

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

4

2008
April

Vol.8 No.4

メッセージ

02 エネルギー研究と重心移動

特集

10 本格研究 理念から実践へ

座談会：21世紀の基礎分野は多様な要素から

ライフサイクルの視点で地域や地球の環境を考える
 ユビキタスエネルギーデバイス開発への貢献
 メンブレンリアクターによる合成ガス製造技術
 マイクロ化学チップによるバイオマーカー解析
 持続発展可能な超低エネルギー光ネットワーク

リサーチ・ホットライン

- 28 赤外線を使ったアスベスト溶融無害化技術
現場での簡便な処理が可能に
- 29 無機バインダー技術
セラミックス製造プロセスにおける環境負荷低減を目指して
- 30 シリコン球体体積の超高精度測定
質量の単位“キログラム”の原子質量に基づく再定義をめざして

リサーチ・トピックス

- 31 第4回日本学術振興会賞
昆虫類と微生物の共生システムに関する研究

パテント・インフォ

- 32 炭素鎖の伸びたヒドロキシカロチノイドの微生物生産
カロチノイド系色素の製造方法
- 33 複数トラックボール状デバイスを用いたVR入力装置
仮想空間の中を歩き続けることを可能とするシステム

テクノ・インフラ

- 34 日本の浸透率分布図の構築
わが国がもつ豊富な温泉データを応用
- 35 振動加速度標準の開発
10 kHzまでの振動計測を支える校正技術



エネルギー研究と重心移動



独立行政法人 産業技術総合研究所
理事長 吉川 弘之

産業技術総合研究所の研究経営10カ条の最後は、「共通の目標—持続可能な産業へと重心移動を起こす科学技術」であった。産総研の研究は、あらゆる産業分野に対応しているから、科学技術分野の広範な領域にわたっている。それは材料科学、ナノ科学、製造科学、生命科学、情報科学、地球科学、計測科学、エネルギー科学、環境科学などの広い科学分野にわたり、またそれらと関連する技術分野の研究がおこなわれている。これらの研究はいずれも産業による使用を通じて社会に貢献することを目指して行われているのであるが、その貢献の結果が、持続可能産業への移行に対する有効な支援になることを目標としている。広範な領域の研究が行われているが、いずれも産業の持続可能性に向けられた重心移動に寄与することを条件とする点で、同じ目標を共有しているのである。

ところが最近になり、この10カ条の中の一つである目標は、もはや産総研内部だけでなく世界共通の目標になってきた。私たちはそのことを歓迎するが、さらにすすんで産総研の次の一步を早急に探る時がきたと考えなければならない。

1. 観測から行動へ

地球環境問題についての検討の歴史を見ると二つの特徴がある。一つはそれが深刻な問題であると社会的に広く認識されるまでに長い年月がかかったことであり、もう一つは数々の問題が指摘されながら、それらの相互の関係についての認識に、これも長い時間を必要としたことである。地球温暖化はその典型的な例である。地球の温室効果についての科学的考察は、1827年のJ. Fourierにさかのぼる。その後も19世紀におい

てJ. Tyndall、S. Arrheniusなどの優れた科学者の考察を経て、20世紀半ばになって測定精度の向上と、地球科学の進歩によって、温暖化がもたらす影響の深刻さが理解されるようになり、1950年ごろから科学者の警告が多数発せられるようになった。しかも温暖化が、人類の活動拡大に起因して増大する、二酸化炭素をはじめとする有害ガスを原因として進行することが指摘され、その警告は産業や生活などの活動に関係するものであることが科学的に明らかにされていった。

国連においては、1972年に初めて「人間環境会議（ストックホルム）」^[1]で環境と開発の問題が取り上げられる。そこでは環境問題の本質的な性格と、環境問題に関わる多くの現象が指摘され、しかも環境問題が人間の行動にかかわることについての明確な主張があったのである。しかし、温暖化については触れられることは無かったし、取り上げられた多くの問題の相互の関係は必ずしも明確に述べられはしなかった。

このような経過を経て、国連「環境と開発に関する世界委員会（ブルントラント委員会）」が開催される。1987年に発行された報告書『我ら共通の未来（Our Common Future）』^[2]において持続可能な開発は「将来の世代が自らのニーズを充足する能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすこと」という定義と共に、その重要性が強く指摘されたのであった。報告書の冒頭に述べられているように、環境劣化、貧困、汚染被害、そして資源の枯渇などは個別問題ではなく、それらを総合して捉え、対抗策を総合的にとることが、問題解決には必須である。そこには問題の総合性についての明確な理解がある。そして同時に、温暖化についての警告がようやく取り上げられるが、これは持続性に関わるすべての現象や科学者の警告を無視することなく配慮すべきことの主張であると考えられる。これらを背景として、1992年に開催された「環境と開発に関する国連世界会議（地球サミット）」^[3]では持続可能な開発が中心的に議論される。そこでは、気候変動が辿った経過と同様に、長い間別々に議論されてきた多くの問題が、持続可能な開発の概念の下に複雑な相互関係を持つものであることが示されることとなった。それは南北問題と呼ばれた格差の解消と、地球環境の劣化問題とに関係があることの再確認と共に、社会、経済、自然環境が実は相互に関係するものであることを明らかにしている。それは人権の尊重、教育の普及、貧困の追放、疾病の蔓延防止、食糧の確保、衛生的な水の

確保などの人間の安全保障と、地球環境保全とが相互に関係することを理解しつつ一体として解かれなければならないという主張である。その主張に基づいて、各セクターが独立に努力するのではなく、持続可能な開発という目的を共有し、連帯しつつ行動することを前提に取り掛かるべき行動計画、Agenda21^[4]が発行される。

Agenda21に述べられた各セクターの行動要請が、十年の間にどのように進められたかを検証しつつ将来の世界の行動方針を確認しようとするのが2002年にヨハネスブルクで開催された「持続可能な開発に関する世界首脳会議」^[5]であった。開催に向けて行われた多くの地域準備会合（Prep - Com.）での検討をふまえた会議での議論は、多くの課題が十分に進行していないことを認識する結果となり、改めて行動計画推進の強化の必要性が結論されたのであった。指摘や警告は十分にある。しかし、それらにこたえる有効な行動は極めて不十分であるという指摘である。その中で、教育の重要性が改めて指摘され、我が国が「持続可能な開発のための教育の10年（DESD、Decade of Education for Sustainable Development）」を提唱し、大きな歓迎を受けたのは画期的なことであり、2005年にそれが開始されたのである。これは一つの有効な行動になりうる。

持続可能な開発とは、地球環境の維持と開発との同時的実現を意味しているのであるが、そのためにどんな行動をすればよいか、さまざまな議論を行ってきたが、我々はそれについて合意した知識を持っているわけではない。長い間の科学者の観測によって環境問題が深刻であることを我々は充分理解し、一方で社会、経済の問題として貧困の解消をはじめとする人間の安全保障が緊急の課題であることを認識し理解している。そしてそれらの解決は独立にはできないことが世界的に理解されたといつてよいであろう。日本提案のDESDは、教育によって人々が持続性という複雑な課

題の解決のための行動力を身につけることが必要であるとしたとき、その教育内容がどのようなものになるべきか、どのような教育形態をとるべきか、について世界全体で探ってゆこうとするものであり、これは行動である。今、観測と理解の時代は終わり、持続性(サステナビリティ)に向けて緊急に具体的な行動を起こさなければならない時代が来たことを、われわれは共通に理解したのである。教育のみならず、社会のあらゆる行動者たちは、現実に持続可能な開発を実現するための具体的で調和的な行動を見出し、行動の内容について合意することが必要である。

持続性に関する行動に関わる国際的な合意と考えられるものとして、多くの条約がある。ハーグ条約(文化財保護、1954)、ワシントン条約(野生動物、1975)、ラムサール条約(湿原の保存、1975)、モントリオール条約(オゾン層、1987)、世界文化遺産および自然遺産の保護に関する条約(1989)、バーゼル条約(廃棄物移動、1992)、生物多様性条約(1993)、気候変動枠組条約

(1994)、無形文化遺産の保護に関する条約(2006)、文化的表現の多様性の保護および促進に関する条約(未発効)などは、自然環境、文化などの観点からの持続性実現のための、世界的な行動規約であると考えてよい。

これらは環境維持のための行動に制限を与えるものである。しかしこれらは行動の制限を定めるものであって、行動の指針を与えるものではない。それでは、環境維持のために、さらに、より現実の問題として開発のために、すなわち環境保全と開発との同時実現のためにどのような行動をとるべきかについて、私たちはどんな合意を作ってきたのであろうか。

残念ながら、われわれはこの課題についてはまことに未熟な状況にあるといわなければならないであろう。多くの条約は個々の課題に関する行動の、それも制限についての合意である。わずかに気候変動枠組条約が技術の問題に踏み込んだ京都議定書を生み、それが気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の貢献によって大まかではあるが技術的指針を与えている例があ



る。しかし、生物多様性にしても文化財保護にしても、条約は現実の、いわば各国のあるいは一人一人の、行動に指針を与えてくれるものではない。京都議定書の技術的指針についても、明解な共通の行動指針となるまでにはまだまだ距離があることを我々は認識せざるを得ない。

2. エネルギー

現在急速にエネルギーに関心が持たれ始めたことには十分な理由がある。それは、気候変動が明らかにおき、その原因がIPCCの指摘するように有害ガス、特に二酸化炭素であるならば、気候変動を抑制するためには二酸化炭素の排出を減らせばよい。排出の大きな要因は、化石燃料の使用であるから、それを減らさなければならない。このようにして、エネルギーの使用が重要課題となる。これは、気候変動がもたらす害についての警告に対し、どのようにしてその警告に応えて行動するかについての社会の回答であると考えてよい。気候そのものを人類は制御できないが、エネルギー使用は制御できる。

さらに関心が高まった理由として、消費の急増による石油価格の高騰や、バイオ燃料の拡大による食糧価格の高騰などがある。これは制御可能であると考えていたエネルギーが、すでに様々な条件が発生した結果、制御の自由度が決して多くはなくなってしまったことの発見であり、エネルギーについての緊迫した状況が世界的に広まったのである。

エネルギーの重要性は、すでにAgenda21でも指摘されていた。それを受け、各国ではさまざまな政策がとられ、企業の活動も行われた。その中で、UNDP、UNDESA、WECの支持のもとにおこなわれた調査に基づいて出版されたWorld Energy Assessment (J. Goldemberg編、2002)^[6]は、経済、環境、健康などからの検討やエネルギー安全保障、エネルギー資源など

の調査を含むだけでなく、エネルギー効率、再生エネルギー技術、供給技術などの予測を通して途上国を含むエネルギーシナリオを書き、それらを総合してエネルギーと持続性の関係を論じるという大作である。そこには、エネルギーの量的推定などだけでなく、個別技術も触れられているが、しかし何をすべきかを主張しているわけではない。この書は、実際の政策立案者、企業家など、社会の行動者たちに役立つ知識を提供することを目的としており、行動指針については抽象的なものにとどまっていると考えられる。

一方、科学コミュニティでもエネルギーの重要性と緊急性は早くから理解されていた。1999年に私がICSU(国際科学会議)の会長に就任した時、真っ先に提案したのがエネルギーに関するプログラムを社会にむけてICSUが提案することであり、それはエネルギーを供給者の論理でなく使用者の論理で考えるという提案だった^[7]。したがってそこでは、エネルギー産業とエネルギーの専門家だけではなく、使用者、すなわち他の産業である製造業、運輸業、サービス業、さらに家庭にかかわるものも参入して、将来にわたる国際的なエネルギーシナリオを作ることになる。具体的には、国際的な社会合意を確立するために、エネルギーに関する協議の場を、国連内につくるというものである。これは突飛なことではなく、上述した気候変動が、科学者の警告、社会の理解、協議の場の設置、行動についての合意、という順で、曲がりなりにも国際的合意のもとに協力して気候変動の危機を乗り越えようとしていることに学び、エネルギーにもそのメカニズムを適用しようとしたのである。今エネルギーは、人類が協力しつつその扱いについて合意していかなければならないのに、むしろそれは紛争の種になっている。これは恐ろしいことであり、早急に回避すべきだというのが提案の動機であった。

実は科学の世界には、エネルギーに関する知識が豊

富にある。エネルギー源で分けてみれば、石油は石油化学に、太陽エネルギーは材料物性科学に、風力エネルギーは機械工学に、水素エネルギーは水素学に、バイオ燃料は生物学に、そして原子力エネルギーは核物理学に、それぞれ豊富な知識がある。多くの領域がかかわることからいって、研究に従事する研究者も決して少なくはない。しかし、この、多くの領域というところが問題で、異なる領域の研究者間の連絡が積極的に行われただけでなく、例えば核物理学研究者と石油化学研究者との間には共通の言葉がなく対話が成立しない。

しかし一方で、エネルギーを使用するという立場に立てば、エネルギー源は何でもよいのであって、望みの質を持つものの必要量供給が保証されればそれでよい。しかも政策面では、ベストミックスなどといい、エネルギーは全体として考えることになっている。それなのに、エネルギー研究そして知識がばらばらなのは、科学者の側の誤りである。

ICSUでの私の提案は、科学者から始めるというものである。そこで、提案はまずICSUのメンバーである国際学会連合(IUPAP、IUPACなど。現在25団体がある)のそれぞれに送られた。その内容は、各学会連合からエネルギー専門家が出席し、エネルギーを科学の言葉を使いながら全体として論じる場を作ろうという問いかけであった。科学者がまとまったら、科学コミュニティとして産業や政治に語りかけてゆく。しかし、2002年の総会に出されたこの提案は、形を変えて生きており、まだ消えてはいないのであるが実現もしていない。ICSUで新しいプロジェクトを起こすことがやりにくくなったこともあるが、本当の理由は各学会連合の反応が遅いからである。遅い理由の分析はここではないが、いずれにしてもエネルギーを、学問領域を超えて議論することの難しさを知らされたのであった。

3. 産総研の貢献

エネルギー問題は、科学者を含み、社会の広いセクターで関心を持たれ、しかもその緊急性も認識されているとあってよい。しかし上述したように、この問題は学問的にも複雑であり、産業ではすでに確固たる専門企業がその技術と市場を押さえていて、その仕組みを容易に変えられるものではない。したがってここで、産業を含む国家的合意に基づく決意が必要になってくる。特に、我が国は間近に洞爺湖サミットを控えており、そこで持続的社会的実現に向けて、国際的協調の新しい一歩が踏み出せるようにしたい。今それは、Cool Earth 50として提案されようとしているが、前述したように、今は警告の時代を終え、行動の時代に入ったのであるから、この提案はエネルギー問題を避けて通るわけにはいかない。

経済産業省はこの観点から、「Cool Earth 50 - エネルギー革新技術計画」を発足させ、そこでエネルギーに関する提案を作成する方針である。産総研はこの提案作成の作業に積極的に参加している。また、産業界では「グリーンIT推進協議会」が発足し、産総研は協力する予定である。

エネルギー革新技術計画は、Cool Earth 50が2050年までに二酸化炭素排出量を世界で半減という目標を立てたのにこたえて、エネルギー革新技術でそれを実現しようというものである。それは、いくつかの技術開発プログラムを含むが、それは省エネルギー、新エネルギー、原子力、燃料技術、電力など広範な領域にわたっている。これらの技術はいずれ世界に提案されるのであって、日本に限定されるものではないのだから、世界に影響を与える技術でなければならないことは明らかである。すなわち、局所的な工夫にとどまらず移転可能な一般的技術の開発が必要であり、しかもその世界への普及の方法論も必要ということである。

一方グリーンIT推進協議会は、情報化社会の急速な

エネルギー研究と重心移動

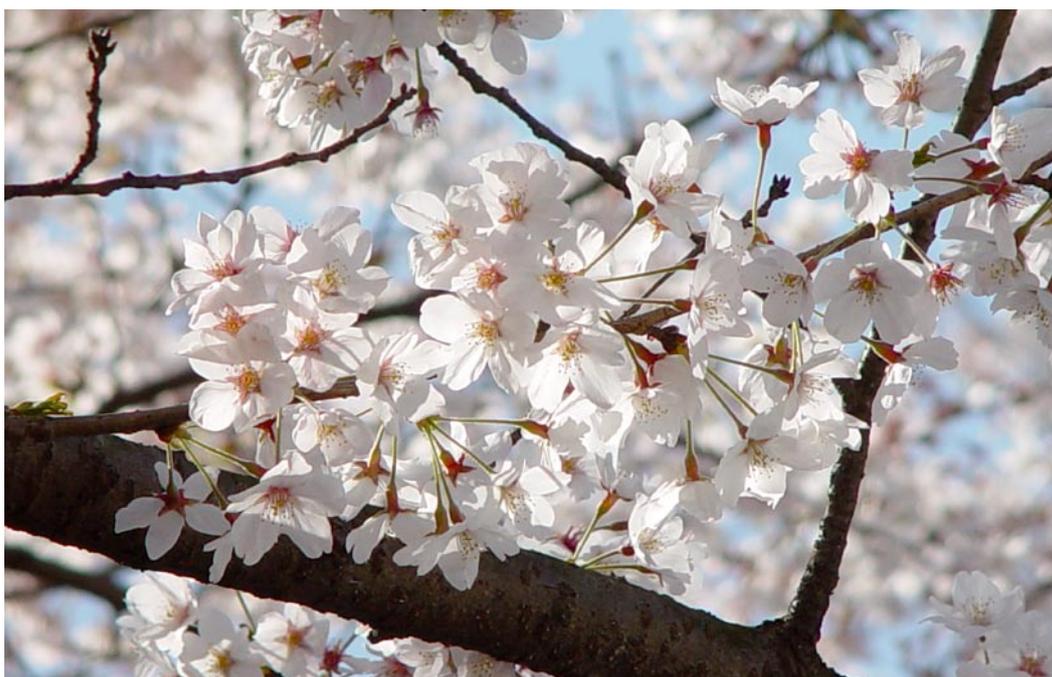
発展によるエネルギー消費の急増に対してそれを抑制することと、IT技術を使って一般的にエネルギー問題に寄与しようということとの、二つの面を持っている。もちろん両者は技術的に重なる部分も多い。したがって当然、革新技術計画にも深い関係がある。

さてここで、産総研として何をすべきかを考えることにしよう。前述したように、上記の計画に参加協力することはすでに行っており、特に革新技術計画に対しては、産総研で進行中の関連諸研究が重要な役割を果たすことは間違いなく、その加速が必要である。エネルギー源としては、太陽光発電の様々な材料による研究があり、またバイオマス、電池、クリーンディーゼル、メタンハイドレートの研究がある。水素研究と燃料電池の研究も順調である。供給システムとしては、技術に基づいた分散型システムの研究がある。グリーンITに対しても、先進的半導体の研究の拠点であり、次々世代半導体の開発、次世代ディスプレイの開発、さらにパワーエレクトロニクス分野では、炭化ケイ素

の実用化を達成し、また光デバイス、光ネットワークの開発も進行中である。これらの産総研の研究を、集中的に展開することがまず必要であるが、産総研固有の本格研究と、多くの研究分野を擁する特徴を生かして、技術開発、システム開発、そして普及の方法に及ぶ広い研究を、産業、大学との協調も視野に入れながら展開することを目標としなければならない。これらはいずれも日本向けのローカルな技術ではなく世界に通用する一般的なものであるから、これから日本が取りかかる世界への貢献の主要な柱になることが期待される。

4. より遠くを見て

Cool Earth 50は、2050年を見ているのであるから、今から42年という期間がある。これは長い。専門家の警告によれば、石油は枯渇しているし、一方核融合が稼働し始めているかもしれない。ここで現実の研究課題を離れ、やや自由に持続的な世界の実現に貢献する



エネルギー研究について考えてみることにする。

すでに触れた、ICSUの国際学会連合に対する提案に戻るが、そこでは他分野に分かれて行われているエネルギー研究を、領域を超えて検討する場を作ろうとしたのであった。その基本は、エネルギーの使用者の立場に立つということである。使用者は、エネルギー源がなんであるかを問わない。一定の質と量が供給されればそれでよい。一方、供給者は、それぞれ個性と制限のあるエネルギー源から出発して、供給システムを通して供給する。ここに消費と供給とが存在するが、エネルギーではその関係が独特に固定しており、例えばマーケットへ行って好きな野菜を買うような選択はできない。

ここで一つの仮想的な話題を考える。ある人がエネルギーを消費するとする。ある人は、使用場所、使用形態、必要な量と質、などが固有である。その人にとって、求めるエネルギー供給の方法は多様である。実際にエネルギー源は多数あって、その供給技術・システ

ムも多様である。世界のすべての人は何らかの形でエネルギーを使用するが、それぞれ使用目的に「最適」のエネルギーを使用するのが好ましい。

しかし、当たり前のことであるが、この「最適」が難しい。そこで単純に、目的にあったエネルギーを最小の価格で購入することを考える。これが使用者から考えたエネルギー問題である。もしここで、供給者はあらゆるエネルギー源と供給技術・システムを採用できるとして、世界の全供給者がすべての使用者にエネルギーを同じ価格で供給するとき、世界全体でのコスト（原料費、経費、環境負荷）を最小にするとすれば、それはどのような状況になるのであろうか。

使用者の多様性と、供給の多様性によって、これは複雑な問題になる。しかしその最適点は、世界で1か所エネルギー供給所があって世界中に配送する完全集中システムと、各使用者がエネルギー源を保有して自ら使用する完全分散システムとの、おそらくこの両者の間のどこかに存在する。そして実は、その最適点



を我々は全く知らない。エネルギーは、野菜よりずっと低い最適性しか実現していないのではないかと思われる。

エネルギー源については様々な研究が行われているが、まだまだ発展の余地がある。しかも、そこで得られる多様な特性をもったエネルギーを混合し、そのうえで一定の品質を保証しつつ供給する方法に至ってはまだほんの入り口の技術しかない。供給システムを考えれば、現在は集中が主流で分散の技術は決して十分検討されたとは言えないであろう。使用における技術、それは省エネルギーとして努力が払われたものであり、わが国の水準は極めて高いが、その世界への普及については見通しがあるわけではない。おそらく、上の意味での最適点に到達するためには、使用における最適化のもとに、エネルギー源の最適混合、供給システムの合理化、供給技術の開発、省エネルギーを含む使用技術などを基礎とし、その社会への展開普及の社会的仕組みを含む、おそらくエネルギー企業と産業構造の変化を伴う大きな変革が必要となるであろう。そして、そのために研究投資が必要になるのは当然である。

ICSUの期待は、それらの変革が世界各国の協調と合意のもとに進行するために、各国の利害よりも人類全体の問題として、科学的に検討できるプラットフォームを設置することであった。ICSUの提案は低迷しているが、そのような場が最終的には国連にできればよいと考えており、実現の方法を考えているところであるが、その中で私は日本が産油国でないことを意識せざるを得ない。何も持っていない国の提案には迫力がないのではないか。

これに対し、実は日本も産油国だという考えを述べておこう。すでに我が国は、石油危機を通じ、また最近の環境問題に対応して、省エネルギー技術を世界に先駆けて展開し大きな実績を上げてきた。自動車や家電製品のエネルギー効率、あるいは製造業における省

エネルギーなどは、世界に誇れるものである。これらの、製品や製造技術を輸出したとき、輸出先でエネルギーを節約できたとしたら、そのエネルギーは日本が輸出したと考えることである。もし省エネルギーのないものを輸出したら、その分だけ別にエネルギーも付けて売らなければ製品は動かないのだから。そして、この省エネルギーというエネルギーは、クリーンなエネルギーである。なぜなら、なにも排出しないのだから。

このようにして、省エネルギーは新しいエネルギー源である。この考え方は別に新しいものとはいえないかも知れない。二酸化炭素排出権も、基本的には類似の考え方のような気がする。しかし、排出権が初期割当量というような、科学的、あるいは技術的に根拠のあるとは思えないものによってきまるのはどうも理解できない。そうではなく、明確に技術と設計の独創性によって基礎づけられる省エネルギーに価格を与える方が気分がよい。そしてそれが市場を作る。そうすれば、どのような技術を開発することが持続性への重心移動に貢献するのだというメッセージがその市場には存在することになるであろう。

引用文献

- [1] 国連「人間環境会議」、ストックホルム、1972
- [2] 国連「環境と開発に関する世界委員会」、Our Common Future、G. Brundtland、1987
- [3] 国連「環境と開発に関する世界会議(地球サミット)」 Rio de Janeiro、1992
- [4] Agenda21、1992
- [5] 国連「持続可能な開発に関する世界首脳会議」、Johannesburg、2002
- [6] J. Goldemberg、World Energy Assessment、UNDP-UNDESA-WEC、2000
- [7] Energy and Sustainable Societies、ICSU Proposal (Chair H.Yoshikawa)、ICSU General Assembly、Rio de Janeiro、2002

座談会：

21世紀の基礎分野は多様な要素から



吉川 弘之 理事長
玄地 裕 安全科学研究部門
(旧ライフサイクルアセスメント研究センター)
香山 正憲 コピキタスエネルギー研究部門
濱川 聡 コンパクト化学プロセス研究センター
小野 晃 広報担当理事(司会)
小林 直人 理事
赤松 幹之 人間福祉医工学研究部門長
内藤 耕 イノベーション推進室

小野 今回で9回目となります理事長との座談会ですが、今回は3人の研究者の方に本格研究について語っていただきたいと思います。

玄地さんの「ライフサイクル思考による地域施策の立案設計支援」とはどのようなものですか。

地域施策への展開から持続可能な生産と消費へ

玄地 ライフサイクルアセスメント(LCA)とは、自動車を例にとりますと、資源の採掘から、素材を使つての加工、部品の組み立て、その際に使用される石油や電力などのエネルギーの使用、消費者側が自動車を使う際のエネルギー使用やメンテナンスなど、さらには廃棄といった、すべての段階での環境負荷を考慮して環境影響がどれくらいあるかを議論する手法です。

手法は、主にインベントリ分析とインパクト評価から成り立っています。インベントリ分析は、採掘や組み立ての影響がどのような連鎖になっているかを解析したり、さらにそれぞれの段階での環境負荷を定量化します。そのために公的なデータベースが必要になりますが、産総研では公的なデータベースの作成を補助してきたという歴史があります。もう1つのインパクト評価は、環境負荷を環境影響に落とし

込むという、物質の量や何が問題なのかを考えるものです。

ライフサイクルアセスメント研究センターでは、「知識、科学的知見の集約」ということで、日本版被害算定型影響評価手法を開発しました。私たちはLIME (Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling)と呼んでいますが、CO₂、SO_x、NO_xなどの「評価できる物質」から、どのような「環境問題への影響」があるか、さらにもっと上位の概念としての環境影響は何かということ、人間健康、社会資産、生物多様性、一次生産の4つの「環境が受ける被害」に落とし込むことによって、社会が支払う費用という単一指標としてより判断しやすくなるようにしました。

私の仕事は、それを地域の施策へと展開したということになります。問題解決型のアプローチをとり、例えば温室効果ガスの削減とか、廃棄物の削減、あるいは廃棄物問題にどうやって応えていくかという現実に即した対応をしてきました。その際、LCAは環境影響のみの定量化を行ってきましたが、そこにコストなどの現実的な話を入れることによって、地域の自治体の方が使いやすくなります。また、長期間にわたることがありますので、時間や空間の解析が必要ですし、廃棄物対策などは、埋立量を減らそうとすると

温室効果ガスの排出量が増えてしまうなど、対策のトレードオフがありますから、その辺をどのように考えるかということについてのアプローチを行ってきました。

具体的には、「立案支援ソフト」をつくり、コスト最小化、あるいはその中で環境影響をどのように削減するかといったようなことができるモデルをつくり、ライフサイクルアセスメントのモデルとともに活用することで答えを出していくという作業を行ってきました。現在は、ソフトを使いながら、いくつかの県とともに「持続可能な生産と消費」という、環境、経済、社会の、または環境と経済の一部を考慮して、それらについての定量化を行いながら、具体的な解あるいは施策への貢献を行っている段階です。

環境影響の議論のもとをつくる

理事長 サステナビリティと最近よく言われますが、LCAはそれのはしりというか、かなり前から取り組んでいましたね。玄地さんは、LCAの位置付け、今まで果たしてきた役割と今後について、どう考えてますか。最後の環境と経済という話は、それを解決する重要な手段なのですか。

玄地 実際、イギリスなどでは、カー

新しい研究と開発の定義

第2種基礎研究を軸に本格研究へ

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

ボンオフセットやカーボンフットプリントなどが動き出して、それぞれの製品がどれだけCO₂を出しているか、製品に書き込まれるような形になってきています。日本では、LCAをどんどんやっつけていかないと議論の基礎もできない、ということなので、これから環境とか持続可能性などいろいろあると思いますが、それらを考える上での基本的な考え方、やり方、という形で使われていくのではないかと思います。

ただ、LCAは環境だけに特化している面があり、コストなどはまだ議論の中に入ってきていません。具体的にそれをもとにしてコストをどうするか、環境の容量面で、実際にどこまで環境物質を出していいのかという議論はまた別にあります。その辺をほかの事柄と組み合わせることによって、「議論ができるもと」ができるという感じだと思います。

理事長 LCAの重要性は、これから間違いなく存在するし、専門家には非常に完成度が高いのだけれども、一般社会の中で、どのように広まっていくか、どういう効果を持ち続けていくのか、ある意味ではLCAの本格研究の出口みたいな話になりますね。

例えば、環境容量とどのように結びつけて、一般の人々のサステナビリティ概念に影響を与えていくかというのがまだ見えていないような気がします。

玄地 データベースの精度の問題もあります。中心値しかないとか、ある一定のケーススタディの値しかないなど、まだ必要なところはいろいろありますし、インパクト評価にしても課題はあります。科学的な知見がまだ揃っていないとはいえませんし、環境問題全部を取り扱っているかということ、そうでもなくて、知識が集まっているところだけ取り扱っているというきらいは

あります。

理事長 まさに、わかっていないところが見えてくるわけです。僕がなぜこんなに言うかということ、LCAはもっと有名になっていいと思う。本来、非常に本格研究的な性質を持っていると思うのです。

玄地 たぶん、LCAが定量化にとどまっているからではないかと思えます。数字は出てくるのですが、どう解釈するか、環境容量がないとわからないとか、コストとの関係はどうなっているか、リスクを考えるとどうか等々の議論はまだまだですね。

小林 今、地球温暖化は、もう待たないのだけれども、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)が去年言ったから、やっとこれだけ動いたんですね。

玄地 今、脱温暖化の話とか、いろいろな取組みがありますがけれども、それと自分たちが与えている環境影響と比べたときにどうだ、という話をさっさとする、そういうアプローチだと思えます。

理事長 そうですね。今まさに「警告から行動へ」と言い始めて、温暖化は大変だ、何かしろ、と言ったら、やはりここに来ざるを得ない。産総研にとってもLCAの考え方が中心になって、人間の個々の行動を集積して、それがどういうふうに影響を与えるかを見るしかないわけで。非常に期待されているということを言っているわけです。けれど、ちょっと主張が弱いというか。

小林 科学者は、どこまで言い切るべきか、どうしても躊躇しますね。そこで、行動なり宣言という、まさに本格研究だろうと思うのだけれども、そこ

	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行う。	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行う。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

現場に役立つ
問題解決を
第一に考えている。

玄地 裕



が課題ですね。

玄地 LCAは、企業から地域社会、消費者側へという形でアプローチを広めています。私たちがやっているのは、「地域社会へ」ということです。具体的にやってみると、温暖化対策とバイオマス利用と廃棄物対策が役所の同じ課に来て、所管官庁は、経済産業省、環境省、農林水産省ということで、対策の統一化など、現場は困っているところがありました。私たちは、あまり省庁にこだわらず、現場に役立つ問題解決を第一に考えています。

理事長 そこも大事なところですね。省庁にこだわらない、学問分野にこだわらないといってもいいのだけれども、こういうのをやろうとすれば、現実の社会が縦割りによって、良くないことが起こっていることが見えるわけですね。

本格研究の一翼を担う材料基礎解析の創造的展開

小野 香山さんは、ユビキタスエネルギー材料開発のための材料基礎研究を行ってこれられましたね。

香山 私たちは、第一原理計算と電子顕微鏡を使った研究をしていますが、産総研になる前は、基礎研究と開発が分離してしまう傾向がありました。個人の問題意識が優先されることは大事

なのですが、自分の研究を材料開発へ具体的に貢献するという意識が薄れてしまって、物質を扱うときに、どうしても理想的な、すぐに計算できる、観察しやすいものを扱うため、次第にタコツボ化して、士気が低下してしまうという現象が見受けられました。ユビキタスエネルギー研究部門を組織するときに、基礎解析部隊を本格研究の一翼として、材料開発にいかにつなげていくかということを考え、これは非常に創造的な展開ではないかと、みんなでいろいろな議論を重ねたわけです。

具体的な対策として、材料の開発グループ、評価試験のグループと緊密な体制をつくり、いろいろな触媒、燃料電池やリチウムイオン電池などについて、実際にものをつくっている人たちの声を聞いて、まず何が問題になっているかを明らかにし、基礎解析の立場でも問題を明確化して、目的を立てています。電子顕微鏡や第一原理計算の技術そのものを実際の出口に近いところで役立つようにするために、最先端のトップレベルの電子顕微鏡や第一原理計算技術の革新、手法の開拓も行いました。そして、観察と計算、理論と実験の連携を極めて密にやることによって、フロンティア開拓と出口の両面で、この間、大きな前進があったと思っています。

フロンティア開拓では、特に燃料電池やリチウムイオン電池、触媒で重要な金属/無機のヘテロ界面の機能につ

いて、いろいろな例でどのように現象機能が発現するかを解明するという仕事で大きな前進があります。

出口については、例えば、触媒では、水素を燃料として使うときに、水素の中にあるCOガスなどを取り除く触媒として、金-セリア触媒が優れているのですが、なぜそのような機能を持つかということ電子顕微鏡で具体的に原子の列まで見ることに成功し、その列に関して、第一原理計算ではどのような結合や機能を発現するかということを解明して、触媒開発の指針のようなものをなんとか形作ってきました。燃料電池では、白金粒子と炭素からなる電極触媒の劣化が問題になっているのですが、実際に観察して、モデルを立てて計算して、なぜ機能が悪くなるかについて具体的に突き止めることができました。リチウムイオン電池でも、リチウムが入り出す様子を電子顕微鏡で詳細に観察することに成功しました。

この7年間、私たちは材料開発と同じフロアで基礎研究をやってきましたが、材料開発に接近することによって、基礎の面でも非常にレベルアップした仕事ができ、なおかつ、具体的に材料開発をやっている人たちも私たちにいろいろな相談をし、いくつか具体的な問題を解決することに成功しています。これが「本格研究の一翼としての材料基礎の展開」ということですが、基礎研究の研究者がどのように本格研究に加わっていくかということでは、私たちのグループは産総研の中での先進例ではないかと自負しています。

関西センターは、基礎から応用から開発から、ナノ、エネルギー、バイオ、いろいろな分野があって、出口のそばにある問題を電子顕微鏡や第一原理計算と組み合わせることができる環境がうまくできています。

例えば、電子顕微鏡で燃料電池やリチウムイオン電池のきれいな電極写

真を撮ったのは、私たちのグループが初めてです。実際の開発と、電子顕微鏡や基礎研究のカップリングは、あるように見えて、外の世界でもあまりなかったのです。そういう意味で、私たちのいる環境は非常に良いと思います。

本格研究で基礎研究も強くなる

理事長 私が言っている本格研究は、第1種基礎研究がなければ長続きしないし、成果そのものが高評価を受けないのです。今の話は、本格研究を続けることで基礎の部分も強くなっていくというふうに考えていいでしょうね。

香山 私はそれを主張したいのです。燃料電池やリチウムイオン電池を見ると、いろいろな現象や科学の集積点なのです。電気化学、無機化学、固体物理、材料学の集積点にちょうどこういうものがあるのです。電気化学は燃料電池やリチウムイオン電池をメインでやっているけれども、従来は狭い分野なのです。そこに固体物理とか、化学、材料、電子顕微鏡などが入ると、新しいことができる。そういう意味で、基礎のフロンティアも実はこういうところにあったということなのです。

理事長 電気化学で現実的にもものをつくろうとすると、固体物理もいるし、ほかのものも入ってくるし、特に電子顕微鏡なんか入ってくる。電気化学という分野では、あまり電子顕微鏡は使わなかったのですか。

香山 これまでは多くないですね。燃料電池の中の合金成分が溶けるのを見たのは、私たちのグループです。ほかにもやっているグループはありましたが、うまく撮れなかったのです。私たちのグループに若い天才みたいな人が

いて、その人は困難な系に挑戦して、きれいに撮ることができます。産総研の財産です。汚いものを見るのは難しいのですが、目の前にリチウムイオン電池や燃料電池をつくっている人がいて、サイクル試験をやっている、サイクル試験の途中で抜き出して、見ることができています。非常にいい展開になっていると思います。

小林 私も2つ感じたのですが、1つは、現実問題から出てくる課題をどう新しいサイエンスに結びつけるか。1900年にマックス・プランクが放射に関する法則を発見したのは、ドイツの鉄鋼業が盛んになって、実際の放射をどう捉えるかということが非常に大きかったし、蒸気機関の発明がサイエンスを生むというような、そういうサイクルが1つあるということ。2つ目は、マネジメントの戦略なり、理念があったということですね。つくばでもできないわけではないのですが、どうしてもユニットのマスが大きいのと、ユニット自体の壁みたいなものがある。これは、1つの中に第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究が全部入っている、1つの典型だろうなという気がします。

香山 私たちは、そうしないとサバイバルできなかったのです。

理事長 産総研は、地域から学ぶことは非常に多いと思いますね。まさにサ

バイバルのために努力したということは、これからの産総研全体にとって、すごく意味があるような気がしました。本格研究をやっている、応用研究をしているうちに、今まで問題にされていなかったことが見えてくる。システムをつくろうとすると、実はここをやってなかったじゃないかということがわかってくる。新しい基礎がそこから生まれてくる。おそらく、21世紀の基礎分野はそういうふうに生まれてくるのだと思います。

香山 そう思います。今の固体物理だって、半導体工業があったから、あんなに盛んになったわけで、これからエネルギー環境技術のところで新しい物理学が生まれると思うのです。

理事長 そのとおり。ライフサイクルも同じだけれども、多様な要素を持っているところに基礎が出てくる。過去のように、純粋化しないところに出てくるという、これはいい話を伺いましたね。

小野 先ほど電子顕微鏡の天才がいるというお話でしたが、この方はちゃんと処遇できているかなというのが気になりましたね。産総研はそういうシステムになっているだろうかとか、あるいは世の中ではどうだろうか、その辺はいかがですか。

香山 バックアップしているんですが、

材料開発に
接近することで
基礎研究が
レベルアップした。

香山 正憲



ハードワークです。

小野 そういう人たちが第2種基礎研究の論文を書けるようになるといいですね。今までは、そこの部分が研究だとなかなか目立たなかったのですが、非常にキーポイントになるような技術です。それを顕在化していきたいですね。

天然ガス資源の安定供給を目指して

小野 濱川さん、メンブレンリアクターによる天然ガスの有効利用技術について、お願いします。

濱川 メンブレンリアクターというのは膜型反応器ですが、この膜型反応器によって、みんなが利用できる方法論、“産総研モデル”によって、天然ガスの有効利用技術を実用化に近づけられないかという研究を行っています。

海にある天然ガスをいかに安く日本に持ってくるかというところが、天然ガスをうまく使うための技術的なハードルになっているわけですが、天然ガスをそのままガス状態で持ってくるのは大変なので、天然ガスを液化します。そのまま液化するとお金がかかってしまいますので、エタノールなどのアルコールに変えて持ってこようと。これをGas To Liquids (GTL) といいます。この技術があれば、アジア・オセアニア地域にある中小のガス田も有効に使えるのではないかとされています。ただ、天然ガスから合成ガスという中間体を經由するため、合成ガスを作るのにたいへんコストがかかり、プラント規模が大きくなってしまいうことで、天然ガスの有効利用の1つの壁になっていたわけ。そのため、コンパクトな省エネができるような合成ガスのプラントが熱望されていました。

コンパクト化学プロセス研究セン

ターは、コンパクトなもの、ここでは“シンプルな”と言ったほうがいいのかもわからないのですが、小さくて、シンプルなプロセスをつくれないう研究をやっています。そのコンセプトにきわめて合った反応系ではないかと思っ取り組みました。

まず、天然ガス(メタン)から合成ガスをつくる場合、半分燃やします。これを部分酸化反応といいます。これを部分酸化反応でするとどうしても空気を使います。空気中には酸素だけでなく、窒素も含まれているのですが、出来上がった合成ガスの中に窒素があると邪魔をしてしまうので、窒素を取り除きたいということで、今まで、酸素をつくるプラントと反応するプラントと2つあったわけ。それを私は空気分離膜と反応を一緒にできるような膜型反応器を提案して、2つのプロセスを1つにできないかということを考えました。

酸素イオンと電子がともに固体中を移動するようなセラミックスを介して、チューブの内側に触媒を乗せて、内側にメタン、外側に空気を送ると、このセラミックス中に、空気中の酸素だけが溶け込み、そのままメタン側にポンプされます。ポンプされた酸素がメタンと反応して、合成ガスができるので、チューブの中にメタンと空気をそのまま導入するだけで合成ガスができる、分離と反応を一緒にすることができる、というコンセプトを提案したわけ。

このコンセプトには、材料、触媒、実用システムの3つの壁がありました。材料の壁は、高い酸素透過性能を持った材料の開発です。触媒の壁は、どうしても触媒上に炭素が析出してしまい、反応を阻害してしまうことと、触媒と膜が反応して別のものになってしまうため、酸素が動けなくなってしまう。また、実用システムの壁は、セラミックスメーカーや大学、私たちがそれぞれ独自で研究をしますから、統一のシステムがないのです。比較しているものの土俵が違うし、こんなものをつくるというコンセプトがないので、技術の集積が困難になります。

それらに対してどういうアプローチをしたかといいますと、材料の壁については、高い酸素透過性能をもつ材料の開発にはマンパワーが必要ですから、私たちが取り組むべきものではない。私たちは、みんなが利用できるような方法論を提案できれば、実用化の壁も、死の谷も越えられるのではないかと考え、その際に、触媒の壁と実用システムの壁をブレイクスルーしようと思いました。

炭素析出の課題については、研究をしていく間に、格子酸素が析出した炭素を燃やしていくという自己再生機能を持つということを見つめました。これをうまく使えば、炭素析出を抑制できるのではないか。この格子酸素利用による劣化抑制は、酸化反応すべてに関わるということで、普遍的な作用機構の提案につながっています。

みんなが利用できる
方法論としての
産総研モデルを
提案する。

濱川 聡



一方、OCMR (One Component Membrane Reactor) というのは、新しい概念のメンブレンリアクターです。他人同士が喧嘩すると大きな溝ができますが、兄弟や親子で喧嘩する程度なら、何とか修復する可能性もあるということで、触媒と膜が同じ組成ならば、ある程度反応しても大丈夫だろうと考えて、そこにすべて格子酸素がうまく通れるようなシステムをつくりました。

このような汎用的なモデルを、大学などマンパワーがある研究機関が使えば、材料の壁を突破するだけでなく、触媒の壁、実用システムの壁を同時に突破することができるのではないかと。この“産総研モデル”を利用して、死の谷から駆け上がり、天然ガスをわが国に安全に供給できないかと考えています。

基礎研究と社会的応用をつなぐ動機

理事長 濱川さんの“産総研モデル”というのは、みんなが分野の中に閉じこもらないで、いろいろな分野で利用できるということですか。

濱川 私はもともと狭いと言われた電気化学屋ですが、固体化学や電気化学をやってきた人間が触媒の研究室に就職したので、今まで使っていたイオンを動かすということを使えないかと思ったのです。触媒の世界では、今までも格子酸素とか固体の酸素は使われていたのですが、それを制御するという発想はあまりなかったんですね。私はそれを制御する研究をしていたから、できたということなんです。

これは、私のやっている反応だけでなく、普通の酸化反応やケミストリーにも全部当てはまることなので、こういうふうに格子酸素を使ってやれば劣化を抑制することができますよ、ということを提案したいのです。それ

とともに、みんなが使えるようなシステムの提案をするということで、「みんなが使える方法論」と。最初はこういう研究をやっている人たちに使っていただくところから始まるわけですが、今まで動かなかったと思われていた格子酸素を動かすという概念は、アイデア、知識を使えば可能になることもあるということが伝わればと思います。

理事長 なるほど、これはアイデアとしては大変なことですね。そのためにはいろんな形やシステムとしての考えがなければいけなかったのですね。

赤松 天然ガスの問題を解決するために、いろいろな分野の人たちが集まってきて、その中でどういう技術が使われていくかというふうに動いているのでしょうか。天然ガスの問題と、濱川さんの膜の話がどういうモチベーションでこういうところに入っていくのかという、いわば基礎的なところとほんとうの社会的な応用をつなぐのは、どういう動機によってつながっていくのかということなのですが。

濱川 今も経済産業省の委託費でGTLプロジェクトが新潟で走っています。この分野に関しての研究は、大型のガス田を対象にした研究と、中小を対象にしたものということで、ある程度分かれるような気がします。GTLの商業化はほとんどないのですが、いずれ、アジア、オセアニアにある多くの中小の未利用のガス田を利用しなければエネルギー供給できません。それを利用するためのエネルギーをあまり使わないような技術をしっかりとつくっておくということです。

赤松 メンブレンコンパクト化プロセスという、基本的に小さいものをいかにうまく使っていくかという概念が解

決ニーズとして、そういうことを目指すということですね。

濱川 そうですね。小さくというか、コンパクトです。

理事長 “コンパクト”という名前をつけるときに、皆さん、大変苦勞しましたけど、どうですか。

濱川 みんなに聞かれます、「コンパクトってどういう意味なの？」そういう意味では、インパクトがあります。覚えてもらうことは大切ですし、その中にいろいろな僕らの思いがある中での一言なので、良かったと思います。

統合過程で見えてきた新分野

理事長 今日の3人の話を聞くと、統合的なんですね。具体的な製品をつくるためには統合しなければならないということだけれども、統合過程の中で、1つの新しい学問分野が見えてきているという意味では、これは本当に第1種基礎研究に戻ってくる、非常に成熟してきているという感じがします。

香山 研究者は、基本は保守的ですし、学生時代に習った路線や今までやってきた分野を守りたい。だけど、産総研になって、サバイバルをどうするか真剣に考えたときに、世の中で一番必要な技術のところ、自分が今までやってきた技術を発展し、生かそうというふうの流れ込んでいるんですね。それは非常にいいことで、私たちのグループも電子顕微鏡とか第一原理計算をその方向にどう生かすかということで、はっきり言って苦闘してきたわけです。特に、研究費をとるという問題でかなり苦闘してきました。そして、実際に出口に近い研究をしている人たちと連携することで課題が見えてきて、そのために何をすべきかがわかってき

て、回転してきました。

ものをつくっている人たちも、いい材料ができて、なぜいいのか、ということがわからないと次の開発へ回転しないのです。だから、死の谷を乗り越えるだけではなくて、死の谷の中の経験から次のヒントがいっぱい生まれてくるのです。でも、つくるグループだけでやっていたら、たぶん、調べる時間も余裕もないでしょう。

私たち第一原理計算や電子顕微鏡をしているグループがこういうものを見て、それで材料開発や評価試験のグループがヒントを得て、次のステップに上がることができると思うのです。

理事長 なるほど、そこですね、すばらしい。

メンブレンリアクターの電子をなぜ燃料電池として使わなかったのか

玄地 濱川さんに伺いたいのですが、メンブレンリアクターは、これは電子を取り出せば燃料電池として使えますね。燃料電池で使ったほうがエネルギー的に得になるし、海の上でやるのであれば電気もとれるので得になると思うのですが、なぜ、そうやらなかったのですか。LCAで考えると、海の上の中小ガス田の上でこれをやるのがいいのか、全部を持ってきて港でやったほうがいいのかとか、そういう話がすぐ問題になります。

濱川 今のところ、全部持ってくるためにはメタンを1回液化しなければいけないですから、マイナス百何十℃まで落とすというエネルギーと、気体をこれだけ小さくして持ってくるにはものすごいエネルギーがかかるし、そのエネルギーを保持しなければいけません。

輸送のコストを考えると、その場でメタノール、アルコール、ガスにする

のが一番いい方法です。ガスにするまでいなくても液体にするのがいいので、そのときに燃やしたほうがいいのか、酸素を分離膜にしたほうがいいのかというところに関して言うならば、漏れない材料でやるならば燃料電池でかまわないと思いますが、燃料電池というシステムは複雑になります。私たちは、ある意味、筒を置いておくだけでかまわないので、全体にシンプルになる。それもコンパクトの1つなのです。

玄地 LCAでもそういういろいろなプロセスをきちんと見ながら、環境影響はどうなのだ、というのをやるときに、必ず圧縮プロセスが非常に効いてきて、何気圧にするかというところとか、あと大型化できるかできないかによって、結果がだいぶ変わってきてしまうので、この辺は悩ましいところです。

環境、経済、社会の問題を整理しながら議論する LIME

香山 LCAはCO₂問題を扱っているのですが、地球温暖化問題という環境に対するインパクトがかなり違いますね。

玄地 そこで、先ほどお話ししたLIMEが生きてくるのです。LIMEは、環境問題をどうやって考えたらいいかというのが非常に整理されていると私は思っています。出てきた物質がCO₂だと、温暖化という話にすぐ結びつきますが、LIMEはグローバルウォーミングポテンシャルに落とすとどのくらいで、それによって放射抑制力がどれだけ変わるのかとか、そういう知見が全部入ってきて、それを定量的に持ってくると、地球温暖化としてこれだけ効くということが構造化されて、問題が議論できるようになっています。

LCAは、環境だけを扱っていますけ

れども、CO₂問題には政治的な話もありますし、環境の問題、経済の問題、社会の問題もあります。それぞれどうやって定量的に議論していくかということを引きちんと体系づけることが、私たちの課題でもあります。

濱川 LIMEは日本版と書いてありますね。環境容量もそうだし、被害の選定の評価などは欧米とは関係ないのですか。

玄地 関係ない話と関係ある話と混ざっています。大気汚染などは非常に地域性が高いし、地球温暖化については、CO₂がどこで出ようが関係なく、地球温暖化の対策の話はできますが、例えば、有害化学物質や生態毒性、酸性化、富栄養化は非常に場所の影響を受けます。被害量については、日本独自の被害量になるので、そのために日本版という形になっています。

濱川 それを標準化するという事は難しいですか。

玄地 評価できる物質、環境問題への影響について、評価ステップとして、特性化、被害評価、総合化というステップを踏ましましょうという構造は、国際的に決まっています。

理事長 最初の話に戻るのだけれども、LIMEというのは、企業の中で使われているという話は聞いているけれども、こういう考え方があるというのは非常に大事なことなので、テクノロジーとしてそれを使うということではなくて、サステナビリティのように、一般の人が自分の生活問題として考えるというところに、どうして結びついてこないのかな。

このエンドポイントは実生活の話、まさにサステナビリティそのものです。行動原理を与えていくわけでしょう、こういうふうにするればこうな



サステナビリティの
次のステップ
「監視から行動へ」。

吉川 弘之

ると。これほど、すばらしいものはないと思うけれども、難しすぎるのかな。

小林 これを自治体なり、政府なりが、ポリシーというか、政策に結びつけていかないと回らないのか、ということですね。それをどういうふうにするか、ライフサイクルアセスメント研究センターとしてはそこまでは考えていないのですか。

玄地 そこを目指していますけど、やはり簡単に受け入れられる話ではないのです。

要は、単一指標化というときに、人間健康、社会資産で重みづけをしますが、簡単にいいますと、人間の1年間の寿命が、損失余命1年間で1,000万円くらいです。そうすると、それで本当にいいのかとか、あるいはCO₂の価格も2円/kgくらいだったり、年によって変わりますし、さらにはCO₂の市場もありますし、1つの価格ではあわせない、いろいろな価格の議論があります。その中で、「私たちはこういう値で議論して出していますよ。皆さん、これでいいですか。」というときに、受け入れていただけるかどうか、やはり議論が必要になりますけど、まだそこまでいっていないのかなと。

理事長 定量的議論に入ってしまうと、いろいろと話が出てくる。逆に言うと悪いけれども、定量化を目的にすぎると、使ったデータがおかしいと

か、自分の価値評価は違うとかね。定量的な議論になってしまう。そういうことはあまり問題ではないわけでしょう。それはいくらだっても変わってくるわけですからね。

玄地 最後に現場と付き合っ、お話しするときには、結局、数字になってしまうものですか。

理事長 そうだけれども、そこが我慢のしどころというか。数字で負けても、本来負けたことにはならないわけですね。

小林 おっしゃるとおり、最後は決断なんですね。客観的なデータを積み上げていかないと判断はできないからやるのだけれども、最後は、まさに評価。これは評価の一般論なのです。

玄地 LCAのLIMEは、構造をつくったことが非常に重要だと思っています。1個1個は他人のデータで、他人の成果ですけど、それをこうやってまとめ上げたということが非常に重要だと私は思っています。

理事長 そうそう、業績はそこにあるわけですね。実は、サステナビリティというのはそういうことですね。CO₂が出た、それを売買する、という話になるから、すぐ定量的になる。定量的になるとわかりやすいという面はもちろんある。でも、本当は、自分の行動

がどういうものに影響を与えるかという、インベントリでしたか、連鎖関係が大事なんですね。これはなかなか一般の生活の中では理解しにくいにしても、そこを理解するというのを目的にしないといけないということでしょうね。

非常に期待されるし、サステナビリティといったら、次のステップへ、要するに「監視から行動へ」という、やはりこれしかないのだと思います。影響因子を明らかにし、最終的にそれが少なくとも定量的に評価できるということまで出てきたとすれば、これを具体的に、例えば政策にどういうふう反映していくか。

玄地 どこまで出していいかということが定量的にきちんと議論できて、それとの比較でと思っていますが、あるいは現状をもとにして、現状からどこまで下げられるかということを引きちんと議論しながらやっていくというのは、今のCO₂排出などもそうになっています。

理事長 今日の3人は、本格研究とは何かというのが非常によくわかるお話でした。このような話はぜひもっと広げてほしいですね。

小野 3人のお話は、いろいろなことが込められているように思います。いろいろな場で発表していただいて、みんなに見ていただきたいと思います。今日はありがとうございました。

地域施策に対する L C A 適用手法の本格研究

ライフサイクルの視点で地域や地球の環境を考える

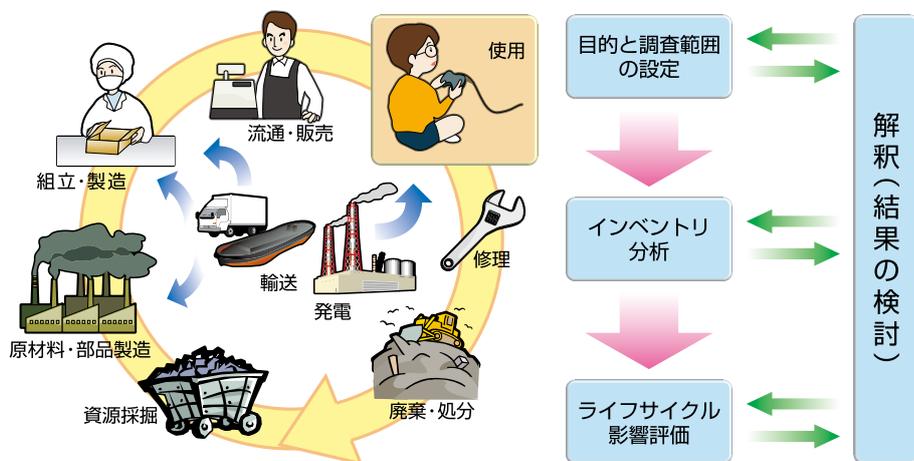
ライフサイクルアセスメント

ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) は、製品やサービスの環境への影響を評価する手法です。対象とする製品やサービスを産み出す資源の採掘から素材の製造・生産を経て、製品の使用・廃棄段階に至るまでのライフサイクル全体を考慮し、資源消費量や排出物量を求め (インベントリ分析)、その環境への影響を総合的に評価 (ライフサイクル影響評価) します。LCA は、製品の環境調和性を評価する手法として国際標準化 (ISO14040 ~ 44) され、すでに多くの企業で広く活用されています。

産総研ライフサイクルアセスメント研究センターでは、環境に配慮した地域施策の設計・実施に寄与することを目的として、LCA を製品だけではなく、地域施策や活動にまで適用するための手法の開発を進めてきました。

現在の環境対策の難しさ

かつての公害問題に代表される、原因と結果の因果関係が明確であった時代の環境対策は、環境基準を満たすように地域内に規制や対策を行うことで十分でした。これは、現在の環境アセスメントにつながっています。しかし、現在の環境問題は、化石エネルギー起源の二酸化炭素 (CO₂) 排出が地球温暖



LCA (ライフサイクルアセスメント) とは?

化に大きな影響を与えているように、誰もが環境問題の原因の一部となっています。さらに、今はまだ影響は小さくても、将来、地球温暖化が地球上の多くの人々の生活に大きく影響すると予測されており、将来のための対策を今打たなければいけないという構図になっています。この、誰もが原因で、しかも現時点では対策の具体的な効果が見えにくい問題にも対処しなければならないことが現代の環境対策を難しくしている一因です。このように、複雑でわかりにくい対策の具体的な効果や活動による環境負荷を、さまざまな連鎖をたぐって数値で見えるようにする手法が LCA なのです。

さまざまな連鎖を考えて環境対策を練る

地域での環境対策や活動を対象とした場合、主に製品を対象とした LCA と比較して、以下の3点が地域の方々の話し合いの中で重要項目とわかりました。

①地域特性を考慮

通常、LCA では製品の製造工程や使用段階など製品のライフサイクルにかかわるデータを用いて環境負荷の定量化を行います。地域施策の場合も、行政だけではなく住民をはじめさまざまな層の合意を得ることが重要です。対象地域の実態を調査してデータベース化することが、さまざまな層の信頼を得る近道でした。また、産業、人口、土地利用、廃棄物の種類、輸送条件などの地域の実データを施策に効率的に反映させ、どのようなシステムが望ましいかを検討するシミュレーション解析ツール (RCACAO) を開発しました。環境に配慮したシステムを輸送、施設立地とともに数値地図上に示すことで、複雑な地域施策の立案を容易にする試みを行っています。

②時間変化を考慮

地域施策は主に地域住民を対象として行われるため、将来にわたる対象人



東京大学大学院工学系研究科修了後、精密機器メーカーに勤務。大学に戻り博士課程で、都市ヒートアイランドとエネルギーシステムに関する研究を開始しました。博士 (工学) を取得後、1999 年に旧資源環境技術総合研究所入所。ヒートアイランドと共に都市エネルギー需給分析に関する研究に従事。都市から地域に、エネルギーから環境問題全般に対象を拡張して 2003 年より地域施策に対する LCA 適用手法の研究開発をしています。

玄地 裕 (げんち ゆたか)
安全科学研究部門 (旧ライフサイクルアセスメント研究センター) 社会と LCA 研究グループ

口の変化は重要な考慮事項です。施策によっては人口変化のような時間変化を考慮しなければいけない場合も生じます。定常的に生産・消費・廃棄されるため、工業製品の環境負荷を時間的に変化しないと見なして議論してきた場合とは異なる対応が必要なケースを考慮して、時間変化を取り入れた分析や影響評価を行うことで地域施策の性質に対応した評価を実施しました。

③ 施策の整合性と環境への配慮

ある環境対策が必ずしもすべての環境問題に対して有効であるわけではありません。例えば都市部のヒートアイランド問題は、夏の気温が高くなる環境問題ですが、冬の暖房需要が冷房需要よりも大きい地域では、夏の気温を下げる対策を打つと、冬にも気温が下がってしまい、暖房需要を大きくして

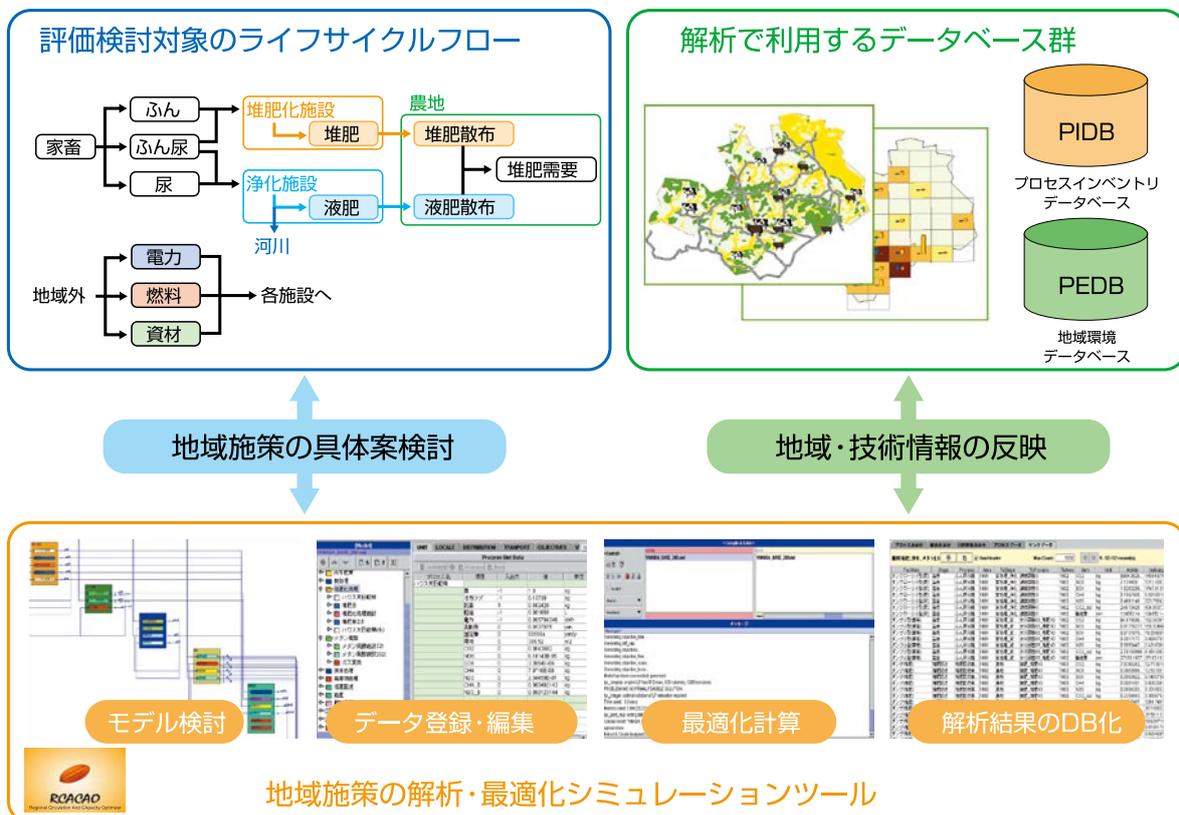
しまうことがあります。その場合、暖房用のエネルギー消費が増えてしまい、結果的に年間の空調エネルギー消費を増やしてしまうこともあるため、地球温暖化の対策にはなりません。このように地域の環境対策がほかの環境問題を悪化させる方向に働くこともあるため、地球温暖化やさまざまな環境問題との連鎖関係を考慮しながら対策を策定することが重要です。同様に、環境問題だけではなく、地域的配慮も重要です。他地域の環境を悪化させる環境対策では困るのです。したがって、研究開発の中では、ほかの環境問題、地域的影響を考慮するため、環境の連鎖やモノの地域間のやりとりを考慮した検討を行いました。

一方、地域の施策や活動の多くは、環境対策が主目的ではなく、まちづく

りのように地域活性化を目的とするような種類のものです。このような地域施策は、環境負荷を考えればやらないほうがよい場合もあります。こうした施策の評価に、LCAの結果を利用した「便益／環境負荷」で表される環境効率指標を適用しました。この指標は、小さな環境負荷で大きな価値を創造できるものほど大きくなります。まちづくりの価値と環境負荷をそれぞれ比較することで複数のまちづくり案の環境効率指標による検討を行いました。

環境面からみた持続性指標への道

LCAは環境影響を定量化する手法です。LCAで計算された環境影響の大きさと私たちの生活との関係を議論することで、環境面からの持続性指標への発展が期待されます。



シミュレーションツールの構成

材料基礎解析の創造的展開による本格研究 ユビキタスエネルギーデバイス開発への貢献

エネルギー環境デバイス開発における材料開発の重要性

地球レベルのエネルギー環境問題が年々深刻化しており、確固とした技術開発で問題解決に貢献することが、私たち産総研に課せられた重大な使命です。例えば、高効率・長寿命の燃料電池や、高エネルギー密度の蓄電池（リチウムイオン電池など）が開発されれば、CO₂、排ガスを排出しない電気自動車は広範に実用化され、地球環境問題へのインパクトはきわめて大きいと言えます。しかし、実用化の性能要件を満たすデバイスを開発するには、主として「材料」に大きな障害が存在します。

例えば、固体高分子形燃料電池の発電反応の場である電極触媒は、白金微粒子を炭素材料に分散させた構造ですが、使用する高価な白金量に比して反応効率は低く、白金の溶出や炭素の腐食など劣化も深刻です。安価で高効率、耐久性に優れた電極触媒の開発が求められています。正極物質と負極物質の間でリチウムイオンを出し入れして電気を蓄えるリチウムイオン電池では、リチウムを高密度に収容し、出入りを繰り返しても劣化しない電極材料の開発が鍵を握りますが、まだ達成されていません。結局、エネルギー環境デバイスの開発は、いかに優れた機能材料

を開発するかにかかっています。

材料基礎解析の役割

デバイスでは、物質・材料をそのまま用いるのではなく、ナノ構造やナノ組織を形成させ、表面・界面で電子や原子・分子の複雑な挙動を発現させるわけで、材料開発は簡単な作業ではありません。そもそも、原子・電子レベルで何が起きているのか、機能発現や劣化のメカニズムを理解することが必要です。そのために、電子顕微鏡観察や表面科学実験（走査プローブ顕微鏡など）、第一原理計算といった「材料基礎解析」が有用です。優れた材料が見つかった場合も、なぜ優れているのか、その機構を微視的レベルから探ることで、高次の設計指針など、新たな発見や改良に繋げることが可能となります。

電子顕微鏡観察では、原子レベルの高分解能像に加え、電子状態や局所組成分析、ポテンシャル分布の計測が可能で、もちろん、デバイスの使用環境や使用直後の電極材料の観察には、特別の工夫が必要です。第一原理計算は、計算機と計算手法の進歩で、高精度の解析を複雑な材料に適用することが可能となりつつあり、電子顕微鏡や表面科学実験との組み合わせが有効で

ユビキタスエネルギー研究部門での新しい取り組み

材料基礎解析を材料開発と組み合わせることの重要性は自明のことですが、実際に機動的に融合して進めることは、それほど容易ではありません。基礎に携わる研究者は、解析しやすい系を選んだり、解析が自己目的化する傾向があり（図の左上参照）、自然発生的には連携や融合は無理です。

私たちの研究ユニットは、開発と基礎とが同じフロアで連携・融合して研究を進めることを組織設計理念の1つにしており、基礎を担当するナノ材料科学研究グループでは、材料基礎解析を本格研究でどう位置づけるかを議論してきました（図の上部参照）。基礎解析の役割として、①死の谷を乗り越えるための解析・探索、②解析を通じたシーズの発見・普遍化、と捉え、そのために、(a) 開発グループとの連携・融合化、一方で、(b) 知見の継続的な体系化を進めてきました。具体的には、①開発・評価グループとの連携による課題の明確化、②実際の材料やデバイスの観察技術の確立、③理論計算と電顕観察などとの融合技術の確立に取り組み、各種課題の研究を進めてきました。

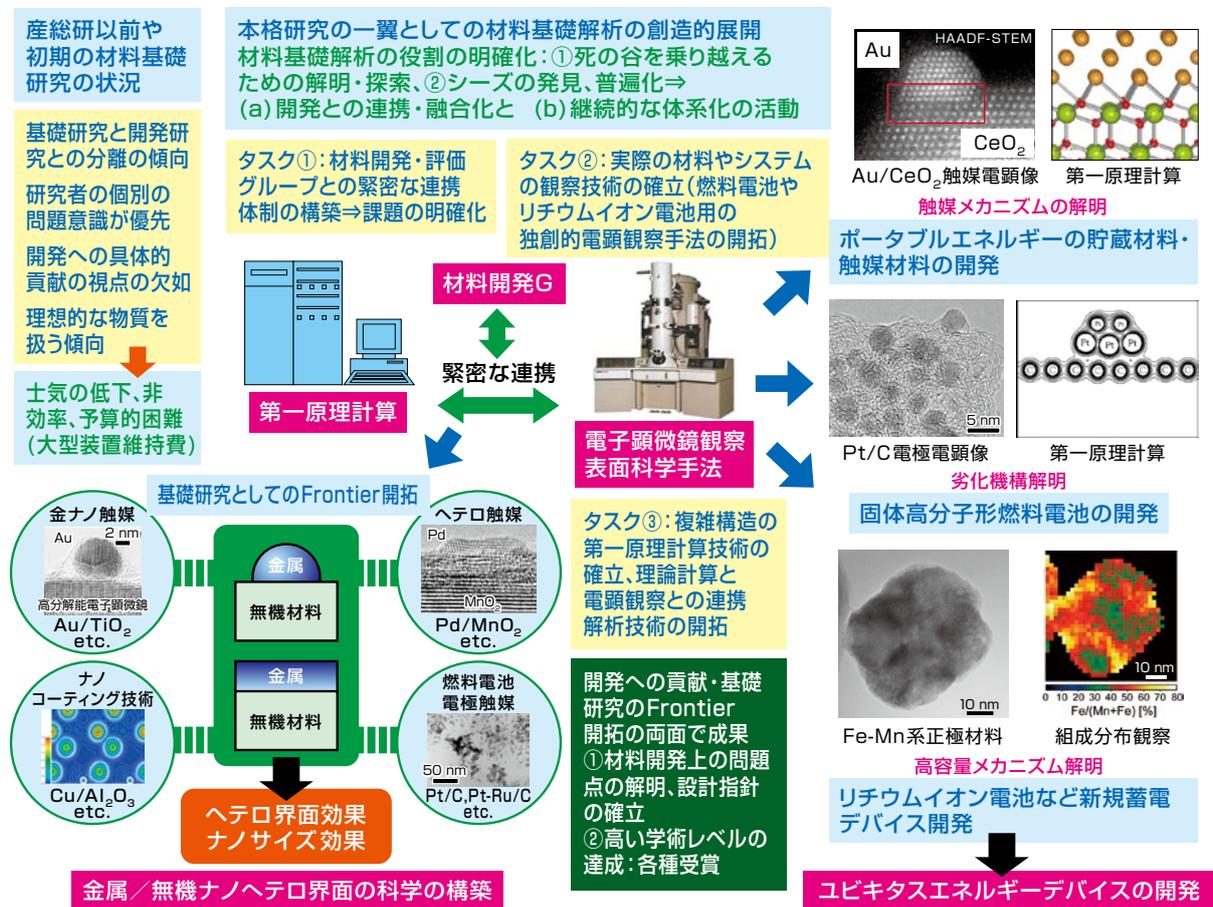
研究例：ナノヘテロ触媒、燃料電池電極、リチウムイオン電池正極材料

本格研究の一翼としての材料基礎解析の展開は、産総研の中でもユニークなものとして自負しています。私たちのグループの最近の成果を紹介します（図の右部参照）。図の右上は、燃料電池の燃料の水素ガスからCOを取り除くAu/CeO₂触媒の構造観察（秋田知樹主任研究員）と第一原理計算（田中真悟研究員）です。雰囲気に応じてAuナノ粒子が特異な動的挙動をすることが



第一原理計算など計算材料科学の研究が専門です。1990年ごろより材料界面を中心に電子顕微鏡観察など実験と計算との連携研究を開始しました。現在は、金属/無機ヘテロ触媒などさまざまな金属/無機界面系のほか、燃料電池やリチウムイオン電池の電極材料など、エネルギー環境デバイスの鍵となる材料系の研究を推進しています。旧大阪工業技術試験所入所。現在、大阪大学大学院理学研究科招聘教授併任。

香山 正憲（こうやま まさのり）
ユビキタスエネルギー研究部門
上席研究員、ナノ材料科学研究グループ



ユビキタスエネルギー材料開発のための材料基礎研究

発見され、界面電子状態からの機構解明に取り組んでいます。図の右中央は、燃料電池電極触媒の電顕像（秋田知樹主任研究員）と第一原理計算（岡崎一行科学技術振興機構研究員）です。電顕観察から電極の劣化の様子が初めて詳細に解明され、計算から白金/炭素界面の相互作用の様子がわかってきました。図の右下は、リチウムイオン電池の高容量Fe-Mn系正極材料の電顕観察（吉川純産総研特別研究員）です。組成分析から粒子がFe-richとMn-richのナノドメインで構成されることが判明し、これが高容量の原因と考えられ、開発指針が得られています。

一方、こうした研究の知見は、金属/無機ナノヘテロ界面の科学として体系化でき（図左下）、基礎研究の立場

からもフロンティアを拓くものといえます。実際の材料を扱うことと基礎研究としてのレベルを上げることは、本来は矛盾することではなく、表に示すように若手の研究員を中心に多くの賞を受けています。MRSや国際顕微鏡

学会のポスター賞など国際的に価値の高い賞も含まれています。産総研における第1種基礎研究のあり方のフロンティアを開拓していることに自負と誇りを持って進めています。

研究グループからの最近の主な受賞

2004年度	日本金属学会 2004年秋期大会 優秀ポスター賞（電顕）市川聡 英国物理学会より fellow の称号授与（計算）香山正憲 MRS 2004 Fall Meeting Poster 賞（電顕）2件 秋田知樹、市川聡 日本MRS 2004 シンポジウム 奨励賞（計算）田中真悟
2005年度	触媒討論会 優秀ポスター賞（電顕）秋田知樹 日本MRS 2005 シンポジウム 奨励賞（計算）田中真悟
2006年度	国際顕微鏡学会 ICM-16 ポスター賞（電顕）秋田知樹 IUMRS-ICA 2006 Best Paper Award（電顕）秋田知樹 日本金属学会金属組織写真賞 B 部門入賞（電顕）田中孝治
2007年度	日本顕微鏡学会第63回学術講演会優秀ポスター賞（電顕）吉川純

天然ガス利用時代を拓く本格研究

メンブレンリアクターによる合成ガス製造技術

天然ガスの安定確保を目指して

天然ガスは石油に代わるエネルギー資源ならびに化学工業原料として、幅広い利用が期待されています。天然ガスの高度利用時代の到来には、天然ガスから合成ガス（水素と一酸化炭素の混合ガス）へ高効率で変換する技術が鍵を握っています。私たちは、合成ガス製造プロセスの省エネルギー化やコンパクト化を可能とするセラミックス膜を用いた新しい変換システムを開発してきました。具体的には、酸素イオンと電子が共に固体中を伝導できる性質を持つ混合導電性セラミックスを隔壁としたメンブレンリアクター（膜型反応器）を用いて、天然ガスの主成分であるメタンを合成ガスへと変換するシステムの開発（図1）です。

混合導電体を隔壁として、一方へメタンを、他方へ空気を導入すると、空気中の酸素だけがイオンの形で混合導電体中に取り込まれ、これが膜間に生じた酸素の電気化学的ポテンシャル差を駆動力にして、メタン側へ伝導し、最終的にはメタンと酸素が触媒上で反応して合成ガスを製造するというものです。酸素イオンの伝導メカニズムは固体電解質型燃料電池（SOFC）と類似のものですが、大きく異なる点は酸素イオンが自発的に固体中を伝導することです。そのため、電流を流すため

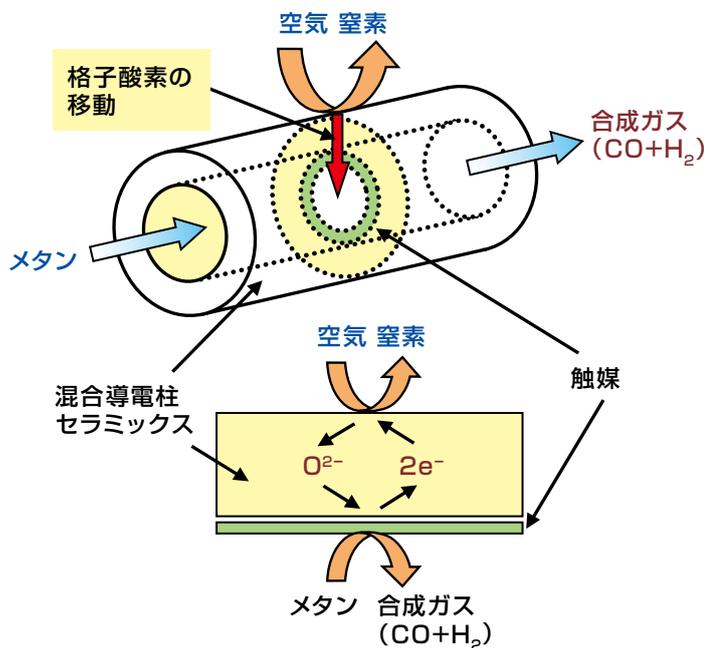


図1 セラミックスメンブレンリアクターを用いた合成ガス製造
空気中の酸素を取り込みメタンと反応させることにより合成ガスが製造できる

の配線のような外部の複雑なシステムは不要です。

また、図2に示すように、空気からの酸素の製造（分離工程）とメタンとの反応（製造工程）という、2つの工程を同時に行うことができ、システム全体の大きさをコンパクトにまとめることができるので、省エネルギーでコンパクトなシステムが要求される天然ガスの産地でのオンサイト変換に適していると言えるでしょう。

実用化研究が課題を発掘？！

天然ガスをメンブレンリアクターのチューブに入れるだけで、合成ガスができるユニークな特徴をもつこの技術も、ほかの技術のように実際に実用化を検討していく段階で、やはりさまざまな壁（死の谷）があることがわかってきました。合成ガスを連続で大量に製造するためには、酸素を大量に供給できる能力をもった混合導電体の開発（材料の壁）、炭素析出などによる活性劣化しない触媒の開発（触媒の壁）、そして、システムの長寿命化とスケールアップのための技術の集積化（システム化の壁）などです。それぞれの壁を乗り越えるために、私たちを含めて、大学、企業などの研究機関で活発な研究開発が進んでいます。この様な状況の中、私たちは、死の谷を越える手法として、より普遍的で汎用的な方法論（私たちは、「産総研モデル」と呼んでいます）を提供することが、五里霧中の死の谷をみんなで越える地図を示す



1994年名古屋大学大学院工学研究科博士課程を修了し、旧物質工学工業技術研究所に入所しました。2000年にはカリフォルニア大学バークレー校で1年間の在外研究をしました。2002年より、つくばセンターから東北センターへ拠点間異動しました。これまで、膜と反応を融合したメンブレンリアクターの開発を主軸として研究開発を行ってきました。シンプルで新しいプロセスの開発を進めている毎日です。

濱川 聡（はまかわ さとし）
コンパクト化学プロセス研究センター
膜反応プロセスチーム

ものと考えて、これまで研究をしてきました。ここでは、その一例として、「触媒の壁」を乗り越えるために、私たちが提案している方法論について紹介します。

私たちは、これまでにある種のペロブスカイト型酸化物に金属ニッケルを担持した触媒がメタンの変換活性だけでなく、触媒の劣化につながる炭素の析出が少ない触媒であることを見いだしました。ここで、ある疑問が湧きました。なぜ、ペロブスカイト型酸化物を担体に用いると、炭素析出が抑制されるのだろうか？これは、大きな疑問でした。これまでも炭素析出を抑制する作用機構は提案されているので、それらに照らし合わせて、詳細な検討を行いました。いずれの機構にも疑問を解く鍵は見あたりませんでした。そんなとき、私たちが取り組んでいるセラミックスメンブレンリアクターのことを思い出しました。セラミックスメンブレンリアクターは、ペロブスカイト型酸化物などの酸化物中に遷移金属などをドーピングすることで酸素の欠陥と電子導電性を意図的に導入し、酸化

物固体中の酸素を移動させるものです。一方で、私たちが見いだした触媒も同様のペロブスカイト型酸化物担体を用いています。ならば、酸化物中の格子酸素の移動が炭素析出の抑制に寄与しているのではないかと考えました。そこで、触媒担体として用いている酸化物中に遷移金属を部分的に置換して、混合導電性を触媒担体に付与してみました。

その結果、混合導電性が発現することにより、さらに炭素析出を低減することができ、その抑制効果は固体中の格子酸素の移動しやすさとよい相関があることがわかりました。さまざまな検討を行った結果、これは図3に示すように、触媒自体が自らの担体中の格子酸素を、析出した炭素と反応させて取り除き、失活を抑制していることがわかりました。これは全く新しい触媒劣化の抑制機構といえます。

私たちは、これをself anti-coking performance（自己炭素析出抑制機能）と命名しました。この作用機構は、触媒中の格子酸素が移動（拡散）できる性質を持つ担体を用いた触媒ならば、

適用可能な普遍的な機構であり、新しい触媒開発にとっては汎用的な開発指針を与えるものと言えます。

第2種基礎研究から第1種基礎研究へ

材料開発はどうしても網羅的なトライ&エラーを繰り返すため、マンパワーが必要となり、研究人材が豊富な大学などの研究機関が有利です。もちろん、触媒も材料開発が主軸となるため、網羅的なトライ&エラーの積み重ねとなりますが、できるだけその労力は軽減したいものです。今回、私たちが提案している「産総研モデル」は、これまでの第2種基礎研究で得られた知見（いわば独立した個別事象）を活性劣化の作用機構の解明という固有の概念でつなげることで、初めて現象を解明できたものといえます。これは、まさに、第2種基礎研究が生み出した第1種基礎研究と言えるのではないのでしょうか。私たちは、より普遍的で汎用的な方法論を社会へ還元することを目指して、今後も研究開発を行っていきます。

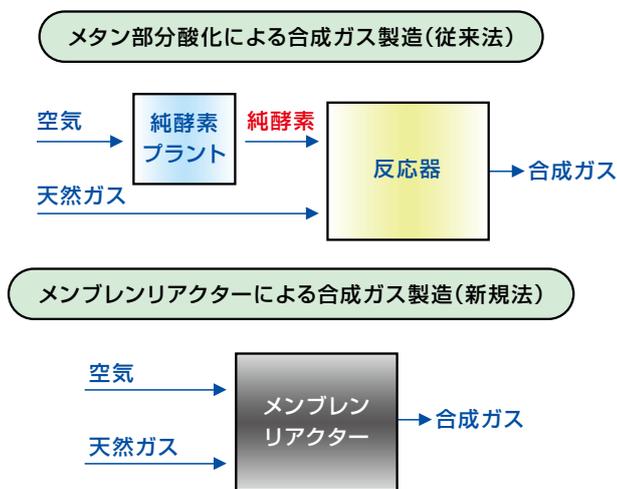


図2 セラミックスメンブレンリアクターによる合成ガス製造工程のコンパクト化
メンブレンリアクターを用いると、工程数が少なくなるとともに分離工程に必要なエネルギーが少なくなる。

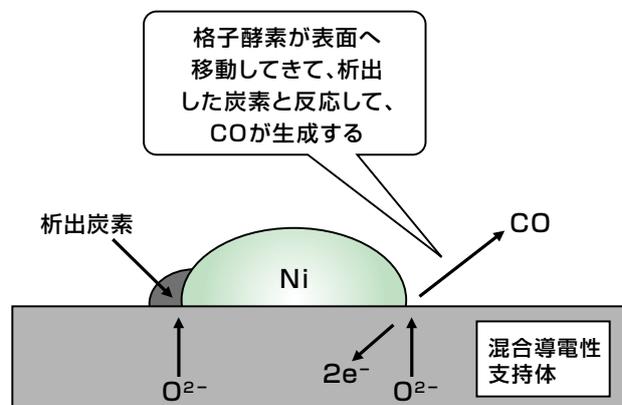


図3 self anti-coking performance（自己炭素析出抑制機能）による触媒劣化の抑制
ペロブスカイト型酸化物中の格子酸素の移動は、劣化を促す炭素析出を少なくする可能性があることがわかりました。

多項目診断用 POCT デバイス開発における本格研究 マイクロ化学チップによるバイオマーカー解析

POCT（医療現場での臨床検査）の必要性

病気の治療は、医療機関での受診・診断を経てスタートします。病気によっては正確な診断のため血液や尿などの中のバイオマーカーを測定して病態を把握する必要があります。これらは臨床検査と呼ばれ、診断などの病態把握のほかに治療方針の決定・予後判定のため臨床の現場では必要不可欠ですが、受診したその日に結果を知ることが少なく、数日後に検査結果が分かることが多いのが現状です。これはバイオマーカー測定自体に時間がかかる場合もありますが、多くの医療機関で臨床検査が外部の臨床検査会社に外注されることによります。2002年度厚生労働省「医療施設調査」によれば全医療機関10万4千施設のうち、規模が大きな医療機関である20床以上の病院（9,187施設）では全面的委託が2,103施設、一部委託が6,384施設にのぼっています。病院以下の小規模の診療所では全面委託が通常であり、日本の医療機関の大部分では検体検査は検査会社に外注されていると考えられます。これは多くの臨床検査項目のバイオマーカー測定には大型で高価な精密測定機器が必要で、臨床検査技師などの人件費も含め医療機関への経済的な負担が大きいことから今後ますます臨床検査

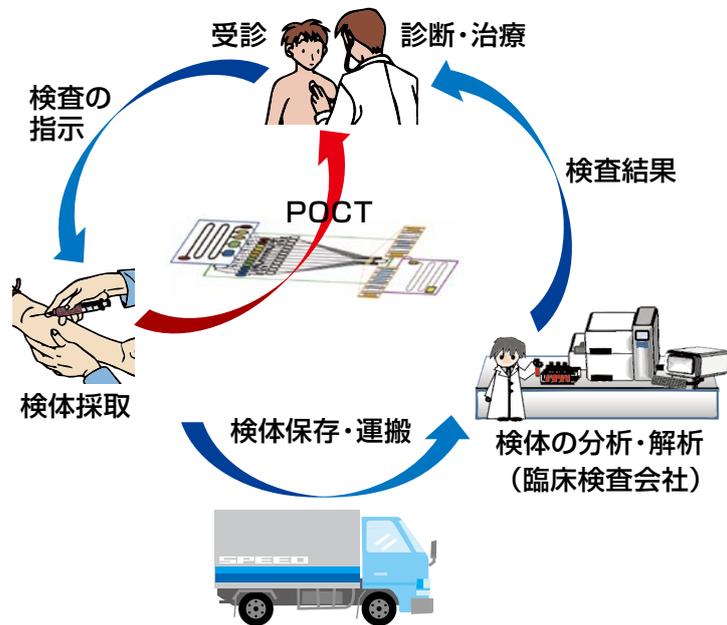


図1 従来の臨床検査とPOCTの流れ

会社への外注が増えることが予想されます。

患者の立場からは、受診したその日に確定診断されて治療が開始されるのがベストで、これらのニーズに対して「医療現場での臨床検査」Point of Care Testing (POCT)、つまり患者の傍らでの即時検査が求められています。血糖値測定やインフルエンザなどの感染症診断や、手術室で用いられる血液ガス測定装置などでは現場への導入が始まっていますが、生化学検査などのルーチン検査を含め大多数の臨床検査は臨床検査会社で行われているのが実

状です。

図1にLundbergにより提唱されたBrain to brain loopを基にした現状の臨床検査体制とPOCTによる臨床検査を示します。現在の臨床現場では患者から検体採取・検査法の指示・保存・運搬・検査会社での検査・検査結果の通知と時間と費用がかかります。患者の傍らでの検査では検体採取・検査法の選択と検査からダイレクトに結果が得られ、迅速な診断による適切な治療の開始・診療効率の向上・通院負担の軽減や早期診断による予防面からの医療費の軽減など患者と医療機関の双方に、さらには社会にとって大きなメリットが考えられます。

マイクロチップ電気泳動のバイオマーカー測定への応用

臨床検査会社で行われる精密で高価な機器を使うバイオマーカー測定を、患者の傍らで測定できるようにするには迅速・省検体・さらに医師が問診の途中でも扱える程度の簡易な操作で現状の検査機器を用いた場合のデータと



徳島大学歯学部卒、同博士課程修了（歯学博士）。徳島大学歯学部附属病院で歯周病の臨床医を10年以上経験後、同大学ゲノム機能研究センターにてユーザーの立場からマイクロチップ電気泳動の生物学的解析への応用研究に従事してきました。2006年4月より産総研健康工学研究センターに異動しバイオナノデバイスのバイオマーカー解析への応用研究を行っています。

片岡 正俊（かたおか まさとし）
健康工学研究センター
バイオマーカー解析チーム

遜色ない正確な検査データが得られるデバイス開発が求められます。近年、半導体作製技術に基づく微細加工技術を応用してプラスチックや石英を材質にして数センチ角のチップ上に μm 単位の幅と深さでマイクロ流路を形成し、この流路で電気泳動を行うことでDNA・タンパク質・糖・脂質などを高速・高感度・省検体で簡易に分離解析ができるマイクロチップ電気泳動装置が市販されています。解析対象は血中バイオマーカーと同様であるため、私たちはこれら市販のマイクロチップ電気泳動装置をはじめマイクロ化学チップを血中バイオマーカー解析へ応用することを試みています。

マイクロ化学チップ上での各種検査項目の解析

市販のマイクロチップ電気泳動ではDNAなどを対象にメチルセルロースなどをゲルとしてマイクロ流路で電気泳動し、標識DNAの高感度な検出

をレーザーを用いて行います。この特徴を生かすことで市販のマイクロチップ電気泳動装置とマイクロ化学チップを用いて血糖や酵素基質としてオリゴ糖を利用して血中アミラーゼ活性の測定法を構築しました。さらに血中タンパク質の検出系として、マイクロ流路上での抗原抗体反応を行うことで、血中の任意のタンパク質の検出にも成功しました。レーザー検出系を含め市販の電気泳動装置をデバイスのベースとして利用して、使用するゲルや解析対象物の標識法さらには血中の特異タンパク質を検出するための抗体選択など既存の技術や知見をマイクロ化学チップに適応させることで血中バイオマーカーの検出系を構築することが可能になりました。これらの研究を遂行するにあたり、四国という地域性を生かして徳島大学や愛媛大学との共同研究により新規抗体の作製のほか臨床サンプルや臨床データの供与、企業との連携によるマイクロ化学チップ基板の作

成や、その表面処理法の検討が必須の構成要素となっています。これらの技術的要因のほかに、実際の医療機関への新規デバイスの導入と、これによる検査システムの変革、これがイノベーションに相当すると考えます。この実現には医療現場でのモチベーションをいかに高めるかにかかっていると思われます。このためには大学病院などとの連携を含め多くの面からのアプローチが必要と考えられます。

さらに新規バイオマーカー探索を踏まえ各種原虫感染症における感染様式の解明、生活習慣病に直結するとも言える肥満発症の機構解析について第1種基礎研究を進めています。これら基礎研究から得られる知見を含め、各種疾患について新規バイオマーカーを対象に加えて、さらに大学や企業との連携を強めてPOCTデバイスの開発を進めようと考えています。

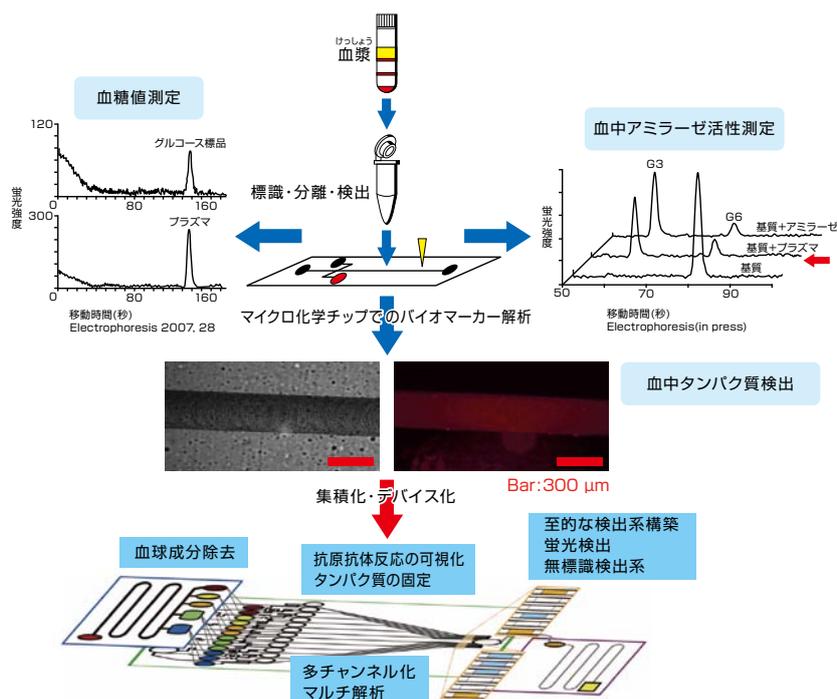


図2 マイクロ化学チップ上での血中バイオマーカー解析とPOCTへの応用

光通信技術における本格研究

持続発展可能な超低エネルギー光ネットワーク

技術の「価値」を提案して本格研究に結びつける

私は、非線形ファイバ光学を専門とする研究者として、常日ごろからさまざまな材料や現象を組み合わせる新しい機能を発現する多くのアイデアを考えています。しかし、限られたリソースの中でその中からどのアイデアを選びコミットしていくか大変な苦勞をしています。ここでは、将来に向けた「価値」の議論を組織的に共有することがアイデアの重要性を客観的に判断する大きな助けとなることを紹介します。

具体的には、後述するように、私は光のパラメトリック過程を応用した可変分散補償方式を考案しました。最初は、非線形ファイバ光学の学問分野としてはあまり重要でないと感じました。しかし、「価値」の議論から、その効用が大きいことが判明し、実際に世の中からは予想以上の反響を得ました。それにより、逆に、基本となる原理がどこまで需要に応えることができるかという、具体的な研究課題が見えてきたのです。

21世紀になって、「モノ」や「ステータス」よりも、個人の「豊かさ」や地球の「環境」が求められるようになりました。その結果、新しい技術が普及するのに、これまで以上にさまざまな課題を克服しなければならず、とて

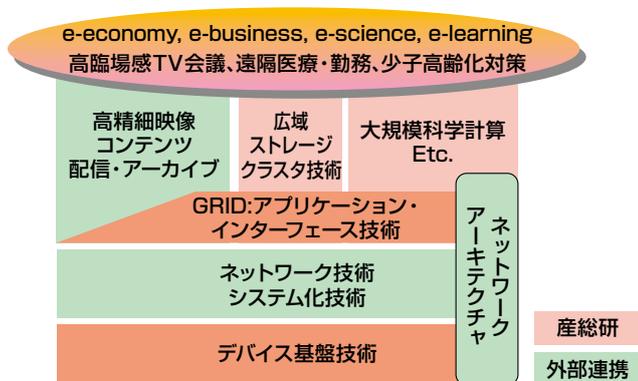


図1 ネットワーク技術の垂直構造

も1研究者の手に負えるものではなくなりました。そこで、研究者が新しい技術を提案する際にできる最大限の努力として、「価値」の提案があります。新しい技術によって固有の価値が提供されるならば、その技術を普及させようといろいろな分野の人々が集まると、さまざまな課題を乗り越える力になります。すなわち第2種基礎研究、イノベーションの創出です。

光通信技術における研究でも同じような変化が見られています。今の光通信技術における研究開発は、光通信自体が研究の目的・応用であり重要なインフラ産業なので、将来の技術像とそれによる価値の同定が非常に重要です。常に産総研内外の有識者の方々と交流を行い、取り組むべき光通信技術の価値と方向性に関する議論をしなければ研究の努力が無駄になる危険が

あります。このような価値と方向性の議論を組織で行うことは、研究開発がイノベーションにつながるための必要条件だと考えます。私は、産総研に着任してからこのような議論の共有に力を注いできました。以下にその概要を紹介します。

新しい局面を迎えた光通信技術と産総研の役割

現在、公衆ネットワークの通信量は年率1.5～2倍のペースで増大しています。この傾向は当分続き10年後には、通信量が現在の1000倍にも増大すると考えられています。現状技術の延長で通信容量を1000倍にすることはきわめて難しく、その際の大きな課題は公衆ネットワーク全体の消費電力です。現在国内公衆ネットワークに費やされる電力は日本の総発電量の数%程度です。今後、通信容量を1000倍にするのに、既存技術に基づいた設備を1000倍に増やすことは消費電力の観点から不可能になります。一方で、2011年に地上波放送がすべてデジタルに切り替わります。以降は放送と通信の融合が進み、通信サービスは、現在のデータ転送主体のインターネットから、高精細映像コンテンツのやり取りへと移行していくでしょう。こうして個人ひとりあたりの利用量が飛躍的に増大すると、現



民間企業で光通信用デバイス・サブシステム研究開発エンジニアとして17年間勤務し多くのヒット製品を生み出した後、2005年から産総研で研究しています。人と人はもちろん、豊かな社会に向けた人—自然—機械をつなぐ光通信技術の可能性はいままだ始まったばかり、究極目標は、コミュニケーションで地球を豊かにすることです。アメリカ光学会(OSA)フェロー。

並木 周 (なみき しゅう)
超高速光信号処理デバイス研究ラボ

在のFTTH (Fiber-To-The-Home) 技術でさえ容量が足りなくなっています。

問題は、10年後を考えただけでも現行の技術の限界が見えるのに、10年後の新しい技術の実体がよく見えていないことです。新しい通信技術が研究から実用化されるまでに必要な期間を考えると、残された時間はあまり多くありません。そこで私たちが注目したのが、ダイナミック光パス・ネットワークです。基本的な考えは単純で、従来の電気ルータを光スイッチに置き換えたネットワークを実現しようというものです。もしも単純に将来必要とされる大規模ルータが光スイッチで実現可能なら、潜在的に4桁もの省電力効果が得られることになり1000倍への道が開かれます。この発想自体は既存技術で限定的に構成することができますが、規模が大きすぎて今のままでは現実的ではありません。デバイス基盤技術で言えば、既存技術は大きさ・コスト・消費電力のどれをとっても不十分です。LSIのような量産性を光デバイスで実現する必要があります。さらに、それを用いてどのように巨大ネットワークを構築し制御するか、ユーザーがいかに簡便にネットワークを活用するか、そして、既存ネットワークからどう発展し移行するのか、とても一機関が単独で解決できるものではありません。

しかし産総研は、図1に示すようにデバイス基盤技術とネットワーク・アプリケーション・インターフェース、そして、潜在的にネットワークを活用するさまざまな研究活動を行っていますから、他機関との連携を形成して新しいネットワーク技術を創出するために最適な研究機関であるといえます。

具体的活動の1つとして、産総研は、

NEDO「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発プロジェクト」で中心的な役割を担っています。そこでは、産総研の固有技術である集積型超高速光スイッチを用いて、超高精細映像時代の巨大コンテンツ配信を高効率に実現する超高速光LAN-SANを企業と共に提案・推進しています。そのなかで、私はサブプロジェクト・リーダーとして参加しています。

「価値」を伴って輝きを増す第1種基礎研究テーマ

私たちが考える目指すべきネットワーク像を単純化すると、図2のように、粒度の小さいデータ主体のコンテンツは従来のIPネットワークを介して転送し、テレビ会議のような高精細映像の双方向転送やビデオオンデマンドのような大容量ファイル転送は新しく併設されるダイナミック光パス・ネットワークを介して行うことになります。

このようなネットワークを実現するためには、さまざまな光伝送パラメータを瞬時に調整する技術が必要になります。その重要なパラメータの1つに、群速度分散があります。これまで、光伝送路の群速度分散の変動を自動で調整するのに可変分散補償デバイスが提案されてきました。ところが、既存技術では光の干渉を利用して分散を調節するので、分散の可変量と光信号の帯域が原理的なト

レードオフの関係にあって十分な特性が出ないだけでなく信号波長の柔軟性が無いとか、動作が熱や機械的の偏差に基づくため応答速度が遅くダイナミックなネットワーク運用ができないなど、大きな課題が残されていました。

一方、私は、全く異なる物理を利用した可変分散補償が可能であることに気づいていました。それは、パラメトリック過程という非線形光学現象と、周波数に依存した分散媒質とを組み合わせることでシンプルな原理です。ダイナミック光パス・ネットワーク実現という「価値」を考え合わせると、従来の干渉型可変分散補償器では原理的に達成できない広帯域性や高速応答性などの特性を一通り提供することに着目しました。原理検証実験を行い国際会議へ持ち込んだところ、新しい価値をもたらす興味深いデバイス原理として高い評価を受け、早速主要国際会議で招待講演を依頼されるに至り、大企業からは将来必ず必要な技術であると賞賛され、さらには、ベンチャー企業から技術の引き合いをいただいています。

このように、私たちは、デバイス基盤技術に根ざし、ネットワーク・アプリケーションとの垂直連携、そして外部とのオープンな交流を広げつつ、新しい光通信技術が可能とする「価値」の提案、イノベーション創出を目指しています。

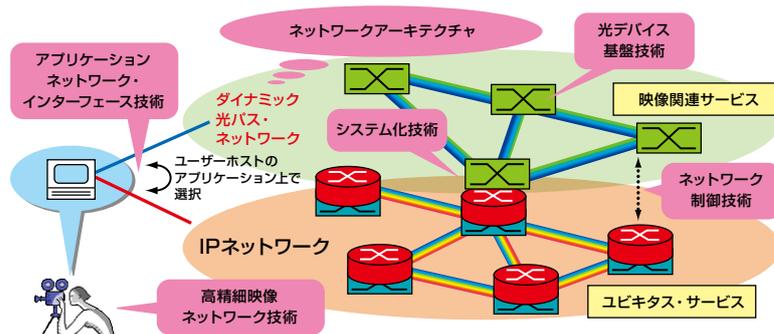


図2 通信放送融合時代のネットワーク・イメージ

赤外線を使ったアスベスト溶融無害化技術

現場での簡便な処理が可能に



池田 伸一

いけだ しんいち

iked-shin@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門
量子凝縮物性グループ
主任研究員
(つくばセンター)

金属酸化物をはじめとする無機材料の合成と結晶成長を行いながら、新機能・高機能材料を探求しています。また、無機材料の合成や結晶成長、その評価に関わる装置開発も行っています。省エネルギーと環境調和をキーワードに、無機材料に関する基礎研究とその実用化研究を同時に進め、成果を社会に還元することを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者
梅山 規男 (産総研)

● 参考文献

電子材料、「世界最小デスクトップ型高機能単結晶育成装置 iAce」、2005 年 44 巻 2 号 p.30-32.

AIST Today、「卓上型単結晶成長装置の開発」、2004 年 4 巻 6 号 p.18-18

● プレス発表

2008 年 1 月 23 日「赤外線を使ったアスベスト溶融無害化技術の開発」

飛散性アスベスト

アスベストを含有する産業材料は、アスベストが飛散しやすいものと飛散しにくいものに分けられます。その中で、飛散性アスベストは、耐火性・断熱性を持たせるため、ロックウールやパーミキュライト、パーライトなど無害な材料とアスベストを混合して、建築物の壁や天井の表面への吹き付け材として用いられてきました。

飛散性アスベスト含有材の処理は、アスベストを吸わないように^{ぼうじん}防塵着とマスクを装備した作業員が行います。まず、飛散したアスベストを外部に漏らさぬようにビニールシートなどで目張りをした室内で、手作業などで剥離し、それを厳重に二重梱包して特別管理産業廃棄物として「管理型」の産業廃棄物最終処分場に運び、埋めて処分します。特別管理産業廃棄物としての飛散性アスベスト含有材は、アスベストが完全に溶融するような高温処理で無害化すれば、通常の産業廃棄物として、「安定型」の処分場あるいは、「管理型」の産業廃棄物最終処分場に埋めることができます。

赤外線加熱装置を使った溶融実験

私たちは、典型的なアスベスト材料である、クリソタイル、アモサイト、クロシドライトについて、赤外線加熱装置 (100 V - 650 W のハロゲンランプ 2 個) を使って、必要な安全衛生上の対策を取った上で、大気中で溶融実験を行いました。いずれの試料も赤外線を吸収し、今回の装置の定格電圧 100 V のうち約半分の 50

V 程度の電圧をランプに印加した後、数秒で完全に溶融しました(写真)。

また、赤外線加熱処理前と赤外線加熱処理後の試料について、位相差顕微鏡観察と粉末 X 線回折を行った結果、溶融処理後には有害な繊維状の形態が存在しないことが確かめられました。

壁や天井のコンクリート上にアスベストが吹き付けられている場合、無害なロックウール、パーミキュライトやパーライトなどと混合されて吹き付けられている場合が多くあります。これらの混合吹き付け材も飛散性アスベスト含有材ですが、この研究で開発した方法で表面だけを局所的に加熱することで、溶融処理ができます。

クリソタイルの融点は約 1500 °C でアスベストの中でいちばん高く、代表的な吹き付け材のロックウールの融点が約 1600 °C であることから、ロックウールが完全に溶融すれば、それらより融点が高い含有アスベストも完全に溶融します。このことから、今回の技術を利用すれば、飛散性アスベスト含有材を壁などから剥離することなく、壁についたままの状態でも溶融させることができます。さらに、今回の技術を利用すれば、より大面積の処理が可能な装置を開発すれば、作業コストの大幅削減、作業時の安全性向上などが実現できると考えられます。

今後の展開

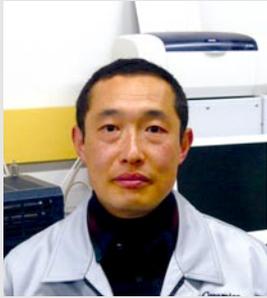
今後は、より迅速に大面積処理ができる装置の開発を行い、実際の処理現場での実験を進め、解決すべき課題を抽出していく予定です。



(左) 溶融前のアスベスト (クリソタイル) と (右) 5秒溶融処理後のアスベスト

無機バインダー技術

セラミックス製造プロセスにおける環境負荷低減を目指して



長岡 孝明

ながおか たかあき

t.nagaoka@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
先進焼結技術研究グループ
主任研究員
(中部センター)

名古屋工業技術試験所（現中部センター）に入所以来、構造用セラミックスの製造プロセスに関する研究開発に従事してきました。産総研が発足してからは、無機バインダー技術に関する研究開発に従事し、材料の探索、各種成形法への適用および組織制御に取り組んでいます。

関連情報：

- 共同研究者

Cihangir Duran（産総研招へい研究員。現 Gebze 工科大学）

- 参考文献

[1]"Hydraulic alumina binder for extrusion of alumina ceramics", *Journal of the American Ceramic Society* Vol.90, No.12, pp.3998-4001, 2007.

- この研究の一部は、産総研と日本ガイシ（株）との共同研究「低環境負荷プロセスの研究開発」で行われました。

無機バインダーとは

原料粒子を焼き固めて作製するセラミックスでは、まず所定の形をした粒子集合体(成形体)を作製します。この時、粒子どうしをつなぎ合わせる「接着剤」としてバインダーを使用します。バインダーには、成形体の自重程度では変形しない「保形性」と、大きな外力では変形する「流動性」の2つの特性を持つことが求められます。有機バインダーはこれらの特性を持っており、セラミックス製造には不可欠な材料です。しかし、この有機バインダーの除去には、焼き固める過程で多量の熱エネルギーを必要とすることや、二酸化炭素の排出、セラミックス内への灰分や炭素分の残留といった問題があります。

こうした問題を解決するために、無機材料からなるバインダーの開発を進めています。無機バインダーは、主として水との相互作用で接着剤としての機能を発揮し、加熱すると脱水してセラミックス化します。無機バインダーの最も有力な材料は、セメントに代表される水硬性材料です。しかし、いままで水硬性材料は保形性しか注目されず、スラリー状の原料粒子を型に流し込んで硬化させる成形方法に限定されていました。そこで、流動性も併せ持つ無機バインダーの開発が期待されます。

流動性が付与された無機バインダーの開発

保形性と流動性を併せ持つ無機バインダーを開発するために、材料を探索し水和反応を検討した結果、セラミックスの中で産業用として最も幅広く使用されている α -アルミナ (Al_2O_3)

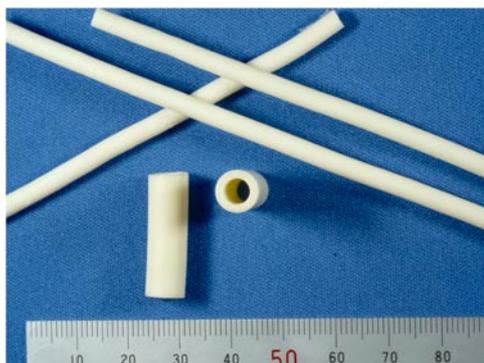
の中間生成物である ρ -アルミナ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $n \approx 0.5$) が、水和反応の過程で優れた保形性と流動性を示すことを見出しました。そして、この ρ -アルミナは、セラミックス原料粒子に水とともに少量添加することで保形性と流動性が付与できることから、無機バインダーとしての可能性が明らかになりました^[1]。

写真は、この無機バインダーを添加したアルミナ粒子を押し出し成形したものです。従来の有機バインダーを添加した場合と同様に、棒状や管状の成形体を作製することができます。さらに、これらの成形体を焼成すると、無機バインダー自身も α -アルミナとなるため、アルミナのみからなるセラミックスが得られます。最近、私たちは、 ρ -アルミナ以外にも保形性と流動性をもつ水硬性材料を見出しています。

現在、保形性と流動性が同時に発現する無機バインダーの効果の解明も行っています。粒子間に働く力を原子間力顕微鏡で調べると、 ρ -アルミナは、粒子間に粒子どうしの凝集に反発する力や摩擦を減らそうとする力を持つことが明らかになりました。これらの力は、粒子間であたかも潤滑剤のように作用して、成形体の保形性と流動性の発現に大きく関与していると考えられます。

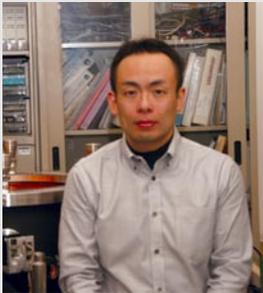
今後の展開

今後は、さまざまな材料の成形体に保形性と流動性を付与する技術の開発を行い、有機バインダーの使用を減らすことで、セラミックス製造プロセスにおける環境負荷の低減に役立てたいと考えています。



開発した無機バインダーを添加して押し出し成形と焼成をしたアルミナセラミックス

シリコン球体体積の超高精度測定 質量の単位“キログラム”の原子質量に基づく再定義をめざして



倉本 直樹

くらもと なおき

n.kuramoto@aist.go.jp

計測標準研究部門 物性統計科
流体標準研究室
研究員
(つくばセンター)

1999年に計量研究所に入所し、固体および液体の密度標準に関する研究を行ってきました。開発した球体体積測定用レーザー干渉計は、密度の国家標準の校正にも利用されています。スペイン、スイスなど海外の密度国家標準の校正にも利用され、各国での信頼性の高い密度標準の確立に貢献しています。最近ではキログラムだけではなく、アンペア（電流）、ケルビン（熱力学温度）、モル（物質質量）の合計4つの基本単位の同時改訂の動きがあり、それらは密接に関連しています。密度の高精度絶対測定を通じて、より高い普遍性と再現性をもつ基本単位の再定義に貢献していきたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

藤井 賢一、早稲田 篤、東 康史、水島 茂喜（産総研）

● 参考文献

[1] P. Becker et al., *Metrologia*, vol. 44, pp. 1-14, 2007

[2] K. Fujii et al., *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 54, pp. 854-859, 2005.

[3] N. Kuramoto and K. Fujii, *IEEE Trans. Instrum.*, vol. 56, pp. 476-480, 2007.

[4] P. Becker et al., *Meas. Sci. Technol.*, vol. 17, pp. 1854-1860, 2006.

キログラム再定義の必要性

現在では、長さ、時間、電圧、電気抵抗といった多くの物理量の単位は、普遍的な自然現象あるいは物理法則に基づいて定義されています。一方、質量の単位であるキログラムは、依然として人工物である国際キログラム原器の質量に等しいと定義されたままです。人工物による定義は、事故などで失われると二度と再現できません。また、表面吸着ガスなどの影響で国際キログラム原器の質量は徐々に増加してしまうのです。このため、人工物に頼らないで質量を再現する一般的な方法を開発し、より正確なキログラムの定義を実現することが望まれています^[1]。

産総研では普遍的な基礎物理定数であるアボガドロ定数をX線結晶密度法によって決定し、原子1個あたりの質量を基準にしてキログラムを再定義する方法に取り組んできました^[2]。

光周波数チューニングによる球体体積の絶対測定

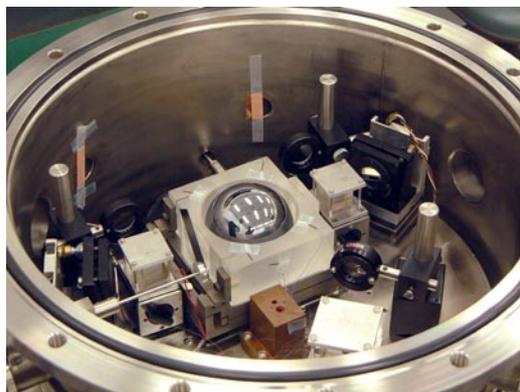
X線結晶密度法では、単結晶シリコンの格子定数、密度、モル質量を絶対測定します。高精度な密度の絶対測定に必要な不可欠なのが、非常に真球に近い1 kgの単結晶シリコンの球体です。この球体の体積の絶対測定のために光周波数制御型干渉計を開発しました(写真)。球体を2枚のガラス板(エタロン)の間におき、エタロンを介して球体に外部共振器型ダイオードレーザーからの光を入射させます。球体とエタロンからの反射光の干渉により、干渉縞が観測され

ます。この干渉縞の解析のために、ダイオードレーザーの光周波数チューニングシステムを開発しました(図)。このシステムにより、光周波数を20 GHzの範囲にわたって10 kHzの不確かさで計測・制御することが可能となりました。これは長さに換算すると 2×10^{-11} の相対不確かさに相当します^[3]。光周波数チューニングを用いた位相シフト法により干渉縞を解析することで、エタロンとシリコン球体の間隔およびエタロンどうしの間隔の光周波数に基づく測定が可能であり、これらの間隔から球体の直径を決定します。干渉計全体は球体の回転機構を備えた真空チャンバーに格納されており、さまざまな方位からの直径測定の結果をもとに体積を求めます。球体の体積測定の相対不確かさは 2.8×10^{-8} であり、世界最高精度での体積絶対測定を可能としました^[3]。

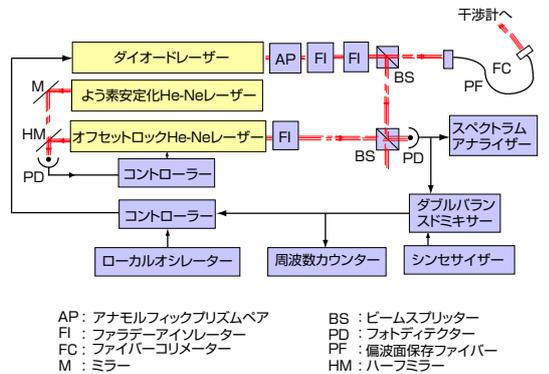
今後の展望

2004年には、アボガドロ定数の精密測定のための国際プロジェクトが開始されました^[4]。同位体濃縮シリコン結晶の利用により、8桁の精度でアボガドロ定数を決めることが目標です。産総研では、さらに高精度に球体体積を測定するために、干渉計の改良、球体表面上酸化膜の厚さの厳密な評価などを行っています。

各国の計量標準機関で進められている研究の結果に基づいて、近い将来、キログラムの再定義が現実のものになるでしょう。



単結晶シリコン球体の体積を測定する光周波数制御型レーザー干渉計（中央に設置されているのが直径約94 mmの単結晶シリコン球体）



AP: アナモルフィックプリズムベア BS: ビームスプリッター
FI: ファラデーアイソレーター PD: フォトディテクター
FC: ファイバーコリメーター PF: 偏波面保存ファイバー
M: ミラー HM: ハーフミラー

外部共振器型ダイオードレーザーの発振周波数を20 GHzの周波数範囲にわたり10 kHzの不確かさでチューニングするシステム



日本学術振興会賞は、創造性に富み優れた研究能力を有する若手研究者を早い段階から顕彰し、その研究意欲を高め、研究の発展を支援する趣旨のもと、学術上特に優れた成果を上げたと認められる45歳未満の研究者に日本学術振興会が授与するものです。

このたび、生物機能工学研究部門の深津武馬が受賞の運びとなり、3月3日に日本学士会館において、秋篠宮同妃両殿下ご臨席のもとに授賞式がおこなわれました。

深津 武馬 t-fukatsu@aist.go.jp ; <http://staff.aist.go.jp/t-fukatsu/>
生物機能工学研究部門 生物共生相互作用研究グループ長 (つくばセンター)

【受賞の功績】

昆虫類と微生物の共生システムに関する研究

受賞理由

体内に微生物を恒常的に保有して1つの生命システムを構築する「内部共生」という現象は生物界にひろく見られ、多種多様な生物の生理、生態、進化などに大きな影響を及ぼしています。受賞者は、さまざまな昆虫類と共生微生物との相互関係について、共生微生物の体内動態やその機能、共生によってもたらされる宿主昆虫の生理や生態への影響などを含む多角的なアプローチから探求し、昆虫の食べる植物の種類が共生微生物により規定されうること、害虫が農作物に被害できる能力を共生微生物が支配している場合があること、共生微生物の遺伝子が宿主昆虫ゲノムに取り込まれることなど、これまでの常識を覆す数多くの新知見を得てきました。

また、博士号取得後まもなく独自の研究グループを主宰し、ユニークかつ多様な生物現象に取り組み、より若手の研究者を惹きつけの確に指導しながら、独創性の高い国際的研究を幅広く推進しており、今後の研究の更なる発展が期待されます。

http://www.jsps.go.jp/jsps-prize/ichiran_4rd/21_fukatsu.html

研究の概要

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物（ほとんどの場合は微生物）を体内にすまわせています。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、きわめて高度な相互作用や依存関係がみられます。このような関係からは、しばしば新しい生物機能が創出されます。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも1つの生物のような複合体を構築することも少なくありません(図)。

受賞者は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用をととも興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相

互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチから進めてきました。具体的な研究成果については以下の産総研プレスリリースなどを参照ください。

「共生細菌抑制によりオスとメスの中間的なチョウができるー産業的にも害虫防除・生殖工学の観点から注目される」
http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/nr20070702/nr20070702.html

「共生細菌による昆虫の害虫化の発見ー昆虫自身の遺伝子ではなく腸内共生細菌によって決まる食餌ー」(図参照)
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2007/pr20070613/pr20070613.html

「兵隊アブラムシの攻撃毒プロテアーゼー未探索の生物資源からの生理活性物質ー」
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040727/pr20040727.html

「昆虫の植物適応が共生細菌で変わるー微生物の新機能の発見ー」(図参照)
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040326/pr20040326.html

「共生微生物から宿主昆虫へのゲノム水平転移の発見」
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2002/pr20021029/pr20021029.html



エンドウヒゲナガアブラムシ(左)では食草のシロツメクサ(中上)やカラスノエンドウ(中下)上での繁殖力に体内の共生細菌が関わっている。マルカメムシ(右)では農作物のダイズ上でうまく繁殖できる性質が腸内の共生細菌で規定されている。

複数トラックボール状デバイスを用いたVR入力装置

仮想空間の中を歩き続けることを可能とするシステム

特許 第 3837501 号
(出願 2002.5)

研究ユニット：

人間福祉医工学研究部門

適用分野：

- アミューズメント施設
- ゲーム
- シミュレータ
- 人間行動解析実験

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部門、産総研イノベーションズまでご連絡なくご相談下さい。

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒 305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第 2

TEL : 029-861-9232

FAX : 029-862-6159

E-mail : aist-innovations

@m.aist.go.jp

目的と効果

ヴァーチャルリアリティ (VR) 装置とは立体映像を提示することで、あたかも仮想空間にいるかのような感覚を観察者に与える装置です。VR装置にはさまざまな方式がありますが、観察者を取り囲むスクリーンに映像を投影する方式の場合、広い視野を実現することで高い臨場感を与えることができる反面、仮想空間内の移動に制限があるという欠点があります。この発明は新しい動作情報の入力デバイスに関するアイデアであり、これによって仮想空間内での自由な移動を可能にします。

技術の概要、特徴

VR装置の方式には大きく分けて2つあります。観察者が頭部に装着した軽量ディスプレイに映像を投影するもの (HMD方式) と観察者を取り囲むスクリーンに映像を投影するもの (没入型VR装置) の2つです。前者は頭部ディスプレイに装着した位置センサによって観察者の移動情報を検出し、仮想空間の描写にリアルタ

イムに反映することで観察者はあたかも仮想空間の中を実際に移動しているかのような感覚を得ることができます。しかし、ディスプレイサイズには限界があり、側方や足元に対して映像を与えることはできません。一方、後者は広い視野を与えることで前者にはない臨場感を与えることができる反面、仮想空間内の移動はスクリーンサイズに制限されます。今回私たちは没入型VR装置の床面に、観察者の移動距離、方向を検出するトラックボール状のセンサを敷き詰めることで、スクリーンサイズに制限されずに全方向に移動し続けることを可能にするシステムを提案しました。

発明者からのメッセージ

今回提案した仕組みによってジョギングのシミュレーション、ゲーム空間の探索、遠隔会議、緊急時の経路選択行動計測などさまざまなVRコンテンツにおいて、身体を実際に動かして仮想空間と関わり合うことができると考えられます。

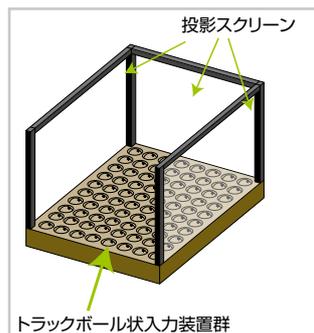


図1 複数トラックボール状デバイスの構成図

(数メートル規模のスクリーンを前、左右、床面などに配置しそこに立体映像を投影することで広い視野角が得られる (角部分への投影のゆがみを補正する機構があらかじめ備わっている)。この発明は床面にトラックボール状の入力デバイスをマトリクスに配置することにより前後左右任意の方向への移動運動を継続し続けることを可能にする。なお、トラックボールそれぞれに荷重センサを取り付けることで、立位姿勢の方向や、歩行運動の加速度を検出することも可能になる)。

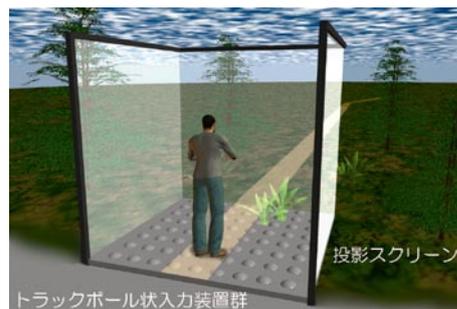


図2 仮想空間の中を歩き続けることが可能なシステムのイメージ

日本の浸透率分布図の構築

わが国がもつ豊富な温泉データを応用



村岡 洋文

むらおか ひろふみ

hiro-muraoka@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門
地熱資源研究グループ長
(つくばセンター)

地質調査所入所以来30年、手法的には地質学をしばしば逸脱しつつ、一貫して地熱資源の研究に従事しています。国際エネルギー機関(IEA)地熱実施協定の日本代表を務めており、この研究はそこでの議論から生まれました。最近、世界では地熱資源に恵まれていない国々までもが地熱開発に努力しています。その中で、OECD加盟国の中でエネルギー自給率が最低(4.1%)であり、地熱資源大国である日本が、地熱開発を停滞させていることに警鐘を鳴らし続けています。

関連情報:

● 共同研究者

阪口 圭一、中尾 信典、金原 啓司(産総研)

● 参考文献

[1] 環境省
<http://www.env.go.jp/>

[2] Muraoka, H., et al. (2006) Discharge temperature-discharge rate correlation of Japanese hot springs driven by buoyancy and its application to permeability mapping. *Geophysical Research Letters*, 33, L10405, doi:10.1029/2006GL026078.

● 用語説明

※コンタリング
等高線など、地図上で同じ値の輪郭を描くこと。

浸透率とは

浸透率とは、流体が地層のような多孔質の媒体中を流れるときの、流れやすさのことで、地殻中の流体の流動を支配する最も重要な物理量です。ところが、浸透率は地層のような多孔質の媒体の空隙の多さや空隙の形、水と岩石の相互反応など、さまざまな条件で変化します。つまり、浸透率は場所への依存性が強く、極端に言えば、掘削してみなければわからない物理量といえます。そのため、浸透率の広域分布図の作成は、ほとんど行われたことがありません。

温泉から浸透率分布図へ

私たちは、全国地熱ポテンシャルマップを作成することを研究課題の1つにしています。それには、地温データなどの収集も重要です。しかし、その分布が偏っていたりするため、どうしても温泉データを活用する必要があります。温泉はわが国の文化であり、2006年3月現在、わが国には27,866個もの温泉泉源があります^[1]。この多数の温泉はわが国の貴重な地熱資源ですが、同時に、地下の情報源でもあるのです。

私たちは、わが国の自然湧出泉や自噴井の温泉を中心に、3,686個の温泉データを選び出しました。これを湧出温度と湧出量に関して、対数表示してみると、見事な正相関が浮かび上がってきます(図1)。これは定性的には、熱水の温度が高いほど、熱水の密度が小さくなり、浮力が大きくなって、湧出しやすくなる現象として説明できます。

2005年9月の国際エネルギー機関(IEA)地熱実施協定の理事会(チューリッヒ)で、わが国の

温泉事情とともに、この関係を紹介しました。これに対して、ニュージーランドの地球物理学者Chris Bromley博士から、定量的に説明できるのか、と鋭い質問を受けました。この研究はその質問を契機に、受身的に展開したというのが実情です。帰国後、浮力上昇の方程式を検討したところ、いくつかの仮定は必要だが、温泉の全体的傾向は浸透率 10^{-13} m^2 の浮力上昇の方程式で理論的に説明できることが判明しました(図1の中ほどの曲線)。さらに、各温泉が浸透率 10^{-13} m^2 の理論曲線から左上や右下に分散する原因として、最も可能性が高いのは浮力上昇の方程式の中で桁違いに変化する浸透率であることに思い至りました。そこで、5つの浸透率尺度の曲線をつくり(図1の5つの曲線)、これで日本列島をコンタリング*してみました(図2)。別府-島原地帯やフォッサマグナなど、高浸透率が予想される地域が期待通りに表現されています。実にシンプルですが、浸透率の広域分布図の作成に成功したと確信し、直ちに論文^[2]にしました。

今後の展開

地殻の浸透率は地熱開発だけでなく、地下資源開発、地下水利用、地下空間利用、地層処分など、社会の持続的発展にとって不可欠な研究テーマです。まだまだ、さまざまな観点からその研究を発展させる必要があります。また、温泉データはわが国の独壇場です。この貴重な情報を駆使して、いろいろな地下情報の抽出に活用していきたいと考えています。

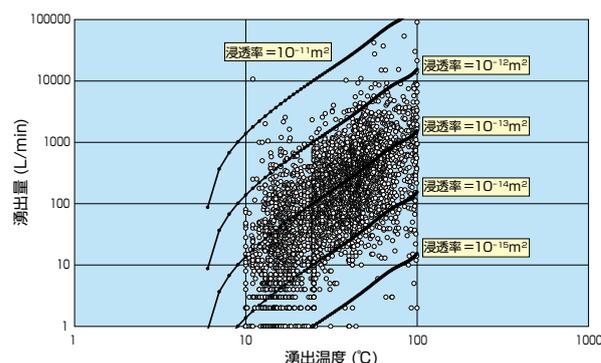


図1 日本の自噴泉の湧出温度と湧出量の関係(Muraoka et al., 2006を改変)
熱水の温度が高いほど湧出しやすくなる。

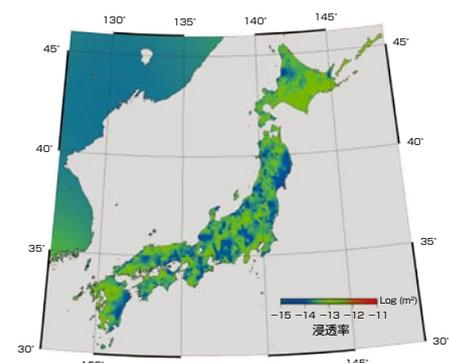


図2 日本の地下深度1kmの浸透率分布図(Muraoka et al., 2006を改変)

振動加速度標準の開発

10 kHzまでの振動計測を支える校正技術



大田 明博

おおた あきひろ

a-oota@aist.go.jp

計測標準研究部門
音響振動科
強度振動標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

1992年に旧工業技術院計量研究所に入所し、2000年から振動加速度標準の研究に従事しています。より安心・安全な社会づくりに貢献するために、振動加速度標準のさらなる普及を目指します。

関連情報：

● 共同研究者

白田 孝、石神 民雄、野里 英明 (産総研)

● 参考文献

大田, 白田, 青山, 佐藤, 電気学会論文誌 E, Vol.126, No. 11, pp.612-620, 2006.

A. Oota et al., Development of primary calibration system for high frequency range up to 10 kHz, Proc. IMEKO 20th TC3, 3rd TC16 and 1st TC22 Int. Conf., 2007.

● 用語説明

※ JCSS 計量法に基づく校正事業者登録制度 (Japan Calibration Service System)。

振動計測と振動加速度標準

振動計測は、製品の安全性・信頼性を確保する上で必要不可欠な技術です。例えば、自動車産業では、振動の定量化は安全性の重要な評価指標になっています。また、情報機器産業では、落下などによるデータ損失や誤動作の防止、静粛性の向上といった製品の高付加価値を示す評価指標にもなっており、そのための振動計測には高い信頼性が求められます。

産業界での振動計測には、振動加速度計と呼ばれる接触式センサを広く用いています。図のように、その感度は周波数依存性を示すことから、信頼性の高い計測を実現するには、周波数に対する感度を正確に求めることが必要不可欠です。そのため、振動加速度計では、周波数に対する感度の校正が必要となります。

振動加速度一次校正装置

感度の校正の際に、低周波数域の感度校正値から高周波数域の感度を外挿することは、計測の信頼性の点で望ましくありません。従来、産総研で行っていた0.1 Hz ~ 5 kHzの校正サービスに加え、5 kHz ~ 10 kHzの周波数についても新たに校正装置を開発し、標準供給を開始しました。

新しい校正装置では、高分解能の2重光路型レーザー干渉計を用いて、高周波域の振動による微小な変位(長さ)を測定し、センサの感度を電

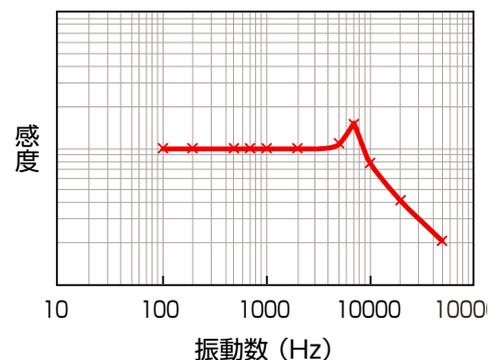
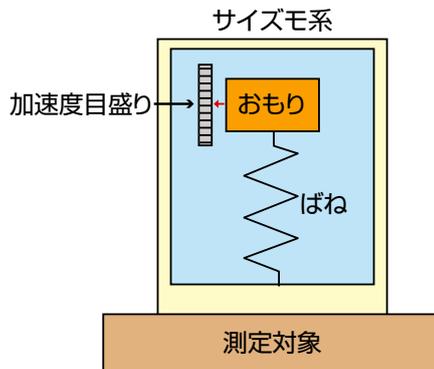


超高周波数用振動加速度校正装置 (5 kHz ~ 10 kHz)

氣的に測定します。長さ・時間・電気といった基本量から感度を求めるため、SIトレーサビリティの確保された一次校正装置(写真)となっています。この装置により、2008年1月からJCSS[※]に基づく標準供給を開始しました。この装置による拡張不確かさ(k=2)は0.5%以下であり、ほかの先進国と同等以上の校正能力を実現しています。

今後の展望

産業界における振動計測の範囲は幅広く、私たちが供給する校正範囲では十分にカバーしているとは言えません。今後、ユーザの幅広い要求に応えるため、校正周波数・校正加速度範囲を拡張し、より信頼性の高い標準の確立を目指します。



振動加速度計の構造(左)と感度特性(右)

振動加速度計では、ばねとおもりからなるサイズモ系を構成することにより、被測定物とは無関係な基準位置を作り出して、測定する。

九州センター研究講演会を開催

報告

産総研九州センターは2月8日に、博多サンヒルズホテルにおいて「平成19年度九州センター研究講演会—生産現場の技術革新を目指す計測技術—」を開催しました。

技術革新の推進は、日本の国際的な産業競争力を強化し、地域における新産業の創出につながります。今回は、九州経済産業局の谷 重男局長から「イノベーション政策と九州の研究開発の方向」と題した基調講演が、また、内閣

府総合科学技術会議の奥村 直樹議員から「日本の科学技術政策と成果の社会還元」と題した特別講演と、共催の財団法人九州産業技術センターが研究開発を委託したテーマの中から、九州大学大学院 今任 稔彦教授による「磁気ビーズインジェクション並びに表面プラズモン共鳴センサを用いる流れ系免疫測定法の開発」の講演が行われました。

さらに、九州センターから2件の研究発表のほか、ポスターセッションお

よびショートプレゼンテーションでは独立行政法人中小企業基盤整備機構九州支部を含め14件の発表が行われました。



講演会の様子

国際科学技術センター第41回科学諮問委員会開催

報告

2月18～20日に国際科学技術センター(ISTC)第41回科学諮問委員会(SAC)が産総研つくばセンターで開催されました。ISTC事務局はモスクワにあり、日本、アメリカ、EU、カナダ、韓国など



挨拶をする産総研 山崎理事

からの拠出金で旧ソ連の研究者支援をする仕組みであり、SACは提案されたプロジェクトの推薦を行う委員会です。産総研の村上裕主任研究員が共同議長を務めています。今回はSAC委員およびISTC事務局などの関係者15名が参加しました。

初日は、外務省および経済産業省からもISTC関係の担当者が参加し、産総研の山崎理事による冒頭の挨拶で開会しました。その後2日間にわたり、提案プロジェクトの推薦を中心に、委

員会の活動状況、今後の活動方針などについて議論され、最終日には産総研の概要を説明して、ロシアとの連携の可能性について情報交換を行い、ナノテクノロジー、太陽光発電技術などの研究室を見学して、3日間の日程を終了しました。

今後産総研がロシアとの共同研究を推進する際にISTC事務局機能を有効利用した連携を図っていくきっかけとなる会合となりました。

タイ王国科学技術大臣産総研来訪

報告

3月7日、タイ王国のウティボン・チャイセーン科学技術大臣をはじめ、大臣アドバイザー、MOST(タイ科学技術省)関係者、産総研と包括協力協定を結んでいるNSTDA(国立科学技術開発庁)およびTISTR(タイ科学技術研究所)、在京タイ大使館、報道関係者など総勢26名が、産総研つくばセンターおよび東京本部を訪問されました。

大臣は、BTL(バイオマスツーリキッド)に多大の関心を持っており、タイ新政権サマック首相の閣僚に就任したばかりでしたが、訪日、特に産総研への訪問を強く希望され、来日されたものです。つくばでは、曾良副理事

長の歓迎挨拶のあと、バイオマス研究センターと新燃料自動車技術研究センターへ移動し、研究現場を熱心に視察されました。東京本部では、吉川理事長への表敬訪問があり、環境・エネルギー分野、特にバイオマス関連での今後の協力関係強化が謳われ、同時に、NSTDAの国際アドバイザー会議の議長役としての貴重なアドバイスに対して、大臣より理事長に感謝の意が表明されました。「来たる3月24日、シリントーン王女が臨席されるバンコクでのNAC2008(NSTDAの年次総会)で再会できることを楽しみにしています」との言及もありました。



写真上：ウティボン科学技術大臣と吉川理事長、山崎理事ほか(東京本部)

写真下：ウティボン科学技術大臣と曾良副理事長ほか(つくば)

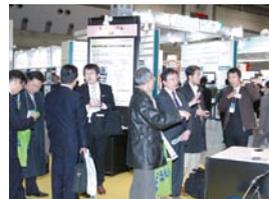
今回のウティボン科学技術大臣の産総研訪問は、両国間の今後の研究協力関係維持の上で、大変有意義な訪問となりました。

“nano tech 2008” 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議が、2月13日から15日までの3日間、東京ビッグサイトにおいて開催されました。

“ナノテクノロジー”をコア技術とし「先端技術から最新製品までOne Stopで魅せるナノテクノロジーの世界」をキャッチフレーズに、ナノバイオExpo 2008、ASTEC 2008、METEC'08、新機能材料展 2008など、関連する展示会と同時開催され、特に今回は、1人でも多くの方々にご来場いただくよう、終了時間を1時間延長して行われました。主催者側の発表によれば、海外23カ国からの189社を含む522社、884小間の出展規模でした。来場者数については、年々増加を示しており、今回は、4万9千人を超えて、単なる情報収集だけではなく、ビジネスの



産総研ブースの様子



マッチングの場となっています。

産総研からは「ナノマテリアル」、「ナノ加工」、「ナノ計測」、「ナノセンサー」、「ナノバイオ」、「社会受容」など、社会的に注目されている最先端の研究分野から28件の研究成果の展示を行いました。展示会中は、産総研についての理解を一層深めていただくよう、研究成果を紹介するとともに、来場者の方々との積極的な情報交換活動に努めました。また、会期中の午後には、研究成果を共同研究、技術移転など、より具体的に産学官の連携推進に結びつける事を目的として、展示ブース内において産総研技術シーズのプレゼンテーションも行いました。

さらに今回は、出展者を対象に斬新かつ先駆的な技術を対象に各分野で顕彰し、優秀出展者を表彰する「nano tech 大賞」の「特別賞」部門を産総研が受けるという栄誉に輝き、展示会最終

日に表彰を受けました。受賞の理由は、「カーボンナノチューブ (CNT) を金属性CNTと半導体CNTに高純度に分離することにより、色の三原色を有するカーボンナノチューブインクの開発に成功し、電子応用に大きな前進をもたらした。また、両親媒性化合物から成る有機ナノチューブの大量合成法の開発に成功し、ドラックデリバリー (DDS) などの新たな包接機能を持つ物質としてバイオ産業応用に向かって大きく前進したことを賞す」となっています。

全展示内容を掲載した小冊子も用意した4200部が最終日の午前中にはなくなるほどの来場者数の多さに驚かされ、説明者も対応に追われるなど、何かと至らぬ所が多々あったかと思われませんが、ご来場いただいた皆様にこの場を借りて感謝申し上げます。



授与式の様子

産総研ブックス「きちんとわかるナノバイオ」を発行

お知らせ

産総研ブックス「きちんとわかる巨大地震」、「きちんとわかる計量標準」、「きちんとわかる時計遺伝子」に続いて第4弾、「きちんとわかるナノバイオ」を発行しました。

20世紀には、超微細加工技術に代表されるナノテクノロジーは、それまで夢物語であったIT社会を現実のものとししました。21世紀、ナノテクノロジーは、これまで営々と研究が積み重ねられてきたバイオテクノロジーと融合し、新たな分野を産み出しつつあります。それがナノバイオテクノロジー

です。ナノメートルサイズの生体分子をナノテクノロジーで操ることで、これまでにない「近未来技術」が創り出されます。本シリーズでは産総研で芽生えつつある、最先端の「近未来技術」を

紹介しています。全国の書店でお求めください。



発行：白日社 定価：1500円+消費税

産総研の組織的連携協定の紹介

産総研では、持続的発展可能な社会の実現に向けて、大学や公的研究機関、研究開発型企業とお互いの研究ポテンシャルを活用し、ロードマップ・ビジョンの共有による組織的な連携・研究協力を進めています。平成19年度は実績を踏まえた既存連携の深化に加え、多様な連携先の開拓を目指し、初めて政策金融機関（商工組合中央金庫）や地域銀行（八十二銀行、静岡銀行、常陽銀行）、地域の公的試験研究機関（東京都立産業技術研究センター）と協力協定を締結し、中堅・中小企業への効果的な支援を目指した組織的連携を推

進してきました。産総研の産学官連携活動と銀行の事業支援活動を協力して行うことで、技術支援ニーズの掘り起こしから、技術開発・事業化までを連続的に支援することが可能になるとともに、産総研が協定を締結した地域銀行との連携のハブとなることで、それぞれの地域の枠組みを越えた中堅・中小企業間の連携を促進させ、イノベーション創出を目指していきます。

また、サービス産業生産性協議会との連携を通じて、サービス産業における生産性向上といった新たな領域で産総研の研究ポテンシャルを生かした活

動にも取り組みます。

さらに、筑波研究学園都市にある研究開発型独立行政法人がお互いの特長を生かした連携を通じてつくば発のイノベーションを創出すべく、独立行政法人土木研究所と連携協定を締結しました。喫緊な行政ニーズに対応した例としては、10月にわが国における放射性廃棄物地層処分安全性、信頼性向上を目指して、産総研、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構との3者で連携協定を締結しました。

平成19年度に締結した国内機関との組織的連携協定

協定締結日	相手機関名	協定の概要
平成19年 4月26日	商工組合中央金庫	産総研の産学官連携推進に関わる取り組みと、全国規模で活動する商工中金の企業支援に関わる取り組みを協力して行い、企業が技術革新を目指す土壌を醸成する。具体的には、情報の相互提供、企業向け技術相談等の共同実施などを行う。
5月15日	株式会社八十二銀行	産業振興の相互協力に関する協定を締結。 産総研が地方銀行と締結する初めての協定で、関東・中部地区でのものづくり産業を支援するため産総研の産学官連携推進と八十二銀行の地域中小企業支援のそれぞれの取り組みを協力して行い、地域中小企業の新たな技術革新を目指す。
7月25日	国立大学法人広島大学	アジアをターゲットとしたバイオマス利用展開を、バイオマスエネルギーの研究拠点としての産総研中国センターと、醸造工学の伝統に基づく高い研究ポテンシャルと社会科学も含めた幅広い研究領域を持つ人材育成拠点としての広島大学が連携の下に協力して実施。
7月26日	独立行政法人土木研究所	筑波研究学園都市の独立行政法人研究所間の組織的な異分野融合により、つくば発のイノベーション創出に新機軸を拓く。地質・地盤・材料・環境・情報・生物分野を中心にした、広範な研究連携・協力を展開し、研究施設・設備等の相互利用、研究者の研究交流を促進する。
8月6日	株式会社静岡銀行	産業振興を目指した相互協力に関する協定を締結。 東海地区での光・電子技術関連産業等を支援するため、産総研の産学官連携推進と静岡銀行の地域中小企業支援のそれぞれの取り組みを協力して行い、地域中小企業の新たな技術革新を目指す。
9月28日	株式会社常陽銀行	産業振興と地域経済活性化への貢献を目指した相互協力に関する協定を締結し、つくばエクスプレス沿線の産業を中心とする関東甲信越静地域における中堅・中小企業への支援機能の充実を図るとともに、これまでに協力協定を締結した各行との連携により、地域の中堅・中小企業間の広域連携を促進し、イノベーション創出を加速させる。
10月3日	国立大学法人信州大学	ファイバー工学、精密工学、バイオ工学等の幅広い先端研究分野に関する組織的連携・協力協定を締結。 学術・産業技術の振興と合わせて地域産業への貢献を視野に入れ研究開発を共同して推進するとともに、連携大学院制度等を活用し、わが国の産業の高度化・グローバル化に貢献できる人材の育成を協力して実施。
10月4日	独立行政法人 原子力安全基盤機構 独立行政法人 日本原子力研究開発機構	地層処分の安全性に関する研究の高度化に向けて、効率的推進を図るために3機関が緊密に連携していくための研究協力協定「放射性廃棄物地層処分の安全性に関する研究協力協定」を締結。 わが国における放射性廃棄物地層処分の安全性・信頼性の向上を図るとともに、その成果を安全規制の技術基盤の整備に着実に反映することを目指す。
12月6日	サービス産業生産性協議会	サービス工学研究分野での研究・技術開発、人材育成、情報交換、情報発信等において連携・協力を推進。 産総研の研究ポテンシャルと協議会の連携プラットフォーム機能の効果的な協力により、サービス産業への「科学的・工学的手法」の導入を促進し、サービス産業の生産性向上につなげることが期待される。
12月26日	地方独立行政法人 東京都立産業技術研究 センター	ナノテクノロジー産業等先端技術を活用した事業に取り組む中小企業の振興のために、広範な連携・協力関係を構築。 微細加工設備等の相互利用及び人材交流を通じて、産業技術人材を育成するとともに、研究開発を共同して推進し、ナノテクノロジー産業振興に向けた技術交流のハブ拠点の形成を目指す。
平成20年 3月7日	独立行政法人 海洋研究開発機構	海洋科学技術の分野で幅広い研究開発を実施してきた海洋研究開発機構と海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究や防災・海洋資源開発を行ってきた産総研が、海洋地質、化学、生物、情報等の分野での協力により、日本の海洋研究の発展と海洋開発を通じた社会への還元を目指す。

科学技術週間の実験ショー・特別展示・体験コーナー

お知らせ

産総研つくばセンターでは、科学技術週間(4月14日～20日)に3つの常設展示施設で特別展示やイベントを行います。皆様、ぜひご来場ください。

「サイエンス・スクエア つくば」は、4月のリニューアルで、体験型の展示を中心に「異常動作を自動検出」、「窓ガラスがミラーに変わる模型ハウス」、「応力発光塗料」など8テーマを追加し、既存展示もこれまで以上にわかりやすく改修しました。

科学技術週間には、「リニューアル特別展」とともに、「楽しい科学実験ショー(4月19日・20日)」を開催します。

工作コーナーでは「偏光フィルムで万華鏡」・「紫外線ビーズでストラップ」。実験ショーでは「液体酸素を作ってみよう」・「空気をもっと感じてみよう」など、楽しみながら科学に親しんでいただける企画を用意しました。ご家族で、科学工作と実験ショーをお楽しみ下さい。

「地質標本館」では、すぐれた教育者であり、学術的にも価値の高い鉱物コレクションを構築した故 青柳 隆二博士の生前のご努力と高い志を称え、特別展「青柳鉱物標本の世界」を開催しています。このコレクションは、青少年や市民に鉱物の楽しさを伝えるために永く活用されることを願い、生前青柳博士より標本のすべてを地質標本館に寄贈されたものです。

「くらしとJISセンター」では、JISパビリオンで、私たちの生活を支える「標準化」の展示を行っていますが、4月17日(木)には、福祉関連の体験コーナー「高齢者疑似体験」「車いす体験(手動・電動)」を設けます。また、普段は公開されない研究室(聴覚研究室・生体材料研究室)も公開します。詳しくはホームページをご覧ください。

サイエンス・スクエア つくば
http://www.aist.go.jp/aist_j/museum/science/
 TEL:029-862-6215 (広報部 展示業務室)

地質標本館
<http://www.gsj.jp/Muse/>
 TEL:029-861-3750 (地質標本館)

くらしとJISセンター (JISパビリオン)
<http://unit.aist.go.jp/collab-pro/indus-stan/jis/>
 TEL:029-862-6221 (工業標準部)



日独研究協力ワークショップ 講演内容が変更になります

お知らせ

ドイツ・ハノーバー市において開催される世界最大規模の産業見本市「ハノーバー・メッセ2008」の出展に併せて、産総研とドイツの研究機関との研

究協力の促進を目的とした「日独研究協力ワークショップ」を4月22日に開催します。(本誌3月号)

このワークショップでは、ユーリッ

ヒ研究センターのグリュンベルク教授などが講演する予定でしたが、事情により変更になりますことをご了承ください。

EVENT-Calendar

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト(イベント・講演会情報)に掲載しています
<http://www.aist.go.jp/>

2008年4月 → 2008年6月

3月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
4 April			
9～11日	国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2008)	東京	03-5296-1020
23日	NEDO - 産総研 - OECD合同国際シンポジウム「工業ナノ材料のリスク評価」	東京	029-861-8295 ●
5 May			
21日	産総研 男女共同参画シンポジウム「多様な人材が活躍する組織を考える」	大阪	029-862-6418 ●
6 June			
18～20日	エレクトロニクスにおける熱設計と熱物性に関する国際シンポジウム	つくば	029-861-4053 ●

●は、産総研内の事務局です。

凝固プロセスにおける金属材料の高性能化技術

サステナブルマテリアル研究部門 凝固プロセス研究グループ 田村 卓也（中部センター）

電磁振動プロセスによる金属ガラス創製技術の開発

田村さんの所属する凝固プロセス研究グループは、金属材料の凝固プロセスにおける輸送機器軽量化に関わる要素技術の開発を行うことを目標にして、凝固プロセスの基礎から応用にわたる研究開発に取り組んでいます。田村さんは、入所以来、電磁振動プロセスを用いた金属材料の高性能化技術の開発を行ってきました。特に、電磁振動プロセスによる新しい金属ガラス創製技術の開発では、電磁振動力により金属ガラスの形成能が向上することを見出し、これらの成果は「Nature Materials」に掲載されました。また、日本金属学会奨励賞なども受賞しています。



電磁振動プロセスによる金属ガラスの連続鋳造実験の様子



田村さんからひとこと

車などの輸送機器の重量の大半は金属製品で占められているため、金属製品の重量を低減させることは省エネルギー化に必要不可欠です。しかし、軽量で高性能な金属材料ほど溶解・鋳造という凝固過程において、精密制御などさまざまな知恵・技術が必要です。また、今までの知恵・技術ではクリアできずに「発想の転換」・「ひらめき」などが求められることも多々あります。今までの実験方針とは真逆の方向に進んで問題を解決した時に研究開発の面白さを実感します。

私たちの凝固プロセスにおける研究成果によって、より良い製品が生み出されることを願って、今後も研究開発を行っていきたいと考えています。

産 総 研
TODAY

2008 April Vol.8 No.4

(通巻87号)

平成20年4月1日発行

編集・発行
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所
広報部出版室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

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

ホームページ

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

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