ISSN 1880-0041

産総研 TODAY

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

11
2006 November
Vol.6 No.11

特 集

02 環境保全から環境創造へ

トピックス

12 レーザ光照射を併用した超電導薄膜製造
高速成膜と高超電導特性を両立

リサーチ・ホットライン

16 異種高分子をナノ分散・混合する技術
18 排ガス浄化用触媒の開発
20 熱分解ガスの発生挙動モニタリング
22 低温型位相コントラストX線CT技術の開発

パテント・インフォ

24 高気孔率ポーラス金属の作製技術　多孔質金属応用への展望
25 低温基板上への高機能性膜形成を低コストで　120℃以下の低温で使える新しいCVD法

テクノ・インフラ

26 高齢者の温熱感覚特性の研究　テクニカルレポート（TR S0002：2006）の公表
28 法定計量の国際相互承認　9月に運用が開始されたMAAについて

ニュース

30 ノルウェー科学技術大学との包括的研究協力協定締結
工業標準化業務で経済産業大臣表彰を受賞
「2006年グッドデザイン賞」エコロジーデザイン賞を受賞

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
AIST
技術を社会へ
Integration for Innovation

環境保全から環境創造へ

予測と評価による最適ソリューションの提供

“環境保全から環境創造へ”環境管理関連研究は大きく舵を切り始めています。これまでは新しい環境問題が発生するたびに環境規制が検討され、それに対応するための環境保全対策技術が開発されてきました。例えば、産業排水や排ガスから環境汚染物質を検出する計測技術、汚染物質の移流拡散挙動の解明に基づく環境影響予測技術、さらには汚染除去のための技術等は、既に生産管理技術として産業界に普及しています。しかし、社会における環境意識の高まりとともに、従来の「環境保全」を目的とする事後対策的な取り組みから脱却し、新たな環境問題の発生を予測して未然に防止し、人間と環境の調和を目指す技術が、「環境創造」の切り札として浮かび上がってきました。

一方、経済産業省においても、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）の改正、化学物質排出把握管理促進法（PRTR法）やダイオキシン類対策特別措置法、フロン回収破壊法の施行等の対応も行なっています。さらに、次世代型の化学物質管理手法として世界的な潮流になりつつある「リスクトレードオフに基づく最適管理」への取組みを2010－20年に向けて本格化する動きもあり、技術の持続可能性への配慮とリスク管理の徹底化が強く求められるようになってきました。

産総研では、このような社会的要請に鑑みて、化学物質リスク評価技術、ライフサイクルアセスメント（LCA）技術、地球環境影響評価技術に加え、極微量の環境負荷物質が検出可能な環境計測とモニタリングの技術、広く拡散した環境負荷物質にも適用可能な環境浄化と修復技術の開発に努め、そのシーズを確立してきました。今後はこれらの要素技術をさらに発展・融合させて、計測・評価・対策技術が三位一体となった革新的な予測・予防・対策技術を開発し、タイムリーに社会に提供する予定であります。

持続可能社会を実現し、世界の人々が将来にわたって豊かな生活を送るこ

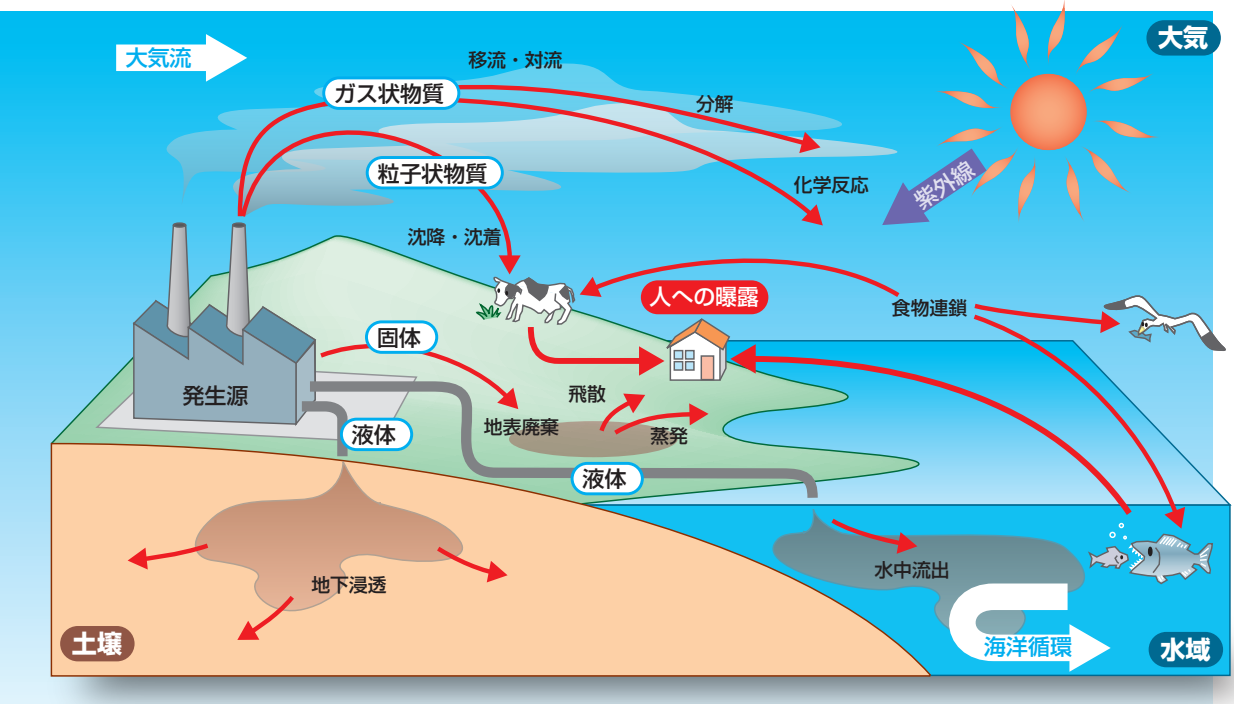


図1
発生源より環境中に排出された化学物質の挙動と人への曝露経路

とは、人類共通の目標です。平成17年4月に産総研が策定した「第2期研究戦略」の中にも、産総研の環境研究を特徴付ける重点戦略目標の一つとして、「予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する」が掲げられています。本特集記事では、この戦略目標を達成するための戦略課題の中心をなす「予測につながる評価手法」と「人類を豊かな未来に導く最適ソリューション」の研究を厳選し、紹介させて頂きます。

山辺 正顕
研究コーディネータ
永翁 龍一
企画本部

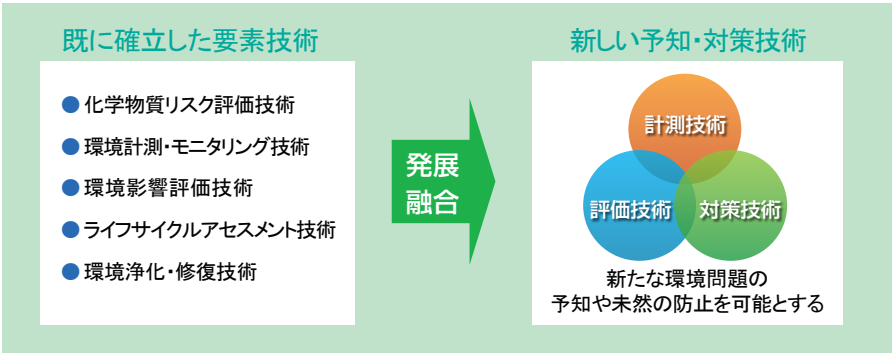


図2
産総研が目指す環境管理技術のコンセプト

低温プラズマを用いる VOC 対策

地震、雷、火事…と古来言われてきた怖いものの代表である雷をミニチュア化してリアクタ内に閉じこめた低温プラズマをVOC（揮発性有機化合物）の分解に利用しています。低温プラズマを発生させると電子は活性化されますが、図に示すように、ガス自体の温度は外界の温度とほとんど変わりません。トルエン、ジクロロメタン、メタノールなど、どのようなVOCでも分解可能です。低温プラズマ中では水も酸化剤として使うことができ、VOCの完全酸化分解に有効利用できます。低温プラズマ中の電子エネルギー分布を制御することは難しいのですが、リアクタのタイプや運転条件を変えたり、触媒を複合化することで、VOCの分解処理に要するエネルギーを抑え、処理後にクリーンなガスを得ることを目指して研究を行っています。この5年間に民間との受託・共同研究を6件実施し、連携を深めています。36編の論文を発表し、内外の学会や出版社から論文賞を6件受賞しています。

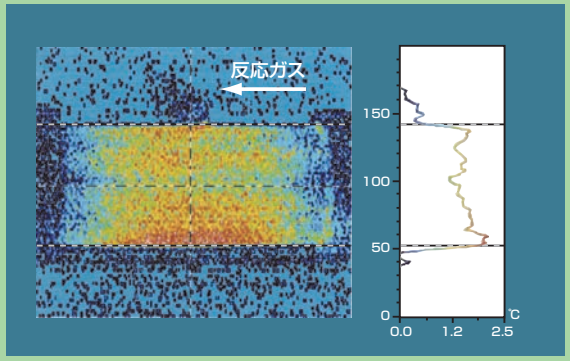


図　低温プラズマリアクタ稼働時の温度分布

二タ村 森
環境管理技術研究部門

これからの化学物質リスク管理

古くはPCBや鉛、1990年代にはゴミ焼却施設からのダイオキシン、シックハウス症候群の原因物質であるホルムアルデヒド、最近ではアスベストなど、有害物質はそれぞれが独立に世間を騒がせてきました。そのたびに当該物質については規制が強化されてきましたが、このような場当たり的な対応ではいつまでたっても悪玉探しが続くだけであり、安全・安心はなかなか達成できません。

そこで、全体を見据えた上で優先順位を付け、トータルとしてのリスクを削減していくというアプローチが必要になってきます。そのために、産総研化学物質リスク管理研究センター（CRM）では、「リスク予測の科学」の手法開発と実践を行ってきました。その成果として、30物質の詳細リスク評価が進行中です。これによって、現時点でリスクが大きいと考えられている物質をおおむね網羅したことになりますが、やはり、次のような疑問は残ります。1つは、化学物質の種類が2万とも10万とも言われている中で、30物質で果たして十分なのだろうかというものです。もう1つは、Aという物質がダメだと言われればBという物質に、Bが危なそうだと言われたらCに代替するというように、結局、いたちごっこになってしまうのではないだろうかという疑問です。こうした問題を解決するために、CRMでは次のステップ、すなわちマルチプルリスク評価・管理へと進んでいます。以下では、マルチプルリスク社会における新しいリスク評価・管理のパラダイムを概観します。

シングルからマルチプルへ

私たちは、多数の有害物質に曝（さら）されているだけでなく、災害や事故を含めて、様々なリスクに直面しています。すなわち、マルチプルリスク社会に住んでいます（図1）。できるだけリスクの少ない社会にするためには、限られた予算をどのリスク対策に振り分けるべきか、費用対効果を考慮しながら優先順位を付けることが求められます。そのためには、少ない情報から効率的に多くの物質を評価する手法と、リスクどうしのトレードオフ関係を評価する手法が必要です。前者では、統計的な手法や専門家による判断を用いて、データギャップを補完する方法を検討します。後者をリスクトレードオフ解析と呼んでいます。

化学物質排出移動量届出制度（PRTR制度）によって、PRTR届出対象物質の排出は大きく削減されましたが、その代わりに、届出対象外の物質への代替が進んでいます。しかし、届出対象物質＝危険、届出対象外物質＝安全というわけでなく、物質代替によって本当にリスクが削減されているのかどうか、その排出量の変化も含めて検討する必要があります。その際に、情報量

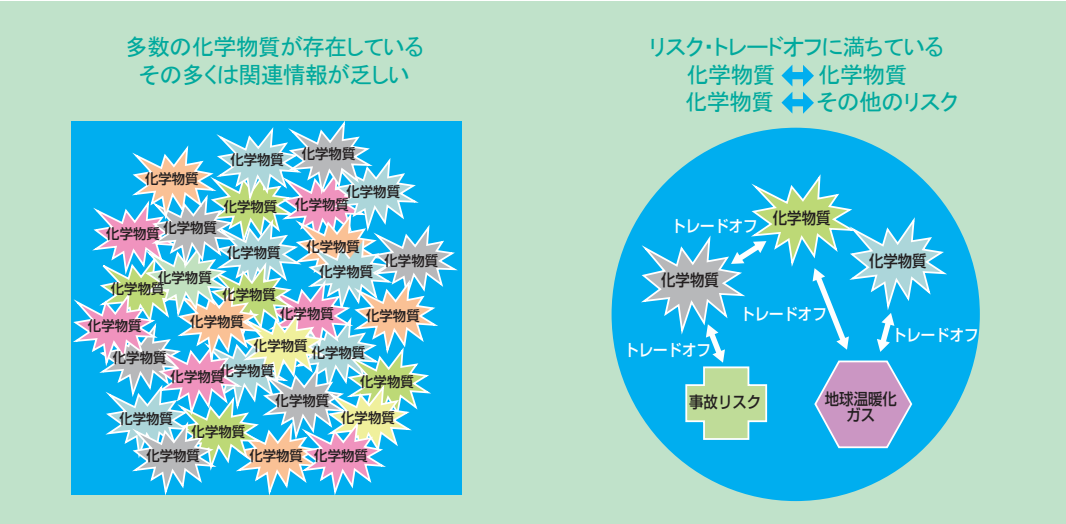


図1　マルチプルリスク社会の特徴

の少ない対象外の物質と、情報量が比較的多くある対象物質のリスクの比較を行う必要があります。さらには、化学物質曝露によるリスク以外のことも考慮する必要があります。例えば、排出ガスを重油によって燃焼処理すると当該物質の排出はなくなりますがCO_2が排出されます。毒性の少ない代替物質は、爆発の危険性を高めたり、環境中で別の有害物質に化学変化したりするかもしれません。

点から分布へ

これまでのリスク評価では、不確実性がある場合や、ばらつきがある場合は、すべてを安全側の仮定、すなわちリスクの高い人を保護することができるような仮定を採用していました。環境基準値などを決める場合にはこのアプローチは有効です。しかし、どのくらい安全側に仮定しているかが物質ごとに異なるために、物質どうしのリスクの大きさを相互に比較することは困難です。マルチプルリスク評価では、物質間や事象間のリスクを相互に比較することができるように、不確実性やばらつきを可能な限り分布として扱い、点推定値ではなく、リスクの全体像を把握する必要があります。

守りから攻めへ

これまでのリスク評価・管理は、規制に違反しないという「守り」の姿勢で行われてきました。しかし、これからは新規物質や新規技術の開発において、開発段階から平行してリスク評価を行うことで、従来受け身であった法規制の枠組みづくりを主導し、研究開発投資に関わる無駄や不確実性の減少につなげることも可能となります。電気電子機器への特定有害物質の含有を禁止するRoHS規制や、化学物質の登録・評価・認可・規制に関する新法案であるREACHといった、最近の欧州連合（EU）のやり方は、国際的な主導権を握ることを目指した「攻め」のアプローチと言えます。

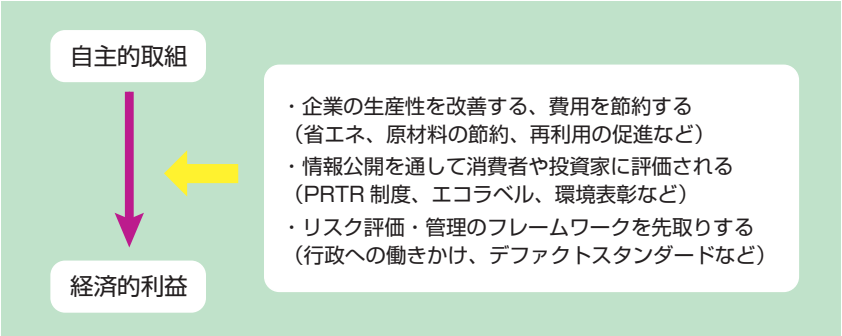


図2　自主的取組が経済的利益につながるルート

リスク管理の面においても、最近では規制から自主管理へという流れができつつあります。企業の環境報告書を見ると、規制値を大幅に下回る排出削減を行ったり、自主的に対象物質の種類を増やして対策を行ったりしていることが分かります。自主的な取組みを行うインセンティブには図2のようなものがあると言われています。しかし、真の意味での自主管理とは、単に規制値よりも進んだ排出削減対策を行うことではなく、自らリスク評価を実施し、利害関係者に対して、その結果とそれを考慮した意思決定の根拠を分かりやすく提示するという一連の作業を行うことと考えています。

管理からガバナンスへ

ナノ材料やバイオ技術が社会に受容されるかどうかはそれらの持つリスクの大きさだけでは決まりません。リスクとベネフィット、双方のバランスが鍵となります。この場合のリスクとは健康リスクだけにとどまらず、人々の不安感や倫理面への影響なども含んだ広い概念のリスクです。新規技術の場合は、健康リスクという1つの属性だけでなく、利便性や人々の認知・選好も含んだ多くの属性の集まりとして評価されるべきです。

このような評価をテクノロジー・アセスメントと呼び、これに基づいた管理の形をガバナンスと呼びます。すなわち、政府から企業への一方的な管理ではなく、市民、NGO、企業、政府といった多様な主体が関与し、技術を社会全体としてコントロールしていく形が求められています。

岸本 充生
化学物質リスク管理研究センター

製品を対象とするLCAからソーシャルLCAへの発展

ライフサイクルアセスメント（LCA）は、製品の製造から利用、廃棄に至るまで、ライフサイクル全体での環境への影響を定量評価するものです。手法の確立、データの蓄積に対する政府の支援もあり、産業界での利用が進み、多くの企業で採用され、結果が各企業の環境報告書やホームページなどで公表されるようになってきました。

このように、あるシステムを対象にし、それに関係するものすべてを取り上げて評価する手法は各方面で活用されています。現在では、製品の評価にとどまらず、企業活動や循環型社会システム、地域施策などの評価へも適用され始めています。

産総研ライフサイクルアセスメント研究センター（LCA研究センター）では、LCAの中でも、前述のように社会を構成する様々な主体への適用を志向するLCAを「ソーシャルLCA」と仮称し、その発展を先導し、必要な手法の開発、ケーススタディの実施、実施環境の整備に取り組んでいます。

企業、産業活動の評価
～「環境効率」を用いて～

「環境効率」は、企業・製品が提供する機能（サービス）とLCA等によって計算される環境負荷の比です。製品の機能が同一であれば環境負荷が少ない方が好ましく、環境負荷が同一であれば機能が充実している方が好ましいという考え方です。現在、環境効率は多くの先進的な企業で活用されています。しかし、その定義は多種多様であり、受け手側（主に「消費者」）の混乱を招く恐れがあります。また、製造業とサービス業では、提供している製品やサービスの種類が違うことから、比較しても意味がなくなってしまいます。異なる産業や企業を環境効率で比較することは困難です。そこで図1に示すように国・産業・企業・製品レベルで統一した算出方法を提案し、それぞれのレベルで比較可能な環境効率指標の開発に取り組んでいます。国レベルであればGDPとCO_2排出量の比較、企業レベルであれば企業の付加価値と環境負荷量の比較など様々なレベルで使用できるようになっています。この指標により、企業内の環境戦略の策定や、消費者による製品・サービス購入時の意思決定の支援が可能となります。現在は、企業の協力を得てケーススタディを実施し、それを通して問題点の提起・解明および企業の意見を取り入れた環境効率指標の開発に取り組んでいます。

地域施策の評価

地域施策をシステムとして捉え、その実施に伴う環境影響をライフサイクル思考で評価し、負荷削減を目指す手法の開発に取り組んでいます。地方自治体と協力し、産業振興、バイオマス利活用、廃棄物対策といった具体的な

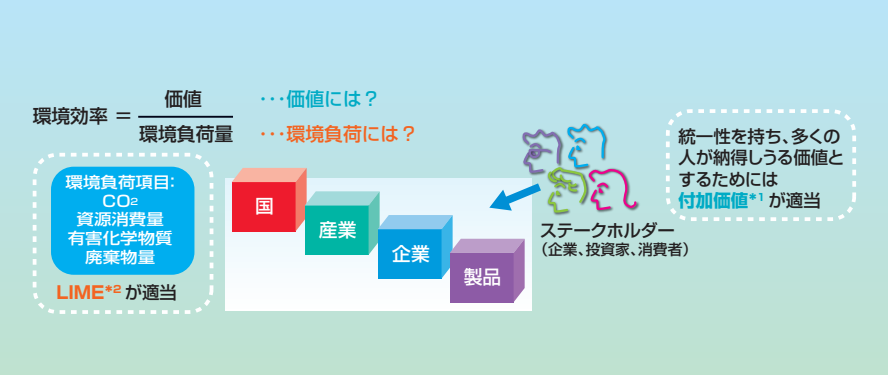


図1　環境効率の概念図
*1 付加価値の合計はGDPになる
*2 日本版被害算定型環境影響評価手法を用いて統合化した環境負荷

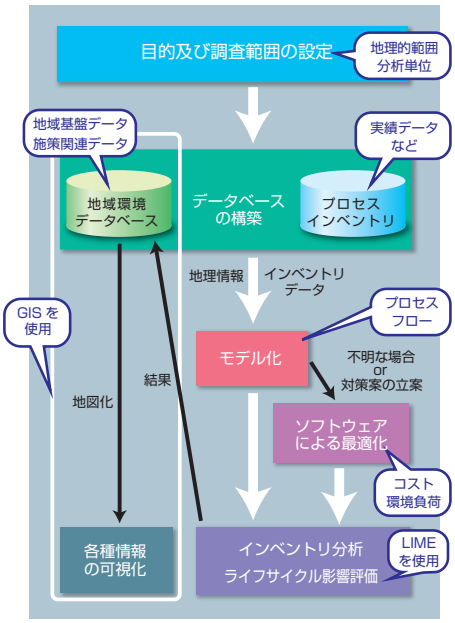


図2　地域施策へのLCA適用の手順

施策を対象としたケーススタディを実施しています。

図2に示すように、地域施策へのLCAの適用手法は、従来の製品LCAの手順を基本にしつつ、各プロセスへの入出力を整理したインベントリデータベースとともに、人口や土地利用、道路網などの地域特性を考慮するために地理情報システム（GIS）上に地域環境データベースを構築し、分析に利用しています。また、これらのデータベースと連携して、地域内の物質循環やエネルギー利用を最適化するソフトウェアの開発も同時に行っています。本手法は、実務書（NEDOホームページにて公開予定）に取りまとめ、実用に供しています。

現在は、時間軸の考慮や環境効率の導入などの新たな取り組みを進めており、地域における地球温暖化対策や環境マネジメントの手法として様々な場面での利用が期待されています。

消費活動へのアプローチ

環境調和型製品が普及し、環境負荷削減を実現するには、それが消費者に受け入れられ、実際に利用されることが必要です。また、環境負荷削減型のライフスタイルが求められていますが、各消費者が受け入れやすいライフスタイル、それによる実際の負荷削減の効果を定量し、製品開発、政策提言等に反映させていくことが必要です。LCA研究センターでは、「持続可能な消費」としてこれらの課題に取り組んできています。

表は環境調和型のライフスタイルを5つに分類し、それぞれの支持率や行動を示しています。これによると「倹約型」を支持する消費者がもっとも多いのですが、その人達は倹約して得た資金で海外旅行に出かける等の環境負荷を増加させる行動（表の「リバウンド効果」に該当する）を取る傾向がみられ、全体の削減効果を減らしています。このように、実質的な負荷削減効果と消費者の選好から、環境負荷削減の施策立案への寄与を目指しています。

表　エコライフスタイルのCO_2排出削減量試算結果

ライフスタイル	エコライフ型	ネットワーク型	倹約型	伝統回帰型	サービス利用型
ライフスタイル・イメージ	モノの所有・消費意向自体は変わらないが、購買対象がエコ・プロダクツとなる	インターネットを用いて、通勤などの移動を極力せずに地域に分散して暮らす	世間並みにこだわらずに普段の生活を切りつめ、その分をレジャーや自分の趣味に使う	昔の暮らしの知恵を活用し、無駄な消費を抑えていく	モノを買いそろえ所有するのではなく、賃貸やレンタル、サービス購入に切り替える
支持率	17.0%	19.2%	32.2%	18.6%	3.5%
削減効果【A】CO_2（kg）/月	−102.3	−55.4	−76.9	−61.8	−27.5
リバウンド効果【B】CO_2（kg）/月	+29.7	+50.4	+32.9	+21.1	+1.7
削減効果【A-B】CO_2（kg）/月	−72.6	−5.0	−44.0	−40.7	−25.8

持続可能性の評価に向けて

持続可能な発展に不可欠な要素として、トリプルボトムライン（環境・経済・社会）の必要性が認識され、社会を構成する各主体の諸活動の評価にも、この評価軸が求められています。経済面では諸経済指標で評価の可能性がありますが、環境面ではLCAの発展が求められ、社会面（これまでに述べてきたLCAの「社会」への適用の際に使われる「社会」と異なる概念で、貧困、教育、文化、安全などを一般に指す）では評価の定量化に多くの検討と評価の蓄積が必要になります。LCA研究センターでは、消費者、地域住民の便益評価を手がかりに、この社会面の評価への取り組みも開始しました。持続可能性を目指した評価手法の確立には、息の長い取り組みが求められ、LCA研究センターだけではなく、多くの力を注ぐ必要があります。

匂坂 正幸
ライフサイクルアセスメント研究センター

温暖化評価指標を考える

温暖化と将来技術

地球の温暖化が進行すると将来の地球環境に大きな影響がもたらされると考えられています。温暖化は徐々に長期間にわたって進行するので、将来の人々に大きな負担が生じます。最も効果のある対策技術を推し進めることは未来の人たちに対する現代人の責務ではないでしょうか。資源の量や科学技術の進歩をふまえながら、温暖化対策に優れた技術の選択が必要なのです。この目的のためには、対策技術によってもたらされる温暖化の予測を科学的に行い、技術の適合性を的確に判断した上で温暖化対策を進めることが必要です。科学的な温暖化評価は将来に不可欠な技術課題を示唆することができると考えられます。的確な評価手法は将来を切り開く鍵となるのです。

科学的温暖化予測

温暖化評価ではGWP（Global Warming Potential）を用いた評価手法が一般的に用いられています。GWPはある期間でのガスの温暖化効果を二酸化炭素のその期間での温暖化効果を“1”として数値で表現したものです。例えばフロン系冷媒であるHFC-134aが100年値で1300であることは、100年間の比較で二酸化炭素（1kg）の温暖化効果の1300倍の温暖化効果がHFC-134a（1kg）によりもたらされることを示しています。GWPでの評価は評価期間を長くすると基準となる二酸化炭素自体の温暖化効果の積算値が増加します。その増加する値を常に“1”と定めるGWPでは、評価期間を変えた場合の“1”の意味が異なるので、異なる時間での評価結果を比較することは難しいわけです。先ほどのHFC-134aは500年間のGWP値は二酸化炭素の約400倍となり、100年間の1300倍より大きく減少します。HFC-134aは大気中から早く除去されて100年以降温暖化をもたらさないのに対し、二酸化炭素は大気中に長く存在し100年以降も長期間にわたり温暖化をもたらすためです。しかし、現在、時間での評価が比較できないため、100年間のみで評価されているのが現状です。

また、GWPはガスを大気中に放出した時から評価期間までの温暖化の積算値であるために、初期のみに強い温暖化のあるものと長く持続的に低い温暖化があるものが区別できず、温暖化効果の時間変化が議論できません。

このような問題点があるにもかかわらず、GWPは京都議定書での政策評価に使用するために、100年間の評価値が「GWP値」として一人歩きしているのが実情です。また、GWPは本来大気中に放出した化合物の直接的な温暖化を評価し、分解物などから来る間接的な温暖化は評価されていません。

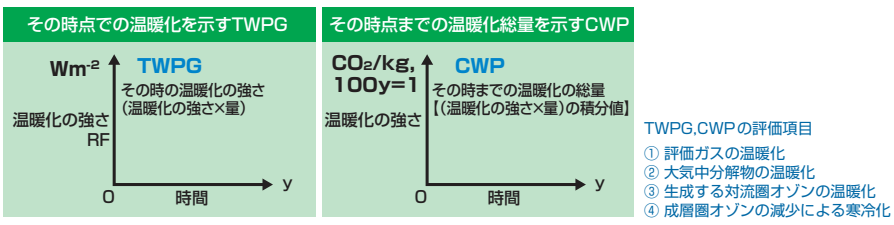
新しい評価手法

温暖化評価は現在放出したガスが将来に及ぼす温暖化を予測することが重要です。また、考えられる温暖化効果をできるだけ反映した評価とすることが望まれています。この観点から、私たちはGWPに替わる二つの手法を提案しています。

● 将来の温暖化量を予測するTWPG（Total Warming Prediction Graph）

科学的でわかりやすく、将来の温暖化を目視できる温暖化評価法の必要性から、新しい温暖化の表現手法としてTWPGを開発しました。この評価法は今大気中に放出した1kgのガスがもたらす温暖化を経過時間（X軸）と温暖化の強さ（Y軸）の関係をグラフで示したものです。勿論、表での表示も可能です。TWPGは放出したガスの赤外光吸収による温暖化の強さだけでなく、大気中でそのガスが分解したときの分解物の温暖化効果、大気中分解が原因で生成する対流圏オゾンによる温暖化効果、成層圏のオゾン層を破壊する化合物については、成層圏オゾンの分解に起因する対流圏の寒冷化効果を合算しており科学的な裏づけのある評価法として開発しました。（図1左）

● 温暖化積算量を時間軸で表すCWP（Composit Warming Potential）



TWPG,CWPの評価項目
① 評価ガスの温暖化
② 大気中分解物の温暖化
③ 生成する対流圏オゾンの温暖化
④ 成層圏オゾンの減少による寒冷化

図1　TWPGとCWP評価とは

表　ガスのCWP評価例

化合物	大気中寿命（年）	CWP				GWP
		100年	500年	1000年	∞年	100年
CO_2	-	1.0	3.2	5.4	60.0	1
CF_4	50000	5700	28386	56490	2466760	5700
NF_3	740	10800	41968	63322	85443	10800
HFC-134a	13.8	1300.8	1303.7	1305.5	1347.2	1300
HFC-245fa	7.9	951.0	953.2	955.3	1005.9	950
HFC,c-$C_5F_7H_3$	3.4	251.2	253.7	256.1	317.5	250
c-C_5F_8	0.98	91	93	96	152	90
HC,n-C_3H_8	0.04	10.9	17.6	24.1	187.9	-
HC,n-C_5H_{12}	0.01	17.0	23.8	30.4	197.1	-
COF_2	-	0.7	2.1	3.6	40.0	-

TWPGの積算値を示すのがCWPです。この場合は二酸化炭素の100年間の温暖化の積算値を“1”として固定しているので年代を超えた評価が可能です。また、TWPGで示した4つの温暖化の積算値を示すことから、化合物の評価を科学的に客観的に行うことが可能となりました。（図1右）

ガスの評価

TWPGとCWPはガス自体の温暖化効果についての評価が基本となります。ここでは温暖化量の積算値であるCWPを表に示します。従来のGWPによる評価は100年値のみの評価であり、評価時間を変えることで様子が一変することがわかります。

代替技術の評価例（システム評価）

エアコンや冷凍機の温暖化影響を総合的に評価する手法であるLCCP（Life Cycle Climate Performance）により分析したカーエアコン用冷媒の最新文献データを用いTWPGとCWP分析に変換した例を図2に示します。フッ素系に不利な寒冷地のボストンでさえカーエアコン用冷媒として二酸化炭素よりもHFC-134aが優れることが理解できます。HFC-134aは初期では二酸化炭素に劣りますが、時間とともに二酸化炭素よりも良くなることがわかります。このような温暖化指標の時間変化は、TWPGとCWPの分析を通じて初めて得られたものであり、新たな温暖化指標としての優れた性質を持っています。

温暖化の軽減と代替技術の選択

温暖化とは、現在の産業活動が将来の世代の地球環境に影響をもたらすことに他なりませんので、温暖化の予測は将来をにらんだものでなければなりません。その目的のためにTWPGとCWP分析は技術による温暖化の予測と技術の選択を可能にします。カーエアコンの例でも明らかですが、発泡剤、洗浄剤用途においても、GWPでの評価とは逆の優劣結果を示すことはまれではありません。何が真に環境に優れた技術かを見極めることの重要性を示唆していると考えています。

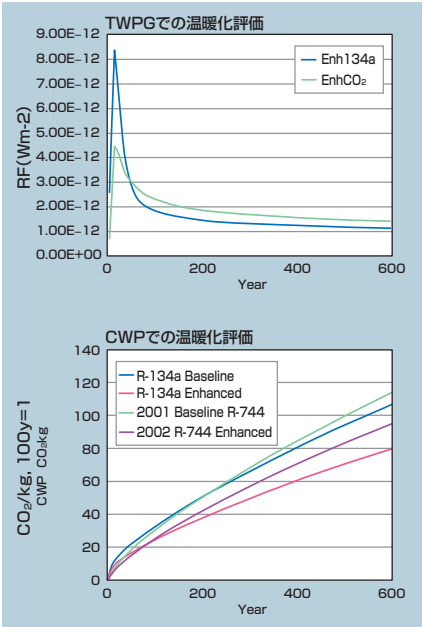


図2　ボストンでのカーエアコンの分析
“Stella Papasavva, Bill Hill, New Delhi, India, 2005, p.21”のデータで算出

TWPG、CWP分析の可能性

TWPG、CWP分析は温暖化という観点から必要な技術を示してくれます。この評価法はフッ素化合物の評価だけでなく、代替エネルギーの優劣や、用途の中のどの部分で温暖化がもたらされ、それを改善するとどれだけの効果があるかを明らかにすることができます。より良い地球環境をできるだけ長く存在させるために最も大事なことは、しっかりとした評価を行い、その評価に従った積極的な対策を推し進めるべきことは言うまでもありません。その判断手法としてTWPGとCWP手法の普及に努めています。

関屋　章
環境化学技術研究部門

地球温暖化問題に対する地球観測と対策技術

人類は石炭、石油等の化石燃料の消費によって大量の二酸化炭素を大気中に放出してきました。これにより地球の温暖化が進み、急激な気候変化、海面の上昇、生態系の変化、食料生産等への重大な影響が懸念されていることは、広く知られていることです。

温暖化効果気体の大気への蓄積を抑制し地球温暖化に対応する方策は、世界各国のエネルギー利用構造や産業構造、個人のライフスタイルの見直しにまで繋がる問題であるため、その解を求めることは容易ではなく、人間の叡智を結集しなければなりません。

この中で自然科学者の役割は、観測・実験を通して現状認識の不確実性を小さくすること、より正確な将来予測を行うこと、さらに対策技術を提案し効果の検証・評価を行うことです。これは産総研が「第2期研究戦略」で目指している「予測・評価・保全技術の融合」そのものです。

新しい「地球観測」システム

地球温暖化対策の第一歩は、現状を認識し将来を予測することにあります。大気中の二酸化炭素濃度の観測は、1957年に行われた国際地球観測年を契機に連続観測が行われるようになり、現在では100カ所を超える観測点で実施されています。このほか、地球規模の現象を捉えるための観測は衛星、地上、海洋観測を含め多種多様な観測システムが提案され、実行されています。

しかし、これまでの観測では観測システム間の連携が弱いこと、地球観測の戦略を技術シーズ主導から利用ニーズ主導へと転換するべき時代に入ったことなどが指摘されるようになりました。2003年のG8サミットで、全球地球観測に関する国際協力の強化が謳われたことを契機に地球観測サミットが開催され、GEOSS（複数システムからなる全球地球観測システム）10年実施計画が承認されました。これは、既存の観測システムを維持しつつ、不足を補う新規の観測システムやセンサを開発して、衛星観測と現場観測を統合した地球観測システムを国際協力に基づき構築し、利用者のニーズに対応した観測を実施しようとするものです。

国内では、総合科学技術会議が今後10年を見据えた「地球観測の推進戦略」を策定し、各府省連携体制でGEOSS構築に貢献していくことになります。

産総研では森林生態系および海洋での二酸化炭素収支の観測等を実施してきましたが、現在、それらの観測現場で利用するための新たな観測システム、センサの開発およびその評価法と標準化について研究を開始しています。また、図に示したGEOSS観測構想は、産総研で開発を進めているGEO Gridシステム（産総研TODAY 2006.7月号 P20-21）の考え方と一致しており、今後産総研が果たす役割が大きいといえましょう。

地球温暖化対策技術

地球温暖化の問題解決のためには「現状の認識、将来予測」に留まらず、大気中の温暖化効果気体濃度を抑制する方策を講じなければなりません。しかし、化石燃料に頼らなくてよい社会を構築するには、しばらく時間がかかることが予想されます。それまでの間は、国際的な取り決めの下で、化石燃

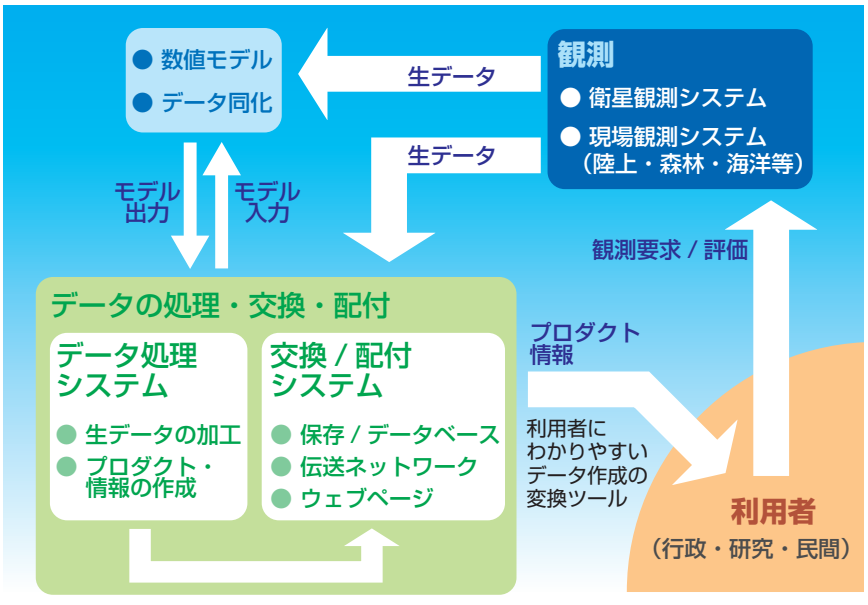


図　GEOSSにおける国際的な地球観測システム構想

料の使用を容認しながら大気への二酸化炭素の排出を大きく抑制する方法を選択する必要がありそうです。この方法に相当するのが、二酸化炭素回収・貯留技術で、貯留する場所として地下帯水層や海洋深層が考えられています。これらの貯留の妥当性の評価、適地選定、実施後のモニタリングには先に述べたGEOSSに類似したシステムが必要になってくることが容易に予想されます。

産総研ではGEOSS構築に貢献する研究を実施するとともに、これに対策技術を関連させた研究を推進していきます。

原田　晃
環境管理技術研究部門

診断と評価のための環境計測

医療において検査から診断、治療、予防へ進展するように、環境においても計測から診断、汚染修復、未然防止への展開を目指しています。このため、環境計測技術と、診断の知的基盤となる環境科学に関する研究を行っています。

新たに「場」の概念を導入し、「物質」と「場」の同時観測技術を開発します。ここで「場」とは、物質が排出される「生態系」のことです。化学物質の生態系に対する影響、逆に、生態系の化学物質に対する浄化機能を双方向から眺めることによって、診断と環境の産業化に有用な情報を集めます。野球観戦に喩えると、ボール（物質）と選手（微生物）を同時に観てこそ面白い訳ですが、これまで化学者はボールを、生物学者は選手を別々に観てきたため有用な情報を失ってきました。そこで、われわれ化学者には馴染みの深い電気泳動法や質量分析法を、微生物の新たな分析法として展開しています。既存の培養法やDNA分析法は長時間を要しますが、分単位の測定を目指します。新たな分析法はバイオレメディエーション等の環境分野のほか、食品（サルモネラ菌等）、衛生（O-157や院内感染菌）、安全（空港での検疫）分野にも波及効果があります。また、99%は未知と言われる環境微生物から、新機能を有する微生物の探索とその産業への応用にも有用です。場を「生態系」から「生体系」に置き換えると、医学と環境科学の連携による健康科学へと展開します。

田尾 博明
環境管理技術研究部門

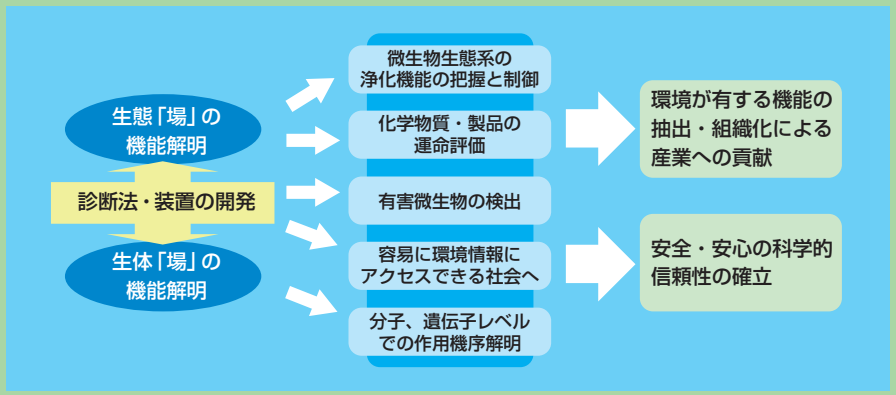


図　「物質」と「場」の相互作用の診断へ

レーザ光照射を併用した超電導薄膜製造

高速成膜と高超電導特性を両立

溶液プロセスとレーザ光照射とを組み合わせて、超電導薄膜を低コストで高速製造する技術を確立した。溶液プロセスの１つである塗布熱分解法を用いて酸化物超電導体（$YBa_2Cu_3O_7$：YBCO）を作製する技術にエキシマレーザ照射を併用することで、薄膜の特性の改善と製造プロセスの効率化を実現した。この新プロセスにより、成膜速度が従来の溶液プロセスに比べて約５倍になるとともに、超電導薄膜の重要な性能指標である臨界電流密度が世界最高レベルの600万A/cm^{2}以上に達するエピタキシャル薄膜の作製に成功した。この方法は、マスクを用いた同時パターニングや連続成膜への展開が容易であり、薄膜デバイスや長尺テープなどの低コスト大量製造に大きく貢献することが期待される。さらにこの方法は、多くの機能性金属酸化物薄膜の高速製造にも適用可能である。

By combining a metalorganic deposition (MOD) method with an excimer-laser annealing technique, we have developed a novel process, excimer-laser-assisted MOD (ELAMOD), to produce high-Tc oxide superconducting films ($YBa_2Cu_3O_7$: YBCO). The process realized the improvement of film characteristics as well as the enhancement of film production efficiency. In the production of epitaxial YBCO thin films, we have achieved critical current densities, Jc, of over six million A/cm^2, which is of the world's highest class. This value is comparable to or greater than those of superconducting thin films produced by high-cost physical processes. Our process enables the cost reduction and mass production of thin film devices, long tapes, large-area devices, etc.

高温超電導体の現状

1986年の酸化物高温超電導体の発見からちょうど20年が経過した。現在、ビスマス系の超電導体を用いて第1世代の応用が進み実用期にさしかかっている。この超電導体を利用して、SMES（Superconducting Magnetic Energy Storage）、マグネット、モータ、変圧器などの機器や電力ケーブルが開発されてきており、省エネや生産システムの高効率化が図られると考えられる。一方、磁場下での特性が優れているためイットリウム系の高温超電導体も有望視されており、第2世代の応用に向けた研究開発が精力的に行われている。このイットリウム系酸化物（$YBa_2Cu_3O_7$：YBCO）の超電導特性は方向によって性能が異なることから、これをデバイスにするには、薄膜化するだけでなく、さらにこれらをエピタキシャル化、すなわち単結晶質で、特定の向きに揃っている薄膜にして高い特性を引き出すことが必要である。これまで良質のエピタキシャル酸化物超電導薄膜は、主に真空中での気相法（蒸着法、スパッタ法、パルスレーザ蒸着法など）によって行われてきたが、これらの方法では高い真空度を維持する必要があり、特に広い面積や長尺を必要とする応用には不向きであった。さらに装置自体が高価なため、製造プロセスがコスト高となってしまう。一方、真空を必要としない溶液プロセスによる製造は、低コストであるとともに大面積や複雑な形状への対応が比較的容易であるが、この方法で作製したエピタキシャル薄膜では、十分な性能をもつ酸化物超電導薄膜は得られなかった。すなわち、真空プロセスで作製した高コストの薄膜は高性能であるのに対し、大気圧下の溶液プロセスで作製した低コスト薄膜は低性能、というのがこれまでの常識であった。

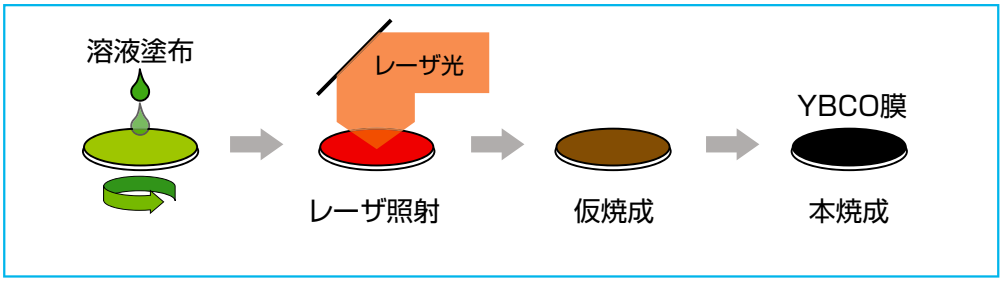


図１　新プロセスの概要

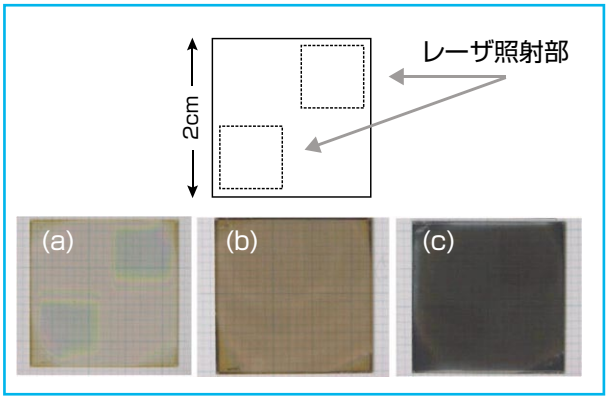


図2　各工程におけるサンプルの様子
(2 cm × 2 cm サイズ基板、方眼紙上)
(a) レーザ照射後
(b) 仮焼成後
(c) 本焼成後

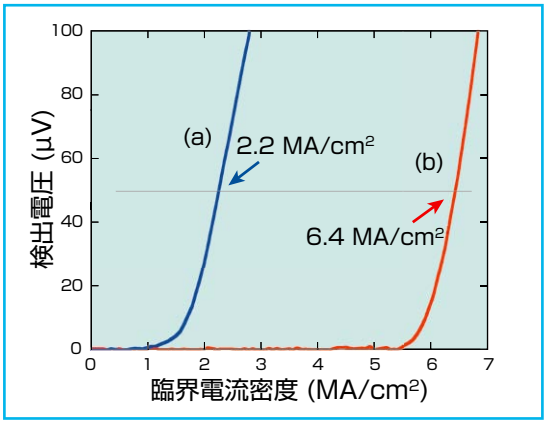


図3　レーザ照射による超電導特性の向上
(a) レーザ照射なし
(b) レーザ照射あり

塗布熱分解法

産総研では、溶液プロセスの1つである塗布熱分解法（MOD法）により種々の機能性金属酸化物薄膜の作製と高特性化を進めてきた。この方法は、金属アセチルアセトナト錯体などの金属有機化合物を出発原料とし、これに溶媒を加えて均一塗布溶液として、基板上に塗布、電気炉で加熱処理（熱分解）して金属酸化物薄膜を作製する方法である。この方法は、真空を必要としない低コストの製造プロセスであり、大面積や長尺の支持体上での成膜が比較的容易にできることから、後述するSN転移型限流器などの作製に不可欠な大面積YBCO超電導膜の成膜技術として有力である。研究開発を進めた結果、世界最大サイズ（10cm × 30 cm）の製造技術を確立するとともに、大面積の全面が均一な超電導特性を示すことを明らかにしてきた。また、現在主流のMOD法では、塗布溶液中にフッ素が含有されているが（金属のトリフルオロアセテート、TFA-MOD法）、産総研が開発した塗布溶液にはフッ素が全く含まれていないため、加熱処理の過程で腐食性のフッ化水素が発生せず、環境に優しいプロセスといえる。しかし、さらに低コスト化するには、長時間かかる焼成工程を改良する必要がある上に、多様なデバイスに対応するために超電導特性の向上も望まれていた。

レーザ光照射の効果

従来のMOD法は、(1) スピンコーターを用いた溶液塗布、(2) 前駆体の析出（仮焼成）、(3) YBCOの結晶化（本焼成、雰囲気を制御）の各工程から構成される。また、産総研ではこれまで、MOD法とエキシマレーザ照射との併用に関する研究開発を進めており、いくつかの金属酸化物についてエキシマレーザ照射による膜の結晶化について報告してきた。この研究開発では、溶液塗布と仮焼成工程の間にKrF（波長：248 nm）エキシマレーザ照射工程を追加することにより（図1）、超電導特性の大幅な向上と製造プロセスの高効率化が達成された。塗布膜にエキシマレーザを照射すると図2（a）に示すように、照射部の有機成分の放出による膜厚の減少に伴い、照射部と非照射部では明確な色の違いが観察される。しかし、仮焼成、本焼成を施すと照射部と非照射部の膜厚は同等になり最終的には色の違いはほとんど観察されない（図2 (b)、(c)）。従来のMOD法の仮焼成工程では室温から昇温する必要があるが、エキシマレーザ照射工程を追加することにより、急激な温度変化に対して剥離を起こさないため高温に保った電気炉に直接サンプルを挿入することが可能になった。さらに、本焼成時間も大幅に短縮できるようになり、プロセスの高速化が可能となった。また、レーザ照射した塗布膜については、本焼成時間を短縮しても、得られるYBCO薄膜の超電導特性はほとんど劣化しないことがわかっており、エキシマレーザ照射のこれまで報告されていない有用性を確認していた。

特性向上を目指して －適正な条件を探る－

株式会社日本製鋼所（日本製鋼所）では、アモルファスシリコンを多結晶相へ変換する技術である、高輝度・高彩度TFT液晶パネル製造用大面積レーザアニーリングシステムの開発と製造が行われており、高度のレーザアニーリング技術を蓄積してきた。われわれはこの既存の2つの技術、つまり産総研のエキシマレーザ照射法を併用したMOD法と、日本製鋼所のエキシマレーザアニーリング法を組み合わせて発展させることでYBCO薄膜の高速成膜と特性向上を目指した。そのために、主にMOD法については焼成条件を、また、レーザ照射工程についてはレーザ照射条件の最適化に共同で取り組んだ。

塗布膜にエキシマレーザを照射する場合、レーザエネルギーが小さいと、塗布膜にはレーザ光からの影響はほとんど見られない。したがって、短時間の焼成では特性の優れたYBCO薄膜を作製することはできなかった。反対に照射するレーザエネルギーが大きいと、揮発しやすい金属の有機化合物がアブレーション、すなわち、基板から塗布膜が剥離して飛び散ってしまう。得られたYBCO薄膜のX線回折測定と超電導臨界電流密度（J_c）評価をもとに焼成とレーザ照射の条件を検討した。その結果、比較的マイルドなエネルギーに調整し（数十mJ/cm^{2}程度）、ホモジナイザでエネルギーを均一にした、集光させていない広いレーザビームが適切であることを見いだした。なお、われわれは、エキシマレーザ照射を併用したこの新しいMOD法をELAMOD法（Excimer-Laser-Assisted MOD）と呼んでいる。

ELAMOD法でYBCO超電導薄膜（厚さ約110nm）を酸化セリウム（CeO_2）中間層付きの酸化アルミニウム単結晶基板（サファイア）上に作製したところ、超電導薄膜の性能を示す重要な指標であるJ_cがこれまでの約3倍の最高600万A/cm^{2}以上（液体窒素温度）であることが誘導電流法測定（J_cを非破壊的に、電極なしで間接的に測定する方法）によって明らかになった（図3）。この値は、真空を必要とするプロセスで作製した高品質高性能の超電導薄膜と同等以上であり世界最高レベルの超電導特性を達成した。すなわち、2つの技術の併用により、大気圧下・低コストの溶液プロセスでありながらこれまでの常識をくつがえす高い超電導特性を示す、YBCO超電導薄膜を高速で作製することができた。

なぜレーザ照射が有効なのか

ここで、従来の熱処理だけによる塗布膜の熱分解過程と、エキシマレーザ照射工程で起こる塗布膜の光分解過程の違いについて考えてみよう。まず、前者において、金属の有機化合物に熱エネルギーだけを与えた場合、温度上昇（または時間の経過）に伴って原料中の3種類の金属成分（イットリウムY、バリウムBa、銅Cu）を含む有機化合物は異なる温度で（または時間をおいて）分解されるため、最初に分解された成分（金属酸化物や金属炭酸塩）が先に析出し粒成長を起こして中間体が生成したと考えられる（図4(a)）。さらに、後から分解される成分との混合状態も不十分となるため、目的組成比であるY：Ba：Cu＝1：2：3からの“組成ずれ”が部分的に生じてしまう。その結果、反応副生成物ができやすくなり、構造も乱れて特性の劣化が起こりやすい。これに対して後者では、エキシマレーザ照射により塗布膜に含まれる3種類の金属有機化合物がもつ特有な化学結合が効率的に切断されることが、赤外吸収スペクトル解析によって解明されている。すなわち、室温で塗布膜にエキシマレーザを照射すると、原料化合物に含まれる特定の化学結合が同時に切断されるため、分解反応がほぼ同時に進行していると考えられる。したがって、組成ずれや不

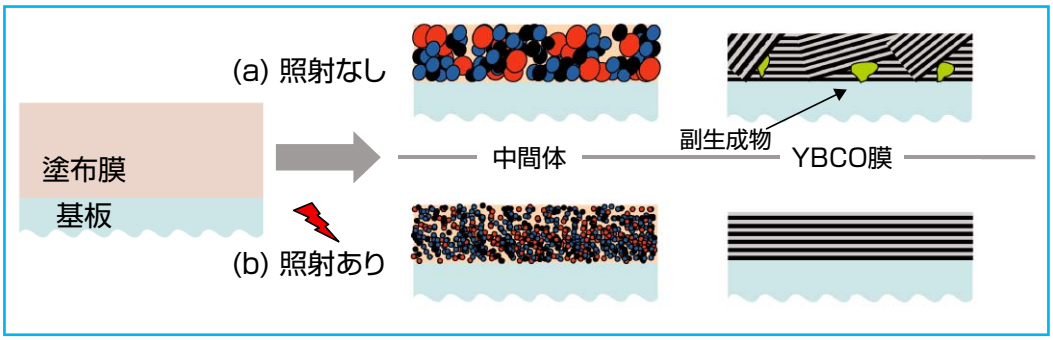


図4　中間体とYBCO膜が生成する状況の模式図
(a) レーザ照射なし
(b) レーザ照射あり

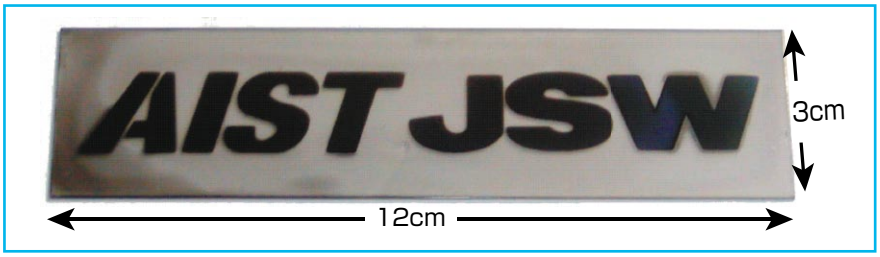


図５　このプロセスにより作製した超電導薄膜
（3 cm × 12 cm サイズ基板。
黒色のパターニング部のみ超電導性を示す。）

純物の発生が抑制されて、材料が本来もっている優れた特性を引き出すことができたのだろう。3種類の金属を含む有機化合物の混合物は、塗布溶液中では非常によく混ざり合っているが、エキシマレーザの照射で分解した後も分子レベルでも均一に分散された状態を保っている中間体が生成したと考えられる（図4 (b)）。したがって、化合物が形成される反応場が多く生成されることになり、高速作製が可能となった。また、高特性を得るには、YBCO薄膜の結晶性が高く、*c*軸配向していることが重要であるが、X線回折パターンを測定したところ、エキシマレーザの非照射部のYBCO膜は*a*軸配向が支配的であったのに対し、レーザ照射部では、完全に*c*軸配向したYBCOだけが検出された。さらに、断面の透過電子顕微鏡写真では、欠陥のないYBCOに特有の層状構造が確認された。

今後の取り組み

ELAMODプロセスによる成膜速度は、従来のレーザ照射を併用しないMOD法の約5倍の高速化を達成している。さらに、この方法では、レーザ光のエネルギー密度が小さくてすむため、ミラーなどを使ってレーザ照射面積を拡大することが容易である。また、基板を連続的に移動させたり、レーザビームをスキャンさせたりすることで大面積や長尺の基板に連続的な成膜を行うことも可能である。さらに、煩雑なリソグラフ法の工程を用いることなく、単純なフォトマスクを用いて高速成膜と同時にパターニングも容易にできる（図5）。将来的には、製造コストを現状の真空を用いた製造プロセスに比べ10分の1以下に低減できる見通しで、低コスト生産に大きく貢献できると思われる。今後の課題としては、厚膜化による、単位幅あたりの臨界電流値の向上と、さらなる低温での焼成があげられる。

超電導薄膜が低コストで生産されると、省エネにつながる低損失電力輸送用の長尺線材や、電力輸送系統の安定化に役立つSN転移型限流器、移動体通信の高品質化・高感度化のためのマイクロ波デバイスなどの普及が期待される。そのうちSN転移型限流器は、過大な電流が流れたときに超電導膜が瞬間的に「超電導（Super）状態から常電導（Normal）状態に転移する」ことを利用して、電力系統（基幹系・配電系）に発生する「落雷などによる事故短絡電流」を瞬時に抑制して、遮断を容易にする電力機器である。電力の自由化や、電力の系統連携、分散電源の導入拡大が進むにつれ、事故短絡電流発生件数の急激な増大が予想されるため、電力系統の安定度向上の観点から、この機器に対する電力会社のニーズがきわめて高い。SN転移型限流器の実現のためには、高い臨界電流密度をもつ大面積超電導膜の低コスト生産が必須であるが、ELAMOD法がそれに貢献できるものと期待している。

ELAMOD法は超電導薄膜に限らず、多くの大面積の機能性薄膜の低コスト高速製造に適用できると期待される。省エネや安全・安心に貢献する太陽電池、ディスプレイ、センサ、キャパシタなどには、透明導電性、磁性、誘電性や光学機能性を示す金属酸化物が多く用いられている。これら金属酸化物からなる機能性材料のデバイス化においても良質なエピタキシャル膜が必要とされていることが非常に多いが、塗布溶液の開発とエキシマレーザの照射条件の適正化によりELAMOD法を用いた低コスト生産が実現すると考えられる。

謝辞

ここで紹介した成果には、株式会社日本製鋼所 研究開発本部機械研究所横浜研究室との共同研究により得られた内容を含む。

関連情報

●プレス発表 2006年8月24日：
「光を使った高性能薄膜の製造技術を確立」

● 問い合わせ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
先進製造プロセス研究部門 機能薄膜プロセス研究グループ
主任研究員　相馬　貢
E-mail: m.sohma@aist.go.jp
〒305-8565　茨城県つくば市東 1-1-1　中央第５

異種高分子をナノ分散・混合する技術

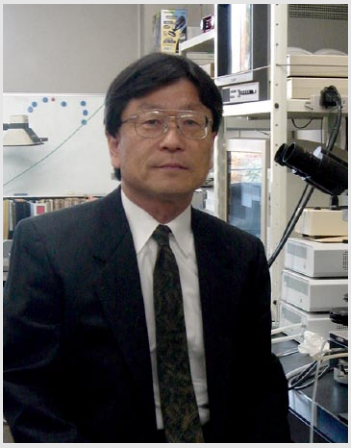
高せん断成形加工による非相溶性高分子ブレンドの高性能化

従来、非相溶性ポリマーのブレンドを機械的に行っても、その分散相のサイズはサブミクロンが限界とされていた。しかし、産総研で開発した「高せん断成形加工法」を用いることにより、分散相のサイズを限界より１桁以上改善したナノ分散構造を世界で初めて実現した。この技術を用いると、異種高分子のブレンドだけでなく、カーボンナノチューブなどの無機分散剤を添加する際にもナノ分散が可能となる。

We have developed a new polymer-blending technique with a high-shear flow field without any additives. The technique realized nano-scale dispersion of immiscible polymers. The domain sizes of the dispersed polymer phase are over one order smaller than those prepared using conventional methods. Our technique is also considered to be useful for inorganic dispersants such as carbon nanotubes. As no additive is necessary, the technique is also applicable to medicines and cosmetics.

清水　博　しみず　ひろし
shimizu-hiro@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門
ナノ構造制御マテリアルグループ長
（つくばセンター）

1982年通商産業省繊維高分子材料研究所入所以来、次世代産業基盤技術研究プロジェクト「導電性高分子材料の研究開発」に従事し、ポリマーに電子受容体をドープした系の電子構造を分光学的に明らかにし、導電機構を解明した。その後、熱刺激脱分極電流法によるポリマーの微細構造評価法を提案し、ガラス転移現象を詳細に解析した。産総研になってからは、高せん断成形加工法を用いたナノ分散高分子ブレンド材料の開発、ナノコンポジット材料の開発に従事している。高せん断成形加工機は、高せん断流動場と動的架橋等反応場を同時に与える手法としても利用できることから、エラストマーなどの創出にも活用していく。今後は、ニーズの明確な企業などとの共同研究を通じて、新規材料の創出から実用化までを目指す。



社会的背景

高分子材料は、広範な産業分野で機能材料や高性能材料として、あるいは基盤材料として利用されている。しかし、産業界の多様なニーズに対して単一の高分子材料では応えることができず、最近はブレンド、アロイ、コンポジットといった方法での多成分化により材料が作られている。だが、多くの実用的な高分子どうしは分子レベルでは混ざらない（非相溶性）ため、それらを溶融して機械的に混ぜてもすぐに相分離してしまい、その分散相のサイズが数～数十マイクロメートルにもなってしまう。このため、材料物性の向上を期待してブレンドしても、期待される物性は得られないでいた。ブレンドに際して、相容化剤を混合する手法や、高分子末端を界面で反応させて相溶化を図る技術も開発されてきたが、両者ともに技術的な限界があった。

新しく開発した高せん断成形加工法

産総研は非相溶性高分子ブレンド系のナノ分散化を実現するための基盤研究として外部場を加えた状態で“その場”相挙動解析を行う研究を進めてきた。その結果、高せん断流動場を利用すれば非相溶性高分子ブレンドのナノ分散が実現できると予想した。

われわれが開発した高せん断成形加工機（図1）は、最大スクリュー回転数3000rpm時に4400sec^{-1}のせん断速度が得られる。また、フィードバック型スクリューの採用により、混練時間を任意に設定できることを大きな特徴としている。すなわち、試料を高せん断流動状態で長時間滞留させることができるのである。

この装置を用いて非相溶性のポリフッ化ビニリデン（PVDF）とポリアミド11（PA11）とを添加剤を使わずに混合し、直径十～数十nm（ナノメートル：10億分の1メートル）のサイズのPA11相がPVDFマトリクス中に均一に分散しているポリマーブレンドの作製に成功した（図2）。この結果は、従来の非相溶性ポリマーブレンドの機械的混合では、その分散相サイズがサブミクロンオーダーだとされていた限界を1桁以上も上回るものである。

ナノ分散構造による物性の飛躍的向上

このようなナノ分散構造の形成により、物性も飛躍的に向上した。例えば、図3にPVDF/PA11＝80/20ブレンド系の応力－ひずみ曲線を示す。曲線aに示されるように、従来法で成形加工し

図１　高せん断成形加工機

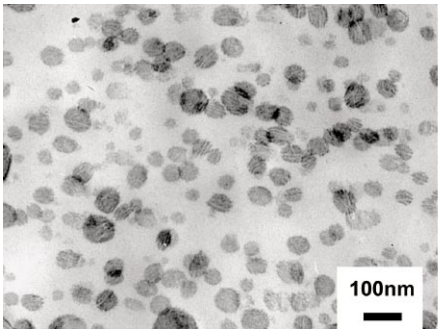


図２　高せん断成形加工により作製したPVDF/PA11ブレンドの電子顕微鏡写真【PVDFマトリクス（写真の白地部分）に直径十～数十nmのPA11（黒く染色された部分）が均一かつ密に混合分散している。】

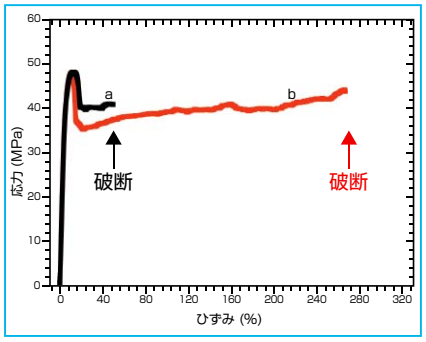


図３　PVDF/PA11＝80/20ブレンド系の応力−ひずみ曲線
a：従来法で成形加工したPVDF/PA11ブレンド
b：高せん断成形法で作製したPVDF/PA11ブレンド

たブレンド試料では伸びが良くない。これに対して、高せん断成形加工法により作製した試料では直径数十nmレベルのPA11相がPVDF中に入り込んでいるため、曲線bで示されるように伸びが著しく改善され、aの5倍以上の伸びを示すことが分かった。

もともとPVDFとPA11はどちらも強誘電性ポリマーなので、ナノ分散構造をもつブレンドには優れた強誘電性が期待される。表1には従来法ならびに高せん断成形加工法によって作製したPVDF/PA11=90/10ブレンドの強誘電性ヒステリシス（*D*-*E*曲線）における残留分極値（Pr：電界*E* = 0のときの電気変位*D*の値）を示す。本来、PA11単体のPrはPVDF単体（Pr= 76）の半分程度であり、単純に考えればPA11がブレンドされたことにより平均化されて性能が低下してしまうと予想されるが、高せん断成形加工によりナノ分散化したブレンド系ではPVDF単体に匹敵、もしくはそれを凌（しの）ぐ性能を示すことが分かった。また、従来法で作製したブレンド試料に比べると、高せん断成形加工法により作製した試料では、3～4倍の残留分極値を示すことが分かった。この違いは、ブレンド試料の加工時にナノ分散構造が形成されるかどうかに起因している。このように、高せん断成形加工法を用いてPVDF/PA11ブレンドを作製すると、ナノ分散構造が形成されるだけでなく、PVDF単体の強誘電性を維持しながらPVDFの大きな短所であった接着性や伸びなどの機械的特性が著しく改善され、新しい高付加価値をもつ材料が得られた。なお、強誘電性の評価は東京理科大学理学部化学科・古川猛夫教授の研究室との共同研究の成果である。

今後の展開

今後、高せん断成形加工法を様々な高分子ブレンド系に適用し、相溶化、ナノブレンド化による新規材料の創出を目指す。また、カーボンナノチューブなどの充填材の分散性を高めるのに高せん断流動場が極めて有効なので、ナノコンポジット材料の創製技術としても展開していく。特に、相容化剤などの余分な添加物を使用せずにナノレベルの分散化が図れるため、クリーンで安全な手法として医薬品・化粧品といった製品への展開も目指す。

表１　従来法と高せん断成形加工法により作製したPVDF/PA11=90/10ブレンドの強誘電性ヒステリシスにおける残留分極値の比較

残留分極値	従来法により作製したブレンド試料	高せん断成形加工法により作製したブレンド試料
Pr (mC/m²)	20～30	75～91

関連情報：

- 共同研究者：李　勇進（産総研）、井元俊之（井元製作所）、古川猛夫（東京理科大学）
- プレス発表　平成18年7月11日「異種高分子をナノ分散・混合する技術を開発―高せん断成形加工により非相溶性高分子ブレンドを高性能化―」
- 新聞掲載記事等：化学工業日報、日経産業新聞、日刊工業新聞、フジサンケイビジネスアイ新聞（以上　7月12日付）、毎日新聞（7月19日付）、化学工業時報（7月15日付）
- 関連特許：特開2005-313608「微量型高せん断成形加工機とそれを用いたナノ分散高分子ブレンド押出し物およびその製造方法」（清水　博・李　勇進・井元俊之）、特願2005-055095「強誘電体フィルム及びその製造方法」（清水　博・李　勇進）
- 参考文献：H. Shimizu, Y. Li, A. Kaito and H. Sano ; *Macromolecules*, 38, 7880 (2005). , H. Shimizu, Y. Li, A. Kaito and H. Sano ; *J. Nanosci. Nanotech.*,, 6, in press (2006). , Y. Li and H. Shimizu ; *Eur. Polym.* J., 42, in press (2006).

排ガス浄化用触媒の開発

多孔質性クリオゲル触媒の実用化に向けて

工場の排ガスの浄化など高温での耐久性が要求される触媒として、高性能な超多孔性の白金 - アルミナ触媒を開発した。この触媒は、従来品に比べて触媒反応温度を約 100℃低下でき、しかも耐熱性は約 200℃高いという特徴を持つ。さらに、安価な水酸化アルミニウムが出発原料で、凍結乾燥など低コストかつ簡便なプロセスで製造できるので、早期の実用化が期待される。

We have developed a highly porous platinum-alumina catalyst for exhaust gas purification with high thermostability and efficiency. The reaction temperature of this catalyst is lower by about 100 °C than that of conventional catalysts, and the thermal resistance has been improved to approximately 200 °C. The advantage of this catalyst, together with the use of low cost aluminum hydroxide as the starting material, and the implementation of a low cost and simple process such as freeze-drying, will lead to the spread of its applications.

尾崎 利彦 おさき としひこ
t-osaki@aist.go.jp
サステナブルマテリアル研究部門
メソポーラスセラミックス研究グループ
主任研究員（中部センター）

入所後はメタン改質の反応機構の解明ならびにカーボン析出のない高性能触媒の開発を通じて、新しい触媒設計の方法を考案した。この研究はアルミナ系エアロゲル触媒の開発技術をベースに、超臨界乾燥に固有の、高コスト・危険・多工程・金属イオン流出・貴金属黒析出などの諸問題を克服すべく湿潤ゲルの凍結乾燥に着目、新多孔質体を創出した。クリオゲル触媒の実用化・製品化に向けて、さらなる技術開発を進めていきたい。

新しい多孔質クリオゲル触媒の開発

揮発性有機化合物（VOC）の除去に使われる白金触媒は、これまで含浸法によって調製されてきたが、触媒の粒子径の不均一化や分散性の低下、粒子どうしの焼結による高温での触媒寿命の低下など、いろいろな問題が指摘されていた。われわれは、白金-アルミナ系均一ゲルの新しい調製法を開発し、ゲル乾燥には工程が簡便で低コストな凍結乾燥法を適用し、多孔質なクリオゲル触媒を製造することに成功した。

この触媒は安価なアルミナゾルが出発原料で、白金源を投入する際に、シュウ酸やマロン酸などのキレート剤で白金イオンを保護することにより、大きな粒子である白金黒の析出を抑制して、均一に高分散させた白金超微粒子を得た。乾燥工程では、湿潤ゲルを溶媒置換せずに凍結乾燥するため、超臨界乾燥でエアロゲルを作製する場合のように、貴金属イオンの流出や白金黒の析出は起こらない。

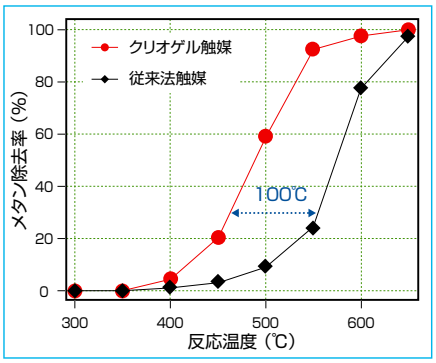


図 1　白金・アルミナ触媒（クリオゲル触媒）のメタン酸化活性

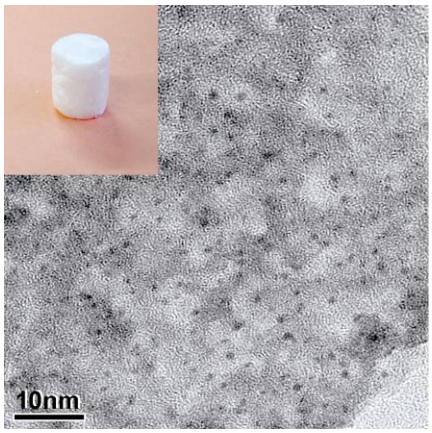


図 2　白金 - アルミナクリオゲル触媒の白金超微粒子：白金 5wt%、黒い点が白金超微粒子、粒子径 1nm。左上は白金-アルミナクリオゲル成形体（径：18mm、高さ：23mm）

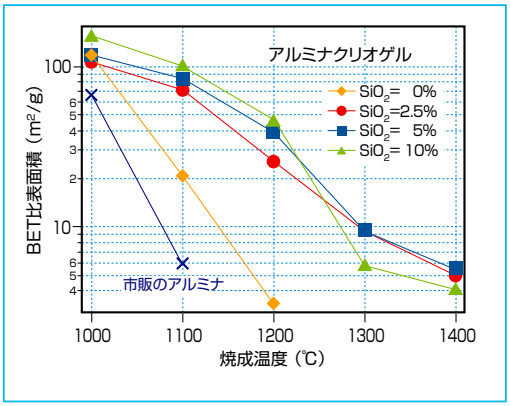


図３　アルミナクリオゲルの BET 比表面積

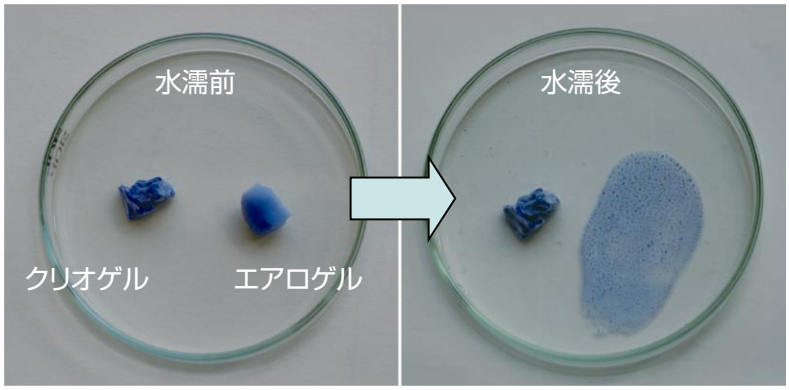


図４　今回開発したクリオゲルは水に濡れても安定であるが、エアロゲルは水に濡れると構造破壊が起こる。（青色は構造破壊を分かりやすくするために着色したもの。）

触媒活性と白金超微粒子の高分散性

作製したクリオゲル触媒の性能を、空気中でのメタン酸化反応で調べた（図1）。従来の触媒に比べて、約100℃ほど低い反応温度でも十分な除去率を達成していることがわかる。

従来の触媒では、高温での耐熱性が得られず微粒子どうしが焼結した白金粒子が観察されたが、クリオゲル触媒では約1nm（ナノメートル：10億分の1メートル）の白金超微粒子が均一に分散していた（図2）。これはクリオゲル担体と白金超微粒子の強い相互作用のために、微粒子どうしの焼結が起こりにくく、高温耐熱性が向上したものと考えられる。この超微粒子構造こそ、触媒反応が低温でも効率よく進行する要因と思われる。

アルミナクリオゲルの耐熱性

アルミナクリオゲルの表面積が焼成温度によってどのように変わるかを調べた（図3）。市販のアルミナは焼成によって表面積が急速に低下するが、アルミナクリオゲルは高い表面積を保っている。また、シリカを少量添加することでさらに耐熱性が向上した。10wt％のシリカを添加したアルミナクリオゲルを1200℃で5時間焼成した時の透過型電子顕微鏡写真では、高温焼成後にも微細なアルミナ粒子（γ-Al_2O_3）が見られた。一方、市販のアルミナでは、1100℃焼成ですでに大きな焼結粒子（α-Al_2O_3）が観察された。このようにクリオゲルでは、貴金属微粒子のみならず担体にも優れた耐久性が認められ、長時間の高温反応にも耐え得る長寿命型の触媒として期待される。

クリオゲルの耐水性

作製したクリオゲルは、体積の大部分を空隙が占めており、低いかさ密度（～0.06g/cm^3）をもつ多孔質体でありながら、水による構造破壊が起きない（図4）。細孔分布曲線も、水濡の前後でほとんど変化が見られないことから、微細構造を維持したままで通常の含浸法による触媒金属微粒子の担持が可能である。これは、同じように体積の大部分を空隙が占めるエアロゲルには見られない全く新しい特徴として、多方面での応用が期待される。

今後の展開

今回開発したクリオゲルは、触媒など多孔質であることが要求される用途での実用化が大きく期待される。今後は実用化に向けて、白金-アルミナ系クリオゲル触媒の大量合成技術の確立や、パラジウム、ロジウムなど他の貴金属や卑金属触媒への展開、あるいは耐水性を付与するメカニズムの解明など、基礎・応用の両面からさらなる研究を進める予定である。またクリオゲルでは、2成分以上の金属触媒も担持できることから、より高度な設計が必要な触媒へも応用していきたい。

関連情報（参考文献）：
- プレス発表 2006 年 7 月 19 日：「工場の排ガスを浄化する高性能触媒の開発に成功」
- 特願 2004-301296 多孔質構造体の製造方法
  尾崎利彦・渡利広司・佐藤公泰・淺井道博

熱分解ガスの発生挙動モニタリング

セラミックス焼成炉の中の見えなかった反応を探る！

あるプロセスを制御するには、そのプロセスをモニターできることが必須である。「見えない(測れない)ものは作れない」と言われる理由の一端である。しかし、モニターすることが技術的に困難なため、生成物の評価をもとにそのプロセスを評価する例もあり、その場合、そのプロセスはブラックボックスと呼ばれる。今回われわれは、加熱によって生じる炉内のガス成分の分子を壊さずにイオン化することで分析可能なイオン付着質量分析を応用して、セラミックス製造プロセスのうち脱バインダー焼成プロセスのモニタリング手法を開発した。これは、高温を伴う現象（燃焼・爆発・ラジカル反応など）のモニタリングや反応機構の解明にも応用できる。

A new instrument for evolved gas analysis has been developed using a skimmer interface and IA-QMS (Ion Attachment Quadrupole Mass Spectrometer). The skimmer interface is a new interface device between an infrared image furnace and MS, for sampling of gaseous species produced by pyrolysis. It offers gas sampling with no change and higher sensitivity. The IA-QMS can measure a mass spectrum with no fragmentation during the ionization. As its application to pyrolysis of organic additives for ceramic processing, monitoring of individual polymer pyrolysis has been successfully carried out to pyrolytic gas evolution from mixtures of different polymers.

津越 敬寿 つごし たかひさ
tsugoshi.takahisa@aist.go.jp
計測標準研究部門　標準物質システム科
主任研究員（つくばセンター）

1995年東京理科大学理学部助手。1997年名古屋工業技術研究所に入所。2001年組織改編により産業技術総合研究所セラミックス研究部門主任研究員。2004年改組により先進製造プロセス研究部門主任研究員。2006年計測標準研究部門主任研究員、現在に至る。レーザーイオン化飛行時間型質量分析法の応用や環境分析化学、材料製造プロセス評価のための新規分析法開発などの研究を経て、現在は、その展開を図ると共に、多様な分析評価に応える標準物質供給のためのシステム開発等の研究を行っている。

焼成プロセスのモニタリング

セラミックスの原料には、有機物質がバインダー（結合剤、接合剤）などの助剤として含まれている。この有機物質はセラミックス製造時の加熱工程において熱分解･除去され、場合によっては種々の有害ガスを発生する。このプロセスの化学反応モニタリングは困難で、適切な「その場」反応制御は行えないのが現状である。一般にこのような温度変化を伴う化学反応の解析は、実際の工場内焼成炉ではなく、試料を別途、熱分析装置で測定することで行われる。しかし、実際の工程管理のためにはon-site（現場）で使用できる分析法が求められる。そこで、熱分析法の1種である発生気体分析（EGA）に着目し、その適用を検討した。EGAは、試料を加熱した際に脱離あるいは熱分解で発生する気体成分を分析する手法であり、ガス検出装置の違いでEGA-IRやEGA-MSなどに分類される。

スキマーインターフェースとイオン付着法を用いた試作装置

EGAでは、発生したガス成分を変性させずに検出することが重要である。よって熱分解で生成する不安定なガス成分を検出部に変化させずに導入できるスキマーインターフェース[1]を採用した。ガス成分の分子を壊さずにイオン化できるイオン付着法(IA)を採用し、検出部には四重極型質量分析計（QMS）を用いた。これらスキマーインターフェースとIA-QMSを用いて、熱分解ガス分析装置TIAS-254型（図1）を試作した[2]。

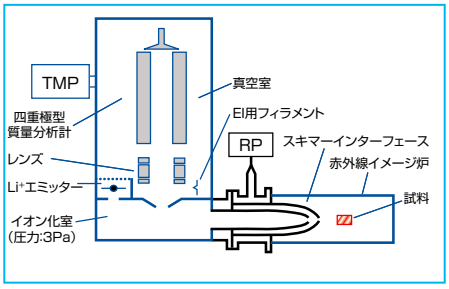


図1　スキマーインターフェースとIA-QMSを採用した試作装置：TIAS-254型の概略図
TMP：ターボ分子ポンプ
RP：ロータリーポンプ

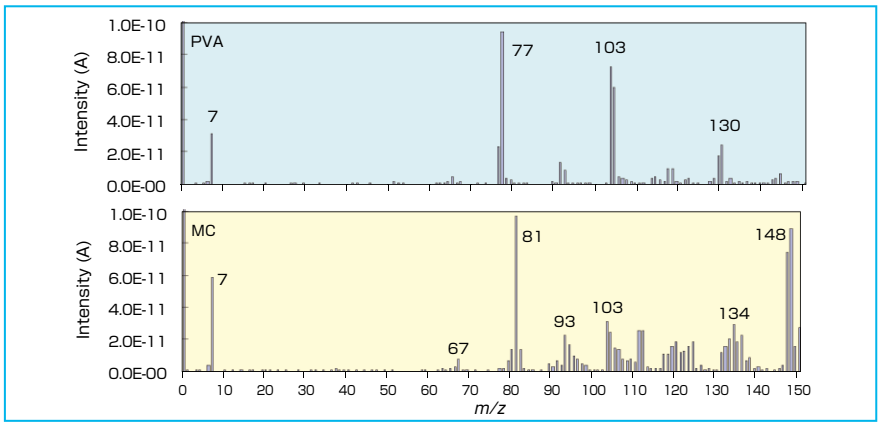


図２　PVA および MC の熱分解で発生するガス成分の TIAS-254 型装置での IA-QMS スペクトル。各ピークの質量数は、付加イオンである Li^+ の質量数＝７を含む

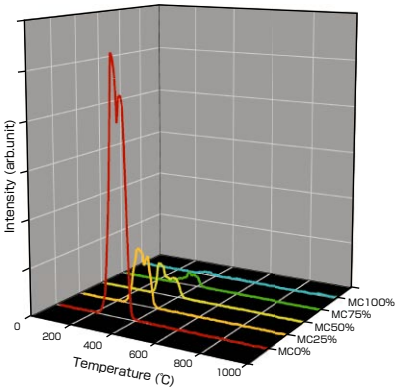


図３　PVA 熱分解指標（*m/z*=77）の EGA-IA-QMS 曲線についての PVA-MC 混合比に対する比較

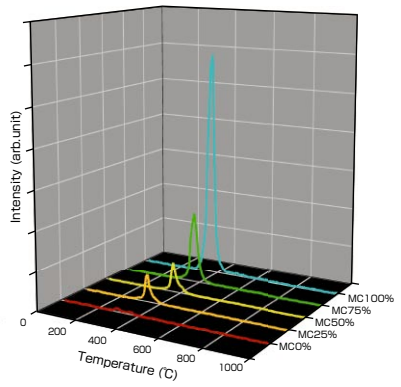


図４　MC 熱分解指標（*m/z*=81）の EGA-IA-QMS 曲線についての PVA-MC 混合比に対する比較

混合バインダー熱分解のモニタリング例

炉とIA-QMSの簡易接続で行った測定で、バインダーであるポリビニルアルコール（PVA）と気孔形成剤であるポリメチルメタクリレート（PMMA）ビーズの熱分解を個別にモニターすることには成功していたが[3]、PVAとMC（メチルセルロース）の混合バインダーでは、2種のポリマーの個別モニターはできなかった。図2にTIAS-254型によって行った測定結果を示す[4]。一般的に用いられる電子イオン化法（EI）を用いた質量分析では、イオン化の際に生じるフラグメントイオン同士が重なってしまい区別が難しい。この装置は、スキマーインターフェースを介してガス成分を導入していることと、IA-QMS測定によることで、PVAとMCからの熱分解ガス成分をそれぞれ区別するに十分特徴的なスペクトルを得ることができたと考えられる。それぞれの特徴的なピークを熱分解の指標として、図3と図4に示す結果を得た。PVAの熱分解指標（*m/z*=77）は，PVAの混合比の減少に伴い、そのピーク強度も減少した。またPVA指標はPVAの2段階の熱分解挙動を反映して2つのピークからなる。一方、MC指標は1段階の熱分解を反映して単一のピークである。このように1回の測定で各成分の熱分解挙動を個別にモニターすることが可能である。さらにPVAとMCの熱分解には相互作用は見られないと言える。今回の結果では、混合比とピーク強度の間に直線的な定量性は得られなかったが、熱分解機構の詳細な解明やイオン化率などによる補正をすれば定量分析化は可能であると考える。

今後の展開

この装置は、従来は不可能であった混合有機物の熱分解の個別モニタリングを可能にしており、加熱を伴う製造プロセスの評価のみならず、焼却炉内やその他の燃焼反応、さらにはラジカル反応のモニタリングにも応用できる。また、熱分解で発生する不安定ガス成分の検出能力を生かし、実際の状況を再現した触媒能評価手法としての展開[5]や標準物質中の不純物分析への適用も図っている。当所で開発されたIA-TOF-MS装置[6]と組み合わせて分析時間を短くすれば、内燃機関の燃焼反応解析や爆発反応解析等にも応用可能と考えられる。

関連情報：
[1] AIST TODAY 2002 年 12 月号 p.20「スキマーインターフェースを用いる発生気体分析装置を開発」
[2] T. Tsugoshi et.al., J. Therm. Anal. Cal., 80, 787-789 (2005).
[3] T. Tsugoshi et.al., Anal. Chem., 78, 2366-2369 (2006).
[4] T. Tsugoshi et.al., Talanta, 70, 186-189 (2006).
[5] プレス発表 2006 年 4 月 13 日：「実際の排出ガスを使った酸化触媒性能の新たな評価手法」
[6] 産総研 TODAY 2006 年 8 月号 p28「卓上サイズのイオン付着･飛行時間質量分析装置」
● この研究は日本ガイシ株式会社との共同研究により、先進製造プロセス研究部門で行われた。

低温型位相コントラストX線CT技術の開発

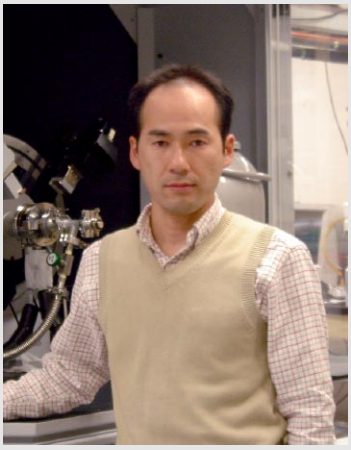
南極氷中のエアハイドレートの三次元可視化に成功

位相コントラストＸ線ＣＴ法は、従来のＸ線ＣＴ法に比べて軽元素ではおよそ1000倍の高い密度分解能をもつ三次元の可視化法である。しかし、試料部の温度変化や振動により測定が困難になることから、室温以外の環境では測定が行われてこなかった。今回、位相コントラストＸ線ＣＴ用の低温試料容器を開発することにより、エアハイドレートの三次元可視化と密度測定が可能になった。この計測技術は、生体物質の低温測定、各種の機能性材料の“その場”観察など、様々な用途に応用できる方法である。

Phase-contrast X-ray CT is considered to be a powerful tool for nondestructive observation due to its high density resolution. We developed a cryochamber and a liquid cell, which enabled low-temperature X-ray CT measurements from –80 °C to room temperature. A non-destructive observation and the result of absolute density analysis of air clathrate hydrates in ice core are shown here. The technique can be applied to the imaging of temperature-induced phase or compositional change of various materials.

竹谷　敏 たけや さとし
s.takeya@aist.go.jp
計測フロンティア研究部門
ナノ移動解析研究グループ　研究員
（つくばセンター）

2000年北海道工業技術研究所に入所。2001年組織改変により、産業技術総合研究所エネルギー利用研究部門研究員。2004年計測フロンティア研究部門研究員、現在に至る。入所以来、Ｘ線回折手法およびＸ線ＣＴ手法による物質が機能を発現する温度・圧力条件下でのその場観察の手法の開発から、物質の変化過程のメカニズムの解析を行ってきた。現在は、次世代のエネルギー源として期待されている燃料電池の固体電解質などを主な対象とし、空間的、時間的に変移・遷移する現象を計測するための研究開発に取り組んでいる。



位相コントラストＸ線ＣＴ

医療用、産業用などで普及している吸収コントラストX線CT法は、X線が物質を透過する際の透過率（吸収率）の変化をコントラストとして三次元の画像にするものである。これに対して、位相コントラストX線CT法は、X線が物質を透過する際に生じる位相変化をコントラストとして三次元の画像にする方法である。この方法は、X線の吸収率が小さい軽元素（水素、炭素、酸素など）で構成されている試料に対しては、従来の吸収コントラストX線CT法に比べて密度分解能が1000倍ほど高い。このため、吸収コントラストX線CT法では困難であった密度差の小さな有機材料や生体物質の可視化も可能になる。しかし、位相コントラストX線CT法は、試料部の温度変化や振動によるノイズや、干渉計による制限が多いことから、特殊な環境下での測定は困難で、室温下での測定に限定されていた。

今回、低温型位相コントラストX線CT技術を開発することにより（図1）、－80℃～室温での位相コントラストX線CT測定が可能になった。試料サイズは直径15mm、高さ20mm以下で、空間分解能は50μmを実現している。

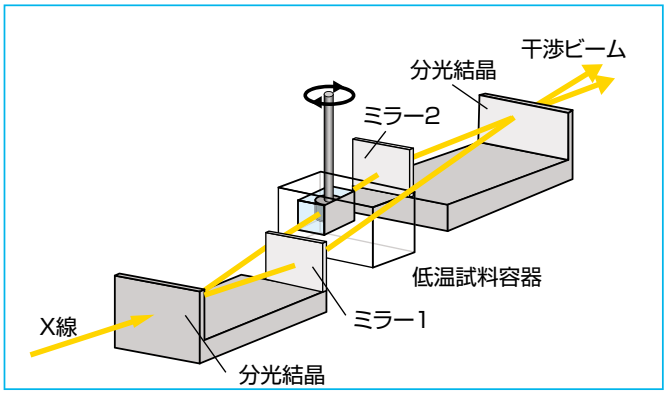


図１　低温型位相コントラストＸ線ＣＴ測定手法

低温測定技術

一般的な試料の冷却方法としては、冷媒循環による方法やガス吹き付け法などがある。しかし位相コントラストX線CT法では、冷媒循環にともなう機械的振動が問題となる。また、試料表面でのX線の散乱にともなうノイズを防ぐため、試料を密度が同程度の液体中で測定するので、吹きつけ法を用いることもできない。

この研究で開発した低温試料容器の中には（図2)、ポリプロピレン製のX線透過窓を備えた液体容器を設置し、電気的に内部の液体の温度を制御する。この際の液体は、低温でも液体状態を保ち、測定試料と密度が同程度のものを選定する必要がある。この方法によれば、数時間の連続測定が可能である。

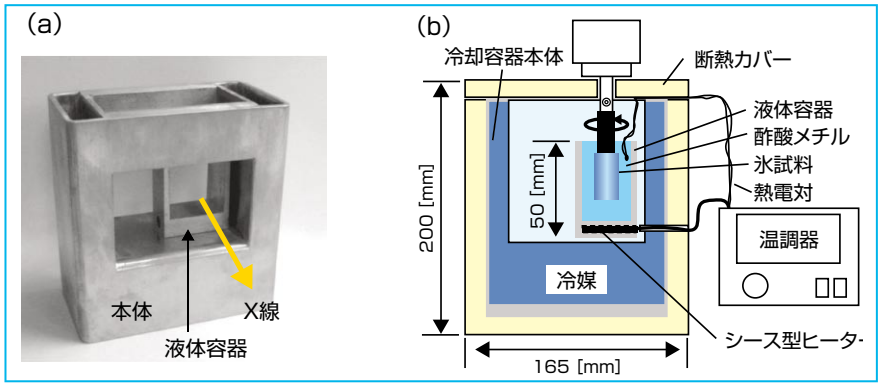


図２　低温試料容器　(a) 冷却容器本体および液体容器 (b) 低温試料容器の測定時の構成図

エアハイドレートの観察

エアハイドレートとは、水分子によって形成されるカゴ型構造の内部に空気（窒素、酸素など）を包接する水和化合物である（図3a)。この結晶は、無色透明で、体積の200倍近い空気を含んでいる。南極で掘削された氷床氷中のエアハイドレートは、過去数十万年の大気を結晶中に保存しているため、地球が経験した環境変動を読み取る指標として注目されてきた。しかし、エアハイドレートの結晶粒子とまわりの氷との密度差が非常に小さいため、従来のX線CT法などではエアハイドレートと氷との識別ができなかった。図3bは、高エネルギー加速器研究機構の放射光（35keV）を用いて、酢酸メチルの液体中で測定した位相コントラストX線CTによる三次元の画像である。この方法では、数mg/cm^{3}の密度分解能で密度の測定ができ、エアハイドレート結晶粒子の密度は－40℃では、周囲の氷（923mg/cm^3）よりも14mg/cm^{3}大きく、密度937mg/cm^{3}であることがわかった。さらに、エアハイドレートの結晶粒子の密度の個体差が観測されており、それはエアハイドレート粒子に含まれる窒素・酸素などの組成と量の違いによるものと予想される。

今後の展開

測定時間の短縮により、この方法の分析・解析ツールとしての高効率化を図る。また、低温や高温の環境下など制御された環境下でのその場観察は、機能性材料や生体組織などの機能発現の機構解明に有効なので、測定可能温度を高温域へ広げることにより、新たな“その場”観察の手法としての展開を図りたい。

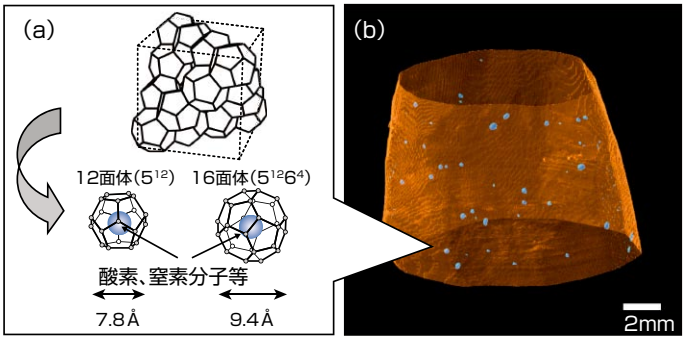


図３　エアハイドレート
(a) エアハイドレート結晶の構造
(b) 位相差コントラストＸ線 CT 法による観察結果。青色の粒がエアハイドレート結晶粒、円柱形の氷（外形をオレンジ色で描写）を横から透視して見た様子

関連情報：

- この研究に用いられた氷コア試料は、南極地域観測隊が南極ドームふじにて採取したものの一部である。
- 参考文献 S.Takeya et al.: Rev. Sci. Instrum. Vol.77, 053705 (2006).
- プレス発表 2006 年 7 月 25 日：「南極氷中のエアハイドレートの三次元的な可視化に初めて成功」
- 朝日新聞、日本経済新聞、日刊工業新聞他　2006 年 7 月 26 日号
- 共同研究者　本田一匡（計測フロンティア研究部門）、米山明男（㈱日立製作所）、武田徹（筑波大学）、兵藤一行（高エネルギー加速器研究機構）、平井康晴（佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター）、本堂武夫、奥山純一（北海道大学）

Patent Info

高気孔率ポーラス金属の作製技術
多孔質金属応用への展望

特許 **第3858096号**（出願2006.9）

● 関連特許（登録済み：国内１件，出願中：国内３件 国外１件）

目的と効果

発泡金属は、軽量で、高い比強度・断熱性・防音・防振特性を持つ材料で、さらに、気孔の構造によっては気体や流体を通過させる通気性と広い比表面積をもたせることができます。この技術は、多種の金属はもちろんのことセラミックスなどの難加工性材料を素材としても、セル構造を維持した気孔率の高い発泡金属またはセラミックス含有発泡焼結成形体の作製が可能な、工業的に極めて有利な製造方法を提供するものです。

[適用分野]

● 建材用断熱・防音材　● 衝撃吸収材料　● 熱交換材料　● 触媒および触媒担体材料など

技術の概要、特徴

従来のクローズドセル構造の発泡金属は、アルミニウムなどでせいぜい92%程度の気孔率の素材を作るのが限界でした。オープンセル構造では気孔率97%の達成も可能ですが、製造できる素材や寸法には限界がありました。

ここで開発した技術では、特殊な水溶性高分子バインダーを用いたスラリーから発泡金属の前駆体を作製することによって、高気孔率でありながらクローズドセルに近い構造を持つ発泡金属の製造が可能となりました。この手法により、金属粉末がほぼ一層に並んだセルフェースより構成される発泡金属の作製が可能であり、また、気孔率も最高98%以上を達成できます。

この方法は粉体の準備と、焼結が可能でさえあれば材料を問わず（金属に限らずセラミックスなどでも）適用が可能です。この手法により作製した発泡ステンレス鋼の比重は0.2以下となり、軽量構造材料、耐熱・吸音材料、衝撃吸収材料としての応用が期待されます。

発明者からのメッセージ

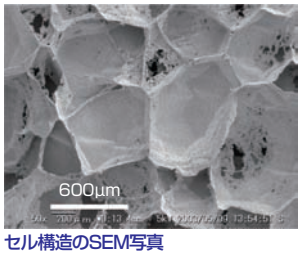
この方法による発泡金属の製造は、ステンレス鋼にかぎらず、チタンや銅、ニッケル、その他の焼結可能な金属、さらにはセラミックスへも応用が可能です。このような各種素材へ適用することによってさらに広い応用範囲の生まれる技術と考えています。

発泡ステンレス鋼(SUS316)の製造

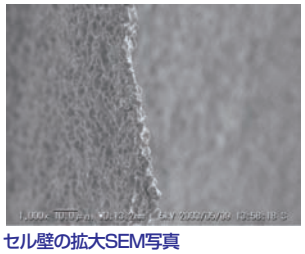
発泡前駆体(焼結前の状態)

発泡ステンレス鋼

発泡ステンレス鋼のセル構造



セル構造のSEM写真



セル壁の拡大SEM写真

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/

先進製造プロセス研究部門

低温基板上への高機能性膜形成を低コストで
120℃以下の低温で使える新しいCVD法

特許 **第3697482号**（出願2001.8）

目的と効果

機能をそこなわないために120℃以下に保つ必要があるピエゾ素子上に、駆動用電極保護の目的で高絶縁膜を形成するためにPVDやCVDの低温下での高絶縁膜形成方法を開発しました。製品の量産を最も低コストで行えると考えられる簡便なCVD法を考案し、120℃よりも更に低温の基板上でも、高絶縁膜の形成に成功しました。この方法は絶縁膜に限らず、一般的に低温基板に低コストで機能性膜をコーティングできる方法です。

[適用分野]

- 高絶縁膜、各種機能性膜の低温コーティング

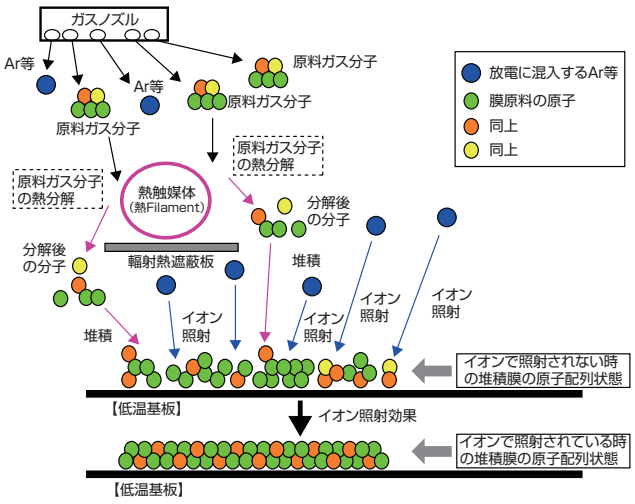
技術の概要、特徴

この方法は熱フィラメント（触媒体）などで原料ガスを熱分解して基板上に堆積させる時、グロー放電を起こして基板に向かって運動するイオンを堆積している粒子と堆積しつつある粒子に衝突させて適当な運動エネルギーを与えることで、膜の緻密（ちみつ）性と基板と膜の密着力を同時に増加させて良好な機能性膜を形成するものです。熱分解しただけの粒子では運動エネルギーが小さいため低温基板上に堆積するとほとんど動かないので欠陥の多い膜になってしまいます。その時熱を与えると粒子の運動を促進するので、高温基板に成膜するのであればCat-CVD法で十分ですし、更に高温なら通常の熱CVD法で目的を達成できます。

本法を用いることで、機能性膜の中でも特に条件の厳しい高絶縁膜を低温基板に形成できます。高絶縁の条件は、膜の一カ所でもピンホールがあるとリーク電流が発生して満たされません。本法では、テオス（テトラエトキシシラン）、酸素、アルゴン、窒素等を用いて、105℃のシリコン基板（10^8 Ω・cm以下）上にSiO_2膜を形成し、銀ペースト電極でも10^{13} Ω・cm以上の比抵抗値を示しました。

発明者からのメッセージ

低温基板上に高機能性膜を形成する方法は、その困難性から大掛かりな装置を必要として生産装置の初期投資費用が高くなるのが普通でしたが、本法は極めて簡便な装置を使用するCVD法なので、初期投資額と生産コストの両方を極めて安価とすることができると考えられます。



膜堆積法の概念図

ユビキタスエネルギー研究部門

Patent Info パテント・インフォ

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 ： 029-862-6158
FAX ： 029-862-6159
E-mail : aist-innovations
@m.aist.go.jp

高齢者の温熱感覚特性の研究

テクニカルレポート(TR S0002：2006)の公表

高齢者の体温調節と温熱感覚

高齢化社会を迎えたわが国では、高齢者の温熱感覚や体温調節を考慮した使いやすい製品を開発し、生活環境を整備することが求められている。これまでの研究成果から、人は高齢になるに従って、血管運動や発汗など体温調節反応が遅れ、体温を正常に保つ機能が低下することが明らかになっている。その1つとして、寒冷や暑熱環境において高齢者の体温調節能力が青年に比べ劣ることは既に報告されている。しかし、普段生活しているような中等度温熱環境における体温調節能力に差があるのかどうか、暑さ寒さの感じ方（温冷感）が変化するかどうかは、十分な検討がされていない。

温熱環境に関する国際規格としては、ISO 7730が制定されて快適な温熱環境について記述されているが、これは健康な欧米人のデータに基づいて作成され、人種差、年齢差、地域差については言及していない。ISO/TS 14415は日本から提案され、高齢者を含めた特別な配慮が必要な人の温熱反応などの情報を記述しているが、データ不足のため具体的な評価方法等の提案にはいたっていない。

このような背景から、産総研では、製品評価技術基盤機構との共同事業で、高齢者の身体能力変化の測定方法に関する標準基盤研究を行い、温熱感覚測定方法を取りまとめ、高齢者と青年の温熱感覚測定データを取得した。

写真　被験者測定の様子

温熱感覚の測定方法と結果

測定方法は、以下の通りである。人工気候室を中等度温熱環境である気温23℃～31℃、相対湿度30％～90％の範囲で不感気流に設定し、平均放射温度が気温と等しくなるようにカーテンで壁面を覆い、じゅうたん敷きの床面とした。被験者は長袖トレーナーとトレーニングパンツ、靴下を着用（0.64clo）して、椅子座安静状態で過ごした。被験者には、青年は20歳代（平均23歳）、高齢者は60歳以上（同73歳）で、男女ほぼ同数を採用し、夏期と冬期に測定を実施し、合計400名のデータを得た。測定風景を写真に示す。

相対湿度60％における気温条件による違いは、夏期には気温31℃で年齢差は認められなかったが、気温23℃では高齢者が「－1：やや涼しい」、青年が「－2：涼しい」と差が認められた。冬期には気温31℃において高齢者が「＋2：暖かい」、青年が「＋3：暑い」と差が認められたが、気温23℃では両グループともに「－1：やや涼しい」で年齢差は認められなかった。この結果は、夏期には低温条件で高齢者が青年ほど涼しさを感じておらず、冬期には高温条件で高齢者が青年ほど暖かさを感じていないことを示していた。これは同時に測定した皮膚温が、低温条件では青年よりも高齢者の方が高く、高温条件では高齢者の方が低かったことと関係していると考えられる。つまり、中立よりわずかに低温側にずれた環境に

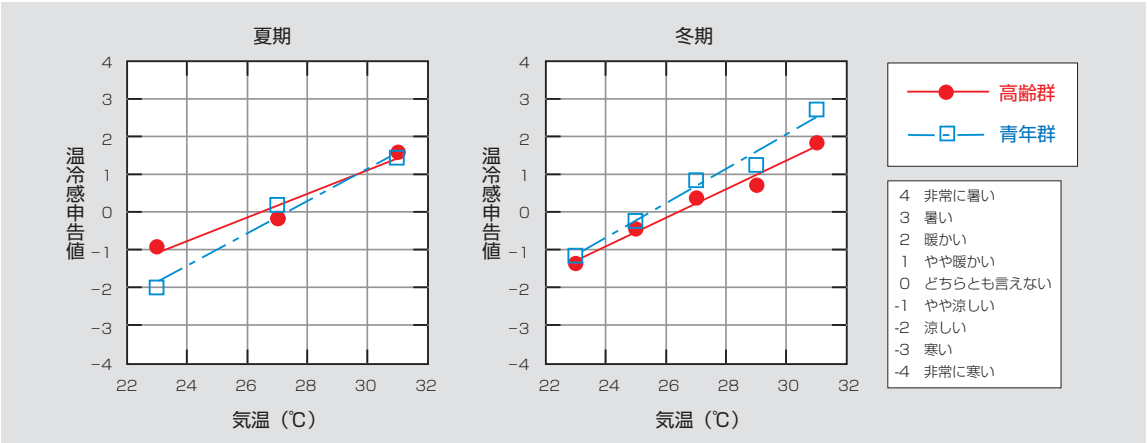


図1　夏期と冬期における気温を横軸にとった時の高齢者と青年の温冷感の比較

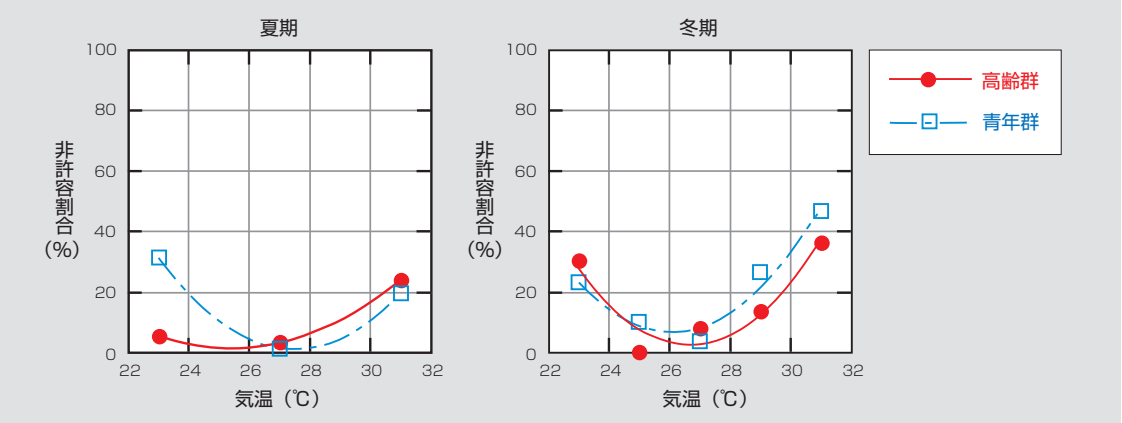


図２　高齢者と青年の気温に対する非許容割合を比較したグラフ
（夏期・冬期に行った測定データを室温を横軸として表した）

おいては、高齢者は血管収縮機能の低下により、皮膚温が高く保たれ、その結果、涼しさの程度を小さく感じていたことを示唆している。逆に、冬期においては、高温側へのわずかな温度変化に対して血管拡張がともなわず、低い皮膚温が保たれてしまうために、暖かさの程度を小さく感じていることを示唆している。

温熱環境に対する評価

温熱環境に対する評価については、高齢者の方が青年よりも非許容割合、不満足割合が低いという結果が示された。つまり、暑さ寒さの感じ方が青年よりも高齢者では小さいために、不満足や非許容の割合は低く（図2）、また、環境に対する好みである「もっと暖かくしたい」、「もっと涼しくしたい」などの出現割合が低いと考えられた。これまでの研究では、高齢者は暑さ寒さを当然のものとして生活してきており、冷房や暖房を利用して快適な温熱環境を創りだす経験が乏しいために許容範囲が広がっているとも、我慢強いとも言われてきた。しかし、本研究によって、高齢者の温熱環境に対する評価の寛容さは、温冷感に関係しており、また、暑さ寒さの感覚を導く体温調節反応の鈍さとも関係していることが示唆された。中等度温熱環境においても、高齢者の感覚や評価にとらわれず、適切な温熱環境にコントロールする必要性があると考えられる。

この研究成果の一部は、標準情報TR S0002：2006（中等度温熱環境における高齢者及び青年の温熱感覚測定データ集）にまとめられ、日本工業標準調査会標準部会 高齢者・障害者支援専門委員会の審議を経て平成18年3月1日に経済産業大臣から公表された。なお、本研究の一部には、標準基盤研究の予算が使用された。記して感謝する次第である。

用語説明

clo 値：衣服の保温性を示す指標。1clo ＝気温 21.2℃、相対湿度 50%、風速 10 cm/s の大気中で、椅子に腰掛けて安静にしている成人男性が、平均皮膚温 33℃の快適な状態を維持できるのに必要な衣服の熱抵抗値。

関連情報

[1] TR S0002：2006 中等度温熱環境における高齢者及び青年の温熱感覚測定データ集（平成 18 年 3 月 1 日公表）
[2] ISO 7730：2005 Ergonomics of the thermal environment —Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
[3] ISO/TS 14415：2005 Ergonomics of the thermal environment —Application of International Standards to people with special requirements

人間福祉医工学研究部門（つくばセンター）
都築 和代
E-mail：k.tsuzuki@aist.go.jp

人の体温調節や温熱感覚、そして住宅温熱環境に関しての研究に携わってきた。子どもの体温調節の発達や高齢者の住宅温熱環境、温熱快適性や局所温熱感受性の解明など、近年は睡眠時の体温調節に関して研究を進めている。
温熱環境に関する国際標準は多く公表されているにもかかわらず、日本で標準化されるJIS TRはこれが初めてとのことなので、今後は、これまでのデータをもとに指針作りを進め、国内外の規格として制定・普及に努めていきたい。

法定計量の国際相互承認

９月に運用が開始されたMAAについて

法定計量

産総研で実施している研究開発や業務の中で、人々が日常生活において直接触れることが最も多いのは「法定計量」の分野ではないかと思う。例えば、買い物をする時に目にする「はかり」や、各家庭の水道メーターやガスメーター、体温計などがあるが、これらは法律で規制されている。その中でも取引・証明や人々の安心・安全に重要な計量器18種類は、「特定計量器」として定められ、国の制度、すなわち、法定計量制度として、それらの性能の信頼性が確保されている。産総研においては、計量標準総合センター（NMIJ）が、「特定計量器」の信頼性確保のための業務を行っている。ここでは、特定計量器の中の「非自動はかり」について、最近、MAAと呼ばれる国際的な相互承認の動きがあったので、報告する。

検定制度

「非自動はかり」の例としては、一般に精肉店などで見かける図1のような「はかり」がある。肉をはかりに載せると、設定された単価とその質量から、料金を表示するようなタイプが多い。「はかり」には工場ラインの流れの中で、自動的に計量を行うような「自動はかり」もあるが、特定計量器となっているのは、静止状態で計量を行う「非自動はかり」である。

特定計量器は、その構造及び性能が、特定計量器ごとの技術基準に適合するかを判断する公的な「検定」によって確保され、合格したものだけが使用可能となる。

一般に、大量生産される「非自動はかり」では、その構造と性能の試験を実機で行う「型式承認」により、検定の一部が省略されるようになっている。産総研が実施している一般的な「非自動はかり」の型式承認試験では、－10 ℃の低温での温度試験、温度40 ℃・相対湿度85％の条件での湿度試験、電磁波や静電気の影響、傾いた状態で荷重を掛ける傾斜試験、10万回荷重を掛ける耐久試験といった数々の条件での性能試験を行っている。型式承認を取得した「非自動はかり」は、その後、各都道府県等の検定を受け、実際に使用されるようになる。

以上のような、計量器の性能確認のプロセスを経ることによって、生活に密接した商取引で消費者が肉の質量と金額を信頼して、買い物ができるようになる。産総研の法定計量業務は、日常生活の中でも重要な役割を担っている。

MAA制度

ここまで紹介した説明は、日本国内での法規制の話であるが、海外の多くの国でも同じように、法規制を実施している。「はかり」自体も工業製品であり、国際的に輸出入があるため、法規制に関する国際的な整合化が必要となる。

国際整合化の背景としては、1995年のWTO/TBT協定（世界貿易機関/貿易の技術的障害に関する協定）がある。すなわち、TBT協定では、各国の規格が国際整合化され、その輸出入の技術的な障害を低減することが定められている。計量器の分野でも、2003年に輸出入を円滑にするため、計量器の型式承認における試験結果をお互いに受け入れる国際相互承認制度が国際法定計量機関（OIML）によって導入することが決定された。

OIMLは、多国間の相互承認を実現

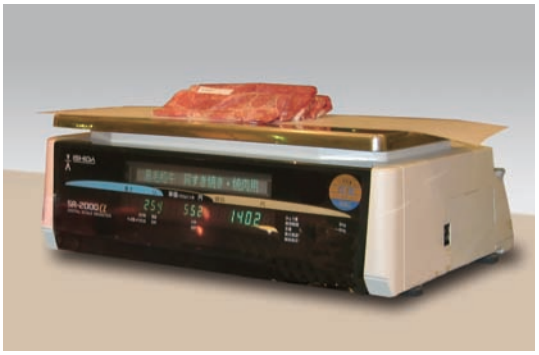


図１　精肉店の非自動はかり

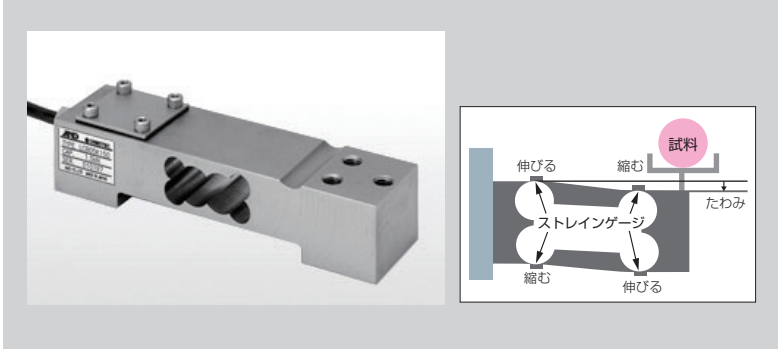


図２　ロードセル（左）と重さをはかる仕組み（右）
ロードセルは、精密なはかりの中心的な部品として利用されている。物の重さによって生じたたわみを検出し、電気信号に置き換える仕組みである。

するため、計量器の「ワンストップ・テスティング」（例えば、輸出国と輸入国の2ヶ所でのチェックを、輸出国のみでのチェックで済ませること）を目指し、MAA（Mutual Acceptance Arrangement：型式評価国際相互受け入れ取決めの枠組み）制度を構築した。具体的には、輸出国の試験機関が発行した計量器テストレポート（OIML－MAA適合証明書に添付）について、輸入国がその結果を信頼し、自国の型式承認の手続きの中でこれを受け入れて、活用しようという取り決めであり、MAA参加国が相互に認め合うものである。各国の型式承認機関（日本ではNMIJ）は、型式承認に関する技術的能力を審査された後、「相互信頼宣言（DoMC）」に署名するという手順で、MAA制度への参加となる。

MAAへの参加は、加盟国の任意であり、参加する計量器のカテゴリーも自由に決められる制度となっている。世界的にOIML適合証明書の発行数が多い「非自動はかり」とはかりの代表的な検出部である「ロードセル」が、MAA制度の初めての計量器として選択された。

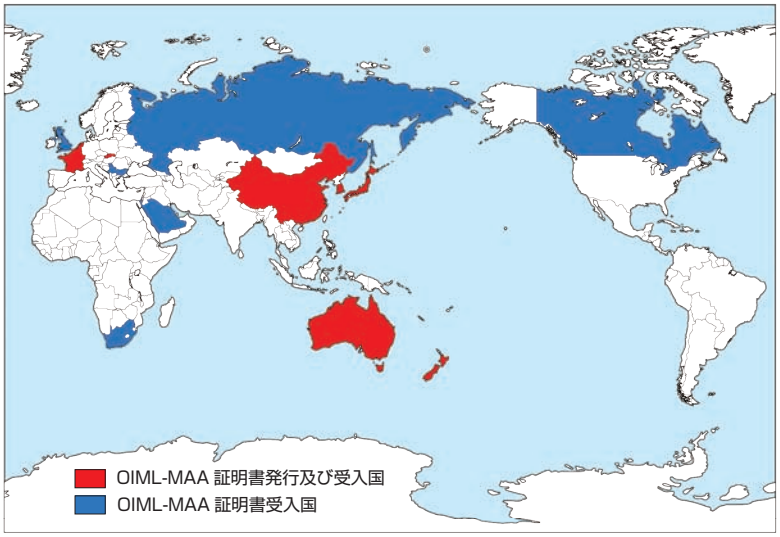


図３　MAA「非自動はかり」参加国

MAAへの活動

NMIJでは、2004年にMAAへの参加について検討チームを発足させ、活動を始めた。関係省庁、産業界への説明を行い、MAA制度へ参加する方向で作業を進めた。NMIJは、海外専門家による試験所の能力審査（MAAピア・アセスメント）を受け、試験所能力が認められ、OIML－MAA適合証明書発行機関として登録された。その後、関係省庁、産業界への最終説明を行い、本年9月13日に「非自動はかり」及び「ロードセル」のDoMCへ署名し、MAA制度の実際の運用が、9月29日に開始された。

MAA制度への参加国は、「非自動はかり」では図3のように、中国、韓国、オーストラリア、フランス、カナダ、イギリス、南アフリカ等の15ヶ国であり、「ロードセル」においては、16ヶ国を数える。

なお、型式承認の申請等で、詳細な情報が必要な場合には、NMIJのホームページ（http://www.nmij.jp/）を参照いただきたい。

あとがき

MAA制度への参加によって、NMIJにおける法定計量業務の役割はさらに重要度を増すことになった。日本製の「非自動はかり」や「ロードセル」がMAA制度に基づいたNMIJの試験によって、海外で多く活用されることを願っている。

計量標準管理センター（つくばセンター）
長野 智博
E-mail：nagano-1182@aist.go.jp

計量研究所大阪支所に入所以来、主に質量計の型式承認試験や基準器検査に携わってきました。今回のNMIJにおけるMAA制度への参加については、「非自動はかり」の試験担当者として対応した海外審査員による試験所の能力審査をパスすることができ、DoMCの調印に少しは貢献できたと安堵しています。現在は、計量標準計画室の一員として、本投稿を初めに、MAA制度を多くの方に活用していただけるように広報活動を展開していこうと思っています。

ノルウェー科学技術大学との包括的研究協力協定締結

産総研とノルウェー科学技術大学（NTNU、トロンハイム市）は、9月28日、包括的研究協力協定に調印しました。NTNUはノルウェー王国の自然科学工学系の主要大学で、職員は約4千人、学生・院生は2万人を数え、ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）と連携し、科学･産業技術分野の研究を牽引しています。ノルウェーは石油・天然ガスを産出するほか、シリコンの生産も多く、エネルギー関連の科学技術において、NTNUは産総研の複数の研究ユニットと協力しています。また、バイオテクノロジーやナノテクノロジー等にも意欲的に取り組んでいることから、さらに幅広く研究協力

協定に調印し、握手する吉川理事長と Digernes NTNU 学長

セミナーを聴講する吉川理事長。右から、Hafskjold NTNU 教授、Digernes NTNU 学長、吉川理事長、Steinsmo SINTEF 総裁

が行われ、個別の協力協定等を締結することが予期されます。このような背景から、包括的研究協力協定の締結に両機関が合意しました。

吉川理事長によるノルウェーにおける諸講演とともに、NTNU、SINTEFと産総研の三者による研究協力の推進を目的とするセミナーが9月27～28日に開催され、産総研からは、エネルギー技術研究部門、ライフサイクルアセスメント研究センター、ナノテクノロジー研究部門、セルエンジニアリング研究部門の各ユニット長が参加しました。セミナーの機会に、産総研吉川理事長とNTNUのTorbjørn Digernes学長により、包括的研究協力協定の署名が行われました。

工業標準化業務で経済産業大臣表彰を受賞

平成18年度標準化と品質管理全国大会において10月13日、小野 晃理事が工業標準化業務で経済産業大臣表彰を受賞しました。

小野理事は、昭和49年当時の計量研究所に入所以来、熱学計測を中心に計量関係の研究業務に従事、その後計量研究所の要職を歴任、国内外の計量関係業務に携わり、独立行政法人化と同時に計測標準研究部門長に就任、その後、研究コーディネーター、現職にいたるまで、我が国の計量標準の先導役として尽力してきました。

特に、海外においてナノテク技術に関する産業応用に不可欠な標準整備の動きがあり、我が国においても「ISO/TC229（ナノテクノロジー）国内委員会」が平成17年度に設立されましたが、小野理事の同委員長としての貢献が高く評価されたものです。

また、平成5年から知的基盤研究特別委員会の委員として参画し、現在産総研工業標準部で実施している「標準基盤研究」の基礎を確立しました。さらに、「知的基盤整備部会」、「適合性評価部会」、「IEC専門委員会」、「途上国基準認証協力WG」、「JISマーク制度専門委員会」の委員長並びに委員として貢献してきました。

本年は、1906年に電気・電子分野の国際標準化機関であるIEC（国際電気標準会議）が設立されてから100周年に当たり、我が国にとっても、国際標準化活動に参画して100年になる節目の年でもあり、今後更なる活躍が期待されています。

「2006年グッドデザイン賞」エコロジーデザイン賞を受賞

自然の叡智を具現した竹外装の赤外光音声情報端末に高い評価

情報技術研究部門ユビキタスインターフェースグループの開発した無電源空間光情報通信端末「アイミュレットLA」が、「2006年グッドデザイン賞」の特別賞「エコロジーデザイン賞（経済産業大臣賞）」に選出され、10月25日にホテルイースト21東京において授賞式が行なわれました。

グッドデザイン賞は本年度で創設50周年を迎えた財団法人日本産業デザイン振興会がデザインがすぐれた物事に贈る賞で、2006年度のグッドデザイン賞は4つのカテゴリーについて73名の審査委員による審査の結果1,034件の受賞が決定しており、エコロジーデザイン賞は、グッドデザイン賞のすべての受賞作品の中で、地球環境や資源の有効活用に配慮し、または自然景観、都市景観、生活環境との調和を実現した商品および施設等のうち特に優れていると認めるものに授与される賞です。「アイミュレットLA」は、無電池という環境性に加え、光を利用した活用性、用途の汎用性を備えた新しいコミュニケーションデバイスとして、竹を利用したことで社会環境への配慮があり、デザイン性が高いこと等が評価されての受賞となりました。産総研のグッドデザイン賞受賞はギネスブック公認のアザラシ型ロボット「パロ」に続き2回目で、グッドデザイン賞特別賞（経済産業大臣賞）は初の受賞となります。

アイミュレットLA

開発を担当したユビキタスインターフェースグループ 伊藤氏（右）とデザイナーの山中氏（左）

アイミュレットは産総研が開発してきた、太陽電池とイヤホンスピーカで構成される小型、軽量で、無電源で動作することを特長とする情報通信端末です。産総研はこのアイミュレットを、2200万人を越える来場者を集めた愛・地球博（2005年日本国際博覧会）のマルチメディアアートイベントのために「自然の叡智」をテーマとして、自然素材である竹を材料とする筐体、新型の微小球状太陽電池Sphelar（R）などを採用して新たにデザインしたもので、LAはアートイベントのコンセプトデザイナーであるローリー・アンダーソンさんに由来するものです。

この受賞は、“最先端科学技術と芸術が融合した研究成果が製品として世に出る”という、産総研が推進している本格研究の成果の一つとして位置づけられるものです。

アイミュレットLAは産総研認定ベンチャー（有）サイバーアシスト・ワン（http://www.caone.co.jp）を通して販売されます。また、産総研つくばセンターの展示施設「サイエンススクエア」などで体験することもできます。

カナダNational Research Council理事長一行産総研を訪問

報　告

9月8日、カナダNational Research Council（NRC）理事長Pierre Coulomb博士一行が産総研つくばセンターを訪問されました。冒頭、小玉副理事長の歓迎の挨拶、山崎理事からの産総研の概要説明の後、エネルギー技術研究部門、計測標準研究部門、人間福祉医工学研究部門、ナノテクノロジー研究部門を視察されました。カナダNRCは1916年に設立された旧工業技術院に対応する組織で、傘下の研究機関でペースメーカーの発明（1940年代）、セシウムビーム原子時計確立（1960年代）

等で有名な歴史ある研究推進機関であり、カナダ全州に分散する20余の研究機関を有しています。従業員約4000人、客員研究員約1200人であり、産総研と同程度の規模を有しています。産総研研究ユニットとカナダNRC傘下の研究機関との間ではこれまでに、計測標準研究部門とNRC-INMS（Institute for National Measurement Standards）がナノ粒子の計測・標準化及び環境計測のための標準物質等の分野で、ナノテクノロジー研究部門とNRC-NINT（National Institute for Nanotechnology）が共同プロジェクト・人材育成・産業化等を目指した研究協力覚書を締結（2006年2月）、といった協力関係があり、今回もその関係で両部門をご覧いただきました。また、今年7月に産総研臨海副都心センターで開催された「戦略的な研究評価について」のシンポジウムのパネリストとし

てカナダNRCのBruce Baskerville博士に出席いただいており、両機関には既に多くの連携があります。今回の訪問を機に今後の新たな研究協力の分野として、エネルギー技術研究部門・新燃料グループの重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化・高効率転換・利用に関する研究を紹介しましたが、カナダのアルバータ州でオイルサンドが豊富に産出されることから、訪問後、先方の紹介により研究協力の話が進みつつあるところです。今回の訪問を契機に今後の産総研・カナダNRCの連携が一層深まることが期待されます。

省エネルギーシンポジウム2006を開催

報　告

9月12日、産総研つくばセンター共用講堂において、「産総研 省エネルギー・シンポジウム2006」が開催されました。会場には産総研職員を始め、つくば市内の公的研究機関および民間研究所のほか官公庁関係者等を合わせて216名の参加者が集まりました。また、TV会議システムを利用して全国の産総研地域センターにも配信され、延べ85名が聴講しました。開会挨拶の中で小玉副理事長は、産総研のみの省エネ活動推進だけではなく、各機関

の協力による省エネ体制の構築を呼びかけました。続いて、筒井フェローから所内における省エネルギー・地球温暖化対策推進活動とその成果が報告され、エネルギー消費設備の更新による省エネ化のみならず、意識改革に根ざした全職員の省エネ活動への積極的な参加が必要不可欠であることが提示されました。また、長谷川副研究部門長（エネルギー技術研究部門）からつくば東事業所のISO14001の登録と省エネルギー効果について報告が行われ、さらに、関東経済産業局の神門部長から改正省エネ法についての説明がなされた後、嘉藤主任研究員（エネルギー技術研究部門）と鈴木研究グループ長（計測フロンティア研究部門）から所内の設備高度化改修等による省エネ効果とその実績についてそれぞれ報告がなされました。そして、株式会社日立プラントテクノロジーの中村部長から民間企業における省エネ推進体制と実績事例について、国立環境研究所の竹内課長から同所が導入したESCO事業の概要についてそれぞれたいへん興味深い講演が行われました。最後に伊藤企画副本部長から講演者への謝意と産総研全体での今後のさらなる省エネ推進の誓いの言葉で閉幕いたしました。

今回の省エネルギー・シンポジウムの開催により、産総研職員の省エネ・地球温暖化対策推進活動に対する意識が一層高められたとともに、多くの外部研究機関・行政機関に参加していただいたことにより、今後の省エネ体制・地球温暖化対策推進活動等の連携強化が図られる大きなきっかけになったと思われ、大いに意義のあるものとなりました。

機能性酸化物ワークショップを開催

報　告

9月20～21日に虎ノ門パストラル（東京）において、機能性酸化物ワークショップが開催されました。このワークショップは、beyondCMOS世代の不揮発性メモリとして期待されており、この2年間で極めて急速に研究開発が進んだ遷移金属酸化物を用いた不揮発性抵抗スイッチメモリの研究開発と学理に議論の対象を絞って企画されたものです。当該分野における国内の産学官の研究者と海外機関のの著名研究者を招聘し、更に、門戸を広げて募ったワークショップ参加者と共にこれらの議論を深めることを第一の目的とたしました。

ワークショップでは、学術的な議論を行うアカデミックセッションと、当該分野の研究開発戦略を議論するエグゼクティブ・サマリー・セッションを実施し、アカデミックセッションでは、5件の海外招聘者の講演のほかに、民間企業から5件、大学から2件、産総研から7件の発表がなされました。また、エグゼクティブ・サマリー・セッションでは、まず、産総研研究者により当該研究分野のレビューが行われ、次に、NEDO技術開発機構の寺本統括研究員により学術機関～異業種企業からなる垂直連携体制による研究開発の重要性が指摘されました。続いて、株式会社日経BPの三宅副編集長から、当該メモリのビットコスト競争力に対する期待とともに、「物理と材料（研究）」「アプリ（製品）と消費者」という2つのリンクを結ぶところにデバイス研究があり、それぞれのリンクをデバイス研究が結ぶことに対する重要性が指摘されました。最後に、経済産業省の安永研究開発課長から、特にbeyondCMOS世代のデバイス研究においては、サイエンスとテクノロジーの融合のみならず技術と経営の融合が重要性であるとの指摘がなされました。当ワークショップ実行委員会では、ワークショップ参加者に、当該不揮発性メモリに寄せる期待やbeyondCMOS世代のデバイス研究における産総研の役割などに関するアンケート調査を行いました。それらの結果は、当該ワークショップのホームページ（http://www.superior-nano.jp/rram/）及び、2007年・国際ナノテクノロジー総合展にて公開する予定です。

全日本科学機器展in東京2006へ出展します

お知らせ

11月29日より12月1日までの3日間、東京ビッグサイト東4･5ホールにて「全日本科学機器展in東京2006」が開催されます。このイベントは、企業・団体などがビジネスチャンスに結びつけるため最先端の科学機器製品を出展し、研究開発の情報収集やアピールを行うアジア最大級の展示会です。産総研はサイエンスパークコーナーにおいて約100㎡の広いブースで18テーマの研究成果などをご紹介するほか、30日の11時からサイエンスパーク内にて8つのテーマにつきプレゼンテーションを行う予定です。

例えば、出展物として生体組織の内部の柔らかさ・硬さを計測できる超音波生体計測装置（実環境計測・診断研究ラボ）や、揮発性有機化合物（VOC）など環境汚染物質を水晶振動子（QCM）を利用して簡便かつ高感度に測定する手法（環境管理技術研究部門）など、様々な分野の先端的な測定機器への応用研究の成果を中心に展示し、産総研のもつ幅広い研究ポテンシャルをアピールします。

また、産総研の支援を受けたベンチャー企業も3社がエントリーし、産総研との共同研究による機器開発の成果をご紹介します。

この会期中、同じ会場では「地域発先端テクノフェア 2006」「中小企業総合展 2006 in Tokyo」も併催され、来場者は複数のイベントに一度に足を運ぶことができます。産総研からもそれぞれに出展ブースを構え、産学官連携活動の充実ぶりなど様々な角度からの展示を行い、地域産業政策や中小企業への積極的な支援に取り組んでいることをご紹介することで、産総研についての理解を深めていただく機会にしたいと考えています。なお、詳しくは、各イベントの以下の公式サイトをご覧下さい。

多くの皆様のご来場をお待ちしています。

- ○ 全日本科学機器展：http://www.sis-tokyo.jp/
- ○ 地域発先端テクノフェア：http://www.cluster.gr.jp/techno-fair/
- ○ 中小企業総合展：http://sougouten.smrj.go.jp/

GEO Grid Symposium 2006を開催

報　告

10月11日に秋葉原コンベンションホールにおいて、グリッド研究センター、地質情報研究部門、環境管理技術研究部門、地質調査情報センター、国際部門主催によるGEO Grid Symposium 2006が開催されました。

GEO Gridは地球観測に関する様々なデータを有効利用する枠組構築を目指したプロジェクトです。グリッド技術を適用することで、地球観測衛星データの大規模アーカイブや、各種観測データベースやGISデータの統合が安全かつ高速に実現できます。ユーザはこれらのデータとシミュレーションプログラムを簡単に組み合わせることができるため、防災、環境、資源など地球規模の社会的問題解決への貢献が期待されています。

今回はデモンストレーションをまじえてこのシステムを詳細に紹介するとともに、応用事例として、環境、防災分野における研究者からそれぞれの研究領域におけるデータ統合の期待についての発表がなされました。

会場には大学や産業界などから200名を超える参加があり、今後の研究連携について活発な議論が行われました。

ウィンター・サイエンスキャンプ　'06-'07　参加者募集のご案内

お知らせ

ウィンター・サイエンスキャンプは先進的な研究テーマに取り組み、最先端の研究施設・実験装置を有する大学・公的研究機関・民間企業の研究所が、冬休みの3日間高校生を受け入れて、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー、材料、エネルギー、製造技術、(宇宙・海洋等の)フロンティア、地球科学等の分野において、研究開発の第一線で活躍する研究者・技術者による直接指導を行なう実験や実習を主体とした科学技術体験合宿プログラムです。

産総研でも共催機関として右記のテーマで参加者を受け入れますので、ぜひご応募ください。募集要項はWebサイトから入手することができます。

主　催　：独立行政法人科学技術振興機構
事務局　：財団法人日本科学技術振興財団内　サイエンスキャンプ事務局
開催期間：2006年12月23日～2007年1月7日の期間中の2泊3日
参加費　：10,000円
応募締切：11月16日(木)＜必着＞
TEL　　：03-3212-2454
URL　　：http://ppd.jsf.or.jp/camp/

生きていることと生きること　～遺伝子の世界と脳の世界～

産総研 セルエンジニアリング研究部門（大阪）
2007年1月4日（木）13:30～1月6日（土）13:30　2泊3日

生き物の世界の面白さは、原子・分子という物質世界と共通の要素から成り立っているにもかかわらず、生命(生きている)というダイナミックな状態をつくりだしているところにあります。これをひとつの領域の中に閉じ込めた構造が「細胞(セル)」であり、この中にある遺伝子が生命の連続性を保証しています。さらに、生き物(特に動物)は、周りの環境や社会と情報交換をしながら個性ある存在になってゆきます。この過程、すなわち「生きること」の中心的役割を果たす器官が脳です。

このキャンプでは、生きていることの意味を理解しながら、脳の構造や働きについて最新の知識や実験を交えながら学びます。

環境報告書2006の発行

お知らせ

平成17年度の事業活動における環境配慮の状況等を取りまとめた「環境報告書2006」を刊行しました。(公表は2006年9月28日産総研公式ウェブページにて)

本報告書をご覧いただき、ご意見ご感想をお寄せいただければ幸いです。

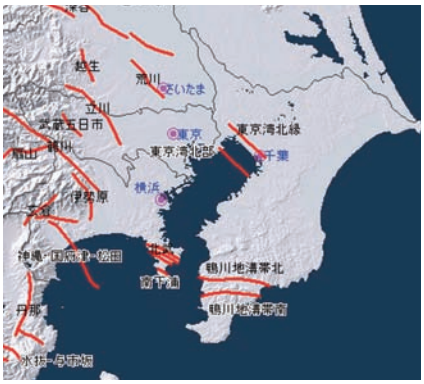
問い合わせ先
環境安全管理部
研究環境整備部門
TEL：029-861-2124
mail：safe@m.aist.go.jp

活断層データベースを改訂しました

お知らせ

活断層研究センターは、8月24日に、活断層データベースを大幅に改訂しました。新しいデータの大量追加にともないデザインも一新しました。無料でいつでもお使いいただけますので、ぜひお試しください。

活断層データベース：
http://www.aist.go.jp/RIODB/activefault/



主な改訂内容

(1) 検索できる活動セグメントを大幅に増やしました。
(2) 絞り込み検索できるようになりました。
(3) 検索結果を並べ替えできるようになりました。
(4) 検索できるデータ項目を増やしました。
(5) 検索結果を示す表を組み替え、増やしました。
(6) 検索経路を追加しました。
(7) 画面デザインを変更しました。
(8) ユーザビリティー（使い易さ）を高めました。
(9) アクセシビリティー（接し易さ）を高めました。

産総研ブックス「きちんとわかる巨大地震」発刊のお知らせ

お知らせ

産総研ブックスの第1号として、「きちんとわかる巨大地震」が発行されました。産総研で実施されている世界のトップレベルの巨大地震研究が紹介されています。第1部と第2部で構成され、第1部ではサイエンスライターの森山和道氏が活断層研究センターの佐竹健治氏をはじめとする研究者へのインタビューをもとにまとめられ、これが本書の特徴となっています。2004年12月にインド洋地域に大災害をもたらしたスマトラ島沖大地震など超巨大地震による津波・地殻変動、地下水による地震予測、活断層評価、応力観測、地震動予測など、最先端の研究が一般の人にも面白さが伝わるよう工夫され、わかりやすいものとなっています。第2部は研究者自身による、より丁寧な解説がなされています。

産総研の中堅・若手研究者が取り組む最先端の地震研究が生き生きと伝わってくる好著です。

発行：白日社　定価：1500円＋消費税
全国の書店でお求めください。

10月10日現在
http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html

EVENT Calendar

2006年11月

●は、産総研内の事務局です。

期間	件名	開催地	問い合わせ先	
11 November				
1～2日	つくば国際コーティングシンポジウム	つくば	029-859-2424	
6～7日	酸化反応討論会	つくば	029-861-4852	●
10～11日	全国大学発ベンチャー北海道フォーラム	札幌	011-700-2324	
13日	本格研究の実施セミナー「ベンチャー創出の実践」	名古屋	03-5288-6868	●
14～15日	国際的サプライチェーン －食糧と食品および電子電気製品、プラスチック廃棄物－	つくば	029-861-8105	●
14日	地質調査総合センターシンポジウム「地質情報の社会貢献を考える」	東京	029-861-3687	●
15～17日	バイオマス・アジアワークショップ	東京	029-861-9158	●
15日	ISO/IEC国際標準化セミナー	東京	029-862-6221	●
15日	知能システム研究部門 研究成果展示会 －オープンハウス2006－	つくば	029-861-5201	●
15日	産総研研究講演会 in 中部 －産総研ライフサイエンス研究シーズ発表－	名古屋	052-231-1477	
21日	関西センター ナノテクシンポジウム	大阪	072-751-9525	●
22日	計測標準フォーラム合同講演会	東京	029-861-4120	●
24日	地圏資源環境研究部門成果報告会	東京	029-861-3633	●
29～12月1日	地域発先端テクノフェア	東京	03-3501-8794	
29～12月1日	全日本科学機器展 in 東京 2006	東京	03-3661-5131	

「柔らかな電子デバイスの実現に向けて」

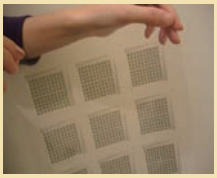
光技術研究部門　有機半導体デバイス研究グループ　鎌田 俊英さん

フレキシブル・プリンタブル半導体デバイス創製技術の開発

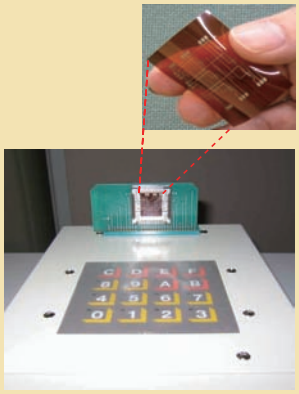
情報通信技術が、一般の人々に深く浸透しつつある今日においては、人々が携帯環境下で利用する情報端末機器には、耐衝撃性・好接触感・拡張性・低消費電力など、人の使い勝手のよさを増す性能が必要となってきます。それを実現する技術としてフレキシブルデバイスの開発に期待が寄せられています。プラスチックフィルム上に電子デバイスを実現したものとして代表的なものに、軽くて薄く、丸めて持ち運べるフィルム上のフレキシブルディスプレイがあります。フレキシブルデバイスはプラスチックの持つ薄さとしなやかさが最大の特徴です。このフレキシブル電子デバイスを作製する方法として検討されているのは印刷法です。従来の半導体製造技術に比べ、生産エネルギーも使用材料も格段に少なく抑えることができる低環境負荷のための革新的な技術です。

鎌田さんたちは、こうした柔らかい電子デバイスを印刷法で製造するためのキーテクノロジーとして「フレキシブル・プリンタブル半導体デバイス創製技術」の開発に取り組んでいます。これには、半導体として、シリコンではなく、インク化することができる有機半導体が用いられるのが特徴です。これまでに、単純積層工程だけで作製できる高性能有機薄膜トランジスタ、低温溶液プロセス用の高品質フレキシブルデバイス材料、高速高性能半導体塗布技術などの要素技術の開発に加え、これら開発した要素技術を駆使して、有機トランジスタで駆動させる液晶ディスプレイ、すべて印刷で製造できる無線タグ、プラスチック基板上で動作する不揮発性メモリーなどのデバイスの開発に成功しています。

フレキシブルトランジスタ



有機トランジスタ駆動
液晶ディスプレイ



印刷フレキシブルメモリ

鎌田さんからひとこと

ある冬の日の出来事。子供とアイススケートをしていたとき、つい転んで胸を強く打ってしまいました。そのとき、私の胸には携帯電話が入っていました。携帯電話は壊れ、私のあばら骨にはひびが入ってしまいました。携帯電話は、常時家族と連絡を取るための必需品。しかし、その携帯電話で怪我をしてしまったのです。この携帯電話が、もし柔らかい物であったなら、こうしたことにはならなかったはずです。今日情報通信技術は著しく発達し、その使用により得られる利便性は日に日に高まってきています。しかし、そこは技術本位になっていないでしょうか。技術を社会へ。その社会にいるのは生身の人間。技術が開発されればされるほど、それはよりいっそう人々の身近なものへと浸透していくものです。その際、機器の都合が押し付けられて供給されるのではなく、人にとって使い勝手の良いものとして供給される必要があるはず。今これができていないのは、技術がないということ。ならば、その技術は開発してやらねばならない。このような思いを胸に、日々研究に取り組んでいます。

産総研 TODAY
2006 November Vol.6 No.11
（通巻70号）
平成18年11月1日発行

独立行政法人
産業技術総合研究所

編集・発行　独立行政法人産業技術総合研究所
問い合わせ　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。

R100 古紙配合率100%の再生紙を使用しています。
PRINTED WITH SOY INK