

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

8

2009
August

Vol.9 No.8

特集

02 蓄電池・燃料電池研究の新展開

低炭素社会の実現を目指して

産総研の蓄電池・燃料電池研究開発

カーボンナノチューブキャパシタの開発

ナノテクを用いた高出力型リチウム二次電池の産官学連携開発

高エネルギー密度蓄電池の構築を目指して

ユビキタスエネルギーデバイスの構造解析

実用化近づく固体高分子形燃料電池の課題への取組み

高効率固体酸化物形燃料電池システムの技術開発

リサーチ・ホットライン

- 16 安価な糖から生理活性物質HMFを迅速に製造
高温高圧マイクロリアクターにより実現
- 17 分散電源の大量導入を可能にする新電力素子を開発
短絡電流を瞬時に抑制する低損失超電導薄膜限流素子
- 18 超伝導転移端センサーによる光子数識別技術
計測標準の高度化や量子情報通信の究極的な安全性につながる技術
- 19 質量分析法の限界を克服する新技術
同一の質量電荷比で価数が異なるイオンの識別に成功

パテント・インフォ

- 20 健康分野へ応用可能な包接機能の新材料
(1→4)-β-グルコシド型糖鎖からなる新規ゲル構造体
- 21 共役系オリゴマー液晶
液晶性と光電子物性を併せもった有機化合物

テクノ・インフラ

- 22 灯油中硫黄の高感度化学形態別分析方法
燃料電池用燃料の精製方法の開発に威力を発揮
- 23 海底堆積物の熱物性を推定する方法の開発
堆積盆における燃料資源ポテンシャルの推定を目指して



蓄電池・燃料電池研究の新展開

低炭素社会の実現を目指して

産総研の蓄電池・燃料電池研究開発

エネルギー技術開発の動向

地球温暖化や化石燃料の有限性など環境・エネルギー問題の解決は、人間社会の持続可能な発展のための最重要課題の1つであり、エネルギー分野における新技術の開発と普及への期待が高まっています。また、昨年来の経済危機と相まって、世界各国で新産業の創生につながる環境・エネルギー政策が強力に推進されています。産総研はこうした社会ニーズに的確に応えるため、太陽光、風力、地熱、バイオマスなど再生可能エネルギー技術、低炭素燃料や水素などのクリーン燃料技術、燃料電池などの高効率エネルギー変換技術やこれらを横断的に支えるエネルギー貯蔵・輸送などの研究開発に精力的に取り組んでいます。

2050年における二酸化炭素排出量の大幅な削減目標を達成するためには、あらゆる新技術を多面的に導入した革新的なエネルギーシステムを実現する必要があります。次ページの図に、将来のエネルギーシステムのイメージを示します。このようなエネルギーシステムを構築する上でキーテクノロジーとなるのが、各種の電池技術です。ここでは、産総研で進められている「蓄電池（二次電池）」および「燃料電池」に関する最前線の研究を紹介します。

エネルギー分野における蓄電池・燃料電池技術の役割と用途

まず、蓄電池と燃料電池には同じ「電池」という言葉が使われていますが、その機能は全く異なります。

「蓄電池」(リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、ナトリウム硫黄電池な

どの二次電池)は電力を貯蔵し必要なときに電力を取り出して利用するもので、大規模太陽光発電や風力発電の出力平準化用の大容量定置型から、電気自動車やハイブリッド自動車などの駆動用電源、身近なところでは携帯電話やノートパソコン用の電源などに使われています。特に排気ガスや二酸化炭素を出さない電気自動車用の電池については、2009年に市販車が市場に投入されることを受け、世界中で技術開発が活発化しています。

一方、「燃料電池」(固体高分子形、固体酸化物形など)は水素などの燃料を用いて発電するもので、小型ながら系統電力の平均値並みの高い効率で発電し、同時に発生する熱も利用することでさらに高い総合エネルギー利用率を達成できる特徴があります。また、燃料として水素以外にも天然ガスやバイオガス、さまざまな液体燃料まで多様な燃料を利用できる利点もあります。工場やビル、あるいは家庭などの電気と熱を供給する設備や、燃料電池自動車の電源、パソコンや携帯電話の電源まで、クリーンで高効率な発電デバイスとして幅広い利用が期待されています。

産総研における蓄電池・燃料電池研究

産総研では多様かつ高度な専門技術を駆使し、材料・デバイスの開発、反応・劣化機構などの解析、さらには統合制御・運用技術まで、幅広い視点から蓄電池や燃料電池の研究に取り組んでおり、ユビキタスエネルギー研究部門、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、エネルギー技術研究部門

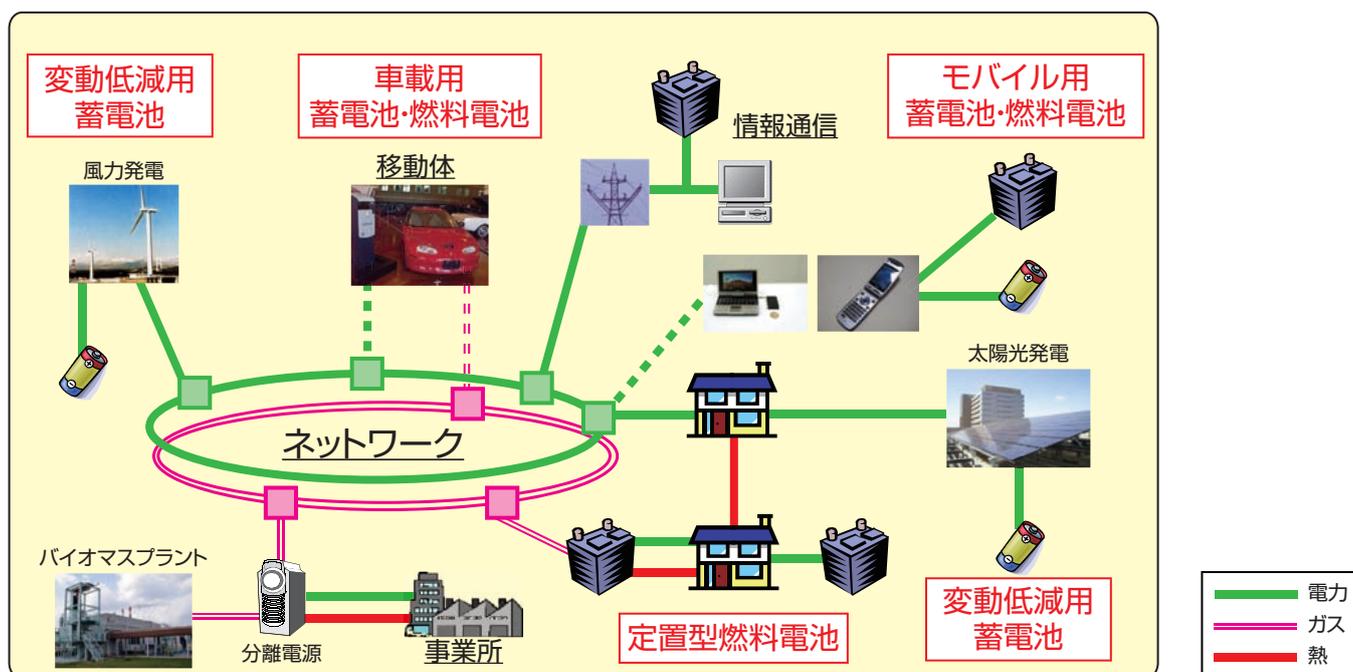


が中心となって進めています。

ユビキタスエネルギー研究部門では、固体高分子形燃料電池や蓄電池を始めとする新しい小型・携帯・移動体のエネルギー供給/電源技術の開発を目標に、高度な解析評価技術を駆使して、材料探索からシステム化まで体系的に取り組んでいます。

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターでは、主に車載用の固体高分子形燃料電池の低コスト化を目標に、燃料電池の基本要素である「電極触媒」・「電解質」やこれらの中で起こる「界面物質移動現象」について、基礎科学的な視点から取り組み、燃料電池材料技術のブレークスルーや規格化・標準化につながる知見の集積を進めています。

エネルギー技術研究部門では、クリーンな分散電源を中心とした電力・熱・化学エネルギーの統合的マネジメントによる分散型エネルギーネットワークの構築や、これを支える固体酸



分散型エネルギーネットワークのイメージ図

化物形燃料電池、革新的蓄電デバイス開発など、総合的なエネルギー技術の研究を推進しています。

この特集では、

- (1) 大容量電気化学キャパシタ用炭素電極材料の開発
- (2) ナノ材料を用いた高パワー・高エネルギー密度二次電池の開発
- (3) 高エネルギー密度・高出力密度型電極材料の研究
- (4) 電子顕微鏡を用いたリチウムイオン電池の劣化機構解析
- (5) 分光光学および電気化学的手法を用いた固体高分子形燃料電池の劣化解析研究

(6) 固体酸化物形燃料電池の発電特性解析・規格標準化・劣化解析技術の研究

の研究トピックスを紹介します。また、今回は取り上げていませんが、時間的に変動する太陽光発電や風力発電などを効果的に組み合わせるシステムについても基礎的な研究を進めています^[1,2]。

今後、これらの研究を取り入れた革新的な高性能蓄電池・燃料電池が実現し、低炭素社会のための新しいエネルギーシステムが構築されていくことを期待しています。

研究コーディネータ
おおわだのよしろう
大和田野 芳郎

イノベーション推進室
環境・エネルギーチーム
きたもと だい
北本 大
つるしま のぶお
鶴島 修夫
なかむら いさお
中村 功
ひめだ ゆういちろう
姫田 雄一郎

参考文献

- [1] 安芸 裕久: 産総研 Today, 7(6), 36 (2007).
- [2] 大和田野 芳郎 他: 産総研 Today, 8(8), 2-11 (2008).

カーボンナノチューブキャパシタの開発

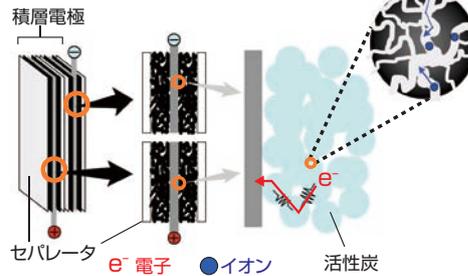
ハイパワーで長寿命な蓄電デバイス“キャパシタ”

風力発電など出力変動の激しい自然エネルギーの平準化用途、ハイブリッド自動車の電力回生用途など、瞬時に電気の出し入れができ、交換せずに長く使えるといった性能を蓄電システムに求める応用分野が増えています。省エネルギー・低環境負荷社会の実現には、二次電池に大容量化という進化を求める一方で、その対極の性能ともいえるパワー特性や寿命特性を極めた蓄電デバイスも必要不可欠です。電気二重層キャパシタは、化学反応を伴わない仕組みで電気を蓄える、ハイパワーで高耐久性の蓄電デバイスです。

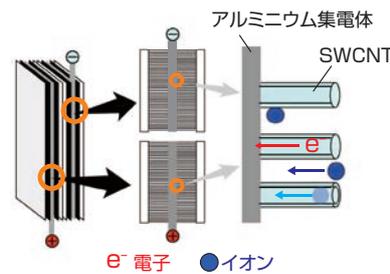
カーボンナノチューブキャパシタの可能性

産総研が開発した高純度単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の大量合成法 (スーパージョイント法) のような製造技術の進歩とともに、SWCNT独特の電気化学特性と優れたキャパシタ電極性能が明らかになってきました^[1,2]。キャパシタのパワー密度は、セルを構成するさまざまな部材中での、電子とイオンの移動抵抗によって決まります。現状のキャパシタ電極は活性炭粉末をシート成型したものであるため、粒子間の電気抵抗や粒子内の複雑な形状の細孔によるイオンの拡散抵抗が大きく、電子とイオンの移動抵抗をこれ以上低減させるのは困難です。これに対して、SWCNTの一本一本を空間配列させるナノ構造設計によって、抵抗が理想的に小さい電極、すなわち極めて高パワー密度のキャパシタを実現することがで

活性炭を使用したキャパシタ電極



SWCNTを使用したキャパシタ電極

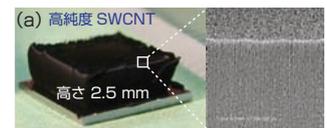


カーボンナノチューブにより実現するキャパシタ電極の構造

きます。キャパシタの欠点といわれるエネルギー密度についても、SWCNTの独特な電子構造に起因した蓄電機構や、これまでの電極材料に比べて高い電圧での作動が可能なることから向上が期待されます。

実用化への取り組み

カーボンナノチューブキャパシタの実用化には、SWCNTの工業的な大量製造技術が必要不可欠です。現在最も有望な方法として、スーパージョイント法による量産化が検討されています。他方、SWCNT電極のさまざまな



SWCNTを用いたキャパシタ (電極積層型セル、3.5 V、40 F)

実用的メリットも明らかになってきました。SWCNTは繊維状であることから、紙すきの要領でシート化ができるほか、スーパージョイント法で合成したSWCNTは単純にプレスするだけでも柔軟な電極シートを与えることがわかっています。このSWCNT電極を両極としたキャパシタセルがすでに試作されていて、エネルギー密度、パワー密度において、市販のキャパシタの2～3倍の性能を示しています。

エネルギー技術研究部門
はとり ひろあき
羽鳥 浩章

参考文献

- [1] D. N. Futaba *et al.*: *Nat. Mater.*, 5(12), 987-994 (2006).
- [2] O. Kimizuka *et al.*: *Carbon*, 46(14), 1999-2001 (2008).



ナノテクを用いた高出力型リチウム二次電池の産官学連携開発

はじめに

高出力型リチウム二次電池は地球温暖化対策効果が大きく、また同時に産業競争力の向上に貢献するプラグイン・ハイブリッド車や電気自動車の市場導入を加速するため、現在世界各国で熾烈な開発競争が繰り広げられています。世界的に環境技術への関心が高まる中で大容量・高出力型のリチウム二次電池は、エネルギー技術における重要なイノベーションとなっています。

このような背景の下、私たちの研究チームは電極材料のナノ化により電池の高出力化が実現すると考え、これまで想定されていなかった活物質サイズ、すなわちナノメートルサイズの結晶を電極に用いた大容量・高出力型リチウム電池の可能性を理論的・実験的に検証してきました。ここでは電力技術でのナノテクノロジーの有効性とそれらのイノベーションの迅速な産業化を目的とした産官学垂直連携プロジェクトについて紹介します。

ナノテクを用いたリチウム電池の高出力化

プラグイン・ハイブリッド車用の二次電池は、エネルギー密度と出力密度を同時に兼ね備える必要があります。次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発（NEDOプロジェクト）ではプラグイン・ハイブリッド車用電源の性能目標値としてエネルギー密度200 Wh/kg、出力密度2.5 kW/kgを掲げ、これを実現する要素技術の開発を開始しました。これは数分程度で現在のリチウム電池以上の容量を入出力さ

せるスピードであり、電極材料の格段の高出力化が要求されています。

では、活物質のナノ化により高出力型電池がどのようにして実現するかについて説明します。活物質中における蓄電メカニズムは、イオン拡散と電子伝導による電気化学反応が起因しています。活物質内におけるリチウムイオンの拡散係数を 10^{-13} cm²/s程度と見積もると、厚さ5 nmの活物質をイオンが拡散する時間はたかだか1秒となります。ほかの電荷移動過程、例えば電解液中のイオン拡散や活物質表面の電荷移動、さらには電子伝導などが十分速ければ活物質は秒オーダーで充放電できることになります。さらに、ナノ結晶電極では、表面物性に起因する擬似容量貯

蔵や量子サイズ効果も考えられます。これらのナノサイズ効果を利用すれば、化学量論で予想される理論値以上のリチウムを貯蔵できる可能性もあります。私たちのグループではこのようなナノ結晶活物質の高出力電極特性を確認するため先進的なプロセスを用いてナノ結晶活物質を合成し、その高速充放電特性を評価しました。

産官学垂直連携による高出力リチウム電池の開発

高性能ナノ結晶電極の実証研究を短時間でイノベーションにつなげることを目指し、NEDOプロジェクト「低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型二次電池の研究開発」

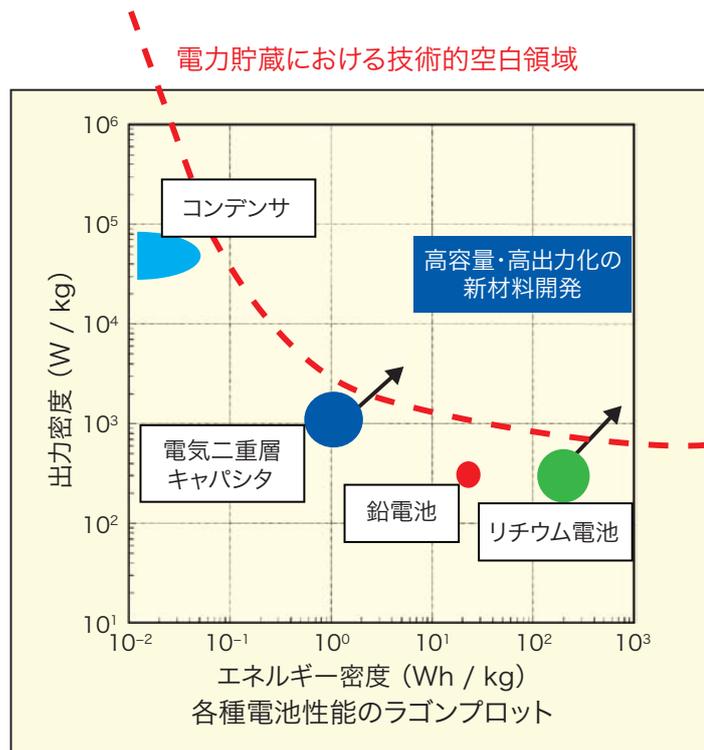


図1 大容量・高出力型電池への期待

において長崎大学、産総研、日立マクセル(株)、富士重工業(株)の4つの参画機関による垂直連携開発を行いました。この連携開発では大学・産総研で高出力特性が期待されるナノ結晶活物質の合成とその電気化学的な特性の評価を行い、電池メーカーでは得られたナノサイズ活物質を用いた電池セルの試作・評価を行いました。

図2に開発したナノ結晶電極の例を示します。長崎大学では高出力化が期待できるメソポーラス構造電極を目的に、逆オパール構造のチタニア電極のコロイドテンプレート法による合成に成功しました。これらの三次元的に連続した多孔体構造をもつ電極では100 nmサイズの空孔内は電解液で満たされているため、電極全体にイオンが高速で拡散できます。また固体部分の厚さも50 nm程度であるためイオンを高速で固体内に貯蔵することが可能です。これらのメソポーラス電極の電気化学的な特性を評価したところ、大容量・高出力型電極として用いることが可能であるとわかりました。また、産総研では水熱合成法を用いてナノ結晶

のコバルト酸化物 LiCoO_2 の合成を行い、6 nmから27 nmの範囲で活物質の精密なナノメートルレベルのサイズ制御に成功しました。さらにこれらの電極の充放電特性を評価したところ、微細化するにしたがって高出力化が可能となり、9 nmサイズの活物質では100 C*、すなわちわずか36秒の時間での充放電が可能でした。これらの実験結果は数分以内の充放電性能が要求されるプラグイン・ハイブリッド車の電池開発に対してナノ結晶活物質の適用が有効な技術戦略であることを示唆しています。

次に垂直連携の利点を活かして、これらの基礎研究で明らかとなったナノ結晶活物質の優れた電極特性の製品への応用可能性を検討するため、電池セルの試作と性能評価を行いました。電池セル試作試験は日立マクセル(株)が担当し、標準的な仕様のラミネート型セルを作製して評価しました。

試作した電池セルでは負極には100 nmの $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 電極を用い、正極には最適な活物質サイズを見出すために、55 nm ~ 200 nmの範囲の LiMn_2O_4

ナノ結晶活物質を用いました。正極 LiMn_2O_4 で容量保持率と活物質サイズの関係性を調べると、活物質の粒子径が小さくなると1 A/g以上の高速充放電条件でも十分な容量があり、結果として55 nmサイズの活物質が最も出力特性に優れていることがわかりました。図3に150 nmと55 nmの粒子径をもつ LiMn_2O_4 ナノ結晶電極の放電特性の電流密度依存性を示しました。リチウムイオンの拡散理論に基づいた計算では、活物質レベルでは100 nm以下の粒子径であれば粒子内でのリチウムイオンの拡散は100 Cの充放電速度にもおおよそ対応できることとなりますが、実際の試作電池セルでの実験結果からは20 C (図の2.0 A/gに対応)でも70 mAh/gまで充放電可能な高出力特性を得られることがわかりました。

図4に、このプロジェクトで試作した電池セルの写真を示します。ラミネートセルにおいて既存リチウム二次電池製品の性能をはるかに超える高出力特性が得られました。また、製品化する際に最も重要な特性である充放電サイクル特性も、高出力条件で10,000

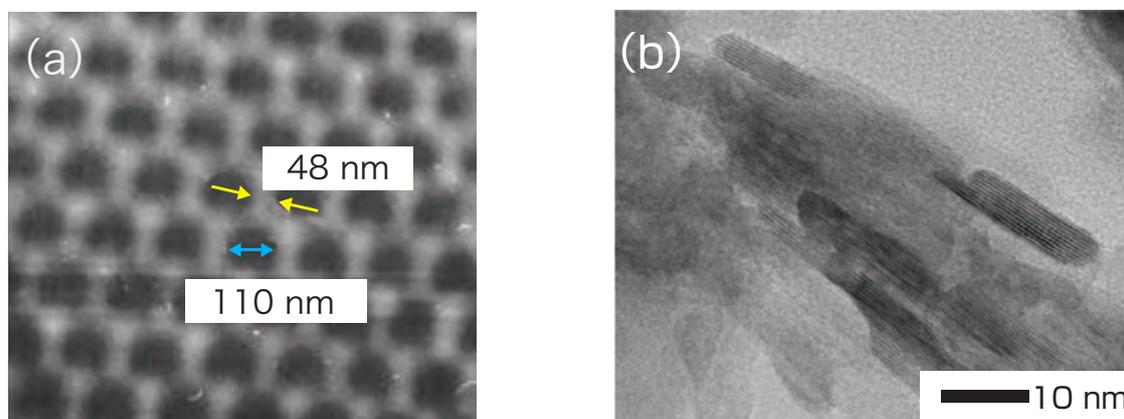


図2 開発したナノ結晶電極
(a) メソポーラスチタニア (TiO_2) と (b) コバルト酸化物 (LiCoO_2)

サイクル充放電を行った後も容量保持率約60%を示し、既存の電池製品と比べてもその優位性が確認でき、製品化に十分耐えうる信頼性があるとわかりました。現在、これらのナノ結晶活物質の革新的物性を活かした高出力型電池の製品開発が進行中です。

* C：充放電速度の単位。1時間以内に全電極容量を充放電できる回数を表す。Cの値が大きいほど電流密度が大きい充放電になる。

おわりに

リチウム電池の革新的な電極であるナノ結晶電極というコンセプトを産総研が生み出し、基礎研究段階での高出力特性（従来型電池の数倍以上）を実現、また電極特性に対するナノサイズ効果を科学的に明らかにするという基礎的な研究から、電池メーカーとの連携によりナノ結晶活物質を活かした高出力型のリチウム電池の実現可能性の実証にいたるまで一貫して行いまし

た。これらを蓄電システムのイノベーション、産業化へつなげたいと考えています。

エネルギー技術研究部門
ほんま いたる
本間 格

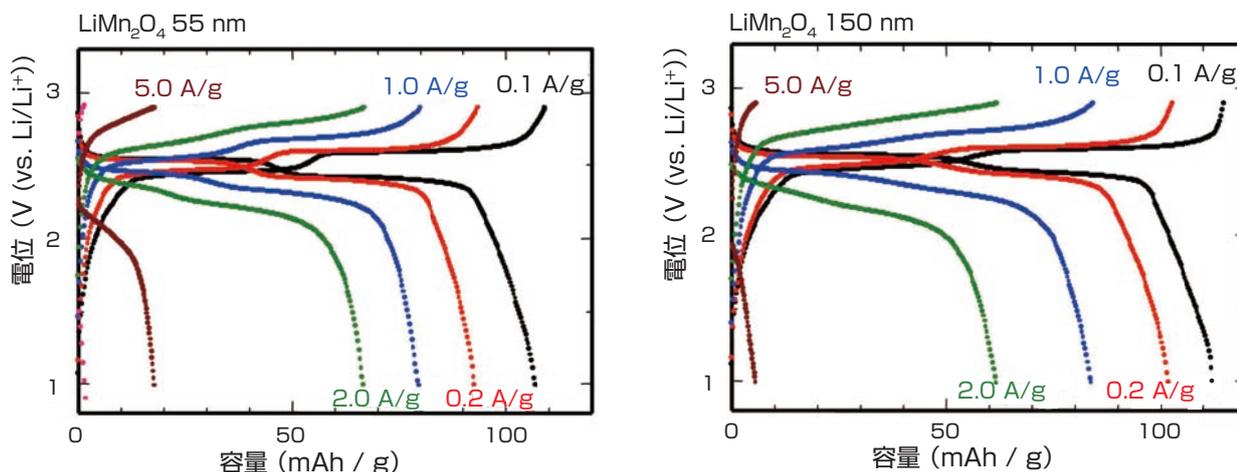


図3 ナノ結晶電極を用いて試作したリチウム電池セルの出力特性

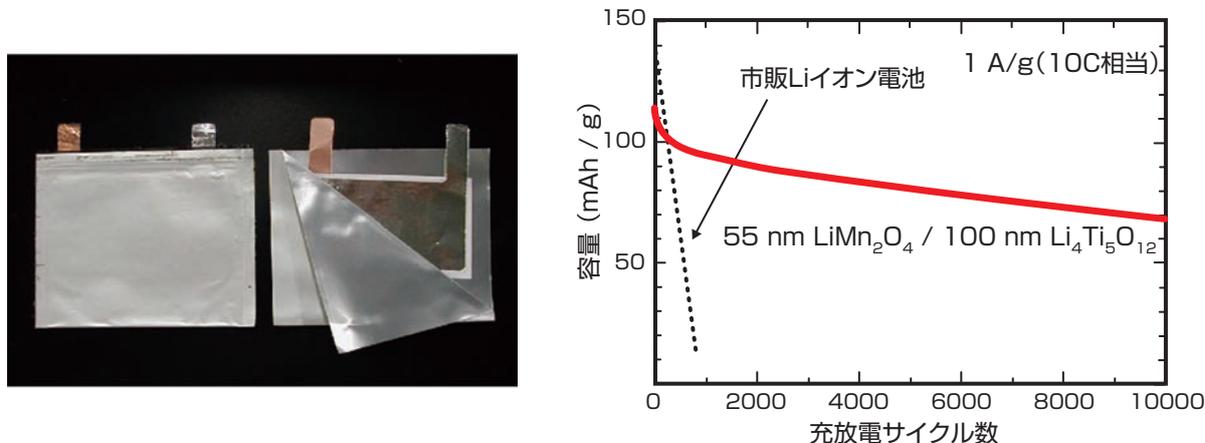


図4 試作電池の写真（左）と充放電サイクル特性（右）

参考文献

- ・ 本間 格: *Synthesiology*, 1(4), 247-258 (2008).
- ・ M. Okubo et al.: *J. Am. Chem. Soc.*, 129, 7444 (2007).

高エネルギー密度蓄電池の構築を目指して

蓄電池開発への要求

小型携帯型電子機器の電源として1990年代に市場に投入されたリチウムイオン (Liイオン) 二次電池は、高いエネルギー密度が特徴です (図1)。モバイル機器の利便性の向上に寄与し、技術の成熟とともに大容量・高出力用途へ展開され、最近では自動車への搭載が検討されています。

経済産業省の報告「次世代自動車用電池の将来に向けた提言 (2006年8月)」において、環境・エネルギー問題に貢献する電気自動車走行が可能なプラグイン・ハイブリッド自動車の普及には、現在の1.5～3倍のエネルギー密度150～300 Wh kg⁻¹が必要であると見通されています。このような要求にはリチウム (Li) 系二次電池以外は応えがたく、また電極の高密度充填による高エネルギー密度化は限界に近づいており、新しい電極活物質の開発が求められます。さらにその先に目標とする純電気自動車の実用化に対して要求される700 Wh kg⁻¹の実現には、新しい電池系の構築が不可欠です。

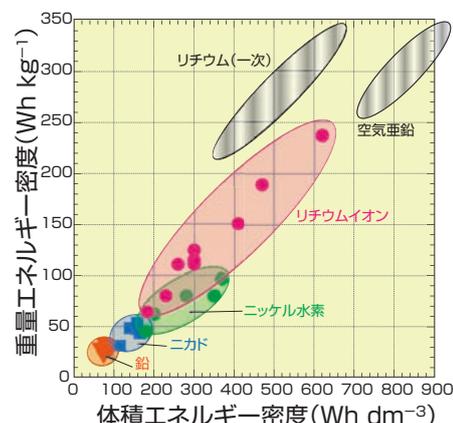


図1 各種電池の民生小型電池セルレベルにおけるエネルギー密度比較

そこでユビキタスエネルギー研究部門ではポストLiイオン二次電池としてLi金属系電池をはじめ大幅なエネルギー密度の向上を可能とする蓄電池システムの構築を目指しています。ここではその取り組みの概要を紹介します。

高エネルギー密度蓄電池材料の研究

電池のエネルギー密度を決定するのは、主に電極材料です。例えば電池のエネルギー密度を2倍に向上させるためには、電池電圧が不変と仮定すれば正極・負極とも容量密度をおよそ倍増する必要があります。既知の電極材料のうち主要な材料について容量密度を図2に示しますが、負極材料では金属系で比較的有望な材料が見出されているものの、正極材料では大幅なエネルギー密度向上は難しい状況です。このような状況のもとポストLiイオン二次電池用の材料研究について、当部門の開発の方向性と現在の状況を図3に示します。

負極材料については、究極的にエネルギー密度の高いLi金属をはじめとする金属・合金系負極をターゲットに設定しています。Li金属負極は理論値では単位質量あたり炭素負極の10倍近

い電気容量が得られるうえ電池電圧も高いのですが、有機電解液中では樹枝状析出のため寿命と安全性に問題があり、本格的な実用化に至りませんでした。そこで後述する新規電解質の「イオン液体」を用い、条件は限られますが比較的平滑なLi表面が得られる可能性を見出し、97%という高い負極充放電効率を得ました^[1]。体積あたりのエネルギー密度が大きい、Liと合金を形成する金属材料も負極材料として有望ですが、一般に充放電時の体積変化が大きく、それに伴う粒子の微粉化による短寿命という問題がありました。その解決のためシリコンとクロム・ニオブなどを5 nm程度の周期で積層し複合薄膜を形成させる手法により、大容量・長寿命を実現する新規負極材料を作製し、十分な容量とサイクル寿命を実現できることを示しました。

正極材料については、酸化物系においてコバルト・ニッケルの使用量を減らしコストを削減するため、鉄・マンガン主体の電極材料の開発を行っています^[2]。鉄・マンガン主体の電極材料は従来の材料より大容量化が可能で (初期容量～300 mAh g⁻¹) エネルギー密度の向上にも貢献できます。また、

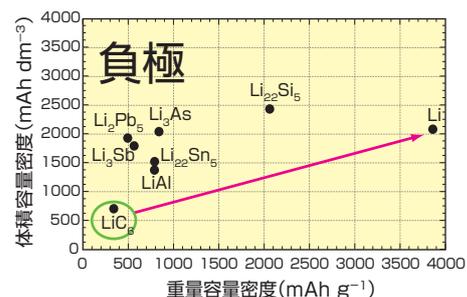
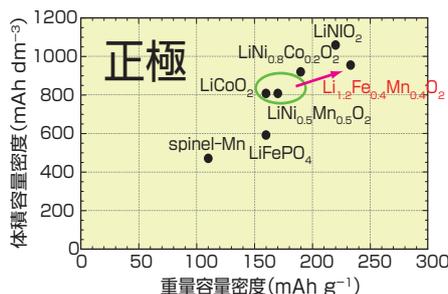


図2 主要なリチウム系電池材料の単位重量・体積あたりの容量密度
円は実用材料を、矢印は当研究部門の開発の方向を示す。

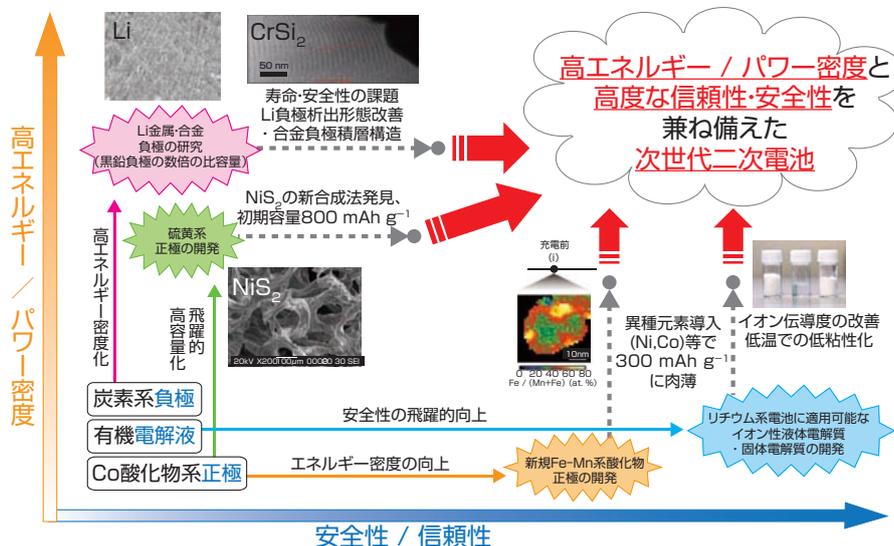


図3 ユビキタスエネルギー研究部門におけるリチウム系電池材料研究の方向性

さらなる高エネルギー密度化のため硫黄系材料の開発も行っています。硫黄は負極がLiであると仮定した場合はLi重量も含めて約2200 Wh kg⁻¹のエネルギー密度を発現しますが、導電性が悪い・還元生成物が有機溶媒に溶解するなど課題があります。そこで通電焼結法により金属との複合化を図り、将来の実用化に向けた材料設計を進めています。

電池のエネルギー密度増加に伴い、誤使用時の危険性が増す恐れがあります。そのため、可燃性の有機電解液に代えて、揮発性・可燃性が低く、溶媒を全く含まず常温で液状である「イオン液体」の適用を検討しています。イオン液体のうち融点が高いものは柔軟性に富む固体電解質としても期待できます^[3]。

空気電池の開発と電池材料の研究を支える技術

リチウム-硫黄系電池と並び、超大容量型電池系である空気電池が知られています。特に二次電池化を指向し、可逆性で問題となる空気極へのアニオン交換膜の適用による工夫と、セルの構成の最適化を行っています。

さらに材料研究を支える共通基盤技術として、電池の劣化過程の詳細な解析・電池の寿命の加速的評価方法の開発・材料から小型電池レベルまでの安全性の調査を、実用電池を意識して行っています。小型実電池中で所定の条件での劣化後の電池材料のバルク・表面の構造や化学的組成の解析など、多岐にわたる分析を電気化学的特性の変化と組み合わせる研究を進めています。この分析には放射光施設の最先端の分析技術の利用とともに部門内のポテンシャルを結集し、計算科学や別項

で紹介される透過型電子顕微鏡を用いた原子レベルでの分析手法を活用しています。

今後の展開

今年中にLiイオン電池を搭載したプラグイン・ハイブリッド自動車市場に投入されることになっております。実用化に向けては性能のみならずコストや安全性の面でさらなる改善が必要と考えられます。また、電池の寿命などの迅速な評価方法も必要となります。材料の研究から特性評価・安全性評価まで蓄積してきたユビキタスエネルギー研究部門の研究ポテンシャルを活かし、蓄電池の開発に関する総合的な研究の展開を進めて、自動車用などの電池の実用化に貢献したいと考えています。

ユビキタスエネルギー研究部門
 栄部 比夏里

参考文献

- [1] 松本 一, 栄部 比夏里: *AIST Today*, 5(3), 28 (2005).
- [2] 辰巳 国昭: *産総研 Today*, 7(11), 12-13 (2007).
- [3] 松本 一: *産総研 Today*, 9(5), 12 (2009).

ユビキタスエネルギーデバイスの構造解析

はじめに

燃料電池、リチウムイオン電池などの材料開発において、表面、界面などの微細構造がその性能を左右するため、顕微鏡によるナノ・原子レベルの構造解析が必要となっています。顕微鏡は実空間で微細領域の構造を観察する最も有力な手法としてさまざまな材料の構造解析に用いられています。顕微鏡にはさまざまなものがありますが、ここでは主に透過型電子顕微鏡 (TEM) と走査型プローブ顕微鏡の研究結果について紹介します。TEMでは微細構造の観察だけでなく、分析技術の進歩により、ナノ・原子スケールでの組成分析などができるようになってきました。また、試料作製の困難さはありますが、実用材料を観察できる利点があります。走査型プローブ顕微鏡では表面構造に対して原子レベルの分解能をもち、TEMのように試料を薄膜にしなくても観察ができ、溶液中での観察もできる利点があります。

固体高分子形燃料電池の構造解析

固体高分子形燃料電池の実用化には耐久性の向上などの問題があり、さまざまな動作条件での劣化機構を明らかにすることが重要です。図1に、固体高分子形燃料電池の電極触媒について、分析電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡で観察した例を示します。TEM観察では電極触媒、電解質膜、その界面といった低倍率での広範囲の観察から、各部分の原子レベルの微細構造まで観察できます。劣化試験により、触媒微粒子の粒子成長の様子や、白金 (Pt) ルテニウム (Ru) 微粒子の組成変化などを明らかにすることができます^[1]。また電極触媒層と、電解質膜の界面付近の電解質膜中に白金が析出している様子を観察でき、各電極に供給するガスの種類、電解質膜の厚さに依存してその析出状態が異なることを見いだしています^[2]。走査型プローブ顕微鏡では、白金-炭素触媒モデル構造を作製し、表面構造の観察が行えます。図1右下は高配向熱分解黒

鉛 (HOPG) 上に Pt を析出させた試料の原子間力顕微鏡 (AFM) 観察を行った結果であり、劣化試験前後の同一視野の像を示します。試験前の像から Pt 粒子はステップ周辺に存在し、劣化試験後にはその Pt 粒子の周辺から炭素の劣化が起こっていることがわかります。^[3]

リチウムイオン電池正極材料の構造解析

リチウム (Li) イオン電池材料の開発においても、新しい材料開発が必要となり、表面、界面の微細構造の解析が重要となっています。ここでは大容量新規正極材料として期待されている鉄含有リチウムマンガン酸化物 ($\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_2$)^[4] を試料として、走査透過型電子顕微鏡法 (STEM) と電子エネルギー損失分光法 (EELS) を組み合わせたスペクトラムイメージング法を用いて、その微細構造と Li イオン挙動を観察した例について紹介します^[5,6]。この材料の各粒子では、層状岩

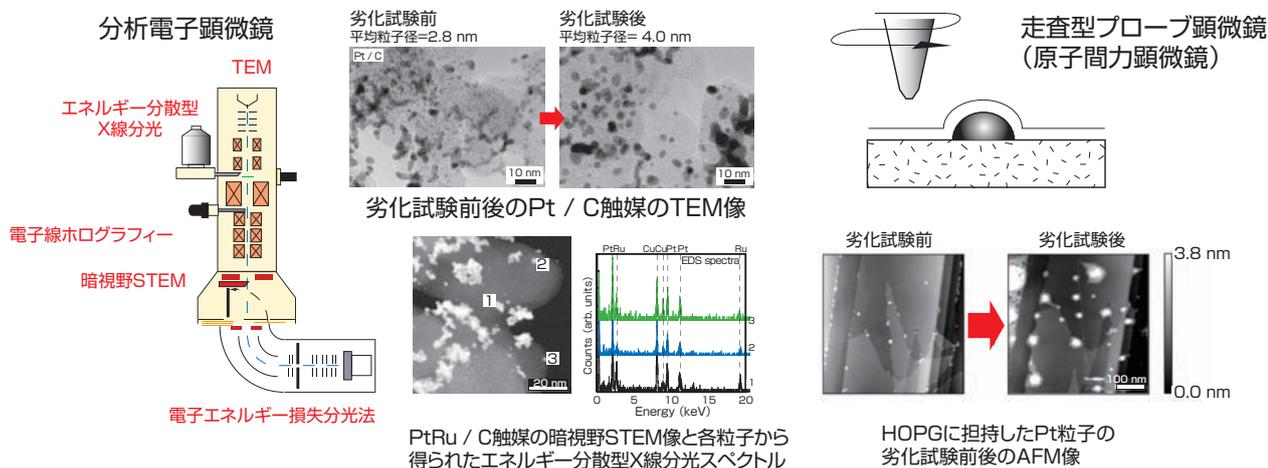
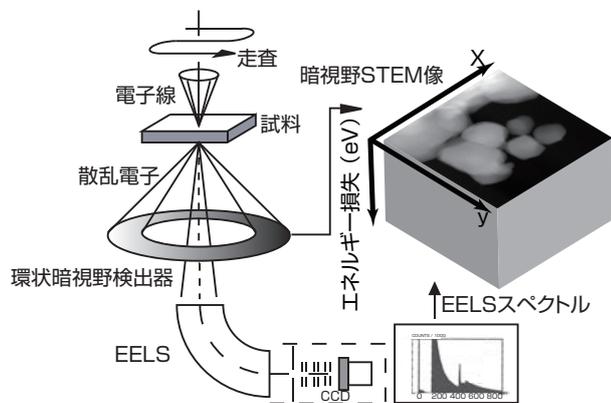


図1 分析電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡による固体高分子形燃料電池の構造解析



蓄電池・燃料電池研究の新展開

低炭素社会の実現を目指して



スペクトラムイメージング法の概略

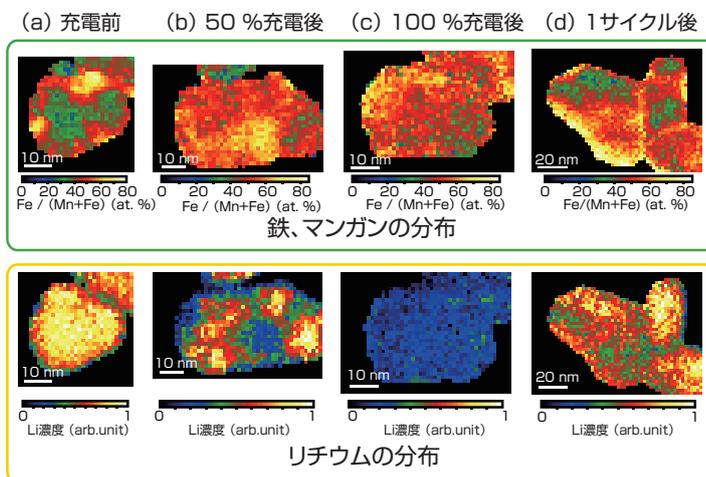


図2 STEM-EELS (スペクトラムイメージング) 法の概略と、Li分布測定への応用
 充電・放電の各過程 (a)～(d) での、遷移金属元素濃度分布図 (右上段図) とリチウム元素濃度分布図 (右下段図)

塩型構造を有する Li_2MnO_3 系固溶体と立方晶岩塩型構造を有する LiFeO_2 系固溶体の2つの酸化物結晶が酸素を共通の格子として、ナノメートルサイズのドメイン(領域)を形成している特異なナノ構造体であることがわかりました。粒子内には、マンガン(Mn)が高濃度の領域(緑・青)、鉄(Fe)が高濃度の領域(黄色)が存在します(図2右上段)。図2右下段に対応するLiの分布像を示しています。充電前は、Li濃度分布は均一ですが、50%充電後では、Feが高濃度の領域のLi濃度が著しく低下しており、Feが高濃度の領域で最初にLi脱離を起こすことがわかりました。100%充電領域では全体からLi脱離を起こしていることから、Mn

が高濃度の領域からも、Li脱離を起こすことがわかりました。 LiFeO_2 と Li_2MnO_3 が単体ではそれぞれ電気化学的に不活性であることを考えると、両者の固溶体をナノメートルレベルで複合化することで、電気化学的に活性な材料となっていると考えられます。

今後の展望

ナノ・原子レベルの表面・界面の構造、電子状態の解析から、実際の電池の性能までを関連付けることは困難ですが、電池開発研究と材料構造解析の綿密な連携によって克服できるものと考えています。実用材料に対してどこまで詳細な構造解析ができるか、また実用材料の観察から、

ポイントとなる要因を抽出し、モデル化してさらなる構造解析を行い、第一原理計算などによる構造・電子状態の解析などと合わせて、現象を理解することが重要です。さらに、現象の理解だけにとどまらず、得られた知見を材料開発研究にフィードバックして新たな材料設計指針を示し、新規材料の開発に貢献したいと考えています。

ユビキタスエネルギー研究部門
 あきたともき
 秋田 知樹

参考文献

- [1] A. Taniguchi et al.: *J. Power Sources*, 130, 42-49 (2004).
- [2] T. Akita et al.: *J. Power Sources*, 159, 461-467 (2006).
- [3] Z. Siroma et al.: *Electrochem. Commun.*, 7, 1153-1156 (2005).
- [4] M. Tabuchi et al.: *Chem. Mater.*, 17, 4668 (2005).
- [5] J. Kikkawa et al.: *Appl. Phys. Lett.*, 91, 054103 (2007).
- [6] J. Kikkawa et al.: *Electrochem. and Solid-State Lett.*, 11, A183-A186 (2008).

実用化近づく固体高分子形燃料電池の課題への取組み

はじめに

低炭素社会を目指した環境調和技術の必要性が高まっています。クリーンで高効率な燃料電池の中でも、固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell: PEFC) は出力エネルギー密度が高くコンパクト化できること、動作温度範囲が70～80℃であることから扱いやすさや早い起動性といった特徴を備え、1W～数十kWクラスの規模の発電デバイスとして適用できます。自動車用途では数十kW級の出力が必要とされますが、それより小さな出力規模となる家庭用では1kW級、携帯機器用では数十W級の容量での発電デバイスとして2009年度にも商用化される予定です。この商用化に至るまでの課題として、家庭用では耐久性確保のための劣化加速試験法の開発、携帯機器用ではその国際標準化、規制適正化などがあります。ユビキタスエネルギー研究部門では2004年度の部門発足時からこれらの課題に対して、NEDO受託研究により企業、大学との産学官連携コンソーシアムなどを設置して進めてきました。その中で成果例を紹介します。

家庭用固体高分子形燃料電池の耐久性確保の取組み

ユビキタスエネルギー研究部門では、2004年から2007年までNEDO受託研究「スタック劣化解析基盤研究」で燃料電池システムメーカー、エネルギー供給会社、大学からなる産学官連携コンソーシアムで劣化解析基礎研究を進め、このプロジェクトの取りまとめを行ってきました。この中では、燃料電池の当面の目標4万時間の耐久性を1年以内で見通せる実用的な加速試験法を確立することを目標としました。プロジェクト開始時に、参画メンバー内で劣化要因の優先付け、課題の共有化を図り、一般性のあるPEFCの材料劣化メカニズムの解明を進めました。その中で優先的に取り組むべき劣化要因として「耐CO被毒性の低下」および「電極でのフラッディングの進行によるガス拡散性の低下」を選び出し、これらの劣化要因を加速させる方法として導入ガス切替試験法を提唱しました。これは①PEFCのカソードへ空気と窒素を交互に導入する手法(手法1)、②PEFCのアノードへ水素→窒素→空気→窒素→

(水素)のサイクルを繰り返す手法(手法2)です。両手法ともに、カソード触媒層の担持カーボンの酸化を促進させ、カーボン表面を水で濡れやすくさせます。このため触媒表面に水が滞留しやすくなり、電極でのガス拡散性の低下につながります。実際に図1に示すように電極を100分割した小型電池を用いて、ガス切替時の電位分布を計測しました。図2に手法1でのカソードガス切替時のカソード高電位の発生およびアノードの電位分布を示します。水素雰囲気のアノード側の上流部分で一時的に高電位になることが示され、アノード触媒の劣化の可能性も示しています。図3に示すように手法2のアノードガスを窒素ガスから水素ガスへガスを切り替える際、カソード側が部分的に1.5V以上の高電位状態になることをセル内電位分布測定の実験から明らかにしました。また、もう1つの劣化要因である「燃料極での触媒の耐CO被毒性の低下」については、アノード触媒の白金(Pt)-ルテニウム(Ru)触媒の金属の結合状態を、運転過程にあるMEA(Membrane Electrode Assembly: 膜電極接合体)の

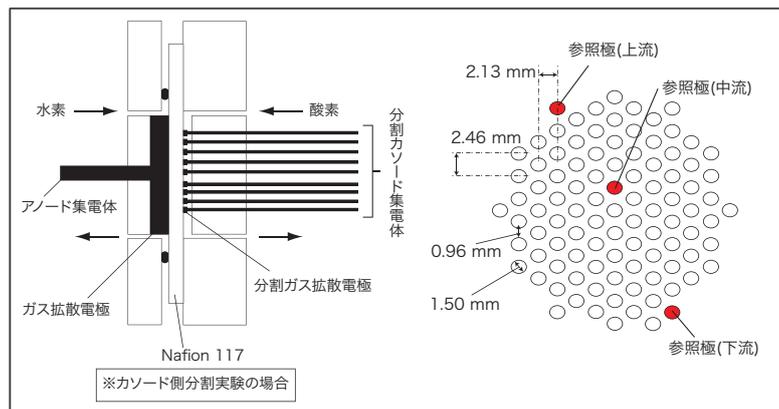


図1 100分割小型電池の構成
左側が断面図。右側が分割セグメントの配置図。

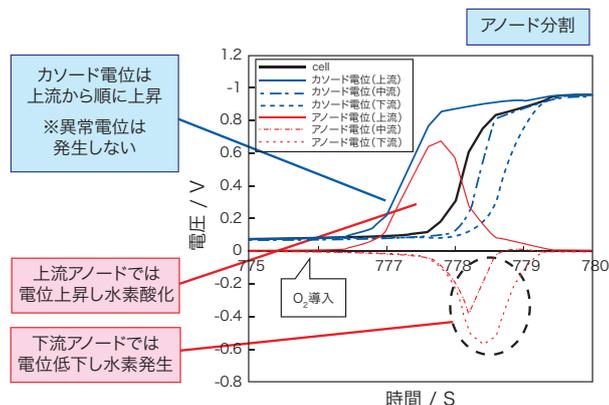


図2 カソードを窒素→酸素とした瞬間のアノード電位分布
アノードは水素を供給。

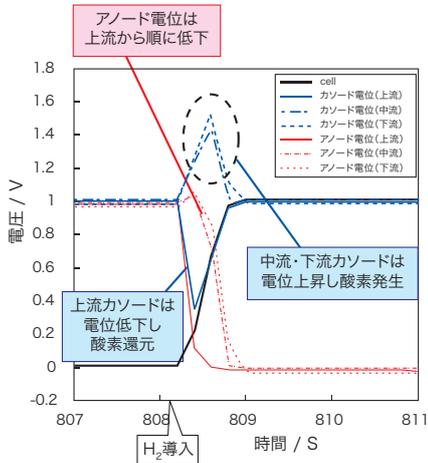


図3 アノードを5%酸素→水素とした瞬間のカソード電位分布
カソードは酸素を供給。

定期的な *in-situ* XAFS 計測を行い、燃料中にCOの有無の発電条件下でアノード触媒層のPt、Ruのスペクトルを計測し、比較しました。RuはCOの有無で大きな変化は見られませんが、PtはCOの有無で変化が見られました。このPtシグナルの挙動を劣化加速条件下で劣化させたMEAからのスペクトルと参照値となる標準条件運転過程にあるMEAとを比較したところ、劣化加速効果が見られることがわかりました。

このプロジェクトで得られた劣化加速試験方法で、家庭向けコジェネレーション用PEFCスタックの4万時間運転の耐久性にめどが立ち、2009年度からの商品化につながっています。

携帯用燃料電池の国際標準化と規制適正化への取組み

携帯用燃料電池の本格的普及のためには、安全性や性能などに関する工業標準化や、流通および利用のために輸送や持ち込みなどに関する規制の適正化が必要です。このため、ユビキタスエネルギー研究部門では2003年度から2008年度にNEDO受託研究「メタノール等を燃料とする固体高分子形燃料電池に関する基盤



図4 携帯用燃料電池の安全性評価項目のいろいろ

技術開発」、「携帯用燃料電池に関する基盤技術開発」、「新利用形態燃料電池の基盤研究開発」へ継続的に参画し、携帯用燃料電池の安全性評価や性能評価の研究を通して、関係機関との連携を取りながらIEC（国際電気標準会議）/TC105（燃料電池技術）における国際標準化や国連危険物輸送専門家小委員会およびICAO（国際民間航空機関）/DGP（危険物パネル）における規制適正化に取り組んできました。

携帯用燃料電池の安全性や性能の評価研究では、国内メーカーおよび関係機関と協力し、メタノールや水素（水素吸蔵合金）の燃料カートリッジと燃料電池システムの試作品を用いて試験を行い基盤データを取得しました。安全性評価では、輸送時や使用時のアクシデントを想定した落下試験などの方法や燃料電池稼働時の排出特性、メタノールの拡散特性など、十数項目の評価項目を検討しました(図4)。性能評価では、起動特性、定格出力特性、放置発電特性、燃料消費特性や燃料品質にかかわる燃料不純物特性など、十数項目の評価項目を検討しました。これら多岐にわたる評価項目の実施から得られた基盤データや知見を国内外の審議へ提供しました。

この結果、規制適正化では、メタノールを燃料とする携帯用燃料電池や燃料カートリッジが2004年に国連、2005年にICAOで承認され、2007年に航空機内への持ち込みができるようになりました。また、水素（水素吸蔵合金）は同様に2009年に航空機内への持ち込みができるようになりました。ほかには、ギ酸、ボロハイドライド、ブタンが持ち込みできるようになっています。国際標準化においては、安全性では2006年に公開仕様書IEC/PAS62282-6-1が発行されており、規制適正化の際の安全性の根拠として引用されています。現時点では国際規格IEC62282-6-100の最終国際規格案(FDIS)の発行準備段階です。性能では2007年にメタノール燃料を対象とした国際規格IEC62282-6-200が発行されており、現時点ではほかの燃料を含めるなどの見直しの段階にあります。燃料品質やカートリッジの接続部などにかかわる互換性では2009年にFDISが投票により承認され、メタノール燃料を対象とした国際規格IEC62282-6-300が6月に発行されました。

ユビキタスエネルギー研究部門
谷本 一美
永井 功

高効率固体酸化物形燃料電池システムの技術開発

はじめに

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は酸化イオン導電性を持つ Y_2O_3 安定化 ZrO_2 (YSZ) セラミックスなどを電解質として用い、高温 (700 ~ 1000 °C) で運転される燃料電池です。運転温度が高温のため、材料に対する制約が多いものの、ほかの燃料電池と比較してシステム構成がシンプル、多様な燃料に対応可能、高い発電効率が期待できるなどの特長があります。特に発電効率については図1に示すようにSOFCとガスタービンの組み合わせにより最終的には60 %を超える発電効率が期待されています。

一方、燃料電池は内燃機関に比べてスケールメリットがあまり期待できず、システムの大型化により既存技術に対する優位性が減ること、多数のセルを組み合わせた大型システムを一気に開発するのは技術的にも経済的にも難しいため現状では家庭用、小規模事業用などの1 ~ 100 kW 程度の小型SOFCシステムの開発が先行しており、日本では2007年から家庭用システムを中心にフィールド試験も開始されています。そのような状況をふまえて産総研では、システムと材料の両面から以下のような研究を展開しています。

システム研究

SOFCの早期市場導入を支援する技術開発を実施するとともに、より高効率で二酸化炭素排出の少ない次世代型SOFCについて基礎研究を行っています。前者についてはSOFCセル・スタック、システム、改質器などの性能評価方法の研究開発を実施してきました。

セル・スタックの性能計測では図2に示すようにセル・スタック自体の特性だけでなく、集電板、ガス供給板など周辺部材が性能に大きな影響を与える場合がありますので、このような点に留意しつつ、インピーダンス計測などにより、セル各部が性能に与える影響、スタック中の燃料ガス配分状況などが評価可能な試験手法を開発しました。システムの性能評価方法ではシステムの負荷応答に関連し、スタック、改質器の応答性を解析評価する手法を開発しました。また、SOFCの燃料である都市ガスの流量計、組成分析装置を高精度に校正する手法、10 kW 程度のSOFCシステムに対し発電効率を1 %以下の精度で計測することができる可搬型効率測定システム (図3) などを開発し、これらの成果を利用して現在SOFCセル・スタック、システムの性能評価方法について国内規格、国際規格を整備中です。

より高効率なSOFCシステムについては一般には加圧型SOFCとガスタービンのコンバインドサイクルが期待さ

れていますが、実用的なシステム規模は最低でも1 MW以上と言われていること、加圧に伴いシステム出力密度はむしろ低下しがちであるなど開発には大きな技術課題があります。そこで、産総研では現状のSOFC技術をもとにSOFCシステム内で発生する熱をより高度に利用することによってSOFCの一層の高効率化を検討しています。具体的には、アノードガスリサイクル、常圧型SOFCと結合可能な熱機関との組み合わせなどにより排熱の有効利用を図り、発電効率の大幅な向上を目指しています。

また、SOFCでは原理的には燃料と空気の直接混合がないので、発電効率が大きく低下することなしに二酸化炭素分離が可能です。そこで、各種二酸化炭素回収技術、貯留技術とSOFCシステムの適合性についてフィージビリティスタディーを行い、必要な要素技術の研究開発を実施しています。例えば貯留技術については現在開発中の大規模な地中貯留技術はコスト的に分散

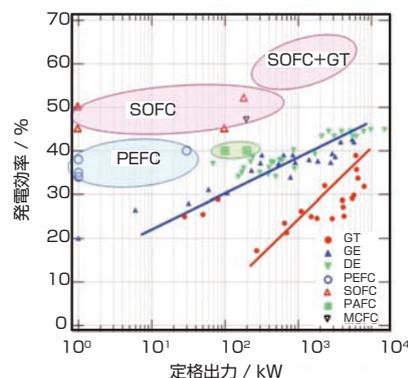


図1 各種発電システムの発電効率

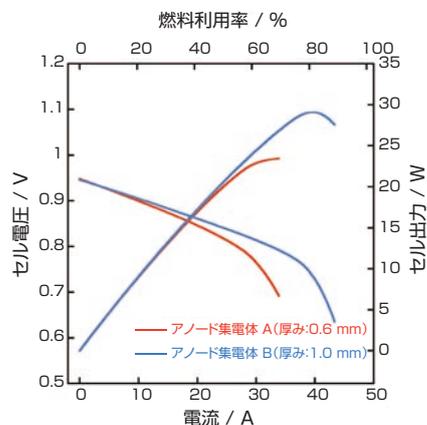


図2 シールレス円盤形セルの出力に対する集電体の厚みの影響
わずか0.4 mmの集電体の厚さの違いが20 %程度の出力の違いをもたらす。



図3 可搬型効率測定システム
(a) 可搬型ガスサンプリング装置 (b) 可搬型高精度都市ガス流量計
(c) 可搬型精密出力測定器

型発電システムであるSOFCに適合させることが難しいため、新たに浅い深度の帯水層に二酸化炭素を溶解貯留する低コスト分散型貯留技術を研究中です。

このように産総研では、より高効率化したSOFCと二酸化炭素回収・貯留技術を組み合わせ、ゼロエミッション高効率発電の実現に向けて研究開発を進めていく予定です。

材料研究：スタックの高耐久性・信頼性向上に向けた研究

SOFC小型システムの商品化・市場導入に向けて、スタックの耐久性・信頼性向上を図ることは、取り組むべき重要課題の1つです。NEDOの研究開発「SOFCシステム要素技術開発/信

頼性・耐久性向上に関する基礎研究」においては、スタックメーカー数社と大学などが参画したコンソーシアム、ワーキンググループが形成され、セル・スタック劣化機構の解明とその対策を推進しています。産総研は、その取りまとめを行うとともに、汎用分析法では検出できない微量成分の測定、分布を2次イオン質量分析計(SIMS)などで検討しています。SOFCは比較的高温作動のために、構成部材中および空気、燃料中の微量不純物が電気化学反応活性点で反応・蓄積し、劣化が進行することが懸念されます。これまで産総研では、5,000～10,000時間稼働後の5スタックを解体分析し、初めて不純物濃度レベルを明らかにしました。図4は、実証研究に供された中温筒状平板形ス

タックの空気極表面における不純物濃度レベルを示しています。SIMSを適用することで、これまで見えなかったppmレベルでの不純物濃度の反応・蓄積傾向が明らかとなりました。検出された不純物としては、Si、Cr、P、Sなどがセル・スタック構成部材の特定部位に濃集した現象を観測しています。化学的な親和性、電極反応、酸素ポテンシャル分布、電流分布などを考慮して、長期間に起こる反応と劣化現象、耐久性を検討しています。通常、不純物の蓄積は、数千時間稼働させたスタックでも、多くて数百ppm程度です。プロジェクトの目標は、電圧の低下率として10%/4万時間を見通す技術および250回の起動停止(小規模の発電システムを想定して)を見通す技術です。数万時間(5年～10年)の耐久性をもたせるためには、数ppm～数%というわずかな不純物の反応・蓄積傾向と電気的な劣化とがどのように相関しているかを解明する必要があります。現在、電気的な劣化現象と不純物に起因した化学反応、電極反応などを詳細に検討するとともに、加速劣化試験法なども検討しています。

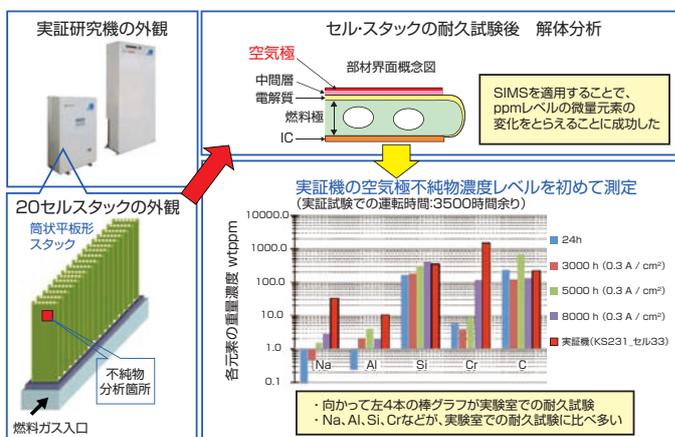


図4 筒状平板形スタック(実証研究に供されたスタック)の外観、概念図と不純物濃度レベル(右下の図は各元素の濃度レベルを示した棒グラフで、左4本が実験室での24時間～8000時間耐久試験後の濃度、一番右側の棒グラフが実証機の濃度)

エネルギー技術研究部門
かとう 徹
ほりた てるひさ
堀田 照久

安価な糖から生理活性物質HMFを迅速に製造 高温高压マイクロリアクターにより実現



川波 肇

かわなみ はじめ

h-kawanami@aist.go.jp

コンパクト化学プロセス研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

主任研究員

(東北センター)

二酸化炭素と水を用いた環境に優しい物質合成法の研究を行っています。特に今回の高温・高压+エンジニアリング技術による急速昇温・急速冷却法は、今までにない新しい物質製造法として、幅広い展開が期待されます。私たちは、この技術を独自のコンパクトな分散型適量合成技術へと発展させ、さまざまな展開をしていきたいと考えています。

関連情報:

- 共同研究者

松嶋 景一郎 (北海道立工業試験場)

- 参考文献

特開 2007-269766

H. Kawanami *et al.*: *Angew. Chem., Int. Ed.*, 46, 5129-5132(2007).

H. Kawanami *et al.*: *Angew. Chem., Int. Ed.*, 46, 6284-6288(2007).

- プレス発表

2009年4月20日「安価な糖から生理活性物質HMFを迅速に製造」(4月21日修正)

ヒドロキシメチルフフルールの連続合成

メタボリック症候群、高血圧、糖尿病などに予防効果の期待されるヒドロキシメチルフフルール (HMF) を、グルコースなどの安価な糖類から高温高压の水を用いてすばやく (10秒以内) 高収率・高選択率で簡便に連続合成する技術を開発しました。この技術は、高温高压マイクロリアクター (図1) を用いて、高温高压水と糖類を含む水溶液を瞬時に混合することで、0.01秒以内の急速な昇温 (400℃) を可能とし、さらに、急速な冷却 (25℃) も実現しています。

急速昇温・急速冷却の実現

今回開発した高温高压マイクロリアクターの概略図を図2に示します。この高温高压マイクロリアクターにより、加熱・冷却の時間を限りなくゼロに近づけ、必要な温度・圧力そして時空間を精密に制御することで、副反応や生成物の分解を大幅に抑えることができます。これにより、原料のグルコースからのHMFの収率を70%以上、純度80%以上で連続的に製造す

ることができるようになりました。反応時間は10秒以内であり、連続反応なので生成物は直ちに冷却され、生成物などの熱分解反応による固形物 (チャー) の生成も少ないのが特徴です。しかも、この技術開発により、有機溶媒を使わず水を溶媒として、すばやく簡便に一段階の反応で高収率・高選択率の環境に優しい製造プロセスが実現できたことから、得られるHMFは特殊な精製をすることなく、そのままでも飲食用品へ応用することが期待できます。

今後の展開

今回用いた製造装置をさらに小型化し、省エネルギーのデスクトップファクトリーを実現し、ハード (反応装置) とソフト (化学反応) の両面から研究を展開していきたいと考えています。特にこの方法は、HMF以外にもさまざまな化合物合成に適応できることから、汎用的な利用を目指して、さまざまな化合物合成へ応用していきたいと考えています。

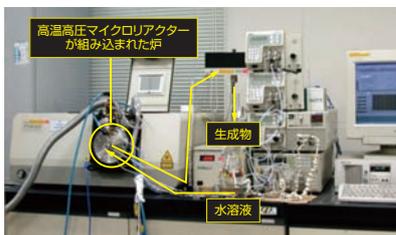


図1 高温高压マイクロ HMF 製造装置

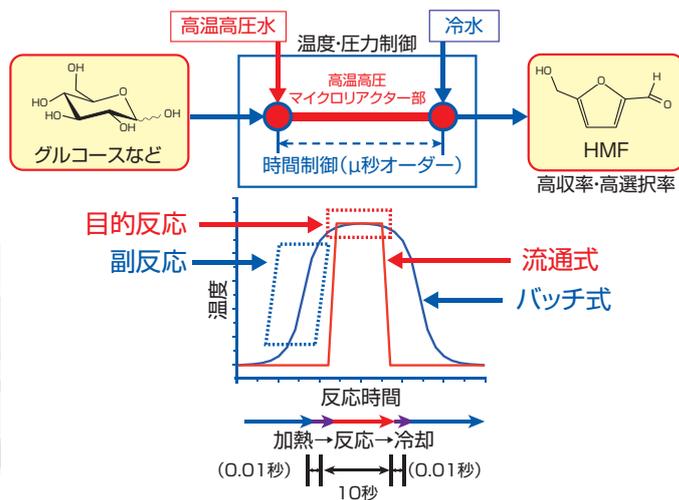


図2 高温高压マイクロリアクターの概略図と温度変化
上図の青線で囲った部分、大きさ: 約 10 cm × 15 cm

分散電源の大量導入を可能にする新電力素子を開発

短絡電流を瞬時に抑制する低損失超電導薄膜限流素子



山崎 裕文

やまさき ひろふみ

h.yamasaki@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
超電導技術グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

1980年に産総研の前身の電子技術総合研究所に入所以来、一貫して、超電導材料・応用の研究に従事してきました。低温超電導から高温超電導の研究に移ってからは、パワー応用最も重要な特性である臨界電流を決める磁束ダイナミクスや磁束ピン止め機構の研究、薄膜限流素子の研究などを行っています。20歳を過ぎた高温超電導体を何とかして実用化させたいと、日々努力しています。

関連情報：

● 共同研究者

新井 和昭、海保 勝之、中川 愛彦、相馬 貢、近藤 和吉、山口 巖、松井 浩明、熊谷 俊弥、名取 尚武、樋口 登 (産総研)

● 参考文献

K. Arai et al.: *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, in press.

● プレス発表

2009年5月11日「分散電源の大量導入を可能にする新しい電力素子を開発」

● 特許出願情報

*特許出願中。特願 2006-528496 (外国出願3件)、特願 2007-127740、特願 2007-215528、特願 2009-111809

開発の背景

近年、電力の自由化や環境負荷の軽減の観点から、コジェネレーション・風力発電などの分散電源が既存電力系統に数多く連系されつつあり、それに伴って、電力系統に発生する事故電流(短絡・地絡)も増大しています。限流リアクトルの設置や、変圧器の高インピーダンス化などの対策がなされていますが、平常時の系統電圧の変動が大きくなって系統の安定性を損なうおそれがあるため、平常時は低インピーダンス、系統事故時は高インピーダンスとなって瞬時に事故電流を抑制する限流器の導入が期待されています。

事故電流を瞬時に抑制する超電導薄膜限流素子

超電導を用いた限流器は、通常時はゼロ抵抗で、ある決まった電流(臨界電流)以上の過電流が流れた時には高抵抗となって過電流を瞬時に抑制する機能を持ちます。私たちは、その中でもコンパクトで低損失な超電導薄膜限流器の開発を進めてきました。

超電導薄膜限流素子の技術的な問題点として、最初に超電導状態から常電導状態に移った部分で局所的に温度が急上昇して薄膜が焼損するホットスポット現象があります。私たちは、これまで用いられていた純金よりも1桁近く抵抗率の高い金銀合金を超電導薄膜に蒸着して分流保護層とし、かつ、安価な無誘導巻抵抗を並列接続する構成によってホットスポットを防止する素子を提案しました。超電導薄膜の抵抗を

高く保ったことから、これまでの素子と比較して単位長さ当たりに許容される電圧(許容電界)を4倍以上にできました。必要とされる超電導薄膜の長さが4分の1以下になるため、限流器のコストを大きく低減できます。大容量化の技術開発の一貫として、当所の先進製造プロセス研究部門で開発した塗布熱分解法(MOD法)で作製した20 cm長の高温超電導薄膜を用いて、500 V/200 A級の素子モジュール(図1)を開発しました。図1では省略していますが、ホットスポット対策のため小容量の市販コンデンサーを並列接続しています。液体窒素で冷却された素子は、237 A(実効値)の電流を電気抵抗ゼロで流すことができました。高電圧をかける限流試験を行ったところ、限流素子がなければ2.26 kAになる事故電流を瞬時に1/3以下に抑制し、わずか20 cm長にもかかわらず500 V以上の高電圧で5サイクル通電ができました(図2)。この高電界型(>30 V/cm)モジュールを8つ直列につなげば、実用規模の3相6.6 kV/200 A級限流器の1相分を製作できます。

今後の展開

今回の成果によって、低コスト・コンパクト・低損失で、高速応答する超電導薄膜限流器実現の見通しが得られました。しかし、さらなる大容量化や機器運用上の課題が未解決ですし、直流利用など新たな適用箇所も考えられます。今後、民間企業などとの共同研究を行い、これらの課題を解決していきたいと考えています。

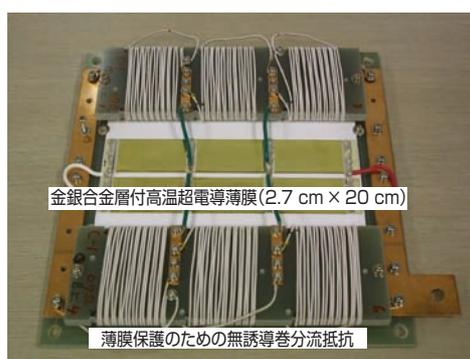


図1 500 V/200 A級超電導薄膜限流素子モジュール

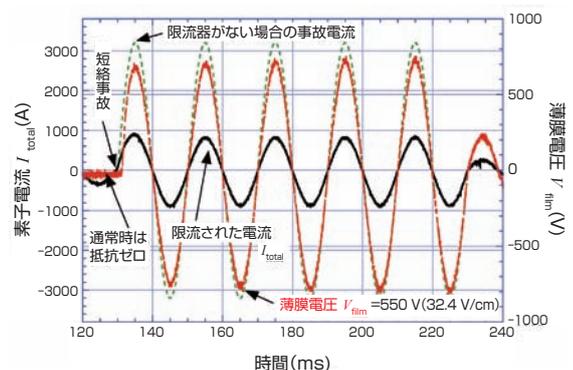
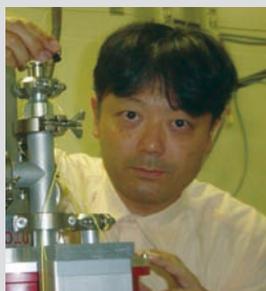


図2 短絡発電機を用いた限流試験結果

超伝導転移端センサーによる光子数識別技術

計測標準の高度化や量子情報通信の究極的な安全性につながる技術



福田 大治

ふくだだいじ

d.fukuda@aist.go.jp

計測標準研究部門
光放射計測科 レーザ標準研究室
研究員
(つくばセンター)

レーザーのパワーやエネルギー標準に関する研究開発・維持供給を担当しています。産業界に直結した標準供給を行う一方、単一光子レベルの微弱光を測定対象とした高度光計測技術の開発にも挑戦中です。この技術を、新たな産業の育成や次世代標準へと展開することを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

雨宮 邦招、沼田 孝之、座間 達也、佐藤 泰、吉澤 明男、土田 英実、藤野 英利、石井 裕之、板谷 太郎（産総研）、藤井 剛（産総研、日本大学）、井上 修一郎（日本大学）、佐々木 雅英（情報通信研究機構）、枝松 圭一（東北大学）

● 参考文献

[1] D. Fukuda *et al.*: *J. Low Temp. Phys.*, 151, 100-105 (2008).

[2] D. Fukuda *et al.*: *Metrologia*, 46, 288-292 (2009).

[3] J.Y. Cheung *et al.*: *J. Mod. Opt.*, 54, 373-396 (2007).

● 用語説明

量子効率：単一光子が検出器に入射した時、それが応答出力として検出される確率。

時間ジッタ：光子の検出器への入射時刻に対する出力信号時刻の揺らぎ。

光子数分解能：光子数ピークを正しく分離・検出できる能力を示す指標。

背景

光の強度を単一光子レベルの微弱光にまで弱めると、光のもつ量子的な性質が現れ始めます。この光子のもつ量子的な性質を利用すると、究極的な安全性をもつ通信（量子暗号通信）や超高速・大容量情報通信（量子情報通信ネットワーク）などが可能になると考えられています。また、生体蛍光試料からの時間相関単一光子計数による蛍光寿命測定や、レーザー環境計測による大気・汚染物質観測などでは、単一光子レベルの微弱な光子を検出することで究極的な感度が実現できます。

このように、微弱光を高度に計測できる単一光子計測技術、およびその性能である量子効率や時間ジッタ、光子数分解能などを校正・評価する技術は、産業上で重要な技術課題です。この実現に向け、産総研では、光パルス中の光子数を高い精度で測定可能な超伝導現象を利用した光子数検出器の開発を行っています^[1,2]。

超伝導転移端センサーによる光検出器

超伝導現象を用いた光検出技術の代表例として、ここでは超伝導転移端（TES; Transition Edge Sensor）による光検出器を紹介します。TESは、光パルスのエネルギーを熱として検出する測定器の1つです。図1のように吸収体で吸収された光エネルギーを、超伝導体の転

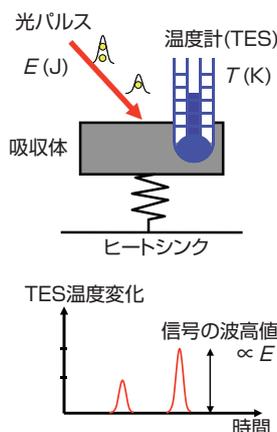


図1 超伝導転移端センサー (TES) による光子数識別器の模式図 (上) TES の応答信号例 (下) 光パルスのエネルギー E は吸収体で熱に変換され、この温度上昇が TES で検出される。TES の信号の波高値は、 E に比例する。

移領域を利用した TES 温度計で検出します。TES の抵抗変化は入射光パルスのエネルギーに比例するため、入射光子の波長特性（分光特性）、あるいは単一波長の光パルスに対しては光子数が同定できることになります。従来型の TES では応答速度が遅いことが欠点でしたが、産総研独自の高い超伝導臨界温度をもつ超伝導薄膜や光吸収構造を用いることで、高速性や高量子効率を実現しています。図2は、単一波長の弱コヒーレント光の光子数分布を測定したものです。各ピーク群は超伝導薄膜で吸収した光子数に相当し、光子数状態を明瞭に分離することに成功しています。

今後の展開

光子数識別技術は、単一光子源や相関二光子源の光子分布を直接評価することができ、量子効率などの次世代標準やレーザーパワー標準の高度化にきわめて重要な役割を果たします。さらには光子数に基づくSI単位カンデラ (Cd) の定義の書き換え^[3]などへの展開も、海外の計量標準研究機関で取り組まれています。光子数識別技術は、光の量子状態を自由自在に操るために必要な技術の1つです。そのため、現在の情報通信網への技術革新や絶対安全な通信システムの構築にも大きな役割を果たすと期待されています。

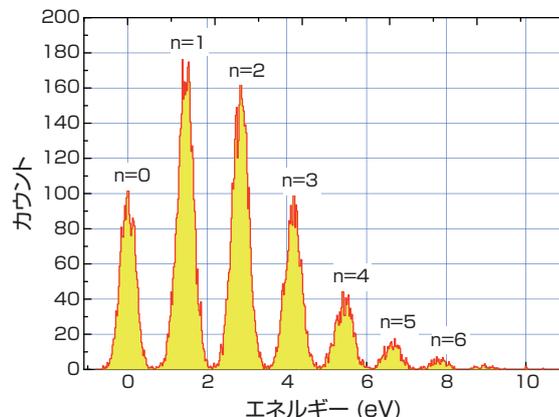


図2 波長 850 nm の弱コヒーレント光パルスを測定した時の検出応答信号の波高スペクトル 光パルスのエネルギーは、単一光子のエネルギー (1.46 eV) で離散化されているため、分布は検出器で吸収された光子数に応じてピーク状となる。n は光子数を表す。

質量分析法の限界を克服する新技術

同一の質量電荷比で価数が異なるイオンの識別に成功



志岐 成友

しき しげと

s-shiki@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
超分光システム開発研究グループ
研究員
(つくばセンター)

東京大学博士課程を中退後、理化学研究所、大阪電気通信大学を経て2006年に産総研に入所。以後、超伝導トンネル接合検出器を用いた質量分析装置や蛍光エックス線分析装置の開発に従事しています。

関連情報:

● 共同研究者

浮辺 雅宏、前田 龍太郎、大久保 雅隆 (産総研)、富田 成夫、佐藤 優樹 (筑波大学)、早川 滋雄 (大阪府立大学)

● 参考文献

[1] Y. Itikawa: *J. Phys. Chem., Ref. Data* 35, 31-53 (2006).

[2] S. Tomita *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, 91, 053507 (2007).

[3] M. Ohkubo *et al.*: *J. Low Temp. Phys.*, 151, 760-765 (2008).

[4] S. Shiki *et al.*: *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res., A* 595, 391-394 (2008).

[5] S. Shiki *et al.*: *J. Mass Spectrom.* 43, 1686-1691 (2008).

[6] *Analytical Chemistry online news*(2008).

<http://pubs.acs.org/action/showStoryContent?doi=10.1021%2Fon.2008.11.13.163784>

● この研究は独立行政法人科学技術振興機構 先端計測分析技術・機器開発事業「質量分析用超高感度粒子検出技術」の一環として行われたものです。

等核二原子分子イオン化断面積の謎

等核二原子分子は最も単純な構造の分子で、窒素分子、酸素分子など、なじみの深いものばかりです。これらの分子が電子や光の照射でイオン化される際には、分子の一価イオンに加えて多価イオンも生成されます。等核二原子分子のイオン化断面積は、プラズマや惑星高層大気での化学反応の理解、電離真空計の校正に欠かすことのできない量です。イオン化断面積を測定するには、質量分析法を用いてイオンを分離し、イオン種ごとに生成量を測ります。ところが、質量分析は実際には質量を測定しているのではなく質量をイオンの価数で割った質量電荷比 (m/z) に応じて分子などを分離分析する計測技術です。このため、 $^{14}\text{N}_2^{2+}$ や $^{16}\text{O}_2^{2+}$ といった分子の二価イオンは、原子の一価イオンと m/z が全く同じであるため測定することができませんでした^[1]。

超伝導トンネル接合検出器を用いた質量分析装置

私たちのグループでは、従来型質量分析法の限界を突破するために、超伝導現象を利用して分子の運動エネルギー計測を行う先端計測機器の開発を行ってきました。その一例として、二重収束型質量分析と超伝導検出器を組み合わせ

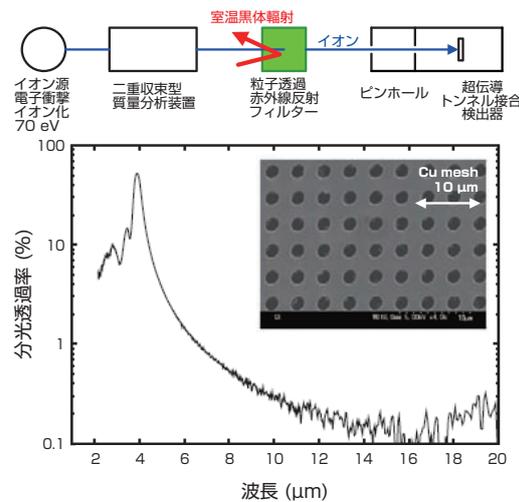


図1 超伝導トンネル接合検出器を用いた質量分析装置の模式図(上)と粒子透過赤外線反射フィルター(下)粒子透過赤外線反射フィルターを用いると、室温黒体輻射(ピーク波長10 μm)を防ぐことができる。下図はフィルターの走査電子顕微鏡写真と分光透過率。

た計測機器があります^[2]。この機器では、3 kVの電圧でイオンが加速されるため、一価イオンと二価イオンでは運動エネルギーが2倍異なります。keV領域で個々のイオンの運動エネルギーを正確に測定できれば、 $^{14}\text{N}_2^{2+}$ と $^{14}\text{N}^+$ ($m/z=14$)などを分離分析できます。既存の固体検出器では数keVのイオンの運動エネルギー計測は不可能ですが、0.3 Kに冷却された超伝導トンネル接合検出器を用いると測定できます^[3]。今回、イオンの飛行経路からの室温黒体放射を反射し、粒子が透過できるフィルターを開発しました^[4]。これにより、室温で発生したイオンを0.3 Kの超伝導検出器で安定的に検出できるようになりました。限界突破の例として、窒素分子と酸素分子の二価イオンと原子の一価イオンを分離し、イオン化断面積を測定することに初めて成功しました^[5,6]。

今後の展開

今回開発した技術により、今まで質量分析が不得意としていた混合サンプルの多価イオン分析や、エレクトロスプレーイオン化法によるタンパク質の分子同定、抗体の分析、さらに中性粒子の直接質量分析への活用が期待されます。

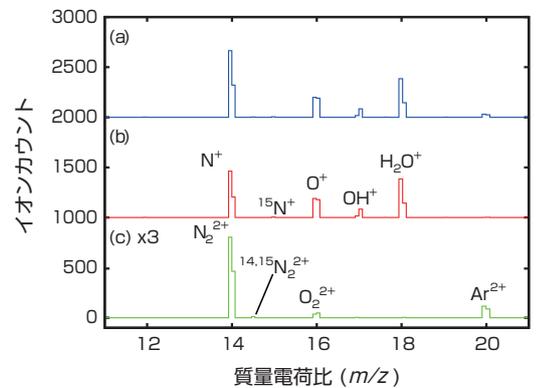


図2 (a) 通常の質量スペクトル (b) 一価イオンの質量スペクトル (c) 二価イオンの質量スペクトル 大気をサンプルとし、電子衝撃イオン化(70 eV)によってイオン化した時の質量スペクトルを示す。各質量ピークに含まれる一価イオンと二価イオンの割合が測定できる。

健康分野へ応用可能な包接機能の新材料

(1→4)-β-グルコシド型糖鎖からなる新規ゲル構造体

特許 第3968428号
(出願2003.1)

研究ユニット：

健康工学研究センター

適用分野：

- 健康分野（薬物の担持・徐放、有害物の捕捉・無害化）
- 食品分野（味や香りの調節）

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連絡なくご相談下さい。

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

目的と効果

人体に安全でかつ包接機能を示す物質は、体内での薬物の徐放制御や有害物の捕捉・無害化、さらには食品中の味や香りの調節などで高い関心もたれています。シクロデキストリンはそのような分子としてよく知られていますが、私たちは(1→4)-β-グルコシド型糖鎖骨格からなる天然由来のキシログルカンが、ある種の低分子を介してゲル化することを発見しました。この水性ゲルは、低分子を包接した積層型のナノ構造をもつと考えられることから、その高い包接機能を活かして、今後、健康や機能食品分野において広範な応用が期待されます。

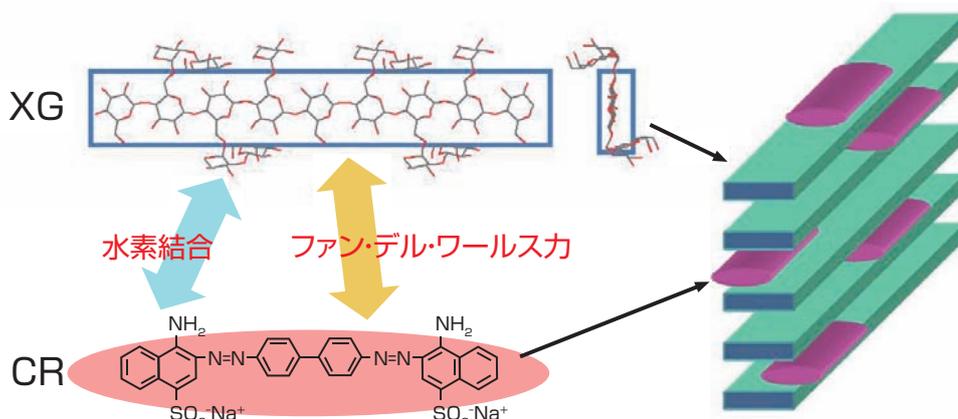
技術の概要、特徴

セルロースと類似の(1→4)-β-グルコシド型主鎖構造をもち、側鎖がキシロースあるいはガラクトースからなるオリゴマーで修飾されたキシログルカン(XG；図左上)は、セルロースと異なり水溶性を示します。この水溶液に、XGのセルロース骨格と水素結合やファン・デ

ル・ワールス相互作用が可能な平面型の色素分子、例えばコンゴレッド(CR)を少量添加すると容易にゲル化することを見いだしました。このゲル(XG=0.75%、CR=0.5%)を小角X線散乱法で解析すると、5個のXG糖鎖がその分子間にCRを包接して積層した板状構造モデル(図右)と一致することがわかりました。この積層数はXGやCRの濃度で変えることができます。

発明者からのメッセージ

キシログルカンの側鎖構造を分子設計することにより、多様な低分子を包接できる水性ゲル構造体を構築することが、これからの課題です。包接される低分子は、側鎖との水素結合と主鎖骨格との分子間力の要件を満たすものであればよく、シクロデキストリンと比較してサイズの制限は小さいことから種々の水性ゲル構造体の創成が可能であると予想されます。XGは種子由来の天然多糖類で安全であることから、この包接機能を活用した応用が期待されます。



新規糖鎖ナノ構造体

キシログルカン(XG)とコンゴレッド(CR)の分子構造、および小角X線散乱法から得たナノ構造モデル

共役系オリゴマー液晶

液晶性と光電子物性を併せもった有機化合物

特許 第 3968434 号
(出願 2003.4)

研究ユニット：

ナノテクノロジー研究部門

適用分野：

- 有機デバイス
- 光電子機能材料
- 有機半導体材料

目的と効果

液晶性分子は流動性と配向性を併せもつため、分子の向きがある方向にそろった薄膜などを容易に作製することができます。近年、共役系ポリマーと同程度の有効共役長をもったオリゴマーが光電子機能材料として注目されていますが、このようなオリゴマーによって形成される液晶は、オリゴマー骨格上に非局在化した電子の構造だけでなく、分子の向きや液晶相の構造によって光電子物性を制御できる高機能性材料として期待されています。この発明は、ベンゼン環とアセチレン（三重結合）を交互につないだフェニレンエチニレン系オリゴマーにおいて、液晶性を示す化合物を提供します。

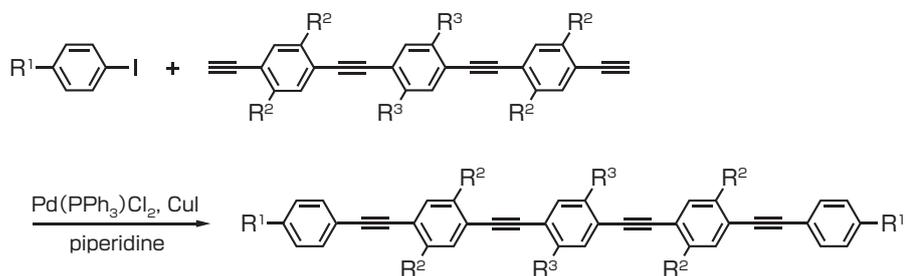
技術の概要、特徴

オリゴマー骨格はカップリング反応（ソノガシラ反応）によって容易に形成することができます。反応にはヨードベンゼン化合物とアセチレン化合物を用いますが、これらは既存の文献の方法に従って合成することができます。この発明のオリゴマー液晶化合物は、図の合成スキーム

ムに従って収率よく合成できます。この発明において、液晶化合物が最も流動性の高いネマチック相のみを形成するのは特徴的です。化合物1は143～210℃の温度範囲で液晶相を形成します。化合物2の液晶相は、100～137℃と、化合物1よりも低い温度範囲で形成されます。液晶相形成の温度は末端鎖の長さなどによって制御することができます。

発明者からのメッセージ

液晶性オリゴマー化合物を合成する際、側方アルキル鎖の選び方は重要なポイントです。側鎖が短すぎると、化合物の有機溶媒に対する溶解度が低くなってしまい、精製が困難になります。また、液晶相を形成する温度が高くなり、分解してしまう場合もあります。側鎖が長すぎると、液晶相が消失することが予想されます。側鎖の長さだけでなく、数や位置も液晶相形成の重要な因子です。フェニレンエチニレン系オリゴマーの骨格は直線的であるため、分子設計上のよいモデルと考えています。



- 1: R¹ = C₄H₉, R² = R³ = C₂H₅
2: R¹ = C₈H₁₇, R² = R³ = C₂H₅

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

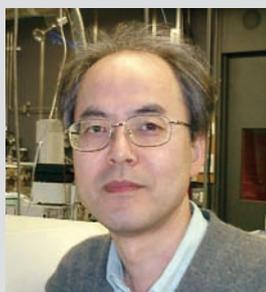
産総研が所有する特許のデータベース

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

化合物1、2の合成スキーム

灯油中硫黄の高感度化学形態別分析方法

燃料電池用燃料の精製方法の開発に威力を発揮



田尾 博明

たお ひろあき

hiro-tao@aist.go.jp

環境管理技術研究部門
研究部門長

(兼) 計測技術研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

1982年に工業技術院公害資源研究所に入所以来、ICP発光法やICP質量法(ICP-MS)による微量元素の分析方法の開発を行ってきました。1992年にカナダNRC環境化学研究所で在外研究を1年間行いました。ここ10年近くは、GCとICP-MSを結合させた装置の開発と、これを用いた元素の化学種分析法の研究を進めています。本標準化もその一環として実施しました。

関連情報：

● 参考文献

[1] 田尾 博明 他:分析化学, 56, 333-347 (2007).

[2] H.Tao et al.: Fuel, 88 (10), 1961-1969 (2009).

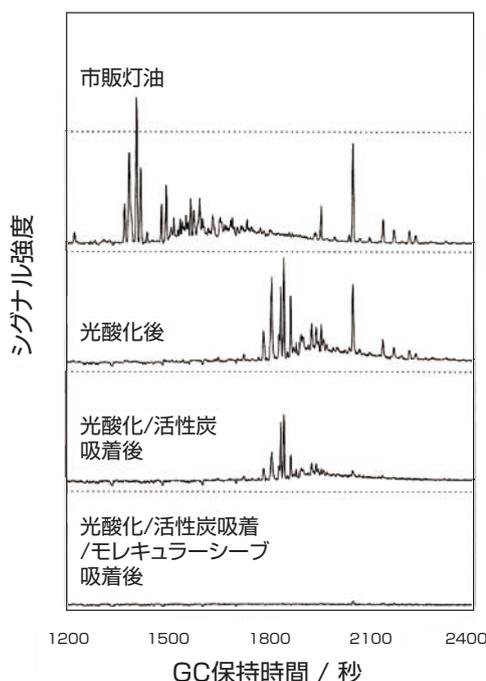
開発の背景

灯油は、家庭用燃料電池の燃料としての利用が期待されています。しかし、市販されている灯油をそのまま使うと、不純物として含まれる硫黄のため、燃料電池の触媒の性能が低下して長く使用することができません。燃料電池の発電性能を維持するためには、灯油中の硫黄を質量分率で0.05～0.1 ppm以下に脱硫することが望ましいといわれています。現在、種々の脱硫技術が試みられていますが、灯油中の硫黄はさまざまな化学形態として存在し、しかも化学形態によって精製される程度が大きく異なるため、それぞれを正確に測れないと、脱硫技術を完成させることができません。逆に、化学形態別に高感度に測定できる方法があれば、脱硫技術を効率的に開発することができるようになります。

硫黄の化学形態別分析法の標準化

これまで硫黄の化学形態別分析方法に関する規格としては、米国規格であるASTM D 5623

がありましたが、感度や分析上の妨害の点で必ずしも満足のいくものではありませんでした。産総研では、従来からガスクロマトグラフ(GC)と誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)とをオンラインで結合したGC/ICP-MS装置による微量元素の化学形態別分析法に関する研究を行っており、2005年から経済産業省委託「エネルギー・環境技術標準基盤研究事業」において、0.01～10 ppmの硫黄の化学形態別分析方法の標準化に必要な実験を行ってきました。このたび、標準化に必要なラウンドロビテストなどを行い、所期の目標であった感度、精度が得られることを確認し、標準仕様書(TS K 0013)「ガスクロマトグラフィー/誘導結合プラズマ質量分析法による灯油中硫黄化合物の定量方法」として公表しました。また、この分析方法によって、さまざまな脱硫プロセスにおける硫黄の化学形態を明らかにし、効率的な脱硫方法の開発に資することを示しました。分析方法および脱硫方法の詳細については、参考文献 [1] および [2] をご参照ください。



灯油の各精製段階で検出される硫黄のクロマトグラム
(市販灯油の硫黄分が約7 ppmのものを使用)

たいせき 海底堆積物の熱物性を推定する方法の開発

堆積盆における燃料資源ポテンシャルの推定を目指して



後藤 秀作

ごとう しゅうさく

s.gotou@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門
燃料資源地質研究グループ
研究員
(つくばセンター)

地球熱学が専門です。海底下の温度計測や数値シミュレーションにより堆積盆の温度構造や流体移動による熱移動の研究を進めています。この研究を日本周辺海域の堆積盆評価に適用することで、燃料資源探査の基礎データとなる燃料資源ポテンシャルの推定を進めたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

松林 修 (産総研)

● 参考文献

S. Goto, O. Matsubayashi:
Journal of Geophysical Research, 113(2008).

後藤 秀作, 松林 修: 地圏資源環境研究部門 十大ニュース 2008(2009).

海底堆積物の熱物性の重要性

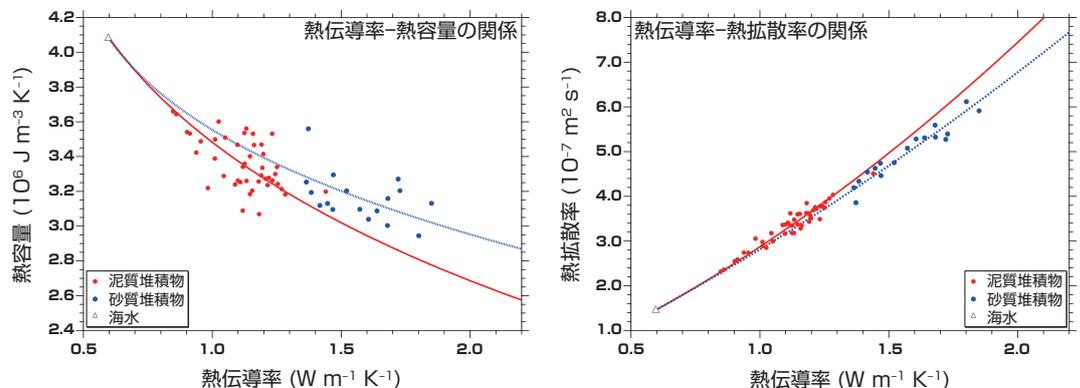
燃料資源探査において、堆積盆評価は燃料資源ポテンシャルの推定と新規探鉱候補域の選定に重要な役割を果たします。この評価の中では、有機物の埋没、熟成、炭化水素の移動および集積過程の評価が重要で、有機物の熟成時期やその空間的な広がりやを推定するためには地下の温度構造とその履歴を温度構造モデリングによって推定する必要があります。それには岩石・堆積物の熱物性が計算の重要な条件となります。今回、海底堆積物の熱伝導率の測定に一般的に用いられている「ニードルプローブ法」を用いて3つの熱物性(熱伝導率、熱容量および熱拡散率)を同時に推定する方法を考案しました。

推定方法の開発

海底堆積物の熱物性は、海底から採取した試料を用いて計測します。今回、熱物性の計測に用いたニードルプローブ法は、温度センサーとヒーター線を封入した細い針(ニードルプローブ)を堆積物にさし込み、数分間連続的に加熱したときのニードルプローブの温度変化から熱伝導率を計測する方法です。この方法は、柔らかい試料の熱伝導率の計測に適しています。これ

までに多くの海底堆積物の物性に関する研究でこの方法が使用され、熱伝導率が計測されています。しかし、熱容量と熱拡散率については報告例がほとんどありません。そこで、ニードルプローブで得られた温度データの性質を詳しく調べ、逆解析により海底堆積物の熱伝導率、熱容量および熱拡散率を同時に推定する方法を考案しました。この方法を統合国際深海掘削計画(IODP)第301次航海においてカナダの太平洋側沖合のファンデフーカ海嶺東翼部で回収した海底堆積物コア試料に適用し、3つの熱物性を同一測定点で同時に推定することに初めて成功しました。さらに得られた熱物性データから、泥質および砂質堆積物の熱物性(熱伝導率-熱容量、熱伝導率-熱拡散率)の関係を明らかにし、これまで数多く計測されてきた熱伝導率から熱容量および熱拡散率を推定することが可能になりました。

今後、他の海域で海底堆積物を採取し熱物性を計測してデータを蓄積するとともに、温度構造モデリングに活用し、より精度の高い海底下温度構造履歴を推定することによって、わが国周辺海域の堆積盆における燃料資源ポテンシャルの推定に貢献していきたいと考えています。



ファンデフーカ海嶺東翼部の海底堆積物の熱伝導率-熱容量および熱伝導率-熱拡散率の関係

赤が泥質堆積物、青が砂質堆積物の熱物性の関係を示す (Goto and Matsubayashi (2008) の結果を基に作成)。

独立行政法人産業技術総合研究所の役職員の報酬・給与等について

I. 役員報酬等について

1. 役員報酬についての基本方針に関する事項

① 平成 20 年度における役員報酬についての業績反映のさせ方

理事長の業績反映額は、経済産業省独立行政法人評価委員会（評価委員会）の業績評価を踏まえて、次の算式により決定する。

業績反映額 = 月例支給額 × 2.45 × (以下に定める当該年度の評価結果に即した割合)

評価委員会の業績評価	割合
A A 評価	100 分の 150 以内
A 評価	100 分の 125 以内
B 評価	100 分の 100
C 評価	100 分の 50
D 評価	100 分の 0

(参考) 評価結果に即した割合の平成 20 年度実績値

理事長 1.00 理事 1.00 監事 1.00

② 役員報酬基準の改定内容

法人の長 月例支給額及び業績反映額の改定により、年間総額は、前年度比△ 860,160 円 (△ 3.66 %)

理事 月例支給額及び業績反映額の改定により、年間総額は、前年度比△ 15,650 円 (△ 0.09 %)

理事 (非常勤) 特になし

監事 月例支給額及び業績反映額の改定により、年間総額は、前年度比△ 32,930 円 (△ 0.24 %)

監事 (非常勤) 特になし

2. 役員の報酬等の支給状況

役名	平成 20 年度年間報酬等の総額				就任・退任の状況		前職
	千円	報酬 (給与)	賞与	その他 (内容)	就任	退任	
法人の長	23,397	17,612	5,785	0 ()		平成 21 年 3 月 31 日	※
A 理事	19,278	14,716	4,539	24 (通勤手当)			※
B 理事	17,266	13,520	3,659	86 (通勤手当)			*
C 理事	6,503	4,507	1,997	0 ()		平成 20 年 7 月 27 日	◇
D 理事	10,700	9,209	1,406	84 (通勤手当)	平成 20 年 7 月 28 日		◇
E 理事	18,486	13,520	4,409	556 (通勤手当)			※
F 理事	18,530	13,520	4,409	600 (通勤手当)			* ※
G 理事	17,886	13,427	4,409	49 (通勤手当)			※
H 理事	17,930	13,520	4,409	0 ()			※
I 理事	18,215	13,520	4,409	285 (通勤手当)			※
J 理事	15,678	13,520	2,133	24 (通勤手当)	平成 20 年 4 月 1 日		※
K 理事	16,072	13,520	2,133	50 (通勤手当) 369 (単身赴任手当)	平成 20 年 4 月 1 日		※
L 理事 (非常勤)	1,740	1,440	300	0 ()	平成 20 年 4 月 1 日		
A 監事	13,959	10,406	3,354	199 (通勤手当)		平成 21 年 3 月 31 日	*
B 監事	14,593	11,506	2,961	127 (通勤手当)			*

注1: 「前職」欄には、役員の前職の種類別に以下の記号を付している。

退職公務員「*」、役員出向者「◇」、独立行政法人等の退職者「*※」、退職公務員でその後独立行政法人等の退職者「*※」、該当がない場合は空欄。

3. 役員の退職手当の支給状況(平成20年度中に退職手当を支給された退職者の状況)

区分	支給額(総額)	法人での在職期間	退職年月日	業績助案率	摘要	前職
法人の長	千円	年 月			該当者なし	
理事A	千円 7,438	年 月 4 0	平成19年3月31日	0.9	支給額(総額)は、独立行政法人評価委員会により決定された業績助案率を用いて、下記(※)の計算式により得られた額である。 ※退職手当支給額 = 月例支給額 × 在職期間 × 支給率(12.5/100) × 業績助案率	* ※
理事B	千円 8,982	年 月 4 11	平成19年7月30日	0.9	支給額(総額)は、独立行政法人評価委員会により決定された業績助案率を用いて、下記(※)の計算式により得られた額である。 ※退職手当支給額 = 月例支給額 × 在職期間 × 支給率(12.5/100) × 業績助案率	*
理事C	千円 7,097	年 月 5 0	平成20年3月31日	-	支給額(総額)は、下記(※)の計算式により得られた額である。但し、独立行政法人評価委員会により決定される業績助案率が未確定であるため、業績助案率の決定後に追加支給される退職手当額は含まれていない。 ※退職手当支給額 = 月例支給額 × 在職期間 × 支給率(12.5/100) × 業績助案率(暫定率1.0)	* ※
理事D	千円 1,394	年 月 2 0	平成20年3月31日	1.0	支給額(総額)は、独立行政法人評価委員会により決定された業績助案率を用いて、下記(※)の計算式により得られた額である。但し、平成21年3月に決定された業績助案率を受けた追加支給は平成21年度になされたため、支給額(総額)には追加支給を含まない暫定退職手当額を記載している。 ※退職手当支給額 = 月例支給額 × 在職期間 × 支給率(12.5/100) × 業績助案率	* ※
理事A (非常勤)	千円	年 月			該当者なし	
監事A	千円	年 月			該当者なし	
監事A (非常勤)	千円	年 月			該当者なし	

注1:「摘要」欄には、独立行政法人評価委員会による業績の評価等、退職手当支給額の決定に至った事由を記入している。

注2:「前職」欄には、退職者の役員時の前職の種類別に以下の記号を付している。

退職公務員「*」、役員出向者「◇」、独立行政法人等の退職者「※」、退職公務員でその後独立行政法人等の退職者「*※」、該当がない場合は空欄。

II. 職員給与について

1. 職員給与についての基本方針に関する事項

① 人件費管理の基本方針

第2期中期目標期間中の人件費総額見込み内において管理する。

総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

② 職員給与決定の基本方針

ア 給与水準の決定に際しての考慮事項とその考え方

独立行政法人通則法第63条を基本として、人事院給与勧告等を考慮し決定。

イ 職員の発揮した能率又は職員の勤務成績の給与への反映方法についての考え方

毎年度行う短期評価(目標設定管理型)と一定の評価対象期間を経て行う長期評価からなる評価制度により業績評価を実施する。短期評価の結果は、賞与の一部である業績手当に反映。長期評価の結果は、昇格、昇給により俸給等に反映。

(参考)個人評価制度について

個人評価制度は、職員の意欲向上と、目標設定を通じた職員間の意思疎通を図るとともに、職員が課題を認識することによって、組織全体のパフォーマンスの向上を図ることを目的として設けられたもの。

[能率、勤務成績が反映される給与の内容]

給与種目	制度の内容
賞与：勤勉手当 (査定分)	短期評価の結果を次年度の賞与に反映。業績手当の額は、評価期間の属する3月31日における基準給与等を基礎額として100分の50から100分の200(特定職員は100分の250)の範囲で決定。 業績が極めて顕著な場合は、基礎額の100分の500の範囲内で決定することができる。

ウ 平成20年度における給与制度の主な改正点

- ・第2期中期計画における総人件費削減への取り組みを引き続き実施
(平成18年度から平成22年度までの5年間で5%削減)
- ・定期昇給幅の抑制(平成22年度までの普通定期昇給を1号俸抑制)

2. 職員給与の支給状況

① 職種別支給状況

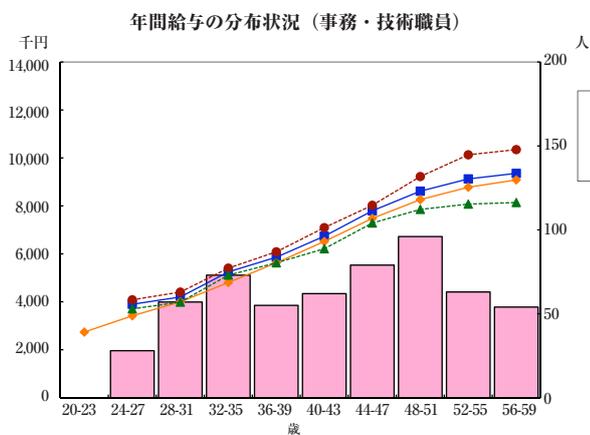
区 分	人 員	平均 年 齢	平成20年度の年間給与額(平均)			
			総額	うち所定内		
			千円	千円	千円	千円
常勤職員 ^{注1}	2,443	45.7	9,146	6,681	90	2,465
事務・技術	567	43.3	7,160	5,156	116	2,004
研究職種	1,866	46.4	9,763	7,155	82	2,608
その他医療職種 ^{注2}	6	50.0	6,627	4,694	55	1,933
技能・労務職種 ^{注3}	4	58.8	6,314	4,524	85	1,790
在外職員	該当なし					
任期付職員	251	37.4	8,021	5,863	101	2,158
事務・技術	4	50.5	9,820	7,179	361	2,641
研究職種	247	37.2	7,992	5,842	97	2,150

区 分	人 員	平均 年 齢	平成20年度の年間給与額(平均)			
			うち所定内			
			千円	千円	千円	千円
再任用職員	該当なし					
事務・技術	該当なし					
研究職種	該当なし					

区 分	人 員	平均 年 齢	平成20年度の年間給与額(平均)			
			うち所定内			
			千円	千円	千円	千円
非常勤職員	1,139	41.7	3,470	3,470	89	0
事務・技術	861	43.0	3,035	3,035	95	0
研究職種	275	37.7	4,839	4,839	68	0
その他医療職種	3	43.2	2,769	2,769	66	0

注1：常勤職員については、在外職員、任期付職員及び再任用職員を除く。
 注2：その他医療職種の業務内容は看護師である。
 注3：技能・労務職員の業務内容は、技能が運転手、労務が守衛である。
 注4：区分中の職種、医療職種（病院医師）、医療職種（病院看護師）及び教育職種（高等専門学校教員）については、該当者がいないため記載を省略した。

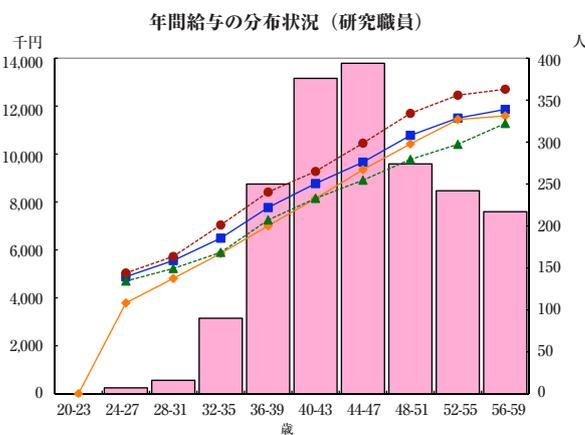
② 年間給与の分布状況（事務・技術職員／研究職員）〔在外職員、任期付職員及び再任用職員を除く。以下、⑤まで同じ。〕



(事務・技術職員)

分布状況を示す グループ	人 員	平均年齢	四分位		
			第1分位	平均	第3分位
代表的職位	人	歳	千円	千円	千円
・主幹・室長代理	121	49.6	7,646	7,899	8,161
・職員 ^注	87	29.0	3,896	4,095	4,244

注：職員とは、II 2 ③にあるとおり、主に1級の事務・技術職員である。



(研究職員)

分布状況を示す グループ	人 員	平均年齢	四分位		
			第1分位	平均	第3分位
代表的職位	人	歳	千円	千円	千円
・主任研究員 （リーダークラス）	308	47.9	9,862	10,820	11,779
・主任研究員	892	47.1	8,675	9,545	10,130
・研究員	359	37.9	6,627	7,031	7,587

③職級別在職状況等(平成21年4月1日現在)(事務・技術職員/研究職員) ※任期付き職員を除く。

(事務・技術職員)

区分	計	5級	4級	3級	2級	1級
標準的な職位		部門長	部長 室長	室長代理 主幹 主査 事務マネージャー	主査 事務マネージャー	職員
人員 (割合)	人 567	人 13 (2.3%)	人 68 (12.0%)	人 262 (46.2%)	人 146 (25.7%)	人 78 (13.8%)
年齢 (最高～最低)		歳 57～47	歳 59～41	歳 59～39	歳 54～30	歳 34～25
所定内給与年額 (最高～最低)		千円 10,304～8,187	千円 8,988～6,373	千円 7,046～4,267	千円 5,063～3,018	千円 3,576～2,422
年間給与額 (最高～最低)		千円 14,102～11,163	千円 12,066～8,721	千円 9,629～5,988	千円 7,092～4,255	千円 4,835～3,421

(研究職員)

区分	計	5級	4級	3級	2級	1級
標準的な職位		研究ユニット長 副研究ユニット長	研究グループ長 研究チーム長 主任研究員	主任研究員 研究員	研究員	研究員補
人員 (割合)	人 1,866	人 706 (37.8%)	人 640 (34.3%)	人 446 (23.9%)	人 74 (4.0%)	人
年齢 (最高～最低)		歳 59～38	歳 59～36	歳 59～32	歳 55～26	歳
所定内給与年額 (最高～最低)		千円 13,889～6,632	千円 8,075～5,366	千円 7,169～4,025	千円 5,178～3,167	千円
年間給与額 (最高～最低)		千円 16,966～9,152	千円 10,983～7,512	千円 9,624～5,732	千円 7,112～4,464	千円

④賞与(平成20年度)における査定部分の比率(事務・技術職員/研究職員)

(事務・技術職員)

区分	夏季(6月)	冬季(12月)	計	
管理職員	一律支給分(期末相当)	57.2%	61.1%	59.3%
	査定支給分(勤勉相当)	42.8%	38.9%	40.7%
	最高～最低	48.6～33.0%	43.7～29.2%	46.0～31.5%
一般職員	一律支給分(期末相当)	66.0%	69.1%	67.6%
	査定支給分(勤勉相当)	34.0%	30.9%	32.4%
	最高～最低	41.6～25.8%	38.3～13.7%	39.9～24.1%

(研究職員)

区分	夏季(6月)	冬季(12月)	計	
管理職員	一律支給分(期末相当)	57.9%	61.7%	59.9%
	査定支給分(勤勉相当)	42.1%	38.3%	40.1%
	最高～最低	53.4～31.0%	49.2～27.4%	51.2～29.5%
一般職員	一律支給分(期末相当)	65.7%	68.8%	67.3%
	査定支給分(勤勉相当)	34.3%	31.2%	32.7%
	最高～最低	52.5～26.8%	48.6～24.3%	50.5～25.5%

⑤職員と国家公務員及び他の独立行政法人との給与水準(年額)の比較指標

(事務・技術職員) 対国家公務員(行政職(一)) 104.7 対他法人(事務・技術職員) 97.9

(研究職員) 対国家公務員(研究職) 104.6 対他法人(研究職員) 104.1

注:当法人の年齢別人員構成をウエイトに用い、当法人の給与を国の給与水準(「対他法人」においては、すべての独立行政法人を一つの法人とみなした場合の給与水準)に置き換えた場合の給与水準を100として、法人が現に支給している給与費から算出される指数をいい、人事院において算出。

給与水準の比較指標について参考となる事項

○事務・技術職員

項目	内容		
指数の状況	対国家公務員	104.7	
	参考	地域勘案	104.1
		学歴勘案	106.7
		地域・学歴勘案	104.9

<p>国に比べて給与水準が高くなっている定量的な理由</p>	<p>国家公務員は全国に勤務する職員に対して地域に応じた地域手当が支給(0～16%)されており、給与に反映されている。これによって国家公務員においては地域によって給与額の差額が生じていると考えられる。</p> <p>これら各地域における年齢と給与支給額を勘案し比較をしたものが地域勘案となっていると考えられ、産総研の指数は104.1となっており勤務地の違いによっても対国家公務員給与指数に影響があることが分かる。</p> <p>産総研では国家公務員と同様な地域手当を設けておらず、全国展開する組織の中で地域拠点間での異動を考慮し、各地域の給与水準を同水準にしていること等によるものが対国家公務員指数を高くしている要因と考えられる。</p> <p>産総研において全国同水準としている給与水準を国家公務員の地域手当支給の考え方に基づき(各地域に勤務する産総研職員の平成20年度給与実績のうち職責手当相当割合(20%)について、地域手当を導入したと仮定して各地域における地域手当見合い分(0～16%)について給与水準を引き下げた)試算を行ったところ産総研の対国家公務員指数は103.1となった。</p> <p>これにより産総研においては全国同一の給与水準としていることが対国家公務員指数を高くしているといえるが、国家公務員が一定地域内による採用を原則としていること(国家公務員Ⅱ種、Ⅲ種採用職員について、各行政地域に採用された職員は原則各行政地域内の採用となる。)に対して、産総研職員は全国に展開する全地域間の異動を原則としており、これらの処遇の違い等を勘案すると産総研の給与水準は適正なものであると考えられる。</p> <p>上記のほか近年では、高学歴者の新規採用が若年層の給与水準を押し上げていることも指数を高める一因となっていると思われる。</p>																									
<p>給与水準の適切性の検証</p>	<p>【国からの財政支出について】 支出予算の総額に占める国からの財政支出の割合 81.1% (国からの財政支出額 71,372 百万円、支出予算の総額 87,981 百万円：平成 20 年度予算)</p> <p>【検証結果】 産総研は基礎研究を社会へつなぐ役割を担っており、即時に利益の上がらない中長期的な研究開発や地質調査、国家の計量標準等の民間では行うことができない事業を行っているため、上記の国の財政支出規模は妥当であると考えられる。また、第2期中期計画において財政支出における運営費交付金を充当して行う事業については新規に追加されるものや拡充分は除外した上で、一般管理費について毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成することとしている。一般管理費を除いた業務経費については毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成することとしている。</p> <p>国からの財政支出規模が大きいことから、行革推進法、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)による人件費削減の取り組みをはじめとして引き続き職員の給与水準の適正化について取り組んでまいりたい。さらに、自助努力として、特許等の知財収入や共同研究などによる外部資金の獲得の努力を行うことにより自己資金の増加を図っていく。</p> <p>【累積欠損額について】 累積欠損額 0 円 (平成 19 年度決算)</p> <p>【検証結果】 産総研では、これまでの決算において繰越欠損金を計上していない。</p> <p>【支出総額に占める給与、報酬等支給総額の割合】 28.1%※(平成20年度決算報告書支出決算金額に対する給与、報酬等支出総額の割合)</p> <p>【検証結果】 昨年度は(平成19年度)の割合は29.5%であり、総人件費削減の取り組みによって支出総額に占める割合が減少している。割合の減少は支出総額の増加も一因と考えられるが、昨年度の支出総額を元に試算しても28.9%となることから、総人件費削減の取り組みの成果であり、引き続き削減を進めていく。</p> <p>【管理職の割合】 20.1% (567名中114名が管理職相当。)</p> <p>【検証結果】 産総研は管理職という明確な基準がなく、産総研給与規程における職責手当の格付けで管理職相当とみなす者を整理している。そのため20.1%は便宜的に算出した数値となる。他方、国家公務員における管理職の基準を適用し、平成21年4月1日時点の割合を試算すると14.1%となり、国家公務員平均と同水準となることから適正と判断することができる。</p> <p>【大卒以上の高学歴者の割合】 15.5% (567名中88名が大卒以上。)</p> <p>【検証結果】 大卒以上の高学歴者の割合は15.5%となっているが、このうち半数以上は35歳以下の若年者となっており若手職員に高学歴の者が増加している。さらに近年では国家公務員Ⅰ種相当の職員の採用が増加していることにより対国家公務員指数を高くしている要因のひとつも考えられる。</p> <p>I種相当職員採用の推移 (割合/人数)</p> <table border="1" data-bbox="411 1478 1423 1662"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">産総研</th> <th colspan="2">国家公務員 (Ⅰ種、Ⅱ種のうちⅠ種職員合格者)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平成17年度</td> <td>75%</td> <td>8名</td> <td>24.0%</td> <td>1,674名</td> </tr> <tr> <td>平成18年度</td> <td>100%</td> <td>16名</td> <td>28.5%</td> <td>1,592名</td> </tr> <tr> <td>平成19年度</td> <td>100%</td> <td>6名</td> <td>24.4%</td> <td>1,581名</td> </tr> <tr> <td>平成20年度</td> <td>100%</td> <td>15名</td> <td>22.6%</td> <td>1,545名</td> </tr> </tbody> </table>		産総研		国家公務員 (Ⅰ種、Ⅱ種のうちⅠ種職員合格者)		平成17年度	75%	8名	24.0%	1,674名	平成18年度	100%	16名	28.5%	1,592名	平成19年度	100%	6名	24.4%	1,581名	平成20年度	100%	15名	22.6%	1,545名
	産総研		国家公務員 (Ⅰ種、Ⅱ種のうちⅠ種職員合格者)																							
平成17年度	75%	8名	24.0%	1,674名																						
平成18年度	100%	16名	28.5%	1,592名																						
平成19年度	100%	6名	24.4%	1,581名																						
平成20年度	100%	15名	22.6%	1,545名																						
<p>講ずる措置</p>	<p><平成22年に見込まれる対国家公務員指数> ○年齢 103.7 ○年齢+地域+学歴 102.2</p> <p><具体的な改善策> 1. 「行革推進法第53条」及び「行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)」に基づき、第2期中期計画における総人件費削減への取り組みを引き続き行う。 2. 定期昇給幅の抑制を行う。(平成22年度までの普通昇給号俸数について1号俸抑制する)</p>																									

○研究職員

項目	内容			
<p>指数の状況</p>	<p>対国家公務員</p>	<p>104.6</p>		
	<p>参考</p>	<p>地域勘案</p>	<p>106.4</p>	
		<p>学歴勘案</p>	<p>105.0</p>	
		<p>地域・学歴勘案</p>	<p>106.5</p>	

<p>国に比べて給与水準が高くなっている定量的な理由</p>	<p>研究職員の対国家公務員指数の高さは、高いレベルの研究成果を生み出すために高学歴の研究者を採用していることが主たる理由であり、その定量的な理由は以下の要因によるものと考えられる。</p> <p>①職級別人員分布(平成20年度国家公務員給与等実態調査等)</p> <p>以下のとおり、国家公務員(研究職)と比較して全体的に平均年齢が低い上に、職級別の人員が上位に分布していることが分かる。主に学歴の高さによることが要因として考えられ、給与水準の高さに反映していると思われる。</p> <p><職級別人員分布：人(%)></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>1級</td> <td>2級</td> <td>3級</td> <td>4級</td> <td>5級</td> <td>6級</td> </tr> <tr> <td>産総研</td> <td>0(0)</td> <td>74(4.0)</td> <td>446(23.9)</td> <td>640(34.3)</td> <td>706(37.8)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>国家公務員</td> <td>17(1.0)</td> <td>340(20.2)</td> <td>418(24.9)</td> <td>376(22.4)</td> <td>528(31.4)</td> <td>1(0.1)</td> </tr> </table> <p><職級別平均年齢：歳></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>1級</td> <td>2級</td> <td>3級</td> <td>4級</td> <td>5級</td> <td>6級</td> </tr> <tr> <td>産総研</td> <td>-</td> <td>34.5</td> <td>41.7</td> <td>45.1</td> <td>51.8</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>国家公務員</td> <td>27.2</td> <td>35.2</td> <td>41.9</td> <td>46.7</td> <td>52.4</td> <td>50.5</td> </tr> </table> <p>これらのことにより産総研は、国家公務員に比べ上位職に職員の割合が高くなっていることが分かる。これらの結果を検証するために国家公務員の研究職俸給表における平均値を算出すると以下のとおり。</p> <p>1級(234,474)、2級(294,001)、3級(358,833)、4級(400,322)、5級(482,989)、6級(560,081)</p> <p>これらの値について、産総研の級別人員分布、国家公務員の級別人員分布を基に俸給の平均値を計算すると以下のとおりとなる。</p> <p>A：産総研の級別人員分布を基に計算 417,466 B：国家公務員の級別人員分布を基に計算 392,879 A÷B=106.3</p> <p>すなわち、産総研は国家公務員に対し、年齢に比較して上位級にある者が多いことに起因して対国家公務員指数が高くなっていると考えられるが、産総研における昇級については適正な評価(長期評価)を実施しており給与水準は適正なものであると考えられる。特に、社会へのより良いアウトプットを求められる研究者にとっては意欲向上や研究パフォーマンス向上のため適正な評価に基づく給与制度が必要であることから給与水準は適正なものである。</p> <p>(参考)研究職員における博士号取得者の割合 平成20年4月1日現在 81.9%</p>		1級	2級	3級	4級	5級	6級	産総研	0(0)	74(4.0)	446(23.9)	640(34.3)	706(37.8)	-	国家公務員	17(1.0)	340(20.2)	418(24.9)	376(22.4)	528(31.4)	1(0.1)		1級	2級	3級	4級	5級	6級	産総研	-	34.5	41.7	45.1	51.8	-	国家公務員	27.2	35.2	41.9	46.7	52.4	50.5
	1級	2級	3級	4級	5級	6級																																					
産総研	0(0)	74(4.0)	446(23.9)	640(34.3)	706(37.8)	-																																					
国家公務員	17(1.0)	340(20.2)	418(24.9)	376(22.4)	528(31.4)	1(0.1)																																					
	1級	2級	3級	4級	5級	6級																																					
産総研	-	34.5	41.7	45.1	51.8	-																																					
国家公務員	27.2	35.2	41.9	46.7	52.4	50.5																																					
<p>給与水準の適切性の検証</p>	<p>【国からの財政支出について】</p> <p>支出予算の総額に占める国からの財政支出の割合 81.1%</p> <p>(国からの財政支出額 71,372百万円、支出予算の総額 87,981百万円：平成20年度予算)</p> <p>【検証結果】</p> <p>産総研は基礎研究を社会へつなぐ役割を担っており、即時に利益の上がらない中長期的な研究開発や地質調査、国家の計量標準等の民間では行うことができない事業を行っているため、上記の国の財政支出規模は妥当であると考えられる。また、第2期中期計画において財政支出における運営費交付金を充当して行う事業については新規に追加されるものや拡充は除外した上で、一般管理費について毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成することとしている。一般管理費を除いた業務経費については毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成することとしている。</p> <p>国からの財政支出規模が大きいことから、行革推進法、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)による人件費削減の取り組みをはじめとして引き続き職員の給与水準の適正化について取り組んでまいりたい。さらに、自助努力として、特許等の知財収入や共同研究などによる外部資金の獲得の努力を行うことにより自己資金の増加を図っていく。</p> <p>【累積欠損額について】累積欠損額0円(平成19年度決算)</p> <p>【検証結果】産総研では、これまでの決算において繰越欠損金を計上していない。</p> <p>【支出総額に占める給与、報酬等支給総額の割合】28.1%※(平成20年度決算報告書支出決算金額に対する給与、報酬等支出総額の割合)</p> <p>【検証結果】</p> <p>昨年度は(平成19年度)の割合は29.5%であり、総人件費削減の取り組みによって支出総額に占める割合が減少している。割合の減少は支出総額の増加も一因と考えられるが、昨年度の支出総額を元に試算しても28.9%となることから、総人件費削減の取り組みの成果であり、引き続き削減を進めていく。</p> <p>【管理職の割合】33.0%(1,866名中615名)</p> <p>【検証結果】</p> <p>産総研は管理職という明確な基準がなく、産総研給与規程における職責手当の格付けで管理職相当とみなす者を整理している。そのため33.0%は便宜的に算出した数値となる。任期付研究員も含めると30.1%(2,113名中636名)が管理職相当となる。管理職相当の者の割合が高いのは、職員数が減少傾向にある中、高度な技術や能力を必要とする職位・職級者の果たすべき役割が増大していることによるものである。</p> <p>【大卒以上の高学歴者の割合】95.7%(1,866名中1,785名が大卒以上)</p> <p>【検証結果】</p> <p>研究職員については、高いレベルの研究成果を生み出すために高学歴の研究者を採用している。修士・博士修了者の割合を見ると、産総研においては91.7%(1,866名中1,712名)となっており、国家公務員の研究職における70.3%と比べて高い。</p>																																										
<p>講ずる措置</p>	<p><平成22年に見込まれる対国家公務員指数></p> <p>事務・技術職員と同水準を見込む。</p> <p><具体的な改善策></p> <p>1.「行革推進法第53条」及び「行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)」に基づき、第2期中期計画における総人件費削減への取組み(平成21年度までの4年間で対17年度比4%以上の人件費を削減することを目標としている。)</p> <p>2.定期昇給幅の抑制を行う。(平成22年度までの普通昇給給付俸数について1号俸抑制する)</p>																																										

III. 総人件費について

総人件費について参考となる事項

・給与・報酬等支給総額増減要因

第2期中期計画において財政支出における運営費交付金を充当して行う事業については新規に追加されるものや充当分は除外した上で、一般管理費について毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成することとしており、一般管理費を除いた業務経費については毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成することとしている。さらに、国家公務員の総人件費改革を踏まえ、新規採用職員の抑制を図る等総人件費削減の取り組みを行っていることによるもの。

・最広義の人件費の増加要因

「退職手当支給額」については定年退職者数が増加したこと、また「非常勤役員等給与」については、第2期中期目標期間におけるミッション達成のため契約職員が増加していることによるもの。

・行革推進法、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)による人件費削減の取組の状況

1. 人件費削減のための方式

5年間で5%以上の人件費削減(削減率：5%)、但し、平成17年度(競争的研究資金による職員にかかる人件費を除く給与、報酬等支給総額29,336,933千円)を基準としている。

第2期中期目標期間(平成17年4月1日～平成21年3月31日)においては、4年間で4%以上の人件費を削減する。

2. 人件費削減の取組の進捗状況

総人件費改革の取組状況

年度	基準年度 (平成17年度)	平成18年度	平成19年度	平成20年度
給与、報酬等支給総額(千円)	29,336,933	29,147,588	28,884,206	28,366,757
人件費削減率(%)		△0.6	△1.5	△3.3
人件費削減率(補正值) ^{注1} (%)		△0.6	△2.2	△4.0

注1：「人件費削減率(補正值)」とは、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)による人事院勧告を踏まえた官民の給与較差に基づく給与改定分を除いた削減率のことである。

注2：産総研においては、行政改革の重要方針による人件費削減の取組において平成17年度基準額より受託研究若しくは共同研究等のための民間からの外部資金により雇用される任期付き職員を削減対象人件費の範囲から除いている。

IV. 法人が必要と認める事項

特になし。

つくば 6 研究機関男女共同参画合同シンポジウム 「好奇心が開くつくば発共同参画文化の扉」を開催

文部科学省科学技術振興調整費「女性研究者支援モデル育成」事業を実施し、つくば市に拠点を置く6研究機関（物質・材料研究機構、森林総合研究所、産業技術総合研究所、筑波大学、農業・食品産業技術総合研

究機構、農業環境技術研究所）が、科学技術分野における男女共同参画社会の推進に貢献するため、合同シンポジウムを開催します。これからの男女共同参画社会のあり方と多様性の受容に基盤をおいた、女性研究

者の活躍促進と研究機関の活性化について議論し、世界に開かれた研究学園都市「つくば」より、6研究機関の長による共同宣言を発表します。

日時：平成21年9月8日（火）13:00～16:50

会場：つくば国際会議場（茨城県つくば市竹園2-20-3）

問い合わせ先：産総研・男女共同参画室（gendereq-web@m.aist.go.jp）

参加申し込みはHPから：http://www.zencom-inc.co.jp/tsukuba_6kikan_symposium/

開催内容：

- ・特別講演I 神田 紅（講師）「伝統社会に女性が進出する時」
- ・特別講演II 小川 美奈（独）宇宙航空研究開発機構）「『かぐや』の月への旅路を支えたJAXA男女共同参画の意識」
- ・パネルディスカッション「つくば6研究機関の長、男女共同参画ビジョンを語る」

湯浅新治 スピントロニクス研究グループ長が「井上春成賞」を受賞

報告

エレクトロニクス研究部門 スピントロニクス研究グループ 研究グループ長 湯浅 新治氏は、2009年7月15日に井上春成賞委員会（独立行政法人 科学技術振興機構）より第34回井上春成賞を受賞しました。井上春成賞は、大学や研究機関などの独創的な研究成果で、企業化した技術（販売実績があるもの）に対して毎年2件授与されます。今回の受賞技術は「酸化マグネシウム系トンネル磁気抵抗素子及び

その量産技術」で、企業化開発を実施したキヤノンアネルバ株式会社 市川潤二 代表取締役会長兼社長と共に受賞しました。

湯浅氏は酸化マグネシウム (MgO) をトンネル絶縁層に用いたトンネル磁気抵抗素子 (MTJ 素子) を開発し、従来技術の2倍を超える画期的な高性能を実現しました。さらに、キヤノンアネルバ株式会社と共同で MgO-MTJ 素子の量産技術の開発に取り組

み、アモルファス層の上に結晶層を成長させる独創的な手法により MgO-MTJ 素子の産業応用を可能にしました。MgO-MTJ 素子を用いたハードディスクドライブ (HDD) 磁気ヘッドは2007年から製品化され、現在生産されている HDD のほぼ全てに搭載され、世界をリードする HDD の大容量化に貢献しています。

「科学情報の活用に関するワークショップ」開催報告

報告

計量書誌学は論文の価値を評価する1つの方法として広く知られていましたが、近年では、こうした客観的な分析結果を研究者個人や研究機関を評価する指標として使おうという動きが出てきました。国の政策にも、研究成果を客観的に評価し、公的研究資金の配分に直結させようという方向が現れてきています。

産総研評価部では6月1日に、今後の評価システム構築の参考とするため、最近の計量書誌学の動向について、当分野において著名なトムソン・ロイター 宮入 暢子氏、エルゼビア・ジャパン株式会社 清水 毅志氏、国立

情報学研究所 根岸 正光氏、科学技術政策研究所 阪 彩香氏、独立行政法人物質・材料研究機構 谷藤 幹子氏につくばセンター共用講堂でそれぞれご講演いただきました。さらにこれに合わせて、ホワイエにおいて独立行政法人物質・材料研究機構と産総研地質調査情報センター提供によるデジタルレポジトリ、デジタルアーカイブに関する企画展示、エルゼビア・ジャパン株式会社とトムソン・ロイター提供による最新の科学論文データベースのトライアルを実施いたしました。

パネル討論では研究評価における評価指標のあり方をテーマとして、ビブ

リオメトリックス指標の留意点、多様な評価軸、独自の評価指標の開発などの視点で討論しました。

当日は産総研から104名、外部から140名の参加があり、ほかの独法研究機関や大学で評価や経営に携わる参加者も多く、計量書誌学についての関心の高さがうかがわれました。



パネルディスカッション

第8回産学官連携推進会議報告

報告

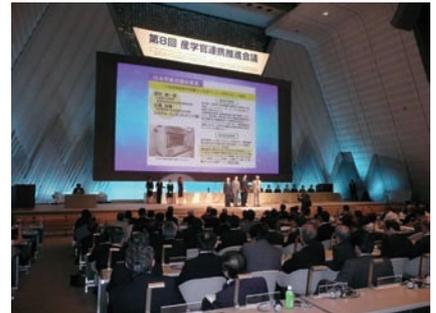
6月20、21日に国立京都国際会館にて第8回産学官連携推進会議（内閣府主催、産総研共催）が開催され、昨年度を上回る4,530人の参加がありました。野田 聖子内閣府特命担当大臣の基調講演で幕を開け、特別講演、分科会などでの積極的な議論を通してオープンイノベーション型の産学官連携について知見を深め、環境や資源の制約を新たな成長の糧とするよう認識を共有しました。

産学官連携活動における成功事例に与えられる第7回産学官連携功労者表彰では、産総研は「科学技術政策担当大臣賞」・「経済産業大臣賞」・「日本経済団体連合会会長賞」・「日本学術会議会長賞」の4件の受賞にかかわりまし

た。受賞ブースには野田大臣、麻生福岡県知事など要人を含む多方面からの視察があり、産総研の技術水準および産学官連携構築スキームの質の高さを広く示すことができました。

また、産総研の産学官連携による主な研究成果として、メインブースにて「有害化学物質フリー革新的塗装プロセス」・「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場」を、一般ブースにて「マグネシウム合金部材の実用化」・「携帯電話アプリケーションソフトによる精神的疲労計測システム」・「情報漏えいやフィッシング詐欺などに耐性のある次世代認証方式」・「粘土膜『クレスト』の応用展開」・「流路型 QCM とバイオインターフェイスに

よる高感度バイオセンサ」・「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ」を、さらに若手研究者による科学技術説明会では2件を展示し、多分野における第一級の連携成果・研究成果の紹介を行う機会を得て産学官連携の更なる促進・深化の契機となりました。



「産学官連携功労者表彰」表彰式の様子

産業変革研究イニシアティブプロジェクト発足会の開催

『SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証』

報告

6月4日に産総研産業変革イニシアティブ『SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証』プロジェクトの発足会を秋葉原ダイビルにて行いました。このプロジェクトでは富士電機アドバンステクノロジー株式会社を中心とする企業と人材移籍を伴う大規模な連携を行うことが特徴です。同発足会では、産総研 野間口理事長、富士電機ホールディングス株式会社 伊

藤代表取締役社長の挨拶に始まり、産総研 伊藤理事による趣旨説明、産総研 エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ 奥村ラボ長から共同研究内容の説明、連携企業からパワーデバイスの今後の展開について講演がありました。今後は、この共同研究を通して、SiC デバイスを用いたインバータの実用化を促進し、将来にわたる電力の省エネルギー化を目指します。



挨拶する伊藤 富士電機ホールディングス株式会社代表取締役社長（左）、野間口 産総研理事長（右）

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/>

EVENT Calendar

2009年8月 → 2009年10月

7月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
8 August			
1日	産総研一般公開(中部センター)	名古屋	052-736-7063 ●
4日	産総研一般公開(関西センター 尼崎)	尼崎	072-751-9606 ●
4日～5日	超高速フォトニックテクノロジー国際シンポジウム	仙台	022-217-5525
21日	産総研一般公開(四国センター)	香川	087-869-3530 ●
22日	産総研一般公開(東北センター)	仙台	022-237-5218 ●
9 September			
8日	つくば6研究機関男女共同参画合同シンポジウム「好奇心が開くつくば発共同参画文化の扉」	つくば	029-862-6418 ●
13日～18日	イオンビームによる材料表面改質に関する国際会議 SMMIB	東京	048-585-6851
10 October			
3日	産総研一般公開(九州センター)	鳥栖	0942-81-3606 ●
15日～16日	産総研オープンラボ	つくば	03-5501-0844 ●

●は、産総研内の事務局です。

分離プロセスの省エネルギー化に向けた高機能膜の開発

環境化学技術研究部門 膜分離プロセスグループ 吉宗 美紀 (つくばセンター)

持続発展可能な化学プロセスを実現するためには、「反応プロセス」の高効率化はもちろん重要ですが、「分離プロセス」の省エネルギー化も欠かすことのできない課題です。「膜分離」は、いわゆる「ろ過」のように膜を通して物質を濾し分ける手法で、主に圧力差によって物質を分離するため、蒸留法などと比較して、省エネルギー性が高く、操作が簡便であるという特徴があり、高効率分離技術として注目されています。膜分離プロセスグループでは、特に分離の難易度の高い、分子サイズの気体や液体を分離するための高性能分離膜の開発と、その分離膜を用いた高効率な分離プロセスの構築を目指して研究を行っています。



気体分離実験の様子



吉宗さんからひとこと

近年、膜技術が大きく発展したことで、浄水器用のろ過膜や透析膜、海水を真水に変える逆浸透膜など、分離膜が身近なものになってきました。現在市販されている分離膜のほとんどは有機高分子を用いたものですが、私はカーボンを素材とする分離膜を用いて、水素や二酸化炭素などを分離する技術の開発に取り組んでいます。開発したカーボン膜を実用化するためには、性能のほかにコストや量産化などの課題があります。カーボン膜が皆さんの身近な存在として普及し、環境負荷の低減に貢献できるように研究を進めていきたいと考えています。

表紙

上：可搬型ガスサンプリング装置 (p.15)

下：「産学官連携功労者表彰」表彰式の様子 (p.31)

産 総 研
TODAY

2009 August Vol.9 No.8

(通巻 103号)
平成21年8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。