

# 産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# TODAY

10

2009  
October

Vol.9 No.10

## 特集

### 02 レアメタル2

レアメタル問題の動向とレアメタルタスクフォースの取り組み  
 レアメタル資源探査への取り組み  
 希土類鉱床のタイプとその特徴  
 コアシェル構造を用いた白金使用量削減の試み  
 ビスマス・テルル代替熱電変換材料の開発  
 高効率な白金族金属抽出剤の開発

### 12 本格研究

組込み適塾の運営とその波及効果  
 瀬戸内海沿岸域の持続的利活用に向けて  
 バイオマス・アジア戦略

#### リサーチ・ホットライン

- 18 機動性とコストパフォーマンスに優れた遺伝子定量法  
ウイルスなどの定量的検出への応用に期待
- 19 カルシウム原子の可視化に成功  
単分子・単原子の分析を可能にする新しい電子顕微鏡を開発
- 20 微細な低抵抗配線の高速描画に成功  
さまざまな基板への配線を可能とする工業用インクジェット技術
- 21 カーボンナノチューブを応用した黒色膜の開発  
黒体的な特性をもつ理想的な光吸収・熱放射材料

#### パテント・インフォ

- 22 簡便で精密なジアミン類の検出・抽出剤  
分子ピンセットによるジアミン類の高選択的分析方法
- 23 バイオマス由来成分を原料とする新規エポキシ硬化物  
糖類・リグニン・油脂成分を利用した環境適合型エステル系エポキシ硬化物

#### テクノ・インフラ

- 24 骨接合用品の力学試験方法に関する JIS 制定  
インプラント産業の活性化を目指した標準化研究
- 25 酸と塩基の純度の標準  
中和滴定のための無機高純度標準物質

# レアメタル2

## レアメタル問題の動向とレアメタルタスクフォースの取り組み

### レアメタル問題の構造

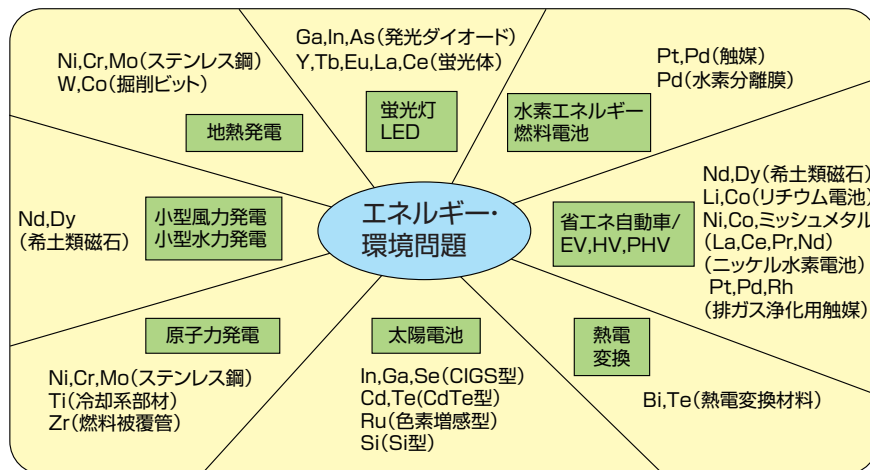
エネルギー資源の有限性もたらす深刻な危機は広く認識されていますが、多様な代替エネルギー源が想定されるエネルギーよりも代替が困難で、偏在性も著しいレアメタルの供給不安も非常に深刻です。わが国の製造業はレアメタルに強く依存していますが、残念ながら日本国内（特に陸上）ではレアメタルはほとんど産出されません。レアメタルが大きな問題になっている理由を以下に述べます。

#### ・需要について

- ① 巨大な人口をもつ中国やインドなどの急速な経済発展が、レアメタルの需要を拡大させていること。
- ② IT革命、グローバルな最適生産システム（モジュール化+低い労働賃金）およびボーダーレスに移動可能な膨大な資本が、世界中で生産力の急拡大（=資源消費急増）を可能にしたこと。
- ③ エネルギー・環境問題への政策的対応のために、レアメタルを必要とする膨大な新製品群が必要とされていること。（グリーンレアメタル）

#### ・供給について

- ④ 中国や資源メジャーが世界中でレアメタルなどの資源の寡占化を進めていること。
- ⑤ 資源ナショナリズムや環境保護のため新鉱床開発に長い期間と多額の費用が必要になったこと。
- ⑥ 高品位鉱の枯渇傾向に伴って利用が必要となる低品位鉱の採掘や選鉱には大きなエネルギーが必要で、近い将来



エネルギー・環境問題とレアメタル

のエネルギー価格の上昇を考慮すると既存技術では低品位鉱の利用には限界があること。

#### ・投機について

- ⑦ 膨大な投機資金が株式や土地に代わる投資先を探しており、資源は有望な投資対象の候補になっていること。

これらの結果、レアメタルの需要は持続的に増加し、また短期間で急増する可能性が高くなる一方、供給の急増は困難になっています。

### 金融危機以降の情勢

2008年秋の金融危機に端を発した不況によって、世界的に資源需要が減少し、多くのレアメタルの価格も下落しましたが、上述の要因は全く変化せず、寡占化が著しい一部のレアメタルでは価格下落も起きませんでした。景気回復とともに、または回復を先取りして、

レアメタル需給の逼迫と価格上昇が起る危険性が高いと考えられます。たった1種類のレアメタルの供給が制限されることで、それを使う製品の生産も必然的に制約され、国際競争の激しい産業においては、産業自体が大きな打撃を受けることも危惧されます。

### レアメタルタスクフォースの取り組み

産総研レアメタルタスクフォースでは、資源探査、使用量削減技術、代替材料技術、リサイクル技術といったマテリアルフロー全体についての、産総研の多様な研究ポテンシャルと蓄積した技術情報を生かし、緊急性と影響の大きい技術要素を選択して対策技術の開発に取り組み、わが国の経済安全保障に技術開発で貢献することを目指しています。

サステナブルマテリアル研究部門長  
なかむら まもる  
中村 守

# レアメタル資源探査への取り組み

## レアメタル資源探査の背景

金属資源には、鉄、銅、アルミニウムのように産業の基幹材料として大量に消費されるものと、消費量はごく少量ながらハイテク産業に必須なレアメタルと呼ばれる希少金属があります。中でも希土類元素は、ハイブリッド車や家電製品に組み込まれたモーター用磁石に必須な金属で、使用量が年々増大しており、その安定供給は、わが国の産業活動の発展にきわめて重要です。しかし希土類元素は、現状では生産の9割以上が中国に集中しているため、同国の政治・経済・鉱業事情の変化による影響を受けやすく、将来の安定供給が懸念されています。そこで、地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループでは、希土類元素の輸入先の多角化を進めるために、中国以外での海外資源探査に取り組んでいます。同研究グループの希土類資源探査に関する詳細は、本誌2008年5月号<sup>[1]</sup>および本号の4～5ページの記事にて紹介されていますので、ここではその取り組みのコンセプトを記します。

## 資源ポテンシャル評価とは

鉱物資源研究グループの資源探査は、未開発の鉱床における資源ポテンシャル評価を目的としています。資源ポテンシャルとは、目的の元素の埋蔵鉱量・品位などに基づく鉱床の開発可能性のことです。鉱山開発のリスクを



カナダ北部トアレイク鉱床における現地調査  
北極圏にあるため昼間でも影が長く伸びる。



トアレイク鉱床の鉱石  
赤茶色の鉱物（ゼノタイム）に、希土類元素が多く含まれる。

軽減し確実な生産につなげるには、質の高い資源ポテンシャル評価が求められます。一般に埋蔵鉱量は、地表踏査、ボーリング調査、化学分析などに基づく鉱床の立体的構造や品位分布の情報によって計算されます。しかし希土類鉱床の場合、それに加えて、希土類元素の存在形態の把握が不可欠です。例えば、希土類元素が炭酸塩鉱物に含まれていれば酸処理によって容易に抽出できますが、ジルコンなど難溶性鉱物に含まれている場合は、通常の採算ベースでは抽出が困難です。抽出が難しい部分は、埋蔵鉱量の計算から除かなければなりません。何という鉱物にどの希土類元素が何ppm含まれるかという鉱物学的情報が加わって、はじめて希土類鉱床の正確な資源ポテンシャル評価ができるようになります。

## 今後の展開

鉱物資源研究グループによる海外資源探査は、民間企業および独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と共同で実施しております。現在、いくつかの有望な希土類鉱床を絞り込んでいく段階で、2014年頃までに新たな鉱山を立ち上げることを目標に調査研究を推進しています。

地圏資源環境研究部門  
たかぎ ていし  
高木 哲一

## 参考文献

[1] 渡辺 寧：産総研 TODAY, 8 (5), 18-19 (2008).

# 希土類鉱床のタイプとその特徴

## 希土類資源の現状

ランタノイド（ランタンからルテチウム）にイットリウムとスカンジウムを含めた17元素が希土類元素とされており（図1）<sup>1)</sup>、近年、自動車用触媒や希土類磁石への添加材としての需要が増えています。今後、ハイブリッド車の一層の普及によりその需要はさらに増加すると予測されます。しかし一方で、希土類鉱石の96%以上が中国から供給されているのが現状です<sup>2)</sup>。特に重希土類は軽希土類に比べて地殻存在度が低い上に、重希土類資源を供給する鉱床タイプは限られています。したがって、希土類資源（特に重希土類資源）の安定供給のために新たな鉱床の開発が不可欠です<sup>3)</sup>。現在、私たちは世界中の希土類鉱床について資源ポテンシャル評価を行っています。

## 希土類資源を供給する鉱床タイプ

希土類資源を供給する鉱床<sup>4)</sup>は火成岩やそれに伴う熱水活動によって形成された火成鉱床と、岩石の風化によって形成された風化鉱床に大別できます（図2）。火成鉱床にはカーボナタイト鉱床、アルカリ岩関連鉱床、熱水性鉄鉱床などがあります。カーボナタイトは炭酸塩鉱物を主成分とする

火成岩であり、希土類資源の重要な供給源です。中国のマオニューピン鉱床、米国のマウンテンパス鉱床が代表的な鉱床です。アルカリ岩はしばしばカーボナタイトと共に産出し、重希土類に富む鉱床を形成することがあります。代表的な鉱床はカナダのトアレイク鉱床です。熱水性鉄鉱床はさまざまな特徴を持っていますが、世界最大の希土類鉱床である中国のバイユニオボ鉱床が有名です。

風化鉱床には、ラテライト鉱床、イオン吸着型鉱床、漂砂鉱床があります。ここでいうラテライトはカーボナタイトの風化により炭酸塩鉱物が分解し、相対的に希土類に富むようになった赤色土壌を指します。風化作用により希土類が濃縮しているのが特徴です。代表的な鉱床として豪州のマウントウェルド鉱床が挙げられます。イオン吸着型鉱床は中国南部にのみ存在する鉱床であり、重希土類の大半がこの地域から供給されています。花崗岩の風化によって形成された土壌中において、希土類が粘土鉱物表面に吸着して存在しているのが特徴です。代表的な鉱床としてロンナンやシュンウー鉱床が挙げられます。漂砂鉱床は岩石の風化・浸食によって重鉱物が濃縮して海浜地域

などに堆積したものです。チタン鉄鉱などに富む一方で、希土類鉱物であるモナザイトも含むことが多いです。インド南部のケララ州や南アフリカ共和国のリチャードベイが代表的な漂砂鉱床地域です。

## 希土類を含む鉱物

希土類を含む鉱石鉱物（資源となる鉱物）は炭酸塩、リン酸塩、酸化物、イオン交換性粘土です。炭酸塩鉱物として代表的な希土類鉱物はバストネサイト  $[\text{REE}(\text{CO}_3)\text{F}]$ ；REEは希土類元素]であり、カーボナタイト鉱床に含まれています。リン酸塩鉱物として代表的なのはモナザイト  $[(\text{REE,Th})\text{PO}_4]$ であり、多くの火成鉱床と漂砂鉱床に普遍的に含まれています。酸化物にはアルカリ岩に含まれるロパライト  $[(\text{REE,Na,Ca})_2(\text{Ti,Nb})_2\text{O}_6]$ などがあります。イオン交換性粘土はカオリナイト  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$ などであり、希土類は鉱物の表面に電気的に吸着しているため、鉱物自体を分解せずに弱酸を用いたイオン交換によって希土類を回収することができます。珪酸塩鉱物にも希土類を含むものが多数ありますが、これらは一般に結晶構造が強固で分解するコストが高いため、現在のと

原子番号	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
地殻存在度 (ppm)	16	33	3.9	16	-	3.5	1.1	3.3	0.60	3.7	0.78	2.2	0.32	2.2	0.30
	軽希土類元素							重希土類元素							
	39 Y†	21 Sc‡													
	20	30													

\* Pmは自然界に存在しないため希土類資源には含まれない  
† Yは重希土類と化学的挙動が類似し、一般に希土類元素に含まれる  
‡ Scは他の希土類と化学的挙動が異なるため鉱床タイプも異なる

図1 希土類元素の種類と地殻存在度

	鉱床タイプ	代表的な鉱床(国名)	主な希土類資源
火成鉱床	カーボナタイト鉱床	マオニューピン(中) マウンテンパス(米) 休山中	 軽希土類
	アルカリ岩関連鉱床	ロボゼロ(露) トアレイク(加) 未開発	 軽希土類 重希土類
	熱水性鉄鉱床	バイユンオボ(中)	 軽希土類
風化鉱床	カーボナタイト起源 ラテライト鉱床	マウントウェルド(豪) 未開発	軽希土類
	イオン吸着型鉱床	ロンナン、シュンウー(中)	 軽希土類 重希土類
	漂砂鉱床	ケララ(印) リチャードベイ(南ア) 未開発	軽希土類

図2 希土類資源を供給する鉱床タイプとその特徴  
写真は希土類鉱石および鉱床を示している



図3 ラオスの花崗岩風化殻の露頭  
局部的であるがイオン吸着型の希土類鉱化作用が確認される

ころ資源として用いられることはまれです。

### 希土類資源を取り巻く課題

ベースメタルや貴金属鉱床に比べると希土類鉱床についての系統的な研究は世界的にも少なく、今後も継続的に研究を行う必要があるでしょう。希土類鉱床の研究における課題として、重希土類鉱床の特定および希土類鉱物の特定の2つが挙げられます。1つ目の課題は、軽希土類に比べて存在量が少ない重希土類資源を供給できる鉱床を特定・発見することです。例えば、重希

土類資源の供給源であるイオン吸着型鉱床は中国にのみ存在が確認されていますが、同様の鉱化作用は局所的ながら他国でも確認され始めています<sup>[6]</sup>(図3)。このほかにもアルカリ岩や漂砂鉱床などといった重希土類に富む可能性がある鉱床の研究が必要です。2つ目の課題は希土類鉱物やその存在形態を明らかにし、その中の希土類を定量的に評価することです。希土類はさまざまな鉱物に含まれていますが、珪酸塩鉱物の多くは資源としての利用が困難です。また、希土類を含む鉱物がほかの鉱物の粒間や割れ目の中に存在す

ることもわかっています<sup>[6]</sup>。そのため、希土類が選鉱や精錬に適した鉱物中に存在し、資源として経済的に取り出すことができるかどうかを評価する必要があります。以上の課題を解決できれば、より多くの希土類鉱床の開発につながるでしょう。

地圏資源環境研究部門  
さねまつ けんそう  
実松 健造

### 参考文献

- [1] S. R. Taylor and S.M. McLennan: *Continental Crust: its Composition and Evolution*, 57-72, Blackwell, UK (1985).
- [2] U. S. Geological Survey: *Mineral Commodity Summaries*, 130-131 (2009).
- [3] 渡辺 寧: 金属, 78(8), 748-753 (2008).
- [4] 石原 舜三, 村上 浩康: 地質ニュース, 624(8), 10-29 (2006).
- [5] K. Sanematsu et al.: *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 61(11/12), in press (2009).
- [6] S. Ishihara et al.: *Resource Geology*, 58(4), 355-372 (2008).

# コアシェル構造を用いた白金使用量削減の試み

## 燃料電池における白金使用量削減の必要性

クリーンなエネルギー源として近年注目を集めている燃料電池は、使われる電解質の材料によっていくつかの種類に分類されます。その中で、プロトン導電性の高分子膜を電解質に用いる「固体高分子形燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）」は、100℃以下という低い温度でも動作するのが最大の特徴で、モバイル電子機器の電源や、自動車の動力源としての用途などが主なターゲットとされています。

しかし、低温で使用されるがゆえの問題点もあります。一般に化学反応は温度が下がるほど反応速度が急速に落ちるので、十分な反応速度を維持するには、活性の高い触媒が必要になります。PEFCでは、負極で水素の酸化反応が、正極で酸素の還元反応が起こりますが、現行の技術ではどちらの電極でも白金を電極触媒に用いなければ十分な発電性能を得られません。

よく知られているように、白金は希少性の高い元素の1つで、全世界での年間生産量約230 tに対し、埋蔵量は白金族元素全体で63,000 tと推定されています<sup>[1]</sup>。このままのペースなら200年近くはもつと予想されますが、PEFCの本格的普及が進めば白金使用量は10倍以上になるといわれ、20年足らずで枯渇してしまう計算になります。白金族資源の約80%が南アフリカ共和国に偏在<sup>[1]</sup>している事実なども考え合わせると、白金の供給不安はたいへん深刻なレベルにあるといえます。

## 触媒のコアシェル化技術

こうした事情から、現在、世界中でPEFCにおける白金使用量の大幅な削減を目指すさまざまな取り組みがなされています。サステナブルマテリアル研究部門 物質変換材料研究グループでは、電極触媒として実績のある白金を活かしながら効果的にその使用量を削減する方法の1つである「コアシェル化技術」に注目し、その有効性についての検証を進めています。触媒におけるコアシェル化技術とは、触媒粒子の表面（殻：シェル）にだけ活性の高い材料（白金）を残し、触媒作用に直接寄与し

ない粒子内部（核：コア）を異種材料で置き換えてしまうというものです。

一般に触媒材料の利用率を高めるには、比表面積を増やすことが効果的なので、微粒子型の触媒材料では粒径を細かくすることが常套手段です。ところがPEFCでは、微細化を進めても期待どおりの効果が得られません。その理由は、触媒粒子を保持する担体材料にあります。PEFCの触媒担体には、十分な導電性が必要であることから、カーボンブラックと呼ばれる炭素の超微粒子が用いられますが、この炭素粒子には多数のナノ細孔があり、触媒粒

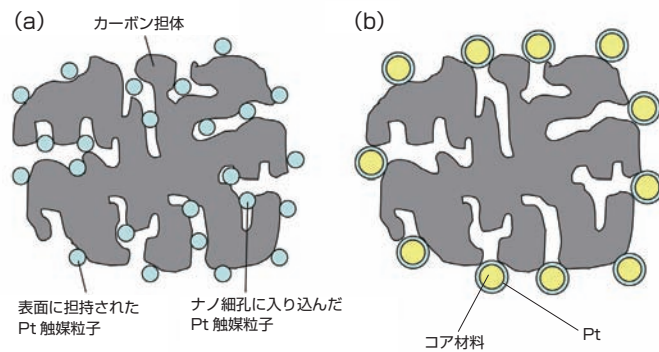


図1 コーボンブラックへの白金触媒の担持

(a) 粒径が小さすぎるとナノ細孔へ触媒粒子が入り込み、反応に寄与できなくなる。  
(b) コアシェル化により一定の粒径を確保しながら、効果的に白金の利用率を高めることができる。

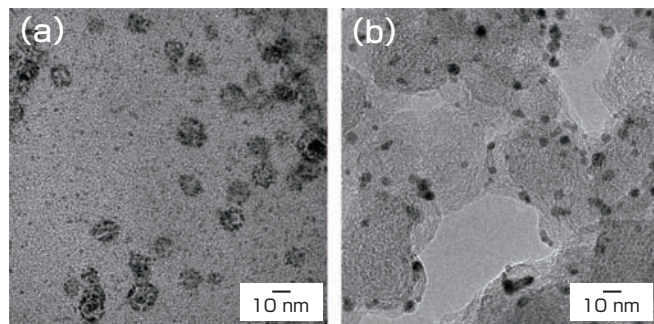


図2 (a) 銀コア-白金シェルナノ粒子触媒のTEM像

(b) コーボンブラックに担持した金コア-白金シェルナノ粒子触媒のTEM像

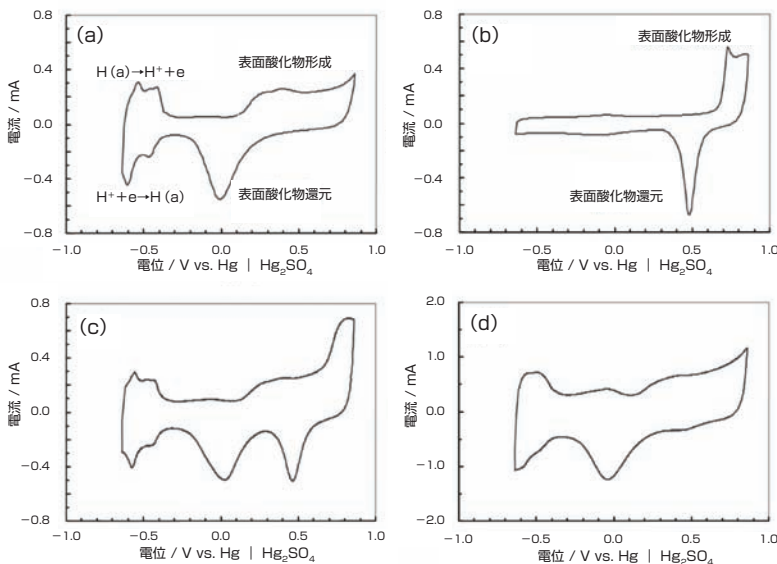


図3 (a) 白金ナノ粒子  
(b) 金ナノ粒子  
(c) 白金ナノ粒子と金ナノ粒子の混合物  
(d) 金コア-白金シェルナノ粒子  
のサイクリックボルタモグラム

子が小さすぎるとこの細孔に入り込んで反応に寄与できなくなってしまいます (図1 (a))。これを避けて、一定以上の粒径を確保しながら利用率を高める方策の1つがコアシェル化です (図1 (b))。コア材料としては、白金よりも供給リスクの小さく安価な材料を用います。

### コアシェル触媒の作製と評価

図2 (a) は液相還元法という方法を用いて作製した、銀コア-白金シェルナノ粒子触媒の透過電子顕微鏡 (TEM) 像です。粒径10 nm前後の粒子が多数観察されていますが、内部の比較的明るい色の部分が銀、表層の濃い色の部分が白金です。一方、図2 (b) はカーボンブラックに担持した金コア-白金シェルナノ粒子触媒のTEM像です。こちらは粒

径が2~4 nmと、市販の白金触媒と同程度のサイズのものが中心です。金と白金では原子番号が近いので、TEM像から直接コアシェル構造を確認することは困難ですが、以下のように電気化学的な評価により確かめられます。図3 (a) ~ (d) はそれぞれ、カーボンブラックに担持した (a) 白金ナノ粒子、(b) 金ナノ粒子、(c) 白金ナノ粒子と金ナノ粒子の混合物、(d) 金コア-白金シェルナノ粒子の、サイクリックボルタメトリーの測定結果です。この評価法により得られるグラフ (サイクリックボルタモグラム) は、各々の材料の表面の電気化学特性に応じて固有の波形を示しますが、(d) のコアシェル触媒では、白金とほぼ同量の金を含んでいるにもかかわらず、ほとんど白金の特徴 (a) しか示していません。このことから、表

面がほぼ白金で覆われたコアシェル構造となっていることがわかります。

コアシェル触媒の性能を左右する因子としては、全体の粒径、コア材料、コア/シェル比、担持量、作製プロセスなどさまざまなものが考えられますが、当グループでは、これらを系統的に変えて性能を評価し、特に白金使用量削減という観点からこのアプローチの可能性と限界について調べています。

サステナブルマテリアル研究部門  
たいゆたか  
多井 豊  
やまぐち わたる  
山口 渡

### 参考文献

[1] U.S. Geological Survey: *Mineral Commodity Summaries 2008*, 126-127 (2008).

# ビスマス・テルル代替熱電変換材料の開発

## 膨大な廃熱エネルギー

わが国では、年間数億kl（原油換算）にもおよぶ大量の一次エネルギーが消費されています。しかし、電力などの二次エネルギーへ変換される過程で、その6割以上は利用されることなく廃熱として大気中に放出されています。エネルギー資源の将来的な供給不安や、顕在化しつつある環境問題などの社会的背景を受けて、この膨大な廃熱エネルギーの有効利用が望まれています。

しかし、廃熱は発電所や工場、自動車などから個々に排出されるため、広範囲に点在しており、その大部分は200℃以下と温度が低いことから、タービンなどを用いたこれまでのエネルギー変換技術では利用が難しいという問題があります。このように小規模に分散している低温廃熱を有効利用する方法として、変換効率がエネルギーの規模に依存せず、いかなる温度の熱エネルギーからも発電が可能な「熱電発電」が期待されています。

## 熱電発電とレアメタル資源問題

熱電発電は熱電材料に温度差を与えることによって電力を得る発電方法であり、原理的には図1に示すようなp型とn型の熱電材料を直列に接続した電気回路から構成されます。つまり、廃熱を利用して熱電材料の片側を温めることで電力を得ることができ、エネルギーの回収・再利用が可能となります。このような熱電発電効果が高い材料として、200℃以下の温度域ではビスマス(Bi)とテルル(Te)を用いた金属間化合物が挙げられます。これまでにBi-Te系熱電材料に関して活発な研究が行われ、数%程度の変換効率を有するデバイスが既に開発されています。

しかし、BiやTeはレアメタルであり、特にTeは白金よりも推定資源埋蔵量が少なく、またBiも著しく偏在しており、広く分散している膨大な廃熱を利用するために大量に必要となる熱電発電デバイスの成分元素としては、資源供給に問題があります。また、Bi-Te系化合物は酸化などの化学的耐久性が

低いことや、材料の機械的な強度が弱いことなどが利用環境を制限しています。そこで、産総研では低温廃熱の有効利用を促進するため、BiやTeを代替する、資源的な制約の少ない鉄系熱電材料について実用化に向けた研究開発を行っています。

## 鉄系熱電材料の研究開発

ホイスラー型結晶構造の $Fe_2VAI$ 系合金は、元素の部分置換などで価電子濃度を制御することによって、室温付近においてBi-Te系熱電材料に匹敵する高い発電性能が得られます。また融点が1500℃程度と高く、耐酸化性にも優れることから、安定性に優れた材料です。しかし、 $Fe_2VAI$ 系合金は熱伝導率が高く、エネルギー変換効率が低いことや、材料に大きな温度差をつけにくいことなどから、そのままでは実用化には適していません。

そこで、産総研では図2に示すような粉末冶金技術を用いた微細組織化により、材料特性の改善に取り組みました。

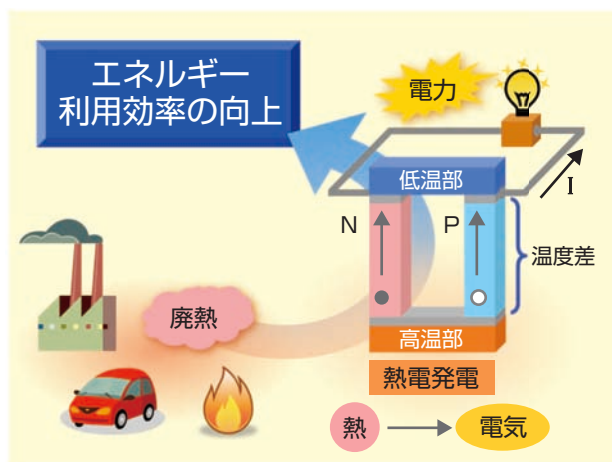


図1 熱電発電の原理図と廃熱利用のイメージ

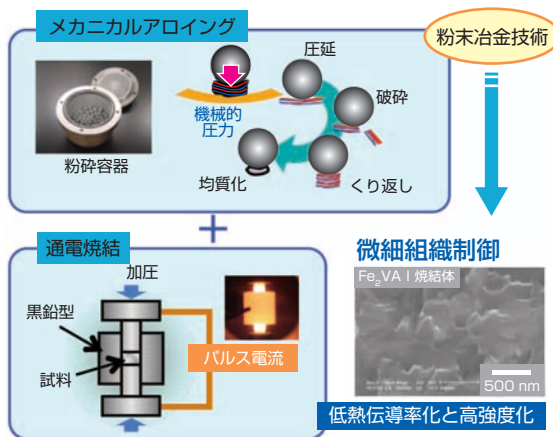


図2 粉末冶金技術と $Fe_2VAI$ 焼結体の微細組織



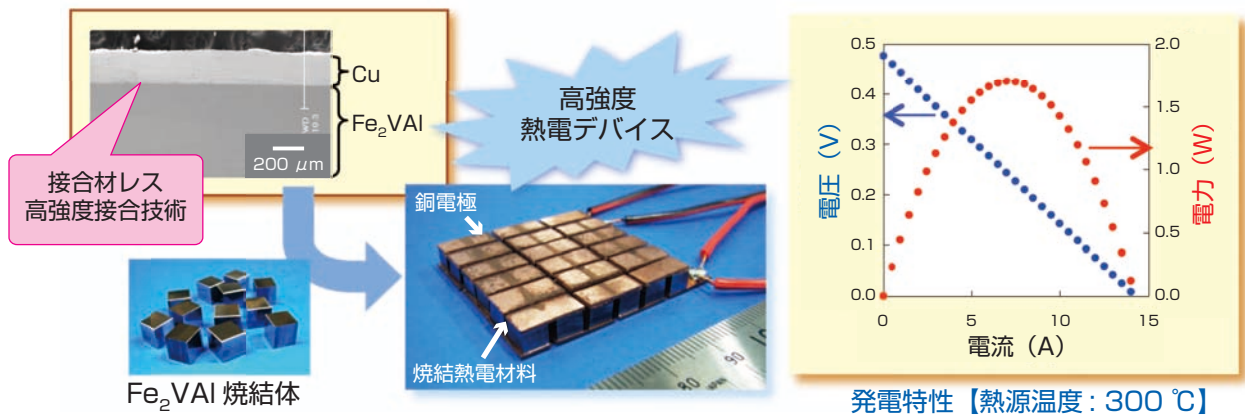


図3 電極の直接接合技術により開発した熱電デバイスとその発電特性

まず、メカニカルアロイング法を用いた合金粉末の合成では、機械的な粉碎と混合が安定的に繰り返される条件を見出したことにより、粉末の内部組織をナノメートルレベルにまで微細化することに成功しました。次に、この合金粉末のバルク化に通電焼結法を用いることにより、短時間の焼結で粒成長を抑制し、ナノメートルオーダーの結晶粒から構成される焼結体を得ることができました。このように組織を微細化した焼結体では、粒界での熱の伝わりの散乱効果により、熱伝導率を低減することができました。また、組織の微細化は材料の機械的強度を大幅に改善し、材料の耐久性を向上させました。

### 実用化に向けたデバイス開発

熱電材料の実用化にはデバイス化技術の開発が必要ですが、その中でも電

極接合は最も重要な研究課題です。これまでの熱電デバイスでは、ハンダなどの接合材を用いた電極接合が行われていますが、接合材は一般的に低融点であり機械的強度も低いことから、Fe<sub>2</sub>VAl系合金の特徴である高い機械的強度を損なってしまいます。そこで、Fe<sub>2</sub>VAl焼結体と銅電極との直接接合技術を開発し、高強度の電極接合に成功しました(図3)。この熱電デバイスを300℃の熱源に適用した場合には、最大で1.7W程度の電力が得られることを確認しています。また接合界面での電気抵抗は僅かであり、電極接合部における電力ロスのない良好な接合ができました。

この開発によって得られた熱電デバイスは、これまでに比べて高い機械的強度を有することが特徴であり、自動車の内燃機関など振動や熱サイクルの

激しい過酷な環境下でも安定した発電が期待できます。また、熱電デバイスを実用化する上で補強材などの余分な部材を減らせることから、構造の簡素化や自由度の高いデバイス設計が可能です。さらに、これまでの熱電材料に比べて安価で安定的に供給できる元素で構成されていることから、経済性や量産性にも優れ、熱電変換技術の普及に向けて大きく貢献するものと期待されます。産総研では熱電材料のさらなる高性能化を図るとともに、さまざまな廃熱への応用を検討し、熱電応用の開拓に注力していきます。

サステナブルマテリアル研究部門  
みかみ まさし  
三上 祐史

### 参考文献

- ・ 梶川 武信 監修：熱電変換技術ハンドブック, 株式会社エヌ・ティー・エス (2008).
- ・ 三上 祐史：Materials Integration, 21(11), 29-35(2008).

# 高効率な白金族金属抽出剤の開発

## 溶媒抽出による分離精製

近年白金族金属は、電気・電子材料や触媒など工業材料としての利用が増加していることから、白金族金属を含有した廃製品などからの金属リサイクルが必要不可欠となっています。白金族金属リサイクルにおける金属の分離精製工程では、一般に溶媒抽出を中心とした手法が用いられています。溶媒抽出法（液-液抽出）は、有機相、水相といった互いに混ざらない二相間における物質の分配を利用した分離技術です。通常、有機相として特定の金属に対し高い親和性をもつ有機化合物（抽出剤）を有機溶剤（希釈剤）で薄めたものを用います。したがって、溶媒抽出法の成否はいかに優れた抽出剤を選択するかにかかっています。また、工業用抽出剤では、目的金属に対する抽出能力、選択性といった基本的性能のほかに、抽出速度、耐久性などについても考慮する必要があります。

現在は鉱山会社によって開発された溶媒抽出法を中心とした貴金属の分離精製工程が、廃製品からの金属リサイクルにも導入されることが多く、特にINCO社のプロセス（図1）<sup>[1][2]</sup>をベースにしたものが広く採用されています。そのプロセスでは、はじめに塩素ガス(Cl<sub>2</sub>) + 塩酸溶液(HCl)による浸出によって塩化銀(AgCl)を沈殿分離し、次にルテニ

ウム(Ru)およびオスmium(Os)は蒸留により、また金(Au)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)およびイリジウム(Ir)は溶媒抽出によって分離し、最後に抽出残液からロジウム(Rh)が回収されます。ここで使用されている抽出剤は、金属の選択的分離に関しては優れていますが、抽出速度や耐久性などにおいて問題があるものが多く、また、白金族金属のうち最も高価なロジウムが長期間滞留していることは経済性の面でマイナスになっています。そこで私たちは、白金族金属に対する新しい抽出剤の開発を進め、これまでにパラジウムとロジウムに対して有効な抽出特性を示す化合物を見いだしています。

## 耐酸化性抽出剤でパラジウムを迅速分離

現在、工業的にパラジウム分離に使用されている最も有名な抽出剤の1つにジ-n-ヘキシルスルフィド(DHS)があります。DHSはパラジウム/白金の相互分離には優れていますが、パラジウムの抽出速度がかなり小さいため、抽出に非常に時間がかかります。さらに長時間使用するとパラジウムに対する抽出能力が低下するという問題もあります。したがって、新規パラジウム抽出剤には、高抽出速度と優れた耐久性が求められます。私たちは、パラジウムと親和性の高いスルフィドにN-二置換アミドを2個導入したチオジグリコールアミド(TDGA)がパラジウ

ムの抽出分離に非常に優れていることを見いだしました<sup>[3][4]</sup>。TDGAは合成も容易で、多種類の有機溶剤に可溶です。図2に見られるように、パラジウムの抽出速度はDHSに比べて極めて大きく、かつ白金との相互分離も可能です。また、強酸(0.75 mol/L硝酸+225 mol/L塩酸混合溶液)との接触による抽出率の減少を調べると、DHSでは接触時間の増加に伴い著しく減少するのに対し、TDGAでは比較的变化が少ないことがわかりました。強酸接触後試料の赤外吸収スペクトル測定より、DHSではスルフィドのスルフォキシドへの酸化が確認されましたが、TDGAにおいてはスルフォキシドの吸収は見られず、TDGAが高耐酸化性であることが明らかになりました。さらに、TDGAは逆抽出、金属抽出容量についても、DHSと同様の性能を示します。このように、TDGAは基礎的分離性能に加え、応用面で必要な条件も備えていることから、現在、実用化へ向けた研究を進めています。

## 新しいロジウム抽出剤の開発

前述のように白金族金属の分離精製工程において、ロジウムはほかの金属が分離された後の抽出残液から回収されています。その理由として、塩素系酸溶液中のロジウムに対し有用な抽出剤がこれまでなかったことが挙げられます。ロジウムは比較的高濃度の塩酸溶液においてアニオン錯体として存在しますが、この錯体がきわめて抽出不活性です。一般に、金属アニオン錯体の分離に対してはイオン対抽出の適用が検討されますが、ロジウムに関してはプラスアルファが必要であると考えられます。そこで私たちは、

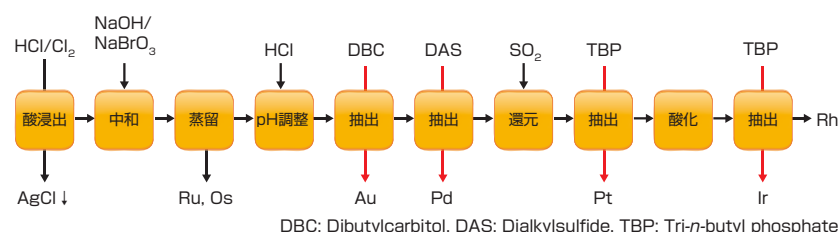


図1 INCO社における貴金属分離精製工程  
溶媒抽出法が主として用いられている。

3級アミンに2個の*N*-置換アミドを導入した*N*-*n*-ヘキシル-ビス (*N*-メチル-*N*-*n*-オクチル-エチルアミド) アミン (HBMOEAA) を合成し、塩酸溶液からの白金族金属(ロジウム、パラジウム、白金)の抽出挙動を調べたところ、塩酸濃度 1~2 mol/L において約 80% のロジウム抽出率が得られました<sup>5)</sup>。この抽出率は

比較的高濃度の塩酸溶液から得られたものとしては今までになく高い値です。また、パラジウムおよび白金は塩酸濃度が 0.5~10 mol/L の範囲で高い抽出率を示しますが、ロジウムは塩酸濃度 10 mol/L 付近ではほとんど抽出されません。つまり、塩酸濃度 1~2 mol/L でパラジウム、白金およびロジウムを一度に抽出し、そ

の後有機相を 10 mol/L 塩酸と接触させることで、ロジウムのみを選択的に水相に逆抽出することができます。この結果は、パラジウムおよび白金よりも先にロジウムを回収できるという点で非常に画期的です。今後は、抽出メカニズムの解明とともに応用面で必要となる性質について研究する予定です。

環境管理技術研究部門  
なりた ひろかず  
成田 弘一

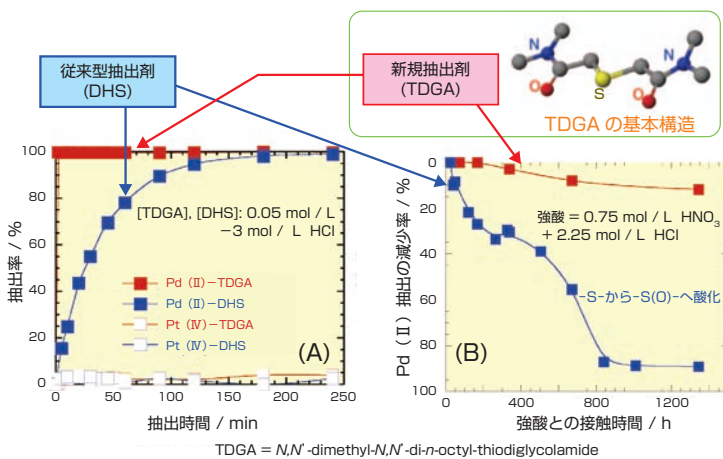


図2 従来型抽出剤 DHS および新規抽出剤 TDGA によるパラジウム抽出特性 (A: 抽出時間、B: 強酸に対する安定性) の比較  
DHS に比べ TDGA は迅速かつ選択的にパラジウムを抽出可能で、強酸による劣化も小さい。

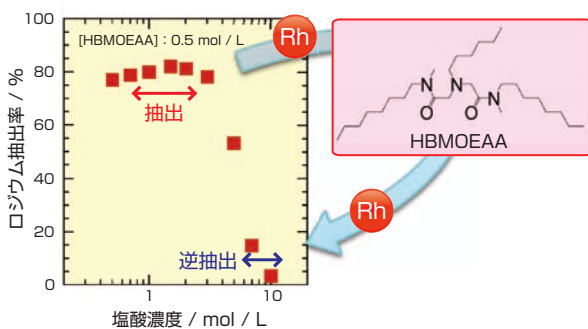


図3 HBMOEAA による塩酸溶液からのロジウム抽出  
塩酸濃度の調整により抽出/逆抽出が可能。

## 参考文献

- [1] 芝田 隼次 他: 資源と素材, 118, 1-8 (2002).
- [2] M. Cox : *Solvent Extraction in Principles and Practices 2nd ed.*, 455-505, Marcel Dekker Inc., New York (2004).
- [3] H. Narita et al. : *Chem. Lett.*, 33, 1144-1145 (2004).
- [4] H. Narita et al. : *Miner. Eng.*, 21, 483-488 (2008).
- [5] H. Narita et al. : *Chem. Commun.*, 5921-5923 (2008).

# 組み込みシステムアーキテクト育成の本格研究 組み込み適塾の運営とその波及効果

## 組み込み適塾とは

ソフトウェア技術者を対象として、組み込みシステムアーキテクトを養成することを目的に、「組み込み適塾」を開催しています。システムアーキテクトとは、システムの全体を見通して基本設計を行う職種です。製品開発の中核的な役割を果たし、「共通キャリア・スキルフレームワーク」などにおいて規定されているものです。

## 設立に至る社会的・技術的背景

産総研は、システム検証研究ラボを1年間置いた後、2004年4月から6年間の予定で、システム検証研究センターを関西センターに設置しました。これはいわゆる数理的技法による情報システム検証の方法論研究を行う研究センターで、産総研の情報分野では、関西センターに初めて設置された研究組織です。

一方、2006年度、関西経済同友会にソフト産業振興委員会が組織され、「大阪・関西を組み込みソフト産業の一大集積地に！」と題する提言が2007年3月に発表されました。この活動はその後、舞台を関西経済連合会に移し、2007年8月に組み込みソフト産業推進会議（以下、推進会議）が、同会のプロジェクトとして発足しました。この時

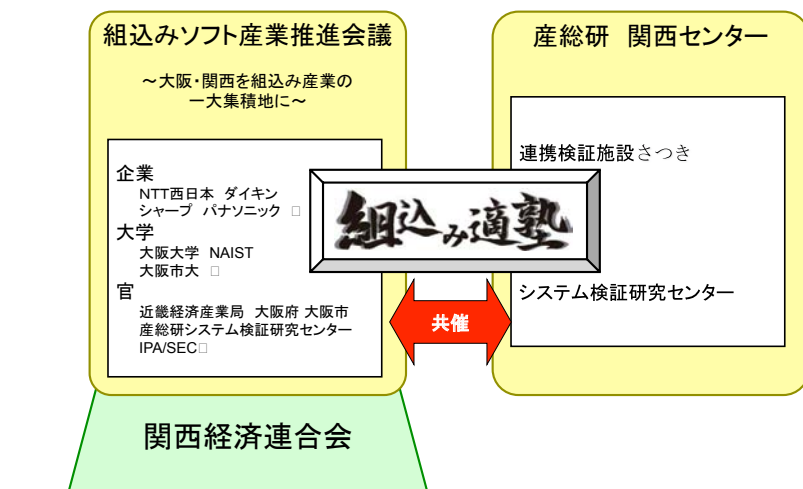


図1 人材育成の展開と組み込み適塾のロゴ

以来産総研システム検証研究センターも理事組織として参加しています。

推進会議は、宮原 秀夫会長（独立行政法人 情報通信研究機構 理事長）のもと、高度組み込みソフト技術者育成プログラム検討部会（第一部会）、ソフトウェアトレーニングセンター検討部会、アジア開発リソース検討部会、組み込みソフト開発機構検討部会、資格認定評価制度検討部会の5つの部会活動を展開しています。その中で第一部会が実施する人材育成活動を「組み込み適塾」と名づけました。いうまでもなく、幕末に緒方 洪庵が開いた適塾に因んでの命名です。

2008年1月に経済産業省の補正予算

により産総研関西センターでの連携検証施設「さつき」の建設が決まりました。さつきはシステム検証向きクラスターコンピュータとシステム検証技術の人材養成機関からなります。さつき建設をきっかけに、産総研の本格研究活動と設備への推進会議からの期待がますます高まりました。産総研はさつき運用をミッションとする「組み込みシステム技術連携研究体」を設置してこれに応え、奥野 康二産学官コーディネータをはじめとする関西産学官連携センターの諸氏による渉外活動と支援により、組み込み適塾を推進会議と関西センターの共同で運営することとなりました。

組み込みシステム技術は、第3期科学技術基本計画でも情報通信技術の重点項目の1つとしてソフトウェアおよびデバイスの2つの分野からとりあげられています。この分野では特に人材養成が重要な課題で、文部科学省や経済産業省も教育プログラム支援に取り組んでおり、近年、名古屋大学の組み込みソフトウェア技術者人材養成プログラム（NEXCESS）、九州大学のシステムLSI設計人材養成実践プログラム（QUBE）など、いくつかの組み込みシ



木下 佳樹 (きのした よしき) (右)  
yoshiki@m.aist.go.jp

プログラム意味論、プログラム検証や形式手法に関する仕事をしています。組み込みシステムの研究は、計算システムと制御システムが出会う場として、情報科学の立場からも、興味深いものと思っています。

西原 秀明 (にしはら ひであき) (左)  
h.nishihara@aist.go.jp

2004年頃から、技術者向けの数理的技法教育に携っています。現在大学・企業と共に知識の体系化などの環境整備を進めています。

システム検証研究センター  
組み込みシステム技術連携研究体（関西センター）



第2回組み適塾入塾式（関西センター）

STEM人材養成活動が展開されています。一方組み適塾は、科学技術振興調整費や科学研究費補助金などの国家予算を全く使っていない活動として唯一のものです。

**組み適塾の運営**

井上 克郎教授（大阪大学）をはじめとする推進会議第一部会（二宮 清部会長）の作業部会によって策定されたカリキュラムに基づき、関西経済同友会時代からアドバイザーなどとしてこの活動に参加してきた今瀬 真教授（大阪大学大学院 情報科学研究科長）を塾長として、2008年夏に第1回を開講、引き続き2009年夏にも第2回を開講しています。組み適塾では、産業界や学界の専門家に講師を依頼し、20以上の科目をオムニバス形式で2～3ヶ月にわたって講義し、さらに受講者に自らの手を動かして理解を深めてもらうために演習やレポート提出も求めます。産総研は教室を提供するほか、当研究センター西原 秀明によるモデル検査法（システム検証の数理的技法の1つ）に関する講義を提供しています。

なお、組み適塾の運営に当たって、重要な目的のためには産総研の業務推進部門がきわめて柔軟に対処していることを、推進会議をはじめ産総研外部の方が賞賛していたのが印象的でした。管理・関連部門と一体の活動が評価されたものと喜んでいきます。



組み適塾講義風景

**予想される波及効果**

組み適塾にみられるような技術者養成活動は、数理的技法研究のような方法論研究の分野における製品化研究と位置づけることができるでしょう。先端的手法を産業に移転する場合、パイロットプロジェクトなどによる手法の評価、移転先企業の開発工程への手法の組み入れ試行などの段階を経て、最後に移転先企業での開発手法としての受け入れの段階があります。この最終段階において、技術者養成活動が極めて大きな役割を演じます。

一方、受講生へのアンケート調査によると、組み適塾は、講義の内容もさることながら、同業他社の技術者との交流の場としても好評です。技術者交流のサロン提供は、技術情報の流通促進に本質的に寄与するとして、推進会議も重要視しており、懇親会や同窓会の開催も奨励しています。また、技術移転の初期過程では、産業側にとどのような技術をどのようにして移転するのかの分析が重要です。この段階のためには、技術者と研究者が一堂に会して自由に本音を語り合う場を用意し、予断のない情報を収集することがきわめて有効です。組み適塾によってそのような場が確実に形成されつつあります。

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。

# 新しい研究と開発の定義

第2種基礎研究を軸に本格研究へ！

	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

# 沿岸環境保全・修復技術における本格研究 瀬戸内海沿岸域の持続的利活用に向けて

## 瀬戸内海的环境

約3千万人が生活圏とする瀬戸内海では、1960年代以降の高度経済成長期において陸域から多量の栄養塩や有機物が流入し、多大な漁業被害を伴う赤潮が毎年のように発生しました。また、沿岸域の約2万haが埋立地となり自然海岸が約38%に減少し、浅海域にあった広大な面積の藻場、干潟が消失しました。このような急速な環境破壊が大きな社会問題となり、1973年に瀬戸内海環境保全臨時措置法（1978年に特別措置法として恒久化）が制定され、汚濁物質の流入負荷や埋め立てが規制され、瀬戸内海的环境も一定の改善が見られるようになってきました。しかし、赤潮発生件数は減少したものの横ばい状態が続いているのが実情です。一方、浅場にあった藻場、干潟には多種の生物が生息し、水質浄化や産卵、稚魚育成の場として利用され、沿岸域の低次生産、物質循環を支える場として重要な役割を果たしていました。埋め立てによって浅場や干潟が失われたことが、瀬戸内海の生物生産の低下、生物相の貧弱化などを引き起こした要因の1つと推察されます。

## 瀬戸内海的环境保全研究

沿岸海洋研究グループでは、瀬戸内

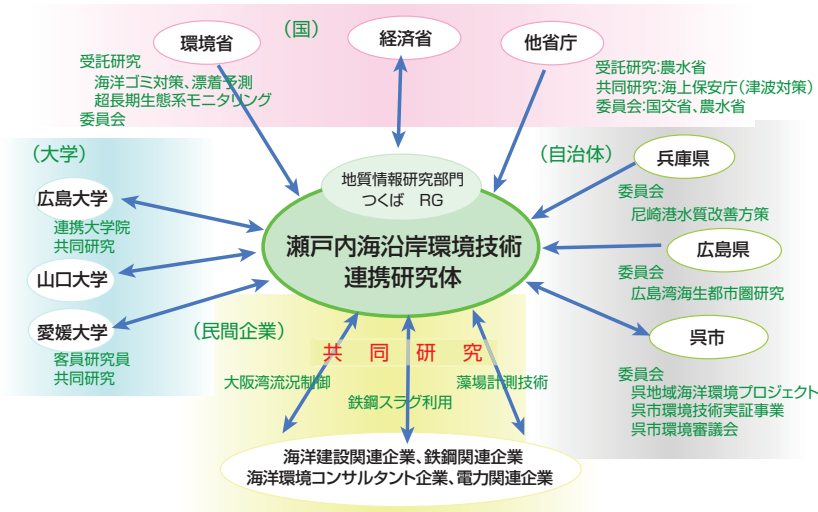


図1 瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体にかかわる海洋関連産業

海沿岸域における様々な環境問題に対処するために、瀬戸内海をオープンスカイラボとしたこれまでの沿岸海洋研究の実績と地域連携のネットワークを活かし、「瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体」を組織しました（図1）。連携研究体では、自治体や大学、企業との連携を深め、「海洋関連産業」を視野に入れた沿岸環境再生・修復技術の研究を展開しています。疲弊した瀬戸内海沿岸環境を回復・再生させ、持続的な利活用が可能な空間を取り戻すための技術として流況制御技術、スラグ利用による藻場造成技術、環境モニタリング技術の高度化、地球規模変動の

地域発現予測数値モデルの開発などの本格研究に取り組んでいます。ここでは、藻場造成に関連した研究例を紹介します。

## 鉄鋼スラグを利用した環境修復技術

水深が深く海中光量の不足する海域にアマモ場（藻場）造成を行う場合では、必要な光量を満たすまで水深を浅くする浅場造成が必要となります。近年、瀬戸内海周辺各県では海砂の採取が禁止され、浅場造成のための基盤材の確保が重要な課題となっています。海砂に替わる人工アマモ場基盤材として製鉄所で産出する高炉スラグを利用し、その適応性を調べるため、2003年と2004年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により、広島県三津口湾において高炉スラグと浚渫土との各種混合比から成る人工アマモ場を造成しました。移植されたアマモの生育について、事業終了後も企業との共同研究を継続し、移植後5年間にわたってモニタリングを行いました。試験区におけるアマモ株数の経年変化を図2に示します。アマモ移植初期における結果では、スラグに浚渫土を混合した試験



工業技術院中国工業技術試験所に入所以来、瀬戸内海全域を対象に物質循環解明に関する研究を行ってきました。最近では、浅場に着目し、藻場の計測と造成に関する研究を進めています。

谷本 照己（たにもと てるみ）  
Terumi-tanimoto@aist.go.jp  
地質情報研究部門  
沿岸海洋研究グループ/  
瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体（中国センター）

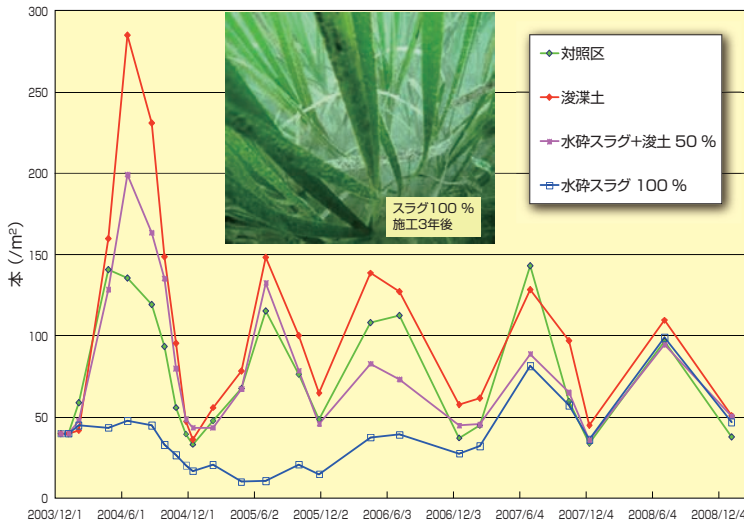


図2 スラグ基盤の人工アマモ場におけるアマモ株数の経年変化

区のアマモの生育は非常に良いのに対し、スラグ100%基盤ではアマモの育成が悪いのが明らかです。ところが、スラグ100%であっても移植後3年目あたりから株数が増加し、ほかの試験区と同等の生育となったのがわかりました。スラグを利用するにあたり、ほかの物質を混ぜる工程が不要でエネルギーとコストを抑えることができるス

ラグだけを用いた浅場造成、人工アマモ場基盤材への利用の道が開かれたといえます。

**今後の展開、里山と里海**

日本では、古来より里山と呼ばれる人と自然が共存する良い例がありました。適度な時間間隔での伐採と植林により山は活性化し、人は伐採した木を

燃料や炭、椎茸栽培に利用し双方にとって持続可能な関係が保たれていました。三津口湾では約180 haのアマモ場があり、アマモ繁茂期には150本/m<sup>2</sup>以上の株が密集する貴重な藻場ですが、実は、アマモ株があまりにも密集していると、魚類はアマモ場の中央部まで入ることができず、主にアマモ場の周辺、生え際を利用していることがわかってきました。そこで、アマモを適度に抜き取り、図3に示すような魚類の通り道を作ることにより、魚類が藻場全体を利用しやすい形態を考えました。アマモは抜き取られても地下茎を伸ばして新しい株が育ち藻場は活性化しますし、魚類の産卵、育成場が増えることにより漁業生産が高まれば人にとっても利となります。人が手を加えることにより、藻場を保全しつつ生産性の高い藻場、持続的利活用可能な場、“里海”作りの実証を目指しています。

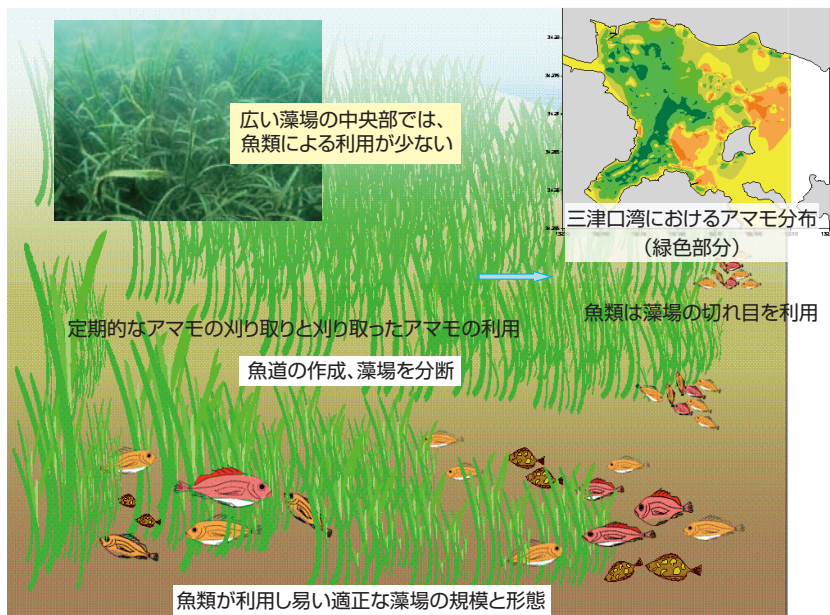


図3 生産性の高いアマモ場、里海概念

# アジアの持続可能なバイオマス利活用に向けた本格研究 バイオマス・アジア戦略

## バイオマス・アジアの展開

「バイオマス・ニッポン総合戦略」(2002年12月、2006年3月改訂)などのわが国におけるバイオマス政策を背景に、産総研では、バイオマス利活用による化石資源依存からの脱却、アジアの豊富なバイオマス資源の持続的利活用を目指した研究開発のアジア展開などを目的としてバイオマス・アジア戦略を推進しています。世界の30%以上を占めるアジアの豊富なバイオマス資源や日本の保有技術、知的財産などを背景に相互補完的・互恵的な共同研究開発を通じて、ポスト石油社会、低炭素社会の構築を目指します(図1)。

このため、産総研が中心となって、省庁(農工)連携、産学官連携により、科学技術振興調整費「我が国の国際的リーダーシップの確保－ASEANバイオマス研究開発総合戦略」(2003～2005年度)の支援のもとに、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムを組織し、第1期3カ年のフィージビリティスタディ(FS)とバイオマス・アジアワークショップの開催により、バイオマス・アジア戦略の策定とバイオマス・アジアネットワークを構築してきました。

第1期の背景と成果をもとに、東アジアサミット・セブ宣言(2007年1月)などの新たな背景も加わり、2007年度

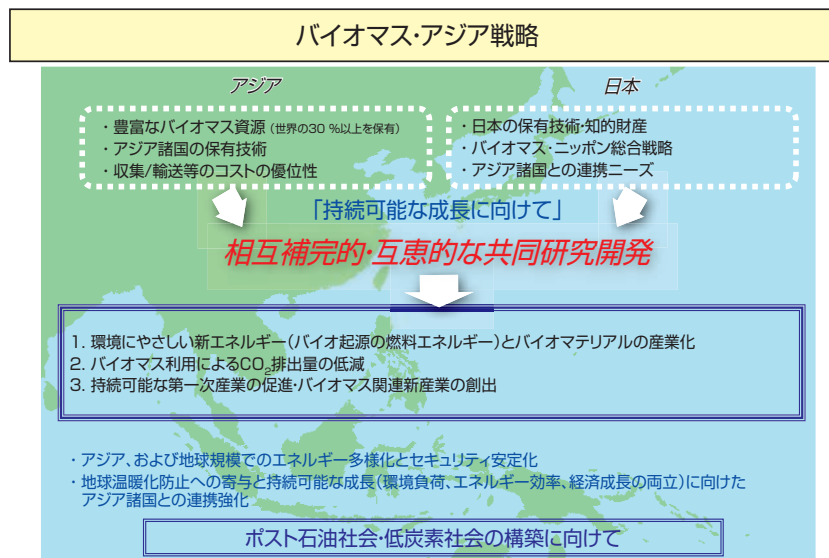


図1 バイオマス・アジア戦略の概要

より科学技術振興調整費「持続可能な発展のための環境・エネルギー技術の研究開発－アジアの持続可能バイオマス利用技術開発」の支援の下に第2期を始動しました。第2期においては、バイオマス・アジアワークショップの継続開催により、ネットワークを拡充するとともに、ASEANおよび周辺国の地域別バイオマス利活用モデル(図2)の検証と具体的な技術開発を進めています。

**バイオマス・アジアプロジェクトチーム**  
産総研内のバイオマス関連研究ユニットの機動的連携を目的として、

2005年12月にバイオマス・アジアプロジェクトチーム(BAPT)が組織され、所内のバイオマス研究の中核をなす3ユニット(バイオマス研究センター、新燃料自動車技術研究センター、安全科学研究部門)を中心に、10の研究ユニットと企画本部、イノベーション推進室などの研究関連・管理部門をメンバーとして活動しています。BAPT事務局は国際部門に置かれています。国際部門では、2007年度から創設されたバイオマス・アジアフェローシップの運営を担当し、現在までに9カ国から18名を招聘し、研究ネットワークの強化を行っています。

## バイオマス・アジアワークショップ

科学技術振興調整費の支援により過去5回のバイオマス・アジアワークショップ開催を通じて、アジア各国の行政・中核研究機関とのネットワークの構築と成果発信を行っています。

第1期には、3年にわたるFSの結果としてアジアの地域別バイオマス利活用モデルをまとめ、図2に示す地域別利活用3モデルの提案とその実証に向



1984年公害資源研究所(1990年から資源環境技術総合研究所)入所。サンシャイン計画のもとで石炭の液化およびガス化の研究に携わりました。2001年の独法化以降、石炭・廃棄物・バイオマスのガス化、コールバンク(石炭標準試料データベース)、石炭分析の標準化研究などに従事、2006年から国際部門でエネルギー(バイオマスおよびクリーンコール技術)担当として、バイオマス・アジア戦略推進にあたっています。

**山田 理** (やまだ おさむ)  
osamu.yamada@aist.go.jp  
国際部門(つくばセンター)  
エネルギー技術研究部門



## アジアの持続可能バイオマス利用技術：3つのモデル提案

- ASEAN島嶼部型モデル  
パーム産業コンプレックス構想  
(マレーシア・インドネシアなど)
- ASEAN大陸部型モデル  
ライスシュガーコンプレックス構想  
(タイ・ベトナムなど)
- 中国型モデル  
ハイブリッド農産廃棄物リファイナリー



「バイオマス・ニッポン総合戦略」政策を背景とし、大学、農水省傘下の研究所と連携してバイオマス・アジアリサーチコンソーシアムを主導し、科学技術振興調整費プロジェクトを展開(2007-2009)

図2 農工連携によるバイオマス・アジアの推進

けた第2期のFS研究およびバイオマス・アジアワークショップの継続開催に繋がりました。第2期においては、わが国の政策要請に沿ったイコールパートナーシップに基づいて、第4回をマレーシア、第5回を中国においてワークショップを開催しており、第6回は2009年11月18～20日に広島で開催予定です。(ウェブサイト：<http://www.biomass-asia-workshop.jp/>)

ワークショップを通じて討議されたバイオマス利活用モデルのうち、検討が先行しているパーム産業コンプレックス構想については、実用化に向けた研究開発の拠点として、マレーシアプトラ大学 (UPM)、九州工業大学、産総研バイオマス研究センターの3者の共同研究契約に基づく連携ラボをUPM内に開設し、パーム残渣を利用したバイオ燃料の製造技術開発研究を推進しています (図3)。

### 東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA) 受託事業

2007年1月の東アジアサミットにおいて発表されたセブ宣言を背景に、東アジアの地域の課題分析、政策の立案

および提言を行う新たな国際的な研究機関として東アジア・アセアン経済研究センター (ERIA) が設立されました。産総研は、ERIAが推進するエネルギープロジェクト研究を受託しています。「東アジアにおけるバイオディーゼル燃料の基準調和」(新燃料自動車技術研究センター) および「東アジアにおけるバイオマス利活用の持続性評価」(安全科学研究部門) の2つの研究テーマの下、それぞれのワーキンググループを主宰し、バイオ燃料の規格化

とバイオマス利活用の環境影響・持続性評価の研究を進めています。今後はバイオ燃料製造のテーマを加えた発展的な展開を図ります。2008年8月開催のASEAN+3エネルギー大臣会合において、これら2テーマの研究活動の成果が大きな評価を受け、わが国および東アジア諸国の政策要請に応えることができました。

また、ERIA人材交流・育成プログラムとして、新エネルギー財団 アジアバイオマスオフィスを事務局とした東アジア各国からの研究者・研修生の受入を行い、アジアの専門家育成に寄与しています。

### バイオマス・アジアネットワーク

バイオマス・アジアフェローシップやERIAの招聘プログラム、およびJICA集団研修などを通じて、人材育成を行い、アジアの人材ハブとしての機能構築をすすめています。また、バイオマス・アジアワークショップやアジアの主要研究機関との包括MOU締結による連携を踏まえ、バイオマス・アジア戦略の推進に資するネットワークを強化しています。

### パーム産業コンプレックス構想に向けた実用化研究の推進

2007年11月	マレーシアプトラ大学 (UPM)、九州工業大学 (KIT)、産総研バイオマス研究センター (BTRC) による研究協力覚書の締結
2008年4月	UPM-KIT-BTRCの連携によるパーム残渣からのバイオエタノール製造技術に関する共同研究を開始
2008年11月	UPM内に連携ラボ (Biomass Technology Centre) を創設



AIST-KIT-UPM 共同研究契約締結



連携ラボ開所式

図3 マレーシアにおける連携ラボの開設

# 機動性とコストパフォーマンスに優れた遺伝子定量法 ウイルスなどの定量的検出への応用に期待



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。開発した技術を環境、食品、医療などのさまざまな分野における遺伝子検査へ応用することに取り組みつつ、ほかの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：

● 共同研究者

常田 聡、谷 英典、森下 総司（早稲田大学）、市川 康平、蔵田 信也、中村 和憲（株式会社 J-Bio21）、関口 勇地、宮田 亮（産総研）

● 参考文献

H. Tani et al.: *Analytical Chemistry*, 81, 5678 - 5685 (2009).

## 遺伝子を定量する技術

遺伝子を定量する技術は、ヒトの病気診断などを目的とした遺伝子発現解析、新型インフルエンザやC型肝炎ウイルスの検出・定量、あるいは遺伝子組み換え食品の混入率検査などに利用されており、社会的必要性の高い技術です。これまで、微生物や動植物に含まれる遺伝子の定量にはリアルタイムPCR（Polymerase Chain Reaction）法が用いられてきました。中でも、標的遺伝子のDNA配列に特異的に結合する蛍光DNAプローブを利用した検出技術は、定量の精度が高いことから遺伝子の定量技術として広く用いられています。しかし、標的遺伝子ごとに異なる蛍光プローブを設計・合成する必要があるため、複数の標的遺伝子を定量するには、コストがかかる、機動性がないという問題点がありました。

## 機動性と優れたコストパフォーマンス

新たに開発した技術では、測定しようとする標的遺伝子とグアニン塩基により消光する蛍光DNAプローブのほかに、ジョイントDNAを用いたリアルタイムPCR法により標的遺伝子の

定量を行います（図）。ジョイントDNAは標的遺伝子ごとに設計・合成する必要がありますが、蛍光色素を結合しないため、合成時間とコストが大幅に節約できます。また複数の標的遺伝子の場合でも1種類の蛍光DNAプローブで定量が可能です。これまでの蛍光プローブ法と比べて1/5から1/10程度にコストを抑えられます。

この技術によるPCRでは、サイクル進行によって標的遺伝子量は増大し、それに比例して蛍光強度が減少（蛍光が消光）していくので、その値をグラフ化することによって、対象の遺伝子を定量することができます（図）。

$\beta$ -アクチン、アルブミン、 $\beta$ -グロブリンの3種類のヒトの遺伝子を定量した結果、1種類の蛍光プローブでこれら3種類の遺伝子を10コピーという低コピー数から $10^8$ コピーという高コピー数の広い範囲で定量できました。

## 今後の展開

ヒトの病気診断などを目的とした遺伝子発現解析やウイルスなどの定量的検出も可能になるよう、この技術の応用を進めていきます。

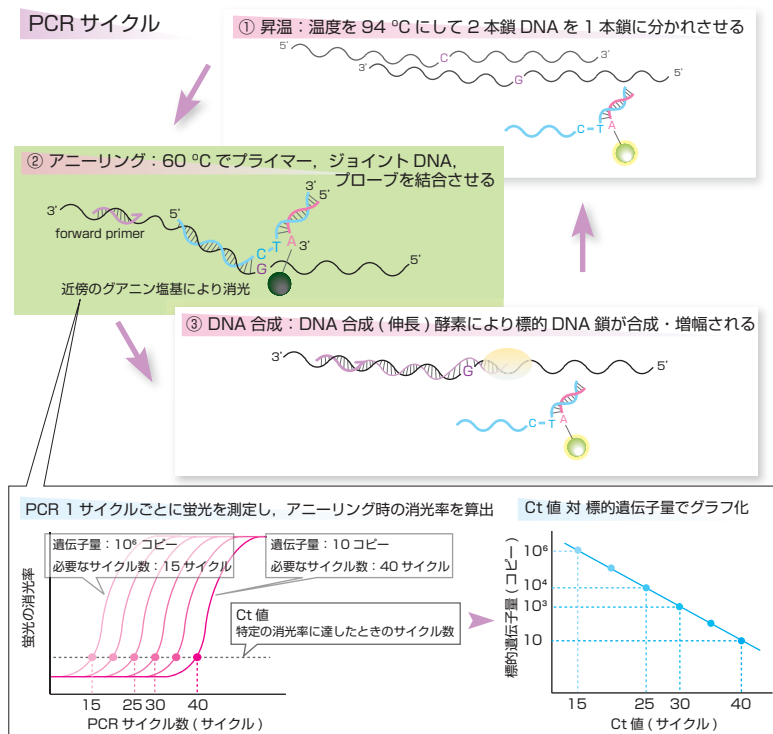


図 新技術による遺伝子定量法の概要

# カルシウム原子の可視化に成功

## 単分子・単原子の分析を可能にする新しい電子顕微鏡を開発



末永 和知

すえなが かずとも

suenaga-kazu@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター  
カーボン計測評価チーム  
研究チーム長  
(つくばセンター)

私たちは電子顕微鏡の性能を飛躍的に向上させることで、「単分子の構造解析」や「単原子の元素分析」それに「化学反応の直接観察」など画期的なイメージング技術開発を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

佐藤 雄太、劉 崢、岡崎 俊也、片浦 弘道（産総研）、木本 浩司（物質・材料研究機構）、金山 俊克（日本電子株式会社）ほか

#### ● 参考文献

K. Suenaga, *et al.*: *Nature Chemistry*, 1, 415-418(2009).

#### ● プレス発表

2009年7月6日「カルシウム原子の可視化に成功」

### 電子顕微鏡による電子線ダメージ

電子顕微鏡は光学顕微鏡などと比較すると空間分解能がたいへん高く、電子線エネルギー損失分光 (EELS) と呼ばれる電子分光技術と組み合わせることで元素マッピングも可能です。しかし電子線によるダメージを受けやすい生体分子については、高分解能元素マッピングの成功例はほとんどありません。それは電子顕微鏡では高い空間分解能を実現するために、電子線の加速電圧を通常 200 kV 以上と高く設定しており、観測をする前に生体分子が電子線によって壊れてしまうからです。

### 三段レンズとカーボンナノチューブの利用

私たちは今回、電子顕微鏡を用いた生体分子の元素マッピングを実現するため、加速電圧を通常より著しく低く (30 ~ 60 kV) 設定することで電子線ダメージを軽減しつつ、十分な空間分解能である 0.1 nm 程度を実現できる新しい技術の開発に挑戦しました。これまでの六極子二段レンズによる不具合を克服するため、球面収差だけでなく高次の幾何収差をも同時に補正する新機構を考案しました。二段レンズの使用

時にはこれまで強調されていた5次の幾何収差が、三段レンズを用いることでバランスよく補正できるようになりました。

次にカーボンナノチューブの中に、金属原子として、カルシウム (Ca) を閉じ込めました。カルシウムは、生体のなかでもカルシウムイオンの移動によって神経伝達をつかさどるイオンチャンネルというタンパク質の構造や機能を調べるのに重要だからです。イオンチャンネルは観察中にとても壊れやすいため、1つ1つの元素分析をした例はありませんでした。今回の手法は、従来法では壊れて全く見えなかった観察対象にも応用されていくことが期待されます。

### 今後の展開

今回開発した技術は、これまでの球面収差補正技術に加えて5次の幾何収差を補正した画期的なものですが、まだ電子顕微鏡には色収差という分解能を制限するとても重要な収差が残っています。私たちは今後、この色収差補正技術の開発を通して、電子顕微鏡をより広範なナノ材料や生体材料観察に応用できるよう研究を進めていきます。



1 nm

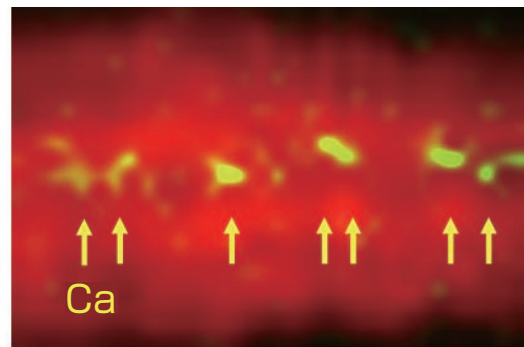


図 カルシウム原子入りフラーレン (左) の元素マップ像 (右)

右のカラー表示の黄色部分はカルシウムで、赤色はカーボン。7つのカルシウム原子(矢印)がきちんと検出されている。

# 微細な低抵抗配線の高速描画に成功

## さまざまな基板への配線を可能とする工業用インクジェット技術



明渡 純

あけど じゅん

akedo-j@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門  
主幹研究員  
(兼) 集積加工研究グループ長  
(つくばセンター)

1991年通産省工業技術院機械技研所。AD法によるセラミックスインテグレーション技術、MEMSデバイスなどを研究しています。NEDO「高集積・複合MEMS製造技術開発事業」(2006～2008年度)に従事し、レーザー援用インクジェット技術を発案、同テーマを取りまとめました。機能の向上、低コスト、環境負荷低減が並立できる革新的ミニマル・プロセス技術の実現を目指しています。

### 関連情報:

- 共同研究者

遠藤 聡人(産総研)

- 参考文献

2008年度「高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト」成果報告会資料、マイクロマシン展、(2009)。

- プレス発表

2009年6月29日「レーザー援用インクジェット法で微細な配線の高速描画に成功」

### 今までの工業用インクジェット技術

これまでの工業用インクジェット技術で、微細パターンの描画を行うには、吐出インク液滴のサイズを微細化するためインクの粘度や表面張力の調整を行うと同時に、基板表面処理や微細マスクパターンを形成するプロセスが必要で、実用的には30～50 μm程度の線幅が限界でした。微細パターンで描画した配線は、液滴の濡れ広がりや、液滴サイズ自体が小さくなるため配線の厚みが薄く、実用的な小さい配線抵抗を得るために、何度も重ね塗りが必要で作業能率が低下するなどの問題があり、手早くかつ低抵抗値の配線を微細パターンで描画できるインクジェット技術の開発が強く望まれていました。

### 高アスペクト比の微細配線描画に成功

産総研では、MEMSとLSIチップなど電子部品の密度の高い集積化実装において、抵抗値の小さい微細配線を平坦ではない基板上に高速で作製するために、ノズルサイズの微細化やインク材料などの改善によらずに、これまで困難とされていた着弾後に液滴が基板上で濡れ広がるのを抑制することを目指しました。今回の成

果では、シングルノズル型のインクジェット・ヘッドから吐出された、直径25 μm程度のインク液滴を用いました。これにCO<sub>2</sub>レーザーを照射して(図1)局所的な加熱を行い、液滴の流動制御や液滴中の溶媒の乾燥を促進し、吐出液滴径より小さな線幅約5～10 μm、配線厚み10 μm、アスペクト比(配線厚/配線幅)で1以上の微細銀配線(図2)をガラスやポリイミド、シリコン、複合樹脂などの基板上に直接描画することに成功しました。重ね塗りをせずに線幅を微細化すると同時に、高アスペクト比の配線が描画でき、1ノズルあたりの描画速度も10 mm/secと大幅に向上させることに成功しました。

### 今後の展開

このレーザー援用インクジェット法でレーザー照射条件やインク材料の最適化をはかり、より微細なパターン描画を目指します。また、マルチノズル・ヘッドへの適応を検討するなどの改良を進め、さらなる技術の向上、実用化を目指します。

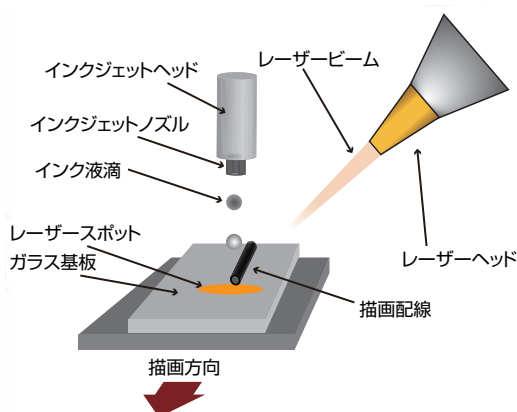


図1 レーザー援用インクジェット法

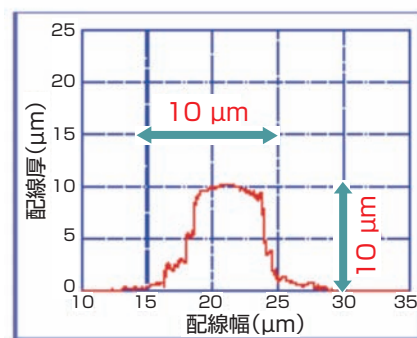
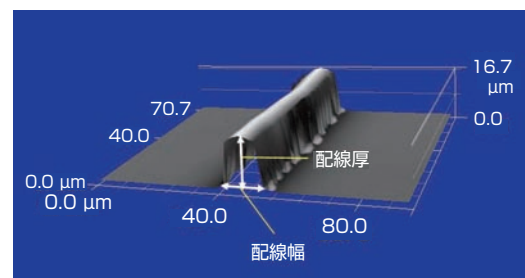
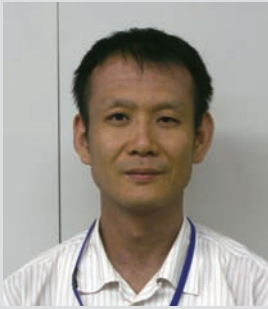


図2 高アスペクト比の銀配線(縦横高さ等倍)(上図)とその断面形状(下図)

# カーボンナノチューブを応用した黒色膜の開発

## 黒体的な特性をもつ理想的な光吸収・熱放射材料



水野 耕平

みずの こうへい

k-mizuno@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)

入所以来、ナノチューブ応用研究センターに所属してカーボンナノチューブの合成法と応用の研究開発に従事してきました。現在は計測標準研究部門に異動し、カーボンナノチューブの工業標準化と安全性試験にも取り組んでいます。

### SWCNT光吸収体の開発

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を応用した高性能な光吸収体(黒色コーティング)を開発しました(図1)。紫外から遠赤外の極めて広い波長範囲にわたり、光を98%以上の高効率で一様に吸収できます。いわゆる黒体<sup>[※]</sup>に非常に近い性質をもった世界屈指の材料であり、さまざまな用途に対して質の高い「黒さ」を提供することができます。

### ナノメートルスケールの構造が光を吸収する

光吸収体は光と熱のエンジニアリングに欠かせない材料です。高い光吸収と熱放射、そして低い光反射を特徴とし、カメラや精密光学機器の遮光、視覚的に美しい黒さが必要とされるディスプレイ、さらに赤外線吸収材や熱型赤外センサー、電子機器の冷却などにも利用することができます。黒体は理想的な光吸収体と考えることができる仮想的な存在です。しかしこれまで、黒体のように広い波長範囲にわたって一様に高い光吸収率を得られる材料を実現することはとても困難でした。

今回私たちが開発した光吸収体は、産総研独

自のSWCNT合成技術「スーパーグロース法」を応用したものです。目的とする基板の表面にSWCNTの集合体からなる膜を直接合成します。このSWCNT膜の厚みと密度を調節することにより、紫外から遠赤外の非常に広い波長範囲(0.2 μm-200 μm)にわたり98-99%の一樣かつ高い吸収率を実現することができました(一般的な黒色膜は赤外域で吸収率97%以下)。このように吸収率が高い材料を広い波長範囲にわたって評価することはとても難しく、精密な光計測技術をもつ計測標準研究部門において可能となりました。合成されたSWCNT膜を電子顕微鏡で観察すると、SWCNT繊維が10数nm間隔で高密度に垂直配向したナノ構造を形成しています(図2)。この配向構造が光をトラップして逃さず、高い光吸収性を生み出す一因となっています。

### 今後の展開

光遮へい、熱型赤外センサー、放熱器、光放射・温度標準など幅広い分野において応用が期待されます。今後は、企業との共同研究を通して、用途・商品開発に取り組む予定です。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

梶 賢治、石井 順太郎(産総研)、岸田 英夫(名古屋大学)

#### ● 参考文献

K. Mizuno *et al.*: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106, 6044-6047 (2009).

#### ● 用語説明

[※] あらゆる波長の光を完全に吸収することができる仮想的な物体。基本的に光吸収率と熱放射率は等価であるため、黒体は最も効率的に熱放射できる物体でもある。



図1 200 mm(8インチ)シリコン基板上に合成された光吸収体

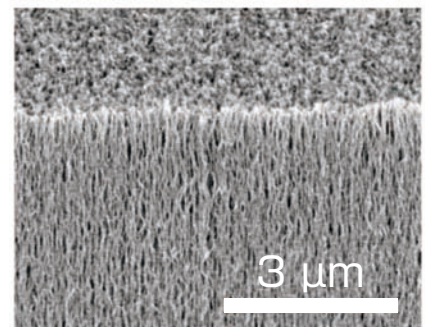


図2 光吸収体の走査型電子顕微鏡像  
SWCNT繊維が垂直に配向している

# 簡便で精密なジアミン類の検出・抽出剤

## 分子ピンセットによるジアミン類の高選択的分析方法

特許 第3968417号  
(出願2002.3)

### 研究ユニット:

ナノテクノロジー研究部門

### 適用分野:

- 食品、飲料中などのアミノ酸分析
- メタボローム解析におけるアミン性代謝物の分析
- アミン類縁体の抽出剤

### 目的と効果

ジアミン類は医薬業や食品などの幅広い分野で利用されていますが、自然界の微生物には分解できないので、EUでは使用が規制されており、日本でも悪臭防止法で22物質が指定されています。それらの検出法は、主にクロマトグラフィーであり、煩雑な前処理と長時間を要します。この発明では、ナノスケール分子の自己集積化を生かして、種々のジアミン類を選択的に検出するホスト分子を開発しました。これは、低濃度でのジアミンを精密に検出し、さらに迅速にジアミンを定量的に抽出する分子ピンセットとして働きます。

### 技術の概要、特徴

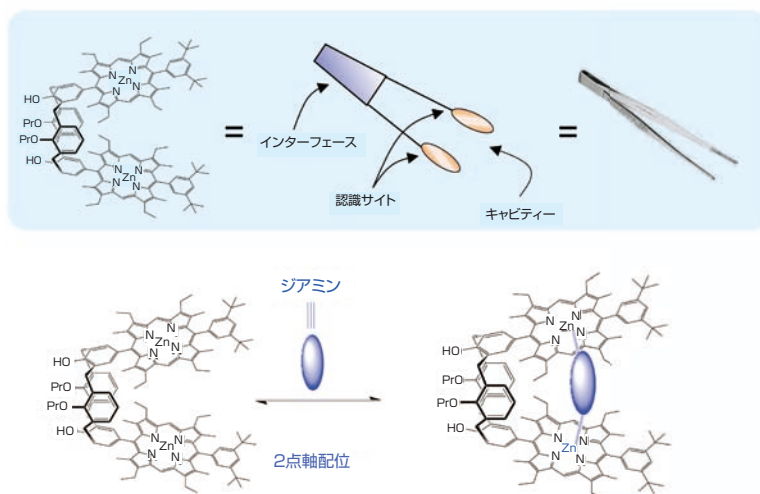
検出には非共有結合が用いられますが、その相互作用は弱いので分子の動きを十分に抑えることが必要です。ランダムな分子の動きが誘起された場合、分子エネルギーの散逸につながる

ので、分子の動きを安定にシンクロさせることが必要となります。

この発明では、カリックスアレーンに2つのポルフィリンを化学修飾し、ポルフィリンの軸配位能を用いてジアミン類縁体を適合誘導的に捕捉し集積化させました。インターフェースとしてカリックスアレーンを利用することにより、ジアミン類のランダムな動きが抑制され大きな会合定数を示し、ジアミン類の高感度検出および抽出剤として機能します。

### 発明者からのメッセージ

フェノールのオリゴマーであるカリックスアレーンは、劣化しにくい安定性と多機能な超分子性から、種々のインターフェースとして利用されています。バークライトのミニ版であるカリックスアレーンの超分子ポテンシャルの学術的啓発の時代は終わり、新産業創発への試金石として活用が望まれるステージを迎えています。



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/>

インターフェースとしてカリックスアレーン、認識サイトとしてポルフィリンを有する超分子は、ジアミン類に対して高選択的分子ピンセット機能を示し、検出素子および抽出剤として有用である。

## バイオマス由来成分を原料とする新規エポキシ硬化物

### 糖類・リグニン・油脂成分を利用した環境適合型エステル系エポキシ硬化物

特許 第 3837574 号  
(出願 2004.3)  
特許 第 4280888 号  
(出願 2001.3)  
特許 第 4304251 号  
(出願 2001.3)

#### 研究ユニット：

環境化学技術研究部門

#### 適用分野：

- 接着剤
- エラストマー材料
- 建築資材
- ナノクレ-複合材料

#### 目的と効果

現在石油などの化石資源から製造されている化学製品を、再生が可能なバイオマスから作る試みが活発になされています。この技術は、糖類・リグニン・油脂成分などの植物系バイオマス由来成分を原料として、エステル系のエポキシ硬化物およびこれを利用した粘土成型物を提供します。これらの材料は原料組成を選ぶことによって、硬化物の組成をすべて天然物由来成分で構成することもできます。したがって、この技術はバイオマスの分離工程で大量に排出されるリグニンやグリセリンなどの資源の有効利用に役立ちます。さらに、原料の構成を調整することによって、生分解性などの機能をもつ環境適合型の各種の新材料として利用できます。

#### 技術の概要、特徴

この技術は、糖類・リグニン・油脂成分を原料として得られる新しいタイプのエステル系エポキシ硬化物を提供します。図1に示すように、

上記のバイオマス成分を多価カルボン酸誘導体に転換した後に、エポキシ化合物と反応させるとエステル系の硬化物が得られます。また、硬化物を製造する際に、粘土鉱物やセルロース・木粉などの植物系粉末や繊維状の固体を充填して、各種の複合材とすることもできます。硬化条件は、触媒などの条件を選ぶことによって調節できます。また、得られる硬化物の物性は、硬化物の原料組成を変えて制御することができます。

#### 発明者からのメッセージ

糖類、リグニン、グリセリンなどのバイオマス成分の分子中に存在する水酸基をエステルに転換することによって、その耐熱性の向上を図ることができました（硬化物の熱分解温度は約 250℃）。硬化物の成分組成を変えることによって硬化物の物性を制御でき、有機系・無機系の充填剤を自由に選べます。このため、各種の複合材系硬化物の製造にも応用できます。

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

つくば中央第 2

TEL : 029-861-9232

FAX : 029-862-6159

E-mail : aist-innovations

@m.aist.go.jp

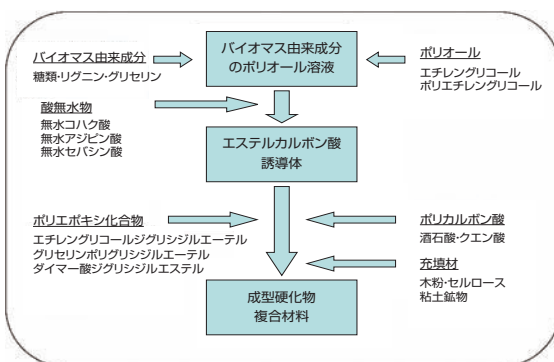


図1 成型硬化物の調製システム



図2 糖類およびリグニンから得られたエポキシ硬化物

# 骨接合用品の力学試験方法に関するJIS 制定

## インプラント産業の活性化を目指した標準化研究



岡崎 義光

おかざき よしみつ

y-okazaki@aist.go.jp

人間福祉工学研究部門  
高機能生体材料グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

高機能生体用チタン材料の開発、高機能インプラントの製品開発、インプラント産業の活性化を目指した標準化研究を実施し、インプラント用金属材料を中心に数多くのJISの制定および開発ガイドラインの策定に向け積極的に貢献しています。日本臨床バイオメカニクス学会、日本人工関節学会、日本整形外科学会などを中心に臨床の先生と密接に連携しつつ、優れた技術の早期実用化を目指して活動しています。

### インプラント産業の現状

高齢化社会の進行に伴い、骨折などの治療のために骨接合用品を使用する手術が急速に増加する傾向にあります。一方整形外科分野では、現在でも輸入品に依存する傾向が続いており、国産製品のシェアは、10%前後と低迷しています。骨接合用品の試験法標準化の推進によって国内での製造承認の迅速化が期待され、今後、患者個々の症例および骨格構造などに最適となるような新製品などを早期に提供することで、わが国の医療産業の活性化が見込まれます。

### 標準化研究の内容

独立行政法人 製品評価技術基盤機構と共同で、2002年～2006年までNEDO受託研究「生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術開発」において試験方法を検討し、さらに、JIS原案をとりまとめるため、2007年度および2008年度にNEDO受託研究「生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業」を実施し、2009年4月25日に、骨接合用品に関して次の3件のJISが制定されました。

JIS T 0311 : 2009

金属製骨ねじの機械的試験方法

JIS T 0312 : 2009

金属製骨接合用品の曲げ試験方法

JIS T 0313 : 2009

金属製骨接合用品の圧縮曲げ試験方法

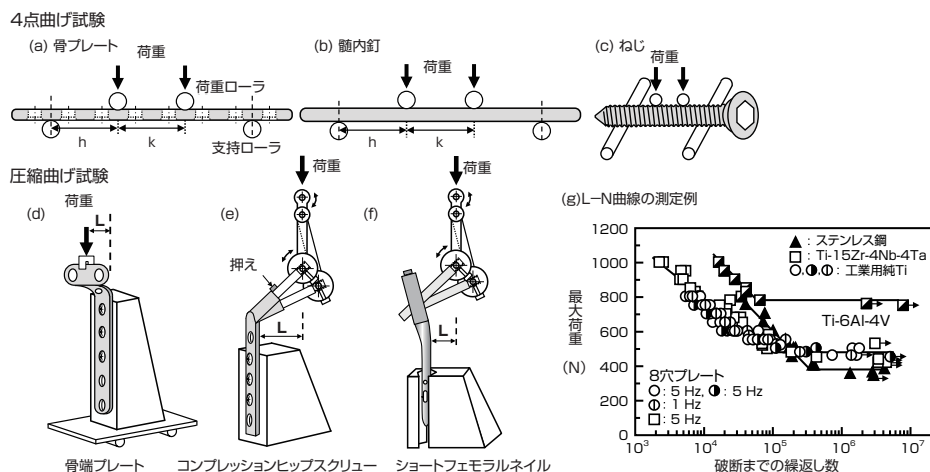
### 制定されたJISの内容

骨接合用品では、治癒過程初期に必要な強度と剛性が求められます。骨プレート、髄内釘およびねじの4点曲げ試験の模式図を図(a)～(c)に示します。荷重ローラの配置は、骨プレートの中心にある2つのねじ穴を挟んだ位置とし、荷重ローラ間距離：支持ローラ間距離=1：3とした場合が一般的となります。

骨端プレート、コンプレッションヒップスクリューおよびショートフェモラルネールの圧縮曲げ試験の模式図を図(d)～(f)に示します。

ねじの性能は、ねじり破壊試験、模擬骨へのねじ込み試験および模擬骨へのねじ込み試験後の引き抜き試験により評価できます。模擬骨へのねじ込みトルクが高いねじでは、最大引き抜き荷重が増大する傾向があります。

製品の耐久性に関しては、例えば、4点曲げ試験での耐久性では、荷重ローラ間距離：支持ローラ間距離=1：3、波形：サイン波、応力比（最小荷重/最大荷重）=0.1として試験し、一日当たりの平均的な歩行5000歩/2を考慮して、 $1 \times 10^6$ 回以上までL-N曲線（縦軸に最大荷重、横軸に破断までの繰り返し数を対数目盛りで表示、(g)）を取得することで評価できます。

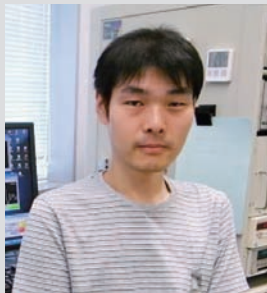


4点曲げ試験 (a) 骨プレート、(b) 髄内釘、(c) ねじ  
圧縮曲げ試験 (d) 骨端プレート、(e) コンプレッションヒップスクリュー、(f) ショートフェモラルネール  
(g)L-N曲線の測定例



# 酸と塩基の純度の標準

## 中和滴定のための無機高純度標準物質



### 朝海 敏昭

あさかい としあき

t-asakai@aist.go.jp

計測標準研究部門  
無機分析科 無機標準研究室  
研究員  
(つくばセンター)

2008年に入所。入所前から標準物質データベースや計量行政など標準物質に関係した業務に携わってきました。入所後は、無機の高純度物質の純度決定法の高度化、標準物質開発を行っています。今後も外への広い視野をもってニーズに即した研究・開発を行い、分析の信頼性向上に貢献していきたいと考えています。

### 関連情報：

● 共同研究者

日置 昭治 (産総研)

### 酸・塩基と中和滴定法

酸と塩基は、化学物質の最も基本的な分類の1つといえます。代表的な酸としては、塩酸、硫酸、酢酸など、塩基としては、水酸化ナトリウムなどがあります。これらの物質は、生活用品、医薬、肥料、洗剤、化成品の原料として世界中で大量に生産、消費されており、その過程でそれらの濃度や純度の決定が恒常的に必要になりますし、各種化学分析においても酸と塩基に関係する定量は重要です。

酸と塩基を用いた中和滴定法は、純度または濃度が決まっている酸（または塩基）を基準に、滴定することによって塩基（または酸）の純度または濃度を決定する方法です。これは、古典的な分析手法ですが精度は高く、JISや日本薬局方などで現在もなお広く利用されています。

最近、電量中和滴定法を用いて、酸・塩基の濃度の一次標準として使えるアミド硫酸および炭酸ナトリウムの2つの標準物質の開発を行いました。アミド硫酸は酸の純度の標準であり、例えば水酸化ナトリウム溶液の濃度の決定に利用できます。炭酸ナトリウムは塩基の純度の標準であり、硫酸や塩酸の濃度の決定に利用できます。これらの標準物質の利用により、トレー

サビリティの確立した分析が容易に行えるようになりました。

### 電量中和滴定法

電量中和滴定法とは、電気分解に関するファラデーの法則に基づく精密な測定法です。この方法では、電解液中の水を電気分解し、次のような反応で水酸化物イオンを発生させます ( $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ )。この水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) は塩基として働き、目的物質の酸を中和できます。電気分解で発生した水酸化物イオンの量 (モル) は、流れた電流量 (電流値 × 時間) から計算できますから、電流量の測定によりほかの化学物質を基準とせずに酸を定量できます。この方法を用いて、アミド硫酸の酸としての純度 (質量分率) は  $99.986\% \pm 0.010\%$  (包含係数  $k=2$ )、炭酸ナトリウムの塩基としての純度 (質量分率) は電量滴定法で決定した硫酸を用いた逆滴定法によって  $99.970\% \pm 0.016\%$  (包含係数  $k=2$ ) という高い精度で決定されました。

今後も、電気化学的手法の高度化を中心に研究を進め、ニーズのある高純度物質の純度決定・供給を行っていく予定です。



### 電量中和滴定装置の反応セル

白金作用電極 (右側) および銀対極 (左側) を有し、両極を寒天層と複数のガラスフィルターで分離している。試料は右側に入れ、複合ガラス電極で反応終点を決定する。

## 中部 センター



「ろうそくをつくろう!」、「シャボン玉に入れてみよう!」は、今年も子供たちに大人気でした。



パロは今年も大勢の皆さんの心を癒してくれました。

当日はあいにくの雨となってしまいましたが、約1,300名の方にご来場いただきました。どうもありがとうございました。



工作教室は「液体万華鏡と立体万華鏡」と「日光写真」。実験教室は「光る人工いくら」と「真空の不思議」。どれも親子で楽しめる内容で、たいへん好評でした。



メイン会場ではクリーンエネルギーの世界を体験できる「燃料電池であそぼう!」コーナーをはじめ、「サーモグラフィー測定」、「血管年齢測定」、「エレキテル」などほかにもたくさんの科学に関する楽しい展示をご紹介します。

いつもは入れない研究室ってどんなところ? 近くで見て、触って、感じてみて。ラボツアーは子供たちの驚きと笑顔でいっぱいでした。



## 関西 センター

当日は、梅雨明け直後の猛暑にもかかわらず、朝早くからご家族連れ、お友達同士、近隣の企業からと、多くの方々が関西センターへ足を運んでくださいました。535名の来場者を得、無事終了することができました。



## 産総研

「きて! 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で「一般公開」を開催しています。中部センター(8月1日)、関西センター(8月4日)、四国センター(8月21日)、東北センター(8月22日)での体験コーナー、



科学教室「無重力を体験しよう」、「21世紀の巨大地震」では、楽しい講義だけでなく、身の回りのものを使った簡単な実験で、無重力や液化化現象を体感してもらいました。



実験教室では、燃料電池の実験や目の錯覚を利用した視覚の不思議さを実感していただき、科学の面白さ、楽しさを体験してもらいました。また、高齢者の運動能力や視覚の疑似体験を通して、日常生活環境が高齢者にとって非常に大変であることを認識していただきました。



コンピュータ制御が可能な組み立てブロックを用いたプログラム体験では、パソコンを使ってプログラミングを行い、実際にブロックを動かしてライトレースなどに挑戦してもらいました。グリーンプラスチックを用いたシャープペンシルのデコレーションなどの製作実習は大好評でした。





科学教室「ゴムは力もち」では、ゴムの歴史、種類、性質などを学び、ゴム弾性に関する実験を行いました。ゴムの弾性を利用したオリジナルのレーシングカーを作成し、みんなでゴムの力を体験しました。



「無重力」、「ミクロの化学実験」、「磁石に反応するカラフルスライム」、「立体映画で体験する偏光の不思議」の体験コーナーは、いずれも大人気でした。

展示コーナーでは「パロ」や「チョロメテ」が子供たちの人気者となっていました。また、「血管年齢測定装置」は行列ができるほど沢山の方にご利用いただきました。やはり健康に関するテーマには関心が高いようです。



「わくわく実験教室」では、発電の原理を学び、備長炭や十円玉と一円玉を使った電池を作って、電子オルゴールを鳴らす実験に挑戦しました。また液体窒素を使って、極低温の世界を体験しました。

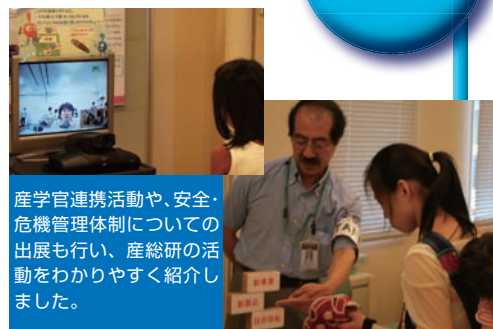
工作コーナーでは、微細加工技術を使った装置でオリジナルのハンコやキーホルダーの製作に挑戦しました。また原理を学びながらビーズ万華鏡や紫外線ビーズストラップを製作していただきました。工作コーナーは材料が不足するくらい大盛況でした。



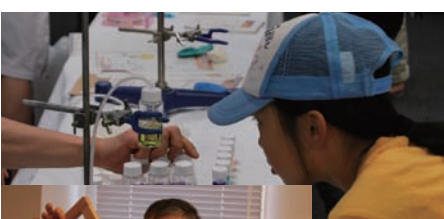
## 一般公開

展示コーナーなどをご報告いたします。産総研が行っている最先端の研究成果をご覧いただき、お子さまから大人まで、科学の楽しさにふれていただきました。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おります。

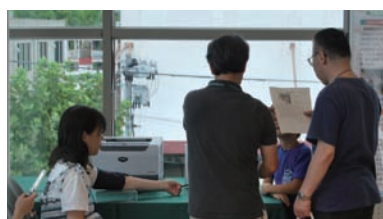
「移動地質標本館」では、黄鉄鉱を探し出すコーナーなどを通じて、地学への関心を誘っていました。また、「暮らしに役立つJIS」コーナーでは、装具を使った高齢者体験が好評でした。



産学官連携活動や、安全・危機管理体制についての出展も行い、産総研の活動をわかりやすく紹介しました。



「サイエンスコーナー」では、ポンプを使って圧力霧化を体験したり、カラフルなインクを使って渦のカタチを紙に写したりと、東北センターの研究にまつわる展示を行いました。そのほか、職員によるサイエンスマジックなども大好評でした。



工作コーナーの「紫外線ビーズでストラップを作ろう」は、参加待ちの行列ができるほどの大盛況でした。



「移動サイエンススクエア」では、ロボット「チョロメテ」「パロ」が大人気でした。また、初登場の血管年齢測定装置なども来場者の興味を惹いていました。

# 産総研オープンラボ開催のお知らせ

見る、聴く、話す。  
求める技術と出会う2日間!



昨年度に引き続き、産総研の研究成果や実験装置・共用設備などの研究リソースを企業の経営者・技術者、大学・公的機関の方々に広くご覧いただくために「産総研オープンラボ」を開催し、約300の研究テーマ、約200の研究室を皆さまに公開いたします。

本年は技術を俯瞰的にご理解いただく場として9ヶ所のパネル展示場（コア会場）を新たに設けます。さらにコア会場を起点につくばにある研究室にご案内し、来場者と研究者との対話を通して、産学官連携の一層の推進を図ります。是非この機会にご来場いただき、産総研の最前線に触れていただきたく、下記の通りご案内いたします。（ご参加いただくためには事前登録が必要です）

●事前登録はこちら。 <http://www.aist-openlab.jp/>

## 全体プログラム

### 2009年10月15日（木）

10:00~17:00

コア会場公開ならびにラボ公開

(10:00~13:00まではコア会場公開のみ)

13:00~15:30 開会式

13:00 「TIA-nano: つくばにおけるナノテク研究拠点形成」

産総研理事 伊藤 順司

13:30 「水素エネルギー利用社会の実現」

産総研 水素材料先端科学研究センター長 村上 敬宜

14:00 「どこでも使えるポータブルな電源をめざして」

産総研 コピキタスエネルギー研究部門長 小林 哲彦

14:30 基調講演

産業技術総合研究所 理事長 野間口 有

15:00 来賓挨拶

### 2009年10月16日（金）

10:00~16:30

コア会場公開ならびにラボ公開

#### 展示内容

##### 1. パネル集中展示

9つのコア会場でパネルの集中展示を行い、産総研のさまざまな研究成果を総覧していただきます。各コア会場独自の企画（ショートプレゼンテーションなど）も準備中です。

##### 2. ラボ見学（要予約）

つくば地区の研究室のうち約200ヶ所を公開し、装置などをご覧いただきながら、質疑応答を交えつつご説明いたします。

##### 3. 総合展示

産総研は、120年を越える歴史を持ち、高度かつ多様な研究と業務を行い、社会からの負託に応えてきました。その全容と運営について、特設展示会場にてご説明いたします。

##### 4. 地域センター研究成果展

産総研はつくばだけではなく、全国に拠点を展開しています。北海道・東北・臨海副都心・中部・関西・中国・四国・九州の各センターの主な研究成果と産学官連携の取り組みをご紹介します。

##### 5. 共同施設公開

産総研の共用施設は、産学官連携の要で

す。産総研は、MEMSビジネス棟やNPF（産学官共用ナノプロセッシング施設）などの共用施設と、さまざまな支援プログラムにより、研究者・技術者に対して、充実した研究開発支援ならびに人材育成を行っています。

##### 6. 産学官連携制度紹介

産学官連携の推進にむけたプログラムなど（共同研究、受託研究、技術研修、技術相談、工業標準化、知的財産の保護・利用など）を紹介するとともに、産学官連携コーディネータらによる相談窓口を設けます。

##### 7. 産総研技術移転ベンチャー紹介

産総研の技術を基にして起業したベンチャー企業の活動を紹介します。

##### 8. 産業変革イニシアティブ

技術の「悪夢（死の谷）」を乗り越えて新産業の創成を実現する新しい産学官連携の仕組みである「産業変革研究イニシアティブ」の成果を報告します。

##### 9. 産総研イノベーションスクール

平成20年度に開講したポストドク育成事業である「産総研イノベーションスクール」を紹介するとともに、スクール研修生によるポスター発表を行います。

## ●オープンラボ公開テーマ一覧

### ライフサイエンス

#### 脳・神経情報

- L-01 脳の情報処理原理の解明と実用化に向けて
- L-02 脳活動および直感的インターフェースによる外部機器制御
- L-03 ペプチドの機能改変技術の開発とその応用

#### 細胞・生体機能

- L-04 医薬品探索のための細胞アレイチップ
- L-05 器官形成のしくみの解明から創薬安全性スクリーニング系へ
- L-06 機能的食品・化粧品素材の探索
- L-07 体内時計の調節機能を有する食品成分の探索
- L-08 ゲノム科学による麹菌産業の新展開

- L-09 アシュワガンダの基礎と応用
- L-10 毒性を有するタンパク質の発現法
- L-11 光学顕微鏡下の非接触マイクロ操作の自動化技術
- L-12 金属酸化物ナノ粒子による in vitro での細胞応答評価手法の開発
- L-13 ポストゲノム時代の創薬基盤技術開発
- L-14 超耐熱性システイン合成酵素の実用化と立体構造
- L-15 遺伝子組換え植物による物質生産
- L-16 遺伝子組換え技術を用いて新しい植物を作る
- L-17 微生物によるものづくり - 有用蛋白質からファインケミカルまで -
- L-18 酵母を使ってタンパク質を低温下で生産する - 酵母低温誘導発現系 -

- L-19 一細胞の長時間連続イメージング技術の開発と応用
- L-20 健康・医療技術革新に発光生物の力を生かす

#### バイオマーカー・測定・情報処理

- L-21 微生物を活用した糖鎖・糖タンパク質生産
- L-22 糖鎖プロファイリングシステムの開発と応用
- L-23 LC/MS タンパク質大規模同定システム
- L-24 誰にでもできる糖鎖構造解析を目指して
- L-25 糖転移酵素を利用した糖鎖合成
- L-26 定量 PCR アレイの構築と糖鎖遺伝子発現プロファイリング
- L-27 NMR 分光法による生体高分子の立体構造解析
- L-28 固相トランスフェクション法を用いた創薬標的探索技術

- L-29 混合物溶液 NMR 計測による知識発見・評価・追跡
- L-30 薬物のバーチャルスクリーニングと化合物データベース
- L-31 マイクロチップ基板を用いた抗原抗体反応系の構築
- L-32 バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断法の開発
- L-33 ヒ素 (Ⅲ & V) の選択的捕捉剤の開発
- L-34 全血 1 滴から手軽に健康リスクを評価するラポチップ技術の開発
- L-35 産学官連携活動と生命情報科学人材養成コンソーシアム

## 人間福祉・計測

- L-36 動作同期・協調と社会的コミュニケーション
- L-37 ドライビングシミュレータを活用した運転行動計測
- L-38 運転行動計測車両とアイマークレコーダを用いた駐車行動計測
- L-39 動作機能の計測と解析—標準化および動作機能改善への応用—
- L-40 加齢や運動が動脈硬化、自律神経機能に与える影響をみる
- L-41 超音波による血管材料の特性評価
- L-42 時間分解型 NIRS による生体計測とファントムの開発
- L-43 X 線 CT による骨および生体材料計測
- L-44 ビデオカメラを使った簡易な計器モニタリング・ログ
- L-45 在宅使用可能な体内埋込み型人工心臓
- L-46 水素吸蔵合金を利用した動作支援のためのソフトアクチュエータ

## 情報通信・エレクトロニクス

### エレクトロニクス

- I-01 スピントロニクス技術による高速物理乱数発生器「スピндаイス」
- I-02 鉛フリー圧電セラミックス技術
- I-03 無電解めっき技術による LSI チップ接続技術
- I-04 精密計測・標準のための磁束量子デバイス
- I-05 Fe-NAND フラッシュメモリと強誘電体不揮発ロジック
- I-06 新超伝導材料開発と多バンド超伝導エレクトロニクス
- I-07 計測の世界を広げるスマートコンパクト電圧標準システム
- I-08 回路設計用 XMOS デバイスマodelと低消費電力 FPGA
- I-09 超伝導トンネル素子の拓く新しい物理
- I-10 マイクロファブ～半導体加工技術を革新的デバイス開発に活用～
- I-11 精密研削を用いたユニバーサル露光用シリコンキャリア
- I-12 Point-of-Care マイクロ流体遺伝子診断デバイス
- I-13 ミニマルファクトリー
- I-14 固体電解質を使って酸素分圧を自在に制御
- I-15 最表面原子の電子状態を捉える表面分析装置、EUPS
- I-16 IBEC イノベーション・プラットフォーム
- I-17 超高压ステーション：結晶格子の人工的な圧縮で実現する新機能開発
- I-18 強相関エレクトロニクスとスピン SEM による磁気イメージング
- I-19 極限構造トランジスタの開発

## ロボティクス

- I-20 RT ミドルウェア技術
- I-21 作業サービスロボット技術
- I-22 ロボット用音声対話ツールキット
- I-23 人と安全に共存する双腕型の次世代産業用ロボット
- I-24 福祉用ロボットアームの操作支援システム
- I-25 電動車いすのための屋内走行システム
- I-26 小型・軽量パーソナルモビリティロボット
- I-27 屋外自律移動ロボットの要素技術とその応用
- I-28 触覚を通じて人間がリードするヒューマノイドロボット

## ソフトウェア技術

- I-29 キャッチ力の高い情報アイデンティティを表現する二次元符号
- I-30 情報漏えいやフィッシング詐欺などに耐性のある認証/ストレージ
- I-31 システムの不具合防止とバグ検知：形式手法で安心安全 No.1
- I-32 音声によるマルチメディアの内容検索
- I-33 フレキシブルなプレゼンテーションシステム
- I-34 シリアルバスを用いた省配線システム
- I-35 家電機器による伝送障害に強い屋内外用電力線通信方式
- I-36 地球観測衛星データの活用システム：GEO Grid
- I-37 ディペンダブル・リアルタイム OS カーネル ART-Linux
- I-38 ヒューマンエラー対策技術
- I-39 システムの不具合防止とバグ検知：形式手法で安心安全 No.2
- I-40 連携検証施設さつき～検証クラスタと組込み適塾～

## フォトニクス

- I-41 超高速半導体光ゲートスイッチによる 160Gbps 光信号処理技術
- I-42 160Gbps 超高速光信号処理用の半導体光デバイス技術
- I-43 シリコン光導波路を用いた集積型光スイッチ
- I-44 光パラメトリック過程を応用した光ネットワーク用機能デバイスの開発
- I-45 超短パルスレーザー
- I-46 光信号波形計測
- I-47 量子ドット太陽電池
- I-48 導波モードを用いた高感度センシング
- I-49 超高密度光ディスク/大面積ナノ構造デバイス
- I-50 有機半導体材料の開発
- I-51 強相関フォトエレクトロニクスの研究開発
- I-52 印刷で作製する柔らかな素子—次世代情報端末デバイスの開発—
- I-53 全印刷法による有機 TFT アレイの作製技術
- I-54 ペンタイプ・リソグラフィ技術
- I-55 酵素-基質間相互作用の定量的評価
- I-56 レーザー微細加工技術
- I-57 網膜の酸素レベル計測と生活習慣病の早期発見
- I-58 高倍率・広視野レーザー顕微鏡
- I-59 ガラスインプリント技術

- I-60 2 個の光子を効率良く吸収する材料
- I-61 偏光 EL 素子

## ナノテクノロジー・材料・製造

### ナノチューブ

- N-01 高純度半導体単層 CNT を用いたトランジスタ・太陽電池の開発
- N-02 スーパーグロスカーボンナノチューブの量産・用途・素子開発
- N-03 カーボンナノチューブの量産・加工・分散・評価
- N-04 有機ナノチューブの大量合成
- N-05 バイオナノチューブの包接・徐放機能

### ナノテクノロジー

- N-06 動かせる微小なシワ“マイクロリンクル”とその応用
- N-07 エバネッセント光の干渉による半導体発光の超高効率取出し技術
- N-08 電子顕微鏡による高分子ナノ構造解析
- N-09 ナノのすきまで記憶する～ナノギャップ型新規不揮発性メモリ～
- N-10 異種高分子およびフィルターをナノ分散・混合する高せん断成形加工
- N-11 種々の溶媒を擬固体化する新しいゲル化剤
- N-12 色変化するナノ粒子による調光・表示素子
- N-13 光書き込みによる記録・表示材料

### 革新的製造技術

- N-14 ロボットへら絞り（異形状のスピニング加工）
- N-15 MEMS 技術による 3 次元ステージと計測技術
- N-16 トライボロジー特性評価技術
- N-17 エアロゾルデポジション&レーザ援用インクジェット法
- N-18 球面モータ
- N-19 微細形状測定装置の開発
- N-20 小径管加工に特化したレーザ電解複合加工機
- N-21 MEMS からネットワーク MEMS へ
- N-22 Macro BEANS のメーター級大面積高機能デバイス実現化戦略
- N-23 微細パターンの低コスト・量産化技術「ナノインプリント」
- N-24 電磁気を用いた先進非破壊評価システムの開発
- N-25 作業中の疲労・ストレスの計測
- N-26 摩擦を見る—摩擦中の潤滑油分子の挙動観察—
- N-27 オンデマンド製造技術
- N-28 超音波による非接触操作技術
- N-29 バイオユニット集積製造プロセス技術—生体に学び、生体を超える—
- N-30 テーラードリキッドを用いた有機光テープモジュールの開発

### マテリアルイノベーション

- N-31 ダイヤモンドをエレクトロニクスに活かす
- N-32 ダイヤモンドウエハ
- N-33 ダイヤモンドをバイオに使う
- N-34 次世代型リチウム二次電池のための高性能酸化物材料の製造技術
- N-35 光反応を用いた酸化物材料の低温合成
- N-36 サステナブルマテリアル研究部門における研究開発

N-37	異周速圧延によるプレス加工可能な Mg 板材の開発
N-38	太陽エネルギーの入射を制御する調光ガラス及びフィルムの開発
N-39	ハスクレイ：シリカアルミナ系の安価な高性能吸放湿材料
N-40	未来型環境対応プロセスによる鉛フリー青銅合金の鑄造技術
N-41	高耐熱性排ガス浄化触媒の開発
N-42	高信頼性マグネシウム鍛造部材製造技術の開発
<b>データベースとソフトウェア</b>	
N-43	持続可能性に係わる事象の関連性可視化
N-44	DDS シミュレータ
N-45	フラグメント分子軌道 (FMO) 法
N-46	設計ループを迅速にまわす次世代型 CAE の研究
N-47	技術・技能の継承・共有化ツール「加工テンプレート」
N-48	現場で測る・見える化技術
N-49	設計製造支援アプリケーション開発実行ツール MZ Platform
N-50	拡張現実感技術を用いた対話的作業支援
N-51	インターネット公開「加工技術データベース」
<b>環境・エネルギー</b>	
<b>再生可能エネルギー</b>	
E-01	宇宙からのマイクロ波送電が及ぼす環境への影響評価技術
E-02	太陽光発電技術の最新線
E-03	色素増感太陽電池
E-04	バイオマスのエネルギー総合利用技術の開発
E-05	非食用バイオマスからのバイオ燃料製造技術
<b>分散型エネルギー技術</b>	
E-06	2050年の省エネ社会を支えるエネルギー半導体技術
E-07	高温超電導のパワー応用
E-08	水素貯蔵材料の開発と構造解析
E-09	固体酸化物燃料電池材料の耐久性・信頼性向上のための基礎研究
E-10	メタンハイドレートとビジネスチャンス
E-11	リチウム電池・燃料電池用導電体材料を設計するための評価技術
E-12	水素材料先端科学研究センター3年間の歩み
E-13	安全で経済的に成り立つ水素利用社会の実現を目指して
E-14	水素物性データベース・水素物性ライブラリ開発
<b>環境に優しい化学技術</b>	
E-15	新世紀の化学反応とプロセス
E-16	低圧損失操作が可能な大量ガス処理システム
E-17	希釈用の有機溶剤を全廃した高意匠性スプレー塗装の実現
E-18	イオン液体を用いたゼロエミッション CCS
E-19	省エネルギー・環境低負荷の化学反応を可能とするマイクロ波反応装置の開発
E-20	微細な孔を持つゼオライト膜の開発と水分離への応用
E-21	高温高圧水によるナノ粒子合成と応用
E-22	高温高圧水を使った物質製造のブレイクスルー～生理活性物質の簡便合成～
<b>環境・エネルギー材料技術</b>	

E-23	熱電材料および熱発電モジュールの評価技術
E-24	赤外線イメージ炉を用いたガラスチップの光スキャニング接合法の開発
E-25	ナノ粒子液相分散系の調製
E-26	エネルギー機器用耐熱・軽量材料技術
E-27	350℃耐熱の水蒸気バリアフィルム
E-28	バイオベース エンジニアリングプラスチック [ポリアミド4]
E-29	バイオディーゼル副生グリセリンからのバイオプラスチックの生産
<b>環境の計測と浄化/リサイクル</b>	
E-30	チャンバー実験による大気微量成分の環境影響評価
E-31	流路型水晶振動子式免疫センサシステム
E-32	クラスターの質量分析
E-33	光触媒材料性能評価のための標準化技術
E-34	キラル医薬品の製造プロセスに活用する VCD 構造解析技術
E-35	プラズマ触媒を用いた VOC 分解技術
E-36	シリカナノ空間の構造制御と機能化
E-37	プラスチックの再資源化技術
E-38	PAHs 汚染土壌の植物による浄化及びその促進法
E-39	粒子の粉碎・選別・制御・合成によるリサイクルの高度化
E-40	非鉄金属スクラップの自動ソーティングシステム
E-41	金属リサイクル技術の研究
E-42	新しい水処理技術
E-43	ピッチ可変型アレイスポット
E-44	高性能・長寿命ホルムアルデヒド酵素センサーの開発
<b>環境に優しい自動車技術</b>	
E-45	新燃料エンジンシステムと燃料性状評価技術
E-46	輸送用燃料のクリーン化触媒技術
E-47	ディーゼル排出ガス浄化用熱回収型コンバータの開発
E-48	ディーゼル排出ガス浄化触媒の開発
E-49	ディーゼル排出ガス中の粒子状物質計測技術
<b>安心・安全のための科学</b>	
E-50	爆発実験施設見学ツアー
E-51	社会の安全と持続可能性を科学する
<b>地質</b>	
<b>国土の基盤情報の整備</b>	
G-01	地質情報ライブラリー
G-02	最新陸域地質図及び地球物理図展示
G-03	地球化学図 地球化学標準試料
G-04	地質標本データベース
G-05	活断層データベース
<b>海洋、地下構造、水環境、地質環境</b>	
G-06	瀬戸内海における沿岸海洋研究
G-07	関東平野の地下地質情報
G-08	物理探査による土壌汚染の調査
G-09	超深地層における地下水化学・生物化学環境の調査手法
G-10	地下水を知る！使う！
G-11	希ガス同位体質量分析装置 - 地下水の起源・滞留時間を探る -
G-12	岩盤特性の計測・評価技術の研究

G-13	有害元素による土壌汚染評価技術
G-14	土壌汚染リスク管理技術
<b>地震と火山</b>	
G-15	地震とその災害の予測を目指す地球科学
G-16	地下水等総合観測による東海・東南海・南海地震予測
G-17	レーザー変位計を用いて地殻浅部の応力方位を測定する
G-18	高温高圧岩石変形試験機 - 地震発生メカニズムの解明に向けて -
G-19	高圧下岩石融解装置 - 火山噴火メカニズムの解明に向けて -
G-20	大型二次イオン質量分析装置 - 高感度で固体表面を局所分析する -
<b>地質資源</b>	
G-21	海底資源探査開発のための3次元可視化研究
G-22	レアメタル資源の安定供給にむけて
G-23	メタンハイドレート分布域におけるメタン生成微生物の分布と活性
G-24	温泉発電・熱利用の全国展開を目指して
G-25	高性能水蒸気・二酸化炭素吸着剤「ハスクレイ」の開発
G-26	ナノテクノロジーの鉱物反応への適用
<b>標準・計測</b>	
<b>先端計測技術開発</b>	
S-01	水晶振動子センサーを用いたガス検出・濃度計測およびプラズマ診断
S-02	小型加速器による LCS-X 線とテラヘルツ電磁波の生成と先端計測応用
S-03	電子蓄積リング「TERAS」による先端分析技術
S-04	陽電子マイクロプローブを用いた極微欠陥分布3次元イメージング
S-05	乾電池駆動高エネルギー X 線非破壊検査装置
S-06	壊れやすい超電導状態で実現する真の質量分析
S-07	原子間力顕微鏡による精密ナノ計測
S-08	固体 NMR による材料のナノ構造解析とスペクトルデータベース
S-09	微小粉末による結晶構造解析
S-10	光・電子機能デバイスにおける電子の速い動きをみるレーザー分光計測システム
S-11	電子分光透過型電子顕微鏡技術～軽元素材料のナノレベル観察技術～
S-12	極安定パワフルオロアルキルラジカルの革新材料としての産業応用
S-13	不活性ガス融解 - 赤外線検出法によるマグネシウム地金・合金中酸素の定量
S-14	デジタル超解像技術による顕微ラマン分光の高度化
<b>生産計測技術開発</b>	
S-15	圧電体薄膜を用いた高温高圧圧力・振動 (AE) センサの開発
S-16	ユビキタスエコーで健康を診る
S-17	応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出
<b>時間・長さ標準</b>	
S-18	原子時計と一次周波数標準器

S-19	次世代の原子時計：Yb 光格子時計の開発	S-32	非接触温度計測の高精度化と3000℃までの新しい高温標準	S-43	レーザーパワー標準：1兆分の1 Wまでの絶対値精密評価への招待
S-20	利便性の高い校正を実現した時間周波数校正システム	S-33	インターネットから使える熱物性データベース	S-44	多様化する照明産業のための新しい標準器の開発
S-21	光ファイバによる周波数標準の高精度供給装置	S-34	アボガドロ国際プロジェクト・シリコン球体の直径の超精密計測	化学・環境・先端材料分野	
S-22	生産現場を支えるブロックゲージとその校正技術の新展開	S-35	インクジェット方式の気中粒子数濃度標準	S-45	環境配慮設計のための標準物質開発とトレーサビリティ
S-23	自己校正機能付きロータリエンコーダと角度標準	電気・電波標準		S-46	環境・食品の安全を支える標準物質と分析技術
力学・音響・振動・流量標準		S-36	省エネ・環境改善につながる電流センサ評価技術と高調波計測標準	S-47	環境大気の質を計る物差し
S-24	超音波治療、音響化学に必要な強力水中超音波計測標準技術の開発	S-37	量子ホール効果を基準にした超高性能小型抵抗器の開発	S-48	信頼性の高い環境標準物質と正確な有機環境分析法
S-25	全自動音響式体積計の開発	S-38	量子効果に基づく任意波形信号発生器の開発	S-49	臨床検査用標準物質の開発 - 検査データの国際整合化を目指して -
S-26	遠隔地にある圧力計を校正するための技術開発	S-39	高周波電気計測	S-50	世界最小の目盛りを持った「ものさし」の開発 - 膜厚標準 -
S-27	振動加速度標準・校正範囲とトレーサビリティの拡張に向けて	S-40	アンテナ評価のための電波暗室とアンテナパターン計測技術	S-51	陽電子寿命による超微細空孔測定と標準物質
S-28	エネルギー・環境計測に役立つ気体流量・気体流速標準	光放射・量子放射標準		S-52	ナノ粒子径計測の問題解決を目指して
S-29	水流量校正設備ならびに石油流量校正設備	S-41	マンモグラフィ X線診断の安心安全のための X線標準の開発	標準・計測 技術交流活動	
温度・物性標準		S-42	前立腺がんを狙い撃ち - 線源刺入治療を支える小線源の線量標準 -	S-53	NMIJ 計測クラブ
S-30	温度の国家標準	総合化			
S-31	温度計校正用クロードサイクル冷凍機	サービス工学			
		A-20 行動と心の科学			

## 「連携千社の会」交流会報告

7月30日に東京ステーションシティ サピアタワーにて「連携千社の会」交流会（産総研主催、(財)日本産業技術振興協会共催、経済産業省後援）が開催され、159人の参加がありました。この交流会の目的は、「連携千社の会」会員と産総研との対話や連携を促進し、会員同士の交流の場を積極的に設けることでわが国のイノベーション推進を加速させることです。交流会は野間口理事長の挨拶で幕を開け、経済産業省 産業技術政策課長の石川氏の基調

講演、日本産業技術振興協会 専務理事の佐村氏、北里研究所生物製剤研究所副所長の五反田氏、青山学院大学法学部教授の菊池氏、産総研の田中参与、(株)アプライド・ビジョン・システムズ社長の高橋氏によるイノベーション関連施策や事業事例についての報告をいただきました。また、産総研が発した“CHLAC”、“パロ”、“HRP4C”の技術紹介および実物展示、産学官連携コーディネータによる技術相談も行いました。

講演会後の懇親会は「連携千社の会」会員と産総研職員との活発な意見交換の場となり、さらなる促進が期待されます。



講演会の様子

## 報告

## 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/>

2009年10月 → 2009年12月

9月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>10 October</b>			
3日	産総研一般公開(九州センター)	鳥栖	0942-81-3606 ●
5日	新燃料自動車技術研究センター研究発表会	東京	029-861-7265 ●
6日～10日	CEATEC JAPAN 2009	千葉	03-5298-4715 ●
15日～16日	産総研オープンラボ	つくば	029-862-6111 ●
23日	産総研・技術情報セミナー「経済産業省 技術戦略マップ2009説明会」	つくば	029-862-6122 ●
28日	産総研本格研究ワークショップ	福岡	0942-81-3590 ●
30日	計測標準フォーラム合同講演会	東京	029-861-4118 ●
<b>11 November</b>			
7日	産総研一般公開(北海道センター)	札幌	011-857-8428 ●
24日～26日	日韓国際セラミックスセミナー	つくば	03-3503-4681
25日～28日	2009国際ロボット展	東京	03-5298-4715 ●
<b>12 December</b>			
2日～4日	セミコン・ジャパン2009	千葉	03-5298-4715 ●
11日	分散型エネルギーシンポジウム～分散型電源に求められる技術～	東京	029-861-8942 ●

●は、産総研内の事務局です。

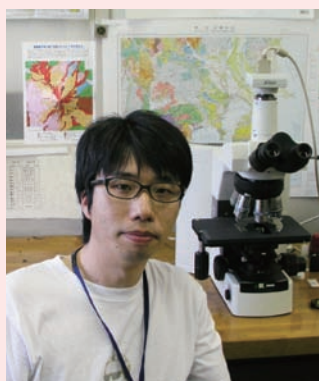
## ボーリングコアから探る平野の地下地質

地質情報研究部門 平野地質研究グループ 納谷 友規 (つくばセンター)

地質情報研究部門では、陸域・海域における地質調査に基づいて地質情報を整備し、それらを公共財産として広く世の中に提供しています。納谷さんが所属する平野地質研究グループでは、都市域とかかわりの深い平野を構成する地質の実態解明を目的とした研究が行われています。その中で納谷さんは、関東平野中央部の地下地質の解明と、5万分の1地質図幅の作成を中心に研究を行っています。平野の地質を理解するためには、足下に広がる地下の情報が不可欠ですが、ボーリングコアは多くの情報を提供します。納谷さんは、特に珪藻化石という微化石を用いたボーリングコアの詳細な解析に取り組んでいます。



野外調査の様子



## 納谷さんからひとこと

地下地質の高精度な解析を行うためには、ボーリングコアから多くの情報を引き出す必要があります。私は、珪藻化石を使った研究手法を最大限に活用するとともに、ほかの手法と組み合わせることにより、私たちが生活している平野の地下地質の対比・年代決定手法の開発を行っています。珪藻化石は地層ができたときの環境と地質時代を知るためにとても有用な化石です。珪藻化石の研究は顕微鏡をのぞき続ける地味な仕事ですが、まだまだ解明されていないことが数多くあります。防災や産業立地を考える上でも重要である平野の地下地質の解明に貢献できるように、日々研究を積み重ねていきたいと思えます。

表紙

上：トアレイク鉱床の鉱石 (p. 3)  
下：電量中和滴定装置の反応セル (p.25)

産 総 研  
TODAY

2009 October Vol.9 No.10

(通巻 105号)  
平成21年10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。