノチューブの量産プロセスと応用のための研究開発などを行っています。また、ナノバイオ技術として、数種の細胞からなる緻密な細胞パターン作製の確立をします。また、光合成タンパク質の理解のため、高度なシミュレーション手法であるフラグメント分子軌道法に基づいた時間依存密度汎関数法を応用して、タンパク質や分子集合系の励起状態の研究を行います。

また、快適性及び省エネルギーを両立させる高機能建築部材の開発を行っています。鏡状態と透明状態をスイッチングできる調光ミラー窓ガラス、吸着特性の優れたセラミックス調湿壁、廃棄物リサイクルによる保水建材などを実験住宅に実装し、空調エネルギー削減効果の検証を試みます。

ナノテクノロジーはこれらの研究開発に共通する基盤技術ですが、必要な最先端の微細加工施設を整備しファウンド

リ・サービスなどを実施することで産業界の競争力強化と新産業創出に貢献します。産総研ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)、共用MEMSプロセッシング施設については拡充・整備を継続し、産総研における研究支援・人材育成に係わる拠点とネットワークを形成していきます。

平成20年度は、下に示したように、ナノテクノロジープログラム、革新的部材産業創出プログラム、新製造技術プログラムなどの下、各種研究プロジェクトを実施します。なお、この他にも中小企業基盤技術継承支援、マグネシウム鍛造部材技術、高集積・複合MEMS製造技術に関する研究を推進します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト（ナノテクノロジー・材料・製造分野）

### ■ ナノテクノロジープログラム

- カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト

### ■ ナノテク・先端部材実用化研究開発

- ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発
- ナノキャピラリー構造を有する大容量電解コンデンサの研究開発
- 深紫外線発光ダイオードの研究開発

### ■ 革新的部材産業創出プログラム

- セラミックリアクター開発
- マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

### ■ 新製造技術施策（新製造技術プログラム）

- 高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト

### ■ 基盤技術を担う中小企業支援

（サポーティングインダストリー支援）事業

- 中小企業基盤技術継承支援事業

### ■ エネルギー使用合理化技術戦略的開発

- 調光ミラーフィルムの研究開発

### ■ 希少金属代替材料開発プロジェクト

- 超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発及び代替材料開発

# 環境・エネルギー分野



海面上昇や異常気象を引き起こし、生物生態系や人間の経済活動等に深刻な影響を与える地球温暖化を抑制し、持続的発展可能な社会を築くには、エネルギーの安定供給を確保しつつ、産業活動に伴い排出される温暖化物質を極小化させる技術の構築が不可欠です。

環境・エネルギー分野で掲げる研究開発目標は、次の4項目です。

- ①予測・評価・保全技術を融合し、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する。
- ②環境効率を最大化する化学技術を開発し、高い国際競争力をもつ低環境負荷型化学産業を創出する。
- ③分散型エネルギーネットワーク技術の開発により、CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する。
- ④バイオマスエネルギーの開発により地球温暖化防止に貢献する。

①では、これまで進めてきた化学物質リスク、フィジカルリスク、ライフサイクルアセスメントに関する研究を融合し、また「予測・評価」に関する研究を

一層発展させるため、新たな研究部門を設置しました。「環境計測」については、極微量の環境負荷物質の捕捉、長期的取り組みが必要な温暖化関連分野での計測技術や、他省庁と連携した融合研究などに重点的に取り組みます。「対策技術」では、資源制約対策としてのリサイクル技術、大気汚染・水質汚濁対策に資する技術開発を行うとともに、これらを融合した新たな環境技術を提案します。

②では、化学産業における環境負荷低減とエネルギー効率向上を目指し、グリーン・サステナブル・ケミストリーの推進に取り組みます。このため、バイオテクノロジーとケミカルプロセスの融合技術開発を重点的に進めるほか、副生廃棄物を最小化するファインケミカルズ製造プロセス、エネルギー消費低減型のプロセス、気体膜分離を利用したプロセスの開発などを推進します。

③では、運輸・民生部門でのエネルギー消費削減による地球温暖化対策の推進に向け、需要サイドにおける「分散型システムの実現」を目指し、電力(太陽光発電、燃料電池、蓄電池など)、水素、クリーン燃料、熱などについての要素技術の研

究開発とともに、その系統的な供給・管理に資するシステムの研究を、自治体や公益企業と連携した実証研究を含めて進めていきます。

④では、再生可能な燃料資源であるバイオマスについて、最も期待される利用方法の一つである木質系バイオマスの高効率エネルギー変換の要素技術開発を進めるとともに、産業変革研究イニシアチブ事業で実証システム開発への発展を目指します。また、バイオマスエネルギーの最適な利活用方法を探る評価技術の開発とともに、バイオ燃料などを含む新燃料の国際的な標準・規格作りに貢献できるよう、研究開発を進めます。

平成20年度には、下に示すような経済産業省の研究開発プログラムに参加して研究を推進するほか、原子力発電施設等社会安全高度化調査、核物質防護対策衝撃評価などの研究を実施します。また、環境省の地球環境保全等試験研究事業に参加し、VOC (Volatile Organic Compounds: 揮発性有機化合物) 処理技術などの環境汚染対策技術の開発を実施します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト (環境・エネルギー分野)

### ■ 地球温暖化防止新技術プログラム

- 革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト

### ■ 化学物質総合評価管理プログラム

- 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発
- 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
- ナノ粒子の特性評価手法開発

### ■ 省エネルギー技術開発プログラム

- 革新的次世代低公害車総合技術開発
- パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発
- 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発
- エネルギー使用合理化技術戦略的開発

### ■ 新エネルギー技術開発プログラム

- 燃料電池先端科学研究
- 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発
- 水素先端科学基礎研究事業
- 水素貯蔵材料先端基盤研究事業
- 新エネルギー技術開発研究
- 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発

### ■ 燃料技術開発プログラム

- メタンハイドレート開発促進事業
- 計量標準基盤技術研究
- 石炭利用技術開発事業



## 地質分野

地質分野では、国民生活の安全・安心を確保すると共に持続的発展が可能な社会を実現するため、「地球を良く知り、地球と共生する」という視点からの調査・研究を行い、地質情報を体系的に整備し、社会に提供します。地震・火山噴火などの自然災害による被害の軽減、放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保、環境負荷を最小化した資源開発や地圏の利用、都市沿岸域における環境保全など、社会的課題の解決に貢献します。

地質情報の整備・提供では、国土、沿岸-大陸棚海域の地質情報の整備を体系的に進め、その統合化による利便性の向上に向けた研究を進展させます。基本図となる地質図幅（20万分の1および5万分の1）や海洋地質図・火山地質図など各種地球科学図の整備や、地質図の電子化と地理情報システムを活用した統合的な地質図データベースの整備を進めます。さらに琉球列島の主要な島嶼をカバーする高精度な地質図作成を目的とした沖縄海域調査プロジェクトを平成20年度より実施し、国が国連に提出する大陸棚限界情報作成に協力します。このほか、衛星による画像情報利用技術の開発なども実施します。

海域-沿岸域-陸域をつなぐシームレスな地質情報整備・公開および必要な沿

岸域調査手法の指針構築を目的として、地質図の空白域となっている沿岸域を中心に総合的な地質調査を実施し、これらの成果を社会に発信します。平成20年度は主として能登半島北部沿岸域を対象に調査を実施し、地質構造モデルを構築します。

放射性廃棄物の地層処分手業に対し国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動および地質環境の隔離性能に関する基盤を確保し、技術情報としてとりまとめ、提供します。

地震に関する調査研究では、活断層の活動性の評価や海溝型地震の発生履歴解明のための調査を促進して、地震動予測手法の開発や地震発生予測の精度向上を目指した野外調査・研究を実施し、地震災害軽減に貢献します。また、東海・東南海・南海地震の中短期予測のための地下水等総合観測網の運用、データ解析の高度化に努めます。火山に関する調査研究では、火山地質図の作成調査や第四紀火山データベースの充実を図り、噴煙組成観測手法の高度化や熱水系発達シミュレーション解析、野外調査などを実施し、火山の噴火活動履歴・噴火メカニズムの解明、噴火シナリオの高度化に努めます。

環境に配慮した資源利用や国土の有効利用の実現のための調査・研究を実施し

ます。水文環境や地球規模の物質循環の解明、表層土壌中の重金属成分の含有量・溶出量などの調査に基づく土壤環境リスクマップ作成、有機物・重金属などの環境パラメータのデータベース作成、地下深部帯水層のCO<sub>2</sub>貯留ポテンシャル評価、レアメタル資源評価、ならびに日本近海における燃料資源評価のための調査などです。平成20年度はCO<sub>2</sub>の地中貯留などの地圏環境の利用と保全、およびレアメタルなどの天然資源の安定供給のための研究を進め、地圏環境評価システムの詳細モデルの構築ならびに沿岸域深部の地下水性状を明らかにするための野外調査などを重点的に実施します。

さらに近年、防災・減災の視点から社会的要請が高まっている都市平野部の地下地質構造モデルの構築や沿岸域の環境保全のための評価技術の確立についても、総合的かつ重点的に取り組んでいきます。

国際地質情報ネットワークの構築に向けて、地球科学情報をコアコンテンツとした地球観測グリッド（GEO Grid：Global Earth Observation Grid）の活用により、地質情報ネットワーク構築と地質情報の標準化を開始します。

### 産総研が関与する主な課題（地質分野）

#### ■ 地質情報の統合化と共有化プログラム

- 地質情報の統合と利便性の向上
- 大陸棚画定に関する大陸棚調査
- 衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化

#### ■ 沿岸域地質の研究

- 都市沿岸域の地下地質構造の高精度把握技術の開発
- 海域-沿岸域-陸域をつなぐシームレスな地質情報データの整備・統合

#### ■ 地圏循環システム解明と解析プログラム

- 地圏流体モデリング技術の開発
- 天然ガス資源の開発に関わる評価技術
- 二酸化炭素地中貯留システム評価と技術開発

#### ■ 地質現象の将来予測と災害リスク低減プログラム

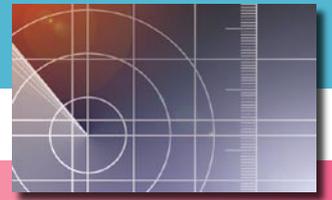
- 地震・火山噴火災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
- 高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境評価

#### ■ 緊急地質調査研究

#### ■ 国際地質情報ネットワーク構築

#### ■ 地質情報統合化に資する GEO Grid プロジェクトの推進

# 標準・計測分野



計量標準は、製品やサービスの技術的評価、検査・試験の信頼性向上、さらに生産の効率化による産業の国際競争力の維持・強化に不可欠な存在です。基準認証分野の国際相互承認においても国際同等性が保証された計量標準の存在が前提となっています。研究開発におけるフロントランナーとして、過酷な競争に勝ち抜くことのできる事業環境と技術力を確保するには、いままで以上に高品質で使いやすい計量標準を国内の隅々に迅速に供給する体制の確立が必要です。

国家計量標準の総数は平成12年度末には140種類程度でしたが、産総研の第1期終了までに、200種類以上の標準供給を開始しました。平成20年度は合計28種類以上の新たな標準の供給を目指します。

次世代計量標準（ナノ材料標準、原子力規制試験の信頼性向上のためのトレーサビリティシステム、光周波数標準システム）の開発をさらに進めていきます。また他機関と協力し、産総研以外で開発された標準物質の認定を行うことによって化学物質に対する安全・安心の確保のための標準物質開発を加速し、トレーサ

ビリティ体系を拡大・強化します。

国家戦略上緊急性の高い安全・安心の確保を支援するナノリスク課題のメートル条約での取り組み推進、医療・バイオについて、計測・標準の両観点から重点化するとともに、外部機関との協力を行います。

国際活動としては、タイ計量標準機関の支援を継続するとともに、東南アジア進出企業の高信頼部品調達を容易にするための計測サービス体系整備を行います。さらに我が国発の遠隔校正技術（eトレースプロジェクト）の世界的な普及によって海外進出企業の支援を行います。

人材育成については、計量研修センターでの計量専門家の養成を行うとともに、計測クラブの活動によって計量標準や計測技術の末端利用者を含めて情報提供や研修活動を実施します。さらに水際検査人材のX線検査装置に関するフォローアップ研修依頼にも対応していきます。

先端計測分析機器開発では、工業構造物の運用安全性を確保するため構造物の劣化診断技術の実用化を視野に入れた開

発研究や、タンパク質凝集疾患機構の解明を目指したナノ物質計測ツールとしての先端計測機器・手法の開発研究などを行い、国力の源泉を造り、安全・安心な社会の構築に貢献します。

計測評価技術基盤の構築では安全・安心社会の実現と産業競争力の強化に貢献するため、客観性・信頼性ある計測・解析と知識の体系化を組み合わせた診断技術（エキスパートシステム）を構築するとともに、構造・機能の制御要素となる様々な変動現象（移動・拡散、ゆらぎ、不均質性など）に関する知識開拓を行います。

生産現場の諸問題に対して計測技術による課題解決に向けて、共通的な課題に基づき新たな計測技術の開発を進めます。さらに、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、個別の計測課題解決に当たるマイスター制度を推進するとともに、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で産業界の安心・安全に貢献します。

## 産総研が関与する主な課題（標準・計測分野）

- 国家計量標準の開発と維持・供給
- 計画に基づく国家計量標準の開発
  - 水吸収線量標準の開発、ナノ計量標準の開発、遠隔校正技術開発、原子力用流量計校正技術開発
- スペクトルデータベース・熱物性データベースの拡充と維持
- 緊急性の高い標準物質の開発と、適切な標準物質の評価体制の整備
  - 標準物質トレーサビリティ評価公表制度
  - 先進的計測・分析技術の開発とその標準化
- 先進計測分析機器システム開発
  - 光・量子ビームイメージング技術の研究
  - ナノ物質計測技術と規格化の研究
  - 活性種計測制御技術の研究
- 信頼性向上に向けた計測解析技術開発と標準化展開
  - 構造物劣化診断・予測技術の研究
  - 材料プロセスの信頼性評価と規格化の研究
  - 固体内移動拡散現象の計測評価と規格化の研究
- 応力計測センシング技術の開発
- マイスター制度に基づく生産現場での計測技術にかかわる研究
- 生産現場での計測技術に関する情報基盤構築

# レアメタル

## 産総研レアメタル・タスクフォース

### レアメタルとは何か

3年程前から、「レアメタル問題」とか「レアメタル危機」という言葉を見聞きすることが多くなりました。レアメタルのレアは、英語のRARE（レア）＝希少な、希薄な、まれな、という言葉ですが、学術的に定義された言葉ではなく、どの元素をレアメタルと呼ぶかということについてもコンセンサスはありません。近年は、経済産業省の定義に従って、図1に示されている47の金属元素をレアメタルと呼ぶケースが多くなっています。図中の17種類の希土類元素（レアアース）を1種類とカウントして31元素と数えることもあります。自然界に存在する元素は89種類ですから、半分以上の元素がレアメタルということになります。

チタン、マンガン、クロムといった、地殻中に大量に存在する元素もレアメタルとされています。これは、マンガンやクロムは、昔から鉄の特性を向上させる添加物として使われる、工業社会に必要不可欠な元素であったためです。チタンは酸化物として大量に存在

する鉱石の精錬に高度な技術が必要で、製造が難しい金属です。一方、歴史的経緯から、古くからの貴金属である金、銀はレアメタルとは呼ばれません。

### 産業のビタミンから産業の生命線へ

レアメタルは以前から「産業のビタミン」といわれて、産業上の重要性が認識されてきました。しかし、近年、レアメタルを使わないと作れない製品に、産業が大きく依存するようになり、レアメタルは「産業の生命線」になっています。

レアメタルが大きな役割を果たしている、または将来は果たすであろう製品の代表的な例を紹介しましょう。

現在の自動車、および開発中の省エネ・低環境負荷型の自動車とレアメタルの関係の例を図2に示します。今後、どのようなタイプの自動車が開発されても、レアメタルがますます重要になることが分かります。

もう1つの例として、液晶テレビがあります。最近、急激に生産台数が拡大し、画面も大型化している液晶テレ

ビのパネルには、透明導電膜（ITO）の成分として、非常に希少なレアメタルであるインジウムが不可欠です。

### なぜレアメタルが問題か

このようにレアメタルの重要性が増しているにも関わらず、その供給の将来が必ずしも安心できるものでなく、近年、価格も大きく高騰したことが、大きな問題となっています。その国際的な背景として、以下のことがあります。

- 中国、インドなどの人口の多い開発途上国の急激な工業化による、全ての資源需要の急増（およびその予測）
  - 液晶テレビ、ハイブリッド自動車など、新しい製品（省エネ・低環境負荷に貢献する機器を多く含む）に必要とされる特定のレアメタルの需要の急増
  - 比較的小規模なレアメタル市場への大量の投機的資金の流入
  - 埋蔵資源が偏在する資源国の国内産業育成政策などによる輸出の制限・抑制
- 経済のグローバル化、製品のモ

	1族	2族	3族	4族	5族	6族	7族	8族	9族	10族	11族	12族	13族	14族	15族	16族	17族	18族
1 周期	1 H																	2 He
2 周期	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3 周期	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4 周期	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5 周期	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6 周期	55 Cs	56 Ba	57~71 ランタノイド	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7 周期	87 Fr	88 Ra	89~103 アクチノイド															

ランタノイド	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
アクチノイド	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U											

図1 47の金属元素

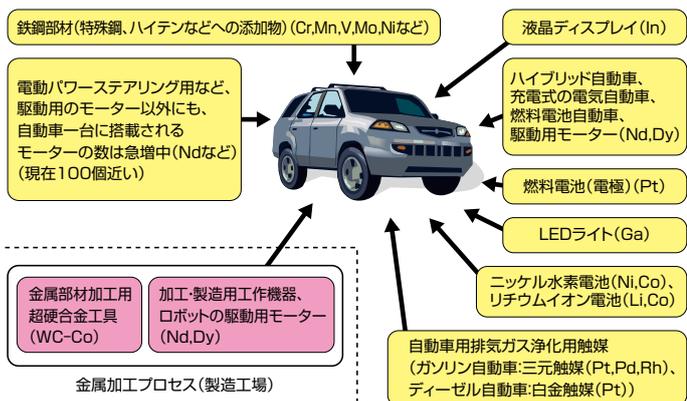


図2 低環境負荷型の自動車に関わるレアメタルの例

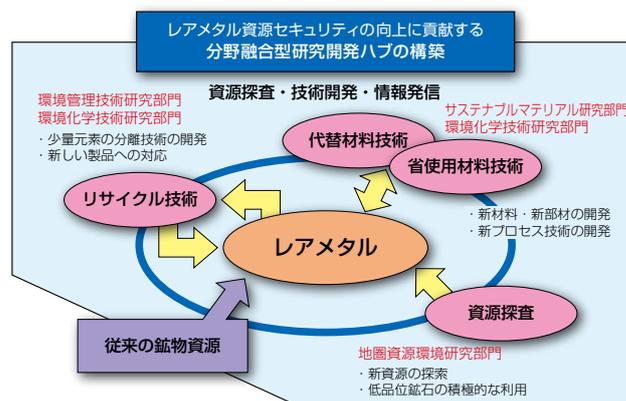


図3 レアメタルタスクフォースの目指している融合研究のイメージ

ジュール化の進展などが、多くの製品の生産力の爆発的増加を可能にすることも、レアメタルの需給バランスが急変する危険性を高めています。

安定供給が危惧されているレアメタルには、①埋蔵鉱量や生産量が極少なく、さらに少数の国に偏在している元素（白金族元素、タングステン、重希土類元素など）、②別の資源を採掘する際の副産物として極少量しか生産されないため、需要に応じた生産増加が困難な元素（インジウムなど - 主に亜鉛の副産物として産出 -）などがあります。<sup>[1] [2]</sup>

### 産総研レアメタルタスクフォースとその目指すもの

資源小国であるわが国が、将来も「ものづくり」を重視しつつ、新産業を創出し、先進工業国としての地位を保つ

ていくためには、レアメタルの供給不安を緩和する、レアメタル資源セキュリティのレベルを高めていくことが望まれます。

そして、新技術の開発で問題を解決していくことが、わが国の産業にとって大きなチャンスの創造に繋がると考えられます。

公的研究機関で実施可能な対策としては、新資源の探査による資源供給の選択肢の多様化、個別の製品に対応する省資源使用技術および代替材料技術の開発、リサイクル技術の確立があります。また、投機を抑制するためには、適切な情報発信に努力することも重要です。そして、それらは、資源の需給を通じて相互に強く影響します。

産総研は、レアメタルに関わる前述の研究開発要素のほとんどを組織的に行っている日本唯一の研究機関です。

また、レアメタルの研究という意識が無くとも、非常に多くの研究員が、レアメタルの特性を利用した技術開発に携わっています。しかし、これまで複数の研究ユニットが自らのポテンシャルを生かして、個別課題に取り組んできたため、レアメタル問題への取り組みに必要な連携および情報発信は不十分でした。

レアメタルタスクフォースは、所内の複数の研究ユニットに跨る分野融合型の研究課題を推進することで、レアメタル問題に積極的に取り組むことを目指して、2006年に組織されました。図3は、レアメタルタスクフォースの目指している融合研究のイメージです。

サステナブルマテリアル研究部門長  
中村 守

### 参考文献

- [1] レアメタル-技術開発で供給不安に備える-、独立行政法人産業技術総合研究所レアメタルタスクフォース編、工業調査会、(2007)
- [2] USGS Minerals Information: Commodity Statics and Information, 2007 (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>)

# 重希土類を使わない希土類磁石

## 多くの先端装置に利用される高性能磁石

高性能磁石の開発において、歴史的に日本は世界をリードし続けています。特に、Nd-Fe-B磁石の性能はそれまでの磁石を遙かに凌駕するものでありました。現在も改良が続けられ、その性能は向上しています。

Nd-Fe-B磁石は、ハードディスク用ボイスコイル磁石 (VCM) や、携帯電話用スピーカー・振動モーター、DVD用光ピックアップ、産業用ロボット、核磁気共鳴画像装置 (MRI) などのハイテク機器や先端装置に利用されています<sup>[1]</sup>。最近注目されているのが、ハイブリッド車や電気自動車に使用されるモーターです。自動車用のモーターは冷却機構などを設置しにくいと、200℃程度の使用温度になるとされており、耐熱性が要求されています。

## ジスプロシウム (Dy) の重要性和希少性

永久磁石の特性を表す指標として、保磁力、残留磁束密度、最大磁気エネルギー積があります。最大磁気エネルギー積が大きいものが高性能磁石とされます。高性能磁石であるNd-Fe-B磁石は温度の上昇とともに保磁力が著しく低下するという欠点がありました。これを改善するためには数%程度のDyの添加が有効であることがわかってきました。現在のNd-Fe-B高性能磁石にはDyが必須元素となっており、使用温度が高くなっても保磁力が低くならないようにしています。過酷な環境にある自動車用のモーターは高温でも高い保持力を維持する必要があり、Dyの量が従来の常温で用いる場合の3倍程度添加する必要があるとされています。

しかし、Dyの添加は残留磁束密度を低下させます。保磁力と残留磁束密度の関係から最大磁気エネルギー積が決まってくるため、Dyの過剰な添加は最大磁気エネルギー積を低下させてしまいます。

地殻に存在する希土類元素資源は偏在しており、中国がそのほとんどを生産しています。特にネオジウム (Nd) やサマリウム (Sm) などの軽希土類に比べ、Dyを含む重希土類は偏在が著しく、採掘量も少なく、価格もNdの3倍程度です<sup>[2]</sup>、使用量を低減する必要があります。経済産業省でもDyの使用量を低減した磁石を開発するプロジェクトを平成19年度から開始しています。昨今の磁石需要の増大、特に環境に優しいと注目されているハイブリッド車の生産増加によって、Nd-Fe-B磁石の使用量は今後益々増加するものと考えられています。現在のNd-Fe-B磁石の地位は当分揺るがないと思われますので、このプロジェクトは大変重要な位置を占めています。

## 重希土類を使用しない希土類磁石の可能性

Dyの使用量を低減する一方で、Dyを使用しない高性能磁石の研究も進めていく必要があります。現在Nd-Fe-Bに匹敵する磁石として軽希土類のSmを使用するSm-Fe-N磁石が有望です<sup>[3]</sup>。この磁石は、Nd-Fe-Bと同等の性能を持つとされており、さらに150℃程度キュリー温度が高いため、比較的高温下での用途に有効であると考えられています。また、耐食性にも優れていることからNd-Fe-B磁石のように表面を別の

金属などでコーティングしないで使用できることも利点です。ただし、この材料の欠点は600℃程度の高温になるとSmの窒化物と鉄に分解してしまうことです。これは、磁石を製造する際に非常に問題になります。

磁石は合金化した磁性粉末を固めて作りますが大きく分けて焼結磁石とボンド磁石があります。焼結磁石は磁性粉末を高温で焼き固めて作ります。そのため、緻密な磁石となります。一方、ボンド磁石は磁性粉末を樹脂で固めたもので、磁性体は粉末の状態に残っており、粉末の間隙を樹脂が埋めています。そのため、同じ量の磁性粉末を使用しても、焼結磁石の方がボンド磁石より高い性能が得られます。ただ、樹脂の入ったボンド磁石はいろいろな形に成

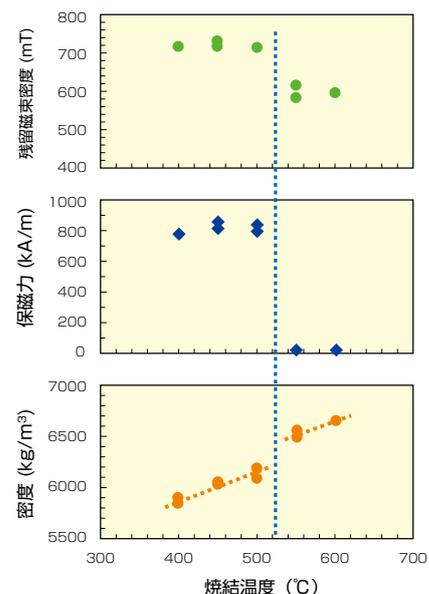


図1 Sm-Fe-N粉末の焼結温度と残留磁束密度 (Br)、保磁力 (Hcj) および焼結密度の関係  
点線の温度付近でSm-Fe-Nの分解が起きている。

形できますので、用途によってそれぞれの磁石が使い分けられています。

高性能磁石を開発する場合、焼結磁石の方が有利ですが、Sm-Fe-Nは高温で分解するため、磁性粉末を焼き固めることが非常に困難です。そのため、現在市場にでているSm-Fe-N磁石はボンド磁石のみとなっています。

## 焼結プロセスを変える

私たちの研究グループでは、Sm-Fe-N焼結磁石の作製を試みています。従来の焼結方法は、あらかじめプレスによって固めた磁石の粉末を炉の中で加熱することで焼き固めます。この方法では、比較的長い時間高温下にさらされるため、Sm-Fe-Nが分解しやすくなります。そこで、私たちは新しい焼結技術であるパルス通電焼結法<sup>[4]</sup>によって荷重(加圧)をかけながら短時間で焼結することで、Sm-Fe-Nの分解を抑えながら緻密な焼結磁石を作製することを試みました。

緻密な焼結体を作製するには、焼結温度と加圧力が重要な因子です。一般的には、いずれの因子も高くすることによって焼結体は緻密になります。図1はSm-Fe-N粉末の焼結温度を変化させた時の焼結温度と残留磁束密度(Br)、保磁力(Hcj)、焼結密度の関係です。密度は焼結温度の上昇とともに増加していきます。一方、磁気特性は500℃までほぼ一定を保ちますが、これ以上焼結温度を高くすると低下し、特に保磁力はほとんど無くなってしまいます。これは、Sm-Fe-Nの分解が起こってしまったためです。このようにSm-Fe-Nの磁気特性は、温度によって徐々に低下す

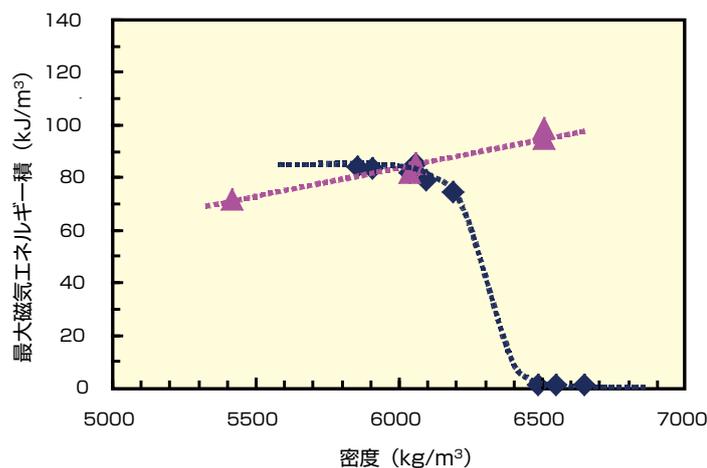


図2 Sm-Fe-Nの焼結密度と最大磁気エネルギー積との関係  
▲は加圧力によって焼結密度を変えた場合。◆は焼結温度によって焼結密度を変えた場合。

るのではなく、ある閾値<sup>しきいち</sup>までは変化せず、ある温度以上になると特性が一気に低下するという特徴があります。そこで、解決法としては高い加圧力をかけながら分解をしない温度で焼結することが必要となってきます。図2はこれらの結果を密度と最大磁気エネルギー積((BH)max)との関係で整理したものです。加圧力を高くして焼結密度を上げることによって、最大磁気エネルギー積を高くできるため、低温高加圧焼結によってこれを達成することができます。ただ、この手法により高圧と高性能焼結磁石を作製することは可能ですが、単純な形状の焼結体しか作製でき

ませんし、量産化には不向きな方法となってしまいます。また、製造時のコストも非常に高くなることが予想されます。現在、製造コストの削減と量産化に適したプロセスの開発をめざし、最適な粉末の製造から焼結までの研究開発に取り組んでいます。

サステナブルマテリアル研究部門  
尾崎 公洋

## 参考文献

- [1] 佐川真人、浜野正昭、平林 真 編：「永久磁石」、アグネ技術センター (2007)
- [2] レアメタルニュース、2008/2/24号、アルム出版社
- [3] 今井秀明、入山恭彦：特許第2703281号
- [4] 小林慶三、尾崎公洋：粉体および粉末冶金、51、19-26 (2004)。

# パラジウム削減・代替水素分離膜

## 白金族金属が抱える課題

白金、パラジウムに代表される白金族金属は環境・エネルギー分野で欠かせない金属です。自動車排ガス処理触媒には世界生産量の半分近くが使われています。近年、クリーンなエネルギー媒体として水素に期待が集まっていますが、その製造・利用にも白金族は不可欠です。現在、水素の多くは天然ガスなどから化学反応によって製造されていますが、その触媒に白金族金属が使われます。水素と酸素から効率よく発電する燃料電池には触媒として白金が使われます。このように、水素社会実現には大量の白金族金属が必要になると考えられます。

一方、白金族金属の鉱脈は品位が低く、純金属1gの生産に1tもの岩石を採掘する必要があります。そのため、採掘に伴って自然環境を破壊し、ほぼ同量の岩石類を廃棄することによっても環境を破壊しています。しかも、その岩石を取り扱うために莫大なエネルギー

を消費しています。環境・エネルギー分野で必要となる白金族金属の生産で、逆に環境・エネルギー問題を引き起こしているとは大変皮肉なことです。

## パラジウムで高純度水素を作る

パラジウムからなる金属膜は混合ガスから水素のみを選び分ける「ふるい」として使用することができます。その分離メカニズムを図1に示します。水素分子は膜の表面で2つの原子に解離し、膜中に溶解し、金属原子の隙間を縫って拡散し、膜の反対側で再結合することで透過します。水素以外の分子は解離、溶解、拡散が困難なことから透過することはできません。半導体、LEDの製造には超高純度の水素が必要ですが、そこではパラジウム膜で99.999999%の水素を作り出して利用しています。

蒸留のような気液の変化を伴わないこの分離プロセスはエネルギー効率が

良く、燃料電池用の水素製造でも期待されています。金属膜で得た高純度水素を供給することで、燃料電池触媒の白金量を減らすことができます。水素製造に必要な白金族金属触媒の一部も不要になります。

しかし、パラジウムもまた白金族金属です。産総研では水素分離膜に用いるパラジウムの削減・代替に関わるさまざまな研究を進めています。ここではその一部を紹介します。

## パラジウム削減・代替技術

### ① 薄膜化によるパラジウム削減

パラジウム使用量削減の最も基本的な方法は膜を薄くすることです。膜厚が市販膜の10分の1の5μmになれば、面積あたりの水素透過速度は10倍になります。従って、同量の水素透過に必要な面積は10分の1に、結果として、必要なパラジウム量は100分の1と大幅に削減することができます。

薄い膜の強度を補うには多孔質支持

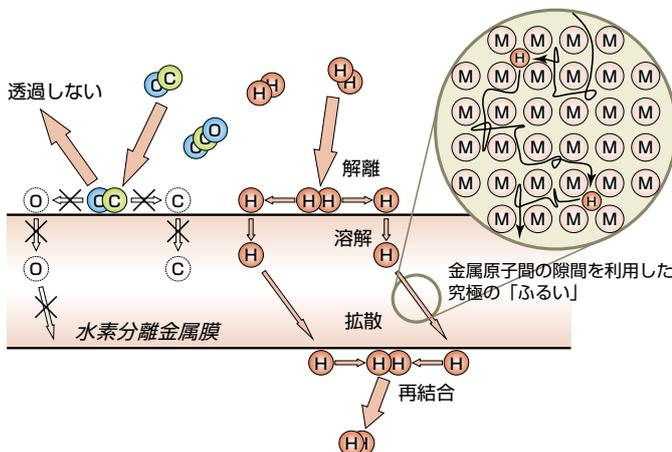


図1 金属膜による水素分離の原理

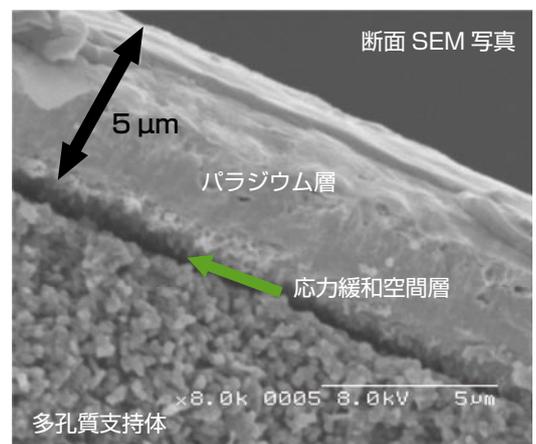


図2 多孔質支持体上に応力緩和空間層を介して形成した膜厚5μmのパラジウム薄膜

体などの支えが必要です。ところが、多孔質支持体表面の凹凸が原因で、その上に無欠陥で薄いパラジウム膜を作るのは困難でした。産総研では多孔質支持体上に薄い高分子層を一旦形成し、その上にパラジウムをメッキしてから高分子層を除去することで、無欠陥のパラジウム薄膜を作ることに成功しました(図2)。高分子層のあった部分が空間として残り、パラジウムが支持体に強く拘束されないことなどから、長期安定性に優れていることも明らかになりました。現在、更なる均一薄膜化(1~5 μm)やPd<sub>60</sub>Cu<sub>40</sub>に代表されるPd合金系への展開、さらに、モジュール化など実用化に向けて取り組んでいます。

## ② パラジウムに代わるバナジウムの薄膜化

水素透過能が高く、パラジウムに比べて資源が豊富な金属としてバナジウムが知られています。これまで圧延で作製されたバナジウム膜が研究されてきましたが、合金化、熱処理、表面研磨など多くのプロセスが必要でした。産総研では気相成長法を用いることで多孔質金属支持体上にバナジウム薄膜を単純なプロセスで形成することに成功しました(図3)。塩素を含まない原料を用いるため、金属支持体への影響も少なく、環境にも優しいプロセスで

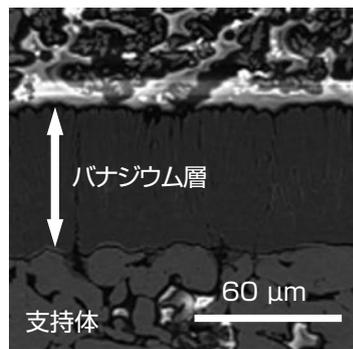


図3 多孔質ステンレス支持体上に形成したバナジウム薄膜

す。この上にパラジウムを薄く被覆することで水素透過能を発揮します。今後、一層の薄膜化、合金化による性能の改善、生産性の向上を目指して開発を進めていきます。

## ③ 非パラジウム系アモルファス合金膜

図1のように金属膜は水素透過の際に水素を溶解しますが、その水素により一般に金属が脆くなること(水素脆化)が知られています。その結果、崩壊し分離能を失ってしまうことが非パラジウム系膜素材の開発で最大の課題でした。そこで、高い靱性で知られるアモルファス合金に着目して材料探索を行いました。その結果、ジルコニウムとニッケルからなるアモルファス合金が水素分離膜として使えることを見出しました。また、非パラジウム系金

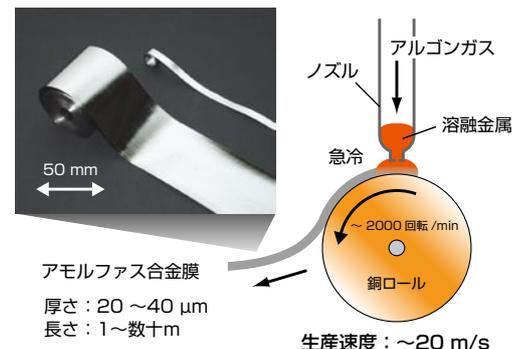


図4 単ロール液体急冷法の原理と、これを用いて作製したアモルファス合金膜  
(写真：三菱マテリアル株式会社提供)

属膜は通常パラジウム被覆が必要ですが、この膜はパラジウムがなくとも水素を透過させることが分かり、パラジウム完全代替の候補として期待されています。しかも、アモルファス合金は単ロール液体急冷法を用いて大面積の膜を生産することが可能です(図4)。企業との共同研究などを通じて、性能向上、大面積化、耐久性の向上などに取り組んでいます。

資源・環境・エネルギー問題の同時解決に貢献することを目指して、産総研はこれらからも水素分離膜の研究開発を進めていきます。

環境化学技術研究部門  
原 重樹

## 参考文献

- ・ M. Mukaida, et al, Preparation of Vanadium Thin Films by Chemical Vapor Deposition, *TMS2007 Ann. Meet. Proc.*, 169.
- ・ 須田洋幸、高純度水素の長期安定供給を可能にするパラジウム系薄膜の新規調製法、*水素利用技術集成 Vol.3*, NTS (2007) p. 268
- ・ レアメタル-技術開発で供給不安に備える-、独立行政法人産業技術総合研究所レアメタルタスクフォース編 工業調査会、p. 183 (2007)

# 希土類元素のリサイクル

## 希土類磁石のリサイクル

希土類磁石、特にネオジム-鉄-ホウ素系磁石は、優れた磁気特性を示し、ハードディスクドライブ(HDD)やハイブリッド自動車のモータ、MRI、音響機器などに使用され、今後も私たちの生活に欠かせない重要な素材です。

この磁石には、レアメタルであるネオジムやジスプロシウムといった希土類元素が使われています。日本は、希土類元素の供給のすべてを外国に依存していて、特に中国からの輸入がほとんどを占めています。将来も希土類元素を安定して確保するためには、中国以外での資源探査・開発とともに、国内での希土類元素リサイクル技術の開発が重要です。

希土類磁石の製造工程では、切削や破損などで全体の20～30%がスクラップとなりますが、これらのリサイ

クルはすでに行われています。しかし、いったん製品となって市中に出た磁石のリサイクルはほとんど行われていません。環境管理技術研究部門では、このような市中屑からの回収も念頭におき、物理的手法を用いた一次濃縮技術ならびに濃縮された対象物を水溶液に溶解し希土類元素を抽出分離する技術を研究しています。

## HDDからの希土類磁石粉の回収

HDD全体に占める磁石の重量割合は2～3%と決して多くなく、希土類元素を効率良くリサイクルするには、まず固体状態で磁石を一次濃縮することが重要となります。HDDでは、まず筐体部分を優先的に破壊し、その後、砕け残った磁石含有部品から、希土類磁石粉だけを選択的に粉碎して回収する2段階選択粉碎技術を検討してい

ます(図)。このプロセスにより、小型電気・電子機器類を総合的にリサイクルする工程の中で、希土類磁石粉を効率良く濃縮・回収することができ、後段の溶解・抽出による金属回収プロセスを経済的に行うことが可能となります。

## 湿式法による金属分離

一次濃縮操作によって得られた原料は、硫酸や塩酸などの鉱酸によって溶解しますが、磁石の成分は70重量%以上が鉄で占められていて、その鉄を全て溶解させようとすると膨大な量の酸を消費してしまいます。したがって鉄の溶解をできるだけ抑制しつつ、希土類元素だけを効率良く溶解させることを目標に研究を行っています。また溶解液からの金属の分離精製には溶媒抽出法の適用を検討しています。溶媒抽出法を用いることにより、重希土類であるジスプロシウムと軽希土類であるネオジムを比較的簡単に相互分離することができ、このときホウ素や被膜成分であるニッケルは水溶液相に残すことができます。いったん抽出した希土類元素イオンは、化合物として回収し、再度磁石原料としてリサイクルすることを目指しています。



環境管理技術研究部門  
田中 幹也  
大木 達也

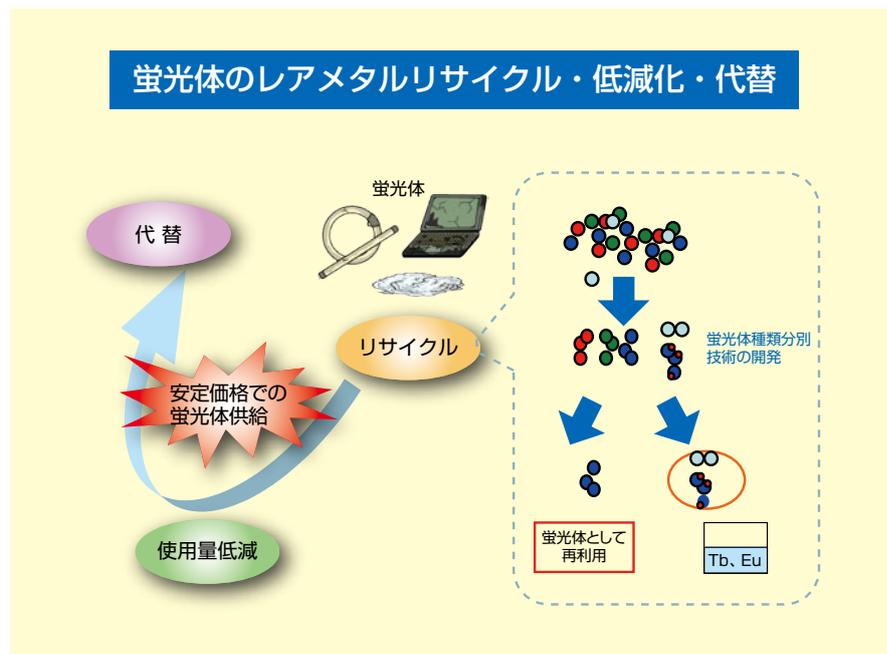
## 情報家電・照明の光の源となる蛍光体

今や私たちの生活においてディスプレイ・照明機器という電気を光に変える機器は不可欠なものとなっています。それらの機器では蛍光体は電気が発生した目に見えない紫外線・電子線を可視光に変換する重要な役割を果たしています。高輝度蛍光ランプや液晶バックライトでは、青、緑、赤の高輝度蛍光体を混ぜて白色発光を得ていますが、これらの蛍光体にはユーロピウム、テルビウムが多量に使用されています。希土類をめぐる昨今の情勢から蛍光体の価格は上昇し、また、供給が途切れるリスクも完全には否定できなくなっています。そのため、蛍光体のリサイクルは重要な課題となってきています。

## 蛍光体の希土類リサイクル

近年、蛍光ランプの事業所からの回収率が向上したため、廃蛍光体の回収量は増える傾向にあります。しかし、回収蛍光体の一部は劣化していることや、製品ごとの3色の混合比が異なっていることから、性能を重視する新製品にはほとんど使用されていません。そこで、再利用率を向上させるためには元の各色へ分別する技術や劣化した蛍光体を分別する技術が必要となります。そのため、各蛍光体が有する異なった物理的性質を組み合わせ、物理的な方法でこれらを分離する技術の開発を行っています。

また、劣化した部分など蛍光体としての再利用が難しいものについては、溶液に溶かした後、ユーロピウム・テルビウムを抽出して元素として再利用



することが考えられます。しかし、ランプ用、プラズマディスプレイ用の蛍光体には酸では抽出できない酸化物も多く、抽出を可能にするための前処理方法の開発が必要です。そのうちの1つの方法として、一部酸化物成分を添加してガラス化することで酸抽出を可能にする方法を検討しています。また、前項で述べられているように酸抽出した溶液から希土類を低コストで効率良く抽出する技術も重要な課題となります。

## 蛍光体希土類対策技術の今後

蛍光体のレアメタル対策のためには、短期的にはリサイクル技術の開発が効果的な対策ですが、中・長期的には、蛍光体に使用される希土類量の低減化・希土類元素代替も重要な技術課

題と考えられます。その目的のために、多孔質のシリカガラスを用いて、希土類使用量の少ない高効率蛍光材料や、希土類以外の金属を使用した高効率蛍光体の開発にも着手しています。

リサイクル・希土類使用量低減化・代替という一連の技術開発によって、蛍光体が低価格で安定して得られる枠組みが構築され、私たちの生活における「電気からの光」は今後も安定して供給され続けると考えられます。

環境化学技術研究部門  
赤井 智子

# 希土類：資源調査および資源開発

## はじめに

レアメタルの需要は、ほかの金属と同様に年々増加の一途をたどっています。よく「石油の寿命はあと30年」と言われていましたが、その寿命は縮まることなく維持されてきました。これは石油鉱床を新たに発見し、開発・生産するという努力が行われてきた結果です。レアメタルに関しても同様で、レアメタルの寿命を伸ばすために不休の努力が続けられています。しかし30年前の資源の消費量と現在の消費量は全く違います。そのため過去と同じ年数の資源量を確保することは大変な困難を伴い、資源を探索・開発する点で大きなブレークスルーやイノベーションを必要とします。

希土類<sup>[1]</sup>を例にとると、1900年から2006年までに全世界で消費された資源量は220万tですが、その消費量は年々増加しており、今後30年間の需要は800～1,000万tと見込まれます(グラフ)。したがって30年の希土類寿命を

維持するためには、過去100年あまりの間に消費された資源量の4～5倍の埋蔵量を確保する必要があります。

希土類は消費国や生産国が特定の国に偏っているため、世界的にはあまり注目を浴びず、それらをターゲットとした資源量調査や鉱床探査・開発はこれまで活発に行われてきませんでした。しかし、日本が中国に次いで世界第2の希土類消費国となっていることもあり、私たちの鉱物資源研究グループでは、日本の先端産業に必要な希土類の資源量調査を2005年から行っています。

## 希土類資源量調査

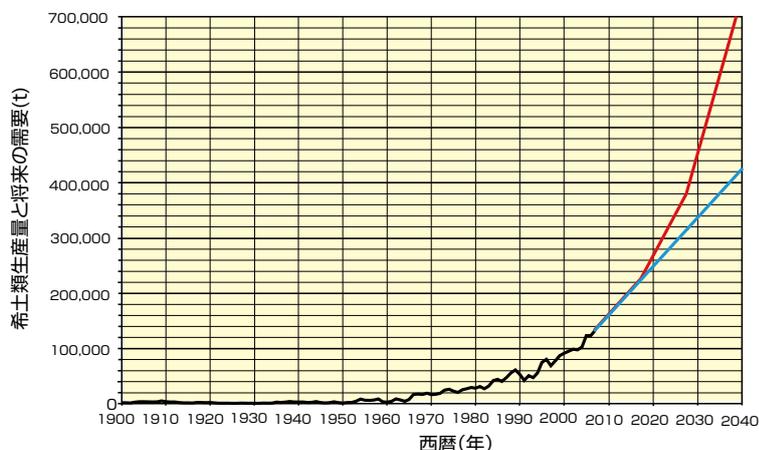
希土類はランタノイド系列の15元素とスカンジウム、イットリウムを加えた17元素の総称です。これまでに公表されている希土類埋蔵量(経済的に開発可能な資源量)はこれらすべての元素を一括して取り扱っています。しかし、それぞれの元素の存在割合は鉱床

により異なり、例えば希土類磁石に用いられるネオジムやジスプロシウムがどこにどのくらい埋蔵量として存在するのかといった詳細なデータベースはありませんでした。

私たちはこのデータベースを作ることから始めました。希土類鉱山の多くは元素ごとの詳細なデータを公表していないため(もしくはデータを持っていないため)、文献調査だけでは精度良いデータベースを構築することはできません。そのため、世界最大の希土類生産国である中国(写真1)を初めとして、アフリカから南米まで世界各地の鉱床を鉱石試料採取のために調査と独自の化学分析を行い、データを創り出しました。その結果、①世界には約900万tの希土類埋蔵量があること(そのうち中国の埋蔵量が約半分)、②ジスプロシウムやテルビウムなどの重希土類の埋蔵量はきわめて限られることなどが判明しています。この希土類埋蔵量は今後30年間の世界の予想需要量に相当します。

## 新たな希土類供給源の模索

希土類の中でも需要が逼迫<sup>ひっぼく</sup>して価格の上昇が続いている重希土類(ジスプロシウムやテルビウムなど)の新たな供給源の開発は重要なテーマです。現在、重希土類は中国南部の花崗岩風化型の鉱床から供給されています。このタイプの鉱床はこれまでのところ中国でしか発見されていません。私たちはこのタイプの鉱床の成因研究を行い、鉱床形成には①重希土類に富む還元型花崗岩の存在、②厚い風化殻を形成する高温多湿の気候、③重希土類を含有



希土類元素の生産量と将来の需要。生産量は米国地質調査所の資料に基づく([http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earths/stat/](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/stat/))。赤線は、生産量がこれまでの伸び率と同様に将来も伸びた場合、青線は最近10年間の伸び率(1.7倍)が今後30年間継続した場合の需要を示す。

する鉱物が分解する環境、の3条件が必要であることがわかりました。日本学術振興会から科学研究費補助金を得て、東京大学や九州大学とともに、これらの条件を満たしている地域の花崗岩風化殻の調査を行っており、東南アジアで有望地を発見しています<sup>[2]</sup>。

一般に資源の探査から開発までには10年あまりの長い期間と膨大な開発資金が必要です<sup>[3]</sup>。また新たな鉱山開発は環境負荷を伴います。重希土類の供給を経済的に迅速に行うために、また環境負荷を最小限にとどめるために、既に開発中の鉱床からベースメタルや非金属鉱物の副産物として希土類を回収する可能性も検討しています。

1つの候補は農業用肥料の原料である燐灰石です。世界の主要な燐灰石鉱床の鉱石を集め希土類の含有量を測定したところ、世界で年間に生産されている燐灰石中には約17万tもの希土類(酸化物換算)が含まれていることが判明しました。この量は2006年の世界の希土類年間生産量(=消費量)である13万tを上回ります。燐灰石から燐酸を製造する過程で希土類の回収を行えば、希土類の供給を大幅に増加させることが可能です。

また日本の層状マンガン鉱床の鉄マンガン鉱石中には重希土類に富むものの存在が知られていました<sup>[4]</sup>。鉄マンガン鉱石中の総希土類(平均1800 ppm)



写真1 中国バヤンオボ：世界最大の希土類鉱山。鉱石埋蔵量は鉱量約5,700万t、酸化希土類品位6%。

中の重希土類元素の割合は約20%であり、希土類鉱床の中では重希土類に富むことを特徴としています。残念ながら日本のマンガン鉱床は、規模が小さくすべて終掘しているのでここから希土類を回収することはできません。現在の課題は、希土類に富む規模の大きな層状マンガン鉱床を探し出すことです。産総研は2007年11月に南アフリカ共和国地球科学審議会、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構とともに南アフリカ共和国でのレアメタル資源に関する共同研究を実施することに調印しました。まず手始めに世界最大の規模を誇るカラハリ地域の層状マンガン鉱床の希土類ポテンシャル調査を行っています(写真2)。

#### 希土類資源開発に向けて

希土類資源を開発するためには、資源の基礎的調査や研究をするだけでなく、開発・生産のための選鉱試験や経済性の調査も必要です。2008年度に



写真2 南アフリカ地球科学審議会のRamontja CEO(写真左)、Foya鉱物資源開発部長(右)と筆者(中央)。

経済産業省は12.4億円の予算で「希少金属資源開発推進基盤事業」を開始しました。このプロジェクトでは、鉱物資源賦存のポテンシャルが期待されるものの十分な探査活動がなされていないアフリカ、中央アジア、環太平洋地域などの資源戦略上の重点国をターゲットに、最新の鉱床地質学の成果なども活用しつつ、資源国との関係強化を図り、日本の權益確保を促進しようとするものです。この中では新しいタイプのレアメタル鉱床や<sup>ざんさ</sup>残渣中の未回収レアメタルに対応した新精錬技術・回収技術の調査検討も行うことになっています。

私たちは、このプロジェクトを主体的に実施する独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と連携して、新規調査地域や対象の提案をしていきたいと考えています。

地圏資源環境研究部門  
渡辺 寧

#### 参考文献

- [1] 渡辺 寧, 精密工学会誌, vol. 74, No. 1, p. 25-27 (2008).
- [2] 渡辺 寧, JEITA Review, Vol. 561, p. 2-7 (2008).
- [3] レアメタル-技術開発で供給不安に備える-, 独立行政法人産業技術総合研究所レアメタルタスクフォース編, 工業調査会, 208p (2007).
- [4] Kato, Y., Fujinaga, K., Nozaki, T., Osawa, H., Nakamura, K. and Ono, R., Resource Geology, v. 55, No. 4, 191-310 (2005).

# ナノ効果を用いた素子の本格研究

## ナノ空間で動く抵抗スイッチの素子研究開発

### ナノギャップスイッチ効果の発見

近年の微細加工技術の発達により、向かい合った金属電極の間隔（ギャップ）がわずか数nmしかない電極、通称ナノギャップ電極が作製できるようになりました（図1参照）。このナノギャップ電極は主に、有機分子やナノ微粒子といったナノサイズ材料を電極間に配置し、電気特性評価もしくは機能を引き出すための基板として開発されてきました。しかし、主役であるナノサイズ材料を引き立たせるための舞台でしかなかったナノギャップ電極自体の特性を詳細に検討したところ、ナノギャップ電極の抵抗を外部電圧によって数kΩ～数TΩまで、自由に、そして可逆的に制御できることがわかりました。通常金属と金属が向かい合った構造はコンデンサーとして振る舞いますが、金属間のギャップサイズが10 nm程度以下になると、この抵抗スイッチ効果が表れます。この現象をナノスケール特有の効果、「ナノギャップスイッチ効果（NGS効果）」と命名しました。（「ナノギャップスイッチ」は産総研ナノテクノロジー研究部門の登録商標です。）

このNGS効果は図2のように、再現性よく抵抗を繰り返し変化させることができます。このOnとOffとの抵抗差は、ナノギャップの間隔の微妙な違い

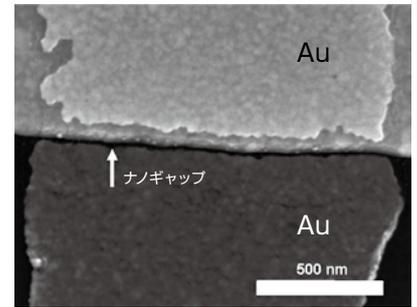
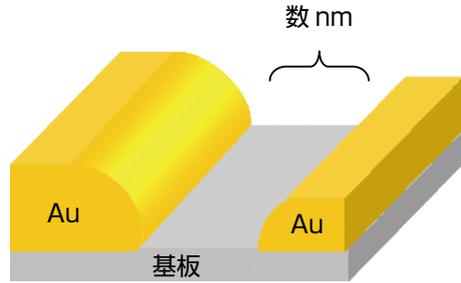


図1 ナノギャップ電極の概略図(左)と電子顕微鏡写真(右)パターンニングは光露光で作製

から発生しており、その差はせいぜい原子数個程度でしかありません。NGS効果は、ナノギャップ電極のほかに特別な機能を持った分子や特別な組成の材料を必要とせず、絶縁体上の金属というほとんどすべての電子素子が持っている構成で発現します。そのため、なにかしらの電子素子として利用できるのではないかと、考えたのがこの研究のスタートでした。

### NGS効果の応用研究への取り組み

前述の発見を技術シードとして民間企業に紹介したところ、不揮発性メモリへの応用が考えられるのではないかという意見があり、これをターゲットとして共同研究を開始しました。不揮発性メモリとは、フラッシュメモリをはじめとする電源を切っても情報を保持できるメモリーデバイスで、ハードディスクやDVDなどのストレージ

デバイスと違い、モーターなどの機構を必要としないため小型化・軽量化が可能です。最近携帯電話やデジタルカメラなどの情報家電製品が大きく進歩した要因の1つになっています。

まず共同研究として第一に始めたことは、NGS効果は不揮発性メモリとしてどの程度のデバイスのポテンシャルを持っているかということでした。その結果、NGS効果は10万回を超える書き込み耐性、100 nsec以下の高速書き換え、6桁を越える巨大なOn-Off抵抗差、2端子素子でありながら多値化が可能であるなど、不揮発メモリとして魅力的な性能を持っていることがわかりました。

また、電極を構成する金属も当初行っていた金電極だけでなく、そのほかの金属や合金、金属材料以外の材料を用いたナノギャップ電極構造でも同様なスイッチ動作が発現することが明らかとなりました。これは、ナノギャップという構造自体が重要であり、材料としての幅広い選択性を示しています。そのためNGS効果は電気を流す物質に広く共通する効果であり、電子素子応用だけでなく科学的にも非常に興味深い現象であることがわかりました。現在、詳細な原理解明を行うと同時に、数年以内に数kbit級のテストデバイスの実現を目指して研究をしており、まさに基礎と応用の両輪の研究を



大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程中退。Motorola Inc. を経て2004年入所。博士(理学)。学生時代は走査型プローブ顕微鏡などを使った“ナノをみる”研究を行っていましたが、入所してからはナノギャップ電極に関する研究を通して“ナノをつかう”研究を行っています。

内藤 泰久 (ないとう やすひさ)  
ナノテクノロジー研究部門  
分子ナノ物性グループ

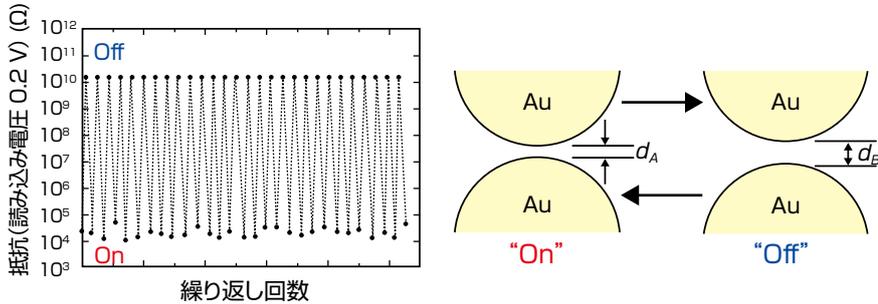


図2 抵抗変化の繰り返し測定(左)とそのモデル図(右)

産学官で連携して行っています。(図3は研究体制)

**ナノ効果を実用に!**

これまで走査型トンネル顕微鏡や電子顕微鏡など特別な装置の制御下でないと調べることができなかった、原子数個サイズの試料も最新の微細加工技術により作製可能になりつつあります。もし、このまま微細加工のレベルが上がれば、あと20数年後には原子数十個のレベルに到達すると言われて

います。その領域は、現在の電子素子のごとくがサイズの限界に到達する世界で、その限界を打ち破るために新たな概念による素子が求められています。このような実用として求められる、未知なるナノの新世界を開拓していく研究は、ナノテクノロジー研究者冥利に尽きる大きなロマンを感じます。今後この“ナノ効果を使った電子素子の開発”通称「ナノエレクトロニクス」はますます盛り上がっていくものと信じております。

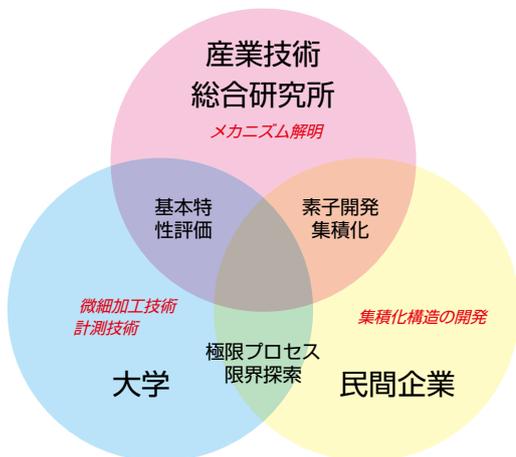


図3 ナノギャップスイッチ効果の本格研究の研究体制

# 新しい研究と開発の定義

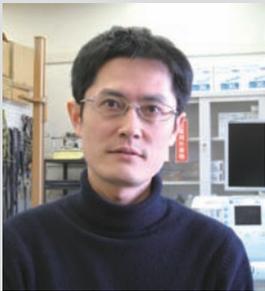
産総研では、  
経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合、適用する研究(第2種基礎研究)を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中核に捉えています。

— 第2種基礎研究を軸に本格研究へ! —

	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

# 血圧計を応用した動脈硬化度の計測

## 誰でも使える動脈硬化度計測方法



小峰 秀彦

こみね ひでこ

h-komine@aist.go.jp

人間福祉医工学研究部門  
身体適応支援工学グループ  
研究員  
(つくばセンター)

動脈硬化の簡易計測方法の開発だけでなく、加齢や運動が循環調節にどのような影響を与えるかという研究を行っています。心臓や血管など局所の問題だけではなく、脳や自律神経を含めてシステムとして捉えた循環調節の解明を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

浅井 義之、横井 孝志、小高 正人 (産総研)、斎藤 之良 (株式会社志成データム)

#### ● 関連特許

特開 2007-209492,  
特願 2006-031766,  
特願 2007-000427,  
特願 2006-208030,  
特願 2007-071624

### 動脈硬化をとりまく状況

脳卒中や心筋梗塞などの循環器疾患は日本人の死亡および寝たきり原因の約3割を占める疾患であり、その原因の1つが動脈硬化です。このため、動脈硬化を早期発見することは重要です。現在、動脈硬化度を計測するには高額な測定装置や専門的な知識・技術が必要なため、医師や検査技師などの専門家が診療所などで測ることはできますが、血圧のように家庭で簡単に測ることはできません。動脈硬化を早期発見するためには、一般家庭でも簡単に使える動脈硬化度計測の手法や機器を開発する必要があります。

### 血圧と同時に動脈硬化度を計測する

私たちは一般家庭にも普及している既存の血圧計を応用して、動脈硬化度を簡単に計測できる機器の開発を目指しました。血圧を測定する時には上腕に巻いたカフを加圧・減圧します(図1上段)。このカフ圧曲線から加圧・減圧の成分を除去すると心臓の拍動と連動した上腕動脈脈波が得られます(図1中段)。さらに、この心拍ごとの上腕動脈波振幅値を包絡線で結ぶと図1下段のようになります。この包絡線のパターンは動脈硬化の程度によって異なり、血管が“柔らかい”(既存の動脈硬化度評価(PWV)値が低い)場合には包絡線は緩やかに立ち上がり明確な頂

点を描きますが(図2上段)、血管が“硬い”(PWV値が高い)場合には頂点が不明瞭で、しばしば中央部が平坦になります(図2下段)。この包絡線の違いを特徴づける新たな指標や評価アルゴリズムを開発し、PWV値と比較すると有意な相関関係がありました( $r=-0.52, P<0.01, n=95$ )。このように、新たに開発した指標や評価アルゴリズムを用いれば、血圧と同時に動脈硬化度も計測できる可能性が見いだされました。

### 今後の展開

私たちが開発した指標やアルゴリズムを組み込んだ動脈硬化度計測機器は研究用途に限定して製品化されました。今後は治験の実施や薬事法申請を経て病院向けの製品として展開を図っていく予定です。さらに、その後は一般家庭にも普及させたいと考えています。私たちが開発した動脈硬化度計測機器は、既存の血圧計に動脈硬化度評価アルゴリズムを組み込むだけで実現するので、製造コストや開発コストが少なく済みます。ユーザーにとっても、安価で簡単に使うことができるというメリットがあります。この機器が一般家庭にまで広く普及すれば脳卒中や心筋梗塞などの循環器疾患の予防に役立つため、活力ある高齢化社会の実現や医療費削減に繋がります。

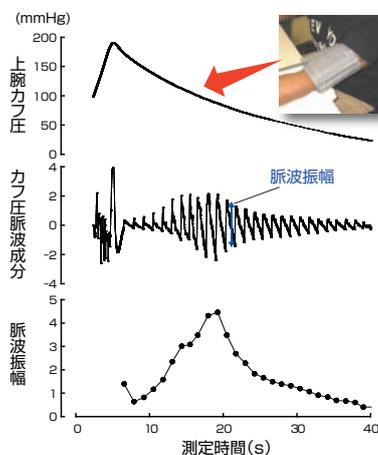


図1 上腕カフから得られる上腕動脈波  
上腕カフを加減圧した時に得られたオリジナル波形(上段)とオリジナル波形から抽出した上腕動脈波形(中段)、および上腕動脈波の振幅値を結んで得られた包絡線(下段)。

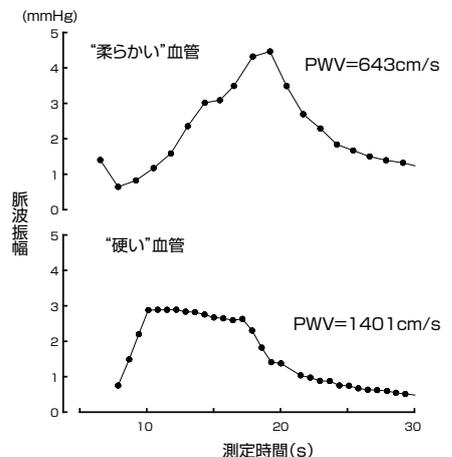


図2 動脈が“柔らかい”被験者と“硬い”被験者の上腕動脈振幅値  
動脈が柔らかい場合、脈波振幅を結ぶ包絡線は明確な頂点を描いたが(上段)、動脈が硬い場合には頂点が不明瞭な包絡線を描いた(下段)。

# 金属-半導体カーボンナノチューブを高収率で分離

## 簡便・安価に大量分離が可能



田中 文士

たなか たけし

tanaka-t@aist.go.jp

ナノテクノロジー研究部門

自己組織エレクトロニクスグループ

研究員

(つくばセンター)

2005年に入所。入所前は、100℃でも生きることができ微生物の研究を行っていました。入所後は、異なる分野のナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合による、新規現象の発見や新たな産業の創出を目指して、研究に取り組んでいます。

### 関連情報：

- 共同研究者

金 赫華、宮田 耕充、片浦 弘道 (産総研)

- プレス発表

2008年2月26日「金属型と半導体型のカーボンナノチューブを高い回収率で分離」

### 単層カーボンナノチューブ

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)は炭素原子の並び方によって、金属的な性質のものと半導体的な性質のものが存在します。通常、SWCNTはこれらの相反する性質のものの混合物です。もし、高純度で分離精製できれば、金属型SWCNTでは、資源の確保が問題となっている希少金属を用いた透明導電材料の代替品として液晶ディスプレイや太陽電池パネル用の透明電極への利用が期待できます。また、高純度の半導体型SWCNTでは、高性能トランジスタや光学デバイスなどとしての利用が見込まれています。

### 金属型と半導体型のSWCNTの分離

寒天の主成分であるアガロースをゲルとして用いるアガロースゲル電気泳動法は、生物学分野でDNAの分離に広く用いられています。私たちは、SWCNTに適用するため、超音波処理や遠心分離などを用いて、SWCNTを分散させた水溶液を調製しました。このSWCNT分散溶液を試料として、アガロースゲル電気泳動を行ったところ、電気泳動先端と後端でSWCNTの色の違いを確認することができました。

光吸収スペクトル測定によって金属型・半導体型の比率を評価したところ、ゲル下部の青みを帯びた灰色の部分に金属型SWCNTが、ゲル上部の緑色の部分に半導体型SWCNTが濃縮されていました。すなわち、アガロースゲル電気泳動では、金属型SWCNTは半導体型SWCNTよりも早く移動し、分離できることが判明しました。しかし、大部分のSWCNTはゲルの中央部に混合物のままに残るため十分な回収率が得

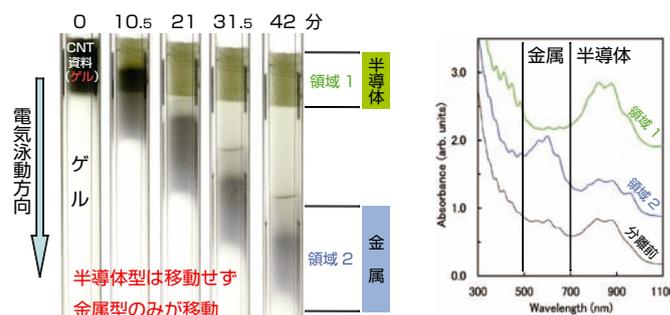
られませんでした。

さまざまな条件での分離精製を検討して、SWCNTを水溶液試料とせず、あらかじめSWCNTを分散状態で含ませたゲル(SWCNT分散ゲル)を調製し、その試料に対して電気泳動を行うと分離効率が劇的に改善できることを発見しました(図)。つまり、SWCNT分散ゲルに対して電気泳動を行うと、金属型SWCNTだけが移動して、はじめに含まれていたゲル部分から抜け出し、一方で、半導体型SWCNTは最初の試料位置から移動しないという現象が起きました。結果として電気泳動に使用した試料のほぼすべてを金属型と半導体型に分離することが可能になりました。通常のゲル電気泳動では分子量や長さの違いによって試料が分離されますが、SWCNTに見られる現象は全く異なる原理によるものと考えられます。

さらに、平均直径や直径分布の異なるSWCNT試料について、SWCNT分散ゲルを用いた電気泳動による分離を行いました。これらの場合でも金属型と半導体型のSWCNTに分離することができ、直径分布に対応した異なる色調を示すSWCNTを得ることができました。このことは、さまざまな種類のSWCNTに対して金属型と半導体型の分離が可能であり、この手法の汎用性が高いことを示しています。

### 今後の展開

今回の分離手法は、産総研で独自に開発したのですが、まだその分離原理の詳細は明らかではありません。今後は、未知の分離原理の解明に向けた研究を進め、より純度や効率の良い分離手法の開発を目指します。



あらかじめゲル中に封入したSWCNTのゲル電気泳動による金属型・半導体型分離(左)と分離後の光吸収スペクトル(右)半導体型が多く含まれる領域1は緑色に、金属型が多く含まれる領域2は青みを帯びた灰色となる。(産総研のホームページで動画も御覧になれます。[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2008/pr20080226/pr20080226.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2008/pr20080226/pr20080226.html))

# マグネシウム合金板材の新しい加工技術

## ダイヤモンドコーティング金型を用いた熱間完全ドライプレス加工技術



### 坂本 満

さかもと みちる

michiru-sakamoto@aist.go.jp  
サステナブルマテリアル研究部門  
副研究部門長  
(中部センター)

私たちは、難燃性マグネシウム合金について、面的な広がりをもつ総合的な技術開発を進めて、素材としての産業化と、基幹材料として広範な構造材料への展開を図り、自動車を初めとする将来の輸送機器が、真に環境に調和したシステムとして発展するための、技術体系の一翼を担うことを目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

佐藤 富雄、上野 英俊（産総研）、基 昭夫（地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター）、神田 一隆（株式会社不二越）、高橋 孝誠（熊本県産業技術センター）

#### ● 参考文献

1) 坂本他、*鋳造工学*、69(3)、p 227 (1997)

2) 後藤他、*平成18年度塑性加工春季講演会論文集*、p 85 (2006)

3) 基他、*トライボロジー会議-2008 春東京、予稿集*

#### ● プレス発表

2008年2月21日「ダイヤモンドコーティング金型を用いた熱間完全ドライプレス加工技術を開発」

### マグネシウム合金

マグネシウム合金のプレス加工は、熱間でしかできないため、高温に耐える特殊な潤滑油が不可欠でした。しかし、作業環境悪化の要因となる潤滑油によるオイルミストの発生や、加工後の製品洗浄と洗浄水の処理など環境面での問題がありました。また、潤滑油の焼き付きや金型のメンテナンスなど、潤滑油を使うことによる多くのコストアップ要因があり、ドライ加工はこの分野の夢でした。

### CVDダイヤモンドコーティング金型を用いたマグネシウム合金板材の完全な熱間ドライプレス加工技術

産総研と地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター、株式会社不二越は、共同で熊本県産業技術センター、鹿児島大学、日本工業大学の協力を得て、CVDダイヤモンドコーティング金型を用いたマグネシウム合金板材の完全な熱間ドライプレス加工技術を確立しました。これは、研磨したダイヤモンド表面の摩擦係数がきわめて小さいという性質を利用して、潤滑剤を不要とするものです。金型の加工面へのダイヤモンド膜はCVDによって付けます。ダイヤモンドは耐熱性に優れることから、難燃性合金の加工温度である320℃程度までの熱間加工でも問題なく潤滑性能を発揮し、膜の耐久性も

十分にあることが確認されました。

開発した技術のポイントは、以下の2点です。

#### 1. 金型表面へのダイヤモンドコーティング

CVDダイヤモンド膜はメタン1%と水素99%を原料に熱フィラメント法で最適な製膜条件を見出して、良好な結晶性と粒度で、膜厚約10μmの成膜に成功しました。また、摩擦特性改善のための研磨技術を確立して、表面あらさ約0.5μmRz MAX以下を達成しました。

#### 2. 難燃性マグネシウム合金の開発

大気中で燃えにくい難燃性マグネシウム合金の技術移転による量産化を進め、圧延板材の供給を可能としました。熱間でも発火の心配がなく安心して加工ができる板材と、潤滑油無しの熱間プレス加工技術により、軽量化を目指すさまざまなユーザーに対して、高生産性で環境にも好ましい技術を提供できます。

### 今後の展開

今後は、技術普及のため、膜の高耐久化と総合的なコスト改善を行います。また、必要な部位のみに膜をつける分割金型での実証や、ダイヤモンド膜とDLC膜とを相互補完的に組み合わせた、コーティングの高機能化と低コスト化を目指します。



AZ31 材 (板厚 0.8 mm)



難燃性 Mg 材 AMX602  
(板厚 0.8 mm)

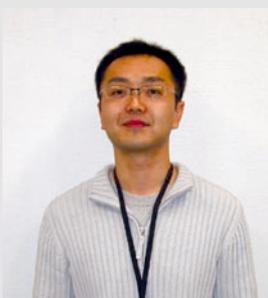
ドライプレス加工結果 (左：通常の AZ31 合金起因、右：難燃性合金 AMX602、どちらもダイスとblankホルダーの両面にダイヤモンドコーティングした金型を使用)

### 用語説明

CVD：化学蒸着法 (Chemical Vapor Deposition) の略で、蒸着による薄膜形成方法のひとつ。反応容器中の加熱基盤上に、目的とする薄膜の成分を含む原料ガスを供給し、基盤上に目的とする化合物の膜を堆積する方法。

DLC 膜：ダイヤモンドライクカーボンの略で、コーティング時の炭素の化学的形態のひとつ。最も完全なダイヤモンドに対して、炭素の非晶質硬質膜が DLC である。硬さや耐久性はダイヤモンドより劣るものの、作りやすく低コストで広く実用されている。

# 微量の環境汚染物質の正確な定量を目指して 内部標準物質に炭素安定同位体標識体を適用



伊藤 信靖

いとう のぶやす

nobuyasu-itoh@aist.go.jp  
計測標準研究部門 有機分析科  
有機標準第2研究室  
研究員  
(つくばセンター)

2005年入所、環境試料中に含まれる微量汚染物質の標準物質開発に携わってきました。標準物質の開発に適用できる新たな分析手法の開発も行っています。

## 関連情報：

### ● 参考文献

[1] N. Itoh, M. Numata, Y. Aoyagi, T. Yarita, *Journal of Chromatography A* 1134 246-252(2006).

[2] N. Itoh, M. Numata, Y. Aoyagi, T. Yarita, *Journal of Chromatography A* 1138 26-31 (2007).

[3] N. Itoh, M. Numata, T. Yarita, *Analytical Sciences* 23 1245-1248(2007).

## 多環芳香族炭化水素分析用の環境組成型標準物質

多環芳香族炭化水素類 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) は、複数のベンゼン環から構成され、多くは発がん性を持つ化合物群です(図1)。PAHsは燃料の不完全燃焼により生成し、気流に乗って大気中に拡散します。このため、世界的にはPAHsによって高度に汚染された地域もありますが、大部分の地域における汚染は、今のところ比較的軽微に留まっています。

環境中における化学物質の濃度分布を正確に知ることは、排出規制などの環境施策を行う上で、重要です。このため、複数のグループによる分析結果を集積することが、データの信頼性向上を目的として広く行われています。しかし、環境中に低濃度で存在する化学物質を正確に定量することは難しく、分析したグループによって定量値が大きく異なる場合も少なくありません。このような不一致を防ぐためには、同程度の化学物質が含まれる環境組成型標準物質と一緒に分析し、お互いのデータを比較して信頼性を確認する必要があります。このような背景の下、私たちは、低濃度PAHs分析用の環境組成型標準物質(湖底質)を開発しました。

## 少ないものを正確に測る難しさ

環境組成型標準物質を開発する上では一般的に、安定同位体 (一般的には重水素や炭素安定同位体) により標識された内部標準物質を用いた“同位体希釈質量分析法”を適用します。この手法は、目的の化学物質と内部標準物質が、分析操作の過程で全く同じ挙動をするとの前提に基づいており、最も信頼性の高い定量値が得られる手法の1つとされています。しかし、実験

的には、確認されていませんでした。そこで私たちは、この手法の正しさを実験的に確認することから始めました。

一般的には、重水素標識された内部標準物質の方が、炭素安定同位体で標識された内部標準物質より種類が豊富であり、また、入手が容易です。そのため、重水素標識された内部標準物質が同位体希釈質量分析法に広く用いられています。高濃度の試料 (>1 μg/g) を分析する際には、重水素で標識された内部標準物質の挙動は目的物質と良く一致するため、同位体希釈質量分析法の利点が活かされ、目的物質を正確に定量することができます。しかし、低濃度の試料 (<1 μg/g) を分析する際には、目的物質と重水素で標識された内部標準物質とのわずかな挙動の違いが相対的に大きくなり、結果として、定量値にも影響することが、私たちの研究で明らかになりました<sup>[1] [2]</sup> (図2)。

## 今後の展開

この事実を踏まえ、内部標準物質には炭素安定同位体により標識されたPAHsを用いて、わずかな挙動の差も生じないようにする<sup>[1] [2]</sup>とともに、各工程で定量値に差が生じないことについても確認しました<sup>[3]</sup>。また、これまでの標準物質開発では適用されていなかった新たな分析手法も取り入れ、正確なPAHs濃度を付与した環境組成型標準物質を開発しました (NMIJ CRM 7307-a)。今後も、正確な定量値が得られるよう新しい分析手法を開発するとともに、正確な定量値を持ったPAHs分析用環境組成型標準物質の種類を充実できるよう開発を行っていきたいと考えています。

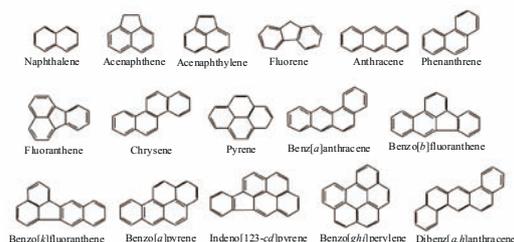


図1 一般的に測定対象とされる多環芳香族炭化水素類

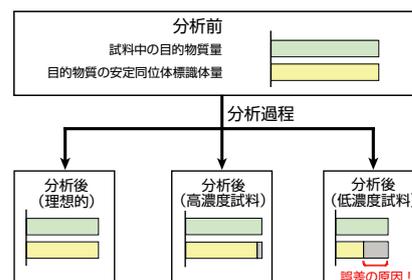


図2 低濃度分析において重水素標識体を用いた同位体希釈質量分析法では正確に定量できない理由

# 超極微量の液体の採取技術

## 液体を粒子にして自由自在に操作する

特許 第3837484号

(出願2001.9)

● 関連特許

登録済み(国内2件)

研究ユニット:

健康工学研究センター

### 適用分野:

- MicroTAS、マイクロマシン分野など、センシング試薬や微粒子を含有したピコリットル以下の超極微量の液体や気体の精密移動、分取などのマニピュレーション操作が必要とされる分野全般

### 目的と効果

省資源、環境負荷の低減効果などから、化学分析、環境計測、創薬などで利用される分析システムを手のひらサイズにまで小型化しようという研究が注目されています。これらの分析システムでは、取り扱う対象が液体や気体であるため、ポンプなどを利用して試料を流すという工程が基本となっていました。しかし、試料を流すという工程をなくさない限り、流路の物理的な制約から、分析に必要とされる試料・試薬の最低量の低減や装置自体の小型化にも限界があります。ここでは、試料である液体や気体を流すのではなく、必要最少量だけの粒子として取り出し、3次的に自由自在に操作する方法を紹介します。

### 技術の概要、特徴

この発明は、一般的に光ピンセットとして知られているレーザー光を利用する非接触マイクロ操作技術を、フェムトリットルからピコリットル量の超極微量の液体や気体の分取に用いる方法へと応用したものです。図1に示した写真のように、微小なノズルから試料と混和しない液

体媒質中に取り出したい試料溶液を1粒の液滴として射出することで、ノズル先端位置に焦点位置を設定したレーザー光で、3次的に捕捉することができます。この捕捉された液滴は、レーザー光の焦点位置を移動することにより、媒質中を自由自在に移動させることが可能です。また、図2に示したグラフのように、射出時間、射出圧などを制御することで、ノズルから取り出す液滴のサイズ、すなわち液量を制御することも可能です。さらに、このような微小なノズルを複数個準備することで、多種類の液滴を本当に必要な最低量だけ取り出し、微小反応容器内で、合成をしたり各種の反応を起こさせるという使い方も可能になると考えられます。

### 発明者からのメッセージ

従来、液体や気体は形のないもので、容器に入れたり、流れを制御することで定量的な取り扱いをしていました。この発明は、宇宙飛行士が、無重力下で水をこぼして、表面張力の影響で粒になる実験をしている映像を見て、思いつきました。

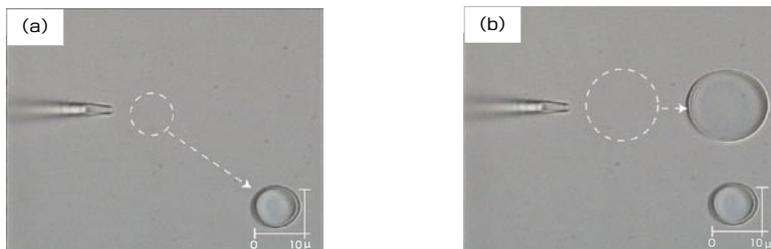


図1 微小ノズルからのサイズの異なる超極微量液滴の取り出しと3次元操作

(a) 1個を取り出し、写真右下に移動

(b) サイズの異なる2個目を取り出し、右に移動

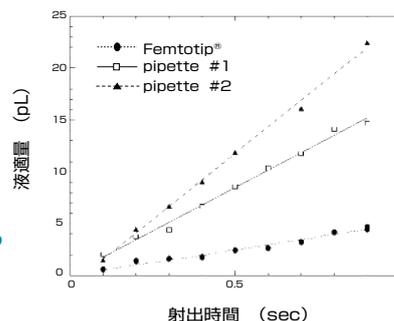


図2 ノズルから射出する液滴の径と射出時間の関係

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

### IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

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

# 生き物らしい動作を自動で振り付け

## 表現主義舞踊理論で感情を感じさせる動作を作り出す

特許 第3837479号  
(出願2001.9)

研究ユニット：

デジタルヒューマン研究センター

### 適用分野：

- ゲーム・アニメーション
- ヒューマン・インターフェース
- 仮想世界コミュニケーション環境のアバター
- 生き物型ロボット

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

ゲームや仮想世界の中では、人や動物・怪物などのキャラクターを生き物らしく動かす必要があります。しかし、大勢のキャラクターすべてについて、その身体動作を振り付けることは非常に手間がかかります。主要なキャラクターであっても、事前に用意した少数の動きの型をつなぎ合わせて動かしているのが現状です。動きが少数では単調な印象がしますし、表現できる感情の種類も限定されてしまいます。

キャラクターの感情や状況に対して適切な身体動作を自動的に作り出すアルゴリズムがこの発明です。キャラクターの喜怒哀楽・年齢・動物の種類に対して最もふさわしい動作を自動的に生成し、“生きている”印象を演出できます。

### 技術の概要、特徴

このアルゴリズムでは、感情をストレートに表現しようとする芸術思想である「表現主義舞踊」の理論を使っています。その理論によれば、人間や動物の感情状態や成長・進化の度合いが、全身的動作のリズムと手足の動作タイミングの同期を支配しています。この関係性を守るように仮想生命体の動作を設計すれば、生きている感じを演出できます。

例えば、幼い子供がとても驚いていることを表現するには、四肢の動作の伸縮を揃えて一気

に力を入れよと、理論にはあります。そこでこのアルゴリズムは、喜びとして驚いているなら大の字に手足を上げ、反対に恐れとして驚いているなら体を縮こまらせて、感情を表現します。成長や進化の度合いが進んだキャラクターに対しては、四肢を別々に動かし、複雑な筋緊張リズムを取り入れることで、賢さや意図を感じさせる動作を作り出します。

従来の技術水準では、事前に振り付けした動作しか行えず、バリエーションが少ないために飽きられやすいことや、狭い環境で動作データを再現しようとする体が障害物にぶつかってしまうことなどが問題でした。この発明は、多自由度関節からなる身体各部で構成される身体グループに、一連の動作制御を行う制御基準信号を発生し、制御基準信号を分配して身体動作を行わせる方法を提供します。身体動作は、もろもろの条件を満たすように自動生成されますから、型にはまった単調な動きにならず、どのような身体サイズにも適用可能で、障害物条件に合わせた動きが生成できます。

### 発明者からのメッセージ

芸術理論に基づいた変わり種の発明です。感情をはっきり読み取れるかわいいキャラクターを作って、人と機械の仲立ちをさせることをもくろんでいます。

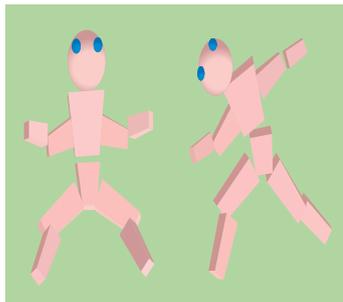


図1 手足のまとめ方を切り替えて、成長・進化の度合いを表現



図2 機構が異なる体でも適用可能

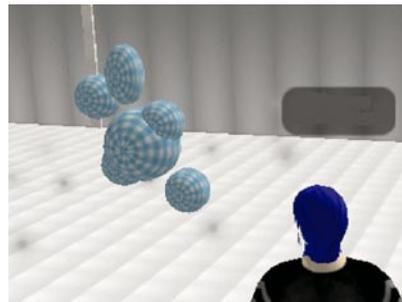


図3 仮想世界に作った仮想生命体

# 吸湿・吸水作用を制御したシリカ多孔体

## 構造安定性が向上した吸水材、吸湿材の製造方法

特許 第3873122号  
(出願2002.9)

研究ユニット：

先進製造プロセス研究部門

### 適用分野：

- 吸湿・吸水作用を利用した機能性部材
- 親水的な孔内空間を利用した特殊反応場の提供

### 目的と効果

シリカ多孔体への水蒸気の吸着または脱着の起こる相対圧を自在に制御できて、吸湿・吸水作用を損なわない有機修飾技術を開発しました。親水部と疎水部を同時に有する有機シラン化合物をシリカ多孔体表面に固定化して、高い構造安定性を持たせると同時に、固定化した親水部の吸水作用との相乗効果により、有機修飾後も毛細管凝縮現象に類似した水蒸気の吸着特性が得られました。

### 技術の概要、特徴

シリカ多孔体への水蒸気の吸着または脱着の起こる相対圧は主に孔径に依存した毛細管凝縮現象によって決まります。したがって、孔径を精密に制御することで、水蒸気の吸着特性を制御することができます。さらなる機能付与を実現するための技術として孔表面に有機基を固定化する方法がありますが、有機基を修飾したシリカ多孔体では、固定化した孔表面の疎水的な

有機基と吸着質との相互作用が変化することで孔表面はきわめて疎水的になります。これは、クロマトグラムのカラム充填剤などに利用されてきました。この技術では、有機修飾したシリカ多孔体の応用範囲を拡張するために、親水部と疎水部を同時に持つ両親媒性の有機官能基を孔表面に固定化することにより、水蒸気の吸着または脱着が生じる相対圧を制御できることを示したものです。このような方法で有機修飾したシリカ多孔体は、その特異な孔表面の構造を利用した吸湿および放湿作用を持つ機能性部材や特殊反応場への応用が期待できます。

### 発明者からのメッセージ

この技術は、水蒸気の吸着特性を制御することに着目した、有機修飾技術を提供するものですが、有機官能基の化学的な設計によって、有害化学物質を選択的に吸着したり、酵素類似の反応場を提供したりすることなどが可能になるものと考えています。

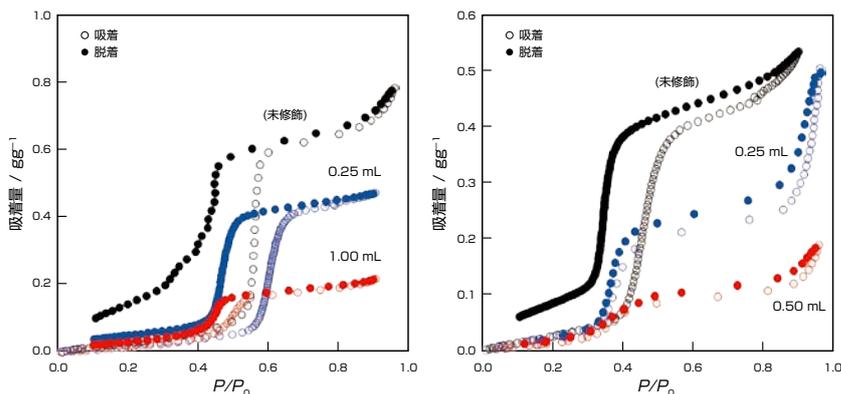


図1 (左)孔径3.2 nmおよび(右)孔径2.2 nmのシリカ多孔体と有機修飾したシリカ多孔体の水蒸気吸着等温線

\* 図中の数字は有機シラン化合物の添加量(修飾密度の変化と対応)

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

### IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

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

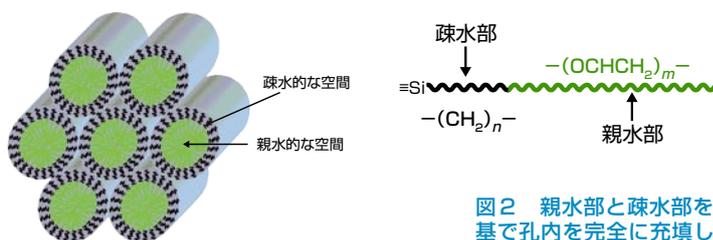


図2 親水部と疎水部を同時に持つ有機官能基で孔内を完全に充填し有機修飾したシリカ多孔体の構造モデル

# 原子レベルで平坦な表面を有するニッケル-クロム合金

## 清浄性において格段に優れた表面を形成

特許 第3772208号  
(出願2002.7)

●関連特許

登録済み：国内3件、  
出願中：国内1件

研究ユニット：

コンパクト化学プロセス研究  
センター

適用分野：

- 耐食性材料
- 超高真空容器
- 清浄な配管材料
- エピタキシャル成長基板

### 目的と効果

この発明は、ニッケル-クロム合金表面の平坦性を向上させることにより、耐食性を改善し、水、ガス、細菌などの吸着が少なく清浄性において格段に優れた表面を形成させた材料およびその作製方法に関するものです。

真空容器に適用した場合には、容器内壁の水やガス吸着サイトが少なく、容易に超高真空環境を得ることが可能になります。また、原子レベルで平坦な表面には細菌が付きにくいいため、エアコン、空気清浄器など、細菌発生を嫌う機器用の材料表面に効果的です。

### 技術の概要、特徴

空気酸化膜や汚れを溶液中で電気化学的に除去した直後にニッケル-クロム合金のバルク材料や薄膜を不動態化させて、合金表面に原子レベルで平坦なテラス構造を構築させる表面処理方法です。不動態化に適した電位は合金のクロム濃度によって異なり、クロム濃度が低いほど、高い不動態電位に設定する必要があります。

この方法で作製すると中心線表面粗さRaが1 nm以下または最大高さRmaxが3 nm以下の平坦面を得ることができます。原子レベルで平坦なテラスの成長にはある優勢な方向があり、テラス幅は5 nm程度ですが、テラスの長さは40 nm以上に達する場合もあります。

この発明は、一般構造材料だけでなく、機能性膜の下地層として使用されるニッケル-クロム合金の表面平坦性と耐食性を向上させる技術としても有効で、原子レベルで平坦な表面を用いることによってその上に積層されるコバルト基磁気記憶媒体の結晶性が向上することに繋がります。

### 発明者からのメッセージ

原子レベルで平坦なテラスの幅を15 nm以上に拡張することが課題ですが、数10 nmに達するテラスの長さは十分有意な広さとなっており、耐食性や清浄性ばかりでなく、エピタキシャル成長基板や原子レベルの表面反応基板としても期待されます。

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

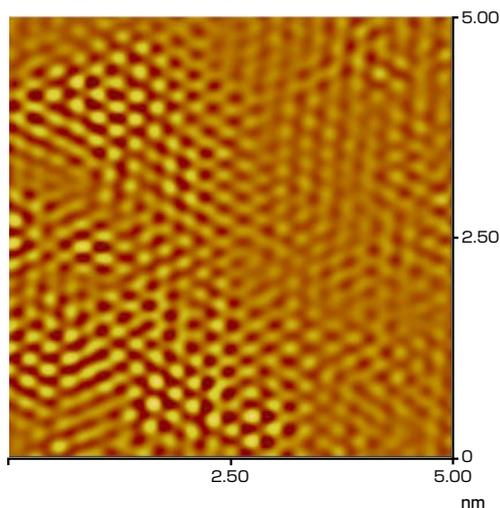
つくば中央 2

TEL：029-861-9232

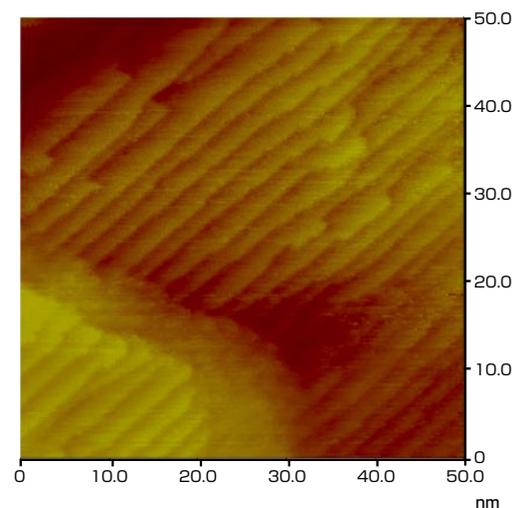
FAX：029-862-6159

E-mail：aist-innovations

@m.aist.go.jp



Ni-10at%Cr合金の原子レベル平坦化表面



原子レベルで平坦な表面を有するNi-21at%Cr合金のステップ-テラス構造

# 火山地質図

## 地層に残された噴火の歴史とその特性を読み解く



下司 信夫

げしのぶお

geshi-nobu@aist.go.jp

地質情報研究部門  
火山活動研究グループ  
研究員  
(つくばセンター)

口永良部島火山や三宅島火山、榛名火山などの野外火山地質調査を行い、火山とその活動を制御する地下のマグマ供給系の構造発達過程のモデル化を進めています。野外地質学・構造地質学・岩石学などさまざまな手法を組み合わせることで、目に見えない地下の現象や、長いタイムスケールの現象を扱えることが地質学の魅力であると考えています。

### 関連情報：

● 参考 URL

RIO-DB 活火山地質図集：  
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/volcmap/index.html>

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

### 火山地質図とは？

火山噴火に対する防災計画や火山周辺の土地の利用計画を考えるためには、過去の火山活動履歴をできるだけ正確に把握することによって、その火山が現在どのような活動状態にあり、将来どのような噴火活動をする可能性があるかを推測することが重要です。また人間活動の歴史よりも長い火山活動の履歴を知るためには、地層に残されたさまざまな地質現象から、過去に発生した火山活動を復元することも必要です(写真)。活火山におけるこのような地質学的な調査研究結果をまとめたものが、産総研地質調査総合センターが作成している「火山地質図」で、これまで国内の主要な14火山について整備されています。

### 地質調査で解き明かされる火山の歴史

14番目の火山地質図として、九州の南海上の火山島である口永良部島火山の地質図を作成しました(図)。口永良部島火山はこれまで何度も噴火を繰り返してきた活発な火山で、たびたび被害をもたらしてきました。1980年以降噴火は発生していませんが火山性の地震が頻発し、また、しばしば山体の膨張が観測されるなど現在も活発な火山活動が継続しています。今回行われた火山地質図の調査によって、口永良部島では過去約1万年間にわたって山頂での爆発噴火

と溶岩流の噴出を繰り返してきたことが分かりました。また、現在活動している新岳火口のほかに、古岳火口と呼ばれる火口もごく最近まで活発に噴火し、しばしば火砕流が山麓まで到達していたことが明らかになりました。

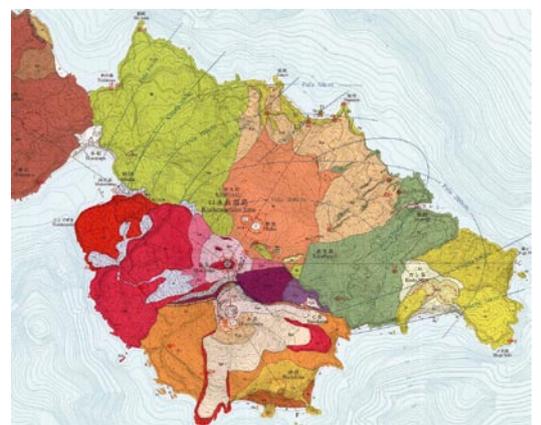
噴火活動による火山の変化を示すことも火山地質図の重要な役割です。北海道にある有珠火山の2000年噴火では、水蒸気爆発が繰り返し発生して噴出物を周囲に堆積させたり、貫入したマグマによって地盤が最大約70 m隆起するなど、火山の地質や構造に大きな変化がありました。有珠火山では、すでに前回の1977～78年噴火の直後の調査結果に基づいて1982年に火山地質図が出版されていましたが、2000年噴火によって新たに形成された火口やその周りの噴出物の分布、マグマの貫入によって隆起した地域などを示した第2版の火山地質図が2007年に出版されました。

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



### 現地調査が地質調査の基本

活動的火山の火口周辺には、活動履歴を示すさまざまな地質学的証拠が残されているため、特に綿密な調査が求められる。

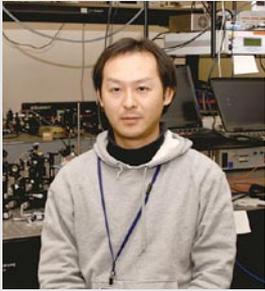


### 口永良部島火山地質図(主要部)

島の中央部にある火口群やそこから噴出した溶岩流や火砕流などの分布範囲が図示されている。

# 薄膜の熱拡散時間標準の開発と供給

## 薄膜の熱物性測定信頼性向上に貢献



八木 貴志

やぎ たかし

t-yagi@aist.go.jp

計測標準研究部門  
物性統計科 熱物性標準研究室  
研究員  
(つくばセンター)

薄膜や微小領域の熱物性測定技術と標準の開発に携わっています。日々ニーズの探索をしていますので、お気軽にお声をかけていただければと思います。標準に関する情報は固体熱物性クラブにお問い合わせください。

### 関連情報：

● 共同研究者

竹歳 尚之（産総研）

● 参考文献

1) 産総研 TODAY Vol.3 No.11 p.13 (竹歳尚之)

● 参考 URL

計測標準研究部門物性統計科熱物性標準研究室：[http://www.nmij.jp/~mprop-stats/thermophys/homepage/index\\_j.htm](http://www.nmij.jp/~mprop-stats/thermophys/homepage/index_j.htm)

固体熱物性クラブ：<http://www.nmij.jp/~nmijclub/index.html#netsu>

● 注釈

[1] 熱拡散時間：ある距離を熱が拡散するために必要な時間。熱拡散率とは反比例の関係にあります。

[2] 1パルスあたりの温度上昇は、0.1～1 Kと見積もられます。

### 開発の背景

薄膜は、半導体素子（CPU）や光ディスク、相変化メモリなど身近なデバイスの中に数多く使われている材料です。より速く、より高密度へと性能向上が進んだデバイスでは、熱マネジメントが素子の信頼性を左右する重要な要素になっています。そこで、薄膜の熱物性測定の信頼性を確保するための標準が望まれていました。

産総研では、これまでに厚さ100 nm前後の薄膜の熱拡散率を測定する技術を開発しており<sup>1)</sup>、この技術を用いて熱拡散率を求めるための基礎となる熱拡散時間<sup>[1]</sup>の標準供給（依頼試験）を行っています。今回、実用測定装置の普及に合わせて、校正対象を1 μm程度の厚さの薄膜まで拡張した高速パルス加熱サーモリフレクタンス法を開発しました。

### 高速パルス加熱サーモリフレクタンス法の開発

図1は高速パルス加熱サーモリフレクタンス法装置の写真と原理図です。薄膜の片面を1 ns ( $10^{-9}$ 秒) 以下のレーザパルス光で瞬間的に加熱すると、熱は薄膜の反対側へと拡散していき、最後に膜厚方向の温度が均一になります。高速

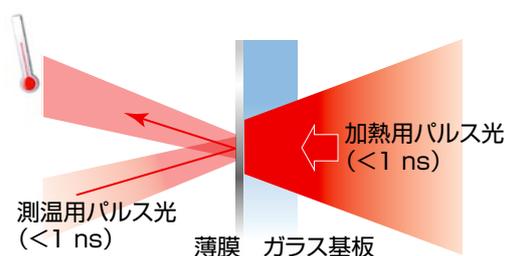
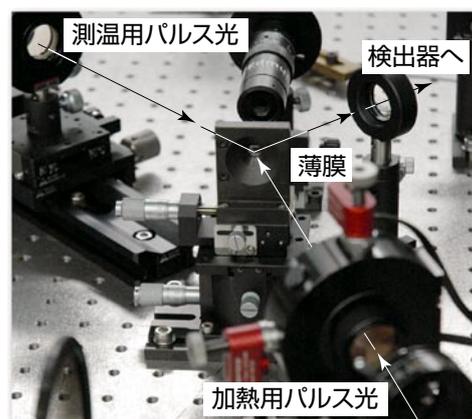


図1 高速パルス加熱サーモリフレクタンス法装置と原理図

パルス加熱サーモリフレクタンス法は、薄膜中を熱が拡散する様子を観察します。厚さ1 μm前後の薄膜では、熱拡散は数100 ns程度のごく短い時間の現象です。そのため、温度変化の計測に薄膜の反射率が温度によって変化する「サーモリフレクタンス」現象を用います。

図2は実際に測定された厚さ700 nmの窒化チタン（TiN）薄膜の温度曲線であり、パルス加熱後から時間とともに温度が上昇する様子を示しています。この温度曲線を熱拡散方程式に基づいて解析し、薄膜の熱拡散時間を決定します。

標準供給（依頼試験）では、試験片の熱拡散時間を決定します。ユーザーは別途測定した膜厚をもとに熱拡散率が得られます。この試験片を用いることで、ユーザーは計測装置が正しく稼働しているかを判断でき、装置の信頼性を確保できるようになりました。この依頼試験は2008年度からサービスを開始します。

### 今後の展開

薄膜の熱物性に関する日本の標準は国際的に見ても開発が進んでおり、日本の先端分野における産業競争力を高めるために貢献できると期待されています。現在は、より校正の利便性を高めるために、熱拡散率が値付けられた標準物質の開発も進めています。

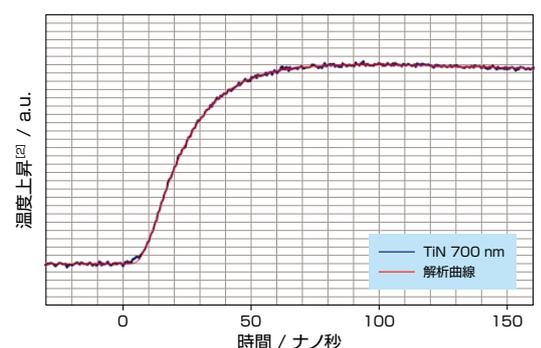


図2 窒化チタン薄膜（厚さ 700 nm）の温度履歴曲線

## 新研究ユニット紹介 2008年4月1日に発足した新研究ユニットを紹介します。

お知らせ

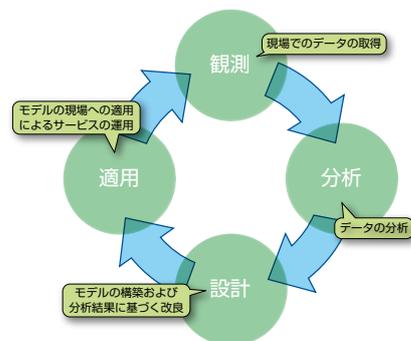
### サービス工学研究センター Center for Service Research

研究センター長 吉川 弘之

サービス産業はわが国経済の7割を占め、製造業と並んで日本の経済成長の牽引役となることが期待されています。産総研においても、本格研究の実践展開に伴い、サービス創出をアウトカムイメージとする研究課題が増加しつつあります。

これらの動向に対応して、研究ユニットの役割を超え特記センターとして「サービス工学研究センター」を設立しました。「経験と勘」に頼るサービ

スから「科学的・工学的な手法」によるサービスへと研究開発を通じて転換し、サービスの観測→分析→設計→適用→…を繰り返すことにより、サービス受容者のニーズや行動様式とサービスの内容や提供方法を相互に適応させ、受容者にとっての付加価値と提供者にとっての効率を同時に高める「サービスイノベーション」の方法論の確立を目指します。



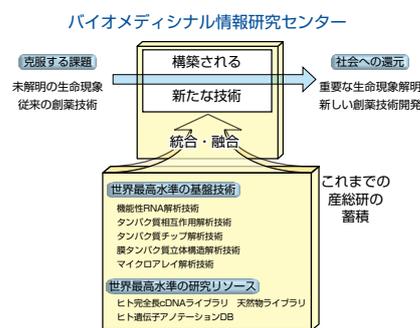
### バイオメディカル情報研究センター Biomedical Information Research Center

研究センター長 嶋田 一夫

創薬支援や生命現象の解明を推進するための研究拠点として「バイオメディカル情報研究センター」を臨海副都心センターに設立しました。

当研究センターでは、「膜タンパク質の立体構造解析」、「完全長ヒトcDNAライブラリ構築」、「タンパク質相互作用ネットワーク解析」、「機能性RNA解析」、「アノテーション情報を

付与した遺伝子DB開発」など、生命現象を解析する上で重要な技術開発を一層発展させます。さらに民間との共同研究に基づき、創薬、医療、診断薬の分野で産学官連携を推進し、新たな創薬手法など産業基盤に繋がる技術開発の提供を目指すイノベーションハブとしての機能を強化した研究拠点としての役割を担います。

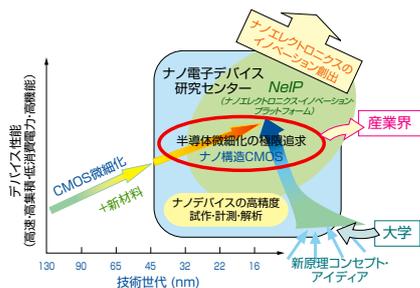


### ナノ電子デバイス研究センター Nanodevice Innovation Research Center

研究センター長 金山 敏彦

半導体集積システムは、高度情報社会を支える基幹技術であり、産業競争力の向上と環境負荷の低減を図り、社会の持続的な発展を実現するためには、半導体技術の発展が滞ることは許されません。半導体技術の高度化のためには、ナノレベルの微細化と同時に、新しい材料・構造・作製プロセスの導入が必要です。さらに、今後10年以上にわたって発展を継続するには、CMOSトランジスタの微細化に代

わる新しい指導原理を構築しなければなりません。当研究センターは、半導体素子の微細化・高性能化の極限追求を推進するとともに、ナノデバイスを試作・評価するための共通研究プラットフォーム NeIP を構築して産総研内外に広く提供し、様々な科学的知見やアイデアに基づく研究開発を促進して新コンセプト技術の創出を目指します。



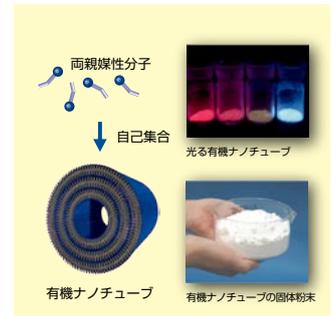
電子素子の微細化・高性能化の極限追求と新原理創出のためのイノベーションハブ

## ナノチューブ応用研究センター Nanotube Research Center

研究センター長 飯島 澄男

産総研ではこの7年来、ナノカーボン研究センターならびに界面ナノアーキテクトゥクス研究センターにおいて、ナノチューブ材料（カーボンナノチューブ、有機ナノチューブ：図）の製造技術や世界最高性能計測・分析技術を独自に開発してきました。当研究センターでは、これまで産総研で開発してきたカーボンナノチューブと有機ナノチューブを主軸とし、高機能性を付加した上で、その用途開発を進める

ほか、ナノチューブ材料の国際標準化にも貢献していきます。わが国の新たな産業育成に貢献するとともに、世界をリードするナノチューブ材料応用開発に関わる総合研究センターへ発展させます。



カーボンナノチューブ（左）、有機ナノチューブ（上）

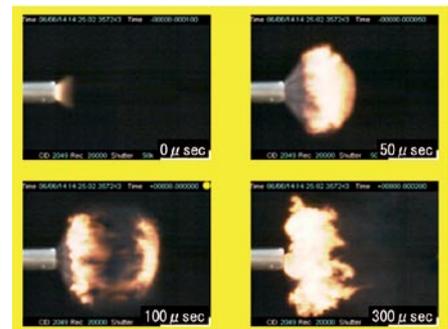
## 安全科学研究部門 Research Institute of Science for Safety and Sustainability

研究部門長 中西 準子

安全科学研究部門は、2つの研究センターと1研究コア（化学物質リスク管理研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、爆発安全研究コア）の統合により設立されました。これまでの3つの研究組織では、安全で持続可能な社会を構築するために、化学物質や高圧ガスの爆発や安全保安、化学物質リスク、エネルギー効率を考慮したライフサイクルアセスメントなどの分野での個別の評価研究を実

施してきました。しかし、これらの課題は互いに矛盾する問題を抱える場合が多く、その解決は決して容易なものではありませんでした。

そこで当研究部門では、研究成果を融合させることにより、これまでと違った視点から安全性や持続可能性の高い社会の構築へ向けて研究を実施し、科学的に最適な政策提示を行います。



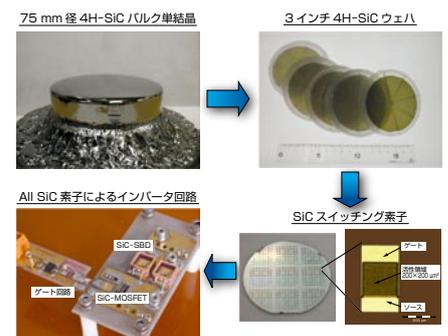
15MPaにおける高圧水素の噴出による着火実験の様子

## エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ Energy Semiconductor Electronics Research Laboratory

研究ラボ長 奥村 元

家電や自動車、各種産業機器に使われるインバータ（電圧や電流、周波数などに関する電力変換器）で代表されるパワーエレクトロニクスは、電力エネルギーを制御するキー技術であり、現在はシリコンパワー半導体デバイスで成り立っていますが性能に限界が見え始めています。当研究ラボでは、シリコンカーバイド（SiC）、窒化ガリウム（GaN）などのワイドギャップ半導体

のウエハ技術からパワー半導体デバイスの開発、さらにそのデバイス性能を十分に生かせる回路・実装・制御からなるパワーエレクトロニクス統合化技術へと開発を進め、システムメリットからこの限界突破を目指すとともに、エネルギー制御のためのエレクトロニクスを提唱して、そのテクノロジー基盤構築を将来的な目標としています。



ワイドギャップ半導体エレクトロニクスの一貫研究

## タイNSTDA国際アドバイザー会議およびNSTDA年次コンファレンス

報告

3月20日～22日、産総研の包括協定締結機関であるタイ王国の中核研究機関・国家科学技術開発庁（National Science and Technology Development Agency, NSTDA）の国際アドバイザー会議がタイで開催され、吉川理事長が議長を務めました。産総研においても共有課題である、基礎研究と応用研究のバランス、研究所と横断的研究のマトリックス運営、産学官連携強化、人的能力開発、今後特化すべき研究課題など幅広い議題について議論がなさ

れました。

3月24日には、NSTDA年次コンファレンスがサイエンスパークで開催され、シリントーン王女殿下、ウティボン・チャイセーン科学技術大臣ご臨席のもと、吉川理事長が「社会のための科学技術」と題する基調講演を行い、科学技術の役割および目指すべき方向性を示しました。ウティボン大臣は、去る3月7日に産総研を訪問し、理事長とも意見交換を行っています。NSTDAと産総研とは、毎年シンポジウムを開催

しており、NSTDAサッカリンド長官は産総研の運営諮問会議メンバーでもあり、今回の会議およびコンファレンスは両機関の密接な研究連携をさらに強化する機会となりました。



NSTDA 国際アドバイザー会議メンバー

## 5月10日は地質の日

<http://www.gsj.jp/geologyday/>

お知らせ

2007年3月に地質に関係した学会・機関が发起人となって5月10日を「地質の日」と決めました。その第1回の記念事業が、5月10日前後に全国の博物館を主な拠点として行われます。

産総研地質調査総合センターでは、「地質の日」の記念行事として、経済産業省本館での地質図の展示、地質からみた筑波山の見学会、「日本蝦夷地質要略之図」の展示、黄鉄鉱ひろい、つ

くばの地質説明会、記念出版物の発刊などの事業を予定しています。日本中で行われる「地質の日」の事業を通して一般の人々が、地質をより身近に感じて、理解することによって、安全・安心で豊かな暮らしが確保できるとともに、地球や環境を大切にすることにつながることを期待しています。

問い合わせ先：地質調査総合センター  
TEL：029-861-9122



地質の日は「日本蝦夷地質要略之図」の出版（1876）に由来

## 男女共同参画シンポジウム

### 「多様な人材が活躍する組織を考える」—ダイバーシティ・マネジメントのすすめ—

お知らせ

組織がうまく機能するためには、性別、年齢、人種、価値観、職種、技能、仕事の進め方、生活など、人材の多様

性の幅を広く認識した上で、それぞれの人の活躍を促すことが重要です。このシンポジウムでは、多様性によって社会

に活力をもたらすことのできる進化した組織の姿について、広く産業界、学界、官界の指導層の方とともに考えます。

日時：平成20年5月21日（水）13時30分～17時30分

場所：大阪市中央区大手前1丁目3番49号 ドーンセンター（大阪府立女性総合センター）

主催：産総研男女共同参画室（問合せ先：gendereq-web@m.aist.go.jp）

参加申し込みはHPから：<http://unit.aist.go.jp/gender/ci/>

開催内容：・基調講演：吉川弘之（産総研理事長）

・特別講演：名取はにわ（内閣府情報公開・個人情報保護審査会委員、元内閣府男女共同参画局長）  
「男女共同参画とダイバーシティ・マネジメント」

・特別講演：國井秀子（リコーソフトウェア株式会社 取締役会長）  
「イノベーション加速のためのダイバシティ推進」

・特別講演：伊藤公雄（京都大学大学院文学研究科・文学部 教授（社会学教室））  
「多様性が生み出す社会の活力」

・パネルディスカッション：[司会] 澤田美智子（産総研男女共同参画室長）

[パネラー] 基調講演者、特別講演者の皆様、湯元昇（産総研理事）、赤井智子（産総研企画本部企画主幹）

## 新役員紹介

お知らせ

おの あきら  
小野 晃 (副理事長)

就任年月日：2008年4月1日



## 略歴

1974年3月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了理学博士  
1974年4月 工業技術院計量研究所入所  
1993年4月 工業技術院計量研究所研究企画官、熱物性部長を歴任  
2001年4月 独立行政法人産業技術総合研究所計測標準研究部門長研究コーディネータ(標準・計測担当)を歴任  
2006年4月 独立行政法人産業技術総合研究所理事  
2008年4月 独立行政法人産業技術総合研究所副理事長

やべ あきら  
矢部 彰 (理事)

就任年月日：2008年4月1日



## 略歴

1979年3月 東京工業大学大学院理工学研究科博士課程機械物理学専攻修了工学博士  
1979年4月 工業技術院機械技術研究所入所  
1995年4月 エネルギー部流体工学研究室長  
1997年4月 極限技術部量子技術研究室長  
1998年10月 機械量子分子工学特別研究室長を兼務  
1999年4月 機械技術研究所企画室長  
2001年4月 独立行政法人産業技術総合研究所マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター長、中国センター所長、循環バイオマス研究ラボ長、産学官連携推進部門長を歴任  
2008年4月 独立行政法人産業技術総合研究所理事

ゆもと のぼる  
湯元 昇 (理事)

就任年月日：2008年4月1日



## 略歴

1983年3月 京都大学大学院理学研究科博士後期課程化学専攻修了理学博士、1983年4月日本学術振興会奨励研究員(京都大学医学部)、1984年4月 新技術開発事業団(現科学技術振興機構)早石生物情報伝達プロジェクト研究員、1987年7月京都大学理学部助手(化学教室・生物化学研究室)  
1992年4月 工業技術院大阪工業技術試験所に入所、主任研究官  
1997年4月 工業技術院大阪工業技術研究所生体分子工学研究室長神戸大学大学院自然科学研究科助教授を併任  
2001年4月 独立行政法人産業技術総合研究所人間系特別研究体副系長、セルエンジニアリング研究部門長、研究コーディネータ(ライフサイエンス担当)を歴任、神戸大学大学院自然科学研究科教授、同工学研究科教授を歴任  
2008年4月 独立行政法人産業技術総合研究所理事

たなか のぶよし  
田中 信義 (理事)

就任年月日：2008年4月1日



## 略歴

1970年3月 東京工業大学大学院理工学研究科 修士課程修了、1990年5月工学博士  
1970年4月 キヤノン株式会社入社  
1989年1月 キヤノン株式会社コンポーネント開発センター所長  
1991年1月 キヤノン株式会社半導体開発センター所長  
1993年3月 キヤノン株式会社取締役  
1993年4月 キヤノン株式会社光学機器事業本部長、知的財産法務本部長を歴任  
2001年3月 キヤノン株式会社常務取締役、専務取締役を歴任  
2008年4月 独立行政法人産業技術総合研究所理事(非常勤)

## 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/>

2008年5月 → 2008年7月

4月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>5 May</b>			
8日	地下水と岩石物性との関連の解明～産総研のチャレンジ～	東京	029-861-3687 ●
13日	「シンセシオロジー -構成学」創刊記念シンポジウム	東京	03-6544-7338
14日	特別講演会 「ダイバーシティへの熱い思い」	つくば	029-862-6419 ●
17日	2008年度野外観察会 筑波山へ行こう ～石が語る自然の歴史～	つくば	029-861-3754 ●
20日～21日	2008年産総研中部センター研究発表会	名古屋	052-736-7064 ●
21日	産総研男女共同参画シンポジウム	大阪	072-751-9533 ●
23日～26日	環境フェア in KOBE	神戸	078-303-5806
<b>6 June</b>			
3日～4日	バイオウィーク in Sapporo 2008 -バイオマスエネルギーと植物バイオが拓く未来-	札幌	090-7655-0344 ●
11日～13日	JPCA Show 2008 第38回国際電子回路産業展	東京	029-862-6147 ●
18日～20日	エレクトロニクスにおける熱設計と熱物性に関する国際シンポジウム	つくば	029-861-4053 ●
19日～21日	北海道洞爺湖サミット記念 環境総合展2008	札幌	011-876-8500
<b>7 July</b>			
30日～8月1日	新エネルギー世界展示会	東京	03-3273-6184

●は、産総研内の事務局です。

## 次世代の立体構造トランジスタに関する研究

エレクトロニクス研究部門 先端シリコンデバイスグループ 遠藤 和彦（つくばセンター）

近年の半導体技術を支えるトランジスタ集積化技術は、いよいよその微細化限界に直面しています。産総研は、この微細化限界を打破する次世代トランジスタとして、複数のゲート電極を持つ立体構造トランジスタを提案しており、注目を集めています。エレクトロニクス研究部門では、立体構造トランジスタ技術の実用化を目指して、製造プロセスから回路応用まで開発に取り組んでいます。

遠藤さんは、立体構造のデバイスを、いかにダメージなく微細加工するかというプロセス技術の開発と、その集積化に取り組んでいます。研究成果は、世界で最も大きなデバイスの国際学会（International Electron Device Meeting）などでも報告され注目を集めています。



クリーンルーム内にて



## 遠藤さんからひとこと

デバイスを立体化することによって、その性能を大いに高めることが可能になります。またシリコンテクノロジーをプラットフォームにしたナノエレクトロニクスも、これから大いに発展が見込まれます。デバイスをナノレベルで構造制御し、狙い通りに動作実証したとき、ナノエレクトロニクスの今後の可能性を感じます。産総研入所前は、産業界に10年ほどおりました。これからも、ナノエレクトロニクス分野の研究を通して産業界へ貢献していきたいと考えています。

産 総 研  
TODAY

2008 May Vol.8 No.5

(通巻88号)

平成20年5月1日発行

編集・発行  
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所  
広報部出版室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel : 029-862-6217 Fax : 029-862-6212 E-mail : prpub@m.aist.go.jp

ホームページ

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

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