

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

2

2012
February

Vol.12 No.2

特 集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：実験・観察から信頼性ある評価へ

産学官の連携で進んだ地層変形シミュレーターの開発

海洋の産業利用や気候変動対策で問われる環境影響評価研究の真価

新技術のイノベーションに貢献するリスク評価へ

リサーチ・ホットライン

- 14 ダイヤモンドバイポーラトランジスタの開発
省エネに大きく貢献する超低損失パワーデバイスの実現に道
- 15 脳の「老化」と「若返り」を調節する因子
老化した神経幹細胞を活性化する環境因子の発見
- 16 高い熱伝導率をもつ窒化ケイ素セラミックス
パワーデバイス用回路基板への展開に期待
- 17 高真空・超高真空の定量測定へ向けて
標準コンダクタンスエレメントの開発

パテント・インフォ

- 18 CNTを簡便・迅速・精密に構造分離
電子デバイスへの実用化につながるCNTの抽出方法
- 19 耐環境性能を向上させた調光ミラーデバイス
光学特性が可変のため次世代窓ガラスとして有望

テクノ・インフラ

- 20 日本の報知音が世界標準に
誰にでもわかりやすい報知音の幅広い普及に期待
- 21 新規残留性有機汚染物質の正確な分析
ペルフルオロオクタンスルホン酸カリウム標準液の開発
- 22 電力置換型熱量計による水吸収線量率標準
より安全な放射線治療のために
- 23 地下構造可視化システムの開発
日本列島の地下構造を覗いてみよう

シリーズ

- 24 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第26回)
産学官連携に従事した6年間で感じたこと




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

座談会：

実験・観察から信頼性ある評価へ



野間口 有

理事長

天満 則夫
鈴村 昌弘
蒲生 昌志

メタンハイドレート研究センター
環境管理技術研究部門
安全科学研究部門

小野 晃
瀬戸 政宏
矢部 彰
石井 武政
藤田 茂

副理事長
理事・広報部長（司会）
理事
広報部 審議役
広報部 広報制作室長

2011年10月20日開催

瀬戸 今日は、「環境・エネルギーへの取り組み」について、つくば西事業所の三人の方に本格研究の話題提供をお願いしました。最初に、未来エネルギーとして期待されているメタンハイドレートについて、天満さんから実験装置の紹介も含めてお願いします。

メタンハイドレート層の力学特性評価

天満 メタンハイドレートは水分子が籠^{かご}の形をつくり、その中にメタン分子が取り込まれている結晶構造を示します。高压、低温の状態下では固体として存在しますが、圧力を下げたり、温度を上げたりすると水分子の結晶構造が壊れてメタン分子が飛び出します。メタンハイドレートに火を近づけると燃えるのはこのためです。メタンハイドレートは、日本の周辺海域に多く存在していることがわかっているため、新しい天然ガス資源として注目を浴びていますが、どのようにすると天然ガスを取り出せるのか。在来型の天然ガスと比較してみたいと思います。

在来型の天然ガスは固結した砂岩中に高压のガスとして存在するため、井戸を地上から掘って到達すれば、ガスが自噴して取り出すことができます。ところが、メタンハイドレートは水深

約1,000 mの海底面から200～300 mの砂層の隙間に固体として存在するため、単に井戸を掘っただけではガスは取り出せません。圧力を下げるか温度を上げて分解したガスを取り出すことが必要です。私たちは、一つの有効な手段として圧力を下げる減圧法を提案しています。具体的には、井戸を掘ってポンプを設置し、水を汲み上げる。これにより水頭圧が下がり、井戸の周りの圧力を下げた状態になります。するとこの周りのメタンハイドレートが分解して水とガスに分かれて、ガスが圧力の低い井戸のほうに集まってくるので、それを取り出すという方法です。2012年度には、世界で初めての海洋産出試験を日本近海で行う予定です。

地層に関する評価も重要です。対象の地層は水深が深くしかも浅層で柔らかい地盤のため、今まで開発事例がほとんどなく、そのための評価手法がありません。減圧法を適用した場合にメタンハイドレートの分解や圧密が生じるために地層の“変形”が予想されます。将来的なメタンハイドレートの実用化を進める上で、また、社会受容の観点からも安全性や経済性評価のためにはこの“変形”をきちんと評価しなければなりません。地層変形シミュレーター（COTHMA）がその一つの予測技術に

なるのではないかと、それらを評価ツールにまで発展させていきたいと考え、開発中です。このシミュレーターに用いるパラメーターを取得するために私たちが人工的に作った試料と天然ハイドレートがどれだけ違うのか、あるいは同じなのかを検証する必要もありました。私たちは産官学共同体のメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）に参加していますが、そこで天然試料コアを得て力学試験を行いデータを取得し、室内試験から得られたメタンハイドレートを含む模擬試料の力学特性が同様な結果を示すことを確認しました。

具体的な室内実験について、実際には、メタンハイドレートがあることによってどのような力学挙動を示すかを調べるのですが、メタンハイドレートの特性が全くわかりませんでした。そこで、メタンハイドレートを含んだ模擬試料を作るところからスタートしました。砂試料を圧力容器内に設置し、メタンハイドレートを模擬した試料を海底下と同じ120～130気圧の圧力・温度条件下で作製後に、軸荷重を加えるなどの三軸試験を行っています。

小野 メタンハイドレートが含まれたものを装置の中で作るということは、

試料作製器でもあるわけですね。

天満 はい。室内試験では、凍結した砂試料にガスを浸透させ圧力や温度を制御しながら模擬試料を作製しています。また、先ほど天然のメタンハイドレートを手に入れた話をいたしました。今ここにある試料はメタンハイドレートが分解して、ガスが抜けた砂試料です。現場ではこのような砂の空隙の中にメタンハイドレートがあり、高圧の条件下で存在しています。

理事長 その砂試料はどうやって手に入れたのですか。

天満 MH21の研究で、2004年1月～5月に基礎試錐が実施されました。そこで、東部南海トラフなどのコアを何本か取得し、一部を力学特性を評価する砂試料として使用しました。また、コアから得られたデータは、資源量評価などにも利用されています。

理事長 紛れもない本物だね。太古の眠りから引っ張りだされて怒っているんじゃないかな。

天満 そこは私たちも敬意を払って、ありがたく使わせていただいています。天然試料と人工的に作ったものとを比較して、変形係数などの力学特性が大きく違わないという結果を得ているのですが、天然試料が手に入ったことによって、実験しているデータの信

頼性が高くなったと思っています。

小野 「社会受容の観点から」ということでしたが、経済性とは別に社会的な影響があるということですか。

天満 海底下での減圧法に伴って変形が起こることは予想しています。この「変形する」という話を聞くと地震や地滑りが起きないかと心配される方もいます。それらに対してきちんと答えることが大切です。シミュレーター開発をベースにして、将来的な事前評価、開発計画、また環境評価のベースになる「評価ツール」ができるだろうと考えています。

理事長 シミュレーターが対象とする領域のディメンションはどのくらいの深さの幅、領域を対象にしているのか。

天満 そこはとても悩ましいところです。坑井のような狭い領域に特化した部分と、変形という広域の領域も含めた両方が必要なので、開発研究の目的に合わせて使い分けるような流れを考えています。狭い領域と広い領域を統合した大きなツールとしてつくりあげ必要があるだろうと考えています。

理事長 精密にやる領域と少し粗くてもいいから広い領域でマクロな影響を見る、そういう考えが必要ですし、シミュレーターの開発というのは、まさに産総研らしい役割だと思いますね。

メタンハイドレート資源の開発には、
実験手法による評価と
シミュレーションによる
評価が不可欠

天満 則夫
てんま のりお



新しい研究と開発の定義

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

第2種基礎研究を軸に本格研究へ！

	定義	活動	成果物
「第1種基礎研究」	未知現象を観察、実験、理論計算により分析して、普遍的な法則や定理を構築するための研究をいう。	発見・解明	学術論文
「第2種基礎研究」	複数の領域の知識を統合して社会的価値を実現する研究をいう。また、その一般性のある方法論を導き出す研究も含む。	融合・適用	手法論文 特許 実験報告書 データベース
「製品化研究」	第1種基礎研究、第2種基礎研究および実際の経験から得た成果と知識を利用し、新しい技術の社会での利用を具体化するための研究。	実用	事業価値

海洋の産業利用と環境影響評価

瀬戸 次に、鈴木さんからCO₂回収貯留技術（CCS）や製鋼スラグを用いた沿岸海洋生態系の創出技術の具体例を交えて、海洋の産業利用や気候変動対策技術に関わる環境影響評価について紹介していただきます。

鈴木 名刺交換をすると、「産総研で水産学博士？」とよく聞かれます。といっても私は“お魚博士”ではなく、海洋学、特に海洋化学や海洋生化学を専門とする海洋研究者として、環境に関わる研究に取り組んでいます。そして、海洋研究者としての信念と自覚のもと、研究活動を通じて社会・学界の信頼を得ること、その上で海洋環境の保全に関わる研究者としての社会的責任を果たすとともに、新たな海洋利用産業や資源開発の育成・発展に貢献することを目標にしています。

研究活動の基本は現場での海洋観測になります。また現場でできないことはラボ（実験室）でというように、海洋観測とラボ実験をバランスよく進めていくことが大切です。さらに海では、生き物（生物学）、水の動き（物理学）、化学反応（化学）など、さまざまなプロセスが複雑に絡み合っているため、専門の異なる多くの研究者が協力して調査・研究を進めます。そのため海洋研究者は、それぞれが高い専門性をもつと同時に、知識や考え方にも多様性をもつことが求められ、チーム単位あ

るいはオールジャパン体制で、より意義のある海洋環境研究が進められると思います。

本来、「環境評価研究」と「産業・経済」は、お互いに切磋琢磨してより良い事業を進めるための両輪でなければいけません。しかし、これまでの環境影響評価は、事業に対しての重荷、または事業推進のためのアライバイづくりではないかという社会の目がありました。しかし、ここ数年の間にいくつかの転換点がありました。例えばCSR（企業の社会的な責任）としての環境に対する認識の向上、環境産業や環境ビジネスの創出、それから研究者によるパブリックアウトリーチ活動です。

私たちの具体的な研究事例として、CO₂回収貯留（CCS）技術を取り上げます。

海洋を利用したCCS技術は、海底下地層貯留（地中貯留）と海洋隔離の二つに大きく分けることができます。海洋隔離は膨大な中深層の海水にCO₂を溶かし込んで貯留するものですが、海洋の環境保全を目的としたロンドン条約1996年議定書では認められていません。海洋隔離は、生物が豊富で環境の変化に脆弱な海洋表層を通さずに、中深層に直接CO₂を隔離する手段なのですが、近年注目されている海洋表層の酸性化問題と混同されてしまっているところがあります。一方、地中貯留については、2008年の洞爺湖サミット首脳宣言を受け、日本を含めた各国で大規模な実証プロジェクトが推進されています。

このような中で産総研のCCS研究はどうなっているのか。海洋隔離に関しては国際条約で事実上禁止されていますが、海洋国日本にとっては重要なオプションです。国内外で積極的な推進研究がほとんど行われていない中、地道な環境影響評価の研究を行う「灯をともし続ける砦」のような位置付けでしょうか。地中貯留は、地層内と海洋環境の両方を、地質分野と環境・エネルギー分野の研究ユニットがそれぞれフォローするという、まさに産総研の体制自体が「推進」と「評価」という役目を果たしていると言えます。先ほど説明があったメタンハイドレートや熱水鉱床などの海洋資源開発に関しては、例えば鉱山保安法のように「人間への危害を防止するとともに環境汚染を防止し、合理的開発を図ること」を目的とした事業の推進法が想定されますが、CCSに関しては認可・規制に関わる法律のみが先行し、推進の仕組みについての検討が不十分かもしれません。産総研は推進にも規制にも偏らない研究を進め、ポリシーメーカーへの適切な提言やCCS技術の社会的受容性を担っていくことが大切と考えています。

これまでの研究では、CO₂海洋隔離技術による海洋中深層の酸性化・高CO₂化がもたらす海洋の炭素貯留ポテンシャルへの影響を評価してきました。その中で、影響度合いはさほど大きくないと判断されたものの、海洋隔離によって深海への粒子（マリンスノー）輸送が減少する可能性が見いだされました。その一方で、有機物の安定化や古細菌の活性化など海洋隔離の予想外のメリットも確認されました。このような成果が評価され、2012年にイギリスで実施されるCO₂海洋放出実験（QICS）に参加することになっています。しかし本来は、日本の研究者がイギリスまで出向くのではなく、ロンドン条約1996年議定書の締約国の中でも先頭を切ってCCSの国内法を整備してきた日本こそが、世界をリードして

海洋研究者として海洋観測と
ラボ実験をベースに、
海への環境影響評価や
生態系の創出・再生技術に取り組む

鈴木 昌弘
すずむら まさひろ



実証的な影響評価研究を進めるべきではないかと考えています。

もう一つの研究事例は、製鋼スラグによる沿岸海洋生態系の創出・再生技術です。

沿岸海洋生態系は、単位面積当たりの生物による炭素吸収能力が熱帯雨林の2～11倍と大きいにもかかわらず、CO₂の吸収源としての役割はこれまで見過ごされてきました。しかし、2010年に国連環境計画から、沿岸生態系による炭素吸収プロセスをBlue Carbonと名付け、陸上生態系のGreen Carbonに並ぶ重要な炭素吸収源として評価することが提案されました。また、日本では以前から沿岸生態系の有効活用に関わる研究が進められており、特に鉄鋼産業の副成物である製鋼スラグを利用した磯焼け対策や藻場創成など環境修復の実証的な実験が行われています。しかし、そのメカニズムや定量的な効果判定などに関わる科学的検証例は極めて乏しいのが実状です。産総研は、このような環境創成・修復に関わる新しい技術の検証機関として期待されていると考え、科学的検証に重点を置いた新たな研究プロジェクトを広島大学および企業と共同で開始したところ です。

私にとっての中心的な研究テーマは海洋におけるリンの循環過程です。

「海のリンのことは鈴村に聞け」と言われるくらいになってきたかなという自負もありますが、その確固たる基礎研究の成果が故に、所属・立場に関係なく中立性の高い専門家として多様な海洋環境問題を扱うアウトリーチ活動に関わってくることができたのではないかと考えています。今後も海洋研究に関わる専門性、多様性、そして中立性を大切に、海洋が本来もつポテンシャルを有効に利用した気候変動対策技術や沿岸生態系の創成・活用技術の評価と開発を進めていきたいと考えています。

理事長 地球全体を俯瞰的に見る研究は産総研の大きな特徴だと思います。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の議論は議論として、「本当のところ、どうなんだ」ということを流行にとらわれずに自ら考え、科学的な根拠をきちんと示すことが大切です。ぜひそういう形で進めてほしいですね。

小野 海洋学のコミュニティの中での産総研の役割とマンパワーはどんな感じですか。

鈴村 日本海洋学会だと学会員は2,000人、工学系や土木系も含めて「海洋」と名の付く学会を合わせると数千人の規模ではないでしょうか。きちんと数えたことはありませんが、産総研で何らかの形で海洋に関わった仕事をしているのは30人くらいだと思います。つくばですと、ほかに環境研や気象研が挙げられます。もちろん所掌業務は異なりますが、ベースとなる海洋研究でのつながりは密です。

矢部 環境省予算に関係した会議などに行きますと、産総研はいい測定をしっかりとってくれる、という評価が高いです。

理事長 海洋学と関係あるかわかりませんが、今度の大地震で瓦礫が太平洋上を漂ってハワイやアメリカ西海岸に到達したという話がありますね。ああ

いうことに対して日本の海洋学会からもっと発言があってもしかるべきではないですか。

鈴村 瓦礫もそうですが、放射能に関しても「日本から発信が少なすぎるのではないかな、情報を出していくべきだ」ということは、私も参加している日本海洋学会のワーキンググループの目標の一つになっています。

理事長 必要だと思いますね。科学者技術者は、自分の知見を堂々と公正な立場で公開するべきです。

工業ナノ材料のリスク評価

瀬戸 続いて、蒲生さんから新しい技術開発や産業におけるリスク評価や管理の役割という観点から、工業ナノ材料のリスク評価についてお話しいただきます。

蒲生 1992年にブラジルのリオデジャネイロで地球環境サミットが行われ、急速に環境問題に対する意識が高まりましたが、学生だった私は、ただ単純に「環境が大事だ」という議論にやや疑問を感じていたことを覚えています。そのころ印象深かった授業の一つはコンクリート工学です。「立派な建築物をつくるには材料から設計、施工に至るすべてが関係してくる。それぞれについて品質を点数化して、それを合計することで構造物のでき上がりの良さを予測する。」とい



リスク評価によって、
消費者は安心・安全を、
事業者は研究開発による競争力を
得る時代に

蒲生 昌志
がもう まさし

うような考え方を先生がおっしゃって、環境問題も多様な論点を集約し解決につなげることが大事ではないかと思いました。もう一つは、私の指導教官であった中西準子先生によるリスク論の集中講義です。それを聞いて化学物質のリスク評価の分野に進み、異種のリスクを比較するというリスクの定量化技術を研究してきました。

ナノ材料リスク評価の基盤は「化学物質リスク評価手法」だと思っています。Red Bookという、全米研究評議会が1983年に出版したもので、定式化されましたが、化学物質の有害性と暴露量を組み合わせてリスクを評価し、それを社会の中で回していくというものです。これまで米国環境保護庁がリードしながら、WHOやOECDの国際機関や日本の化学物質審査規制法などにおいて、行政的なリスク評価の枠組みとして体系化・運用されてきました。化学物質のリスクを評価するには、化学、環境学、医学などのあらゆる分野の研究者を総動員します。評価研究は見える形になりにくく、言いつ放しになりがちなのですが、私たちは「評価書」というしっかりした形で世に問うことを心がけています。

ナノ材料については、2000年代前半にリスクに対する初期の警鐘がなされました。しかし、投与された材料の性状が十分わかっておらず、しかもその試験では、材料の塊を投与しただけであったり、カーボンナノチューブは金属不純物が40～50%入っているようなものであったりなど、試料調製の不備は明らかでした。また、カーボンナノチューブは多様であり、化学物質において、例えば、ベンゼンが一つの化学式で決まるのとは大きく違うのです。評価手法の模索が必要だということで、産総研では中西プロジェクトリーダーのもと、2006年から2010年度までNEDOのプロジェクトでナノ粒子特性評価手法の研究開発を進めました。

化学物質のリスク評価では、化学物

質の有害性と摂取量を評価し、それらを組み合わせてリスクの程度を判断するのですが、ナノ材料のリスク評価では、材料の性状を理解した上で評価を行わなければ意味がありません。このプロジェクトの特徴は、これまでの化学物質のリスク評価に、粉体工学や計測技術を統合したこと、もう一つはナノ材料の多様性に対応する観点から「二軸アプローチ」という、簡易試験による材料間比較を採用したことです。このような枠組みでの研究は、安全科学研究部門だけでは到底できません。有害性試験や試料調製、計測等々、大学や産総研のほかの研究ユニットと連携し、さまざまな専門家が一堂に会してプロジェクトを進めました。その成果は「世界に先駆けての本格的リスク評価である」と私たちは自負しております。これまで事業者がナノ材料を使おうと思っても、作業環境や濃度などの数字は極めて限られており、どのように管理していいかわからないということで、事実上、ナノ材料を使うことを躊躇する雰囲気が非常にありました。私たちが許容暴露濃度を提案したことにより、作業環境での工学的対策の目的が立ったことが一つの大きな貢献ではないかと思っています。

このプロジェクトの終了後、現実社会でのリスク評価の利用を想定して、事業者による自主安全管理技術の構築と、行政的な観点からの効率的な有害性評価技術の構築に関する二つのプロジェクトが展開しています。私たちが目指しているのは、事業者の自主的なリスク管理技術と行政的な管理のパッケージによる、消費者と事業者とのWin-Winの関係を構築することです。消費者は安心・安全なナノ材料の便益を享受する、事業者はナノ材料R&Dの推進により競争力を獲得できる、これがリスク評価の意義・役割だと考えています。これは、実はかなり新しい考え

方であり、ナノ材料の評価を通して具体化したわけですが、将来出てくるであろう新規技術に対しても、健全な開発・市場化のための一つのひな型として活用できるのではないのでしょうか。

ナノ材料リスクに関する世界的状況をややトピック的にまとめますと、最近では有害性試験データの質は向上し、「警鐘を鳴らす」から「科学的な議論」へとフェーズが移行してきました。ISOやOECDなどの国際機関でも、ナノ材料の有害性やリスク評価に関する議論が行われています。しかし、規制を念頭にした動きが一部で見られるものの、具体的なリスク評価の事例はほとんど存在せず、私たちの成果が唯一と言ってもいいくらいという状況です。

一方、バイエルやデュポンといった外国企業は、自社製品の開発・販売戦略の一環として有害性評価やリスク評価を行い、その方法論をISOやOECDに持ち込み、世界的な評価にすることをねらっています。残念ながら、日本の事業者は、この分野に限らないと思うのですが、「規制の動向を見守る」ところがあります。私たちの研究がこういうところを後押しする形で貢献できればいいなと思っています。

産総研のナノ材料リスク評価研究のスタートは早く、世界的にも注目され、実績を含めトップランナーです。産総研の強みは、ナノ材料リスク評価に必要な材料科学、計測技術、リスク評価などの専門家が一つの研究所にまとまっていることです。これは、外部機関と連携してハブ機能を果たすという意味でとても重要です。繰り返しますが、リスク評価が産業活動の一環であり、「製品を売っていくために必要な技術」の一つであるというスタンスは特に公的研究機関としては新しく、私たちはいち早くそういう考えを取り入れて、リスク評価に取り組んでいます。

私自身の研究展開のベースは、リスク事象に対する合理的な意思決定を可能にするリスク評価技術の開発およびケーススタディの実施です。リスクの大きさを数字として知りたい、産業活動の一環として社会受容の阻害要因を除きたい、情報が少ない時に判断したい、というときには、リスク評価が役立ちます。ナノ材料のリスク評価を進めつつ、少し違った技術に対しても展開しながら、情報が少ないときに立ち止まらないためのリスク評価の在り方を議論できればと考えています。

理事長 中西先生は、「警鐘を鳴らす」から「科学的な議論」へ移行させてくれましたね。日本がものづくりや経済成長で安心・安全を考えながら取り組んでいると世界で評価されるようになったことに多大な貢献をされています。

蒲生 昨今の社会的な問題は複雑に関係しており、一部を取り上げて良い、悪いと言っても問題解決につながるケースが多く、バランスをとるための考え方が大事です。「何となく」では単なる井戸端会議でしかなく、科学の裏付けをつけていくこと、それは天満さん、鈴村さんにも共通するところだと思っています。

小野 そういう意味では日本も失敗を繰り返してきたわけで、例えばダイオキシンや環境ホルモンがセンセーショナルに取り上げられましたね。

蒲生 警鐘を鳴らすフェーズがないことも、ある意味、健全とは言えません。まず科学者が何かを見つけ「これは危ないかも？」というもので盛り上がるのは大切だと思うのです。もっとも、警鐘イコール禁止ではなく、その警鐘を出発点として、実際に世の中のリスクの大きさがどうかという評価

が大事です。

小野 具体論になるのですが、環境ホルモンでは、研究者の立場によって見解がかなり違っていたというように聞いているのですが。

蒲生 メカニズム的にポテンシャルがあるかという議論と、実際に摂取するという場面や量において有害影響が出るかというスタンスの違いではないでしょうか。試験管の中で現象としては出るかもしれないけれども、現実社会の人に有害影響が出るようなレベルからはほど遠いということが認識されれば、メカニズムなどに関するサイエンス上のテーマとしては残っても、リスク評価や管理という文脈からは次第に話題から落ちていくことになります。ただ、新たな知見などが見つければ、また議論が再燃することもあります。

理事長 科学技術の進歩で私たちはメリットを享受しています。それが行き過ぎると弊害も出てくる。それにいち早く気づいて修正をかけていく、こういうことを人類は繰り返しているのです。その修正のかけ方が、極端な場合は一切やめてしまうという議論になるのだけれども、適切に使うことでメリットのほうが大きいですよという形でいい解を見つけてきてくれた、リスク評価はそういう学問領域ですね。

それから、バイエルやデュポンの企業姿勢と日本産業界の違いは蒲生さん

が指摘されたとおりですが、これまでは日本の企業は決められた規制の中でビジネスが成り立っていた。しかし、これだけ新材料が出てきて領域が広がっている状況の中で、規制をだれかに決めてくださいというのではもう間に合いません。日本企業も自ら提案しなければいけません。ぜひそういう動きを応援してほしいですね。

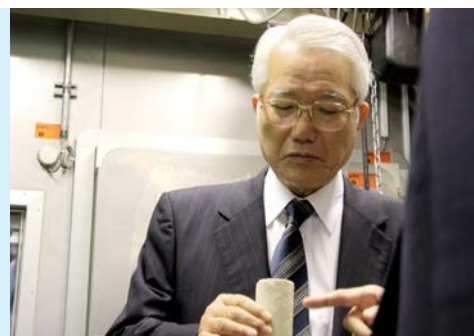
小野 私もそう思います。ただ、一方では産業界がそうせざるを得なかった社会環境もあったかもしれません。アメリカではリスクを自ら評価して公表したほうがより信頼を得られる。日本ではリスク評価を自ら発表すると返ってマスコミなどで叩かれ、国民にも不信感をもたれる。その文化を変えていかなければいけないし、応援の仕方としては、企業が自ら公表できないのであれば、産総研にデータを渡し、何らかの評価をした上で産総研が社会に発表するという方法があるかもしれませんね。

理事長 産学官連携で新しい産業をつくる時代ですね。今日は、座談会ではなく勉強会でした。シミュレーションで一つの研究体系をつくり、実験し、観測し、それをフィードバックすることで知識体系がますます充実してくる。三人とも、産総研らしい特徴のある研究です。ますますの貢献を期待しています。

瀬戸 本日はありがとうございました。

実験、観測、
そのフィードバックにより
知識体系を充実させる
まさにこれからは産学官連携で
新しい産業をつくる時代

野間口 有
のまくち たもつ



メタンハイドレート層力学挙動の評価における本格研究 産学官の連携で進んだ地層変形シミュレーターの開発

はじめに

メタンハイドレート（以下、MH）は大水深の浅層（海底面より200～300 m）のような高压低温の条件下で固体として存在していますが、圧力を下げたり（減圧）、温度を上げたりすると、メタンガスと水に分解することから新たな天然ガス資源として期待されています。このMH資源開発のために2001年度に「メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）」が組織され、研究開発が進められています。産総研は、このMH21の中で生産手法の開発を担当し、有効な生産手法として減圧法を提案しています。この減圧法を適用した場合には、図1に示すようにMH層の変形や圧密が予想されています。しかし、天然のMHコアは容易に入手できないので、MH層の力学特性を知るための実験の方法や装置開発は、あまり進んでいませんでした。さらに「分解過程でMH層の力学特性がどのように変化していくのか？」とか「MHが力学的にどのような役割をしているか？」などもわかっていなかったため、地層変形や圧密を評価することができませんでした。このため、試験方法や装置開発、さらに変形を評価するための数値シミュレーターの開発などの技術開発が必要でした。

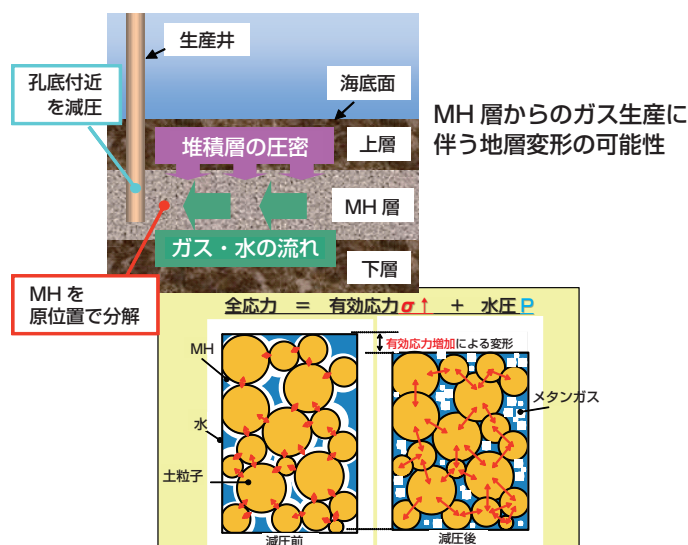


図1 MH層の力学挙動

MH層への減圧法適用によって、MHが分解して、地層変形や圧密挙動が生じると予想される。

MHの力学的な性質や役割を把握するために

まず、MH層の力学パラメータを取得するためにMH専用の試験装置開発や試料を準備することが必要でした。そこで、MH21の枠組みを活用して大学や民間企業などと連携しながらMHを含む模擬試料の作製方法を検討しました。そして凍結した砂試料にガスを浸透させ、所定の圧力と温度条件下で融解しながら作製する方法を確立しました。また、これまでの土質力学などで用いられていた三軸力学試験装置で模擬試料を扱えるように改造・開

発することに成功し、MHを対象とした室内での力学試験ができるようになりました。これらの結果、模擬試料内のMH飽和率（間隙内に占めるMHの体積比率）が大きいほど、強度（応力のピーク値）などが大きくなることがわかりました。さらに、MH21の研究開発の一環として2004年1月下旬から5月中旬にかけて「東海沖～熊野灘」にて基礎試験^{しすい}が実施され、天然のMHコアを取得することに成功しました。このMHコアの取得によって模擬試料を用いた力学試験の結果に一定の信頼が得られるようになりました。

ガス生産に伴う地層変形を知るために

地層変形に関する数値シミュレーターは土木分野などで開発や利用が進められています。しかし、MHは、減圧法によって分解して固体から水（液体）とガス（気体）になります。また、その際に熱のやりとりも起こります。そのため、応力・浸透・熱伝導を連成したシミュレーターを開発しないとMH開発に係る地層の変形・圧密挙動



1990年に旧工業技術院資源環境技術総合研究所入所、地熱貯留層の数値モデリングや抽熱特性に関する評価を専門分野とし、数値シミュレーターの開発に従事。2009年より産総研 メタンハイドレート研究センターに異動し、これまでの専門を基にMH層開発に係る地層変形シミュレーター開発に携わり、地層特性評価技術の開発を目指している。

天満 則夫（てんま のりお）

tenma-n@aist.go.jp

メタンハイドレート研究センター

副研究センター長

兼務 生産モデル開発チーム長（つくばセンター）

を解析することができません。そこで、産総研では、地層変形などの解析経験がある西日本技術開発株式会社と共同で数値シミュレーターの開発を進めています。また、室内実験などからMH層の力学特性のモデル化を進めることでシミュレーターの機能向上を図っています。さらに、これまでに実施してきた室内実験結果を再現することで数値シミュレーターの検証などを行い精度向上も進めています。今後は、予定されている海洋産出試験などのデータを活用して地層変形シミュレーターの改良を進めたいと思っています。

特に、MH開発の実用化を目指すためには、開発対象域での安全・安心な生産を保証する技術が必要になります。図2に示すように開発対象域では、MH層内での変形挙動のほかに、断層などの不連続性や地層の不均質性が海底面沈下や地層変形などに与える影響を評価することも必要となってきま

す。また、開発初期から廃坑後に至るまでの期間における地層の変形と強度の変遷についても解析し、開発前との比較によって開発の長期的な影響を評価することが必要です。さらに、減圧法適用時に坑井壁面に大きな応力差が生じることから、この生産条件が坑井壁に与える応力を解析し、生産期間中における坑井の健全性について評価を行うことも重要です。これらの課題に関しても、MH21の枠組みを活用して民間企業や大学などと連携して研究を進めています。例えば、坑井の健全性評価に関しては、開発中の地層変形シミュレーターを基に、坑井およびその周辺の地層内の応力分布が評価できるようにシミュレーターの改良を行っています。

地層特性評価技術ツールの開発を目指して

今後は、地層変形シミュレーターを

基に、坑井周辺の評価や広域での地層変形評価などの用途に合わせたシミュレーター機能の開発を進め、最終的にはさまざまなスケール、開発段階での地層特性を評価できるようなツールを開発したいと考えています。今も民間や大学と連携して研究開発を進めていますが、このツールの開発には、今まで以上にさまざまな機関との連携が必要になってくると考えています。MHの実用化に向けてこれからも着実に開発を進めていきたいと思っています。

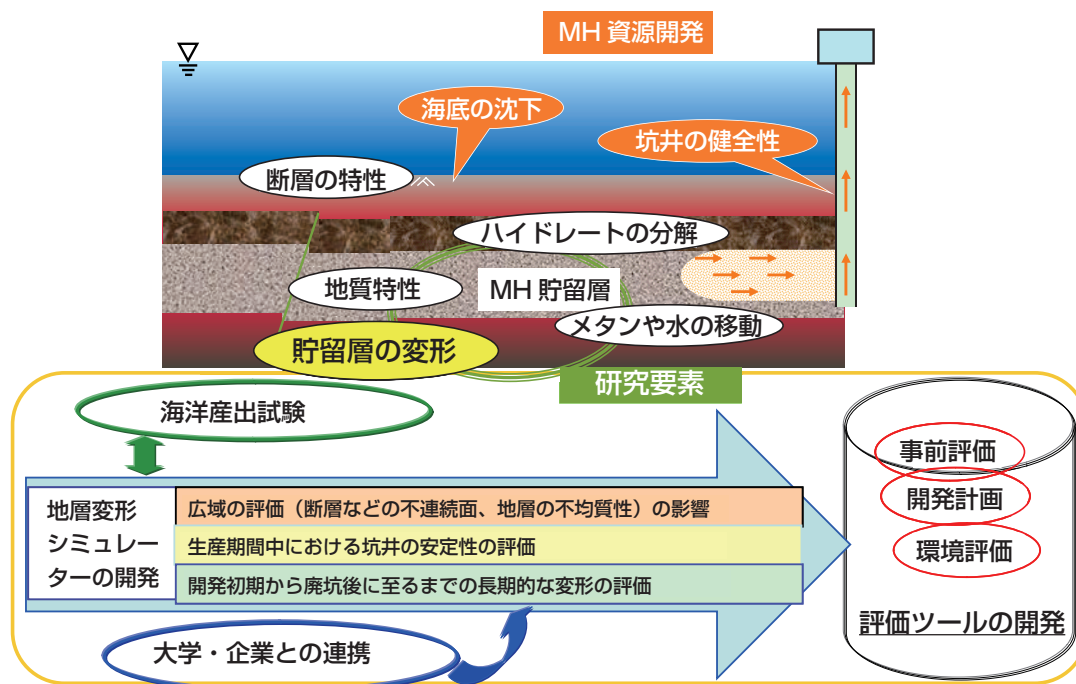


図2 地層特性評価技術の開発

長期的に安全・安心な生産手法が確立できるようなシミュレーター開発を進め、実用化の際に有用な評価ができるようなツールの開発へつなげる。

海洋の産業利用や気候変動対策で問われる 環境影響評価研究の真価

はじめに

海を赤茶色に染める赤潮、海底を覆うヘドロ、魚介類の重金属汚染…私が子供の頃にニュースなどで頻繁に見聞きした海の「公害」問題です。かつて私たちは、自然の浄化機能・許容量を超える開発や産業活動が、かけがえのない沿岸生態系に著しいダメージを及ぼすことを学びました。

海洋環境の評価や保全に関わる研究が進められ、汚染のメカニズム解明、環境基準・規制の施行、水処理技術の開発・普及などにより沿岸環境は大きく改善されました。このような局所的な環境問題の改善が図られる一方で、地球温暖化や海洋酸性化など時間的・空間的により大きな広がりをもった問題が危惧されています。海洋環境に関わる研究も、これに対応した地球規模の視点が求められています。さらに、海洋鉱物資源、潮汐・海洋温度差発電などの新たな海洋利用産業の推進、あるいはCO₂の貯留や生態系修復・改変など、海洋に直接手を加える技術も見いだされています。人類（産業）と自然（海洋）の関わりが続く限り、そこに生じる環境の変化を客観的に評価できる「目＝環境影響評価」が求められます。



図1 学術研究船白鳳丸（JAMSTEC/東京大学大気海洋研究所）での海洋観測風景
左：大勢でロゼットサンプラー（多筒式採水器）から海水サンプルを分取中。写真提供：齊藤 宏明氏
右：船内実験室での試料処理（手前は限外ろ過による海水の分子量分画処理、筆者は奥）。
写真提供：山田 奈海葉氏

環境影響評価における海洋学 （第1種基礎研究）

海洋環境の変化を捉えるには、海洋で起こっているさまざまなプロセスを把握することが必要です。そこでは、例えば海流（物理）、粒子の溶解（化学）、捕食（生物）などといった実に多様なプロセスが複雑に絡み合い、相互に影響を及ぼしています。また海洋研究では、現場で観測しないとわからないこと、実験室でしか確かめられないこと、さらに計算機によるシミュレーションで初めて見えてくるものがあり、一つの事柄の解明にも数多くの手法が必要になります。

海洋でさまざまなプロセスが複雑な相互作用をもつように、専門の異なる多様な海洋研究者が互いに協力するこ

とで、新たな知見や包括的な研究成果が生み出されます。現場観測では、大勢の研究者が船上での観測、実験、生活を共にしながら、海洋の実態解明に取り組む姿が見られます（図1）。産総研で海洋研究に携わる私たちも、他機関の研究者とともに研究船に乗り組み外洋に出かけることもあれば、東京湾や荒川などで遊覧船の観光客を眺め（られ？）ながら、小型船で海水や泥のサンプリングをしています。

環境影響評価研究における「死の谷」

「産業」と「環境影響評価（研究）」は本来、車の両輪のようなものです。産業活動を豊かな未来につなぐためには、目に見える短期的な収益や利便性だけでなく、きちんとした影響評価に基づいて環境というかけがえのない財産の保全にも努めなくてはなりません。しかし時として環境影響評価は、アクセル（産業の推進）に対するブレーキ（重荷）、あるいは信頼できないスピードメーター（偏った評価による推進のためのアリバイ）といった不信にさらされてきました。

このような状況こそ環境影響評価研究の「死の谷」と言えるでしょう。しかしCSR（企業の社会的責任）の重要性が浸透し、エコ○○といった商品



産総研内では数少ない水産学博士（希少種）。海洋環境の保全、影響予測、モニタリングの研究と並行して、海洋環境問題に関わるアウトリーチ活動を実施（日本海洋学会海洋環境問題研究会会長）。1995年旧工業技術院資源環境技術総合研究所（現産総研）ポスドク、1998年同研究所入所。弱点は船酔い。

鈴木 昌弘（すずむら まさひろ）
m.suzumura@aist.go.jp
環境管理技術研究部門
海洋環境評価研究グループ
研究グループ長（つくばセンター）

や制度、CDM（クリーン開発メカニズム）などさまざまな「環境ビジネス」が創出される中で、産業と環境の関係は着実に前進しています。その中で産総研は、公的機関として中立で科学的な評価研究の推進、環境計測に必要な標準物質・手法（客観的なモノサシ）の提示を行い、二つの車輪をさらに円滑に繋ぐ役割が求められています。また環境影響評価研究の信頼性・透明性を高める努力は個々の研究者にも求められ、例えばアウトリーチ活動を通して研究成果や海洋・環境に対する考え（思い）を社会に対して積極的に発信することが重要です。

私は海洋化学を専門として、海洋におけるリン（光合成を支える栄養塩）の循環過程の解明を自らの海洋研究の中心（第1種基礎研究）に据えるとともに、海洋環境問題に関わる委員会などを通してのアウトリーチ活動にも取り組んできました。

具体的な研究成果と環境研究の将来

私たちの研究グループでは、海洋の産業利用や気候変動対策技術に関わる影響評価研究を行っています。例えば、

温室効果ガス排出削減のためのCO₂回収貯留（CCS）技術に関しては、CO₂海洋隔離において海洋中深層（1,000～3,000 m）に生じる酸性化の影響を評価しました。

海洋は大気CO₂の主要な吸収源です。さらに植物プランクトンの光合成を起点として、CO₂（無機炭酸）から沈降粒子（マリンスノー）や溶存有機物を生成し、莫大な炭素を長期間貯蔵するポテンシャルを有しています（図2）。CO₂海洋隔離では、酸性化による生物への直接影響に加えて、このような海洋の炭素循環（物質フロー）に及ぼす影響を把握することが重要です。研究船での現場観測、持ち帰った試料を使った酸性化実験、そしてシミュレーションモデルなどの手法を組み合わせた研究に加えて、海水のアルカリ度やpHなど海洋隔離に関わる項目の測定手法の国際標準（ISO）化を進めてきました。これらの成果の一例として、実証的な海洋隔離事業のシナリオ（年間5,000万トンのCO₂、30年間）で想定される海洋中深層の変化に伴い、深海への沈降粒子の輸送量が現在より0.5 %程度減少するという結果を得ま

した。また酸性化が有機物の分解を抑制したり、一方で中深層の有機物合成能力をもつ微生物を活性化することを室内実験で実証し、海洋隔離が海洋のCO₂貯蔵機能の一部を増大させる可能性も示しました。

現在、ロンドン条約1996年議定書により海洋隔離の実施は国際的に認められていませんが、気候変動の影響が深刻化する中ではやはり重要なオプションです。一方、同条約では海底下へのCO₂地中貯留の実施が認められています。同条約および日本の国内法では地中に貯留されたCO₂が海洋に漏洩する可能性も含めた環境影響評価の実施が定められており、海洋隔離研究で培った評価手法や得られた影響データは地中貯留の評価にも有用です。2012年には、英国で実施されるCO₂の海底漏洩実験（QICSプロジェクト）に参加し、地中から漏洩したCO₂のモニタリングや影響評価研究を行う予定です。

2011年3月11日東日本大震災は、津波による藻場・干潟の破壊や化学物質の流出など、沿岸生態系にも大きな爪痕を残しました。私は海洋学会に設置された震災対応WGで生態系影響について検討する中で、東北から北関東の広範な生態系が自然の浄化機能と再生機能によってゆっくりと、しかし着実に回復しているのを感じています。CO₂海洋隔離技術も膨大なCO₂を吸収する海洋のポテンシャルを前借りするものであり、やはり自然の力・作用に立脚した技術です。このような海洋（自然）の潜在的な仕組みの理解の上に、海洋環境に関わる研究は産業との両輪として成り立つのではないかと思います。

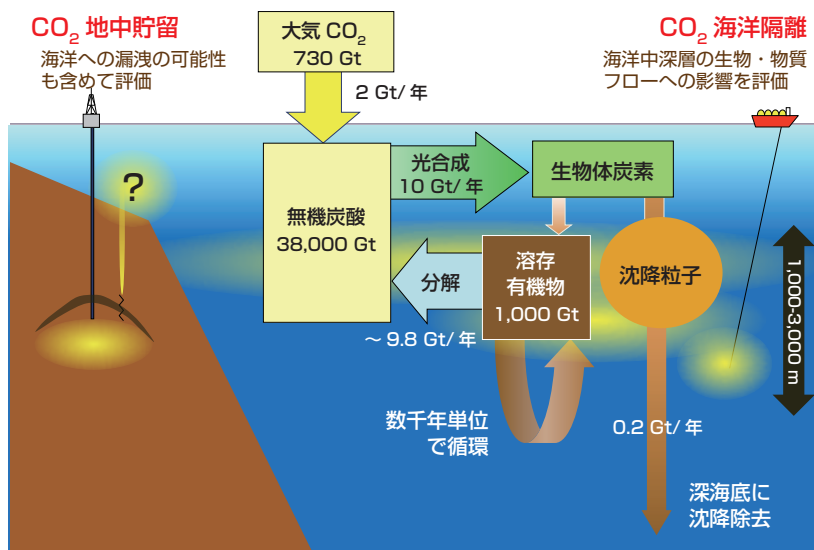


図2 海洋の炭素循環と CCS 技術（海洋隔離と地中貯留）の概略図

ナノ材料のリスク評価における本格研究 新技術のイノベーションに貢献するリスク評価へ

ナノ材料のリスクへの懸念の始まり

21世紀に入り、ナノテクノロジーによる技術革新への期待が高まり、急速にナノ材料の研究開発が活発化しました。ナノテクノロジーを支えているのがナノ材料です。ナノスケール（1 nm から 100 nm）の領域では、これまでの材料に比べて新しい（あるいは増強された）特性が発揮されることがあります。これにより多方面での応用が期待されている一方で、新しい（あるいは増強された）有害性を有しているのではないかと懸念を生んでいるのも事実です。

過去の公害やアスベスト被害のようにナノ材料リスクが顕在化することを懸念する人たちと、そのような懸念から研究開発や市場化が妨げられてしまうのではないかと心配する人たちが、ほぼ同時期にナノ材料リスクの問題に関心を寄せ始めました。リスク評価が技術開発と並行して行われる状況はこうして生まれました。

ナノ材料のリスクへのアプローチ

ナノ材料のリスクにもいろいろなタイプのものが考えられますが、まず関心を集めたのは健康への影響で、化学物質のリスク評価のアプローチをベースとすることが考えられます。化学物質リスク評価は、安全科学研究部門の

主要な研究テーマの一つです。もともとは1980年代に主に米国で枠組みが定式化され、国際機関や国内の行政機関で運用されています。

ナノ材料のリスクに対して化学物質のアプローチをそのまま適用することには大きな困難があることは、すぐにわかりました。それは、一般の化学物質とは違い、1) ナノスケールの粒子や繊維が著しく凝集していて、有害性試験にふさわしいサンプルを調製することが困難であること、2) ナノスケールの粒子や繊維を観察したり計測したりすることが困難であることです。実際、初期（2000年代中頃）に実施さ

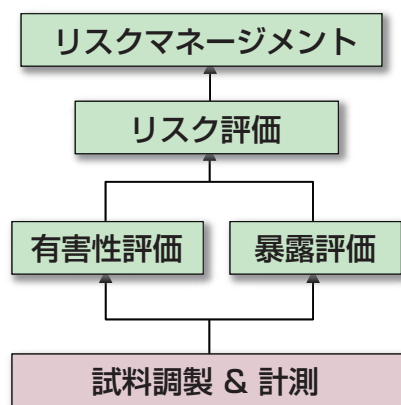


図1 ナノ材料リスク評価の枠組み

れた有害性試験の報告には、一体何の試験をしたのか判然としないものが少なからずありました。

この点をクリアした有害性試験データを取得してリスク評価を行うこと、これが2006年度に開始されたNEDOプロジェクト「ナノ粒子特性評価手法の研究開発」（プロジェクトリーダー：中西準子 現産総研フェロー）の目的でした。プロジェクトの構成は、図1に示すようなものです。グリーンの部分はこれまでの化学物質の評価の枠組みです。有害性評価や暴露評価の基盤として、試料調製と計測技術の開発が置かれました。試料調製には、それまで主に産業利用が目的で発展してきた粉体工学の技術が応用されました。また、計測には、それまで産業利用や環境計測のために発展してきた粒子計測技術が応用されました。ナノ材料のリスク評価はこれらが融合して初めて可能になったのです。プロジェクトには、産総研の複数の研究ユニット、外部の複数の大学が参加しました。



1996年東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士課程修了。博士（工学）。同年、旧工業技術院資源環境技術総合研究所に入所。その後、独法化・改組を経て現在に至る。学生時代、環境問題での意思決定を可能にするリスク評価の威力に魅了されました。その可能性を広げ、リスク評価による課題解決型の研究をしたいと考えています。

蒲生 昌志（がもう まさし）
masashi-gamo@aist.go.jp
安全科学研究部門
リスク評価戦略グループ
研究グループ長（つくばセンター）

NEDO プロジェクトの成果

NEDO プロジェクトは 2010 年度に終了し、2011 年夏に主要な成果物が出そろいました。学术论文を別にすると、ほとんどを安全科学研究部門のホームページからダウンロードできます。

試料調製と計測方法に関しては、プロジェクトで実施したカーボンナノチューブ (CNT)、フラーレン (C₆₀)、二酸化チタン (TiO₂) に関する手順をまとめた「ナノ材料有害性試験のための試料調製方法と計測方法」(日、英)を公開しました。また、ナノ材料リスク評価書として「考え方と成果の概要」「カーボンナノチューブ」「フラーレン」「二酸化チタン」を公開しました(写真 1)。これらについては、日/英のエグゼクティブサマリー(要約)も作成しました。この中で、ナノ材料のリスク評価の考え方、作業環境の許容暴露濃度、リスク管理のあり方を提示しました。また他にも「ナノの材料排出・

暴露評価書」「工業ナノ材料の経気道的動物暴露による有害性評価試験方法のガイドライン(日、英)」などの文書を公開しました。

成果の普及では、2011 年 9 月に 2 日間の国際シンポジウムの開催、10 月に産総研オープンラボでの展示(写真 2)、11 月に ISO/TC229 ナノテクノロジーでの発表、12 月に OECD 工業ナノ材料作業部会での発表(12 月)など、積極的に行っています。

新技術のイノベーションに貢献するリスク評価

プロジェクトの成果は、ナノ材料の研究開発を行っている企業の方々に関心をもたれています。これまで、リスクに対する不安からナノ材料の研究開発が躊躇されていた側面がありました。一方で、欧米の企業の中には、自社のナノ材料のリスク評価を実施して結果を公表し、自社製品の優位性をア

ピールする動きがあります。彼らは、OECD などでの議論にも積極的に参加しています。リスク評価は、新技術の開発を促進する手段としての役割を持ちつつあります。

ナノ材料のリスク評価を一つのひな形として、今後も、新技術のイノベーションに貢献するリスク評価研究を実施していきたいと考えています。

安全科学研究部門のホームページ

<http://www.aist-riss.jp/main/>

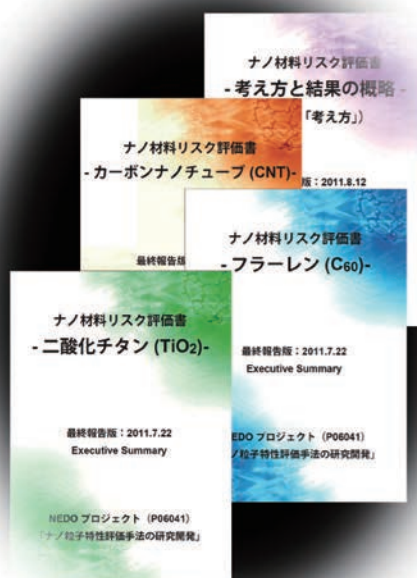


写真1 ナノ材料リスク評価書(エグゼクティブサマリー)



写真2 産総研オープンラボにて野間口理事長に説明する筆者

ダイヤモンドバイポーラトランジスタの開発

省エネに大きく貢献する超低損失パワーデバイスの実現に道



山崎 聡

やまさき さとし
s-yamasaki@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
主幹研究員
(兼) 電力エネルギー基盤グループ付
(つくばセンター)

電力エネルギー基盤グループでは、ダイヤモンド半導体の持つすばらしい性質、ユニークな性質を用い、高耐压用超低損失パワーデバイスの開発を、産学官の共同研究のもと進めています。

関連情報：

● 用語説明

[1] バンド伝導：キャリア（電子または正孔）がとどまることなく半導体中を流れること。

[2] ホッピング伝導：有機分子など非晶質構造で、キャリアが個々の分子間・原子間を飛び跳ねるように伝わっていくこと。

● プレス発表

2011年9月2日「世界初の電力増幅作用を持つダイヤモンドトランジスタ」

● この研究開発は、独立行政法人 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 (CREST)「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」の「超低損失パワーデバイス実現のための基盤構築 (研究代表者: 山崎 聡)」の委託を受け、一部は独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 (若手研究 Grant)「大電力密度電子デバイスの実現に向けた n 型ダイヤモンド半導体の低抵抗化ならびにオーミック接合技術の開発」の助成を受けて行っています。

パワーデバイスの現状

省エネによって二酸化炭素の排出を抑制するためには、電力をコントロールするパワーデバイスを高効率化することが大きな要素となっています。高性能パワーデバイスのための新しい半導体材料として、絶縁耐压や熱伝導率に優れたシリコンカーバイド (SiC) や窒化ガリウム (GaN) が開発され、現在主流であるシリコン半導体との置き換えが図られています。ダイヤモンドは SiC や GaN よりもさらに絶縁耐压や熱伝導率に優れていることから、ダイヤモンドによる革新的な省エネ超低損失パワーデバイスの創出が期待されています。

ダイヤモンドバイポーラトランジスタの開発

ダイヤモンドは電気抵抗が大きく、絶縁体に近い半導体です。一般的に半導体デバイスには、p 型と n 型の両方の半導体が必要で、ダイヤモンドでも p 型と n 型の半導体で作製できるようになっていました。しかし、ダイヤモンドの誘電率が他の半導体材料に比べ小さいために、動き回れる電子や正孔の量が少なく、流れる電流はわずかでした。

この欠点を補うため、私たちは非常に高密度の不純物を添加し、しかも欠陥の発生を極力抑えた低抵抗ダイヤモンド薄膜を作製することに成功しました。不純物を高濃度に添加したダイヤモンドでは電子や正孔が移動することで電流が流れますが、その電子や正孔の移動の機構は

一般の電子デバイスに見られるバンド伝導^[1]と呼ばれる機構ではなく、ホッピング伝導^[2]と呼ばれる機構です。ダイヤモンドパワーデバイス開発には、ホッピング伝導とバンド伝導を巧みに組み合わせるという工夫が必要になってきます。今回開発したバイポーラトランジスタは、高濃度不純物層である p⁺ 層と n⁺ 層、不純物をほとんど含まないイントリシック層 (i 層) に加えて、リンの濃度をコントロールした n 層を使い、デバイス構造を工夫することによって作製したものです (図 1)。

図 2 にこのトランジスタによる電流増幅を測定した結果を示します。これまでもダイヤモンド半導体を用いたバイポーラトランジスタを作製した例はありましたが、有意な電流増幅は確認されていませんでした。今回、私たちが開発したトランジスタでは、入力に対応するベース電流の変化に対して、出力となるコレクター電流の変化が 10 倍程度となり、電流の増幅率が 10 を超えることが確認できました。

今後の予定

スマートグリッドにおける利用などダイヤモンドパワーデバイスの活躍の場を明確にし、絶縁耐压や電流密度などの優位性を確認することにより、現在、産総研を中心に産学官共同で行っているダイヤモンドパワーデバイスの研究開発を加速し、発展させていく予定です。

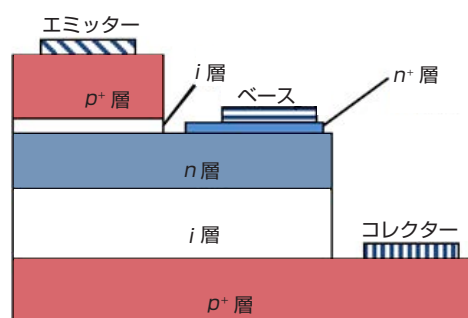


図 1 ダイヤモンドバイポーラトランジスタの模式図

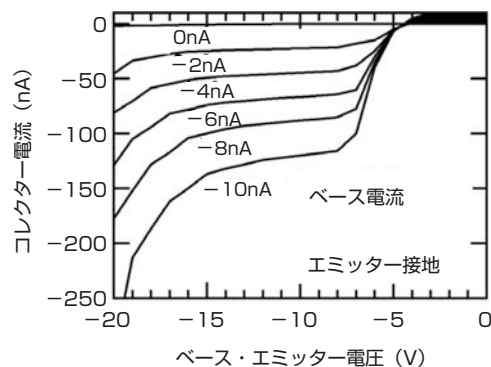


図 2 開発したダイヤモンドトランジスタの電流電圧特性
入力のベース電流に対して、およそ 10 倍の出力となるコレクター電流を得ることができている。

脳の「老化」と「若返り」を調節する因子

老化した神経幹細胞を活性化する環境因子の発見



桑原 知子

くわばら ともこ
t.warashina@aist.go.jp

幹細胞工学研究センター
幹細胞制御研究チーム
主任研究員
(つくばセンター)

成体の体内に存在するさまざまな成体幹細胞（組織幹細胞）を研究しています。現代人を悩ませるさまざまな疾患の根本的な克服につながる、新しい医療・創薬開発の礎になる研究を目指しています。

関連情報：

● 参考文献

M.Okamoto *et al.*: *FASEB J.*, 25(10), 3570-3582 (2011).

● 共同研究者

浅島 誠（産総研）、征矢 英昭（筑波大学）

● 用語説明

[1] 神経幹細胞：外部からのシグナル伝達や細胞自律的な分化制御を受けて、自分自身を複製したり、神経細胞やアストロサイト細胞、オリゴデンドロサイト細胞を産み出したりする細胞。

[2] アストロサイト細胞：神経細胞を支える物質や神経幹細胞の複製にも重要な因子などを生産する細胞集団。

[3] Wnt3：ヒトの体内に限られた領域の細胞から産生される分泌型のタンパク質。

● プレス発表

2011年8月8日「脳の「老化」と「若返り」を調節する因子」

● この研究開発は、独立行政法人 日本学術振興会科学研究費補助金（若手研究 B、基盤研究 A）の支援を受けて行っています。

脳の「老化」

人間の脳内にある海馬では、生涯にわたり新しい神経細胞が産み出されています。しかしその産生頻度は年齢とともに減少するほか、ストレスや疾患など個人がおかれた環境によっても大きく変化します。これまで、老化によって脳内で新しい神経が作られなくなってくるのは、元となる「神経幹細胞^[1]」の数が減ってしまうのが第一の原因と考えられてきました。

神経新生をコントロールする因子Wnt3

今回私たちは、以下に述べる手法で、「神経幹細胞」ではなく「アストロサイト細胞^[2]」に神経新生を大きく左右する因子があり、それが「神経幹細胞」の若返りにもつながる役割をもっていることを明らかにしました。

まず、老齢マウスの海馬と若齢マウスの海馬から「神経幹細胞」をそれぞれ樹立・培養したところ、試験管内の独立した実験環境では、神経幹細胞の増殖能力や遺伝子発現プロファイルに大きな差異がないことがわかりました。

対照的に、老齢マウスの海馬と若齢マウスの海馬から「アストロサイト細胞」をそれぞれ樹立・培養すると、老齢マウスの海馬「アストロサイト細胞」培養系では、若齢マウスの海馬「アストロサイト細胞」に比べるとWnt3^[3]（ウィント3）産生能力が30分の1程度と大幅に減少していることがわかりました（図1）。

さらに、老齢マウス群に、ストレスを感じさ

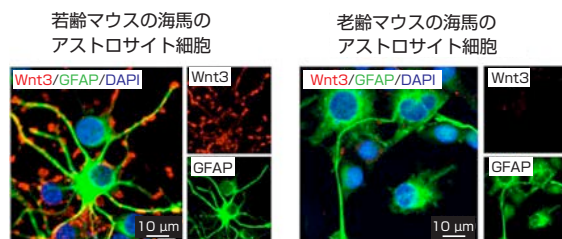


図1 若齢マウスの海馬より抽出・培養したアストロサイト細胞（左）と、老齢マウスの海馬より抽出・培養したアストロサイト細胞（右）

せない程度の運動（ランニング）を短期間行わせると、海馬アストロサイト細胞のWnt3産生能が大幅に増加しました。この分泌されたWnt3の増加に伴って、それを受け取る神経幹細胞内の神経分化に必要な遺伝子が活性化され、神経新生機能が増すこと、すなわち海馬で新しく産み出される神経細胞の数が増加することがわかりました。

海馬で新しく神経細胞が作られる過程には、「神経細胞の多様性（特異性の獲得）」を引き起こすメカニズムが備わっています。そのメカニズムを調節している仕組みが、「運動（ランニング）」といった個体への刺激によって、どのように変化するのか調べました。すると、新しく産まれた神経細胞内のレトロトランスポゾンのクロマチン制御の状態が、アストロサイト細胞が産生するWnt3の量に、敏感に依存していることがわかりました（図2）。

今後の予定

老化やさまざまな神経疾患の状態を左右する、幹細胞の周囲の細胞の役割を今後さらに解析し、診断に有効な新しい分子マーカーの検出方法を探索する予定です。幹細胞自体を操作しなくても、幹細胞を支えている細胞群の活性化を促すような創薬開発や新規医療技術の開発など、今後の多様な産業に応用させていきたいと考えています。

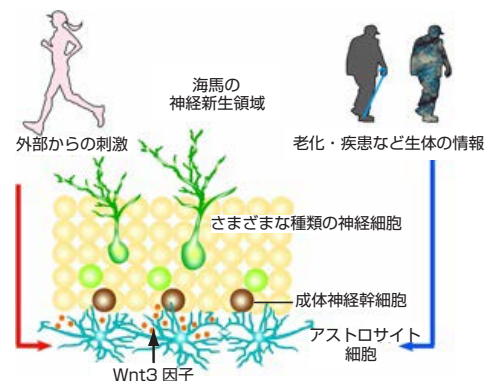


図2 個体の情報を神経幹細胞へ伝える因子（オレンジ色の粒がWnt3）

高い熱伝導率をもつ窒化ケイ素セラミックス

パワーデバイス用回路基板への展開に期待



平尾 喜代司

ひらおきよし (左)
k-hirao@aist.go.jp
先進製造プロセス研究部門
主幹研究員
(中部センター)
セラミックスのもつ多様な機能を多くの分野で活かすべく研究開発を進めていきたいと考えています。

日向 秀樹

ひゅうが ひでき (中央)
h-hyuga@aist.go.jp
主任研究員
(中部センター)
産業界において低環境負荷に貢献できるようにセラミックスの新規製造プロセスや高性能材料等の研究開発を行っています。

周 游

しゅう ゆう (右)
you.zhou@aist.go.jp
主任研究員
(中部センター)
これまでに培ってきたセラミックスの焼結に関する知見を活かし、開発材料の実用化を目指していきたいと思っています。

関連情報:

● 参考文献

You Zhou et al.: Adv. Mater., 23, 4563-4567 (2011).

● 共同研究者

電気化学工業株式会社、日本ファインセラミックス株式会社

● 用語説明

* パワーデバイス、パワーモジュール: 大電力の制御を半導体素子で行うデバイスを一般にパワーデバイスと呼び、電力を制御するパワーデバイスの駆動回路や自己保護機能を組み込んだものをパワーモジュールと呼ぶ。

● プレス発表

2011年9月6日「極めて高い熱伝導率を持つ窒化ケイ素セラミックス」

回路基板に求められる性能

近年、電力の変換と制御を高効率で行うパワーデバイス*が急速に普及してきました。パワーモジュール*は、大電力の変換・制御を行うため、その回路基板には高い絶縁性、放熱性、耐熱性が要求されます。車載用インバーターなどのパワーモジュールの出力密度は年々高くなり、放熱技術はますます重要な課題となっています。また、自動車などに搭載される場合、大きな温度変化にさらされ、接合部には高い応力が発生するため、回路基板には高い熱伝導率に加えて優れた機械特性も強く求められるようになってきました。

熱伝導率と機械特性を両立

絶縁体セラミックスの中では、熱は結晶の格子の振動(フォノンと呼ばれる)によって伝わります。このため、原子間の結合が強く、軽い元素で構成され、対称性の高い結晶は、フォノンが伝わりやすく高い熱伝導率をもちます。窒化ケイ素結晶もこのような特徴をもち、純粋な結晶の熱伝導率は200 W/(m・K)を超えると予想されています。

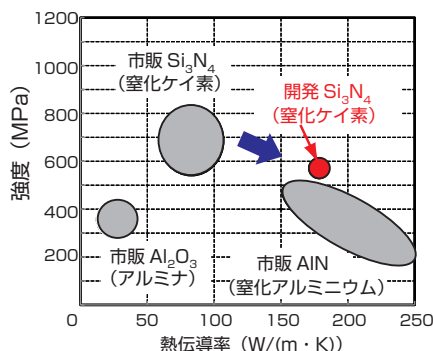
しかし、市販の高純度窒化ケイ素粉末には、約1重量%程度の酸素が不純物として含まれており、この不純物酸素が、焼結の過程で窒化ケイ

素結晶内部にも移動、固溶^{こよう}してフォノンの散乱要因となり、熱の伝導を阻害するため熱伝導率が高くなりません。今回、この問題を克服するため、希土類酸化物を主体とする焼結助剤を含む高純度シリコン粉末の成形体^{ちみつ}を1,400℃付近で窒化させたあと、高温で緻密化^{ちみつ}を行う「反応焼結・ポスト焼結手法」に着目し、熱の伝導を阻害する粒子内部の不純物や粒界相の量を低減させて粒成長を抑制するプロセスを検討しました。

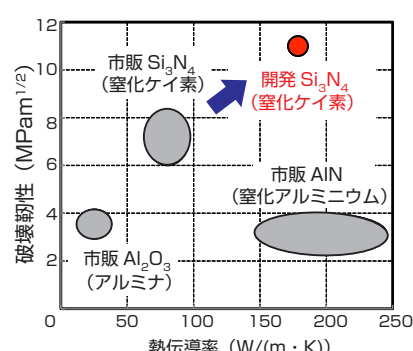
熱の伝導を阻害する粒子内部の不純物や粒界相の量を最小にするように、窒化反応やポスト焼結などのプロセス因子を最適化した結果、図の赤丸印で示したように、高い熱伝導率に加えて、窒化アルミニウムを超える強度(3点曲げ強度: 約550 MPa)をもち、破壊靱性^{じんせい}(11 MPam^{1/2})が窒化アルミニウム(3 MPam^{1/2}程度)の3倍以上であり、世界最高の熱伝導率と優れた機械特性を併せもった窒化ケイ素セラミックスを開発することに成功しました。

今後の予定

今後は、今回開発したプロセスを基に、高い熱伝導率と優れた機械特性を兼ね備えた窒化ケイ素回路基板の製造プロセスを確立し、パワーモジュール用などの放熱基板材料としての実用化を図ります。



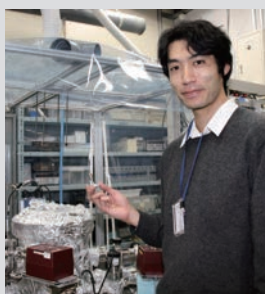
(a) 強度と熱伝導率の関係



(b) 破壊靱性と熱伝導率の関係

市販のセラミック放熱基板と今回開発した窒化ケイ素の特性比較

高真空・超高真空の定量測定へ向けて 標準コンダクタンスエレメントの開発



吉田 肇

よしだ はじめ

hajime-yoshida@aist.go.jp

計測標準研究部門
力学計測科
圧力真空標準研究室
研究員
(つくばセンター)

2005年入所以来、真空標準の開発・維持・供給に従事しています。「真空を測る」ということは、究極的には、気体分子1個1個の挙動を理解することに他ならず、絶対測定の難しさに悩むとともに、興味をもって取り組んでいます。また、今日、真空技術は、一部の専門家だけに使用されるものではなく、幅広い産業分野で利用されており、真空計測の標準化や信頼性の向上を通して、日本の産業基盤の強化に貢献したいと思っています。

関連情報:

● 参考文献

H. Yoshida, *et al.*: *Vacuum*, in press.

H. Yoshida, *et al.*: *Measurement*, in press.

● 共同研究者

新井 健太、秋道 斉、小畠 時彦 (産総研)

真空圧力測定の実状

高真空・超高真空における圧力測定には、電離真空計や分圧真空計が用いられますが、現状では測定の信頼性が十分に高いとは言えません。なぜなら、(1) 気体の種類によって感度が数倍異なるが、通常、1種類の気体（窒素など）でしか校正されていないこと、(2) 経時変化や履歴などによって感度に変化しやすいこと、があるためです。

「標準コンダクタンスエレメント」の開発

こうした状況を打開するため、私たちは「標準コンダクタンスエレメント (Standard Conductance Element, SCE)」を開発しました。SCEは、1 μm 以下の微小な孔をもつステンレス製の多孔質焼結体を使った、ガス導入素子です。これを用いることで、ユーザーは、真空装置から真空計を取り外すことなく、任意の気体を使って、真空計を校正できます。

気体は、大気圧下では、一般に「粘性流」と呼ばれる液体のような流れ方をしますが、バルブなどを介して真空容器に導入する場合、「中間

流」を経て、最終的に「分子流」という個々の気体分子が独立して運動する状態へ移行します。この時、「中間流」に、複雑な非線形現象が含まれるため、流れの特性を説明することが困難でした。SCEを用いると、気体の流れを、「中間流」を介することなく、「粘性流」から「分子流」に直接遷移させることができます。これにより、流体力学と気体分子運動論という公知の物理学で流れの特性を説明できるようになりました。したがって、気体の種類が変わっても、解析により流量を正確に見積もることが可能になりました。SCEを用いることで実現する、定量化された再現性の良い気体流量は、真空計を校正するための信頼性の高い基準となります。

今後の展開

SCEは、すでに、国内外の国立研究所や企業で採用されています。今後も、いっそうの普及に努めると共に、真空技術に関する専門的な知識をもたない方も利用できるよう、ガス導入装置としてのパッケージ化を進めていきたいと考えています。

【従来の方法】

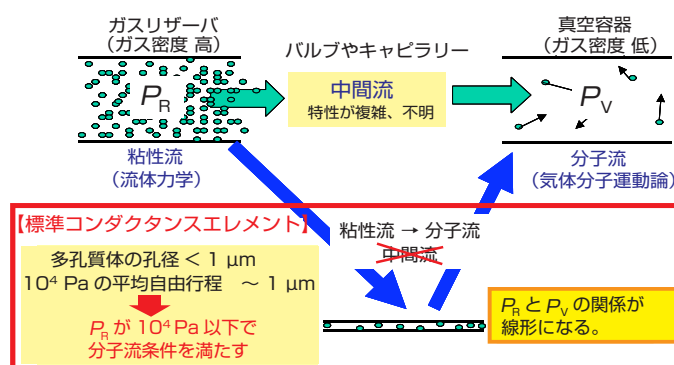


図1 標準コンダクタンスエレメントの原理



図2 標準コンダクタンスエレメント

CNTを簡便・迅速・精密に構造分離

電子デバイスへの実用化につながるCNTの抽出方法

国際公開番号
WO2011/108666
(国際公開日: 2011.9.9)

研究ユニット:

ナノシステム研究部門

適用分野:

- 非線形光学デバイス分野
- 半導体デバイス分野
(フレキシブル透明導電膜、
フレキシブルトランジスタ)

関連情報:

- 参考文献

H. Liu et al.: *Nature Commun.*, 2, 309-1-8 (2011).

- プレス発表

2011年5月11日「低コストで単層カーボンナノチューブの構造分離を実現」

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/>

目的と効果

単層カーボンナノチューブ(CNT)は、極めて高い電子・正孔移動度、高電流耐性、高い機械的強度など優れた特性を多数もち、次世代電子材料として期待されています。しかし、CNTには半導体型と金属型があり、それらが混ざった状態で合成されます。電子材料として用いるには、金属型と半導体型、さらには電気的特性のそろった単一構造の半導体CNTを分離する必要があります。産総研では、ゲルを用いた金属・半導体CNTの簡便な分離手法を開発してきました(特開2011-195431など)。今回、この手法をさらに発展させて、単一構造の半導体CNTを簡便に低コストで分離できる手法を発明しました。

技術の概要

この発明では、ゲルを充填したカラムを用いた分離を行います。通常、カラム分離で精度を向上させるためには、添加する試料を減らしたり、カラムを長くしたりしますが、この発明では全く逆の発想で、あえて大過剰な試料を添加することで高精度の分離を実現しました。少量のゲルを保

持したカラムに、特定の界面活性剤で分散したCNTを大過剰投入すると、特定の構造をもつ半導体型CNTのみがゲルに吸着します。複数のカラムを直列に接続したものを用いれば、一度に異なる構造の半導体型CNTを得ることができます(図1)。ゲルは繰り返し使用でき、使用する界面活性剤も安価で、分離の自動化や、安価に大量の分離を行うことができます。

発明者からのメッセージ

この方法を用いて、13種類の単一構造の半導体CNTを分離できました(図2)。これまでのさまざまな構造をもつ半導体型CNTは、異なるバンドギャップをもつ混合物、いわばシリコンやゲルマニウムなどの混合物のようなものでした。単一構造のCNTが得られたことにより、本来CNTがもつ極めて優れた電子特性を利用したデバイス開発(例えば、超高速・低消費電力フレキシブル透明トランジスタなど)が飛躍的に進むことが期待できます。また、同時に得られる金属型CNTのフレキシブル透明導電膜への応用も可能です。

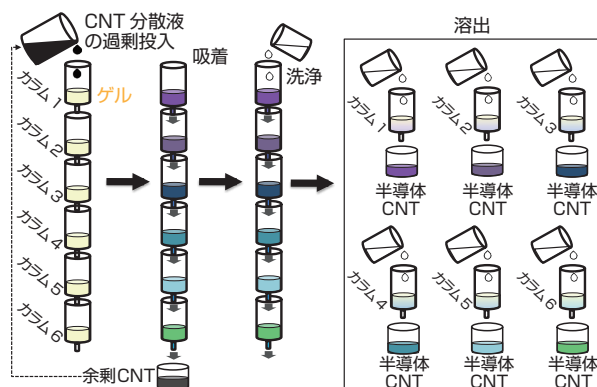


図1 直列カラムによる単一構造半導体CNTの分離法

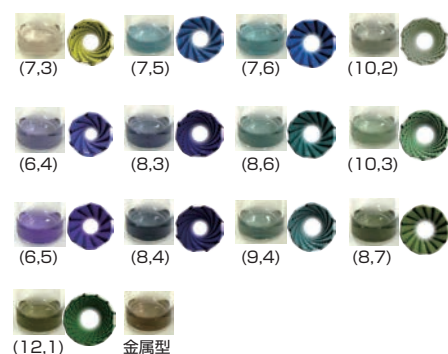


図2 分離した13種類の単一構造半導体CNT (溶液の写真と分子模型)

(n,m)は、CNTの構造を規定するカイラル指数

耐環境性能を向上させた調光ミラーデバイス 光学特性が可変のため次世代窓ガラスとして有望

国際公開番号
WO2011/083734
(国際公開日: 2011.7.14)

研究ユニット:

サステナブルマテリアル研究部門

適用分野:

- 建築部材
- 光学部品・光ネットワーク素子
- デコレーション部材

関連情報:

- 参考文献

K. Tajima *et al.*: *Appl. Phys. Express*, 3(4), 042201-1-3 (2010).

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、知的財産部技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

知的財産部技術移転室

〒305-8568
つくば市梅園 1-1-1
つくば中央第2
TEL: 029-862-6158
FAX: 029-862-6159
E-mail: aist-tlo@aist.go.jp

目的と効果

さまざまな建築物や自動車などの窓ガラスは日光の取り入れの機能をもちますが、特に夏季においては必要以上の日光(熱)も取り込み、屋内や車内の快適性を保つための冷房使用による大きなエネルギー消費につながります。調光ミラーデバイスは、ガラスを通して入ってくる日光の量をコントロールできるために、省エネルギーならびに低環境負荷の観点で次世代窓ガラスとして期待されていますが、環境(特に湿度)に対する性能安定性が不十分でした。この発明により、四季や天候など使用環境を想定し、環境性能に優れた調光ミラーデバイスを提供することができます。

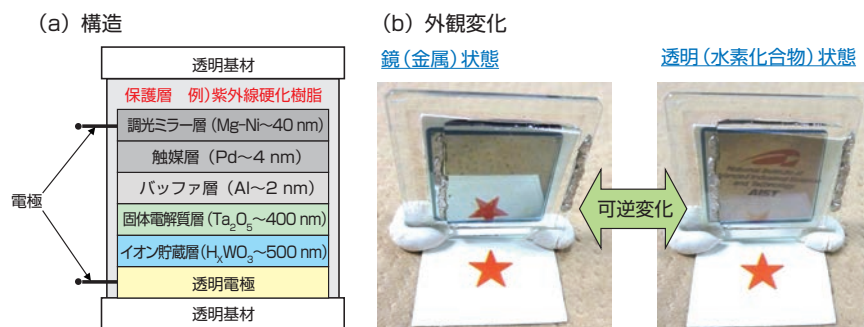
技術の概要

調光ミラーデバイスの基本構造は、図(a)に示すように、ガラスなどの透明基材上に形成された、透明電極、イオン貯蔵層、固体電解質層、バッファ層、触媒層、マグネシウム系合金薄膜を用いた調光ミラー層からなります。調光ミラー層は金属(鏡)であるために光をよく反射します。図(a)

の電極間に電圧を印加しますと、水素イオン(H⁺)が調光ミラー層に導入され、化学反応を生じ非金属(水素化合物)となることで、図(b)のように透明状態に変化します。さらに、表面を耐環境性能に優れた保護層で封止することで、周辺環境(湿度)の影響による性能安定性を向上させることもできました。室温で作製できるため、柔軟なプラスチックを基材として用いたフレキシブルデバイスも可能です。

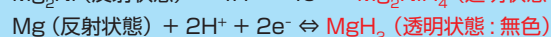
発明者からのメッセージ

調光ミラーデバイスは電氣的に透過率と反射率を制御できるため、住宅やビルなどの窓ガラスや自動車、電車、航空機などの窓ガラスとしての応用が期待できます。特に調光ミラー層の金属(鏡)状態においては日光の透過率を数%以下に抑えることができるために、室内をクールに保つことができます。電氣的に光学特性を可変できる原理により、光学素子や電子回路デバイス、玩具などへのデコレーション部材などさまざまな用途が想定できます。

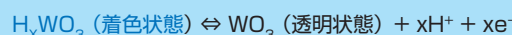


(c) 原理

調光ミラー層



イオン貯蔵層



調光ミラーデバイスの代表的な構造、切り替え原理、および外観変化

図(a)の電極間に数ボルトの電圧を印加すると、水素イオン(H⁺)の移動に伴う化学変化により、図(b)のように鏡状態から透明状態へ変化する。電圧の極性(±)により可逆的に変化可能である。

日本の報知音が世界標準に

誰にでもわかりやすい報知音の幅広い普及に期待



倉村 憲治

くらかた けんじ

kurakata-k@aist.go.jp

ヒューマンライフテクノロジー
研究部門
アクセシブルデザイン研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

ユーザーのニーズに対応したきめ細かな製品づくりは、日本企業の最も得意とするところであり、国際的にも定評のあるところ。また、高齢者・障がい者にも使いやすい製品を設計するアクセシブルデザイン技術の開発と標準化においても、産総研が世界をリードしています。今後も、産業界と協力しながら、誰にでも使いやすい製品の開発と普及に向けた研究活動を続けていきます。

関連情報：

● 参考情報

ISO 24500:2010
Ergonomics – Accessible design – Auditory signals for consumer products

ISO 24501:2010
Ergonomics – Accessible design – Sound pressure levels of auditory signals for consumer products

● 参考文献

[1] 産総研 TODAY, 11 (2), 26 (2011).

● 本研究および標準化活動は、標準基盤研究、ならびに経済産業省および NEDO 委託事業「アクセシブルデザインの体系的技術に関する標準化」(平成 21～23 年度)で行われたものです。

報知音とは

家電製品をはじめとする消費生活製品には、報知音が多く使われています。報知音とは、操作ボタンを押したときに鳴る音や、製品の動作終了や異常をユーザーに知らせてくれる音です。製品を見て操作できない視覚障がい者や、晴眼者であっても暗いところで製品を使う場合などには欠かせない機能です。

報知音の国内標準化

このように便利な報知音にも、以前は聴力の低下した高齢者に聞こえにくい、何のために鳴らされたのかわかりにくいものがあるといった問題がありました。そこで産総研では、(財)家電製品協会、(独)製品評価技術基盤機構などの協力のもと、報知音の周波数・音量・時間パターンの標準化に取り組んできました。その成果として制定されたのが、次の二つの JIS (日本工業規格) です。

- JIS S 0013「高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音」
- JIS S 0014「高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音－妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」

これらの規格を活用することによって、例えば高齢者にも聞き取りやすい報知音の音量を設

定することができます(図1)。現在では、国内製品の報知音の多くが、これらの JIS に基づいて設計されています。

報知音の国際標準化

報知音の仕様が、国内だけでなく国際的にも統一されていれば、製品がより使いやすくなります。そこで、これら二つの JIS を国際標準として提案し、2010年に相次いで国際標準化機構 (ISO) 規格として発行されました (ISO 24500、ISO 24501) [1]。

国際標準化にあたっては、JIS の規定が国際的にも通用することを示す必要があります。そこで産総研では、JIS の報知音が、韓国・ドイツ・アメリカにおいて適切に理解されるかを調べる聴取実験を行いました。その結果、それらの国の人々も、日本人と同様に報知音の意味を理解していることが明らかになりました (図2)。このような実験結果を根拠にして、JIS が推奨する報知音がそのまま ISO 規格に採用されています。

この国際標準化によって、国内製品の報知音が国際的にも通用することになり、国内製品の市場拡大が見込まれます。また、海外で設計された製品にも、日本人にわかりやすい報知音が使われるようになると期待されます。

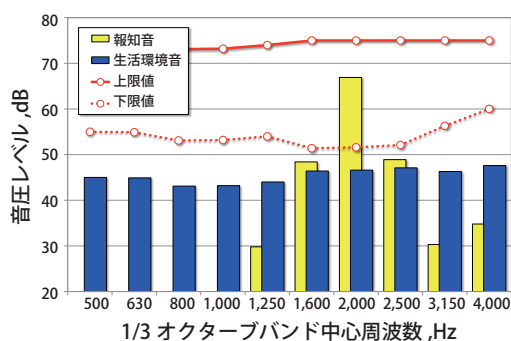


図1 報知音の音量設定例

報知音の音圧レベルを上限値と下限値の間に設定することによって、周囲に生活環境音がある状況でも聞き取りやすい報知音を設計することができる。

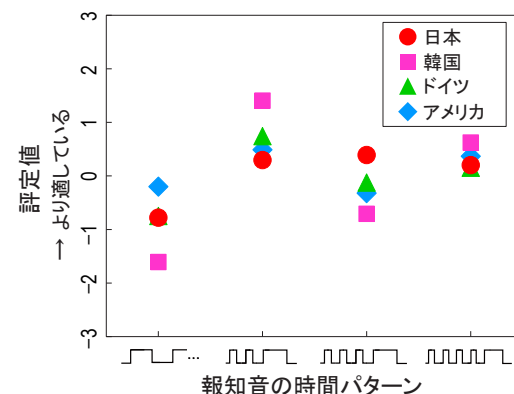


図2 国際比較実験の結果の一例

個々の時間パターンに対する評価値が、4カ国で互いによく一致している。

新規残留性有機汚染物質の正確な分析

ペルフルオロオクタンスルホン酸カリウム標準液の開発



羽成 修康

はなりのびやす

hanari-n@aist.go.jp

計測標準研究部門
有機分析科
有機組成標準研究室
研究員
(つくばセンター)

産総研入所当時は、塩素化・臭素化ダイオキシン類やその関連物質である塩素化ナフタレンなどの異性体別分析法の開発を実施してきました。計測標準研究部門へ異動後は、環境汚染物質であるアルキルフェノール類、多環芳香族炭化水素および有機フッ素化合物の標準物質開発に従事しています。今後は、製品含有化学物質に関する標準物質の開発に取り組んでいきたいと考えています。

関連情報：

● 参考文献

[1] <http://chm.pops.int/Convention/ThePOPs/tabid/673/Default.aspx>

[2] <http://www.safe.nite.go.jp/kasinn/db/db.html>

[3] M. J. T. Milton and T. J. Quinn : *Metrologia*, 38, 289 (2001).

[4] ISO 6142, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Gravimetric method (2001).

開発の経緯

近年、フロンとは異なる有機フッ素化合物が注目されています。その一つであるペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) は、耐熱性・耐薬品性・光学特性など優れた性質をもつため、半導体用光反射抑制剤、表面コーティング剤、泡消化剤などさまざまな産業分野で使用されてきました。しかし、環境残留性や生体への影響が懸念されたため、PFOSおよびその塩など(いわゆるPFOS類)が、2009年に「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」の新規対象物質となりました^[1]。国内では、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」が改正され、PFOS類は第一種特定化学物質として2010年4月から製造・使用が規制されています^[2]。したがって、PFOS類の適正管理は重要課題となっていて、このためには正確な分析の実施が不可欠であり、国際単位系(SI)へのトレーサビリティを確保した標準物質の重要性が高まっています。

このような状況に対応して、産総研ではPFOS類の一つであるペルフルオロオクタンスルホン酸カリウム (PFOSK) 標準液(メタノール溶液、NMIJ CRM 4220-a)を、諸外国の国家計量標準機関に先駆けて開発しました。

認証値の決定方法

標準物質の認証値は、SIへのトレーサビリ

ティを確保できる方法で決めることが求められています。そこで、この標準液の開発には、一次標準測定法の一つである示差走査熱量計を用いた凝固点降下法^[3]、および質量比混合法を採用しました^[4]。認証値である濃度 (9.93 ± 0.15 mg/kg) は、凝固点降下法に基づき得られたPFOSKの純度 (0.9956 kg/kg) と質量比混合法による希釈率 (9.9778 mg/kg) を掛け合わせることで決定しました。不確かさの要因として、純度評価に関する不確かさ、調製に関する不確かさ、試料の不均質性および保存安定性に起因する不確かさなどを考慮し、これらを合成することで拡張不確かさ(統計的に約95%の信頼の水準をもつと推定される区間の半分の幅)を求めました。

標準物質の利用

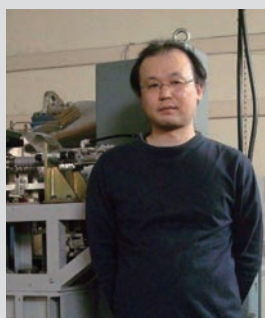
今回開発した標準液は、分析装置の校正に用いるほか、分析の精度管理、分析方法や分析装置の妥当性確認に用いることができます。また、環境中のPFOSは直鎖型および分岐型が存在していますが、この標準液では直鎖型PFOSの濃度を認証したため、その定量の精度向上にも役立っています。さらに産総研では、水道水質基準の改正に伴い要検討項目に追加されたペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOA) 標準物質NMIJ CRM 4056-aも供給しています。これら標準物質の利用により、分析値の信頼性確保が期待できます。



ペルフルオロオクタンスルホン酸カリウム標準液 (メタノール溶液、NMIJ CRM 4220-a)

電力置換型熱量計による水吸収線量率標準

より安全な放射線治療のために



森下 雄一郎

もりした ゆういちろう

aist-morishita@aist.go.jp

計測標準研究部門
量子放射科
放射線標準研究室
研究員
(つくばセンター)

2007年産総研に入所。入所後にX線の空気カーマ標準と線量当量標準の開発に従事し、その後水吸収線量標準の開発に携わっています。

関連情報：

● 共同研究者

加藤 昌弘、高田 信久、黒澤 忠弘、
田中 隆弘、清水 森人、齋藤 則生
(産総研)

開発の背景

現在がん治療で選択される治療法として主なものは、外科的手術、抗がん剤治療、放射線治療などがあります。これらの中でも放射線治療は、ほかの治療法と違って手術や長期の入院などにより患者の生活の質(QOL)をさほど変更することがないことなどから、日本でも選択される場合が年々増加しています。放射線による細胞の損傷確率は図1のようになっており、がん細胞は正常細胞より少ない線量で死滅するので、放射線による治療が可能になります。

放射線治療で使われる線量標準

治療においては、がん細胞だけでなく正常細胞も放射線にさらされるので、正常細胞に影響がないように照射する放射線の線量を正しく決めなくてはなりません。人間の体は約60%が水でできているので、線量は単位質量の水が放射線から吸収するエネルギーで定義されます。これは水吸収線量と呼ばれる量で単位はGy(グレイ)=J/kgとなります。実際

には放射線に対する性質が水によく似たグラファイトで図2のようなカロリメーターを製作しました。通常、コア(図2上部中央の赤い部分)の温度上昇と比熱容量から放射線がもたらす熱量を測定しますが、今回はコアの温度を常に一定に保つように外部からヒーターに電力を供給し、加熱量を精密に制御しました。放射線がコアにもたらすエネルギーによる加熱に対応する電力は10μWととても微小ですが、温度制御を10μK程度まで精密化することにより、不確かさ0.2%以内での電力測定が可能になり、水吸収線量率も不確かさ0.4%程度で決定できるようになりました。

今後の展望

現在この標準のJCSS化が進められており、近いうちにこの標準で校正された電離箱が放射線治療を行っている各病院に届く予定です。また、今回はCo-60のガンマ線に対する水吸収線量率標準の開発でしたが、小型加速器を使った高エネルギーX線・電子線に対する標準の開発も始まっています。

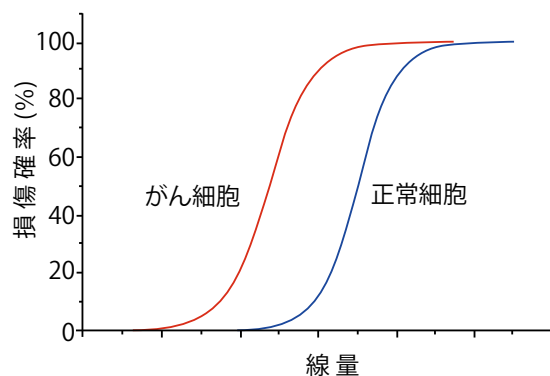


図1 放射線による細胞の損傷確率モデル

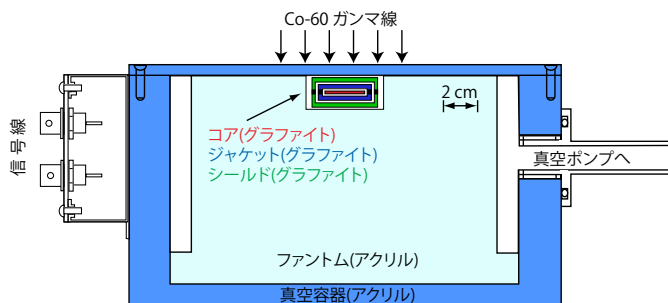
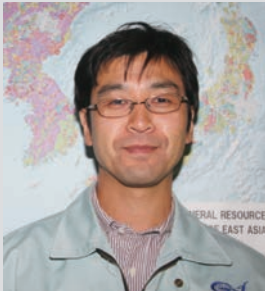


図2 グラファイトカロリメーター

地下構造可視化システムの開発

日本列島の地下構造を覗いてみよう



長 郁夫

ちよう いくお

ikuo-chou@aist.go.jp

活断層・地震研究センター
地震発生機構研究チーム
主任研究員
(つくばセンター)

地下構造探査や探査手法の開発、地下構造のモデル化を行うかたわら、強震動予測や地震発生予測の研究業務に関わってきました。その中で、たくさんの地下構造や地学データを整理したり閲覧したりするためのソフトを作りました。それをベースにしてネット上で使えるように手を加えたものが地下構造可視化システムです。

地下構造可視化システムとは

地下構造可視化システムは、日本列島地下深部の地殻やマンツルの構造、プレートの沈み込む様子や地震震源・活断層の分布など、いろいろな地学情報を重ね合わせて見るためのシステムです。もちろんそんな深部まで穴を掘って実際に見ることはできないので、ここで言う「可視化」とは地震波トモグラフィーで推定した地震波速度構造のイメージを提示するということです。

「地震波トモグラフィー」は病院のCTスキャンのようなもので、地震の波を使って日本列島の地下をCTスキャンするような技術です。地球科学者は、医者が患部を見るように地下のCT画像を眺めて「この辺は火山で熱いから地震波速度が遅いんだな」などと考えます。このように、地震波トモグラフィーは地震波速度の分布を表すだけでなく、岩石や水、温度の分布など地下のさまざまな構造を推測するための材料としても使われます。

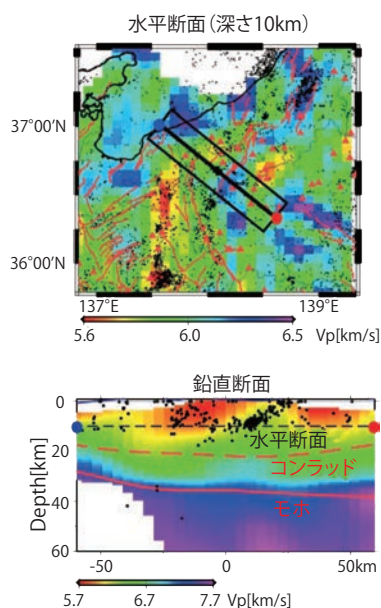
地下構造可視化システムは日本列島のCT画像のデータベースということになります。しかし単なるデータベースではなく、見たい場所を自分で設定して画像化できるので、「データベース」ではなく「可視化システム」と名付けました。

専門家から学生まで

地下構造可視化システムは、産総研の研究情報公開データベースのうち、活断層データベースのオプションとして公開されています。日本列島の活断層の分布との関係を把握するために、多数の地下構造画像を手軽に閲覧・可視化できるようにしました。また地下構造だけでなく地震の震源や地形、地質、重力異常、活断層、火山の分布などのさまざまな地学情報も表示できるようになっています。地球科学や地殻工学の専門家にはもちろん、理科の先生や学生など地学に興味のある一般の方々にも広く利用してもらいたいと思っています。

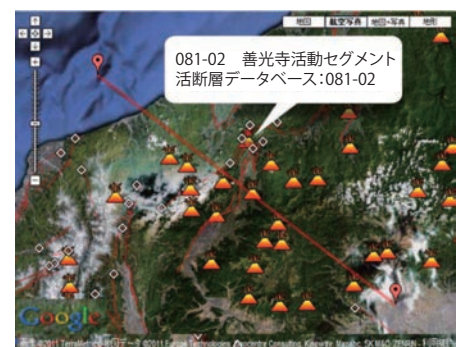
手軽に、気軽に、まずは使ってみて下さい

現時点では残念ながら活断層直下というほど細かい精度はないのですが、日本列島の地殻やマンツル構造を見たり活断層ごとの地震活動を把握するには十分です。使い方はとても簡単で、<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/subsurface/index.html>にアクセスするだけです。ソフトウェアをインストールしたりユーザー登録したりする必要はありませんので、ご興味があればまずはアクセスしてみてください。



地下構造を表す画像例

ここでは地震波トモグラフィーで推定された弾性波速度(V_p)を活断層(赤線)や震源分布(黒点)とともに表示している。



地下構造可視化システムのオンデマンド画面
断面を切り取る場所を自分で設定できる。

シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第26回)

産学官連携に従事した6年間で感じたこと

イノベーションコーディネータ

ながわ よしのぶ
名川 吉信

イノベーションコーディネータへの道

私は、工業技術院東京工業試験所を皮切りに、化学技術研究所、生命工学工業技術研究所、産業技術融合領域研究所で水環境化学、生体物質構造解析、分子認識などの研究に従事してきました。産総研発足1年後から、界面ナノアーキテクトニクス研究センターの副研究センター長を務めた後、2005年10月に産学官連携コーディネータとなりました。2010年10月の組織再編に伴い、イノベーションコーディネータとして現在に至っています。

イノベーションコーディネータとしてのパッション

私は入所以来、比較的基礎的な研究を行ってきましたが、NMRという分析装置を多用していたためか、「共同研究」を多数(企業・大学などを含めて30件以上)実施してきました。その中で、異分野の方々との議論により、目からうろこが落ちる体験を何回ももつことができました。このような思いを多くの研究者と分かち合いたいと常に考えています。

大型連携の推進と産技連活動

産学官連携コーディネータになってから、企業との包括連携を含めて、いくつかの大型連携の事務局を務めてきました。複数の研究ユニットが関与し、共同研究の資金提供額が大きい大型連携では、企業側の研究開発本部長などの経営陣や産総研の理事などが参加する「連絡協議会」が開かれます。これは研究担当者が共同研究の成果を経営者層に直接説明できるよい機会であるとともに、ここで研究開発戦略の詳細を聞くことが可能です。ただし、大型連携では、成果の取り扱いや予算の執行などに手間がかかることも事実です。また、産総研は不実施機関(製品の製造や販売を自ら行わない機関)であるとともに公的研究機関であることも踏まえ、共同研究相手の企業には、応分の負担をして頂ければと思っています。

私は、産技連技術部会の一つであるナノテクノロジー・材料部会の部会長を2007年度から務めています。この部会には歴史も規模も異なる7つの分科会があり、それぞれ特徴のある活動を行っています。例えば、繊維分科会が共催している「全国繊維技術交流プラザ」は2011年度が49回目です。公設試験研究機関(公設研)の試作品および指導作品70点近くが公開展示され、優秀作品には中小企業長官賞、経済産業省産業技

術環境局長賞などが授与されます。また、公設研の地元の企業との共同試作品が多数を占めるようになってきています。このような特色のある事業を実施するにはいろいろと課題もありますが、研究開発成果を一般の方に示すとともに交流のよい機会ですので、なんとか継続していただければと思っています。

コーディネーション活動の失敗例

産総研の研究に対する連携のお問い合わせには、まず、イノベーションコーディネータや連携主幹が、じっくりとお話を聞くようにしています。漠然とした連携希望の際はもちろんですが、研究者の指定がある場合でも、よくお話を伺うと別の研究テーマのほうがふさわしい場合もあります。これらを検討調整した後、関連する研究ユニットおよび担当研究者と連携可能かどうかの打ち合わせに入りますが、この段階で時間がかかることもあります。この間に相手企業の事情が変わり、連携を断られたことがありました。スピード感と共に相手との信頼関係の構築も大事だと痛感しています。

今後の連携活動

イノベーションコーディネータの仕事をしていると、企業のさまざまな最新のニーズ、ひいては社会の要求に直接触れることができます。これは、得がたい体験であり、それに対応できるテーマをもった研究者を産総研の中に見いだすことができるのは、私にとって大きな喜びとなっています。今後も、「技術を社会へ」という産総研のキャッチフレーズを実現するために、研究を実施する研究者の立場に立って、さまざまな連携を推進できればと考えています。



岡山市後楽園での「全国繊維技術交流プラザ」の開会式
(右から二人目が筆者)

社会的取り組み

23

産総研は憲章に「社会の中で、社会のために」と掲げ、持続発展可能な社会の実現に向けた研究開発をはじめ、社会的な取り組みを行っています。

大学に対する輸出管理説明会の開催

輸出管理は、「外国為替及び外国貿易法」で規定されており、国際社会における平和と安全を維持することを目的としています。具体的には、大量破壊兵器の拡散や通常兵器の過度な蓄積を防止するため、武器自体の規制に加え、開発・製造などに使用される恐れのある貨物の輸出や技術の提供も規制しています。このため、海外の企業・機関と関係をもつ可能性のある企業、研究機関、大学などには厳格な輸出管理が求められています。

産総研は、2001年の独法化以降、ほかの研究機関や大学に先駆けて、「輸出管理プログラム」を策定し、所内の研究者などへの研修、内部監査の実施、対象となる貨物や技術に関する該非判定や取引審査を実施してきました。これまでの10年間、適切な実施を続けており厳格な安全保障輸出管理体制を構築しています。また、産総研の輸出管理のさらなる充実を図るため、2012年早々米国の規制当局および研究

機関との意見交換を図る予定です。

このような輸出管理は、大学において十分な取り組みが進んでおらず、経済産業省と文部科学省が連名の通達により輸出管理の徹底を求めるとともに、2010年度、文部科学省の協力の下、経済産業省による大学などへの説明会が都道府県単位で実施されました。

産総研でも、大学との共同研究の実施や人的交流の活発化などを踏まえて、大学での適切な輸出管理が関心事項となっています。このため産総研の地域センターでの説明会に併せて地方の大学を訪問し、産総研の

輸出管理を説明するとともに、大学での取り組み状況を聴取しアドバイスを行ってきました。

今般、経済産業省から、2011年度の大学向け説明会に関して、これまでの法律の説明に加えて、実際の輸出管理を実施している機関の経験を説明したいということで、産総研に協力要請がありました。そこで経済産業省が主催する説明会を産総研の地域センターで開催し、産総研の輸出管理の取り組み事例を説明しました。これまでにこの説明会には、計68大学、15関連機関から160人以上が参加しています。



左から産総研 伊藤講師、経産省 渋谷前統括安全保障貿易検査分析官、中部経産局 豊島国際課長、同局 宮田氏、後藤氏



伊藤講師の説明風景

伊予銀行と相互協力に関する協定を締結

報告

2011年11月29日、産総研と伊予銀行は、産学官連携推進と地域企業支援による新たな技術革新を目指し、相互協力に関する協定を締結しました。

四国地方においては、産総研四国センター（高松市）が、地域企業への窓口となり産学官連携活動を実施していますが、これまでの活動は香川県内企業などとの連携が主体で、四国で最も製造業などの事業所が集積している愛媛県における企業との連携の推進が課題となっていました。

一方、伊予銀行は愛媛県を地盤とし

2008年に創業130年を迎えた四国最大規模の金融機関であり、県内117店舗のネットワークを活かし、地場企業の振興や文化振興など地域発展に積極的に幅広く貢献しています。

今回の協定を契機に、伊予銀行は地域企業の技術的課題を掘り起こして産総研に提供し、産総研は持ちこまれた企業の技術課題などに対応すべく技術移転など課題へのソリューション（解決策）を提供するという相互協力が進むことで、地域企業の技術革新を促し地域経済の発展に貢献します。さらに

は、企業支援を通じエネルギー問題や高齢社会への対応など地域が抱える経済社会的課題の解決にも貢献していきます。



産総研 野間口理事長（左）と伊予銀行 森田頭取（右）

APMP2011 シンポジウムの開催

2011年12月6日、神戸国際会議場においてAPMP2011シンポジウムが開催されました。アジア太平洋計量計画（APMP）はアジア太平洋地域の地域計量組織で、29の経済圏から44の国家計量標準機関および指名計量標準機関が加盟し、計量標準の国際整合性の確保のための活動をしています。

このシンポジウムは、産総研計量標準総合センターとAPMPの共催、経済産業省の後援によるもので、「ナノテクノロジーと材料の計量・計測」を統一テーマとして4件の講演が行われました。

冒頭、経済産業省知的基盤課の藪内雅幸課長、産総研計量標準総合センターの三木幸信代表、APMPのYu Yadong議長の挨拶に続いて、英国物理研究所（NPL）のKamal Hossain博士による「ナノテクノロジーにおける計測標準の挑戦と戦略」、物質・材料研究機構

の藤田大介博士による「ナノ材料の計測・分析」の講演が行われ、この研究分野の現状と将来展望が横断的に紹介されました。続いて、中国計量科学研究院のRen Lingling博士による「薄膜標準物質と単層カーボンナノチューブの開発」、産総研計測標準研究部門の榎原研正首席研究員による「ナノ粒子標準の開発現状と将来ニーズ」の講演が行われ、それぞれ中国と日本における最新の研究成果が紹介されました。産総研計測標準研究部門の藤本俊幸副

研究部門長の司会のもと、参加者からは各講演に対して活発な質問が出され、ナノテクノロジーや材料計量の研究開発を支える知的基盤としての計量標準の重要性が再認識されました。

このシンポジウムは、第27回APMP総会および関連会議（12月4日～9日、神戸国際会議場）参加のためにアジア太平洋地域などの計量標準関係者が来日した機をとらえて、広く一般からの参加を呼び掛けて開催されたもので、190名が参加しました。



英国 NPL の Kamal Hossain 博士の講演の様子



質疑の様子

シンポジウム「地質学で読み解く巨大地震と将来の予測 -どこまでわかったか-」の開催

2012年1月12日、標題のテーマで、産総研地質調査総合センター第18回シンポジウムを秋葉原ダイビルコンベンションホールにて開催しました。

産総研は、過去に巨大地震がどこでどのように起こったかを明らかにし、それを将来の地震被害軽減に役立てる研究に精力的に取り組んでいます。2011年3月の東北地方太平洋沖地震は東北沖の広い範囲を震源域とする超巨大地震で、日本周辺では観測史上最大級のものでした。一方、過去を振り返れば、東北沖では、西暦869年に発生した貞観地震を始めとし、今回の地震とよく似た超巨大地震が数百年間隔で繰り返していたことが地質学的な研究から明らかになっていました。今回の地震は、こ

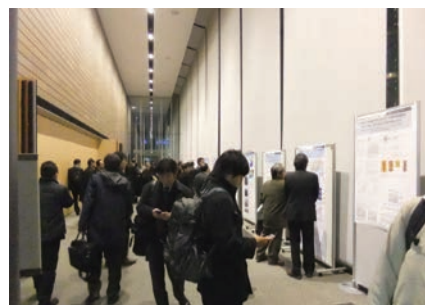
れらの研究成果が地震防災対策に活かされる直前に発生してしまったものでした。

シンポジウムでは、主に地震防災にかかわる方々や一般の方々を対象に、産総研で行われている過去の巨大地震の解明と将来予測に関する研究の現状を紹介し、その内容や、今後に向けた研究の方向性について意見交換を行いました。地質・建築・

電力関連企業などから約230名の方の参加があり、多くのご意見・ご要望をいただき、とても充実したシンポジウムとなりました。



シンポジウム会場の様子



ポスター発表の様子

科学・技術フェスタ in 京都 2011 にブース出展

2011年12月17日(土)と18日(日)の2日間、国立京都国際会館を会場として開催された「科学・技術フェスタ in 京都」にブース出展しました。この催しは、産学官連携推進会議の中で2010年に設けられた「高校生向け」プログラムが、今回は独立して「青少年を中心とした一般向け」を対象を拡げて開催されたものです。

今回の出展テーマは、主催者（内閣府）事務局からの「ロボットを含めた展示をぜひ」との要請も踏まえ、「ロボット・デモンストレーション」と「不思議な偏光万華鏡工作」としました。

ロボット・デモンストレーションでは、2009年に発表されて以来、さまざまなジャンルのエンターテインメ

ントに挑戦してきた女性型ロボット「サイバネティックヒューマン HRP-4C 未夢」、ロボット技術者を育てる教育機関向けの教材として開発されたミニ・ヒューマノイド・ロボット「チョロメテ2」、すでに実用化され世界中でかわいがられているアザラシ型ロボット「パロ」を紹介しました。

特に、人間そっくりに顔の表情までつくる未夢の挨拶や歌声に多くの方々が集まり、毎回デモ時にはブース前に人垣ができました。

万華鏡工作では、通常の3枚の鏡を組み合わせた万華鏡の先端部分に2枚の偏光板を取り付け、無色透明のプラスチック片を入れてのぞくと、色とりどりの不思議な模様が見える

様子に、参加者から感嘆の声があがりました。何ごとも素直に受け入れられる頭の柔軟な子どもより、むしろ大人の方が感動が大きいようでした。

寒さ厳しい冬の京都でしたが幸い天候に恵まれ、2日間の来場者数は関係者を含め延べ5,090人と発表されました。主催者の予想よりは少なかったようですが、このような催しで一番大切なのは参加者一人ひとりに満足していただくことです。独立開催の1回目としてはまずまずの滑り出しといえるのではないのでしょうか。産総研ブースに足を運んでいただいた皆さま、どうもありがとうございました。



初日に産総研ブースで未夢をご覧になった古川科学技術政策担当大臣（右から2番目）



3つの個性で出展構成した産総研のロボット



産総研職員とともに真剣に偏光万華鏡工作に取り組む子どもたち

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

2012年2月 → 2012年3月

1月12日現在

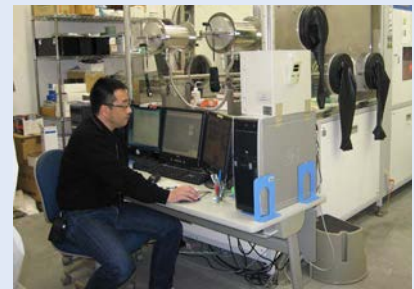
期間	件名	開催地	問い合わせ先
2 February			
9日	次世代ナノテクフォーラム2012	大阪	072-751-9606 ●
3 March			
5～6日	革新的太陽光発電国際シンポジウム2012	東京	03-5452-5378
13～15日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy07@m.aist.go.jp

●は、産総研内の事務局です。

超低損失パワー半導体材料の開発

先進パワーエレクトロニクス研究センター ウェハプロセスチーム こじま かずとし 児島 一聡 (つくばセンター)

今日、電気を使用する機器には主にシリコン（Si）製パワー半導体が搭載され、電気を利用するうえで必要な役割をすべて担っています。炭化ケイ素（SiC）という材料は優れた電子物性を持っており、SiをこのSiCという材料で置き換えることでパワー半導体の損失が約1/200に低下し、これまで熱として失っていた電気を有効に利用することができます。先進パワーエレクトロニクス研究センターではこのSiCの材料開発からパワーデバイス作製、インバーターシステムまでを一貫して研究開発し、地球温暖化防止への貢献を目指しています。児島主任研究員は薄膜作製技術を用いたSiCの材料開発を担当しています。



実験室にて



児島さんからひとこと

SiCパワー半導体はCO₂削減の切り札として注目され、研究開発が盛んな分野です。私の担当しているSiC薄膜作製技術はSiCパワー半導体の性能を決める非常に重要な部分であり、この技術の成否が性能を決めてしまうという自覚をもって日々の研究に取り組んでいます。また、当センターでは材料からシステム応用まで広い範囲を研究しており、各種プロジェクトも実施しているため産学官の交流が盛んで、多様な背景をもった研究者とかかわりあうことができ、日々刺激になっています。このような優れた環境を活用して、SiCパワー半導体の普及・拡大を目指し、地球温暖化防止に貢献できるよう研究開発を行っていきます。

表紙

上：学術研究船白鳳丸（JAMSTEC/東京大学大気海洋研究所）での海水サンプル採取風景（p.10）

下：若齢マウスの海馬より抽出・培養したアストロサイト細胞（p.15）

産 総 研
TODAY

2012 February Vol.12 No.2

(通巻133号)
平成24年2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
広報部広報制作室

〒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。