

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

1

2008
January

Vol.8 No.1

メッセージ

02 前進の実感

特集

08 地球温暖化 緩和技術とその評価

22 本格研究 理念から実践へ

計算と実験の融合で医薬品の「種物質」を見つける
全方向ステレオカメラを搭載した電動車いすの開発

リサーチ・ホットライン

- 26 不活性型ビタミンDを活性化する酵素を分離
骨粗鬆症治療薬などの医薬品の高効率生産へ
- 27 新材料による高性能イメージセンサを開発
6倍の高感度、近赤外域(1300 nm)までの広帯域
- 28 従来より数百倍高感度な総フッ素分析装置
環境試料や工業製品中の残留性フッ素化合物の分析に有効
- 29 モード同期ファイバレーザを用いた広帯域光コム
ファイバコム

パテント・インフォ

- 30 衣類の形状を予測する方法
変形を予測しながらロボット等に必要情報を観測画像から抽出
- 31 新しい多機能セラミックス
金属導電性+マシナブル+耐熱衝撃性+制振能

テクノ・インフラ

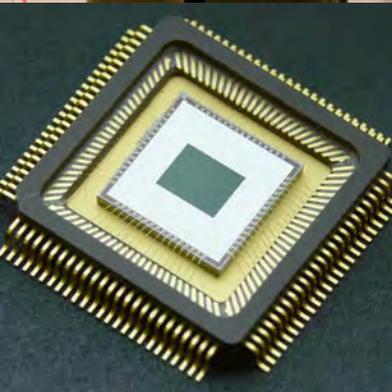
- 32 高周波伝送路のSパラメータ標準の開発と供給
ベクトルネットワークアナライザ測定のトレーサビリティ

リサーチ・トピックス

- 33 第21回 日本IBM科学賞

シリーズ

- 34 NIMTプロジェクト(第5回 [最終回])
タイ王国国家計量標準機関(NIMT)の設立支援



— 前進の実感 —

独立行政法人 産業技術総合研究所
理事長 吉川 弘之



1. 発足して7年

新しい年。産業技術総合研究所が発足してから間もなく7年である。この間に、さまざまなことがあった。それは、発足にあたっての15研究所の統合と中期計画の作成に始まり、新しい考えに基づく研究及び管理のユニット編成、地域センターの新しい定義、本部制による経営、年功序列と関係のない人事、新しい方式による予算配分、評価の導入、などであった。長い工業技術院の歴史と伝統を尊重しつつも、所員のだれにとっても日々の仕事に大きな影響の出る改革の連続であったといえる。

わが国では、1990年代、高度成長の終わりごろから改革の必要性が多く分野で言われるようになった。政治、行政などの公的分野でも、民間企業の分野でも例外はなかった。私たちの身近なところでいえば、研究所や大学の改革である。1990年代に私は大学にいた

が、大学改革の必要性が、大学の内部だけでなく外からも強く要望され、大学人たちは改革に明け暮れたのであった。実際、大学ではそれまで存在しなかった数々の改革委員会が設置され、教員たちは年齢に関係なく委員に任命されることとなった。委員会が多すぎるという指摘を受けて、委員会の整理を検討する委員会を新しく設置したが、そこでの大議論の結果、結局一つだけ減らすことに成功したが、それはその委員会自身だったという経験もまだ記憶に新しい。そして、改革作業が忙しくて、本来の教育研究がおろそかになるという嘆きも聞かれ、改革疲れという言葉も生まれたのであった。

さて、それではこの7年の産総研はどうであったか。産総研の改革は、単なる組織変更にとどまらず、社会に対する責任意識変化や現実的な業務形態の変更を伴う実質的改革であり、それは容易なものではなかった。

振り返れば、発足時の大変化だけでなく、それに続く研究ユニットの恒常的な改廃と新設やユニット長の交代、管理形態においても各部署の所掌変更、評価法の改変、新しい研究費配分制度の創設などがあった。後述するような研究における展開も顕著なものがある。しかもそれは、独立行政法人という誰もが未経験の法人の経営である。手本にするものではなく、手さぐりの日々であったといってもよい。そして目標とした新しい研究所の姿は、完全と言えないまでもかなりの程度まで達成したといえる。そしてその達成は、産総研すべての所員の努力の結果である。その中で、私たちは改革疲れなどあまり感じなかったのではないか。

むしろ、この7年間は一步一步確実に前進したという実感をもったと言えるのではないか。そしてその実感から、一つの結論が導出される。それは、改革とは、過去の長い時間にわたって蓄積した病弊を一気に払拭して過去と断絶した新しいものに生まれ変わるのではない。常時新しい試みを行ってその効果を観測し、その結果によってまた新しい試みを行うという、止まることのない連続的恒常的な過程である。しかもその試みとは、外部からの強制や勧告でなく、主体的な効果観察と内在的な必然性を持つ自発的なものである。2001年における産総研の統合は一見不連続のように見えるが、それが若手研究者自身による発想を軸として行われたのである以上連続であり、この範疇に入る。そしてそれに続く諸変化も、恒常的な変化過程であると考えたほうが理解しやすい。

この、当事者自身の動機と実施による恒常的で連続的な変化こそ、最も有効な改革であるというのが現在の私の結論である。それは「現場による改革」であって、進化のために必要なものである。したがって、そのできない当事者は減びてゆく。しかし、当事者による努力の可能性を押さえつけて、外部の、“当事者性”の希薄な人々による観念的思い付きによる改革の押しつけほど邪悪なものはない。押しつけられたものは、減びる自由すら奪われて、言い換えればより良きものに委譲する可能性すら奪われて、動機のない改革を受動しつつ、ひたすら存続のための存続だけを目標として、つらく生きてゆかざるを得ない。

幸いなことに産総研では、現場による改革の可能性が与えられた。それが、改革疲れを感じることなしに、激変ともいえる改革を進めることのできた、一つの理由である。しかし与えられた状況は一つの必要条件にすぎない。その条件の中で、現実的に改革を可能にしたのは、産業技術のための基礎研究が、社会の変化に応じて変わらなければならないことを理解した産総研所員たちの実感である。この実感は、この7年の経過を通じて強化され、これからの発展の力となってゆく。

2. 意外なこと

ところで、去年は決して安泰な年ではなかった。ちょうど一年前の放射性物質の不適切な保管・使用、その後の、実験室の火災、特許生物寄託における不適切な受け入れ、危険物についての建築基準法違反、支払い遅延など、それ以前の研究ミスコンダクト、カルタヘナ法違反などを考えると、ここ1、2年に、看過できない深刻な問題が起きている。これらは一見相互に脈絡はない。しかし、たまたま起きた偶然の出来事であるとして、個別に処置すれば終りとすることは許されないと私は考える。私たちはそれらの背後にあるものを抽出し是正し、将来起こりうる何ものかを、未然に防止しなければならない。

おそらくそれは、前節に述べた、産総研発足後の7年間の経過と関係がある。繰り返して言えば、その7年間は前進を実感した期間だった。それなのになぜ、このようなことが起こるのであろうか。緊張感のある前向きな前進の中では、こんなことが起こるはずがない。おそらくこれらの出来事は、前向きな前進過程から取り残された、例外的な出来事なのではないか。それは今の私たちにとっては関係のない意外な出来事で、前進とは無関係と考えたい。しかし、この考えは正しくない。

確かにこれらの出来事は、長い歴史の中で浸潤した眼に見えない歪みがたまたま姿を現したという面がある。しかし、たとえ昔の原因が同定できたとしても、今それらが事故として現象するのは明らかに現在の状況とかかわりがある。そして当然のことであるが、そ

れらを未然に防ぐためには、今の状況で仕事を続ける今のわれわれが考えるしかない。

まず考えなければならないことは、事故防止のためにひたすら規則を作り、それを守るために規律を強めてゆくことは必ずしも正解ではないということである。定型的なマニュアルを作り、それを全作業に適用していくのは確かに一つの方法であるが、それは私たち研究者にとって主流にはなりえないと考える。ここで、マニュアルなどの外部的強制によらず自ら主体的に解決する道をとるとすれば、独立行政法人という国に支えられた機関で、研究を社会から委ねられつつ行っているわれわれが、法令を遵守し、安全を守るといふことの意義を、徹底的に考えることから出発する必要がある。

基本的なこととして、私たちが研究の自由をもつ研究者であることを自覚し、自由な研究者であるが故に持つ「固有のリスク」があることを認識することが出発点である。そして、それを十分理解したうえで、各自がそのリスクを克服する方法を考え出さなければならない。そのリスクとは、

- ① 研究の自由という名のもとに行われるオートノマスな行為が持つ社会からの孤立性
- ② 研究という、自分では必ずしも習熟していない未知の世界で新しい条件下で行われる行為が持つ不確実性
- ③ 慎重に計画されていながらも結果はわからないという非予測性

などの、独創的であることを要請される研究では避けることのできない特質と関係がある。これらの予測できず不確実な、そしてしばしば一人でする孤独な思考や実験そして作業を要請されるのが独創的な研究である。研究者はこれらに習熟していて、特別に配慮することもなく、日常的に問題など起こさずにこなしてゆく。それが普通のことである。しかし、この“普通”は、絶対的ではないことを知っていなければならない。これも研究者である私たちは知っていることであるが、研究とは意識していないことを随伴するからである。

やや飛躍するが、ここで私の経験を述べる。1999年

に起きたウラン加工工場の痛ましい臨界事故の原因は、作業基準からの逸脱だった。管理のずさんさが明らかにされ、刑事事件にもなったのである。その管理は、あまりに自明な過ちを犯していて、私が座長を務めた事故調査委員会は、同情の余地のないものと結論するしかなかった¹¹⁾。しかし私はこの事件から重い教訓を学ぶことになった。その工場の現場では燃料生産の生産性を上げることが至上命令となっており、現場作業員たちは工夫を凝らして少しずつ生産性を上げる努力を日々続けていたのだ。その中で、バッチの量を大きくする方法を考案、それが臨界を越す原因となってしまった。目前の目標を注視するあまり、より深刻な条件を看過する。原子炉燃料加工という特殊な状況の中でのこの看過は論外であり、もちろん同情の余地はない。しかし、より一般的に、この状況は決して特殊なものではなく、研究やその関連作業でもありうることなのではないか。目標達成のために、とりあえずそれと関係のないことは措いておく。この“措く”ことは、すぐには問題にならないし、いずれ考慮して取り込むことが予定されているから不当ではない、と考えるてしまう。

とりあえず意識の外に措くということが不当ではないといえるのかどうか。この点が深刻に考えなければならないことなのである。研究の途上で研究課題を注視してとりあえず他の要因を考慮の外に置いたとする。その結果、不幸にして守るべき規範から逸脱したとき、ここで再び孤独な研究について考えれば、それが前述の例のようにただちに現象することは例外で、一般にはほとんど現象しないのだから、それは第三者からは見えにくく、また研究者自身も気づきにくい。しかし、オートノマスで、今までにない条件で、しかも予測できないことも取ってやるのは研究の実施のみならず研究の管理においても本質的なことであり、それは独創的な研究には不可欠である。逸脱を回避するためにオートノミーを捨てるわけにはいかない。

このことから次のような結論を得る。それは、私たちの状況には、規範や管理限界を知らず知らずに犯す固有のリスクが存在するのであって、課題への注視によって他を忘れることの正当性を、研究の重要性だけ

を根拠として主張することは許されないということである。リスクが直ちに事故となる場合は例外であり、多くの場合は気付かれることなしにその場は過ぎてしまう。しかし、それは潜在したり、通時的に蓄積したりして、あるとき、多くの場合は偶然の理由によって現象し、その一部が事故となる。そして事後につけられる理由は、小さな問題と考えて見過ごした、いずれ処置することにして放置した、事故にはならないと思っていた、自分のやり方でやってきた、などである。

これらの潜在や蓄積は、組織の歴史とともに増えてゆく。緊張感のある前進の7年間であるからそんなものはないと考えるのは過信である。出発の時は、すべてが透明に見えていて、それらに細心の注意を払う。しかし前進を加速してゆくと、習慣化可能なものは習慣にして、特別の配慮を払うことをやめる。これは習熟であって正しいことである。しかしその過程に、軽視、多忙による看過、思い込み、自己過信などが入り込む危険性が存在する。

これらを一つ一つ排除する努力も必要なことであるが、軽視、看過などは表層的な現象であり、深層に、排除のための必要条件として、より本質的なことがある。それはリスクの背後にある行動全体の構造に対する正しい理解ということである。すなわち、仮に研究において、課題への注視が他の問題を忘れさせることがあったとしても、どこか別の場所に、全体の理解を“温存”しておかなければならないということである。

この場所が、自身の中にあれば問題はない。しかし

それが難しいことを私たちは経験的に知っていて、それを助けるのが組織であることを、研究ミスコンダクトを考察したところで述べた¹⁾。必要なことは、身近なところでは研究者間のコミュニケーションであり、研究ユニット内の交流である。そして、安全を守り、法令を遵守することに責任を持つ者、すなわち管理監や監査室の権限が絶対であるとする文化の、組織全体を通じての醸成である。

産総研の研究者が、オートノマスな研究を社会から委ねられて実施することが許されているのは、その成果が社会にとって有益なものであるという前提による。言い換えればこのような社会に害をもたらす固有のリスクを回避する能力があるという条件のもとで、研究者に自由が認められている。したがってここには、研究者と社会との間に約束があるのであり、逸脱は約束違反であり、自由を失うことを意味していることを強く認識していなければならない。

3. 次の前進

この7年を通じて、私たちは多くのことを学んだ。それは現場による恒常的な改革の重要性であり、前節の“意外なこと”の排除も、その中で可能であることに確信を持っている。ここで、7年間の前進の実感を基礎として、新しい年で何をするのか、研究を中心に考えることにしよう。

本格研究は産総研内のみならず、大学や研究機関で



も理解が進み、国際的にも関心が高い。本格研究がどのような分野や課題に適用されるべきかについての議論を通じて、それは産総研のアイデンティティの一つとなった。科学論文として表現しにくい第2種基礎研究のための新しい学術論文誌もいよいよ発行である。これは所内誌から、国際誌へと飛躍が予定されている。本格研究の意義を当事者として実証的に明らかにするとともに、論文誌を通じてその存在を記録する仕事へと進む。

イノベーションハブについても大きな展開があった。本格研究の成果の産業化についてのさまざまな試みを通じた結論としての産業技術アーキテクトが誕生し、産業界に対する産総研の新しい顔を形作りつつある。大学に対しては、包括協定だけでなく大学キャンパス内の産総研研究ユニット設置に見られるように、その交流は三次元化へと前進中である。これらがネットワークオブエクセレンスの必要条件であり、それへの展開が始められたとあってよい。ベンチャーセンターも、振興調整費による研究センターとしての期間を終えたが、そこで得られた経験は極めて大きく、またその実施が産総研全体の経営に与えた効果は計り知れないものがあり、これからも新センターとしての活動が予定されている。

研究戦略は3集目の出版で研究所にとって不可欠なものであることを確実にしながら、研究所としての自己認識を可能にし、また各研究者の戦略策定に寄与するとともに、外部への重要なメッセージを発信してい

る。戦略を通じての他機関との連携もこれからの仕事である。

男女共同参画は、研究という職場の大きな目標であるがまだ不十分であり、特に産業技術という分野ではまだ不満足な状況にある。男女共同参画室の努力はその独自性が広く認められ、今後の展開が期待される。

地域センターのナショナルセンター化も着々と進み、すでに地域のみならず国際的な拠点としての活動も始まっている。つくばを含むセンター間の人事交流などによって状況の最適化を図りつつ地域貢献とともに国際展開するのがこれからの課題である。

人材育成は産総研の公式の使命となったが、現在までの研修や、日常的に行われている研究業務を通じての人材育成で明らかになった有効な環境を、さらに発展させる努力が始められた。その中には、産総研内の学校のようなものを作る構想があり、今は仮称“AIST SCHOOL”の名のもとに計画中である。

これらは、いずれも過去の努力とその成果を存分に評価しながら、しかし前例主義を排して、恒常的な変化という改革によって生み出されてきたものである。あるものは微視的变化で、あるものには飛躍がある。しかしいずれにしてもそれらは持続的前進なのであり、社会に対して十分開かれてはいるが、他からの強制でないオートノマスな活動である。このことは、研究ユニットのオートノミーに基礎を置いているが、それだけではない。例えばこの7年間に開催された80回に及ぶ本格研究ワークショップでの討議を思い出すと



よくわかる。そこでは、異なる分野の研究者が研究管理者も交えて年齢に関係なく集まり、産総研における研究の在り方を討議してきたのである。課題は次第に進化し、問題を共有するだけでなく新しい発見をする場であった。

再びここで、前節の“意外なこと”を改めて考えると、実はわれわれはそこで述べた研究課題に注視することで背後に隠れる全体構造の理解の温存という課題を実現する基本的枠組を、すでに手に入れていることに気付くのである。その温存を可能にするのは、研究者間のコミュニケーションであり、研究ユニット内の交流であることを指摘したが、この7年間常に行い、これからも作動させようとしている研究の在り方の討議は、それを方式としてすでに産総研の中に定着させている。その方式の下で安全やコンプライアンスについて討議することを通じて、“意外な苦渋”という悪夢からわれわれ自身を解放する道を選びたい。

4. 今年の飛躍

さてここで、全般的に恒常的前進を続けるとして、その中で今年の飛躍は何であろうか。それは、一人ひとりの内に秘められた夢として多くのものが期待されるが、すでに産総研の中でその姿を現しつつあるものとして、「サービス科学」をあげておきたい。

サービスという概念は特段新しいものではないし、サービス産業という分類もあってその定義もかなり一般的になっているといえる。しかし今、サービスが急に注目を浴びるようになったことには理由がある。ひとつは産業全体の中でのサービス産業の比率が先進国を中心に大きくなり、しかもその生産性が低いことを理由として、その向上が経済に大きな影響を与えることへの期待感が大きくなったことがある。特に製造業の生産性が、低賃金の途上国に有利となり、これがサービス産業への関心を加速する。そして次に、基礎科学の領域で、人間に関する科学の進歩によってサービスとは何かを理解する可能性が増してきたことがある。すなわち生命科学、医学、脳科学、情報科学、行動科学などが科学としての輪郭を明瞭にしながら急速に進

歩し始めた結果、サービス産業の生産性向上を合理的に行うことへの期待が増してくる。それはあたかも、製造業が物理化学を基礎とする諸工学によって生産性を向上したことの再現への期待である。その結果多くの学術領域で、サービスを扱うことが始まった。サービスが、多くの要因を持つ複雑な行為である以上これは歓迎すべきことである。しかしここで、産業技術の研究を目的とする産業技術総合研究所でサービス科学の研究を行うことの重要性をぜひ指摘しておきたい。

それは、サービス産業は製造業の上位概念であるからである。両者はそもそも対立するものでなく、サービス産業は製造業をその内に含むという考え方を私は1980年代に指摘して¹⁾、先進工業国が不可避免的に製造業を縮小してサービス産業に移行するという考え方を、一貫して否定してきたのである。すなわち、サービス産業の進展を、製造業の進歩が支えるということである。そのために、両産業が強い関係を持って進展する必要がある。したがって、サービス産業の生産性向上を製造技術と独立に論じることは正しくなく、製造技術の進展のための研究開発とサービス産業の生産性向上とを調和的に考察することが必要なのである。

そのための、生命科学、情報科学、人間科学の研究などと、製造業のための基礎研究とが統合してサービス科学を研究する準備が産総研できつつある。それに加え、このたびのサービス産業生産性協議会との協定によって産業界との連携の形も定まり、大きな飛躍が期待される。もちろん大学との協力も不可欠である。

そしてまた、この飛躍は過去の否定ではなく、製造業のための基礎技術の開発研究で多くの成果を上げてきた産総研が、サービス科学の研究を恒常的進化の一つとして矛盾なく開始することを理解するのである。

文献

- [1] ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告、原子力委員会、2000.1
- [2] 吉川弘之：「研究の病理」を考える、産総研 TODAY、2007、4月号、5月号
- [3] 吉川弘之：先端技術と人間、世界、1988、1月号、岩波書店

地球温暖化 緩和技術とその評価

2007年、「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」は、第1作業部会報告書(自然科学的根拠)、第2作業部会報告書(影響・適応・脆弱性)、第3作業部会報告書(気候変動の緩和策)および、これらの内容を分野横断的、有機的に取りまとめた統合報告書から構成される第4次評価報告書を取りまとめました。その中で、地球の気候システムに温暖化が起り、その原因がほぼ間違いなく人為起源の温室効果ガスの増加によるものであると発表しています。さらに、適切な緩和策の実施によって世界の温室効果ガス排出量の伸びを相殺、削減できることについて強く言及しています。産総研では、地球温暖化対策に関連した政策立案や政策遂行を支援するための提言を積極的に行うとともに、「第2期研究戦略(環境・エネルギー分野)」(平成17年4月策定)の中で温暖化防止とその評価への貢献を目指す戦略目標を掲げ、多岐に渡る研究分野において緩和技術やその評価研究に取り組んでいます。この特集では、まず始めにIPCC第4次評価報告書における調査結果と、産総研の研究者もその執筆に深く関与したIPCCの2つの特別報告書の概要を紹介し、国際的な枠組における温暖化緩和策の議論や取り扱いの現状等を解説します。また、さまざまな分野において温暖化の緩和に資する技術が提示・実用化される中、それらの技術や環境への影響についての適切な評価が求められています。ここでは、有望な緩和策として期待されている二酸化炭素回収貯留技術および、すでに実用化が進んでいるクリーンエネルギーや再生可能エネルギーの利用技術などについて、産総研が取り組んでいる評価研究の成果についても紹介します。

特集企画担当

神本 正行 研究コーディネータ(環境・エネルギー担当)
鈴村 昌弘 (環境管理技術研究部門)
佐野 泰三 (イノベーション推進室)

持続的な世界での気候変化の緩和

— IPCC 第4次評価報告書における調査結果 —

2007年10月に開催された「産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ 特別講演会 IPCC WG IIIの活動と第4次評価報告書の取りまとめ」において、IPCC第3作業部会共同議長であるBert Metz 博士(オランダ環境評価局)がIPCC第4次評価報告書について講演しました。以下はその講演をまとめたものです。



Bert Metz 博士

気候変化は持続的発展を脅かすだろうか？

現在の世界の平均気温は、すでに産業革命前よりも約0.7℃高くなっています。これにより、降水のパターンが変わってきているほか、氷河の後退、北極氷、グリーンランド氷床などの融解が起っています。サンゴ礁が絶滅の危機に瀕しているように、生態系にも著しい影響が見られるようになりました。熱波、干ばつなどの極端な気象現象が頻繁になり、熱帯低気圧の激しさは増しています。気温の上昇とそれ

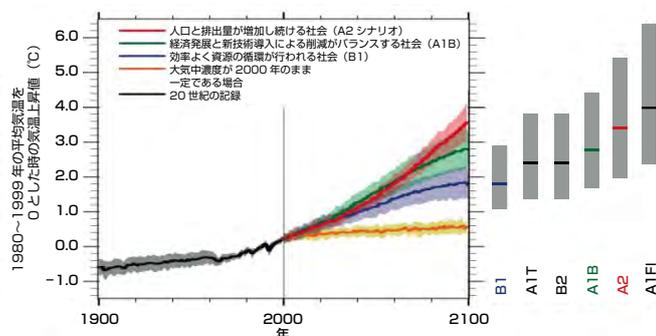


図1 さまざまなシナリオにおける将来の気温上昇の予測

に伴う現象の原因は、ほぼ間違いなく(90%以上の確率で)、人間活動によって急激に増加した温室効果ガスである

と結論づけられました。

将来の社会について予想したシナリオで検討してみると、地球の平均気温



は、2100年までに1980～1999年よりも1.1～6.4℃上昇すると予想されています(図1)。これらの気候の変化がもたらす影響は深刻であり、人類の対応能力を超えてしまう恐れがあります。数度の気温上昇で、熱帯域での食料生産性は減少し、より多くの人々が渇水と洪水に直面し、生態系が危機に瀕し、疾病が増える可能性があります。このように気候変化の影響は持続的発展にとって重大な脅威となり、経済的に表現すると、世界のGDPの5%を帳消しにしてしまうと考えられています。

温室効果ガスの排出抑制技術は、持続的な将来のために気候変化を抑制できるか？

温暖化ガスの排出を抑制したり、生物圏による二酸化炭素(CO₂)の吸収を増加させるための技術が利用可能になってきています。たとえば、高効率な電灯や自動車、風力、バイオマス、原子力、地熱、太陽光などの低炭素発電技術、メタン、窒素酸化物の発生を回避する技術、森林破壊防止技術、農地や森林の管理技術などです。また、自動車用の燃料電池、廉価な太陽電池、新たな省エネルギー技術や潮力・波力エネルギーなどが開発中です。これらの技術革新のシナリオに基づくと、大気中の温室効果ガス濃度を450 ppmv(CO₂換算、現在は380 ppmv)程度に安定化させることが可能だと考えられています。

新しい技術を受け入れることは社会的、経済的な理由から時間がかかることですから、450 ppmvが達成できる最少レベル(最も高い目標)であろうと思われます。これを達成するには2050年までに現在より排出量を50%減少させる必要があり、大きな努力をすぐに

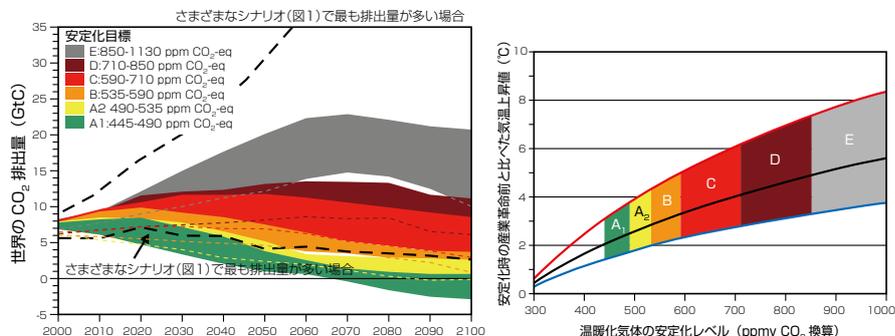


図2 温室効果ガス排出量と安定化大気中濃度との関係

開始しなければいけません。しかし、450 ppmvレベルで安定化しても、平均気温は約2℃上昇するので(図2)、ある程度影響を受けることが懸念されます。いくつかの国と環境NGOは、持続的な発展のために2℃程度の気温上昇にとどめるべきであると主張しています。有効な戦略を立てて実行すれば、この削減シナリオは年間の経済成長に数割の減少をもたらす程度ですが、一方で排出抑制策が成長の大きな妨げになるという主張もあり、このような排出抑制シナリオを現実のものにすることは、大変な挑戦です。

持続的発展のために何が求められているか？

このようなことから、純粋に気候問題に挑む政策だけで十分な効果を発揮できるかは、疑わしいと言わざるを得ません。しかし幸いにも、各国の発展を犠牲にすることなく、温暖化気体の排出を抑制させることができる多くの手法があると思われます。それらの例を列挙してみました。

- ・マクロ経済政策：税金、補助金やほかの財政政策の設計、構造調整
- ・貿易政策：低炭素製品に対する障壁の排除、国内のエネルギー源の促進

- ・エネルギー安全保障政策：効率的なエネルギーの利用、国内のエネルギー源の促進
- ・近代的エネルギーへの転換を向上させる政策：バイオエネルギー、貧困の関税
- ・大気質に関する政策：クリーン燃料、非化石燃料
- ・銀行貸出政策：高効率、再生可能エネルギーへの融資、発展途上国で旧来の技術に留まってしまうことを防ぐための融資
- ・保険政策：保険料の差別化、損害賠償責任保険の除外、グリーン製品に対する条件の見直し

また、気候変化に弱い部分を補強するために、社会基盤設備の整備を再考したり、農業、沿岸開発などの政策を充実させることができるでしょう。

気候変化の危険性を避け、世界の真の持続的発展を現実化するためには、このようにさまざまな手段を使った戦略が必要です。地球温暖化問題は、気候変化に対する直接的な対策のみでは解決することができないのです。

環境管理技術研究部門長
原田 晃

オゾン層に関する IPCC/TEAP 特別報告書 (2005) の概要

特別報告書作成の経緯^[1]

1987年に採択された「モントリオール議定書」は、オゾン層破壊物質(ODS^[2])の段階的全廃を義務付けています。議定書制定前には約180万 t生産されていたODSは1995年末の先進国の全廃を契機として、2005年には約9万 tまで減少しました。この削減に大きな役割を果たしたのが、非フッ素系の代替技術とならんで「代替フロン」と呼ばれるハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC)およびハイドロフルオロカーボン(HFC)でした。なかでもCFC-12(CCl₂F₂)の代替品であるHFC-134a(CF₃CH₂F)はカーエアコン用冷媒として急速に普及してきました。ところが、このHFCはパーフルオロカーボン(PFC)などとともに温室効果ガスとして「京都議定書」では削減対象となっていて、産業界では両議定書の狭間にあって対応に苦慮しています。

2002年に国連気候変動枠組条約加盟国ならびにモントリオール議定書締

約国は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)および国連環境計画(UNEP)の技術・経済アセスメントパネル(TEAP)に対して、「オゾン層と地球気候システムを守る：HFCおよびPFCに係わる課題」をまとめた特別報告書の作成を要請しました。この決定を受けて、両機関(IPCCおよびTEAP)は約140名の執筆者を決定し、5回にわたる執筆者会合を経て2005年秋に特別報告書が刊行されました。

特別報告書の概要

この報告書は、Part A：オゾン層と気候システム、Part B：ODSからの切り替えに伴う温室効果ガス(GHG)の排出削減の方策、Part C：HFCおよびPFC使用可能量の将来見積り、という構成になっていますが、内容的にはGHGとして温暖化に影響を及ぼすCFC、HFCならびにHCFCの排出動向とその対策に焦点を絞ってまとめられました。

(1) Part A：オゾン層と気候システム

図1はオゾン層の破壊と回復傾向を示したもので、楽観的には2050年前後には回復すると予測されていましたが、2007年のモントリオール議定書締約国会合では、途上国におけるHCFCの排出量の急激な増加傾向と気候変動のオゾン層への影響の不確実性を考慮すると、回復は2065年頃まで遅延の恐れがあると報告されました。図2はCFC、HCFCおよびHFCの排出動向を炭酸ガス相当 t に換算して、化石燃料由来の炭酸ガス総量と比較したものです。1990年には約7.5兆 t (化石燃料由来の炭酸ガス総量の約33%) あったフロン類の排出量は、2000年には約2.5兆 t (化石燃料由来の炭酸ガス総量の約10%) まで大幅に減少していることがわかります。すなわち、ODSであるCFCは強力な温室効果ガスでもあり、CFCの全廃はオゾン層の回復のみならず、温暖化防止にも大きく貢献していることになります。

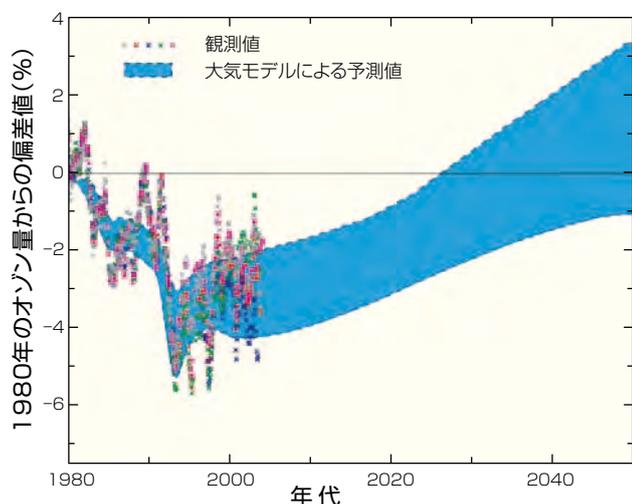


図1 オゾン層の破壊と回復傾向

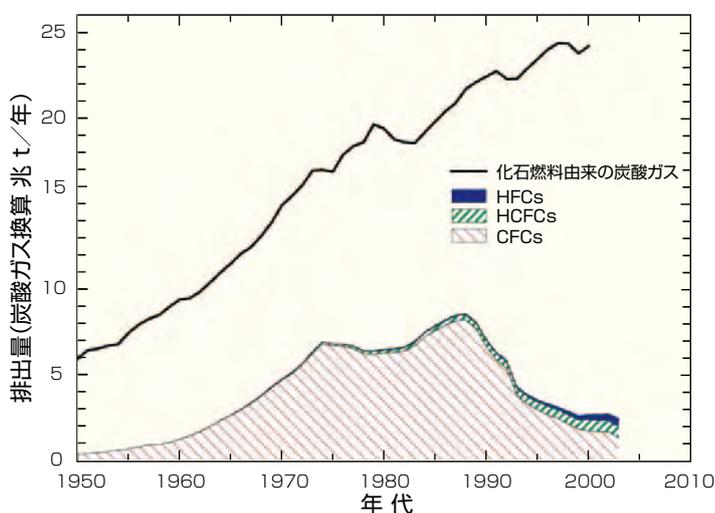


図2 フロン類の排出動向

表 フロン類の排出削減効果

排出量 (炭酸ガス換算 兆 t/年)	2002年	2015年 対策なし(BAU)	2015年 対策後
CFC/HCFC/HFC	2.5	2.4	1.2
CFC/HCFC	2.1	1.2	0.7
CFC	1.6	0.3	0.2
HCFC	0.5	0.9	0.5
HFC	0.4	1.2	0.5

ハイリゲナムサミットにおける首脳宣言から

2007年6月に開催されたサミットで世界経済における成長と責任に関する「サミット首脳宣言」が採択されました。その第59項（気候変動への適応）を以下に引用しますが、まさに「モントリオール調整」はこの精神に則って決議されたものであることがわかります。

“我々はまた、モントリオール議定書の下に、エネルギー効率と気候変動の目標を整合させながら、HCFCの段階的廃止を加速することでオゾン層の回復を達成するよう努力する。オゾン層の回復の加速という共通の目標に向けて協力する際に、我々はクリーン開発メカニズムがオゾン層破壊物質の排出に影響を与えることを認識する。”

(2) Part B、C：フロン類の排出動向と排出削減対策

2002年から2015年までのCFC、HCFCおよびHFCの排出動向を推算していますが、排出源としてこれらのガスの生産、輸送、使用時の排出に加えて、特に今後バンク（bank：貯蔵・溜まり）^[3]として長期間機器、装置中に保持されるHCFCおよびHFC量が増加傾向にあり、その使用終了後のバンク処理の重要性が指摘されています。バンク量を考慮した排出量の2002年の実績、対策をとらない場合の2015年の推算、ならびに対策検討後の排出削減可能量の推算結果を対比してまとめたのが表です。対策を講じなかった場合、2002年に比して2015年にはHFCは3倍、HCFCは約2倍、CFCは約5分の1となり、フロン類合計では横ばいですが、対策を講じた場合には排出量の半減が可能になると推定しています。2015

年に向けてのODSの全廃とHCFC、HFCの排出削減は、(1) 封じ込め技術の改良、(2) 回収・再利用および破壊、(3) 非フロン系あるいはGWP（Global Warming Potential：地球温暖化係数）が小さい代替物質の採用、(4) 革新的な新技術の導入などにより実現できるとこの報告書は結論付けています。

特別報告書の活用

モントリオール議定書では、HCFCは先進国では2020年に全廃、途上国では2040年に全廃と決められていましたが、ここで問題となるHCFCは冷媒あるいはフッ素化学品の原料として有用なHCFC-22（CHClF₂）、発泡剤のHCFC-141b（CH₃CCl₂F）などです。なかでもHCFC-22は生産時に強力な温室効果ガスHFC-23（CHF₃：GWPは14,800）を副生します。このHFC-23の分解装置の設置が京都議定書に定め

られたCDM（クリーン開発メカニズム）の認定を受ければ、大量のクレジットが発生し高額の収入が得られるため、中国などの途上国においてHCFC-22の製造プラントが相次いで新設され、すでに10以上のプラントでCDM認定を受けている状況にあります。この特別報告書ではこのような不必要とも思えるHCFC-22の増産傾向について大いなる懸念が表明されています。2007年9月の議定書制定20周年記念の締約国会合では、この報告を基にしてHCFCの前倒し規制の必要性が議論された結果、途上国においても段階的削減を導入しかつ全廃を10年前倒しして2030年とする画期的な「モントリオール調整」が採択されました。

研究コーディネータ
（環境・エネルギー担当）

山辺 正顕

関連情報

[1] 筆者はCLA（統括執筆責任者）の1人として参加

[2] CFC（クロロフルオロカーボン）、HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン）などの特定フロンおよび四塩化炭素、メチルクロロホルム、メチルブロマイド、ハロンなど

[3] 発泡剤や冷媒に使われるフロン類が使用中の断熱材や冷蔵・冷凍機器中に長期間貯蔵される状態をバンクと呼んでいる。

二酸化炭素の回収隔離に関する特別報告書 (SRCCS) の概要

はじめに

CO₂回収貯留(隔離)技術(CCS)は、図に示すように、火力発電所などから排出される二酸化炭素(CO₂)を分離回収、輸送し、地中や海洋などに長期的に隔離し大気中CO₂濃度の増加を抑制する技術です。2001年のCOP7における勧告を受けて、2005年に発行されたCCSに関する特別報告書(SRCCS)は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)でも初めて特定の「技術」を対象として包括的な評価を示したものであり、各国におけるCCSの政策課題化や気候変動に関する国際連合枠組み条約(UNFCCC)における交渉活動などにも影響を及ぼしています。

IPCC 特別報告書の内容

表にSRCCSの目次を示しますが、その概要は、政策決定者の観点から見た重要な論点に定める形式でとりまとめられた政策決定者向け要約(SPM)に示されています。以下、その主要点について記述します。

(1) CCS 技術とは？ またそれがどう気候変動の緩和に寄与するのでしょうか？

大気中濃度安定化に必要なレベルの温室効果ガス(GHG)の排出削減には緩和策のポートフォリオが必要ですが、CCSは排出削減コストを低減し、対策の柔軟性を増す可能性があります。

(2) CCS 技術の特徴は？

発電所にCCSを付加することで、ほぼ10～40%の追加的エネルギーが必要となりますが、そのほとんどが回収にとまう損失です。

(3) CCS 技術の現状は？

CCSを構成する要素技術のレベルはさまざまであり、統合システムの例はほとんどありません。

(4) CO₂ の発生源と隔離可能場所の地理的關係は？

CO₂の大規模発生源は、主要な工業地域や都市部に集中しており、その多くは地中隔離に適した地質構造を有す

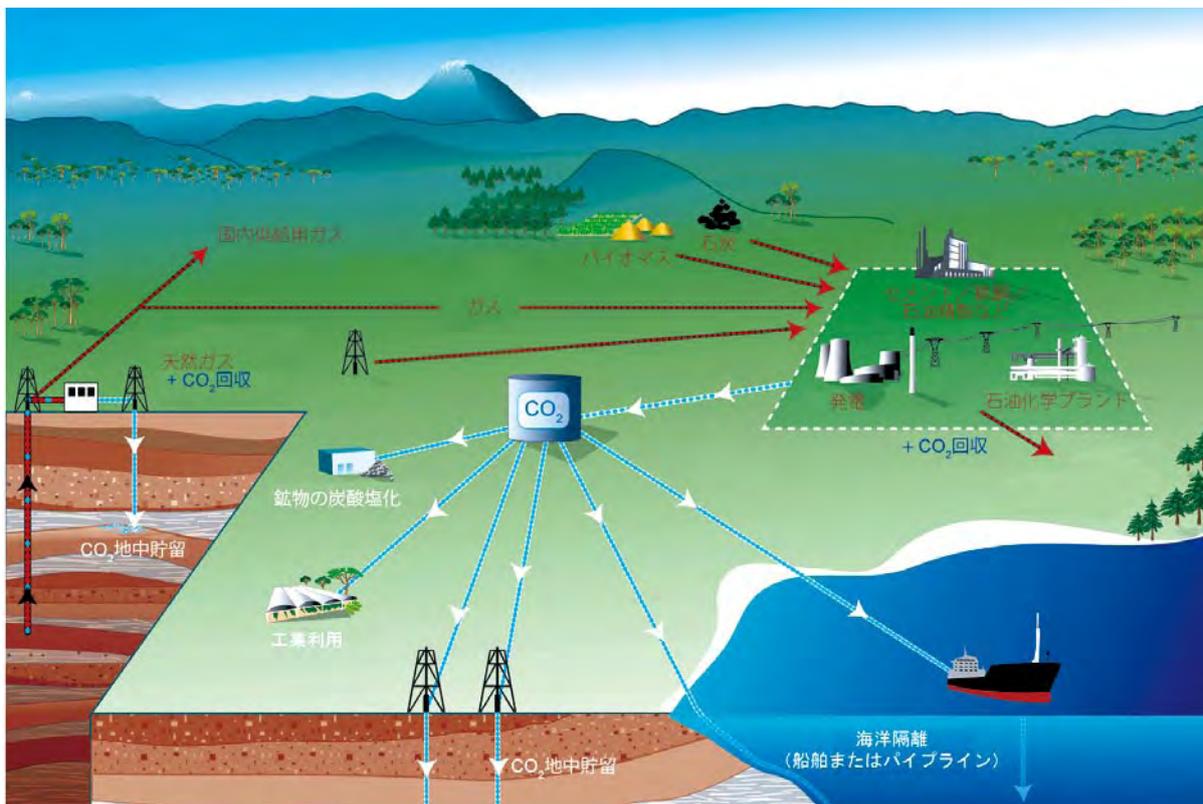


図 二酸化炭素回収隔離システムの概念 (IPCC SRCCSより)

表 IPCC特別報告書の目次

第1章	序論
第2章	CO ₂ の排出源
第3章	回収
第4章	CO ₂ の輸送
第5章	地中隔離
第6章	海洋隔離
第7章	鉱物の炭酸塩化及び産業利用
第8章	コスト及び経済的ポテンシャル
第9章	温室効果ガス排出インベントリ及びアカウンティングにおけるCCSの意味
付録A I	CO ₂ 及び炭素系燃料の物性
付録A II	用語、略語など

る区域から300 km以内にあります。

(5) CCSのコスト、及び技術的・経済的貯留ポテンシャルは？

CCSを発電システムに適用した場合の発電コストは、ほぼ0.01～0.05 \$/kWh上昇し、ほとんどの場合、CO₂回収（および圧縮）に要するコストが支配的となります。

世界中での地中隔離の技術的貯留ポテンシャルは、66～90%の確率で約2,000 Gt CO₂、海洋隔離の場合は、大気中CO₂濃度の安定化レベルに依存し、数千 Gt CO₂となります。

ほとんどの安定化シナリオ（450～750 ppm）において、CCSの経済的貯留ポテンシャルは、220～2,200 Gt CO₂（2000～2100年累積）となり、世界中の緩和策の15～55%に貢献し、安定化のためのコストは30%以上低減します。

(6) CCSに伴う局所的な、健康、安全及び環境へのリスクは？

適切なサイト選定、モニタリング計画、法規制、CO₂が漏洩した場合の修復措置などにより、地中隔離の

リスクは現在の天然ガス貯蔵、EOR（Enhanced Oil Recovery：石油増進回収技術）、酸性ガスの地中処分と同等となります。

(7) 隔離CO₂の物理的漏洩により、気候変動緩和策としての効果が低減するのでしょうか？

適切に選定され管理された地中隔離場所にCO₂が留まる割合は、100年後に99%以上である確率は90～99%であり、1,000年後に99%以上である確率は66～90%です。また、海洋の隔離量は、100年後で65～100%、500年後で30～85%と算定されています（低い方は注入深度が1,000 m【筆者註：正しくは800 m】の場合、高い方は3,000 mの場合）。

(8) CO₂隔離を実施するための法規制問題とは？

長期的なCO₂隔離のための法規制を策定している国はほとんどありません。また今のところ、海底下の地中や海洋へのCO₂の注入が国際法の特定の規制の対象となるか否かといった点に

ついて、合意の得られている解釈は存在しません。

(9) 排出インベントリ及びアカウンティングにおけるCCSの意味は？

現行【筆者註：SRCCS発行時】の1996年版IPCCインベントリガイドラインは、CCSに関する手法を含んでいませんが、2006年改訂版で取り扱われることになっています。

おわりに

私がCCSに携わるようになった約20年前から見るとCCSを巡る状況には隔世の感があり、わが国においてもCCSが政策課題として論じられるようになってきました。しかし、CCSがCO₂排出削減策として実質的に機能するためには、さまざまな課題があり、技術はその一部に過ぎません。すなわち、技術開発による効率向上やコスト低減のほかにも、法規制を含めた制度整備、CDMへの適用、あるいはCCSを正当に扱えるCDM（クリーン開発メカニズム）に替わる新しい国際的枠組みの検討や経済面での補助などを含めたインセンティブの付与、社会的受容の獲得など、非技術面での課題も山積しているというのが国際的な共通認識です。このような背景の下、わが国においてもCCSを政策的オプションとして採択するならば、単なる研究開発のみでなく、実現に向けた環境整備や制度設計について検討し、具体的施策を打ち出す時期に来ているように思われます。

エネルギー技術研究部門
赤井 誠

CCS 技術開発と評価

CO₂ 地中貯留技術の現状と展望

地球温暖化対策が待ったなしの状況になっている現在、量的に最も温室効果が大きな二酸化炭素 (CO₂) の大気中への放出をおさえる方策は早期の実用化が求められています。大規模排出源から排出される CO₂ を回収して大気から隔離・貯留する CCS (Carbon Capture and Storage) 技術は大気中の CO₂ 削減効果の大きな技術であり、貯留場所として地層 (帯水層) 中への貯留 (CO₂ 地中貯留) が注目されています。

わが国で CO₂ の大規模排出源が立地する大都市地域は、海岸沿いの平野部にあり、地下には比較的単純な構造の若い地層が広がります。その深部の地層は、長期間にわたって停滞する、水資源として利用できない水質 (多くは塩水) の地下水に満たされています。CO₂ 地中貯留技術は、このような深い地層中に気体と液体の中間の性質を持った CO₂ (体積が小さく粘性が低い超臨界 CO₂) を圧入することにより大気からの隔離を行おうとするものです。このような試みはすでに各国で実施さ

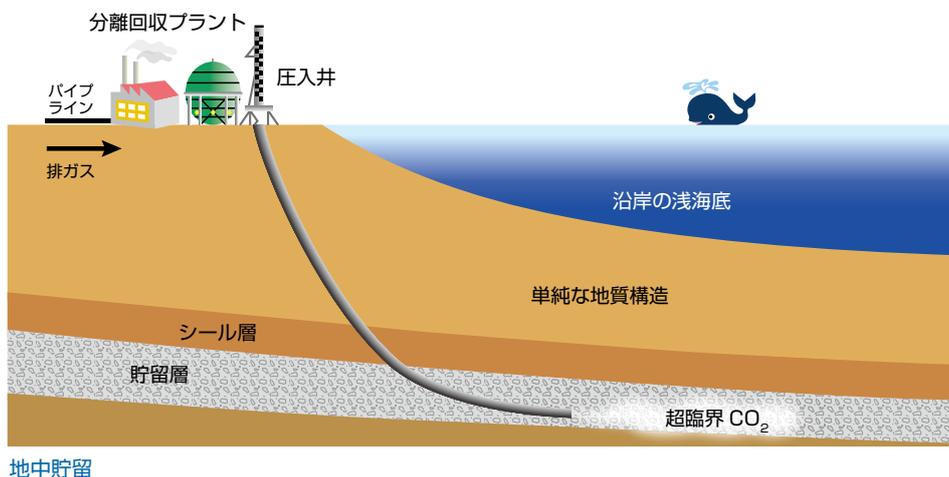
れており、ノルウェーでは年間 100 万トンの CO₂ が地中に貯留されています。2005 年度のわが国の温室効果ガスの総排出量 (確定値) は 13 億 6 千万トンですが、CO₂ 地中貯留可能量 (概算) は 1,461 億トンと試算されており、わが国周囲にも十分な貯留量があると考えられます。

深い地層に流体を圧入する技術自体は、天然ガスの地下貯留や石油の増進回収法で蓄積された技術の延長にあり、また、単純な地質構造のもと地質流体が地下に何十万年もの長期にわたって貯留される現象として「水溶性天然ガス」の存在があることから、地中貯留が即戦力のある現実的な温暖化対策であることが理解できます。しかし地中貯留の事業化に向けては、1) CO₂ を圧入した地下ではどのようなことが起きているのか (挙動の科学的把握)、2) どのようにして CO₂ は地下に留まるのか (貯留メカニズム)、3) 圧入された CO₂ の地層中の動きをいかにして把握するか (モニタリング)、など解明あるいは整備すべき多数の課題が存

在することも確かです。これらの課題は、CO₂ 流体と地下の岩層そして深部地下水という 3 者の相互作用を解明するという共通の性格をもっており、地化学的や岩石力学の実験による基礎データの収集、地下水の観測による広域地下水流動の把握、シミュレーションによる数値計算、過去の事例からの^{えんえき}演繹的類推など地球科学のさまざまな手法を用いた研究・技術開発が求められています。

大気中への CO₂ 排出増加による地球温暖化は、大気や海洋の問題と考えがちですが、対策としての CO₂ 地中貯留は CO₂ と地球内部との相互作用が重要になります。産総研地質調査総合センターは、わが国随一の地質に関わる研究機関として、地球科学に関して蓄積して来た知見をもとに、CO₂ 地中貯留という切り口から温暖化の問題解決に貢献しています。

地圏資源環境研究部門
當舎 利行
奥山 康子



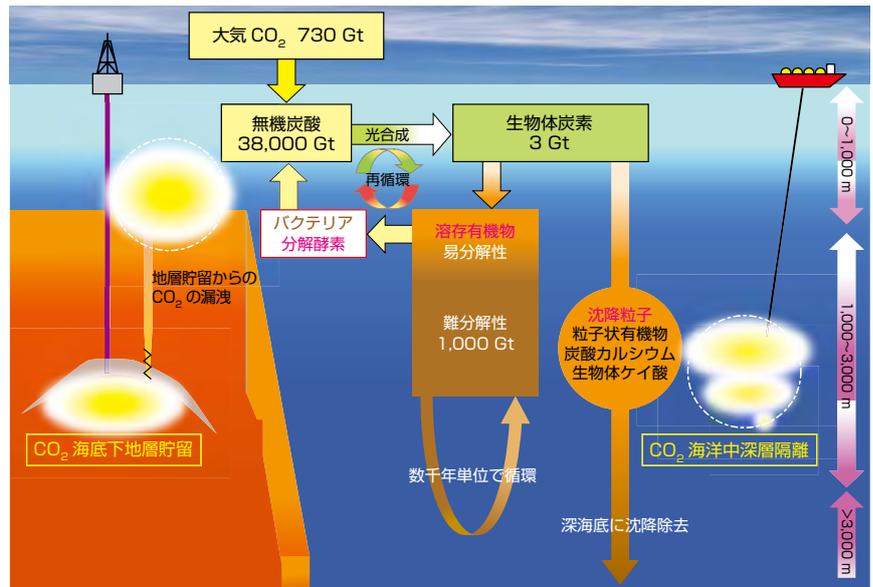
地球温暖化

緩和技術とその評価

海洋におけるCO₂隔離とその環境影響評価

海洋は地球表面積の70%を占め、海水中には大気CO₂の50倍以上のCO₂が溶け込んでいます。また、海洋は人間活動により大気に放出されたCO₂の30%相当分を吸収・貯蔵していることが分かっています。CO₂の海洋隔離(1,000～3,000 mの中深層への隔離)は、このように、きわめて大量のCO₂を溶かし込むことができる海洋の能力を積極的に利用しようとする技術です。地中貯留技術では閉じられた空間にCO₂を留め置くことを目的としているのに対し、中深層隔離は海洋といういわば開かれた空間を利用してCO₂を長期間滞留させることにより大気CO₂濃度の急激な増加を抑制する技術です。開かれた環境を直接利用する分、中深層隔離に対してはより厳密な環境影響評価が求められます。

中深層隔離ではCO₂を海洋の中深層に広く薄く溶かし込むことによって海洋環境への影響を最小限にしますが、大規模で長期間にわたる事業を想定すると、海の炭素貯蔵能を支える生態系と物質循環過程への長期的な影響を適



海洋における物質（炭素）循環過程とCCSの模式図

切に評価することが不可欠です。これまで、中深層はきわめて生物の少ない世界と考えられていましたが、実は細菌など種々の微生物群集が存在し、それらが海洋における有機物（炭素化合物）の再生や難分解化（貯蔵）に大きく貢献していることが分かってきました。また中深層は沈降粒子（炭酸カルシウムなど）の溶解の場としても重要です。私たちはCO₂の注入に伴う海水のCO₂濃度の増加およびpHの低下による物質

循環過程（有機物の分解や粒子の溶解）への影響を評価するために、中深層の海水を採取し細菌の活性などを直接調べる実験や、深海の圧力を再現する特殊な高压装置を用いた研究を行っています。

2007年11月、海洋環境の保全を目的とした国際的枠組（ロンドン条約1996年議定書）においてCO₂海底下地層貯留の実施に向けたガイドラインが策定されました。その中で、地中から海水中にCO₂が漏洩する可能性を考慮した環境影響評価の実施が規定されています。ここで得られた研究成果はCO₂の中深層隔離技術にとどまらず、海底下地層貯留技術に対する事前評価の先導的研究としても重要な知見を提供します。



0日目



4日目

炭酸カルシウム沈降粒子（有孔虫殻）の高压溶解実験
球形の殻がCO₂濃度の高い海水に晒され急激に溶解している。

環境管理技術研究部門
鈴木 昌弘

太陽光発電の LCA 評価

導入の進む太陽光発電

地球温暖化を防ぎ、持続可能な社会を実現するために不可欠な再生可能エネルギー資源として、クリーンで無尽蔵な太陽エネルギーへの期待が高まっています。中でも太陽光発電は、太陽光のエネルギーを直接電力エネルギーに変換するシステムで、タービンの様な動く部分がないため保守・管理が容易であること、電卓から大規模発電所までさまざまな規模・形態での応用が可能であることなどの特長があります。

第1次オイルショックを契機として1974年にスタートした長期国家プロジェクトであるサンシャイン計画以来、産官学を挙げた研究開発と導入普及施策が功を奏してコスト低減が進み、近年急速に生産量・導入量が増加しています。図1に示すとおり、わが国は世界最大の太陽電池生産国となっています。

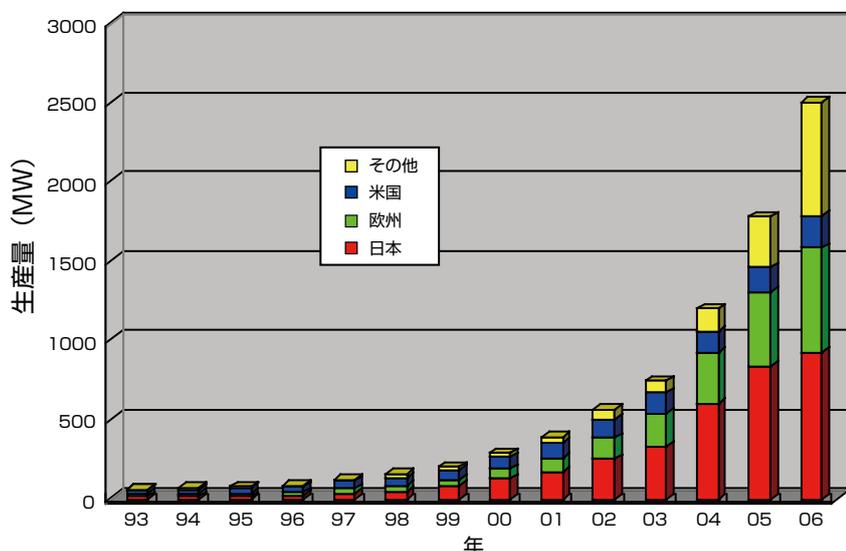


図1 世界の太陽電池生産量の推移

ライフサイクルアセスメント

このように、太陽光発電システムは地球温暖化防止にきわめて有効なエネルギー源ですが、システムを構成する太陽電池やインバータなどの構成機器を製造するにも一定量のエネルギーが必要であり、当然それに伴い二酸化炭素 (CO₂) も排出されます。この投入エネルギーの回収、および製造時排出分のCO₂削減に必要な時間は、それぞれエネルギーペイバックタイム (EPT)、CO₂ペイバックタイム (CO₂PT) と呼ばれています。これらがシステムの寿命に比べて十分短くなければ、エネルギー生産技術としての意味がありません。これらを分析・評価するライフサイクルアセスメント (LCA) は、エネルギー技術の評価に不可欠な重要な視点です。

図2に多結晶シリコン太陽電池の製造工程の例を示します。製造時の投入エネルギーとCO₂排出量を正確に見積

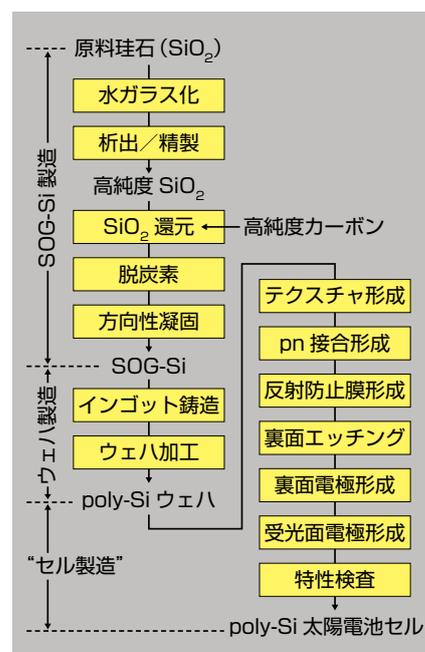


図2 多結晶シリコン太陽電池の製造工程

もるためには、これらの各工程で投入される材料と加工のために必要なエネルギーとを積み上げる必要があります。

太陽光発電システムのペイバックタイムは、このような太陽電池をはじめとするシステム構成機器類全ての製造エネルギーや製造時のCO₂排出量と、システムから毎年得られる発電量やCO₂削減量の比率から計算されますが、前者は新しい太陽電池の開発や製造技術の改良、製造規模の拡大などによって次第に減少し、後者は太陽電池の変換効率やシステムの利用効率の改善によって増大するため、技術革新の途上にある太陽光発電のペイバックタイムは年々急激に短くなっています。しかしながら、最新のペイバックタイムの値の周知が不十分なこともあり、10年以上も前の古いデータ¹⁾を基に、今で

も時として太陽光発電のペイバックタイムは10年以上であるという間違っただ指摘がなされることがあります。

現在、わが国において公表されている最新の値（住宅用屋根設置の場合）は、EPTについては、多結晶シリコンで1.5年、アモルファスシリコンで1.1年、化合物薄膜（CIS）で0.9年、CO₂PTについては、多結晶シリコンで2.4年、アモルファスシリコンで1.5年、化合物薄膜（CIS）で1.4年です^[2]。ただし、結晶シリコンについて、本報告の計算では原料シリコンの製造方法として現在開発中の新製法が想定されており、現状に即した製造法から算出するとEPTは約2.0年、CO₂PTは約2.7年となります（図2）。欧米でもほぼこれに近い値が報告されています。太陽電池の寿命は、少なくとも20～30年程度と考えられていますので、最新のデータに基づくEPT、CO₂PTはともに寿命に比べて十分短く、太陽光発電はLCA評価の観点からも優れた発電システムであるといえます。

持続可能社会の実現を目指して

今後のわが国のエネルギー政策の基本方針として2006年5月に取りまとめられた「新・国家エネルギー戦略」の4本柱の1つの「新エネルギーイノベーション計画」においても、太陽光発電のコストを2030年までに既存の火力発電並みにすることが目標として明記

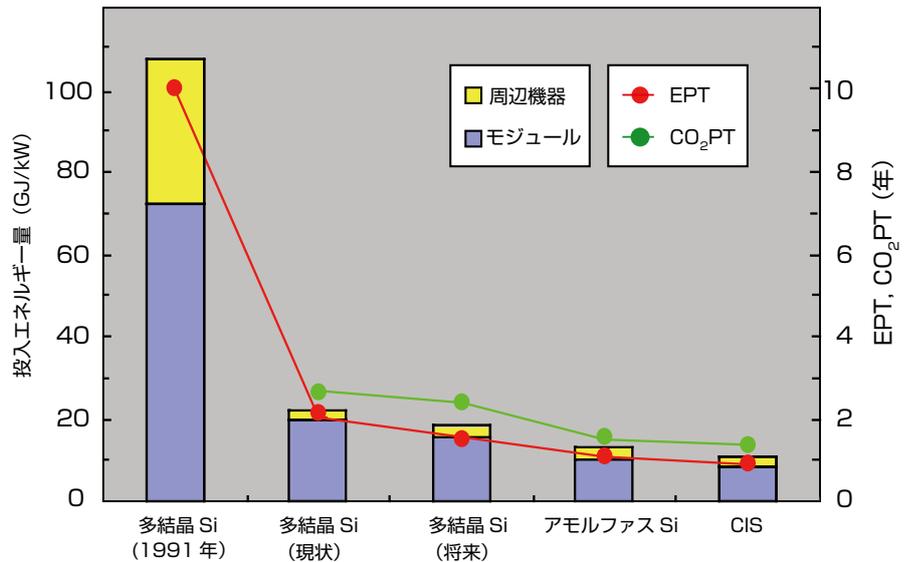


図3 太陽光発電システムの製造時投入エネルギーとペイバックタイム

算出条件：

多結晶Si (1991年) 地上設置1 MW、生産規模=不明、運用エネルギー=1%^[1]
 その他 住宅用3 kWシステム、生産規模=100 MW/年、運用エネルギー=省略^[2]
 ※多結晶Si (現状)の値は、文献^[2]を元に再計算を行ったもの。

されています。2004年に作成された太陽光発電に関する研究開発長期ロードマップ（PV2030）では、2030年における累積導入量として、総電力需要の10%程度を賄える100 GW（1億 kW）が想定されています。

これらの導入目標を達成するためには、太陽電池のさらなる効率向上とコストダウン、および応用分野や設置場所の拡大を可能とする新しいシステムコンセプトの導入などを旨とした研究開発が不可欠です。それとともに、太陽光発電が新しいエネルギー技術とし

て国民の理解を得るためには、ここで紹介したLCA評価による環境効果の見積もりについても、研究開発の進展による新しい製造技術の導入や生産規模の拡大などによる変化を随時取り入れ、常に最新の情報を提供して行くことが重要と思われます。

太陽光発電研究センター
 作田 宏一

参考文献

- [1] 内山、ほか、電力中央研究所研究報告 Y90015 (1991.11)
- [2] NEDO成果報告書「太陽光発電評価の調査研究」、太陽光発電技術研究組合、(2001.3)

バイオマス利活用のライフサイクルアセスメント (LCA)

ライフサイクルアセスメント (LCA) とは

LCAは、製品などの環境への影響を定量的に評価する手法です。例えば、その製品に必要な素材やエネルギーの製造・輸送から、その製品の生産、流通、消費、さらには最終的に廃棄、処理されるまでの製品の生涯（ライフサイクル）での環境負荷を調べ、影響を評価し、環境負荷の少ない社会形成に資することが期待されるツールの1つです。現在、製造業を中心に適用が広がり、消費者も行動を決める1つの要素として、LCAの結果を活用する段階にあると言えます。

バイオマス利活用へのLCAの適用

バイオマスは、その生育時に二酸化炭素 (CO₂) を固定することから、燃焼時のCO₂排出が相殺されるという考え方が広く受け入れられており、地球的な温室効果ガス (GHG) 排出抑制の観点から、バイオマスの利活用が期待されています。それを定量的に評価するため、LCAを適用し、一層、環境負荷の少ない利活用に向けた必要な取り組み

を明らかにしていくことが求められています。

産総研ライフサイクルアセスメント研究センターでは、バイオマスの一種である有機廃棄物（家畜排せつ物や生ごみ、食品産業廃棄物、建築廃材など）の有効利用を地域的に評価する手法の開発を進め、地域的に最適化する手法“RCACAO”を開発し、公開しています¹⁾。また、アジアの国々の研究者と連携して大規模なバイオマス利活用を対象にLCA評価を行うとともに、持続可能なバイオマス利活用像の検討を行っています。これらの成果の中から、ここでは大規模プランテーションを対象にしたLCA評価の例について紹介します。

バイオエタノールのケーススタディ

タイはブラジル、インド、中国に次ぐ世界第4位のサトウキビ生産国で、大規模にエタノールを生産し、利用することが期待されています。同国内の研究者と連携し、同国でサトウキビからエタノールを製造し、わが国に輸送

して純度を高めて直接ガソリンに混合して利用するケースを想定してライフサイクルでのGHG排出量の試算を行いました。

対象とする利活用のシステムでは土地や気候などによる収量の変動、施肥量のばらつき、生産地による輸送経路の違い、エタノール原料を絞った残渣（バガス）を利用した発電効率の差異など多くの不確実性を持っています。それらの影響を定量的に把握できるよう、それらの分布を分析あるいは推測して評価を行いました。1 MJの無水エタノールを製造、利用するライフサイクルでのGHG排出を試算しました。その際、不確実性を持ったデータに対し、ランダムに生成された値を割り当てることを繰り返してモデルをシミュレートする方法（モンテカルロ法）を適用した結果を図1に示しています。この結果から、95%信頼区間では、約44 gから78 gの排出となっています。ここでは主に収量や施肥量の違いによる不確実性が反映され、広い分布を示す結果となっています。

その中央値について、排出の内訳を表したものが図2で、耕作段階での排出が大きいことが示されています。これは、肥料製造や畑地からの亜酸化窒素 (N₂O：温暖化への影響がCO₂の約300倍あるといわれています) 排出、農作業に使われる機械の燃料消費が大きく影響しています。次いで、わが国への輸送過程や無水化過程からの排出が大きくなっています。エタノール製造過程で余ったバガスを利用した発電によるGHG排出削減効果（図2で負の値として示されています）も大きく、発

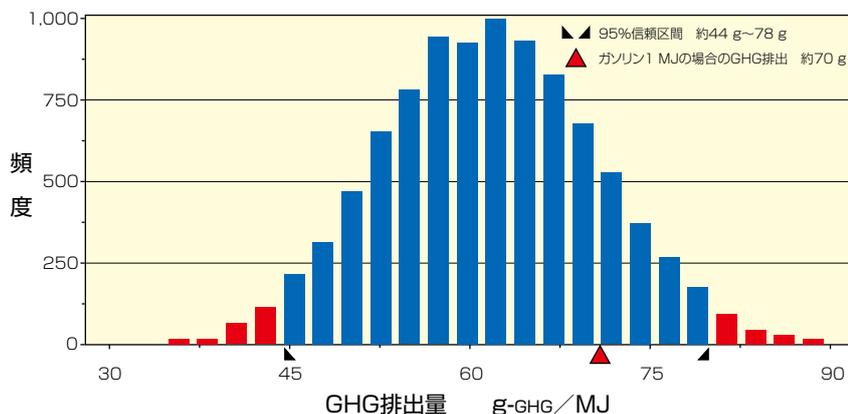


図1 バイオエタノールのライフサイクルGHG排出量と出現頻度 (例)

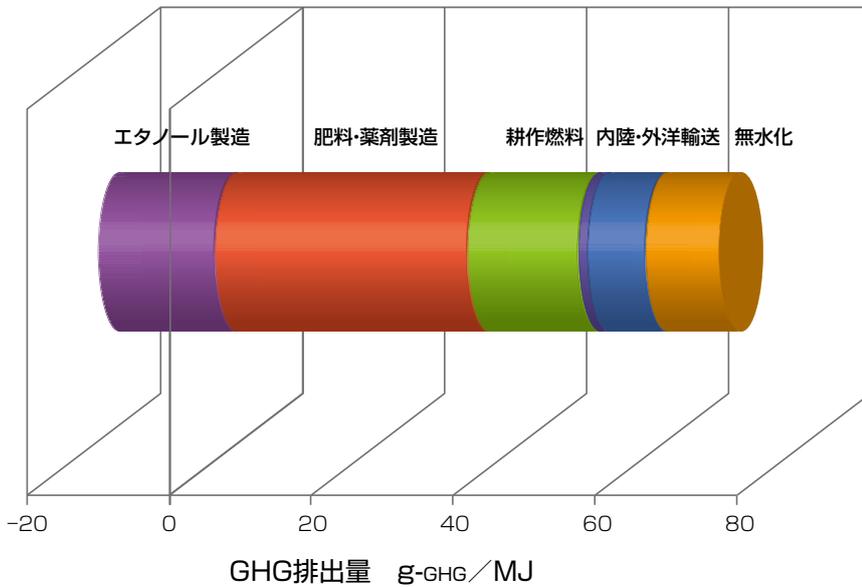


図2 GHG排出内訳



タイの製糖工場に運び込まれるサトウキビ



刈取直前のサトウキビ (タイ)

電効率やエタノール製造効率の向上により、この削減量をさらに増大できる可能性も推察されます。

同じ1 MJのガソリンを原油生産、輸送から精製、利用までの過程で排出するGHGは私たちの試算では約70 g/MJです。それと今回の結果を比較すると、バイオマス起源のエタノールでも、耕作の条件が悪かったり、利活用の効率が低いと化石燃料を上回るGHG排出がある可能性が示唆されています。

LCA 結果からみた、バイオマス利活用の方向と今後

バイオエタノールについては、今後、効率的なエタノール変換技術や無水化

技術の開発、さらには適切な施肥管理、生産管理、消費方法、といった技術開発と管理手法の発展によりGHG排出は低下する方向にあり、それらの開発を一層進めていくことが重要になります。

また、意思決定にこのLCA結果を使うには、確実な結論を導く必要があります。実際に利用するバイオマスを生産する地域や、適用プロセス、消費形態に基づくデータを収集、分析することにより、ここで得られている排出量の分布を狭め、確実な結論を導くことができます。

現在、ライフサイクルアセスメント研究センターではこのケーススタディに対して適用した肥料製造起源のGHG

排出データや、エタノール製造プロセスの不確実性のデータ追加など、結果の精度を高める調査を進めています。その他、バイオディーゼルの評価、利用プロセスの組み合わせや地域内での利用システム化などによるGHG排出低減に向けた方向を明らかにする評価研究を推進しています。さらに、GHG排出以外の土地利用も含めた環境負荷の評価、さらにはバイオマス生産地域の社会発展も評価指標に加えた研究をアジア各国と共同して推進し、地域での先導役を果たしています。

ライフサイクルアセスメント研究センター
 匂坂 正幸

参考文献

- [1] 志水、楊、井原、玄地、ライフサイクルを考慮した家畜排泄物の地域内処理システム設計手法、環境システム研究論文集、vol.33、pp241-248 (2005)

バイオマスのシステム評価

地球温暖化対策や農山漁村の活性化の観点からバイオマス（生物資源）の利活用が注目されています。私たちは利活用システム全体をプロセス設計の観点からとらえ、経済性や環境性の評価技術の研究開発を行っています。

簡易経済性シミュレータ

バイオマス利活用の普及を促進するには、その経済性や環境性を簡便に評価する支援技術が必要です。私たちは別に作成しているバイオマスデータベースをもとに、バイオマス利活用のこれまでの技術である燃焼熱利用、燃焼発電利用、メタン発酵利用の3方式の簡易経済性シミュレータを開発し、ホームページ上で公開しています^[1]。経済性は原料コスト、製品価格、投資（建設費）回収年の関係として表現されます。利用者からのコメントをもとに、

内部利益率（IRR）の表現を加えるなどの改良もしています。バイオマス利活用の導入時におけるベース検討や新しい技術開発におけるこれまでの技術との経済性比較が可能です。

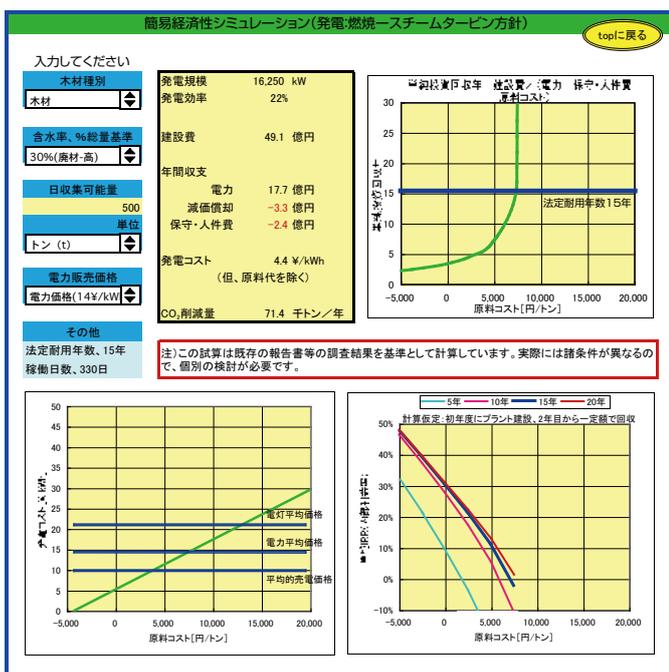
日本におけるバイオエタノール生産の経済性評価

最近、サトウキビや穀物（トウモロコシ、米など）から作られたエタノール（バイオエタノール）がガソリン代替として関心を集めていますが、産総研バイオマス研究センターでは、食糧と競合しないという観点から、木材やわらなどのセルロース系バイオマスからエタノールを製造する研究開発を重点的に行っています。セルロースから得られるエタノールを第二世代バイオエタノールと言い、世界中で研究開発が進んでいます。私たちは、この第二世

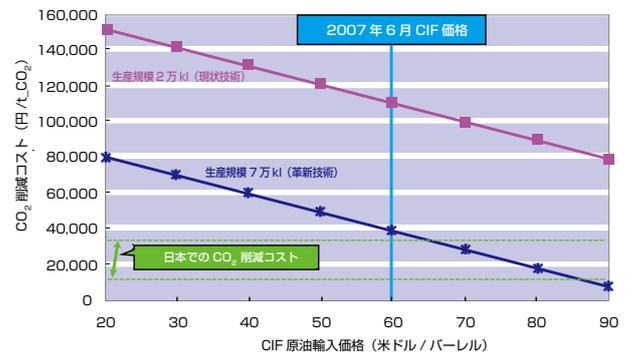
代バイオエタノールを日本で生産した場合の生産コストと二酸化炭素（CO₂）削減コストの分析を行いました。半径50 km圏内のバイオマスを収集してエタノールを生産するケースの場合、現在の技術レベルでは年間2万 klの生産量であり、CO₂削減方法としては割高になるのに対し、技術革新が進めば年間7万 klの生産が可能になり、原油価格が70ドル/バーレルを超えてくれば、省エネなどほかのCO₂削減方法の削減コスト並みとなることが示唆されました。

なお、この報告はディスカッションペーパーとして公開しています^[2]、多くの皆さまからコメントをいただければ幸いです。

バイオマス研究センター
美濃輪 智朗



公開している簡易経済性シミュレータ



国産セルロース系バイオエタノールのCO₂削減コスト分析

関連情報

- [1] http://unit.aist.go.jp/btrc/ci/simulation/systemteam_gaiyou
- [2] http://unit.aist.go.jp/btrc/ci/research_result/documents/DISCUSSIONPAPER.pdf

森林の CO₂ 吸収量評価

森林の CO₂ 吸収能力

森林は、太陽の光を受けると光合成により大気から二酸化炭素 (CO₂) を吸収します。同時に、土壤中の微生物の活動や植物の呼吸によって常に大気へ CO₂ を放出しています。森林による CO₂ の吸収・放出速度は、日射量や気温などの気象条件の影響を受けて時々刻々変動するほか、森林伐採や火災のような攪乱を受けると短時間で大量の CO₂ が放出されるなど、大気中 CO₂ 濃度の変動に大きな影響を与えます。変動する森林の CO₂ 吸収能力を正確に測定する技術は、大気中 CO₂ 濃度の将来予測のためにも、CO₂ 排出量削減効果の正確な見積もりのためにも必要不可欠です。



森林の観測タワー

アジア陸域における CO₂ 吸収能力の観測網

現在、微気象学的方法(空気中の CO₂ 濃度と風速の変動量から CO₂ 吸収量を算出する方法、渦相関法)に基づく陸域生態系での CO₂ 吸収・放出量の長期観測ネットワークが世界的に構築されており、アジアのネットワーク(アジアフラックス)も 1999 年に活動を始めました。

私たちのグループは、これまで国内外の研究機関と連携して渦相関法によりアジア 10 数カ所の森林の CO₂ 吸収量を長期的に求め、その地理的分布や経年変化の特徴を明らかにしてきました。その結果、熱帯林は年間の総光合成量が日本の 2~3 倍に達する一方、総呼吸量も多いため、正味の吸収量は場所や条件による違いが大きいこと、日本の常緑林は 1 ha あたり年間およそ 3~5 t の炭素を吸収すること、中・高緯度に生育するカラマツ林は短い夏の間のみ顕著に高い吸収速度を示すことなどがわかってきました。

CO₂ 吸収量測定技術のアジアへの普及

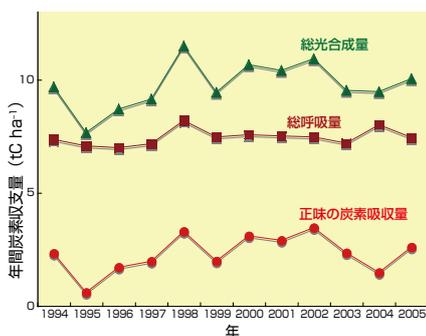
渦相関法は、高度な気象観測と多量のデータ処理を行う技術が必要とします。このため、こうした技術をもつ人材の育成は、アジアでは日本や韓国の一部の研究機関でしか行われてきませんでした。そこで私たちのグループは、さまざまな生態系でこれまで CO₂ 吸収量評価技術の改良に取り組んできた経験を生かし、トレーニングコースを毎年主催するなどアジア諸国への技術普及に取り組んでいます。

こうした観測技術の教育・普及活動は、アジアにおける CO₂ 吸収量の組織的な観測データの蓄積とデータ品質の向上を進めるとともに、アジアの研究者および政策担当者の連携強化に対して貢献することが期待されます。

環境管理技術研究部門
三枝 信子



CO₂ 濃度変動の測定装置



岐阜県の落葉広葉樹林で観測された、1 ha、1 年間あたりの総光合成量、総呼吸量および正味の炭素吸収量 (= 総光合成量 - 総呼吸量) の経年変化

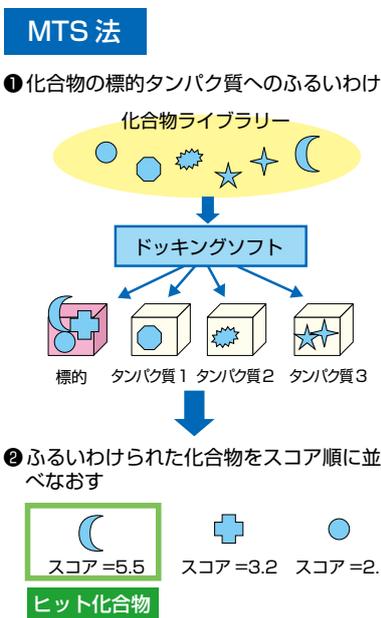
医薬品探索における本格研究

計算と実験の融合で医薬品の「種物質」を見つける

創薬研究の特徴

みなさんは、正露丸がなぜ効くのかご存じでしょうか？いまだに正露丸がなぜ効くのかは分かっていません。正露丸の設計思想は、主成分であるクレオソートで腸内を殺菌するというものですが、服用時における腸内でのクレオソートの濃度では殺菌できません。むしろ、クレオソートが腸の粘液分泌などの活動を抑えて下痢を止めることが有力視されています。このことは、医薬品開発は、医薬の研究であって、必ずしもタンパク質や遺伝子の研究ではない、ということを示しています。

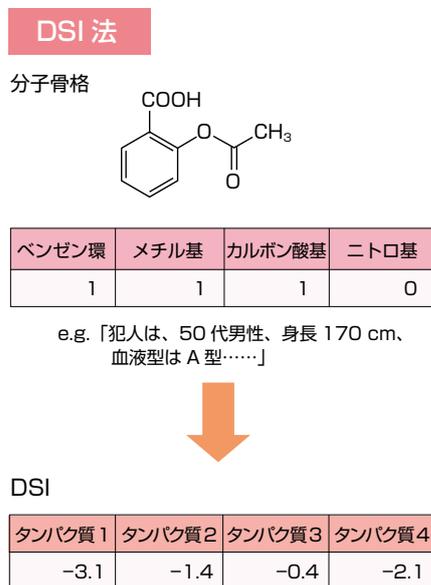
現在における創薬研究でも、漢方薬時代からのランダムスクリーニングが主流ですが、計算は随所に取り入れられています。標的タンパク質の立体構造を基に、医薬品を設計する試みは20年以上前からあるのですが、計算機上でデザインした分子は通常、合成できません。望みの化合物の合成はきわめて難しい問題なのです。そこで、計算による医薬品探索は、既に合成された物質の中から、効く分子を探し出すことを中心にしています。人類が合成した医薬品探索向けの化合物は数10万種類あります。通常、1万種類に1種類の確率で、多少効く分子（ヒット化合物）が存在するので、100万件も探索すれば、ある程度のヒット化合物が



見つかる見込みがあります。ヒット化合物を薬にするには、通常100倍～1万倍の活性の向上と、さまざまな性質を改善するために、分子構造を合成によって改良しなければなりません。まずはヒット化合物を見つけることが医薬品開発の第一歩になります。

第1種基礎研究での2つのブレイクスルー

多数の化合物の中からタンパク質の立体構造に、ぴったりはまる分子を見つけるソフトウェア（ドッキングソフト）は25年前から開発されていますが、あまり当たりません。私たちも、独自



にドッキングソフトを開発しましたが、通常の使い方では予測が当たりません。タンパク質と化合物の結合の度合い（結合エネルギー）の見積もり精度が低いからです。ヒット化合物は、標的タンパク質に対して、特別に強く結合する物質です。ならば、多数のタンパク質を用意してドッキングさせ、標的タンパク質に一番強くドッキングする分子を集めれば、その中にヒット化合物が含まれる確率は高いだろうと考えました。これが、Multiple target screening (MTS) 法の原理であり、1つのブレイクスルーとなりました。

また、創薬研究では、多くの場合、経験的に薬効のある物質が知られていて、その物質を基にして医薬品を開発する場合があります。これは、人探しに似ています。「犯人は、50歳男性、身長170 cm、血液型A型」、といった情報を基に、その条件に合う人を探します。分子の場合は、血液型や性別の代わりに、例えば、分子がベンゼン環やカルボン酸基をいくつ持っているかとか、ニトロ基とアセチル基の距離が近いか遠いかなど、分子の骨格の特徴



1994年京都大学工学研究科博士課程終了。HFSPフェロー、Rutgers大学ポスドク、日立製作所などを経て、2000年より産総研。NEDO「生体高分子プロジェクト」、経済産業省「創薬加速プロジェクト」サプリーダー。創薬バリューチェーンなどで国内外企業も含め数種類の医薬品開発を手がけています。

福西 快文 (ふくにし よしひみ)
生物情報解析研究センター
構造情報解析チーム

を用いて、既知の薬効のある分子と類似の分子を探索します。しかし、現場で求められる分子は、骨格が既知では特許性がありませんから、骨格の似た分子ではなく、類似の生理活性を持った、骨格の違う分子の場合が多いのです。そこで、化合物と多数のタンパク質をドッキングした場合の結合エネルギーを指標とすることにしました。私は、多くの医薬品が副作用を持つことから、タンパク質の結合部位の形にはあるパターンがあり、互いにある程度の類似性があると考えました。これが、Docking score index (DSI) 法の原理であり、2つめのブレークスルーとなりました。

第2種基礎研究での足場固め

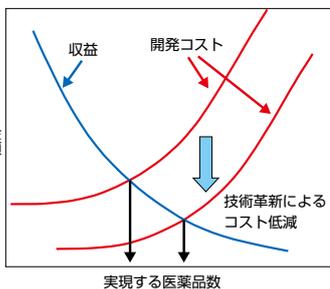
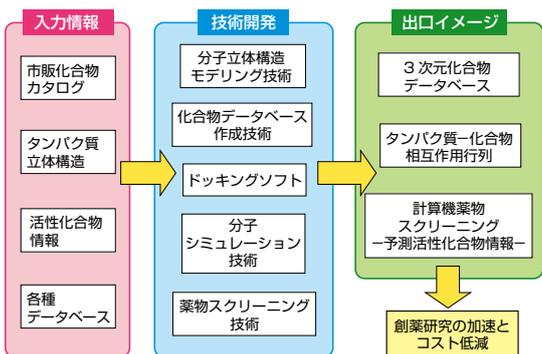
こうして生まれたMTS法とDSI法でしたが、応用においては、標的タンパク質の種類によってうまく動作したり、しなかったりといった欠点がありました。また、医薬品探索をするためには、その大もととなる数100万の化合物をデータベース化しなければなりません。しかも、毎年、新しい化合物が数10万種類も販売されるので、毎年更新しなければなりません。こういった、化合物データベースを構築するソフトウェアの開発、技術の基盤であるドッキングソフトを世界最高レベルに

まで開発を進めることは単調な作業でした。

MTS法とDSI法のこの欠点は、機械学習法によってドッキングスコアそのものを改善するという技術を開発したことで、かなり克服されるようになりました。現在では、計算機での予測は、ランダムな実験の数100倍の効率に達し、私たちがかわる創業研究でもいくつかのテーマで成功を収め、複数の製薬企業での導入も始まっています。最後に残された問題は、知的財産への理解です。ソフトウェアは、普及することで市場が形成されます。このソフトは、国内数社の製薬メーカーおよび数10箇所の国内外大学・研究機関で用いられています。

医薬品探索研究による創業の加速とコスト低減

ゲノム研究により約2万種類の遺伝子、約10万のタンパク質があると言われますが、実用的な標的は約1,000種類と言われています。既存薬の標的数は約300なので、将来、市場に出回る医薬は3倍に増える可能性があります。開発できる医薬の数は、開発コストと収益で決まるので、この技術による開発コストの低減が、実用化できる医薬品数を増加させることが期待されます。



新しい研究と開発の定義

第2種基礎研究を軸に本格研究へ

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。

	定義	活動	成果物
「第1種基礎研究」	未知現象を観察、実験、理論計算により普遍的な理論(法則、原理、定理など)を発見、説明、形成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」	特定の経済的社会的な必要性(ニーズ)のために、既に確立された複数の理論(法則、原理、定理など)を組み合わせ、観察、実験、理論、計算を繰り返し、その手法と結果に規則性や普遍性のある知見および目的を実現する具体的道筋を導き出すことをいう。	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、発明された新しい材料、装置、製品、システム、工程、サービスの事業化可能性を工学的かつ社会経済学的アプローチで具体的に検討する。	実用	事業価値

障害者や高齢者の支援のための本格研究

全方向ステレオカメラを搭載した電動車いすの開発

最新の技術を高齢者や障害者の支援に

障害者や高齢者の生活の質の向上に役立つ技術の開発は社会的に重要な課題であり、先端技術の積極的な活用が望まれています。最近では電動車いすが普及し始め、いままでは自由な移動が困難だった方でも積極的に外出できるようになりつつあります。しかし一方で、衝突や転倒などの事故が増加しており、安全を確保するための技術開発が急務となっています。自動車では追突の危険性を事前に予測して自動的にブレーキをかけるなどのインテリジェントシステムの実用化が既に始まっています。しかし、電動車いすは道路を走行する車と異なり、人混みなどをも含むさまざまな生活空間で使用されるため、その安全の確保のためには最新のセンシング技術を用いる必要があります。そこで私たちは、最先端のカメラシステム「全方向ステレオシステム」を搭載した電動車いすを開発しました。

全方向ステレオカメラを搭載したインテリジェント電動車いす

全方向ステレオシステム(写真1)は、36個ものカメラをボール状に集積した斬新なカメラシステムです。前後・上下・左右すべての方向にわたり死角のないカラー動画像を取得できるだけでなく、

人間が両目の視差を使って奥行きを計るのと同じ原理で距離情報(三次元情報)を取得することができます。試作したシステムの実際の動作例をいくつかお見せしましょう。

写真2にあるように開発した電動車いすは障害物だけでなく、下り階段などの段差まで全方向にわたって同時に検出し、危険がある場合には自動的に減速・停止することができます。また、周囲環境のチェックだけでなくユーザーの「見守り」も同時に行っており、乗車姿勢が通常と大きく異なる場合に緊急停止する機能や、エレベーターのボタンなどに手が届かない場合にジェスチャーを認識して適切な位置まで自動的に前進してくれる介助機能などを持ちます。これらの機能によって安全・安心な移動はもとより、電動車いすという「機械」と「人間」が密に連携することでより快適な生活を実現する、というモデルを提案しています。

応用寄りの研究領域で見たもの

全方向ステレオシステムは、私が前職において参加したプロジェクト(JST岐阜県地域結集型共同研究事業)で世界に先駆けて開発した全く新しいカメラシステムです。実はアイデアの段階から既に「電動車いすなどの安全確保に最適である」と確信し主張してい



写真1 全方向ステレオシステム(SOS)

たのですが、周囲の反応は芳しいものではありませんでした。それもそのはずで、もう7年近く前になりますが、当時の試作カメラシステムは直径が30cmもあるカメラヘッドに人間の背丈ほどもある巨大なメモリーユニットが接続され、さらにその先に11台構成のPCクラスターが接続されている、というものでした。これを見た人たちの感想は総じて「発想的にはとにかく素晴らしいが、現実的でない」というものだったのです。これを「現実的」に見える方向に進めるべきかどうかは正直なところ悩みました。なぜなら原理的には既に完成されていて、小型化したところで論文に書けるようなネタは出てこないのではないかとわれたからです。

しかし「既に全部わかったような気になってしまっているが、実問題にチャレンジする過程で必ず解決が必要な問題に直面し、新たな基礎研究が必要になるはずである。また、研究の目的・進捗をわかりやすく社会に発信するためにある程度の作り込みは必要である。」との観点からシステムのコンパクト化をハード、ソフトウェアの両面から全力で進めました。これには多



人間の視覚に相当する機能を機械で実現することを目指すコンピュータビジョンの研究を行っています。この分野の研究の多くは旧来のカメラによって撮影された画像を処理することが前提になっていますが、むしろカメラ自体から再検討することで、いままでの制限にとらわれない新しい発想を生み出すことができると考えています。全方向ステレオシステムの研究もその具体的な取り組みの1つです。

佐藤 雄隆 (さとう ゆたか)

情報技術研究部門
ユビキタスビジョン研究班

くの時間と労力を要しましたが、現在ではカメラヘッドがこぶし大サイズの直径11.6 cm、人の背丈ほどもあったメモリーユニットは1枚のPCI-Expressカード、PCは電動車いすの座席後部に収まる程度の小型のもので十分動作するレベル、しかもこれらすべてが電動車いすのバッテリーのみで動作するようになりました。これを用いて先に紹介した電動車いすの試作機を作り、論文やプレスリリース、展示会などを通して発表したところ、7年前とは（基本的なアイデア自体は変わっていないのに）全く異なり、とても肯定的な反響を得ることができました。また、いざ実機を作ってみるとシステムのキャリブレーション（校正）を自動化するためのアルゴリズム開発が必要になったり、反応遅れを解消するために新しい計算アルゴリズムが必要になるなど、机上でアイデアを練っているだけでは思いもよらなかった基礎研究のネタが噴出してきました。いままで

の私の発想では「実機を作り、仕上げの作業をする」ということは研究者として何か無駄な努力のように感じてしまっていたのですが、むしろその過程で直面する多くの問題を解決することこそが研究の1つの姿なのではないかと考えるようになりました。ごく部分的にはありますが死の谷と呼ばれる領域を垣間見ることができたのかも知れません。

リアルなニーズ

この研究では、実際のユーザーの意見を積極的に取り入れながら進めることにも留意し、学会発表だけでなく国際福祉機器展（総来場者数は3日間で10万人を超えます）など多くの展示会にも出展しました。初めのうちは「こんな未来的すぎる提案をしても当事者の方々に相手にされないのではないかと」といった不安があったのですが、実際は全く逆で「こんなのを待っていた、すぐにでも欲しい」、「このような

研究をぜひ積極的に進めて欲しい」といった感想を多くいただくことができました。東京での展示なのに、わざわざ車いすで大阪から見に来られた方でいらっしやいました。先端技術を活用した支援システムに対する切実なニーズが社会にはあったのです。確かに電動車いすのような機器は、自動車のように大きなマーケットを持つ製品とは異なり、切なるニーズがありながらもなかなか先端的な技術の導入が難しい現状があります。しかし、本来はこのような切実なニーズにかかわる技術的課題を解くことこそが研究者の腕の見せ所なのではないかと思えます。実際にはビジネスとして成り立たせる必要もあり、問題の根本的解決には時間がかかりますが、技術の開発と同時に、このようなニーズが存在するのだということをもっと多くの方に知っていただくための活動も行っていきたいと考えています。



全方向画像
左はカラー動画を世界地図と同じメルカトル図法で表示したもの。右は同時に得られる三次元情報。1秒間に15回、20万点以上に及び計測点を同時に計測する。

乗車姿勢の異常を検出し緊急停止
異常が続く場合には自動的に携帯電話で家族などに通知する。

インテリジェント電動車いすの外観
カメラはユーザー頭上に設置される。歩行時の目の高さに近いこの位置は生活環境中の危険を検出するうえで合理的である。

下り階段を検出し自動停止
障害物だけでなく段差の検出も行っているため、このような危険なケースでも自動停止する。

ジェスチャー認識による介助
手が届かない場合に手を伸ばし続けていると、自動的に車いすが微速前進する。手を戻すか、障害物と干渉する直前で自動的に停止する。

写真2 インテリジェント電動車いすとその動作

不活性型ビタミンDを活性化する酵素を分離 骨粗鬆症治療薬などの医薬品の高効率生産へ



田村 具博

たむら ともひろ

t-tamura@aist.go.jp

ゲノムファクトリー研究部門
遺伝子発現工学研究グループ長
(北海道センター)

微生物を利用した「モノ作り」の研究を進めています。実際には、放線菌と呼ばれる微生物を遺伝子工学的に改変・改良して、同一微生物でありながらタンパク質や化合物の生産など異なる多目的な用途に利用できる「生物工場」の創製を目指しています。

関連情報：

● 参考文献

Takeda, K et al., : Application of cyclodextrin to microbial transformation of vitamin D3 to 25-hydroxyvitamin D3 and 1 α ,25-dihydroxyvitamin D3. J. Ferment. Bioeng., 1994, 78, 380-382.

● 共同研究者

藤井良和、有澤 章 (メルシャン株式会社)

● プレス発表

2007年8月23日「不活性型ビタミンDを活性化する酵素を分離」

活性型ビタミンDの製造

ビタミンDは、食物から摂取されるか体内でコレステロールの前駆体から生合成されています。摂取あるいは合成されたビタミンDは不活性型で、肝臓と腎臓での水酸化反応によって活性型ビタミンDとなり、はじめて機能するようになります。

現在、主流である化学合成による活性型ビタミンDの製造は、コレステロールを原料におよそ20の製造工程が必要で、収率も原材料の1%程度と少ないため高価です。また、多様なビタミンD類の改変体の製造にも技術的な問題があります。

一方、微生物による活性型ビタミンDの製造が実用化されています。この微生物は、放線菌の一種で不活性型ビタミンDを活性型へ変換する能力をもっています。この微生物から活性型ビタミンDへ変換する能力をもつ酵素を分離・精製できれば、活性型ビタミンDの生産性を飛躍的に高めることができます。さらに、この酵素の機能を改変することで、ビタミンD類の水酸化改変体とそれらをもとにした新しい医薬品・医薬中間体の生産も期待できます。

不活性型ビタミンDを活性化する酵素

私たちは、ビタミンDを不活性型から活性型へ変換する能力をもつシュードノカルディア属放線菌 (*Pseudonocardia autotrophica*) から、ビタミンDを活性化する酵素を分離・精製しました。

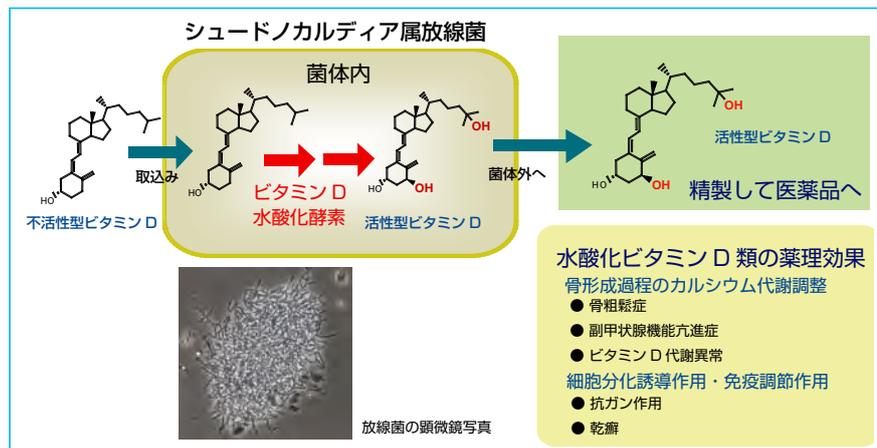
次に、精製したタンパク質のアミノ酸配列を解析し、その配列情報をもとにこのタンパク質をコードする遺伝子DNAを放線菌ゲノムから分離しました。そして、得られた遺伝子情報から、ビタミンDを活性化しているタンパク質は、シトクロムP450群に属する水酸化酵素の1つであることがわかりました。この放線菌から精製した酵素、ならびに遺伝子組み換え大腸菌を用いて生産した酵素はともに、不活性型ビタミンDを活性型ビタミンDに変換する能力のあることがわかりました。

さらに、この遺伝子を産総研が開発したロドコッカス属放線菌 (*Rhodococcus erythropolis*) に導入して、菌体内でビタミンD水酸化酵素を生産・蓄積させると、培養液に添加した不活性型ビタミンDが活性型に変換されました。これにより、生きた細胞を利用しても、ビタミンDが活性化されることがわかりました。

今後の展開

この研究で分離・取得したビタミンD水酸化酵素とその遺伝子は、精製酵素あるいは生細胞のどちらにおいても働くので、広範な医薬品の開発に向けて試験・検討することが可能になりました。

産総研とメルシャン株式会社は共同で、活性向上型および副作用除去型酵素の取得を目指しています。さらに、ビタミンD関連化合物を選択的に水酸化できるその他の酵素の取得についても情報を収集しています。



放線菌によるビタミンDの活性化と水酸化ビタミンD類の薬理効果

新材料による高性能イメージセンサを開発

6倍の高感度、近赤外域(1300 nm)までの広帯域



仁木 栄

にき しげる

shigeru-niki@aist.go.jp

太陽光発電研究センター

副研究センター長

(つくばセンター)

1991年電子技術総合研究所に入所、2004年から太陽光発電研究センターに所属。電子技術総合研究所入所以来、CuInGaSe₂太陽電池の製膜・評価・デバイスに関する研究に従事してきました。現在は、普及拡大を目指したCuInGaSe₂太陽電池の高性能化技術、酸化亜鉛系ワイドギャップ半導体のデバイス化に関する研究開発に携わっています。

関連情報：

● 共同研究者

櫻井啓一郎、石塚尚吾、山田昭政（産総研）、松島 理、宮崎憲一、守分政人、高須秀視（ローム株式会社）

産総研とローム株式会社の共同開発

産総研太陽光発電研究センターとローム株式会社（以下ローム）は、次世代太陽電池の材料として注目されているCuInGaSe₂（CIGS）系の薄膜をCMOS-LSI上に積層させた超高感度・広帯域イメージセンサの試作に世界で初めて成功しました。これは、産総研のCIGS薄膜形成技術と、ロームのLSI微細加工技術を融合したものです。

広帯域で高感度

今回開発したイメージセンサは、受光部にこれまで使われてきたシリコン（Si）に代わってCIGS系半導体を用いることで、飛躍的な性能向上を達成しました。

CIGSでは、Siを用いた光電変換素子に比べて2倍以上の量子効率（入射光子数に対する発生電子数）が得られることに加えて、制御回路の上部を覆う形でセンサ部を形成できるので開口率を100%に近づけられます。このため、Si系のセンサに比べて飛躍的に感度を上げることができました。

また、Siを用いた光電変換素子では、1000nm以上の近赤外領域になると感度（量子効率）が急激に低下するのに対して、CIGSを用いた場合は1300nm程度までの近赤外領域を含む広

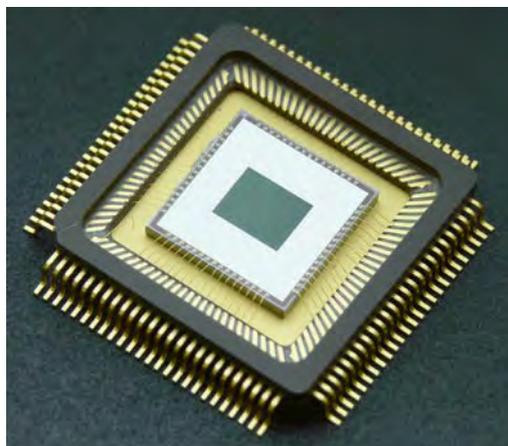
い波長域で高い感度を持っています。さらに、CIGSのインジウム（In）とガリウム（Ga）の組成比を変えることで、波長域を変えられることもSiイメージセンサにはない特徴です。

製膜技術・プロセス技術の革新

CIGSはこれまでもイメージセンサ用の材料として注目されてきましたが、リーク電流が大きいなどの理由でデバイス化は困難と考えられていました。産総研とロームは、リーク電流を大幅に低減できる革新的な製膜技術とプロセス技術を開発しました。今回作製したイメージセンサは、画素ピッチ10μm、有効画素数352×288（10万画素）で、波長400-1300nmの広帯域で高い感度を持っています。

今後の展開

今回開発したイメージセンサは、LSI上にCIGS系薄膜を積層した世界で初めての試みです。近赤外領域で高い感度をもつので、今後市場が拡大すると見られる監視カメラなどのセキュリティ分野やナイトビジョンなどの車載分野への展開が期待されます。今後さらに感度が向上すれば、イメージセンサの応用分野がもっとも拡大するものと考えられます。



イメージセンサの外観
(チップサイズ 7.5 mm × 7.5 mm)



今回開発したイメージセンサで夜間撮影した写真

従来より数百倍高感度な総フッ素分析装置

環境試料や工業製品中の残留性フッ素化合物の分析に有効



山下 信義

やました のぶよし

nob.yamashita@aist.go.jp

環境管理技術研究部門
未規制物質研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

世界9カ国の先端研究機関と連携した国際共同実験室を展開、多数の留学生とともに地球全体を実験室として研究を進めています。ポスドクや社会人博士号取得希望者など随時受け入れ可能です。

関連情報：

● 共同研究者

三宅祐一（産総研）、株式会社ダイアインスツルメンツ

● 参考文献

Journal of Chromatography A(1143号, p98-104, 1154号, p214-221, 2007年)

Chemosphere (DOI: 10.1016/j.chemosphere.2007.07.079, 印刷中, 2007年)

● 受賞歴

本技術を用いた研究成果によりダイオキシン国際会議で4回目(国内機関としては最多受賞)のOtto Hutzinger Student Presentation Awardを受賞しています。

● プレス発表

2007年7月31日「従来より数百倍高感度な総フッ素分析装置を開発」

●この研究成果の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の産業技術研究助成事業「先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法開発と国際標準化(平成18-20年)」によるものです。

化学産業の安全性管理と総フッ素分析技術

難分解性有機フッ素化合物は、電子工業製品の製造や機能性医薬品などに莫大な量で使用されています。POPs(残留性有機汚染物質)規制など、化学物質の国際的削減の対象となる可能性、代替物開発の難しさもあり、産業界・政府で活発な議論が行われています。これらの化学物質の安全性管理と適切な産業育成のためには、簡便迅速な分析法やスクリーニング法の開発が必要とされながら、適用できる信頼性の高いフッ素化合物全体の高感度分析技術はありませんでした。

既存の有機フッ素分析法の最大の問題点は、フッ素元素への完全分解法の難しさと高いバックグラウンド汚染でした。私たちは、ほぼ100%の分解率を達成するとともに、システム全体のバックグラウンド汚染の低減のために、燃焼用ガス中の不純物を吸着除去し、汚染源となる装置内のフッ素樹脂を可能な限りなくすことに成功しました。装置由来のバックグラウンドは約20分の1以下に低減し、マイクロボアシシステムを用いたイオンクロマトグラフと併用することで、市販の装置の数百倍の高感度を得ることができただけでなく、前処理法や揮発性化合物のロスなど、既存の分析法の問題点を解決することができました。最終的にフッ素絶対量として0.6 ngの装置感度を達成し、実試料としては液体試料で3 ng/L (ppt)、固体試料で0.3

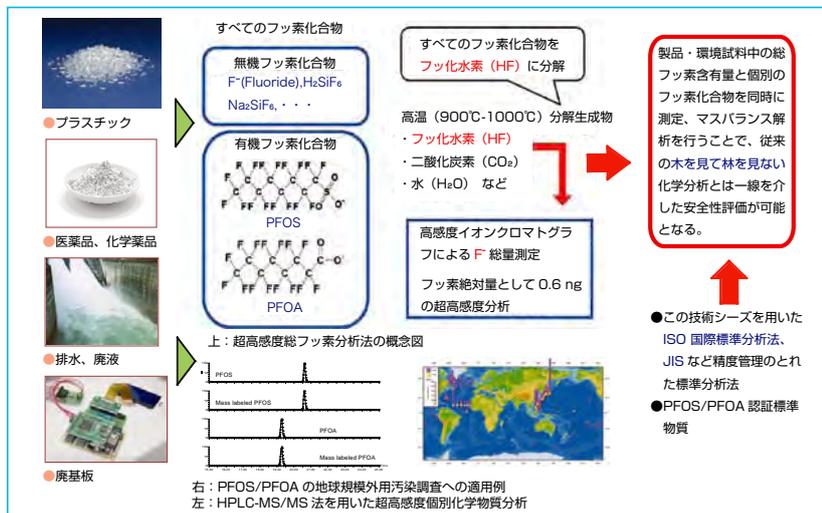
ng/g (ppb)の分析を可能にしました。必要試料量は数 μgで足りります。

現在、実際の環境試料や工業部材を用いて分析データを蓄積をしています。この技術を導入した全自動化分析装置も開発済みで、多様な工業製品に残留する総フッ素の簡便迅速な高感度スクリーニング法としても適用できます。

特に、PFOS関連物質分析法(ISO国際標準分析法として2008年策定見込)と併用すると、総フッ素化合物全体の残留量の把握と個々のPFOS類のマスバランス解析が可能になり、発生源の特定や製品の安全性管理、製品中のPFOS類の簡便迅速なスクリーニングなどにも応用できます。この技術を中心とした残留性フッ素化合物分析の研究展開を図に示します。

今後の展望

この装置は、総フッ素だけでなく同時に総塩素・臭素・ヨウ素の高感度分析ができるので、汎用性が高く、REACH(EUが提案している新しい化学物質規制案)規制などを想定した多数の製品のスクリーニング試験に最適な性能をえています。今後は、電子機器中の臭素系難燃剤、医薬品中の不純物分析など様々な用途に対応するための検証データを蓄積するとともに、専門知識のない一般ユーザーでも使用できるアプリケーションの開発を進めます。また、国内外での標準分析法としての展開を検討中です。



高感度総フッ素分析とPFOS類個別分析によるマスバランス解析

モード同期ファイバレーザを用いた広帯域光コム ファイバコム



稲場 肇

いなばはじめ

h.inaba@aist.go.jp
計測標準研究部門
時間周波数科 波長標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

1993年に旧工業技術院計量研究所に入所、現在はファイバコムの製作、およびそれを用いた光周波数計測の研究を行っています。長時間測定し続けなくては見えない現象の観察や、所望の光周波数をいつでもどこへでも供給できる装置やシステムの構築を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

中嶋善晶 (産総研、福井大学)、
美濃島 薫 (産総研)、洪 鋒雷
(産総研)、大苗 敦 (産総研)、
中沢正隆 (東北大学)、松本
弘一 (産総研)

● 参考文献

[1]H. Inaba et al., "Long-term measurement of optical frequencies using a simple, robust and low-noise fiber based frequency comb." Optics Express, Vol.14-12, pp.5223-5231, 2006.

● プレス発表

2005年3月23日「原子時計と光周波数コムを利用した光周波数の校正サービスを開始ー従来の1000倍以上の精度を実現ー」

光コムとは

光周波数コム (以下光コム) は、電氣的に扱えるマイクロ波帯の周波数 (100 GHz以下) を基準にして、光の周波数 (200 ~ 600 THz) を正確に測るために使われます。この技術の登場で、水晶発振器のようなマイクロ波発振器の周波数と、光周波数発振器であるレーザの周波数を直接比較できるようになりました。2000年頃にフェムト秒モード同期レーザが発生する光コム技術が発明され、この成果により2005年のノーベル物理学賞が米国のHall博士とドイツのHänsch博士に授与されました。

光コムは、図1に示すように、等しい周波数間隔 (モード間隔周波数: f_{rep}) で色の成分が並んだものです。光コムが実際に存在する範囲を超えて仮想的に低周波数方向に拡げていくと、ちょうどゼロにはならず、キャリア・エンベロープ・オフセット周波数 (f_{CEO}) と呼ばれる「余りの周波数」になります。 f_{CEO} をゼロ番目にする、光コムのN番目の周波数 $f(N)$ は $f(N) = f_{CEO} + Nf_{rep}$ という簡単な式で表すことができます。Nは数十万~数百万の整数です。つまり、マイクロ波周波数である f_{rep} と f_{CEO} を正確に測定できれば、N番目の光コムの周波数を計算することができることとなります。 f_{rep} は光コムのマイクロ波周波数の入力であり、N番目の光コムの周波数 $f(N)$ が光周波数の出力といえます。実験的には、 f_{rep} と f_{CEO} を原子時計などの基準周波数に同期させることで、正確な光周波数を発生させることができるのです。

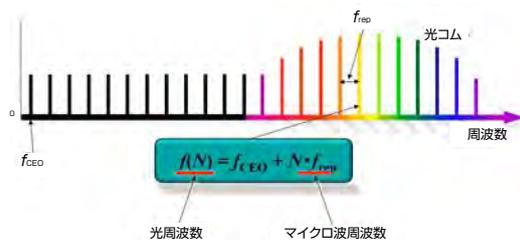


図1 等しい周波数間隔で並ぶ光コム。陰のあるモードは実際に存在する光コムで、ほかは仮想的に拡げた光コム

ファイバコムの長所と今後の展開

f_{CEO} 信号を検出するには光コムの広帯域化が必須の条件です。光コムが登場した頃は、広帯域化が可能なレーザはチタンサファイアレーザなどの固体レーザしかありませんでした。しかし、当時使われていた固体レーザは移動が困難で、標準研究所だけが保有する特殊な装置でした。

これに対して私たちが世界をリードして研究しているファイバレーザを用いた光コム「ファイバコム」は、小型、軽量、安価であり、信頼性の高いものです。図2に示すように、ファイバコムはエルビウム添加光ファイバを増幅媒体とするファイバレーザと光増幅器で構成されています。小型で安価な半導体レーザで励起できること、10兆分の1秒という超短光パルスが発生できること、また、調整や保守の必要がほとんどなく、長時間連続で運転できるという長所を持っています。

産総研では、これらの長所を十分に引き出すための研究を進めており、これまでにファイバコムを用いた世界初の光周波数の測定や、1週間連続(世界最長)の光周波数測定などを行っています。また、計測器メーカーと共同で光周波数計を開発し、製品化の研究を行っています。近年の社会の情報化やハイテク化により、光通信の大容量化のための高密度波長多重光通信や、製造業における長さ基準の高精度化などで、正確な波長(光周波数)管理が必要になってきています。これらのニーズに的確に応えていくためにも、光コム技術の研究を進めていくことが重要です。



図2 光コムの構成。モード同期ファイバレーザにより発生した光コムは2つの増幅器で増幅され、高非線形ファイバで広帯域化される。

衣類の形状を推定する方法

衣類の変形を予測しながらロボット等に必要な情報を観測画像から抽出

特許 第3855050号
(出願2002.10)

研究ユニット：

情報技術研究部門

適用分野：

- ロボットの自律化
- ファクトリオートメーション
- アパレル産業システム

目的と効果

柔らかな物体をロボットなど自律したシステムで自動的に取り扱うための視覚認識技術です。対象がさまざまな形に変化する衣類のような場合、取り扱う時点でその対象物がどのような状態であるかを正しく把握しなければ作業が行えません。そこで対象物の変形をコンピュータで予測しながら観察することにより、その状態を推定します。これによって、自律システムが行える作業の幅の拡大が期待できます。

技術の概要、特徴

例えば2本のマニピュレータで衣類を取り扱う場合、基本的な作業は2本の腕による持ちかえ動作の繰り返しで実現できます。この基本動作を行うためには片方の手で把持された衣類の状態を認識し、次の把持に必要な3次元情報を得るといった処理が重要となりますが、観測画像から得られる情報だけでは、衣類の状態を推定するのは困難でした。

そこで、まず、空中に一点で把持された対象衣類がどのような形状となりうるかを図1のように計算機内でシミュレーションし、起こりうる形状を予測します。この予測形状に基づいて観測画像を処理することで、衣類がどの位置で把持された状態であるかを求めます。図2の左図は、トレーナを対象として、状態を推定した一例です。このように大まかな形状が推定できれば、細部形状までこまごまと求める必要はなく、例えば肩をつかむという作業の場合、予測形状の肩付近の観測情報を調べることによって、次の把持に必要な3次元情報だけを的確に算出することが可能です。図2の右図は、こうして得られた情報に基づいて実際に作業が成功した例を示しています。

発明者からのメッセージ

対象に関する大まかな知識をもとに形状をラフに予測し、その予測形状を効果的に画像処理に利用するところがこの技術のポイントです。

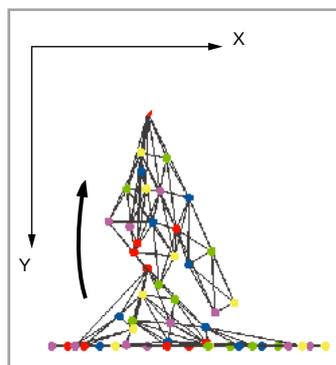


図1 衣類の変形の予測

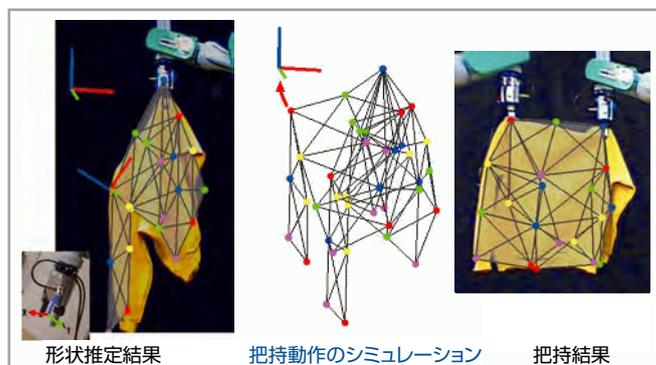


図2 双腕マニピュレータを用いた実験例

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/>

新しい多機能セラミックス

金属導電性+マシナブル+耐熱衝撃性+制振能

特許 第 3951643号
(出願 2001.7)

- 関連特許
 - 登録済み : 国内 1件
 - 出願中 : 国内 1件

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:

- 高温酸化雰囲気や酸・アルカリ溶液などの過酷な環境下で使用する電極
- 過酷な環境下で使用する治具類・制振材
- 生体材料、バイオセンサー

用語説明

※相対密度

材料が完全に緻密な場合の理論的な密度に対する実際の密度の比をパーセントで表したもの

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

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒 305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第 2

TEL : 029-861-9232

FAX : 029-862-6159

E-mail : aist-innovations

@m.aist.go.jp

目的と効果

多機能セラミックス「チタンシリコンカーバイド」の高純度バルク材の合成技術を提供します。チタンシリコンカーバイドは、高剛性（ヤング率320 GPa）、高強度（4点曲げ強度260～330 MPa）、耐酸化性（～1000℃）を示しながら、金属導電性による鉛なみの導電率（ $4.3 \times 10^6 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ ）、グラファイトなみの切削加工性、チタン酸アルミニウムを超える耐熱衝撃性（ $\Delta T=1400^\circ\text{C}$ ）とナイロンなみの制振能を示す多機能セラミックスです。

技術の概要、特徴

原料のチタン粉末、シリコン粉末、炭化チタン粉末を混合し、ホットプレス的一种であるパルス通電加圧焼結法(図1)を用いて焼結(1350℃, 50 MPa, 20 min)することにより、短時間で高純度(98 vol%以上)・高密度(相対密度*99%以上)のバルク材を合成します。この処理は、合成と焼結緻密化が同時に行える省プロセスでもあります。合成されたチタンシリコンカーバイドは、切削加工性を低下させる炭化チタンの含有率が2%以下で、合成後、高速度鋼製の切削工具で容易に精密加工が可能です(図2)。

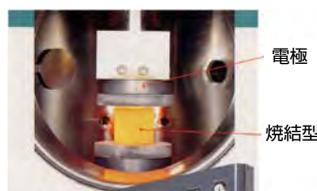


図1 パルス通電加圧焼結法による合成

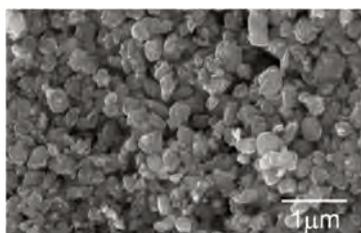


図3 合成された高純度のチタンシリコンカーバイド粉末を微粉砕したもの

関連技術として、高純度のチタンシリコンカーバイド粉末の合成技術も開発しています。チタン、シリコン、炭化チタンの混合粉末を真空中で加熱(1400℃, 2h)することにより、98 vol%以上の純度のチタンシリコンカーバイド粉末を合成できます。合成粉末は容易に微粉砕できるため(図3)、微粉末に有機バインダなどを添加してペースト状にすることが可能です。また、チタン粉末、炭化ケイ素粉末、グラファイト粉末を混合後、プレス成形し、これを真空中で加熱することにより、純度 98 vol%以上、相対密度 97 %以上のチタンシリコンカーバイドバルク材を合成することもできます。

発明者からのメッセージ

チタンシリコンカーバイドの導電性は金属導電性(自由電子による導電)です。これまで導電性のマシナブルセラミックスがなかったので、ガラス状カーボンに代わる半導体製造用治具材料への利用が考えられます。また、高剛性でナイロンなみの制振能を示す材料として、振動する高温の重量物の防振台などへの適用も期待でき、このような機能を活かした実用化への協力を求めています。

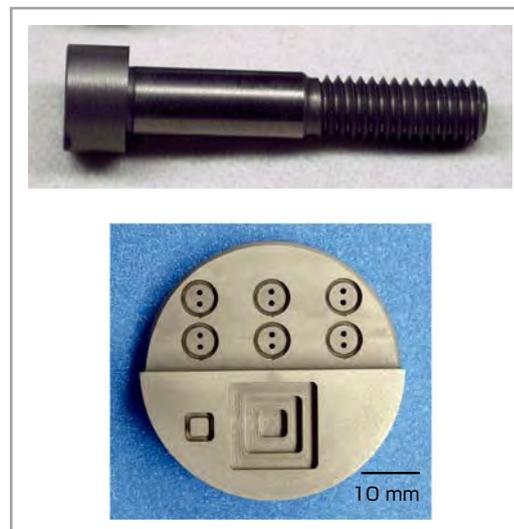


図2 チタンシリコンカーバイドは、切削工具で容易に精密加工が可能

高周波伝送路のSパラメータ標準の開発と供給

ベクトルネットワークアナライザ測定の特長とトレーサビリティ



堀部 雅弘

ほりべまさひろ

masahiro-horibe@aist.go.jp

計測標準研究部門
電磁波計測科
高周波標準研究室
研究員
(つくばセンター)

民間企業において研究開発に携わる中で、正確に測ることの難しさと計量標準の重要性を認識し入所しました。これまで産業界の要望に即応した高周波インピーダンス標準の研究開発と供給を行っています。今後も要望に合った標準の開発を行うだけでなく、校正技術の普及や利便性の高い標準形態を考案して産業活動と安全・安心できる生活に貢献していきます。

関連情報：

● 共同研究者
信太 正明 (産総研)

参考文献

M. Horibe, et. al., IEEE Trans. on Instru. and Meas. Vol. 56, no. 2, pp 401-405, Apr. 2007. 他

産総研 TODAY Vol.5 No.11 pp.38-39 (信太 正明)

用語説明

[1] Sパラメータ: 特性インピーダンスを基準として、素子へ信号が入射した際の戻り信号(反射)とほかの端子へ伝わる信号(伝送)の特性を合わせた特性。

[2] JCSS 校正: 計量法に基づくトレーサビリティ制度 (Japan Calibration Service System) のための特定標準器による校正。

[3] ベクトルネットワークアナライザ: 高周波線路(ケーブルなど)のSパラメータをベクトル量(二次元量)として測定する装置。

はじめに

近年、電磁波は携帯電話や電子マネーなどで日常生活に広く利用されており、今では水道や電気などと同様に重要な社会基盤となっています。しかし、適切に使用されない場合には電子機器の誤動作を引き起こす危険性もあり、電磁波関連の安全性規格・規制に関して試験確度の保証やトレーサビリティが要求されています。そうした試験の確度を決定するのが高周波インピーダンス標準です。高周波インピーダンスは機器や部品での“電磁波の伝わりやすさ”を表わす指標で、ケーブルの太さやコネクタの形状によって決まります。

産業界では様々な高周波コネクタが利用されているので、産総研では、コネクタごとに高周波インピーダンス標準を開発し供給しています。今回、新たに3.5 mmコネクタの周波数100 MHzから33 GHzにおいて、産業界でより多く利用されているSパラメータ標準^[1]を開発し、供給を開始しました。

高水準のSパラメータ標準の開発と供給

写真はエアラインと呼ばれる信号伝送線路の標準器です。円柱状の内部導体と円筒状の外部導体を組み合わせて空気を絶縁体とした同軸構造をしています。寸法測定で求められた内部導体の外径と外部導体の内径の比から特性インピーダンスが決まり、長さから位相が決まります。さらに、測定した材料の導電率を組み合わせることで標準器のSパラメータを算出します。標準器は銅系金属でできているため、接続時の力で

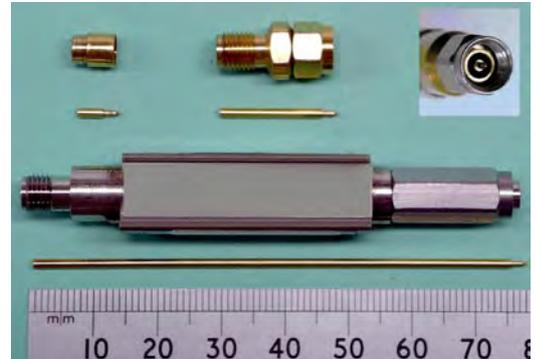


写真 3.5 mm 標準エアライン

外部導体の接合部の形状が変化し(図)、長さも約6 μm短くなります。産総研では、この現象を定量的に評価することにより、世界のどの国家標準研究所よりも高水準のSパラメータ標準の開発に成功しました。

標準供給では、エアラインを基準として電氣的に校正器物の校正をします。この標準を活用して校正装置の不確かさを評価し、JCSS校正^[2]を行っています。

Sパラメータ標準が供給されたことで、これまで複雑で難しかった高周波測定に欠かせないベクトルネットワークアナライザ^[3]測定の特長とトレーサビリティの確保が簡素化され、企業での製品開発、製造時の試験や検査の品質が確保しやすくなりました。

今後の展開

今後は、2008年度から開始予定の国際比較に参加して、日本の国家計量標準が海外と同等であることを証明し、円滑な国際通商に貢献したいと考えています。

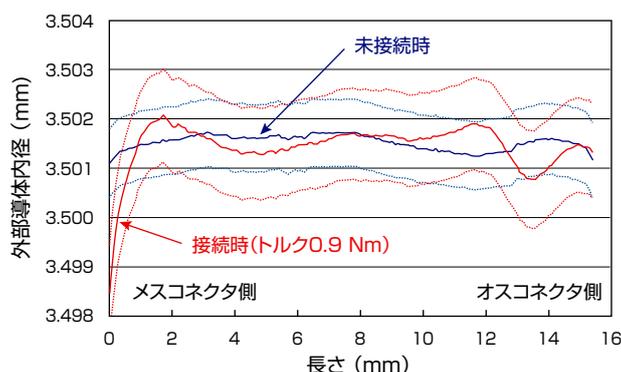


図 接続によるエアライン外部導体内径の変化 (実線は測定値、点線は拡張不確かさを表す)

※この事業は、平成18年～19年度 NEDO委託事業「知的基盤創成・利用促進研究開発事業/マイクロ波・ミリ波におけるインピーダンス計量標準の研究開発」において行われました。



日本IBM社は、日本における科学分野の学術研究の振興と若手研究者の育成に寄与することを目的に「日本IBM科学賞」を制定し、国内の大学ならびに公的研究機関に所属する45歳以下で物理、化学、コンピューター・サイエンス、エレクトロニクスの4分野における基礎研究で優れた研究活動を行っている研究者に褒賞を実施しています。

この度、「エレクトロニクス分野」において、エレクトロニクス研究部門の湯浅 新治が受賞しました。

湯浅 新治 yuasa-s@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門 スピントロニクスグループ長 (つくばセンター)

【受賞の功績】

トンネル磁気抵抗効果とその応用に関する研究

研究の背景

トンネル磁気抵抗効果 (TMR効果) とは、2つの強磁性体電極と薄い絶縁膜 (トンネル障壁) からなる素子 (TMR素子) に磁界を加えると素子抵抗が変化する現象で、電子の持つ電荷とスピン (磁気) の両方を活用する「スピントロニクス」分野の最重要技術です。この現象は1975年に低温で初めて観測されましたが、その後注目されることはありませんでした。しかし、1980年代後半に巨大磁気抵抗 (GMR) 効果が発見され (発見者のA. Fert (仏) とP. Grünberg (独) は2007年ノーベル物理学賞を受賞)、ハードディスク (HDD) の磁気ヘッドへの応用研究が盛んになるにつれて、TMR効果にも再び注目が集まるようになりました。1995年に宮崎照宣 (東北大)、J. Moodera (米) は、絶縁膜にアモルファス酸化アルミニウム (Al₂O₃) を用いて室温でGMR効果を上回る磁気抵抗変化率 (MR比: 磁気抵抗素子の性能指数) を実現し、TMR効果が一躍脚光を浴びました。アモルファスAl₂O₃のTMR効果は大容量HDDの磁気ヘッドや不揮発性メモリMRAMなどで既に広く実用化されていますが、より高性能・高集積な次世代デバイスを実現するために、さらに高性能なTMR素子 (より高いMR比) の実現が切望されてきました。一方、2001年に鉄 (Fe) などの単結晶強磁性体電極の間に単結晶の酸化マグネシウム (MgO) 絶縁膜を挟みこんだ素子では、電子状態の対称性がトンネル現象に支配的に寄与するため、極めて大きなMR比が得られることが理論的に予想されました。

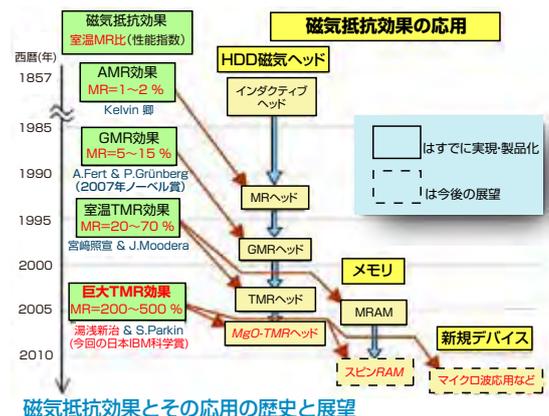
研究の概要

単結晶強磁性電極をもつ磁気トンネル接合の可能性に早くから着目し、まず2000年には、アモルファスAl₂O₃絶縁膜を用いた磁気トンネル接合のMR比が、単結晶電極の面方位に大きく依存することを見出しました。さらに、単結晶の強磁性体/非磁性体金属構造を形成することによ

り、非磁性体金属の膜厚に対して磁気抵抗比が振動することを示し、金属中のスピン偏極した共鳴準位の形成をトンネル磁気抵抗効果により初めて観測しました。これらの研究を基盤として、単結晶MgO絶縁膜のTMR効果の研究に取り組み、2004年に従来のアモルファス絶縁膜を用いた素子よりも大きな室温TMR効果が結晶MgO絶縁膜で得られることを初めて実験的に示しました。その後、内外の研究者による一連の研究が急進展し、この系における極めて大きなTMR効果は技術的にも確立されました。今回の成果は応用上有用だけでなく、基礎学術的にも絶縁膜のバンド構造を反映したトンネル現象を磁性金属と絶縁体の組み合わせで実験的に実現した点において意義深いものです。

今後の展望

結晶MgO絶縁膜を用いた高性能HDD磁気ヘッド (MgO-TMRヘッド) は既に製品化が始まっています (NEDOナノテク・チャレンジプロジェクト)。また、結晶MgO絶縁膜を用いた次世代の大容量MRAM (スピンRAM) の研究開発も世界規模で進められています (NEDOスピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクトなど)。さらに、同技術を用いた新規デバイス (マイクロ波発振素子など) の実現を目指した基礎研究も始まっており、将来的にさまざまな応用分野の開拓に繋がることが期待されています。



タイ王国 国家計量標準機関(NIMT)の設立支援

計量標準総合センター 国際計量室

新年明けましておめでとうございます。

タイ国家計量標準機関(NIMT)プロジェクトの特集も最終回となりました。今回はプロジェクト実施に伴って変化してきているタイの国家計量標準の現状と展望について紹介します。

NIMTの計量標準の現状

プロジェクトの成果を表1にまとめました。技術移転した計量標準は放射線標準を除く8分野で、詳細は2列目に示しています。また、NIMTが同等性の確保のために参加している国際比較と、標準機器の校正依頼先は3列目に示しています。

タイ王国の国家標準の整備状況は、表1の最後の列に示しています。●は技術移転前の整備状況を、また○は技術移転後の整備状況を示しています。たとえば、音響・振動標準分野では、外部校正に依存していた音響標準に一次標準を追加整備し、また振動、加速度標準は新たに一次標準を整備し、新しい標準供給体制を整えています。

表1に示されているように、ほとんどの標準量目は新たに整備され、各標準分野で一次標準を基に所内校正の整備が進められています。NIMTでは電気標準のトレーサビリティ体系は、NIMTが独自に整備したジョセフソン直流電圧標準と、プロジェクトで整備した量子ホール抵抗標準により構築することを計画しています。しかし、質量関連量はキログラム原器と標準分銅の間の整備が不十分であり、認定取得までには時間を要すると思われます。

認定審査の状況は、量目毎に矢印で示しています。音響振動分野の標準は、3標準量目とも太い矢印で示されておりIAJapan(製品評価技術基盤機構認定センター)の認定審査が終了し、認定証の公布を受けていることを示しています。これまでに、14の標準量目の認定証交付を受けており、太い点線の矢印で示されている6標準量目は昨年10月に認定審査を終了し、評定委員会の結果を待っています。細い点線の矢印で示されている7標準量目は本年2月に認定審査が予定されています。そして、本年8月頃に最後の認定審査を計画しており合計36の標準量目の認定審査を行う予定です。

以上のように、NIMTの標準は、プロジェクトで整備計画したものと、NIMTが独自に整備した標準量目と合わせ、全ての標準分野を整備したことになります。

表1 タイの国家標準の整備状況

標準分野	標準量目	国際比較 あるいは トレーサビリティ	タイの国家標準の状況		
			外部トレサ	内部トレサ	一次標準
音響振動	音響	APMP AUV A-K1	●	○	○
	振動		●	○	○
	加速度		●	○	○
電磁気	交流電力	NRC	●	○	○
	電力量		●	○	○
	交流電圧	PTB	●	○	○
	直流高電圧	NMIA	●	○	○
	群管理抵抗	BIPM	●	○	○
	量子ホール抵抗		●	○	○
	磁界		●	○	○
	磁束		●	○	○
	高周波減衰量	NMIJ	●	○	○
	高周波電力	NPL	●	○	○
高周波電圧	NMIA	●	○	○	
レーザーパワー		●	○	○	
時間	時間周波数	CCTF K-001 UTC	●	○	○
長さ関連量	波長	APMP LK-11	●	○	○
	ブラグリング		●	○	○
	真円度		●	○	○
	表面粗さ	(APMP KC)	●	○	○
	平面度		●	○	○
	角度	APMP LK-3	●	○	○
	CMM	APMP LK-5,6	●	○	○
	標準尺	EUROMET KC	●	○	○
質量関連量	力	BC-NMIJ	●	○	○
	大容量分銅	BC-NMIJ	●	○	○
	質量	APMP MM-K1	●	○	○
	密度		●	○	○
	圧力	NMIJ	●	○	○
	ロックウエル	CCM H-S1	●	○	○
測光	ピッカース	CCM H-K1c	●	○	○
	照度・光束	APMP PR-K4	●	○	○
測温	分光放射照度	NMIJ	●	○	○
	湿度		●	○	○
	放射温度		●	○	○
化学	温度定点	APMP T-K4	●	○	○
	無機化学		●	○	○
	pH	APMP QM-P06	●	○	○
	pH標準液		●	○	○
	有機化学		●	○	○
	標準ガス	APMP K-51	●	○	○
化学分析		●	○	○	
合計	42	16/9			

標準レベル ●: 技術移転前 ○: 技術移転後
 ●→○ 技術移転終了
 ●→○ 認定証交付済み
 ●→○ 認定審査中
 ●→○ 認定準備

プロジェクト成果の普及と研修

JICA/NIMTプロジェクトでは、フォローアップ研修の際にセミナーを開催し、プロジェクト成果の普及を行ってきました。セミナーの講師は日本の専門家とNIMT職員が担当し、当該標準の国際的状況、技術移転の内容とNIMTの校正サービスの開始時期などについて講演を23回開催しました。主な参加者はタイ国内の校正機関、民間企業、大学の職員で、延べ参加者数は1,180人になっています。



また、プロジェクトでは経済産業省の協賛で、アセアン地域の国家計量標準機関(NMI)にも成果を紹介する機会を設け、6回のアセアン・セミナー・ワークショップ(1週間)を実施しました。講師は、日本の専門家、NIMT職員、セミナーへの招待者が担当しました。招待者は95名に達しており、総参加者は1,510名になっています。

アセアン・セミナーへの参加者から、より詳しい研修の要請が高まってきたためプロジェクトは、JICAと協議し第三国研修(1週間)を開始しました。研修は、日本の専門家とNIMTの職員が講師となり、延べ81名のNMIの職員を対象に3回実施しています。

さらに、アジア地域の民間企業の計量標準の専門家を対象の研修(海外技術者研修協会主催)をNIMTにて3回実施し、82名の参加者になっています。

これらのセミナーや研修には17カ国から合計258名の専門家を招待しています(表2)。セミナーと研修を通じて、NIMTの職員の計量標準への取り組み方が充実するとともに、アジアの計量標準関連の専門家のネットワークが構築され始めています。

展望

NIMTは、日本政府の協力により42の技術を習得し、国際的に承認されるNMIとして活動を開始するとともに、アジア地域に計量標準のネットワークを構築しています。そして、タイ政府の周辺国支援政策を背景に、プロジェクトの成果を基盤とした周辺国支援の新しいプロジェクトをJICAに提案し、計量標準の供給を柱とした支援に結びつける努力をしています。

まとめ

日本政府は、タイ政府の第8次経済社会開発計画で提唱されたNIMTの設立に約10年間協力し、本年10月には完成の見通しが得られています。NIMTは1日も早く所内校正のシステムを完成させるとともに、日系企業を含めタイ王国の産業界へ正確な標準を供給することを期待しています。

これまで実施してきたセミナーや研修を通じて広くアジア地域に新しい計量標準のコミュニティーができつつあります。タイ王国にスポット移転した日本の計量標準が、ア

表2 セミナーおよび研修への参加状況

国名	アセアン セミナー	JICA 第三国	AOTS	合計
バングラデシュ		2		2
ブルネイ	4			4
カンボジア	9	7	9	25
フィジー	3	3		6
インド		7		7
インドネシア	13	6	10	29
ラオス	11	6	7	24
マレーシア	13	7	10	30
モンゴール		5	9	14
ミャンマー	8	4	8	20
ネパール		2		2
パキスタン		4		4
フィリピン	9	5	9	23
シンガポール	10	1		11
スリランカ		3		3
タイ		13	9	22
ベトナム	15	6	11	32
合計	95	81	82	258

ジア地域で活用されることも夢ではないように感じています。

顧みますと、山あり谷ありの道のりをNIMT実現に向けて約10年間歩んできました。ようやく実現の見通しが得られホッとしているところです。NIMT実現には多くの関係者のご協力、ご支援がありました。誌面をお借りして関係各位に御礼申し上げます。



秋元 義明
JICA/NIMT プロジェクト・リーダー 産総研 参与

平成19年度工業標準化表彰

報告

平成19年度の工業標準化表彰において一村信吾理事が工業標準化経済産業大臣表彰を計測フロンティア研究部門 阪口修司氏が国際標準化貢献者産業技術環境局長表彰を受賞し、平成19年10月15日に表彰式が行われました。

経済産業大臣表彰は、国際標準化活動に率先して取り組み、今後とも活躍が期待できると認められる者を称えるもので、一村理事は国内・国際的に表面化学分析、マイクロビームアナリシス、ナノテクノロジー、VAMASなどの分野の標準化ニーズを的確に踏まえ、研究開発と一体化した標準化活動を積極的に推進し、さらに経済産業政策に多大な貢献をされたことが功績と

して認められたものです。

また、国際標準化貢献者産業技術環境局長表彰は工業標準化事業に率先して取り組み、その功績が顕著であると認められる者を称えるもので、今年度新たに創設された表彰制度です。阪口氏は、TC206設立当初から国際規格作成に取り組んでおり、その能力・

業績が認められ国際幹事に就任し、VAMASにおいても長年にわたって活動を続けています。国内においてもTC206の幹事国業務委員会に委員として参画し、先進的な技術を国際標準に反映させるなど国際標準化活動に貢献していることが認められたものです。



経済産業大臣表彰の一村理事（写真左）と産業技術環境局長表彰の阪口氏（写真右）

飯島澄男ナノカーボン研究センター長 バルザン賞を受賞

報告

11月23日、飯島澄男ナノカーボン研究センター長は、これまでのナノサイエンス分野における研究功績によりバルザン財団からバルザン賞を授与されました。今回の受賞は、「ナノカーボンチューブの発見-特に、単層ナノ

カーボンの発見とその物性研究」に関する貢献が認められたものです。

飯島氏によって発見された新材料のカーボンナノチューブは、熱伝導性、電気伝導性、機械的強度などでこれまでの材料にない優れた特性を持っており、例えば、金属なら溶けてしまうほどの電流を流すことができ、リング状の強い電子線を放出することができるため、フラットパネルディスプレイの光源としての応用などが研究されています。

この賞は、イタリア人記者バルザン氏を記念に設立されたバルザン財団（イタリアおよびスイスに本部）が自然科学分野および人文科学分野を対象に各分野2名の研究者に授与し、また、数年おきには人道・平和に貢献した活動に対して授与しています。1961年のノーベル財団の受賞を最初に、これまで人道活動家マザー・テレサや発達心理学者ジャン・ピアジェなどが受賞しましたが、日本人としては今回が初めての受賞でした。



「全日本科学機器展 in 大阪2007」に参加

報告

10月17日～19日の3日間、「全日本科学機器展 in 大阪2007」がインテックス大阪で開催されました。このイベントは毎年大阪と東京で交互に開催され、企業・団体などがビジネスチャンスに結びつけるため最先端の科学機器製品を出展し、研究開発の情報収集やアピールを行う科学技術支援のための国内最大級の総合イベントです。

産総研は約50 m²のブースで8テ-

マの研究成果、産学官連携活動などについて紹介しました。また開催2日目には高円宮妃殿下が産総研ブースをご訪問され、熱電発電、アスコルピン酸燃料電池について産総研関西センター 請川所長の説明をお受けになられました。

この3日間の来場者数は延べ4万1千人に達し、多くのビジネスマッチングが行われました。



産総研ブースでの高円宮妃殿下

第1回 AIST-LANL 水素貯蔵材料セミナーを開催

11月2日、米国ロスアラモス国立研究所 (LANL) より水素貯蔵材料と中性子散乱に関する研究者を招いて、1st AIST - LANL Seminar on Hydrogen



セミナーの参加者

Storage Materials を開催いたしました。

これは、本年度より新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」のもと、エネルギー技術研究部門水素エネルギーグループがLANLとの共同研究を開始したことに基づく企画です。

セミナーでは、産総研、LANLそれぞれにおける水素貯蔵材料研究の紹介のほか、水素貯蔵材料の基礎研究に不

可欠な先端的手法である中性子散乱法の事例や結晶構造・局所構造に関する研究成果などが報告されました。両者は水素貯蔵材料の中性子散乱による構造解析などについて共同研究を開始することとなっておりそのキックオフ会議として研究の内容の細部にわたる議論が交わされました。産総研内外から専門分野を同じくする研究者が集い、活発な議論が交わされて有益な交流の場となりました。

燃料電池と水素についてのCAS-AIST-NEDOワークショップ

11月11日～13日、中国科学院大連化学物理研究所において、燃料電池と水素についてのCAS-AIST-NEDOワークショップが開催されました。2004年5月に締結された産総研(AIST)と中国科学院(CAS)の包括研究協力協定に基づき、具体的な連携課題を探ることを目的として行われてきた一連のワークショップは、今回で4回目となります。いずれもテーマは環境・エネルギー分野に関連しており、これは、世界喫緊の課題である持続可能な循環型社会の建設に、この分野が極めて重要だ

とみなしているからです。また、これらのテーマに深い関連のある新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が加わり3者の共催で実施されています。

ワークショップでは、いろいろなタイプの燃料電池、水素エネルギーに関わるさまざまな技術課題について、中国側は大連化学物理研究所を主とした中国科学院所属の研究所から、日本側は産総研、NEDOおよび大学から、それぞれの課題への全体的な取り組み、プロジェクトおよびトピックスの紹介

があり、活発な議論が交わされました。最終日には大連化学物理研究所のラプターが行われ、当該分野における中国での状況について多くの情報を得ることができました。



ワークショップに参加した両国のメンバー

第5回水素エネルギーシンポジウム「水素輸送貯蔵を考える」を開催

11月22日、産総研主催による平成18年度産総研環境・エネルギーシンポジウムシリーズ2「第5回水素エネルギーシンポジウム「水素輸送貯蔵を考える」」が灘尾ホール(東京都千代田区)で開催されました。このシンポジウムは産総研環境・エネルギーシンポジウムシリーズの一環として、水



シンポジウム会場の様子

素エネルギーに関して最新の情報を共有する事によって、研究課題の抽出や議論の方向性などを考える一助としていただくこと目的として開催しました。

経済産業省資源エネルギー庁 遠藤健太郎燃料電池推進室長、新エネルギー・産業技術総合開発機構 佐藤嘉晃燃料電池・水素技術開発部長からご挨拶をいただいた後、今回は、水素エネルギーの実用化に際して、もっとも大きなチャレンジの1つである水素貯蔵と輸送に関して、わが国を代表する5名の研究者の講演がありました。



遠藤 燃料電池推進室長

大学、公的研究機関、企業から約150名の参加者があり、盛況のうちに終えることができました。シンポジウムが今後の水素貯蔵輸送のみならず水素エネルギーの技術研究開発の方向性について広範な議論のきっかけになることを期待しています。

南部アフリカとのレアメタル外交に産総研も貢献

報告

ー 甘利経済産業大臣の南アフリカ共和国・ボツワナ共和国歴訪に同行 ー

甘利経済産業大臣は、アフリカ諸国との友好関係を深め、政府の資源関連外交を促進する目的で、11月14日～11月17日に南アフリカ共和国およびボツワナ共和国を歴訪され、両国の大統領を含め、各大臣などと会談し、成功裏に帰国されました。

この大臣歴訪に対し、産総研からは、曾良副理事長、山崎理事、佃研究コーディネータが随行しました。今回の訪問では、11月16日午前、プレトリア市の鉱物エネルギー省において、甘利経済産業大臣、ソンジカ鉱物エネルギー大臣御臨席の下で、産総研・JOGMEC（石油天然ガス・金属鉱物資源機構）・南ア地質調査所の3者間で研究協力協定が締結されました。南アは、ハイテク製品に欠かせない「産業のビタミン」とも呼ばれるレアメタル資源の埋蔵量が豊富で、このレアメタルの確保を視野に入れて、この協定を締結することになりました。具体的には、レアアースを中心としたレアメタ

ルの新技術に基づいた共同地質調査の実施を検討するもので、産総研は、探査技術の基盤となる鉱床の成因や性状を科学的に解明・把握することを中心として共同地質調査に協力することとしています。現在、この協力協定の趣旨に沿って、具体的な研究協力について3者間で協議を始めています。

また、11月16日午後、ボツワナ共和国においてJOGMECとボツワナ地質調査所との間でMOUが締結されました。これは、14ヶ国でつくる南部アフリカ開発共同体(SADC)の事務局がある同国との関係強化を図るもので、SADC加盟14カ国を対象に日本の資源探査衛星情報(ASTERおよびPALSAR)による観測データが活用される関係で、JOGMECから産総研に対し、GEO Grid技術などの協力が求められています。

11月17日には、南アに移動し、甘利大臣はアングロプラチナ社の経営者との意見交換を行いました。その後関



甘利経済産業大臣（後方右から2人目）御臨席の下、協力協定にサインする曾良副理事長（中央）

係者はロンミン社のプラチナ鉱山の見学を行い、これに曾良副理事長および佃研究コーディネータが参加して専門的見知から南アの鉱物関連会社の状況を把握してきました。

今回の甘利大臣の南ア・ボツワナ訪問は、政府関係者とともに、民間企業および産総研、JOGMECも同行し、南部アフリカに対する関心の高さが示されました。

第4回バイオマス・アジアワークショップ

報告

第4回バイオマス・アジアワークショップが、11月20～22日、マレーシア・シャーアラム市（会場：グランドブルーウェーブホテル）において、エネルギー水道通信省(MEWC)他マレーシア側3省庁と日本の農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムの主催により、



ワークショップ会場

文部科学省科学技術振興調整費の支援のもとに開催されました。このワークショップは平成16年度に第1回を東京およびつくばで開催して以来、タイ、日本と回を重ね、この度のマレーシア開催となりました。今回、アジア10カ国を含む計12カ国から250名以上が参加しました。（日本から57名（産総研27名）が参加）

冒頭、産総研 曾良副理事長、農林水産省農林水産技術会議事務局 小栗邦夫研究総務官から挨拶があり、国際農林水産業研究センター 飯山賢治理事長の特別講演、MEWC リム・ケン・ヤイク大臣の主催側スピーチがありました。夕刻のレセプションではMEWC次官とともに駐マレーシア 堀

江正彦大使から挨拶がありました。基調講演に続く各セッションでは、過去3回のワークショップにおける検討結果を踏まえて、アジアにおける持続可能なバイオマス利活用技術の地域別適合モデルが議論され、最終セッションにおいてアセアン地域の島嶼部、同大陸側および中国の3つの地域について利活用技術開発の方向性が示されるとともに、次回の中国開催を合意して2日間のワークショップを終えました。最終日には、パームオイルミル施設と紙廃棄物発電施設の2カ所に分かれテクニカルツアーを行いました。

参考 <http://www.biomass-asia-workshop.jp>

「産学官技術交流フェア」で研究成果を展示・紹介

報告

11月28日～30日に東京ビッグサイトで開催された「2007産学官技術交流フェア」にて産総研の研究成果の展示・紹介を行いました。このフェアは、「シーズ」と「ニーズ」のマッチングをテーマに、技術移転や共同研究パートナーの発掘、新技術の需要開拓を主な目的とする企画展として、産総研とともに新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)や物質・材料研究機構(NIMS)などが共催して開催されているものです。産総研では、このフェアを技術移転や共同研究先開拓のための技術展示会として、知的財産部門、産

学官連携推進部門を中心に取り組みを行いました。

展示紹介技術としては、情報技術関係の研究成果と新規な材料開発に関する成果などを中心に、一覧にある14件の研究成果を展示紹介し、7件については29日にセミナー講演も行いました。産総研の展示ブースへ来訪した多くの方が、カメラ映像から異常動作

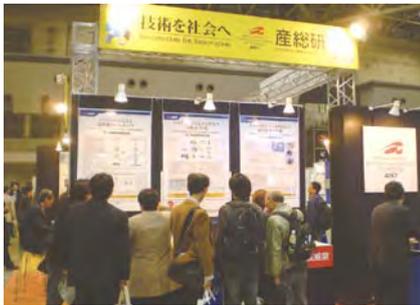
などを自動検出するCHLAC技術やガスハイドレートの燃焼実験などに興味を引かれていました。

展示技術の紹介資料につきましては、産総研の「知的財産総合案内」のページからご覧になれます。

<http://unit.aist.go.jp/intelprop/ci/>

出展技術の一覧

- 1 Lavatube および CHLAC 技術
- 2 ネットワークプログラムの自動テストツール DisUnit とロボット用 RT ミドルウェア for Java
- 3 雑音に頑健な音声認識装置
- 4 fakePointer: 覗き見攻撃に対して安全な認証手法
- 5 未来のロータリエンコーダ SelfA を内蔵した角度回転テーブル
- 6 赤外円二色性 (VCD) を活用した医薬品の立体構造解析技術
- 7 ピッチ可変型アレイスポット
- 8 光触媒製品のバイオフィルム形成阻害性能の評価方法
- 9 ポリマー基材用光触媒コーティング方法
- 10 新しい多機能セラミックス
- 11 高気孔率発泡金属・セラミックスの作製技術
- 12 超音波を用いた非接触微粒子操作技術
- 13 日射熱を反射するクールなガラス
- 14 ガスハイドレートを利用したエネルギー媒体



産総研の展示ブース

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1月 → 2008年3月

12月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
1 January			
7～15日	地質資源の新たな展開 -身近な資源・アジアの資源-	つくば	029-861-3687●
9日	ホロニックエネルギーシンポジウム	東京	03-5841-6407
17日	システム設計検証技術研究会	大阪	06-4863-5022●
22日	産総研技術フェア in 北海道	札幌	011-857-8428●
23日	「幾何学教材と視覚障害者の立体認識」シンポジウム	東京	029-861-7257●
23日	糖鎖産業技術フォーラム (GLIT)	つくば	03-5541-2731
23～24日	グレーター・ナゴヤ クラスタフォーラム2008	名古屋	052-201-6627
2 February			
6～7日	WEAR 2008 Tokyo	東京	03-3599-8194●
8日	産総研九州センター研究講演会	福岡	0942-81-3606●
3 March			
6～7日	APEC諸国におけるLCAの現状ワークショップ	東京	029-861-8105●

●は、産総研内の事務局です。

木質系バイオマスからのバイオ液体燃料の製造

バイオマス研究センター バイオマスシステム技術チーム 藤本 真司

経済的なバイオ燃料製造プロセスの構築

バイオマスは再生可能かつカーボンニュートラルであるため、エネルギーとして利用すれば化石燃料由来の二酸化炭素排出量を削減することができます。バイオマス研究センターでは、そのバイオマスの中でも最も二酸化炭素固定効果の優れている木質系バイオマスからのエタノール・ETBE(Ethyl Tertiary-Butyl Ether)製造技術、およびBTL(Biomass To Liquids)ディーゼル燃料製造技術の開発に取り組んでいます。

藤本さんはバイオマスシステム技術チームに所属し、木質系バイオマスからのバイオ液体燃料製造プロセスの経済性および環境性を研究しています。これまでに、バイオマスプロセスに対するプロセスシミュレーション技術を確立し、経済性や環境性の評価を行うとともに、感度解析によりバイオ液体燃料の低コスト化の観点からの要素技術開発の指針を検討してきました。それらの研究が評価され、エネルギー資源学会論文賞(2007年度)、日本エネルギー学会奨励賞(2007年度)など、多数の表彰を受けています。



日本エネルギー学会
第16回年次大会発表にて



藤本さんからひとこと

バイオマスのエネルギー利用技術の開発は世界的に注目を浴びています。その中でも特にバイオエタノールが注目されています。木質系バイオマスの原料では、製造したバイオ燃料の価格が高くなるため、実用化には技術の開発(ハードの研究)はもちろん、経済性の評価(ソフトの研究)が不可欠です。

私はハードとソフトの研究を組み合わせることで、実用化という観点において、課題となる研究要素をシミュレーションや感度解析により見出し、その要素を集中的に研究することで開発を効率化し、開発期間を短縮させたいと思っています。

産 総 研
TODAY

2008 January Vol.8 No.1

(通巻83号)

平成20年1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。