

AIST Today

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.3 No.1

01
January
2003

社会に活力をもたらす本格研究を

トピックス
世界初、微生物から多細胞生物への
ゲノム水平転移を確認
— 生物進化論などへ影響か

新春に語ろう
日本を元気にしたい
～ 産総研は日本の宝～



プロジェクト紹介

特集

“シナジーセラミックス” プロジェクト



年頭所感



産業技術総合研究所理事長

吉川 弘之

知識が富を生み出す仕組み

沈滞、閉塞感、不景気などと言った気力を喪失させるような言葉が飛び交い、しかもその責任を誰かに押し付けようとする風潮の中でさまざまな批判がもっともらしく言われた年が終り、新しい年が明けた。

私たちは、このような昨年の、評論と言うよりほとんど嘆き声とでも言える言葉の氾濫の中から、今年は何とか脱出したいと考えている。そこに特効薬はなく、すべての人が自分の持ち場で努力するしかない。他の誰かのせいにして、自分を外において解説したりすることは、ほとんど意味がないだけでなく、むしろ事態を悪くするだけである。

産総研に身を置く者として、私たちは何をすべきなのか。確かに昨年の嘆きを生み出した事実は重く存在しているのであり、それを解消するために、社会における多くの役割の中の一つを担わなければならないことは間違いない。その一つを見定めることが、必要なことである。

産総研は研究所である。研究所とは知識を生産する場である。このことからすれば、私たちの役割は明解で、その生産した知識が現在の事態を解決するのに役立つことと言うことになる。私たちの生産する知識とは、産業技術に関するものである、とすれば、それは産業に役立つものでなければならない。

大切なことは、産業は社会の中で富を作り出す最も大きな仕組みであると認識することである。従って、私たちは「知識が富を生み出す」という人類を特徴付ける行為の中心に居ることになる。

知識が富を生み出すという人類にとって本質的なことの現代的状況とは、科学技術研究への国家的投資と、その成果の産業応用という世界共通の政策である。科学技術創造立国をうたう我が国はその先頭を走っているし、また昨年急速に盛上った産学官連携への動きもこのことを裏付けている。

これらのことは、誰もが認めていることである。しかし、その行為の中心に居る当事者である私たちは、もう一歩踏み込んでその内容を把握しておく必要がある。恐らく最も重要なことは、現代における知識の特徴的な形態を十分に把握しておくことである。

土着知識への回帰

国際科学会議 (ICSU) などで行われている議論の中で、新しく生まれて来た注目すべきものの一つに、環境問題に対する現代の科学的知識の限界という視点がある。環境問題は、物理、化学などの自然科学的知識によって理解することはできるが、その劣化を阻止したり修復したりするためには、人文社会科学を含む広範な学際的知識を必要とする。しかし、そのためには現代の知識は余りに細分化され領域化されてしまっている。そしてそれらを統合するための「科学」はほとんど存在していない。

ところが、現代的な科学とは異質ではあるが、環境と適合する行為を人間に教える伝統的な知識がある。それらは、地域固有のものであり、その地域の自然あるいは社会的状況において有効性を持つ知識で、「土着知識」と呼ばれたりする。歴史的には、それらは迷

信とか、最近では反科学、にせ科学などの、科学に対する攻撃を排除する過程で過度に否定されて来たものである。しかし、次第に土着知識は見直すべきであるとされ、反科学などとの本質的な違いを明確に定義する方法の確立と並行して、その利用を考え始めている。

土着知識の特徴は、対象についての客観的事実としての知識と、その人間にとっての意味とを組としてまとめて保有するという点である。例えばある植物は、どのような状況でどの時期に生育するという事実についての知識と、その植物は薬効を持つという知識とが組になっている。そして実際に人々はそれを使用する。即ちそこには、事実知識と使用知識とが組として存在している。

それに対して現代科学の知識は、事実と使用とが分離している。より正確に言えば、事実知識を人間にとって役に立つかどうかという関心から解き放つことによって成立した体系的知識なのである。この解放の結果、現代科学はきわめて急速にその知識量を拡大して行った。

膨大な量となり、しかも増え続ける現代の科学的知識、即ち事実知識を前にして、それをどうやって使用し、富を生み出して行くかが大きな問題として浮上して来たのは、事実知識と使用知識の分離の当然の帰結である。従って今、我が国が研究に大きな投資をして、それが現在の深刻な状況を打破することに役立つことを期待するのは、知識の歴史から言って一つの必然であると同時に、現代の知識が持つ構造的な問題に挑戦する大きな事業を前提にしてのことなのである。

土着知識に学び 知識のコヒーレンシーを創り出す

産総研は、この事業の重要な担い手である。そして、事実知識と使用知識との関係の再興、しかもそれを科学的方法によって関係付けるのであるから、そこには知識の歴史上初めての試みが行われようとしていると言ってよい。それは、産総研においては、思索家としてのユニット長の洞察により、事実知識を生み出す研究者と使用知識を生み出す研究者とが、それぞれ自律的に研究しながら、しかもユニット内に知識のコヒーレンシーを創出するというものである。

研究者は自らの研究動機に従って研究し、それをユニット長が管理する、という何気ないユニットの日常の背景には、実はこのように大きな課題が横たわっている。即ち、知識の現代的状況が持つ構造的問題の克服と、それを通じて増え続ける知識を富に変換する過程を定式化することである。

本格研究充実の年へ

今年が昨年の嘆きを客観的問題に画きなおし、すべての人が自らの持場でその解決に努力する年であるとすれば、産総研は既に足を踏み出した、第二種基礎研究を軸とする本格研究を、真の意味で本格的なものにする年であると言ってよいであろう。

CONTENTS

01
January
2003

AIST Today

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.3 No.1

メッセージ

02 年頭所感

トピックス

05 世界初、微生物から多細胞生物への
ゲノム水平転移を確認
-生物進化論などへ影響か

特別企画 新春に語ろう

08 日本を元気にしたい
～産総研は日本の宝～

特別企画 社会基盤を支える

26 2003年「計量標準100周年」を迎えて

28 広がる計量標準

30 地質分野の重点課題と今後の
取り組み

特集

34 プロジェクト紹介
“シナジーセラミックス”プロジェクト



(右)新春に語ろう
理事長と若手研究者の座談会

(下)社会基盤を支える
キログラム原器

産学官連携

38 産学官連携コーディネータ活動報告
研究と実用の橋渡しを目指して

40 産総研における利益相反マネジメント

リサーチ ホットライン

16 遺伝子予測システムGeneDecoder

17 タンパク質結晶化の
理論的説明に適用

18 強誘電体FET長期情報保持に成功

19 銅ナノ微粒子の一次元組織化

20 デンドロン除去を利用した
単一分子固定化法の開発

21 高制御多孔質セラミックスの開発

22 居住空間を快適省エネルギーに

23 鏡面ダイヤモンド摺動面を開発

24 超高濃度オゾン発生装置開発と
製品化

25 熔融石英型標準キャパシタの
周波数特性の測定

パテント・技術移転いたします！

42 ケンプトリ酸誘導体化合物

43 常温で作動する
金ナノ粒子酸化物触媒による環境浄化

ベンチャー

44 (株)ノナミサイエンス

AIST Network

45 平成14年度
産業技術総合研究所国際シンポジウム
「ポストゲノム時代の
バイオインフォマティクス」開催 ほか

カレンダー

48 資源開発と地域社会に関する
国際円卓会議 ほか



世界初、微生物から多細胞生物へのゲノム水平転移を確認 - 生物進化論などへ影響か

アズキゾウムシの細胞核から共生細菌ボルバキアの遺伝子発見

産総研生物機能工学研究部門は東京大学と共同で、豆類の害虫として知られるアズキゾウムシのX染色体の中に、微生物の大きなゲノム断片が入りこんでいることを明らかにし、2002年10月29日発行の米国科学アカデミー紀要 (Proc. Natl. Acad. Sci. USA) に発表した。この微生物はボルバキアと呼ばれる共生細菌で、昆虫の細胞の中に生息する性質を持っている。本研究成果によって、微生物から多細胞生物への遺伝子の水平転移が自然界で実際に起こったという明確な証拠が、世界で初めて示された。

この発見により、我々ヒトを含む高等生物においても、腸内や環境中に存在する微生物や、あるいは寄生者や共生者として共存している微生物から、遠い種の壁を越えて遺伝子を取り込む可能性がありうることを示唆された。すなわち、生物進化において考慮すべき要因として、病原体や寄生者との相互作用を理解するうえで、さらには遺伝子組換え生物を利用するにあたってのリスク評価への影響などにまでいたる、基礎から応用にわたる生物学の広い分野にインパクトを与える新知見であり、国際的にも大きな注目を集めている。

遺伝子の垂直伝播と水平転移とは

生物の様々な性質は、DNAの塩基配列でコードされた遺伝子によって規定されている。遺伝子は当然のことながら、親から子へと伝えられていく。このことを“遺伝子の垂直伝播”という。それに対して、生物の親から子という通常の流れではなく、まったく関係のない別の生物から遺伝子が伝えられる可能性もあり、このことを“遺伝子の水平転移”と呼ぶ。プラスミド、トランスポゾン、バクテリオファージなどの非自律性遺伝因子によって、異なる生物種の間で遺伝子が伝達される場合がありうることは従来から知られていた。しかし、こういった遺伝子の水平転移というのは、あくまで例外的な現象であると長い間考えられてきた。

近年の微生物ゲノムプロジェクトからわかってきたこと

- ダイナミックな遺伝子水平転移による機能獲得とゲノム進化 -

現在はゲノム生物学の時代であるといっておよいだろう。巨大なヒトの全ゲノム構造さえ決定することが可能になった技術革新のもとで、様々な微生物の全ゲノム配列が世界中の研究室で決定されるようになった。それら微生物ゲノム情報の蓄積からわかってきたのは、異なる微生物種間における遺伝子水平転移というのが、きわめて頻繁かつダイナミックに起こっているという、

従来の定説をくつがえす実態であった。院内感染を引き起こすMRSAなどの多剤耐性菌の拡がりや、大腸菌O-157に代表される病原性の進化などにおいても、微生物の種の壁を越えた遺伝子の水平転移が大きく関与していることがわかってきたのである。

多細胞の高等生物においても遺伝子水平転移は起こりうるのか?

では、我々ヒトを含む高等生物ではどうなのであろうか。これまでに様々な研究者がその可能性を示唆してきたにもかかわらず、動物その他の多細胞真核生物における遺伝子水平転移の確実な証拠はこれまでに見つかっていなかった。もしもそのような遺伝子転移が起こるとするならば、それは同じ細胞の中に細菌と宿主の遺伝物質が常に共存しているような、内部共生や寄生関係にある生物との間で起こりやすいのではない



●ゲノム水平転移を発見した東京大学 今藤氏・嶋田助教授、生物機能工学研究部門 深津主任研究員 (左から)



●写真 アズキに産卵するアズキゾウムシ

か、というアイディアは昔からあった。実際、共生細菌由来と考えられている細胞内小器官のミトコンドリアや葉緑体では、核への遺伝子転移が起こってきたことがわかっている。しかし、一般の微生物において、そのような現象が起こりうるのかを実際に証明することのできた研究例は、これまでなかったのである。

昆虫類の細胞内共生細菌ボルバキア

昆虫類は既知の生物種の過半数を占め、陸上生態系における生物多様性の中核となる生物群であるが、そのうちなんと20~30%もの種がボルバキア (*Wolbachia*) という細胞内共生細菌を保有している。ボルバキアは宿主昆虫の生殖を利己的に操作して、細胞質不和合、単為生殖誘導、性転換、雄殺しなどの興味深い現象を引き起こす能力を持っており、そのメカニズムは近年大きな注目を集めている。

アズキゾウムシにおけるボルバキアの三重感染

アズキゾウムシ (写真) は、アズキやササゲなどの貯豆の害虫としてよく知られている。我々は、日本各地のアズキゾウムシが例外なく、3種類の異なる系統のボルバキアに多重感染していることをつきとめ、それらを wBruCon, wBruOri, wBruAus と名づけた。そして、同じ宿主昆虫の体の中で、3種類のボルバキアがどのような機能を果たし、どのように棲み分け、相互作用しているのかを明らかにしようと研究を進めていた。ところがその過程で、wBruAus というボルバキアが、共生細菌としてはとても信じ難いような奇妙な性質を示すことがわかってきたのである。

ボルバキア wBruAus の不思議な性質 1

- 抗生物質が効かない -

我々は、三重感染したアズキゾウムシからボルバキ

アを除去したら何が起こるのかを調べるために、テトラサイクリンおよびリファンピシンという抗生物質をアズキゾウムシに与えてみた。普通の共生細菌はこれらの抗生物質処理によって殺されて、除去されてしまうはずである。ところがアズキゾウムシにおいては、確かに wBruCon と wBruOri は1世代の処理で完全に除去されたのに、wBruAus のみはなんと5世代もの処理によってもまったく影響を受けず、除去することができなかった。

ボルバキア wBruAus の不思議な性質 2

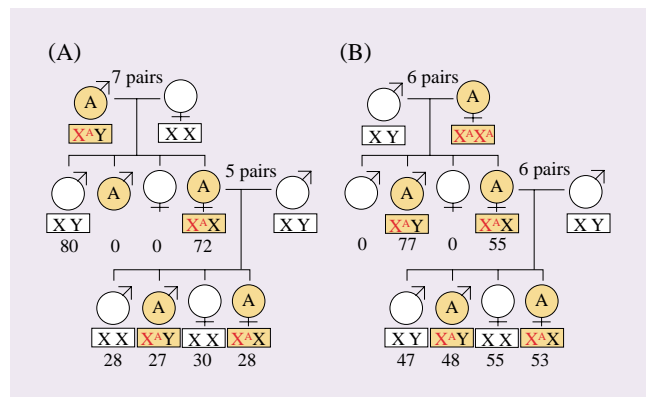
- 伴性遺伝する -

細胞内共生細菌は、ミトコンドリアや葉緑体と同様に母性遺伝因子であり、メス親のみから子孫に伝えられるものである。ところが、wBruAus はなんと、オス親からも子孫に伝えられるというたいへんに奇妙な遺伝様式を示した (図1)。この遺伝パターンは、ヒトにおける色盲や血友病の例などで知られる、いわゆる伴性遺伝とまったく同じであった。驚くべきことに、wBruAus は宿主の X 染色体と連鎖して遺伝することがわかったのである。

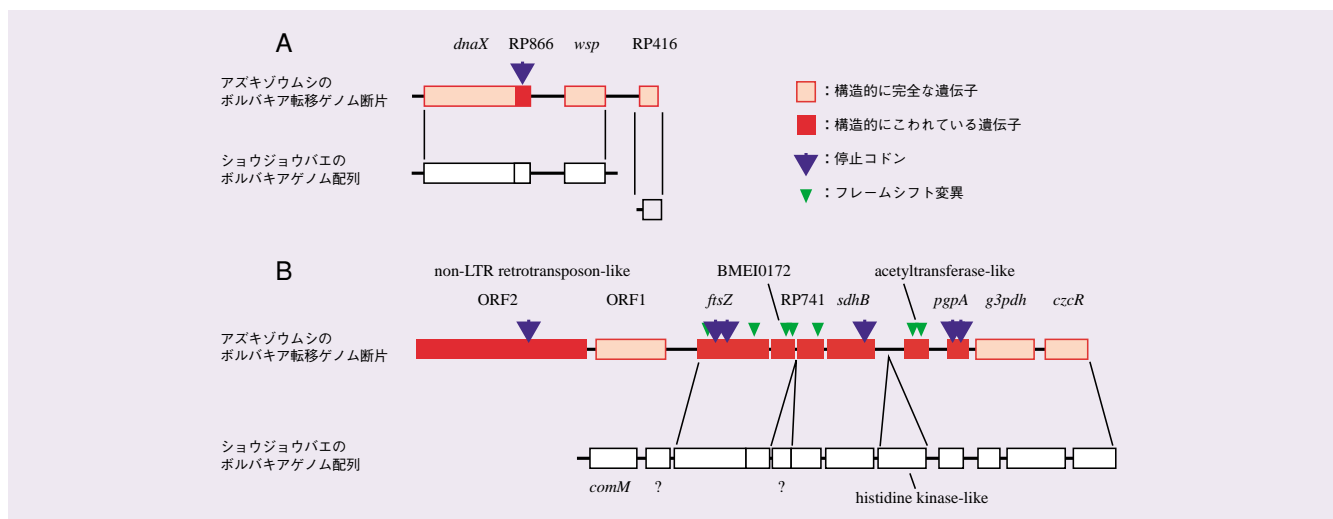
ボルバキア wBruAus の驚くべき実体

- 宿主 X 染色体に水平転移した共生細菌のゲノム断片だった -

その他の様々な研究結果から、wBruAus が実はアズキゾウムシの X 染色体上に転移したボルバキアのゲノム断片であることが支持された。図2に転移ゲノム断片の一部の構造を示す。我々は最初、アズキゾウムシにおいて共生細菌ボルバキアの三重感染を発見したと思っていた。しかし実際には、我々が見ていたのは、共生細菌ゲノムを染色体に取り込んだ虫の中に、さらに2種の共生細菌が感染しているという予想外の複雑な姿だったのである。



●図1 ボルバキア wBruAus の伴性遺伝
X^A: 水平転移したゲノム断片を含む X 染色体。



● 図2 宿主染色体に水平転移したボルバキアのゲノム断片の部分構造

本発見の意義

本研究成果によって、微生物から多細胞動物への遺伝子水平転移が自然界で実際に起こったという明確な証拠が、世界で初めて示された。

本発見における特筆すべき点としては、

1. 進化的に見て、ごく最近に起こったと思われる遺伝子の水平転移であること。
2. 転移元の微生物が共生細菌のボルバキアであると特定されていること。
3. 細菌の大きなゲノム断片が転移していること。
4. 転移した細菌ゲノムの構造がきわめてよく保存されていること。
5. 細菌ゲノムの転移先がアズキゾウムシのX染色体と同定されていること。
6. したがって、遺伝子水平転移の進化過程や分子機構を詳細に解析できる可能性があること。

などを挙げることができる。

国際的な反響

本研究成果は国際的にも大きな反響をよんでいる。Elsevier Science Ltd.の生物・医学系のインターネット情報誌BioMedNetは9月13日付のTop Storiesにおいて本研究の紹介記事 "Horizontal gene transfer, there's no mistaking it" を掲載している (<http://news.bmn.com/news/story?day=020916&story=1>)。Nature 誌のインターネット情報誌 Nature Science Update では9月27日付 "Genes caught skipping from bacteria to beetle: Tokyo team claims first direct evidence of horizontal gene transfer" で本発見を紹介している (<http://www.nature.com/nsu/020923/020923-11.html>)。

今後の展開

今後は、アズキゾウムシの染色体上に転移したボルバキアのゲノム断片の全長を単離して構造決定することに全力をあげる。その構造解析や分子進化解析からは、遺伝子水平転移の進化過程や分子機構について、様々な洞察が得られるであろう。また、転移断片上のすべての細菌遺伝子について、それらが発現しているのかを調べていく。もし、発現遺伝子が同定できれば、それらの発現パターンや機能を解析することにより、遺伝子水平転移が宿主生物の機能や進化に影響を与えている可能性についても、具体的に追求していくことができるであろう。このようにして得られた成果は、生物界における遺伝子水平転移や共生進化の実態と意義について、より深い理解をもたらしてくれるに違いない。

- 本研究は、昆虫共生微生物の専門家である産総研の深津武馬主任研究員のグループ、およびアズキゾウムシをモデル系とした進化生態学に実績のある東京大学大学院総合文化研究科の嶋田正和助教授のグループの間の研究協力により行われたものである。本研究の主要部分を実際に遂行したのは、東京大学大学院総合文化研究科の大学院生の今藤夏子氏である。なお、本研究プロジェクトは生物系特定産業技術研究推進機構が実施する「新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業（若手研究者支援型）」の支援を受けている。

● 問い合わせ

〒305-8566

茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 6

独立行政法人 産業技術総合研究所 生物機能工学研究部門
生物資源情報基盤研究グループ 深津 武馬

E-mail t-fukatsu@aist.go.jp

日本を元気にしたい



～産総研は日本の宝～

● 出席者

吉川 弘之	理事長
秋永 広幸	ナノテクノロジー研究部門
酒井 夏子	電力エネルギー研究部門
深津 武馬	生物機能工学研究部門
柴田 崇徳	知能システム研究部門
(司 会)	丹羽 吉夫理事

— 今日、現場で活躍されている皆さんに、日頃おやりになっている研究の話を中心にしながら、産総研は何をめざしているのか、どのように世の中の役に立とうとしているのかといったことを自由にお話いただければと思っています。よろしくお願いします。

当面の目標は

吉川理事長 自己紹介を兼ねて、当面の目標をまずお一人ずつ伺いたいと思います。

秋永 ナノテクノロジー研究部門の秋永です。日本古武道の稽古、研究活動、子育てに追われる毎日です。

スピントロニクスと呼ばれる新しい研究分野を開拓していて、電子の持っているスピンの自由度を制御する手法の開発、またその手法を低消費エネルギーでなるべく多くの情報を記録するためのデバイスに応用する研究をしています。

吉川理事長 スピンはどのようにコントロールするのですか。

秋永 例えば、強磁性体の金属と半導体のヘテロ接合をつくり、強磁性体の金属の方からスピン偏極した電子を

1個ぼんと半導体に入れ、半導体側でくるくる回したり、あるいはその結果として現れる光の偏光度を測定することでもとのスピンの向きを検出する、そのようなデバイスの作製が中期的な研究目標になっています。**吉川理事長** そんなことができるようになってきているのですか。極めて高度な技術を必要とする、面白い世界ですね。制御性をもっと上げていこうというのが当面の目標ですか。

秋永 制御性を上げるためには、原理的にも全く新しい物理現象の解明と、それに立脚したアプローチが必要となる、つまり、何か一つ乗り越えなくちゃいけない壁があると感じています。

吉川理事長 なるほど。

深津 生物学をやっている深津です。休日にはクルージングなどでリフレッシュしています。

現在は5、6個のプロジェクトを走らせていますが、特に注目しているのは、内部共生といまして、動物の細胞の中に微生物が入り込んでまるで一つの生き物のようになってしまう現象です。この内部共生に伴っていろいろな興味深いことが起こります。例えば最近の大きな発見としては、ゲノム水平転移といって、微生物のゲノムがごっそり宿主の生物の方に移行



してしまっていたりですか……。

共生微生物というのは、何らかの形で宿主の免疫系を回避するとか、存在量調節とか、さまざまな仕組みをもって宿主と共存していかなければならない。そういう機構の分子基盤というのは全くわかっていないので、それらを網羅的にすべて明らかにするというプロジェクトを進めています。

吉川理事長 そうすると、生物の個体というような概念が崩れちゃうわけ？

深津 はい。私が今すごくエキサイティングだと思っている現象に、共生微生物が体の中に入ったときに、宿主の生物の性質がどう変化するかということがあります。共生微生物の利己性が、宿主生物の行動とか形態とか生殖という表現型としてあらわれてくる。こういうことを操作、マニピュレーションというんですけども、非常におもしろくて……。

吉川理事長 やはり進化の非常に重要な部分？

深津 有名なところではミトコンドリアや葉緑体といった細胞内小器官も、共生微生物を起源として進化して、生態系全体を規定するようなファンクションを獲得したものです。こういった共生進化の理解にも通じるところがあります。

—— それでは、今度は酒井さんから。

酒井 高温型の固体酸化物型燃料電池の材料を研究しています酒井です。研究者以外の人とコミュニケーションを持ちたいと思っています。

固体酸化物燃料電池は、実用化には少し時間があるんですけども、燃料電池の中では一番効率が高くなる電池として期待されています。

私自身がやっているのは材料化学ですけども、今、従来型よりも高効率で、しかもコンパクトな燃料電池というものいろいろ考え出されています。ただ、そこでどういった材料が使えるかということに対してはわからないことが多いので、材料の物性データをきちんと整理していくというのが、大きな目的です。

私自身の基礎的な研究としては、燃料電池の同位体とか質量分析を使った方法で、電気化学法ではわからないようなデータが測定できるということがわかって

きまして、そういった手法をもう少し発展させて、オリジナリティーのあるデータを出しつつ、共通基盤的な方にも発展させていきたいと考えています。

吉川理事長 新しい固体酸化物を探すというような仕事にも取り組んでいるのですか。

酒井 今やっている固体酸化物、固体電解質の開発はトライ・アンド・エラーの手法が主になっておりますけれども、開発の促進化ということで、もう少し整理した形で材料設計ができるような、データを積み上げたいと思っています。

吉川理事長 データが出てくれば設計できるようになるという流れなんですね。

—— その固体酸化物型燃料電池というのは何年先ぐらいに、実用化できそうなのですか。

酒井 民間では、既にもうメガワットくらいのモジュールが実証段階にきていまして、あと二、三年後には市場にプロトタイプの形で出せるようなものが出てくることになると思います。

—— 柴田さんは、ギネスに認定された「パロ」の生みの親ですが……。

柴田 柴田です。夢は平和に楽しく暮らすことです。

私は、大きく二つの研究テーマを持っています。一つは人間と共存して、楽しみや安らぎなどの精神的な効果を提供する、新しいロボットの研究です。新しい分野を考えていく上では、新しい役割を示すことが重要だろうと思い、93年から研究開発を進めています。その中で、要素技術としていろいろなセンサーを開発したりもしています。

産総研という立場で考えますと、ロボットの新しい役割を提案し、新しい産業を興したいと考えています。

それからもう一つ、人道的対人地雷探知除去の研究開発にも関わっています。関連特許を平成5年に出しています。世界に対する日本の貢献という意味で、地雷除去が期待されつつあります。そのため、軍事技術と人道的な技術との違いも、明確に認知されるようになってきました。経済産業省、文部科学省、防衛庁、外務省等の各省庁の連携がスタートし、私自身、アフガニスタンなどへ行って、国連機関やNGOと情報交換



「研究者の真価が研究者以外の方からも
評価される文化を創りたいと思います」

● 秋永 広幸
ナノテクノロジー研究部門
先進ナノ構造グループ

し、また研究開発プロジェクトを始めるなど、少し貢献させていただいているかなと思っています。

吉川理事長 伺ってみると、皆さん30代ですね。本当に目標がはっきりしていていいですね。仕事の成果も見えているし、克服すべき課題を解決すれば、それが意味ではもう世界一ですよ。地雷みたいな現実的な問題もあるし、スピコンコントロールなんていう話でも、いいのが出ればもう本当に最先端、そういう感じでしょうね。素晴らしいことですね。

進歩する学問体系の中で あなたの役割は

吉川理事長 さて、次の話題に移ります。大きな学問分野、これがまた僕は非常に興味のあるところなんですけれども、例えば、ナノテクノロジー、ちょっとこれは物理なのか化学なのか、場合によったら生物に関係あるなんていうことを言ったわけですが、伝統的なディシプリンというのはなくなっていますよね。皆さんが大きな学問の進歩をどうとらえているのかということ、自分がどうするかという、この二つの質問なんですけれども。

●ナノというキーワードで 全く新しい分野とコンセプトを つくってしまう

秋永 私の周りでは、金属や半導体の研究者も、また有機物質や計測の研究者の方々も、ナノとスピンというキーワードで集まってきて議論をしようという流れがあります。もともと私はアトムテクノロジー研究体でオングストロームの精度の材料を作製してきましたから、ナノでは長さのオーダーが一桁大きな方向に後戻りです。しかし、後戻りしたことによって、横にある今までつながりのなかった研究分野との連携が見えてくるということがあるわけです。それが今、ナノテク分野にいる一番面白いところでしょうか。

それと関連して、私には、かなり長期的な研究目標があります。ナノテク部門では、幾つかの研究ユニットと協力して、研究の投資を集中化し、かつその結果

でき上がったナノプロセッシング施設を広く公開するというを行っています。これは、産総研内外、産学官の幅広い研究者の方々に交流の場を提供すると同時に、それらの方々の研究アイデアの実現を支援するという斬新な事業で、私は自分の研究以外に、この事業にも主体的に携わっています。また、この事業は、文部科学省のナノテクノロジー総合支援プロジェクトの一部として、本年度からオーソライズされています。この事業を通じて、ナノテクノロジー分野だけではなく日本全体に、研究のプロモートをする人や体制の真価が、研究成果そのものと同様に認知される文化を醸成していきたいというのが、私の夢です。

吉川理事長 私がいつも不満に思っていたのは、例えば、金属の人と化学の人の壁が非常に厚かったことです。ナノの世界に入っていくと、そういうものの区別がなくなるでしょう。ですから、今のナノテクノロジーとその支援というお話は非常に具体的な提案に聞こえますね。

秋永 ナノというキーワードで全く新しいコンセプト、研究分野、そして人のつながりを作ってしまうわけです。

吉川理事長 それはやはり一人じゃできないわけで、今お話されたような施設の運営や、外部から人を呼んだりするという、具体的なアクティビティを通じて達成されるわけですね。これは産総研の非常に大きな使命だと思っています。学問の領域構造を突き崩すようなことを並行してやれるというのは大変いいことですね。これは壮大な長期計画ですね。

●ポリティックスから国のライフスタイルまで 総合的視点を養いたい

—— 今度は酒井さんの方から少しお話を伺いましょうか。燃料電池というのも環境とかエネルギーとか社会のいろいろなことと関連する非常に重要な課題だと思うんですけども。

酒井 よく考えることは、エネルギーというのは、人間の利便のためだけに使われているものでありまして、言ってみれば自然と真っ向から対立する概念だと思います。

エネルギーというのは総合技術なので、ただ科学技術だけじゃなくて、ポリティックなこともありますし、社会的なこともありますので、全部含めてものを考えられるような視点を養いたいなと思っています。

「女性であることを周りが意識しないで仕事ができる
社会が早く来ることを願っています」

●酒井 夏子
電力エネルギー研究部門
燃料電池グループ



外国では、サイエンティフィックなバックグラウンドを持った方が、ポリティックスから、あるいは人の、ライフスタイルに関することまでいろいろと考えて、いろいろな施策をつくったり、あるいは社会に向けて発言をされたりしているのですが、日本ではそういった積極性というものが少ない印象を受けます。

吉川理事長 今のも大事だと思うんですね。特にエネルギーといった分野はポリティックスに近いところにあるわけですよね。新しい技術が出れば、現実の産業の様相が変わるというのも出てくる。

酒井 燃料電池一つをとりましても、燃料電池の本体だけがクローズアップされています。実際は燃料電池そのものだけではなくて、インフラの整備ですとか、あるいは燃料をどうやって確保するかという問題があるわけです。本当に燃料電池を実用化させるのであれば、ものすごく膨大なものを整備する必要があると。この分野に携わる者として、それをきちんと認識して発言しないとイケないなと思っています。

吉川理事長 それは今言っている第二種の基礎研究というものだと思うんですね。一つの技術になるためには燃料電池の表面の化学反応以外のいろいろなシステムも必要なわけでしょう。それには何が必要なのかというのを考え出すのも、私は基礎研究なんじゃないかと言っているわけですね。燃料としてすぐそれを提供する、その安全性はどうかという話がどんどん出てくる。やはり全体が矛盾なく一つの技術として総合されていく、これは人間が考えるしかないわけなんです。そうすると、そういうところに酒井さんは既に入り込んでいるということですね。

酒井 そういうことを考えられるような能力をつけたと思っています。

●おもしろいと思ったことを 最高レベルの技術・知識を使って 極限まで追求したい

深津 自分がやっていることを一言でいえばバイオロジーです。おもしろいと思った現象について、現時点の技術、知識の極限まで完璧に、全部やりつくして徹底的に理解するということにつきますと思います。

吉川理事長 まさに私もそう思うんです。そういうのが理想的な研究だと思うんですが、マイクロな遺伝子レ

ベルというか、そういうレベルで生き物全体を見ていったときに、しかもその集団みたいなものを……。

深津 そうですね。生態学の考え方は絶対に導入しないといけませんね。

吉川理事長 そうですね。生態学の問題も大切ですよ。多様性は守らなきゃいけないとか言うんだけど、そういう問題に対してどういう貢献を、道筋として、深津さんの場合は準備されているんですか？

深津 多様性……それは保全の問題ですか？

吉川理事長 多様性が失われるということは生態系の崩壊で、人間も結局だめになっちゃうという、そういう悪い道筋が一つあるわけで、現実には絶滅種の方が新生種よりも多いというデータが突きつけられているんですね。それだったら、多分人間の過度な工業活動というか、自然に対する人為的な活動が多すぎるのじゃないかというようなことも仮説としてあるわけでしょう。そういった問題に対して、こうすればいいというような提言ができるかということなんですけれども。

深津 それは私の中に答えはありません。保全生態学という大きな分野となって勃興してはいるんですが、それはかなりの部分ポリティックスです。開発を完全には止められないから、それと折り合いをつけながら、でもダメージを最小限に抑えて、なるべく多くの種類なり多様性を残すというのが保全生態学の役割ですし、持続的開発などと呼んでいます。

吉川理事長 恐らくポリティックスの人たちが一番困るのは、バイオロジーの研究というものが自分たちの行動原理を決めるのにどういう助言になり得るかということですね。それを勉強すれば、ポリティックスなりみんな合意できるようなものにいずれなるでしょう。

深津 それは危険ですね。生物が実際にそういうふうにいるからといって、それを人に当てはめていいとは限らない。生物学的知見を社会意志決定に適用して失敗した過去の有名な例が優生学ですね。

吉川理事長 そこを聞いたかったんだけど、我々は、生物学に関しては非常に多くの失敗をしているわけですよね。それは非常に危険な分野ではあるんだけど、それだけに、逆に言えば、生物の進化というのは一体何なのかということを知ることが大切なわけでしょう。それは深津さんの明らかにしたことを、ポリティックスの人には知らせないということじゃない



「理想の研究グループをつくり上げ育てていくことに
全力を注ぎたいと思います」

● 深津 武馬
生物機能工学研究部門
生物資源情報基盤研究グループ

わけだよ。

例えば、非常に衝撃的だったのは、遺伝子が共生してしまうというような話、それはやはり個体という概念を変えてしまうし、何億年のスパンかもしれないけれども、そういう生物の定義みたいなものが非常に変わるわけでしょう。

深津 生物学的事実として、新しい知見をどんどん明らかにしていくのは当然のことですけれども、その中から人間社会における無条件の指針のようなものは、原理的に見つからないだろうと考えています。

吉川理事長 科学者として何が言えるかということと、ある種の日常的な倫理判断をしているということ、科学者としてはここまで言えるという選択をしている。

深津 少なくとも私自身の人間性については、科学的判断にかなり支配され、影響されている部分があるとは思いますが。

●人と共存するという観点から 人間の主観的評価を考える

—— 柴田さんは、人と共存するロボットという新しい分野を提案していますが……。

柴田 ロボットというのはシステムをインテグレートしたものであって、普通は、客観的に評価しながら作っています。しかし、人と共存するというと、人間のことをすごく考えないといけない。そうしますと、いわゆるテクノロジーとアートの組み合わせみたいな世界になってきます。つまり、人の主観的な評価を重視してロボットを作ることが重要になってきます。そこで、人とロボットの相互作用から、人がロボットに対して主観的な価値を見出すようにしたいです。

この主観的な価値というのは、産業においては、付加価値が高い、つまり利益率の高いものづくりにかかわっています。人と共存するロボットの研究から、もう少しマクロな付加価値の高いもの設計論に貢献できれば、今、日本の産業界が直面している問題にも貢献できるのではないかと思います。

吉川理事長 次の製品というか、そういうものを。

柴田 そういったものを考えていくヒントになればいいんじゃないかなと思います。

それから、もう少し相互作用の時間的な変化に関して言いますと、慣れるとか飽きるとかありますが、長

期間愛着を持って大事に使え、かつ、満足感が高いといったものを作っていくということは非常に重要だと思います。そのために、作り手側が機能としてそれを埋め込めるのかどうかを、ロボットを一つの事例にしながら研究しているところですね。

吉川理事長 まさにセラピーというか、そういうものが一つの産業になってくるんじゃないかなと思います。もう一つは、今まで気がつかなかった主観性みたいなものに対して訴えるという一つの産業があり得るんじゃないかなということですね。

柴田 ロボットの研究から、さらに範囲を広げて考えていこうと考えています。

吉川理事長 その両者の間にあるのかどうか、例えば、産業用ロボットの延長線上にある家庭用ロボットが、人間と一緒にいるためには、やわらかい危険のない産業ロボットをつくればという命題を私は長い間持っていたんですけども。家庭用ロボットというのはまさに巨大なマーケットがあるんですよ。

柴田 人が安全に感じる、ということに多分家庭用ロボットの産業化のためのブレイクスルーになるような、何かがあるんじゃないかなと思います。

吉川理事長 実際買うという人は多いんですよ。今はやはり怪我をするのが怖いわけですね。そこでメカニズムというのは必ず入ってくるんだと思う。簡単に言えば、軸間距離が変わっても伝達係数が変わらないような歯車であるとか、軸が平衡を失ってもちゃんと等速で伝達できるかなんて話は、誰もやっていないわけですよ。だけれども、機械工学を塗りかえるような話を含めて、あるわけですよ、その先が。

柴田 逆にそういう部分をもう少し洗い出していって、そこが研究開発の重要な点になると思います。私のロボットも、人が無理な力をかけたりすると、制御で逃がすというやり方もあるんですけども、今は、メカニカルに逃がすようにしています。ある意味ではサイエンスとは違う、いわゆる泥臭いと言われるような分野になるのかもしれないですけども、意外とそこがネックになっていて、苦勞しています。

吉川理事長 そういうサイエンスというのはあるんじゃない？ 第二の基礎研究じゃないけれども、一つ一つの作動原理みたいなものは、そんなに新しくはないんだけど、それが合体して一つのものとしたとき



には思いもしなかったものが出てくるという、非常に地道な基礎研究だろうと思うんですね。

コヒーレントな体制づくり

—— いろいろ頼もしく伺っていました。ひとりよがりの研究ではなくて、成果が社会に還元されるようになっていくことが大切です。ところで、皆さんは工業技術院時代の国立研も経験されています。人それぞれ、立場立場で感ずるところも異なるかと思いますが、実際に現場で仕事をしている皆さんにとっても大きな変化だったのではないのでしょうか。理事長は、この組織に対して非常に熱い思いをお持ちですが、皆さんが感じている産総研のプラス面、マイナス面をお訊ねしたいのですが……。

吉川理事長 産総研というところは、研究の遂行に関しては、ユニット長が全権を持っていて、何をしてもいいということなんですね。ただ、守ってほしいことが一つある。それは、大学と同じ様な基礎研究をしたいという人がいたら、とにかくそれを入れて、ベンチャーやりたいという人がいたら、それも入れて、しかも、その間を結びつけるような第二種の基礎研究をする人もそこに存在する。コヒーレントな構造と言っているけれども、そういう基本構造は守ってほしいということです。そういう構造になっている方が、私は産総研の全体としての力が出るはずだという仮説を持っているわけです。

深津 しかし、結局は個々の研究者の意識です。おのおのが孤立していて、セクショナリズム的な考えを持っているようなら、器だけ整ってもそうはなりませんし。ただ、トップの人がいつもそういうことを大声で言っていると何となく影響されるという側面もあると思います。

今、コヒーレンシーという話を初めて聞きました。工業技術院時代は、研究員がいて主任研究員がいて、室長がいて、部長がいて、所長がいるという構造でした。やはり中間管理職が2段階もありますと、トップでいろいろなことをやっているんですけども、途中のバッファーになっている部分で吸収されてしまうというのがかなりあったかもしれません。今、部門長か

らグループリーダーというフラット体制になって、おのおのの研究グループの自律性およびトップのイニシアチブが生きるシステムというのは、うちの部門で見える限りではうまく機能しているんじゃないかと思えます。

吉川理事長 ユニットとしては、どこかで産業とつながっている。連続的にずっと産業化があって第一種の基礎研究があって、ここは大学と同じようなことをやっているんだけど、このつながりはサイエンスというふうにしたいですよね。

深津 そのコヒーレンシーを実現するときに、大事なのが、基礎でも応用でもいいですが、アクティビティの高い人が近くにいると、そういう人たちはお互いに触角が出ているから、いろいろなインタラクションが生まれて、その結果がお互いにフィードバックされますよね。アクティビティの高い人をサポートするようなシステムというものがちゃんとできていれば、必然的にそういう形になっていくんじゃないかという気はしますけれども。

吉川理事長 そのとおりですね。だから、組織とかマネージメントは支援ですから、研究者がやりやすい環境を我々は提供しているんですね。それで、今のお話のアクティビティの高い人が仕事をしやすい環境、これは一体何なのかと。

深津 やはり能力評価でしょうけれども、あまりやり過ぎてはいけませんし。パラレル・キャリアパスを同時につくるとかいうことも大事だと思います。

秋永 例えば、産総研側から民間企業と共同研究を始めたいと思っても、企業側から共同研究の提案がされない限り、産学官連携部門が動けないという、そういうルールが以前ありました。これでは機動性のある共同研究や新規産業の創出なんてできません。

吉川理事長 規則じゃないんだよね。

秋永 連携部門長にお願いして、部門の方々に手順を見直して頂いてからは随分変わったように感じています。

—— 部門長は、最初からそういうお考えで運営されていると思いますよ。産総研になって非常に大きく変わった部分というのは産学官連携だと思いますが、難しいことをうまく解決する仕組みをいろいろ考えていただいていると思うんです。ただ、組織が縦割りになっていて、全体にトップの考えが浸透しにくいとい



「“パロ”をできるだけ早く実用化できればいいなと思います」

● 柴田 崇徳
知能システム研究部門
知的インタフェース研究グループ

う面もありますので、時々お互いに混乱が起きたりするというのかなと思います。それは、時間がたてばよくなっていくと思いますよ。

吉川理事長 そんなことでも困るんですよ。やはり壊さなきゃだめなものは壊した方がいい……。

—— いや、もう既にそのプリンシプルはあるんだけど、それが徹底していないということだろうと思いますよ。

秋永 研究者とそれぞれのスタッフの方がどんどん顔を突き合わせて、まず目的があってそれを達成するために規則を運用するんだという姿勢をとることが必要ではないでしょうか？ 私が融合研に所属していた時には、総務スタッフの方々と一緒になって、研究環境の効率化を議論できる機会が豊富にありました。産総研という大所帯になって、組織の意思決定が迅速に行えなくなってきているように思えますが、規則の運用をする意識さえあれば、逆に大きくなった利点を活かして、かなり大胆なこともできるようになると思います。

吉川理事長 本当に大賛成ですね。よく言うんですけども、日本の会議は、どうやって規則を逃れるかと議論するんですよ。外国の会議はどうやって規則を変えるかと議論するんですね。何かしようとするすると障害物が出てくるというのが現実にあるし、また、規則なんかもある意味ではやりにくくしているところがあるんですよ。

ですから、それを全部取り除くという方向で私は考えたいと思うんです。実際に何かちょっとでもぶつかったら、それは情報としてぜひ上げて欲しいわけです。今の組織原理というのは、人がいて組織をつくったわけですね。規則も一種のエボリューションで変わっていくという世界にしようと思っているんですよ。

秋永 事務スタッフの皆様とお話していると、しばしば一人の方にすごいタスクがかかっていると思うことがあります。研究者に産学官の融合という話があるのであれば、支援スタッフの皆さんのお仕事を、できることから民間業者にもっと委託してしまうということも考えられるのではないのでしょうか。

柴田 私は非常によく言ったと思っています。自分が何かをやりたい、とはっきり言えば、部門長や部門の皆さんに産総研のやり方に沿って、どう工夫したらいいかをいろいろ教えていただいています。

また、ほかのところからもサポートをいただいたりしています。例えば、今年のグッドデザイン賞の新領域部門で、ロボットのセラピーへの応用という新しいコンセプトを提案したということで賞をいただいたんですけども、審査を受けるためのポスターをたまたま出版室に持っていったら、もっとこうした方がいいということで、結局デザインはそのまま全部お任せになって、でも、そのおかげで賞をいただいたと……感謝しています。

吉川理事長 それはいい形ですね。そういうふうになってほしいね。

柴田 研究者ができることとできないことがあるわけですから、非常によかったなと思います。

—— 酒井さんは企画本部を一年経験しているから、産総研のことは大体わかっているんじゃないかと思うんですけども……。

酒井 去年一年間お仕事をさせていただきました。最初の年ということで、すべてが手探りでしたけれども、その中で、幅広い分野の方とおつき合いすることができました。研究者だけじゃなくて、本省からいらっしゃった方、事務の方にも本当に優秀な方がいらっしゃいます。企画本部にいたことで、そういう方々とネットワークができました。これは本当に自分にとって貴重な財産だと思っています。

確かに産総研の組織は大きくて、全部が全部アグレッシブに行動される方ではないけれども、そういう人たちを一人でも多く見つけ出して、お互いが伸びるといって、仕事がちゃんとできるような環境づくりがされないといけないなと思っています。

吉川理事長 企画本部というのは、ものすごく忙しかったですか。

酒井 そうですね。年初当時はわからないことだらけで。

吉川理事長 見ているで大変だなというのはわかったんですけども、実際に周りを見ると、みんなでルールをつくりあげているという感じですね。

深津 今、理事長が言われたような価値観を、事務の方々と研究者が共有していくというのが大事なんですよ。事務の方々にもっと理事長のメッセージを伝えるような場があると、きっと変わっていくんじゃないかと思うんです。

—— そうですね。今までは、どちらかという、いわゆるお役所みたいところがあり、いろいろなとこ



司会
● 丹羽 吉夫
理事

ろを経験したゼネラリストの方がいいという感じがありました。産総研ぐらいの大きな組織になり、外向きの仕事がどんどん増えてきますと、高いスペシャリティをもった人材が要求される。そういう意味でもやはり意識も変えていかなきゃいけない。

吉川理事長 深津さんをご指摘になったようなことは言っただけだけれども、やはりシステムティックに取り組んでいないんですよ。極論すれば一人の人が自分の責任で判断する。そうしていけば、非常に若い入ったばかりの人も、その人が判断したらもう上司は判断なくていいというような構造に、基本的にはするべきじゃないかと思っているんですね。ですから、すべての責任が理事長に集まってくるんだけれども、一つの判子だけで直接理事長に責任がくるぐらいの感じでやるべきだと思っています。それは現場の研究者とつき合いながら、こうしたらもっと研究のサポートになるなと思って、現場の人が判断するという仕組みをこれからつくるんですよ。今後の最大の課題にしているんです。

産総研は日本の宝と言ってしまう！

—— 皆さんからも十分にお話は伺ったのですが、新年を迎えて、あらためて、夢、抱負などをお聞かせ願えないでしょうか。

秋永 日本を元気にするというテーマで一言。ここにお集まりいただいた方を見てもわかりますが、これだけスペクトルが広い分野をカバーしている研究所は世界的にみても数少ないのではないのでしょうか。だったら、産総研は日本の宝であると、日本の誇るべき研究所であると、私たちが胸を張ってぼんと言ってしまうと、まず産総研のみんなが元気になるでしょう。これは研究開発にいろいろな形で携わる方々の真価が研究者以外の方々からも評価される文化を創りたいという私の夢とも関係するのですが、研究開発は日本が世界を先導することのできる数少ない拠り所の一つですから、産総研が元気になれば、日本全体が元気になっていくんじゃないかと思っています。

深津 志を同じくするホストクとか大学院生たちと、本当にお互いがおもしろいと思ひながら、エキサイティングだと思ひながら、高め合いながら進んでいく

ような、自分の理想となる研究グループをつくり上げて育てていくことに全力を注ぎたいと思っています。

酒井 高い理想とは、かけ離れたものですが、女性であることを周りが全然意識しないで仕事ができるような社会が早く来ることを願ってやまないです。

柴田 私は、今作っているロボットをできるだけ早く実用化できればいいなと思います。それから、人道的対地雷除去についても、産学官連携の形で進んでいますが、早く日本の技術で世界に貢献できるようにしたいなと思っています。

—— それでは、最後に理事長から、今日のテーマに関連して、産総研は何をしたいのか、何ができるのか、についてお話いただければと思います。

吉川理事長 私の周辺を見ても、国際的な状況を見ても、やはり地球全体が、人類がかなり難しい状況になっている、それは間違いないと思うんですよ。

私の確信は、産業活動を通じて人間が富をつくるという行為なしには何も解決しないんだと思う。研究の知恵を創り出しただけでは駄目で、その知恵を使って産業につながっていくということによって、人類の問題は確実に解決すると思う。そうしたときに、この産総研は、ほかの研究所に比べてやはり格段違う責任を持っていると思うんですね。それは、基礎研究の成果を使ってそれを産業化までもっていくという使命を持っているわけですから。産総研というのは宝だという話もあったんですけども、なぜ宝なのかというと、人類が抱えている大変大きな問題を解決できるポテンシャルを持っているからだと思うんですね。

社会的に非常に重要な重さを持った宝だと言ってもいいんだけど、本当の宝は、実は皆さんのような若手研究者だなということを実感しました。

—— ありがとうございます。今日は、新春にふさわしい力強いお話を聞かせていただきました。皆さんの益々の活躍を期待しています。

既知遺伝子との類似性、cDNA配列情報の統合

遺伝子予測システム GeneDecoder

ヒトゲノムの塩基配列もほぼ明らかになり、塩基配列そのものの情報解析よりも、生物種間の比較ゲノムや医学応用を目指すSNP解析など、配列の多様性と生命現象の関係を解明するための研究が注目されるようになってきた。しかし、様々な生物種で決定されるゲノム塩基配列は増え続けており、自動的な遺伝子発見の重要性はむしろ増大している。

通常のゲノムプロジェクトでは、既知遺伝子との類似性の検索、cDNAのゲノムへの貼り付け、統計情報に基づく予測(ab initio法)は自動的に行われるものの、それらを統合した遺伝子領域の決定は手作業で行われている。我々はその自動化を目指し、開発中の多重出力HMM(隠れマルコフモデル)によるab initio遺伝子領域予測システムGeneDecoderに改良を加え、類似性検索の結果・ESTの情報を統計情報と自動的に統合して遺伝子発見を行うシステムを開発した。

類似性検索結果の統合では、BLASTによる類似性検索の結果のスコアと、コード領域

の統計的スコアから、新たなスコアを算出している。cDNAは、エキソン・イントロンの境界(スプライス位置)で分断されて張り付く場合が多い。遺伝子のおおよその位置は判明するが、コード領域の正確な位置、タンパク質に翻訳される3文字単位の位置(読み枠)などは曖昧なままである。GeneDecoderでは、cDNA貼り付け結果を矛盾するスプライス位置の統計的スコアを低くし、cDNA情報と整合性のあるエキソン・イントロン構造の予測を自動的に行うことに成功した。

GeneDecoderは、ヒトGPCR遺伝子の網羅的発見と解析¹⁾で用いられた他、遺伝子情報表示システムGuppy²⁾、後藤修氏による遺伝子構造予測システム³⁾とともに麹菌ゲノムプロジェクトの遺伝子発見とアノテーションに用いられている。また、ウェブサービス⁴⁾も行っている。

本プロジェクトは産業科学技術研究開発制度「ゲノムインフォマティクス」の支援を受けている。

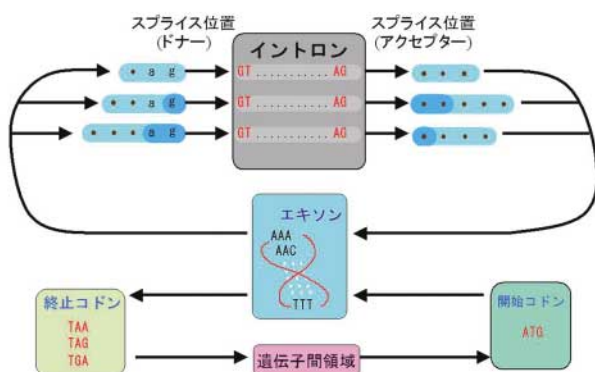


図1 真核生物遺伝子領域予測システム GeneDecoder

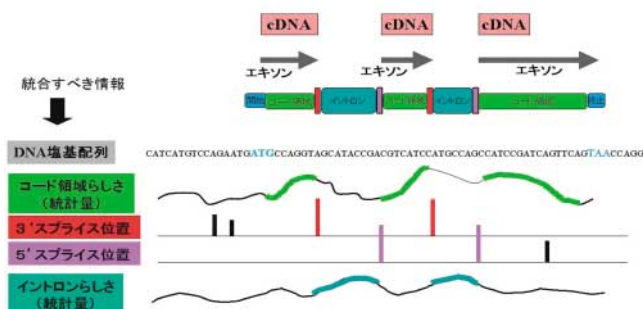


図2 多重出力HMMによるcDNA情報の遺伝子領域予測への統合



あさい きよし
浅井 潔
asai-cbrc@aist.go.jp
生命情報科学研究センター

関連情報

- 1) 諏訪牧子: AIST Today Vol.1, No.9, p.8 (2001).
- 2) 上野豊: AIST Today Vol.2, No.5, p.14 (2002).
- 3) 後藤修: AIST Today Vol.2, No.3, p.10 (2002).
- 4) <http://www.genedecoder.org>

タンパク質結晶化の理論的説明に適用

タンパク質の結晶化は、ポストゲノムの大きな課題であるタンパク質分子の立体構造決定に必要である。結晶は水に溶ける高分子(ポリエチレングリコール)の添加でできる場合が多い。しかし、その作用の理論的裏付けも、使うべき分子量のガイドラインもなく「タンパク質の結晶化は出たところ勝負で予測不能」を象徴する事例となっていた。

最近我々は、「空乏層モデル」を用いれば、タンパク質溶液におけるポリエチレングリコールの作用が説明できるばかりでなく、最も高い効果が期待できる分子量の予測も可能なことを示すことができた。さらに、これまでポリエチレングリコール添加で結晶化されたことのなかったタンパク質、アポフェリチンの結晶化にも成功した(写真)。

空乏層モデルというのは図に示すように、タンパク質(橙色の円で表す)溶液にポリエチレングリコールを添加したとき、ポリエチレングリコールの重心がタンパク質に近づけない空乏層ができることと、その意義を考えようというモデルである。「自然はできるだけランダムになろうとする」という基本法則の現れとして、空乏層を減らそうとする引力がタンパク質分子間に発生する。これが結晶化の駆動力となる。ポリエチレングリコールの分子量と濃度は空乏層の厚みと引力の大きさを

変え、タンパク質毎に最適の結晶化条件を与えることになる。

このモデルはコロイドで成功を取めたが、複雑な形状と相互作用をもつタンパク質の結晶化にも適用できるかどうかは自明でなく、また、卵白リゾチームの結晶化が説明できず、一度は有効性が疑問視された。我々はリゾチームに比べずっと大きなタンパク質であるアポフェリチンに対してモデルの有効性を示し、その結晶化を成功させた(写真)。

空乏層モデルは日本の物理学者(朝倉昌、大沢文夫両氏)が1953年に提唱した²⁾。2002年になってタンパク質溶液の理論を研究してきたフランスのグループ³⁾や、コロイドのシミュレーションを行ったオランダのグループ⁴⁾が空乏層モデルの有効性を発表している。我々を含め世界の3カ所で独立に、このモデルに脚光を当てたことになる。我々はアポフェリチンばかりでなく、膜タンパク質の結晶化の説明にも同じ考え方が適用できることも確かめている。

"タンパク 3000" (平成14~18年、文部科学省)という「all Japan」プロジェクト発足にも見られるように、タンパク質結晶を用いた構造決定は緊要の課題であり、我々は結晶化の理論的説明・予言と、それを元にした結晶化の実行を進めている。

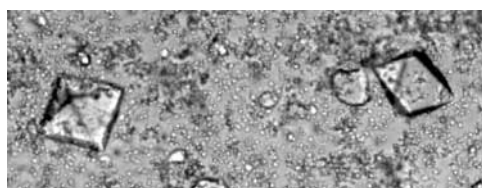


写真 結晶化に成功したアポフェリチン結晶
アポフェリチン溶液にポリエチレングリコールを添加すると、まず液液相分離が起きる。多数の小さい粒はこうしてできたタンパク質濃厚溶液相である。写真の結晶はそのような溶液中から出てきたもので、直線的な稜と尖った角を有したものが左と右に1個ずつ認められる。

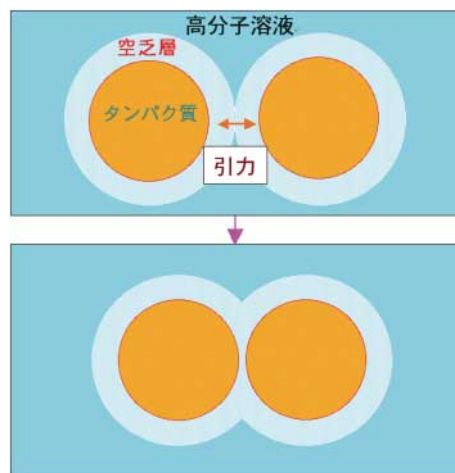


図 空乏層モデルの説明



あたかみつお
安宅光雄
m-ataka@aist.go.jp
人間系特別研究体

関連情報

- 共著者：田中晋平(前科学技術特別研究員, 現エジンバラ大学)
- 1) S. Tanaka and M. Ataka: *J. Chem. Phys.* Vol. 117, No. 7, 3504-3510 (2002).
- 2) S. Asakura and F. Oosawa: *J. Chem. Phys.* Vol. 22, No. 7, 1255-1256 (1953).
- 3) D. Vivarès and F. Bonneté : *Acta. Cryst. Section D*, Vol. 58, Part 3, 472-479 (2002).
- 4) V. J. Anderson and H. N. W. Lekkerkerker: *Nature* Vol. 416, Issue 6883, 811-815 (2002).

強誘電体ゲートメモリ 長期情報保持に成功

ゲート絶縁膜が強誘電体薄膜である強誘電体ゲートFET（電界効果トランジスタ）を研究している。強誘電体中の電気分極の状態に対応して、半導体表面の導電チャンネルが開いたり閉じたりする（図1）。一旦書き込んだ電気分極状態は記憶されるのでメモリとして働く。電気分極の状態は、導電チャンネルの両端のドレイン電極とソース電極間に電圧を加え、流れる電流の大きさにて判定する。構造が単純で必要とする面積が小さいので、情報不揮発で且つ大容量ランダムアクセスメモリ（1T1r FeRAMと呼ぶ）として期待されてきたが、半導体表面と強誘電体の高品質性を両立させることが技術上困難であり、特にデータ保持時間が短いというメモリとしては深刻な問題があった。

今回、レーザ蒸着法を用いて、高品質の強誘電体と緩衝層（強誘電体と半導体シリコンの間）の薄膜積層化技術を開発し、上記問題を解決した。これにより大容量メモリへの道が拓けた。具体的には、緩衝層として hafnium (Hf) の複合酸化物材料を新たに採用し、安定なアモルファス状態の緩衝層を形成した。これらにより緻密でリーク電流の小さい強誘電体 ($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$) と緩衝層の薄膜積層を実現できた。

シリコン基板上にFETを作製した（図2）。ゲート絶縁膜強誘電体は $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ である。ゲート電極に正負の電圧パルスを加えることによりデータが書き込まれる。正の6Vのパルスを加えた後、ドレイン電極に電圧 V_D を加えると導電チャンネルに十分な電流 I_D が流れる（情報“1”と定義）のに対し、負の6Vのパルスを加えた後は、 V_D を加えても電流 I_D は無視できる量である（情報“0”と定義）。次にデータ書き込み後、データ保持特性を測定した（図3）。横軸はデータ書き込み後の時間、縦軸はドレイン電極に電圧を加えたときの読み出し電流 I_D であり共に対数で表現している。情報“1”、“0”の読み出し電流の比が大きければ“1”、“0”の状態を識別できるのでこの電流の比がデータ保持性能の指標となる。データ書き込み直後（1秒後）、この比は7桁程度であり、 10^6 秒（約12日）後もこの比は極めて大きく6桁を維持している。この比が2桁あれば“1”、“0”の状態の識別は可能なので、この傾向を外挿すると年単位のデータ保持のレベルにあることが分かる。

本成果によってデータ保持特性というハードルを越えたので、メモリの動作電圧の低減等、さらなる性能向上を目指す。また、メモリとしてだけでなく書き換え可能な論理回路への展開を図っていく。

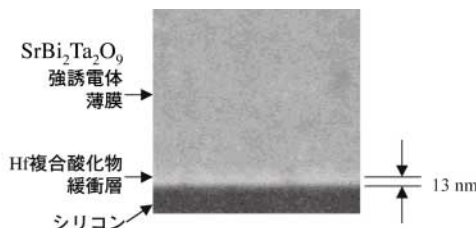
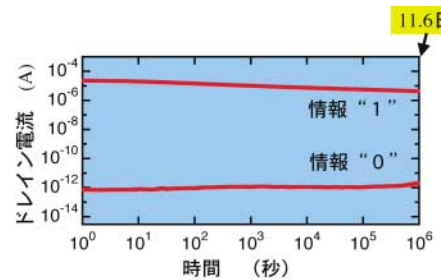
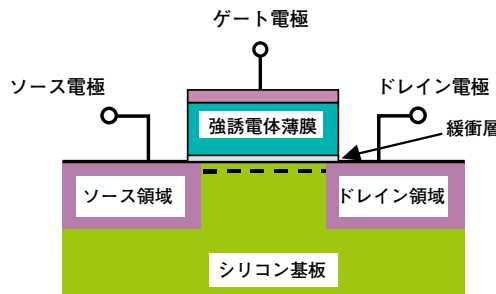


図1 (左上) 強誘電体ゲートメモリFETの構造
 図2 (左下) 走査型電子顕微鏡写真 (断面図)
 図3 (上) 強誘電体ゲートメモリFETの情報保持特性



さかいしげき
 酒井滋樹
 shigeki.sakai@aist.go.jp
 エレクトロニクス研究部門

関連情報

- 日刊工業新聞, 日経産業新聞, 日本工業新聞 平成 14 年 10 月 25 日, 毎日新聞 平成 14 年 10 月 28 日, 半導体産業新聞 平成 14 年 11 月 27 日.
- 日経エレクトロニクス 2002 年 11 月 18 日号.
- <http://unit.aist.go.jp/nano-ele/>

溶液中における一段階の反応で合成する

銅ナノ微粒子の一次元組織化

金属や半導体などのナノ微粒子はその量子効果によってバルク材料と異なる優れた性質が期待出来る。様々なナノ微粒子をより小さい大きさで、またより揃った大きさで簡便・大量に合成する手法がここ数十年の間研究されてきた。また近年ではデバイス化を目的としたナノ微粒子の組織化の研究が盛んである。特に一次元組織化は50nmのナノリソグラフィの限界を破る新しいナノワイヤリングあるいは単一電子トランジスタなどのナノ電子回路の構築単位として有望である。我々は銅イオンと脂質分子が層状に積み重なった繊維状の分子集合体を鋳型に用いて、水溶液中で銅イオンをヒドラジンにより還元することにより、一次元的に組織化された銅ナノ微粒子を一段階で簡便に合成する手法を開発した。

我々はこれまでに疎水部の両端にオリゴペプチドが結合した双頭型ペプチド脂質を水中で自己集積させることにより有機物からなる「ナノメートルサイズの幅をもった繊維状分子集合体(ナノ繊維)」を合成することに成功している。またこの脂質分子を金属イオンに配位させることにより、脂質と金属イオンをハイブリッド化したナノ繊維を形成することにも成功した。金属イオンは有機物のナノ繊維上に1原子層として並んでいると推測されることから、ハイブリッド型のナノ繊維を鋳型にして金属イオンだけを還元することにより金属ナノ微粒子を有機ナノ繊維上に一次元組織化することが可能であると考えた(図1)。比較的強い還元剤を用いた場合やハイブリッド型ナノ繊維の濃度が薄い場合には、銅イオンの還元が非常に早く進むために生成したナノ微粒子が凝集を起こしてしまい、 μm から mm の大きな沈殿物しか得られなかったが、比較的弱い還元剤としてヒドラジンを用い、濃い濃度で反応を行った場合には、微粒子が分散したコロイド状の溶液が得られた。このコロイドを透過型電子顕微鏡により観察することで、直径1~3nmの銅ナノ微粒子が2~5nm間隔で一次元的に組織化されていることがわかった(図2)。

銅ナノ微粒子の直径は鋳型として用いた有機ナノ繊維の幅に依存すること、また鋳型として用いた有機ナノ繊維は銅以外にも多くの金属イオンとハイブリッド化することができることから、様々な大きさをもつ金属ナノ微粒子の一次元組織化が本法により可能になると考えている。

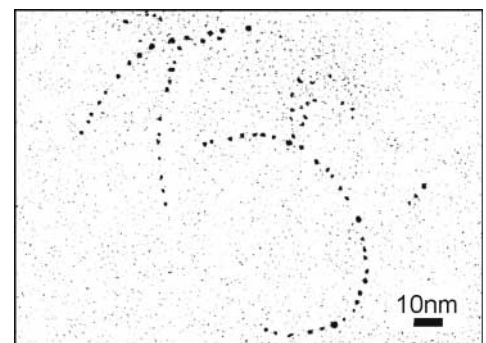
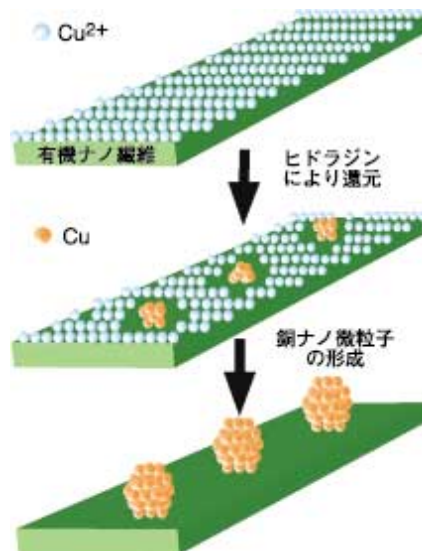


図1(左) 銅ナノ微粒子の一次元組織化の概念図
図2(上) 電子顕微鏡によるコロイドの観察結果



こぎそまさき
小木曾真樹
m-kogiso@aist.go.jp
筑波ナノアーキテクトニクス研究センター

関連情報

- M. Kogiso, Y. Okada, T. Hanada, K. Yase and T. Shimizu: Biochim. Biophys. Acta, 1475, 346-352 (2000).
- M. Kogiso, K. Yoshida, K. Yase and T. Shimizu: Chem. Commun., 2492-2493 (2002).
- <http://unit.aist.go.jp/narc/index.html>

デンドロン除去を利用した単一分子固定化法の開発

分子エレクトロニクスへの探求は単一分子物性測定の開発を促し、これまでに分子トランジスタ、分子スイッチ、分子ワイヤ等の電子回路の部品としての単分子挙動が明らかにされている。分子エレクトロニクス実現のための次ステップとして、それらの部品を単分子状態の性質を損なわずに、ある特定の位置に配置する技術が切望されている。その基盤技術のひとつとして、我々は、三次元樹状構造を有するデンドリマー分子を利用して、表面に固定化された単分子のまわりにナノスペースを構築する技術の開発を行っている。デンドリマーとは、ギリシャ語の“dendra”（樹木）を語源とする、中心コア部と規則正しく分岐した部分（デンドロン）からなる高分子で、有機合成的に分子レベルでサイズ制御が可能な分子である。

我々の開発した方法は、まず固定化する機能性分子素子をデンドロンの分岐始点に接続する。その際に、外部刺激により解離可能な結合を用いるのが大きな特徴である。それらを金、あるいはシリコン基板上に自己組織化単分子膜として固定化する（図1(1)）。次にデンドロン部分を外部刺激により除去し、固定化された分子素子のまわりにナノスペースを作

成して（図1(2)）、単一分子間の電氣的、磁氣的、機械的相互作用を抑制するものである。なおその際に、より安定に機能性分子素子を固定化するために、マトリックス分子が同時に導入される。

これまでに、リポ酸とベンジルエーテル型デンドロンをエステル結合により接続したデンドリマーを合成し、上記の方法によりリポ酸を金基板表面上に固定化した。非接触AFM観察により、デンドリマー単分子層（図2(A)、(C)）は、比較的径の大きな曲線を示していたが、アルカリ加水分解によるデンドロン部位除去後（図2(B)、(C)）は、部分的に約6-7nm間隔で配列したりポ酸のAFM像が得られた。この間隔は、ほぼデンドリマーの直径（約5nm）に近い。さらに、表面FTIRスペクトル上でカルボキシル基のC=O伸縮による吸収が1742cm⁻¹にのみ現われ、リポ酸は水素結合せず単一分子状態で存在することが分かった。

今後は、デンドリマー単分子膜をより規則正しく配列できる条件を探索するとともに、個々のナノスペースを有する機能性単一分子素子の集合状態を利用した分子回路あるいは分子センサーの構築へと展開していきたいと考えている。

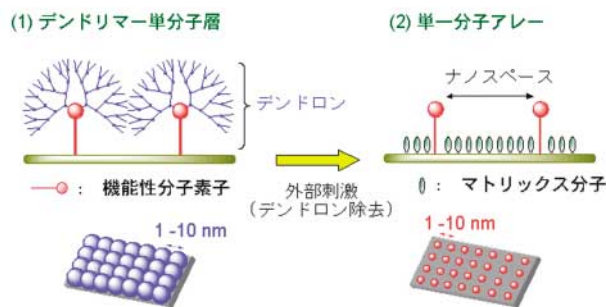


図1 デンドロン部位を利用した単一分子ナノアレーの構築

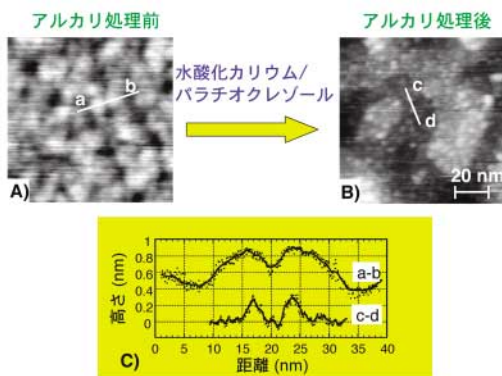


図2 デンドロン部位除去前後のリポ酸のAFM像 (A,B) と断面図 (C)



とくひさ ひでお
徳久英雄
h-tokuhisa@aist.go.jp
筑波ナノアーキテクニクス研センター

関連情報

- <http://unit.aist.go.jp/narc/>
- 特願 2002-044047 「自己組織化膜及びその製造方法」

高制御多孔質セラミックスの開発

多孔質セラミックスは、一般的に可燃性物質を原料粉体に添加後、成形・焼結し可燃性物質である気孔形成材を燃焼・除去することで製造する。この方法では気孔形成材の添加量で気孔率を調節できるが、気孔の大きさ・形状を制御することは難しい。また、高気孔体では孔の形状・配列が一定しておらず機械的・機能的信頼性の低下という問題があるほか、高気孔体を作製するには大量の気孔形成材を添加するため、成形体中の粒子同士の接触割合が低くなり高温での焼結が必要となるという欠点もある。

当研究部門低環境負荷型焼結技術研究グループでは、①超微粒子は低温焼結反応がおこりやすいこと、②セラミックス前駆体は加水分解によって超微粒子を形成すること、③液中で反対の表面電荷を持つ粒子同士は吸着反応を行い被覆粒子が合成可能であること、④サブミクロン(=10⁻⁷m)以上の大きさの粒子は成形可能であること、⑤被覆粒子からコロイド粒子を除去することによりコロイド粒子を鋳型とした多孔質セラミックスの作製が可能であることなどに着目し、コロイド界面技術を利用した高制御多孔質セラミックスの研究開発をスウェーデン表面化学研究所(YKI)と共同で行った。

この方法を利用した適用例として、シリカ

被覆粒子による高制御気孔を有する多孔質体作製の研究結果を示す。均一径のコロイド球状粒子表面に、テトラエトキシシランから作製したシリカナノ粒子を吸着させ、シリカ被覆粒子を合成した。その被覆粒子を遠心成形し、粒子が充填した成形体を作製した(写真(a))。成形体から、コロイド粒子を除去し、その焼結体の組織構造を観察した。その組織の様子を写真(b)(c)に示す。コロイド粒子を除去することにより、焼結体の孔の形状は六角形で、均一径の高制御された気孔を有した高配列の組織構造が観察された。

このように、孔の形状、大きさ、配列の制御可能な多孔質体を開発できることから、信頼性の有する超軽量セラミックス、セラミックスフィルター、触媒基質、光デバイス、分子認識材料などへの応用が期待できる。

現段階では、シリカを対象に反応条件の最適化・メカニズムの解明などの研究開発を進めているが、今後は構造・機能性セラミックスを対象を拡げて多機能型の高制御多孔質セラミックスの研究開発を進める予定である。

本研究はWenner-Gren財団の助成により、スウェーデン表面化学研究所のLennart Bergström博士、Peter Alberius博士と共同研究した結果である。

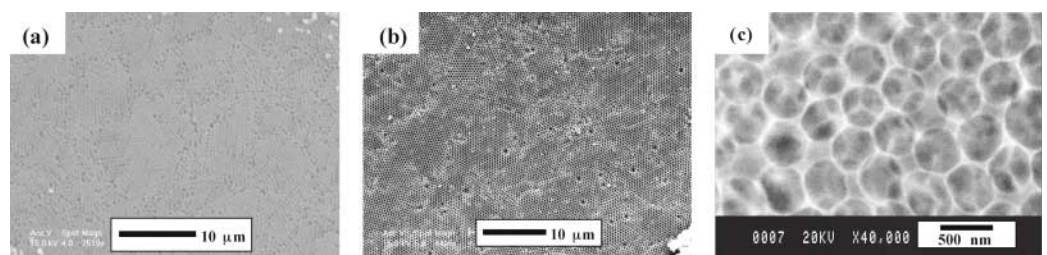


写真 シリカを被覆した粒子の遠心成形及び焼結後の構造
(a)焼結前、(b)焼結後、(c)(b)像の拡大写真



ほったゆうじ
堀田裕司
y-hotta@aist.go.jp
セラミックス研究部門

関連情報

● スウェーデン表面化学研究所 <http://www.surfchem.kth.se/yki/web/index.html>

居住空間を快適省エネルギーに

建築物や移動体（列車や船など）の窓は光熱の出入りに大変重要な部分であり、居住者または乗客の要求や季節に応じた光熱流量の制御は快適な住居環境作りと冷暖房エネルギーの節約に大きな役割を果たす。このように光熱を制御するためには幾つかの調光窓が提案されていて、物質の相転移を利用して自動的に調光するサーモクロミック（熱色）と呼ばれる窓材料はその一つである。しかし、従来の熱色調光窓は、可視光近傍の大きな吸収によって可視光透過率を低下させてしまうという欠点があった。我々は、反射防止設計により可視光透過率を向上させると同時に、反射防止物質の選択によって調光以外の窓の多機能化を目指す研究を実施している。多機能窓の働きの概念を図1に示す。

調光物質に酸化バナジウムを用い、微量の元素添加により、調光温度を室温付近に正確に設定できた。反射防止層として最適な光学定数と優れた光触媒特性を持つ酸化チタンを選び、各薄膜の光学定数を楕円偏光解析装置により決定した。反射防止理論に基づく光学

計算により、可視光透過率を最大にするように構造の最適化を行った。これらの結果に基づき、スパッタ法により試料を作成し、分光光度計により光学特性を評価した。

光学計算による可視光透過率の反射防止層（2層）の膜厚依存性を図2に示す。光の干渉により幾つかのピーク値が得られ、可視光透過率を最大でほぼ倍増できることが分かる。試料の分光透過特性（実測値）を図3に示す。反射防止により可視光（380～760nm）の透過率が大きく向上され、実用化できる程度に達していることが分かる。また、反射防止膜として使用されている最外層の酸化チタンを所定の結晶相や構造に制御すれば、環境浄化光触媒としての働きが期待できる。

以上のように、物質の相転移と光触媒現象をうまく利用することにより、可視光透過機能、自動調光・断熱機能、紫外線カット機能、更に光触媒による環境浄化機能などを兼ね備えた新規窓材料の開発に指針を得ることができ、建築物や移動体などへの多彩な利用が見込まれる。

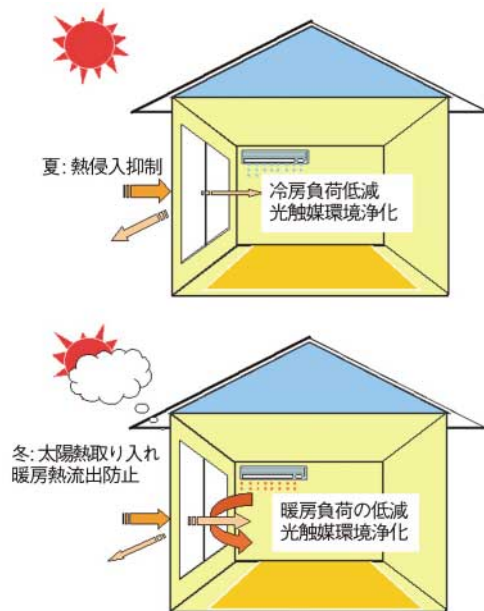
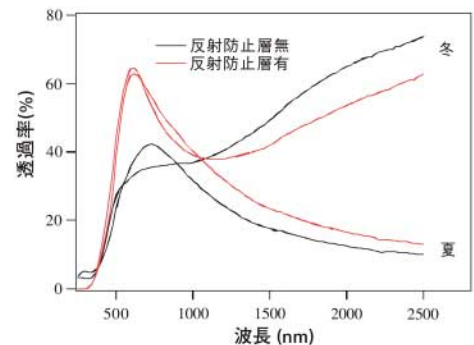
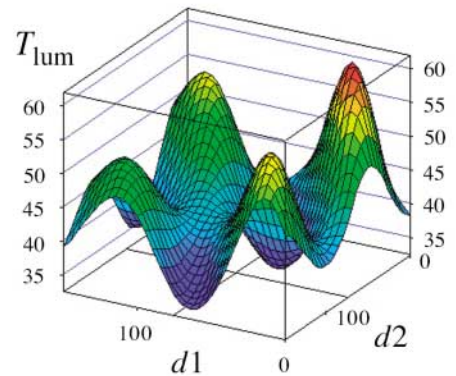


図1 (上) 多機能調光窓の概略
環境温度によって自動的に調光する。
図2 (右上) 光学計算による可視光透過率 (T_{lum})
の2層反射防止膜厚さ ($d1$, $d2$) 依存性
図3 (右下) 試料の分光透過スペクトル (実測値)



きん へい
金 平
p-jin@aist.go.jp
基礎素材研究部門

関連情報

● P. Jin, G. Xu, M. Tazawa, K. Yoshimura: Jpn. J. Appl. Phys. Vol.41, L278-280 (2002).

空気浮上のような軽い滑りを実現

鏡面ダイヤモンド摺動面を開発

摺動面の多くは潤滑油と軟質の軸受け合金との組み合わせ、含油軸受け、あるいは、ベアリングなどの回転軸受け機構を利用している。これに対して、油やベアリングを使用しない固体潤滑は騒音を発せず、真空、高温、極低温の状況下でも使用できる利点があるので、21世紀の摺動面と期待されており、現在はテフロン、黒鉛、セラミックス、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）などが用いられている。一方、ダイヤモンドの摩擦係数が0.05程度と非常に小さいことは、単結晶ダイヤモンドによって古くから知られている。しかし、大面積の気相合成ダイヤモンドを鏡面に研磨するには手数がかかることと、鏡面どうしを密着させると大気の圧力や原子間力のために、あまり良くは滑らない。このために気相ダイヤモンドの摺動面への応用はなされていない。

今回開発した新しい摺動面は、気相合成ダイヤモンドの成膜条件と研磨条件を制御すると同時に、部分的な研磨を行い鏡面部分と微細な凹凸を摺動表面に混在させたもので、テフロンより低い摩擦係数を発現させることに成功した。これはダイヤモンドの固体潤滑と、介在する空気による流体潤滑が組み合わせられた混合潤滑の状態になっているためと考えら

れる。つまり、気相合成ダイヤモンド膜を部分的に鏡面研磨することで、きわめて滑らかな滑りが実現できたのである。なお、本技術は以下のような特徴、すなわち、切削できるセラミックスにも気相ダイヤモンドを成膜できること、平面にも曲面にもダイヤモンドコーティングと研磨が可能であること、を併せ持っている。

写真1はステンスレール上の鏡面ダイヤモンド摺動面を示す。軽く滑らせると両端で跳ね返ってゆっくり1~2往復する。また、今回の研究の結果、切削可能なチタンシリコン炭化物をダイヤモンドコーティングの基板として利用することが可能になった。写真2にパルス通電焼結した直径5cmの基板と、旋盤で切削したネジを示す。これらの表面に、熱フィラメント法やマイクロ波CVD法によって気相ダイヤモンドを成膜することができる。

従来は気相ダイヤモンド基板として利用できる材料は脆いシリコンか、難加工性の炭化ケイ素、チタ化ケイ素、あるいは重く難加工性の超硬合金に限定されており、気相合成ダイヤモンドの利用は平面の基板か工具コーティングに限定されていたが、今後は任意形状の摺動面を作ることが可能である。



写真1 ステンスレール上の鏡面ダイヤモンド摺動面
滑らせると両端で反射してゆっくりと1~2往復する。



写真2 チタンシリコン炭化物のダイヤモンド成膜用基板
ネジは旋盤で加工したもの。



あべとしひこ
阿部利彦
toshihiko-abe@aist.go.jp
基礎素材研究部門

関連情報

- 特願 2002-315075, 特願 2002-323285 「ダイヤモンド摺動面」
- 特願 2002-273076, 特願 2001-177986, 特願 2001-207527 「金属性セラミックス」

超高濃度オゾン発生装置開発と製品化

現在、新たなオゾンブームが到来している。オゾンホールの発見以来、オゾンというキーワードが世間に定着したことに加えて、オゾンの優れた特性（強い酸化力、分解すると酸素になる環境適合性など）が、水処理や半導体プロセスなど幅広い産業分野で利用され始めたことがその契機となっている。

オゾン (O₃) の特性を最大限に引き出す上では、供給ガス濃度が高いことが望ましい。オゾンは酸素ガスを含む気体を放電させて作るのが主流であり、高濃度化に向けて現在も各社がしのぎを削っている。現在の開発目標値は、大気圧で200g/m³程度のオゾン発生（体積オゾン濃度にして約9%程度）である。

我々は、上記の動きと異なり、「100%のオゾン濃度発生」を目標とした。但し、大気圧の高濃度オゾンは爆発の危険性を伴うため、減圧環境での目標実現からスタートした。真空装置を扱っていた経験から、減圧でも純度・濃度が高ければ利用価値が高いとの判断からである。このため、オゾン・酸素混合ガスから純液体オゾンを分溜し、純液体オゾンの気化により100%オゾンを発生する方式¹⁾を採用した。

図は、これまでの開発の歴史を簡単にまとめたものである。1号機でオゾン濃度は80%

を超えたが、供給ガス圧力は10⁻⁴Pa程度（蓄積液体オゾン量は0.5ml以下）に制限した。装置の安全設計値から、万が一の場合のオゾン爆発に対しても危険を回避することを最優先したためである。

1号機は特に真空環境下での酸化剤供給装置として技術指導により商品化され、一定の役割を果たした。その後、小型オゾン装置を作製・製品化するなど、超高濃度オゾンハンドリングの経験を積み重ねた。その過程で供給圧力と液体オゾンの蓄積量を徐々に高め、供給オゾン濃度ほぼ100%（供給ラインで分解した酸素が若干含まれる）、供給圧力2000Pa、液体オゾン蓄積量5mlを実現した。この開発には、当研究ラボメンバーの尽力と共に、共同研究契約を結んで産総研側に常駐研究者を派遣して頂いた、株式会社明電舎の貢献が大きい。写真は、同社より商品として発売された装置の概観である。商品として洗練された外観を見て、真空部品を買って組み立てた1号機を思い出すと、隔世の感がある。

シリコン酸化膜の作製におけるオゾン酸化の優れた特性は、既に本誌でも紹介した²⁾。今後も、あらゆる酸化プロセスをオゾン酸化で置き換える意気込みで、研究開発・装置開発を進めたい。

高濃度オゾン発生・応用技術の研究開発の経緯

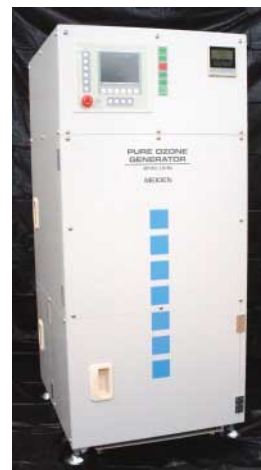
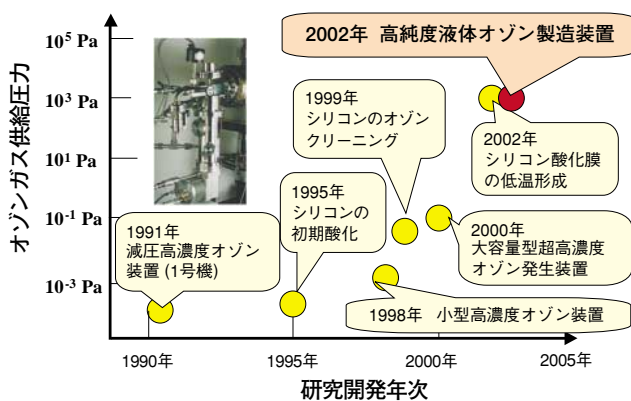


図 超高濃度オゾン発生・応用技術の研究開発の経緯

写真 (株)明電舎から2002年10月に発売された「高純度液体オゾン発生装置」



いちむらしんご
一村信吾
s.ichimura@aist.go.jp
極微プロファイル計測研究ラボ

関連情報

- 1)日特許第1791685号, 米特許第5332555号
- 2)AIST Today Vol.2, No.11, p11 (2002).
- 日刊工業新聞, 日経産業新聞, 日本工業新聞他 (2002年10月22日 - 25日)
- <http://unit.aist.go.jp/upstech/>

インピーダンス計測の高度化に向けて

溶融石英型標準キャパシタの周波数特性の測定

キャパシタンス標準（静電容量標準）は、電圧標準・抵抗標準と並び、数ある電気量標準の中でも最も重要な標準のひとつである。産業界においては、電気インピーダンスの基準を与えるものとしてキャパシタンス標準が重要視されており、標準キャパシタ（標準コンデンサ）の静電容量を精度良く管理することで、計測機器の製造・販売における高品質化・信頼性の維持が行われている。

キャパシタンス標準は現在、角周波数 10^4 rad/s（約1592Hz）の単一周波数において、標準キャパシタに校正値を与えることで標準供給が行われているが、昨今の計測機器の高精度化に伴い、標準キャパシタの校正を多周波数で望む声が大きくなってきている。一方、高精度・高安定度の標準キャパシタとして最近、溶融石英型標準キャパシタが産業界に普及しつつある。このタイプのキャパシタは、一般に周波数依存が小さいと考えられているが、それを実証したデータは見当たらない。そこで、溶融石英型標準キャパシタの周波数特性を高精度に測定することを試みた。

標準キャパシタの校正法には、クロスキャパシタと呼ばれる特殊形状を有するキャパシタを用いる方法と、抵抗標準（量子ホール効

果抵抗標準）を基準としてキャパシタンスを導く方法がある。両者とも単一周波数に限っては、 10^{-8} 台の不確かさで精度良く校正可能であるが、多周波数における校正、すなわち周波数特性の測定ということになると両者に共通してかなり困難となる。これに対し我々のグループでは、後者の方法にある種の改良を加えることで新たな測定法を見出し、多周波数においても標準キャパシタの校正が容易に行える測定装置を開発した。

写真は我々が開発した一連の測定装置の外観である。抵抗標準を基準とし種々の測定装置を介して標準キャパシタの校正が行われるが、この中で抵抗からキャパシタンスに変換する直角相ブリッジに改良を加えた。従来型の回路に新規の回路を導入することにより、抵抗-キャパシタンス変換を多周波数で行うことを可能にした。この新たな測定法によって、溶融石英型標準キャパシタの周波数特性が世界ではじめて測定できた（図）。測定結果が示すように、このタイプの標準キャパシタは、 10^{-7} 台の精度で殆ど周波数依存を示さないことがわかる。この成果は、産業界における今後のインピーダンス計測技術の高度化に大きく貢献できるものと思われる。



写真 キャパシタンス測定装置の外観

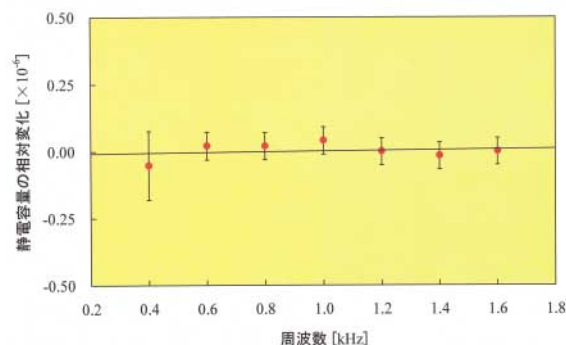


図 溶融石英型標準キャパシタの周波数特性



なかむらやすひろ
中村安宏
y.nakamura@aist.go.jp
計測標準研究部門

関連情報

- Y. Nakamura, M. Nakanishi, and T. Endo: IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 50, No. 2, 290-293 (2001).

2003年「計量標準 100周年」を迎えて

計量標準 100年の歩みと記念事業の紹介

1903年(明治36年)に中央度量衡器検定所が設立され、我が国で近代的な計量標準の組織的普及が始まってから、2003年(平成15年)が100周年にあたる。計量標準技術を担う中核機関の設立を契機として、産業や科学における計量計測の基盤が整備され、それは我が国の産業活動、科学の発展に大いに貢献してきた。このような節目の時に産総研が設立され、計量標準総合センター(National Metrology Institute of Japan : NMIJ)を中核として物理、電気、化学の計量標準業務を一体的・総合的に実施する体制が整った。ここでは、計量標準の1世紀の歩みや、昨今急速に広がる計量標準の役割を概観し、当センターが中心となり企画する「計量標準100周年」記念事業を紹介する。



●中央度量衡器検定所

計量標準 100年の歩み

計量標準制度の統一と普及は、昔から貨幣制度と並んで統治者の重要な施策であり、現代においても重要な社会インフラとして位置付けられている。しかし、各々の標準技術は言うまでもなく、計量標準に求められる役割も時代の要請により変化してきた。はじめに、これまでの歴史を振り返り、計量標準を形作ってきたトピックスを紹介する。

メートル条約(1875年)

18世紀後半になると、西ヨーロッパに産業革命が起り、諸工業や国際貿易が急速に発展した。これにより、地域や職業ごとに異なっていた単位が不都合となり、単位を国際的に統一する重要性が認識されはじめた。この問題に真剣に取り組んだのが、革命のさなかにあるフランスである。フランス国民議会では地球子午線の4千万分の1を1メートルと定め、18世紀末までには、ダンケルクからバルセロナまでの子午線測量を終了した。また、蒸留水1立方デシメートルの質量から、1キログラムを決めた。このような努力と結果から、簡単で統一性のあるメートル法単位系が提案された。ここでメートル法は metric system であり、“法”は制度の意味で当てられた文字である。

19世紀になると、メートル法は諸外国の注目を引き始め1875年5月20日に、それまでの努力がメートル条

約の成立として結実した。これにより、メートル原器やキログラム原器、さらには国際的標準機関である国際度量衡局(BIPM)の設立が決まった。

我が国は1885年にメートル条約への加盟を決定し、1886年に条約加盟の勅令を公布した。この加盟により、第一回目の原器配分に間に合い1890年にパリから東京にメートル原器(No.22)とキログラム原器(No.6)が到着した。

中央度量衡器検定所の設置(1903年)

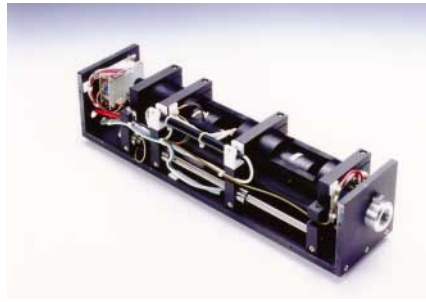
19世紀の後半は科学と工業の一大転換期にあり、科学研究が国家の目的として推進されるようになった。このような背景から、ドイツは1887年に国立物理工学研究所(PTR、現PTB)、イギリスは1900年に国立物理工学研究所(NPL)、アメリカは1901年に国立標準局(NBS、現国立標準研究所NIST)を設立し、計量標準の設定と供給を主要な業務とする機関を相次いで開設した。我が国も先進国の情勢に遅れることなく、1903年には中央度量衡器検定所(現産総研)を設立し、組織的な計量標準の普及と整備を開始した。中央度量衡器検定所の主な業務は、標準の原器を維持し必要な標準を設定すること、さらに高度な検定業務を実施することであり、必然的に多くの研究活動を必要とするものであった。

物による標準から普遍的な標準へ

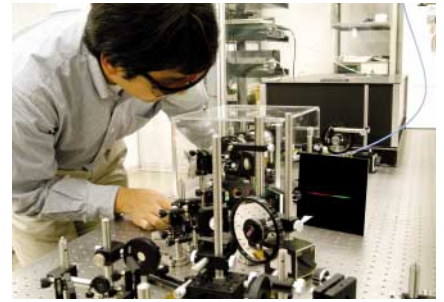
メートル法は、その標準を不滅の自然物に依ること



●メートル原器



●ヨウ素安定化レーザー



●フェムトモード同期レーザーとフォトニックファイバー

を理念としたが、当初はメートル原器やキログラム原器などの「もの」に依存した標準が採用された。しかし、より普遍的な標準を探求する必要があることは、原器の完成当時から意識されていた。早くも1892年には、原子放射スペクトルの研究をしていたマイケルソン(1907年ノーベル物理学賞受賞)が国際度量衡局に招聘され、メートル原器を基にして光の波長が絶対測定されている。この結果、光の波長が長さの標準となり得ることが証明され、長年の研究を経て1960年にクリプトンの波長から1mが再定義された。メートル原器の不確かさは100nm程度であったが、クリプトンにより1nm程度まで2桁改善された。

ところが、定義の改正と同じ1960年に発明されたレーザーは、クリプトン光源よりも干渉性が高く、波長の正確さも高いものであった。レーザーの研究が進むにつれて、クリプトン光源では測定精度が不足し、ついにメートルは1983年に再度定義された。この再定義では、光の真空中の速度を不変の定数として、光が一定の時間に進む距離を1メートルとして定義している。ここで登場するのが周波数安定化レーザーと、標準の中でも最も不確かさの小さい時間標準である。この時間標準を用いて、安定化レーザーの光周波数(1/s)を決めると、光速(m/s)は定数として与えられているので、波長(m)が高精度で決まる。今では、1mに対して真空中で0.01nm程度の不確かさまで実現できている。

以上のように、原器による標準から普遍的な標準に移行する過程は、皆が国際度量衡局から与えられた標準を使うという、平和だが競争のない時代から、自らの研究・開発能力が問われる大競争の時代への幕開けを象徴する出来事であった。

度量衡から計量標準へ

1903年に開設された中央度量衡器検定所の「度量衡」は、それぞれ“長さ”と“面積”、“体積”、“質量”を意味した。初期のメートル法もこの範囲を扱うものであった。しかし、近代社会にとって電気やエネルギーが不可欠となるにつれ、計量の標準は時間、電気、光、熱へと範囲を広げてきた。また社会の安全・安心の要求に

応えるため、放射線、化学(標準物質)、騒音・振動等の標準も必要となった。このように、計測の信頼性確保が不可欠となる新たな分野が生まれれば、標準の範囲も広がっていく。

我が国の計量制度の流れを振り返ると、原器が到着した翌年の1891年(明治24年)に「度量衡法」が制定され、近代的な計量制度が確立された。その後、1951年(昭和26年)に度量衡以外の多くの単位を取り入れたことを契機に「計量法」へと全面改正した。さらに、1992年(平成4年)にも、1951年に匹敵する内容の改正が行われた。ここでは、国際化と技術革新への対応を主眼とし、先端技術分野を中心とした高精度の計量ニーズに対応するため、「計量標準供給制度」を創設した。これにより、国家標準機関は、多岐に渡る高精度の標準を、円滑かつ的確に社会へ供給する責務を持つことが、より明確になった。このような流れは、世界的に共通のものであった。

「計量標準100周年」記念事業

計量標準の組織的な普及活動が開始されてから1世紀の節目を迎えるに当たり、2003年を「計量標準100周年」と位置付けて、1年を通して数回のシンポジウムを企画し、また中心的行事として5月20日(火)に記念シンポジウム・記念式典・祝賀会を開催する予定である。さらに、これまでの計量標準の歩みや重要な事柄、大きな変革期を迎えている計量標準の現状、さらに若手研究者による研究の将来展望をとりまとめた記念誌を編纂する予定である。

- 「計量標準100周年」第1回記念シンポジウム
- 国際相互承認と計量標準の広がり -
開催日：平成15年3月5日(水)
会場：産総研つくばセンター共用講堂
参加費：無料

- 「計量標準100周年」記念シンポジウム・記念式典・祝賀会
開催日：平成15年5月20日(火)
会場：経団連会館
参加費：無料(祝賀会は有料)

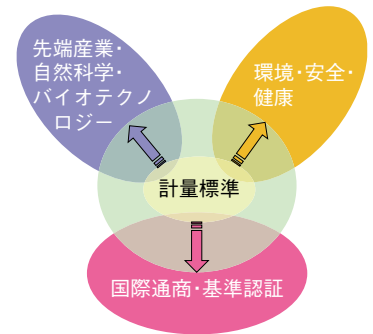
広がる計量標準

標準分野のこれからの取り組み

科学技術の急速な進歩、産業界・社会のニーズの多様化と高度化により、計量標準の更なる進化・高精度化が求められている。最先端の計量標準研究は、最先端の科学と表裏一体を成し、計量標準は最新の科学的知見や技術から育まれ、計測・分析の信頼性を通して先端科学の発展に寄与する。

一方、国際通商では経済のグローバル化が進み、大量の原料・部品・製品・サービスが国境を越えて流通するようになった。国ごとの技術基準の違いは、スムーズな通商を阻害し、新たな貿易の障壁として懸念されている。このような背景の下、計量標準は技術基準の同等性を確保する共通基盤として、新たな役割が期待されている。また、環境汚染物質の精密分析、振動・騒音の基準、体温計・血圧計・血液分析等の環境や社会の安心・安全に応える技術課題に対して計量標準は重要な役割を担っている。

現在の計量標準は図1に示すように、産業・科学、国際通商、環境・安全等に深くかかわり、この100年を通して最も大きな飛躍、転換期を迎えている。



● 図1 広がる計量標準

産総研の役割

産総研では様々な要請に応えるべく、産総研内に計量標準総合センターを設置している。当センターは、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に大きな貢献をしている。また、当センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、海外からはメートル条約などにおいて日本を代表する組織として位置付けられている。主に以下の活動を推進している。

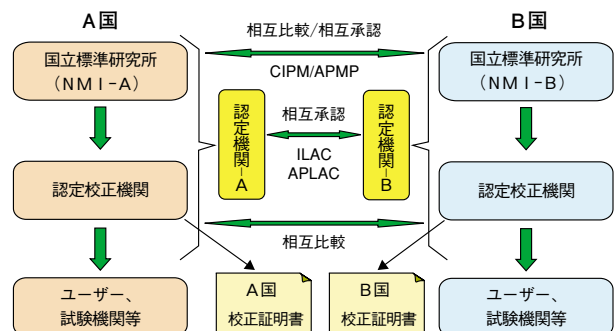
- 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報活動等による成果の普及
- 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等
- 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- メートル条約、国際法定計量条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の標準研究機関との研究協力・技術協力など）
- 計量や計測に関する人材の育成

新しいグローバル化への対応

国境を越えて物が流れてくると、例えば内容量は本当に正しいか、食品に含まれる有害物は本当に基準値以下か、などという懸念が生じうる。そのような懸念を解消

するためには、計測と試験を行ってデータを示す必要があるが、生産国と消費国でのデータが異なっていたら懸念を助長しかねない。そこで、国内における「トレーサビリティ制度」と「国際相互承認」という二つの制度を近年導入した(図2)。国内における「トレーサビリティ制度」とは、計測器は校正の元をたどればすべて国家標準につながっていることをいう。「国際相互承認」とは、国立標準研究所間または認定校正機関間において相手の標準が自己の標準と同等であることを承認し、それぞれの機関が発行した校正証明書を相互に承認することである。この二つの制度によってお互いの国の計量に関するデータを信頼しうることになる。

このような新しいグローバル化に対応するため、当センターでは国家標準の国際比較と国際基準に基づいた品質システムの整備を推し進めている。これにより、国際通商が円滑に行われるとともに、消費者も表示されたものの品質を信頼することができる。



● 図2 国際相互承認とトレーサビリティ

次世代型計量標準の開発

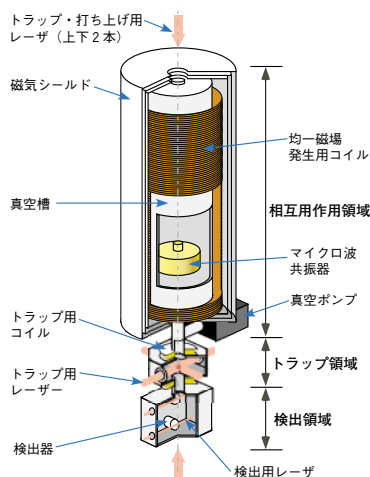
計量標準は現在ある標準を維持するだけでは社会のニーズを満たし続けることはできない。科学技術の急速な進歩や最先端自然科学の発展のために、現在よりも新概念・高精度・高安定性の標準が必要となってくる。当センターは、従来からの標準を維持管理するとともに、次世代型計量標準の開発研究を推し進め、自然科学・科学技術の発展に寄与するのも重要な役割と考えている。

時間標準を例にとると、当センターの光ポンピング方式セシウム周波数標準器は 2.9×10^{13} の不確かさを有し、一次周波数標準器の一つとして協定世界時の生成に寄与している。周波数標準器の精度をさらに向上させるため、「原子泉方式セシウム周波数標準器」の開発を進めている（図3）。これは、セシウム原子をレーザー光の放射圧で捕捉し、これを噴水のように上方に打ち上げて自由落下させるもので、現在のものよりも1桁以上の不確かさの低減が期待される。

次世代ハイテク産業と計量標準

半導体微細加工技術は急速に進歩し、素子構造はますます高集積化するとともに、マイクロマシンの実用化も急がれている。このような技術の進歩に伴い、ナノメートルオーダーの高精度なスケール（ナノメトロロジー）の必要性が指摘されている。当センターでは、表面微小寸法・微細形状を精密に測定する技術の開発を行うとともに深さ方向のナノスケールを開発する準備を進めている。

微小寸法・形状の校正を行うため、ホモダインレーザー干渉計を搭載した原子間力顕微鏡（AFM）装置の開発を行った。この装置を用いて一次元回折格子の格子間隔を校正し、ナノスケールのものさしを供給している（写真1）。このように先端ハイテク産業に結びつく標準の開発を今後も進めて、産業界に貢献していく。



● 図3 原子泉方式セシウム周波数標準器

バイオテクノロジーと計量標準

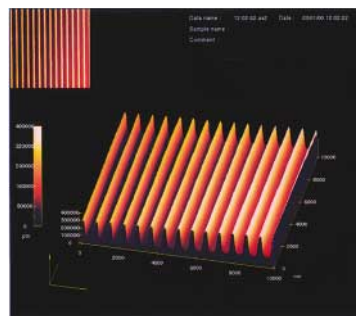
バイオテクノロジー分野の技術的な進歩は著しいが、分析方法や分析機器の信頼性について議論されるようになったのはごく最近である。国際度量衡局の物質質量諮問委員会は、バイオ分野における分析値のSI単位へのトレーサビリティや国際的整合性などの検討を行ってきている。また、医薬品分野におけるトレーサビリティの確立を図るべくJCTLM (Joint Committee on Traceability in Laboratory Medicine) が設立された。このようにバイオ・臨床分析などの分野において、不確かさの評価を含めた計量学的な考え方を取り入れる動きが急速に広がっている。当センターでは、バイオ標準関連の急速な進展に対応すべく、関連研究ユニットと密接に連携してバイオ標準分野を積極的に推進している。

環境・安全・健康と計量標準

近年、環境・安全・健康への関心が非常に高くなってきている。シックハウスガス、PCBや環境ホルモン等環境汚染物質は、極微量でも生態系・人体に重大な悪影響を及ぼしかねない。極微量のため、同じサンプルなのに検査方法・検査機関により異なった数値が検査結果として出される危険性が指摘されてきた。そこで当センターでは、標準物質を供給し、検査機器の高精度校正に役立っている。例えば、海底の泥に含まれる極微量有害物質分析の標準として、プチルスズ分析用と有害金属分析用の2種類の海底質標準物質を開発した（写真2）。その他、環境ホルモン作用物質の標準物質の供給も開始している。今後も環境問題に対応すべく、標準物質の開発を行っていく。

広がる役割

計量標準は社会を支える基盤として、度量衡から出発し、次第に活動範囲を広げてきた。次の1世紀の始まりにあって、その役割は急速に広がり、次世代型標準の開発、ハイテク産業・バイオテクノロジーの育成、環境・健康・安全に深くかかわっている。



● 写真1 一次元回折格子のAFM像



● 写真2 プチルスズ分析用と有害金属分析用の海底質標準物質

地質分野の重点課題と今後の取り組み

持続的かつ安全な社会の構築に向けて

今、我が国は1990年代の「バブルの崩壊」から引き続く「景気低迷の時代」に入っている。物を造れば売れた右肩上がりの高度成長社会から、安定した持続的かつ安全な社会への指向の転換は、国民の中に意識され始めている。地質の分野においても、かつての資源開発を中心とした生産拡大を指向する研究の方向から、国土保全・管理および資源の安定供給を中心課題とした、継続的かつ安全な社会の構築を目指す研究へのシフトが進行しつつある。特に、世界にもまれな地質変動帯に位置する我が国の立地条件を反映した、地震・火山噴火等の地質関連災害は、1990年代以降でも、阪神淡路大震災、三宅島火山活動における全島避難等、絶えず続いている。国および地方自治体の仕事としても、地質災害からの国民の生命・財産を保護することが焦眉の課題となってきた。地質が社会の存立にとって基盤的であり、かつ国として取り組むことが不可欠な社会基盤分野の重要な研究領域となっているゆえんである。

社会基盤地質分野の重点課題

世界の130を超える国・地域の地質調査機関は、例外なく地下資源の調査開発の必要性から発足しており、多くの開発途上国では現在でもその重要性に変化はない。しかしながら、日本を含む大半の先進諸国では、自国内での資源開発の要請は著しく低下しており、近年ではいずれも持続的かつ安全な社会の構築に向けた取り組みにシフトしつつある。産総研地質調査総合センター（Geological Survey of Japan : GSJ）は、我が国唯一の「地質の調査」に関する総合的調査研究機関として、関連機関との密接な連携体制の下に、

- 国土の基本情報としての高度な地質情報の着実な整備
- 火山災害、地震災害等、国土の安全に係る研究
- 高レベル放射性廃棄物地層処分や地球環境等の環境分野に係る研究
- エネルギー・資源の安定供給に係る研究

等の分野において、研究課題の一層の重点化を図り、持続的かつ安全な社会の構築に貢献する責務を担っている。以下に今後の重点課題と今後の取り組みについて述べる。

1. 国土の基本情報 - 国土の保全・管理に必要な地球科学情報の整備 -

公的研究機関としての独立行政法人の役割・存在意義の一つは、当該研究分野における国富・国益(知的基盤)の拡充増大と活用への貢献であり、産総研の地質調査ミッションにおいては、公的地質情報の創出と提供が揺るぎない重要課題である。

公的地質情報とは、一言で言えば、組織的にオーソライズ(承認)された地質(地球科学)情報である。総合

性・網羅性・中立公平性および信頼性の高い地質(地球科学)情報を組織的かつ継続的に社会要請に応じて責任を持って発信・公開していくことが必要とされる。具体的には、各種地質図・地球科学主題図類(数値化データ等を含む)やデータ集・DB、体系的な地質実試料や緊急対応を迫られる総合的な地質情報(例えば、火山情報)などがこれに当たる。

さらに、国際的な地質図類編纂計画等において国を代表して国外に提供される情報も、まさに公的地質情報の性格を持つものである。

ここでは公的地質情報提供の方向性と推進戦略において強調されるべき課題を3点にまとめておく。

(1) 地質情報の高度利用

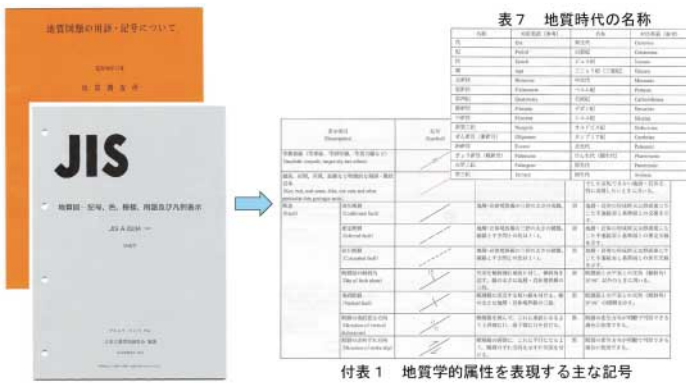
高精度で国土・周辺海域全体を網羅する地質情報の整備として、地質図の規格統一を図り、ニーズに応じて任意区域で切り出せる、20万分の1シームレス(数値化)地質図の整備を促進する。これを基図として各種主題図を階層的に重ね合わせ、多面的なデータの活用や新知見・二次情報の創出を可能にする統合DBシステムを構築し、インターネット等で積極的に外部に提供する技術開発を進める。

(2) 地質情報の標準化

地質情報の共有・利用促進を図る上で、その標準化が不可欠であることは自明であるが、特に地質情報に特有な地質年代標準、地質図情報の標準規格(図1)、地質情報(デジタル地質図)のデータモデル構築、世界標準地質メタデータの確立に力点を置き、標準化を推進する。

(3) 地質情報の国際化

地質調査総合センターは、これまでアジアの戦略的



●図1 JIS A 0204「地質図-記号、色、模様、用語及び凡例表示」

拠点として東・東南アジア地球科学研究調整委員会 (CCOP)のもとで、アジア地域における地質環境・資源エネルギー等の地質情報基盤を整備してきた。今後、当センターがイニシアチブをとって、CCOPにアジアのデータセンターとしての機能を整備することによって、アジアの地質基盤情報をネット上で利用できるばかりではなく、日本を中心とした情報ネットワークを確立することを目指す。

2. 国土の安全分野 - 国土の防災・都市基盤整備、国民の安全確保 -

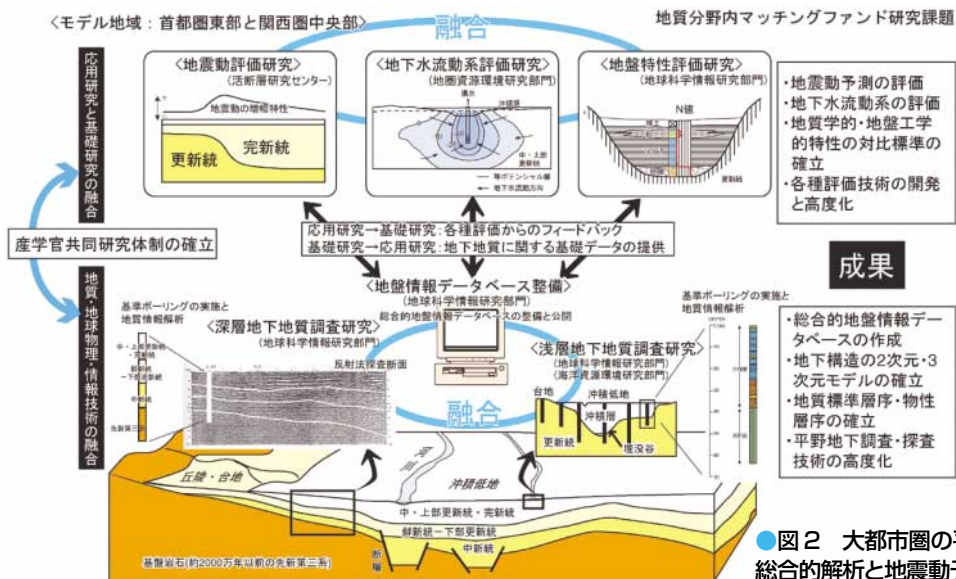
産総研における国土の安全を目指した自然災害に関する研究は、研究ポテンシャルと外部からの期待を反映し、地震および火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策に基づいて各機関が相互に連携をとりつつ分担して実施する体制をとっている。産総研においては、特に、活断層評価、短期地震予知、火山噴火予知に関する研究が期待されており、これらの事業的研究とともに、地震発生メカニズムの研究、火山噴火メカニズムの研究等、基礎的研究も併せて実施している。

地震災害軽減研究としての全国主要活断層の調査研究は、網羅的調査から重点的調査へ移行してきている。具体的には、平成15年度中に主要な調査と評価を終了し、それを基に平成16年度に全国活断層危険度マップを作成する。

国の地震調査研究推進本部は、地震時の災害が集中する大都市地域の地震被害軽減を目的とする大都市地質情報整備のため、地下構造データベース整備・公開に取り組んでいる。地質調査総合センターはこの施策に貢献するため、大都市圏平野地下地質に関する地質学・地球物理学的研究および地盤特性・地震動評価、並びに地下水資源評価等に資する分野融合的研究を実施する(図2)。

地震の短期予知の達成には前兆的地下水変化の客観的な検出とその物理的なメカニズムの解明が重要であり、近畿～東海地域に展開した高密度・高性能地下水総合観測網におけるデータの解析や他機関との共同研究を通じて、東海地震の前兆的な地下水位変化検出システムを構築することを当面の目標とする。平成16年度からは次期地震予知計画に基づいて新たな展開を図ることになっている。

火山活動研究としては、国の第6次火山噴火予知計画(平成11～15年度)において、主として火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進および火山噴火予知体制の整備に関して分担している。そこでは、常時観測火山を中心に、噴火可能性のある火山の形成史、噴火・災害履歴、活動状況などを地質学的、年代学的観点から評価し、将来の火山活動予測を行うこと、また、日本全体の第四紀火山活動の時間活動分布とマグマの発生上昇とを支配する要因の解明を行い、火山活動の



●図2 大都市圏の平野地下地質・構造の総合的解析と地震動予測等の応用研究

長々期予測に貢献することを目標としている。併せて国としての噴火緊急調査への対応の一翼を担い、有珠火山、三宅火山の活動時の噴火観測体制への積極的参加は高い評価を受けている。以上のほか、雲仙火山の噴火機構・マグマ活動解明を目指す科学掘削(国際共同研究)では代表機関の役割を果たしている。

3. 環境分野 - 環境調和型経済社会の構築 -

1980年代以降、温暖化をはじめ地球規模環境問題が社会的関心事になった。現在、環境関連課題は極めて多岐の問題を含んでおり、幅広い分野での取り組みが必要である。地質分野における環境関連の取り組みには、「地球科学が取り組んでいる過去から現在の地球、あるいはその一部としての、地域の場の時間的変遷と場の特性、自然のプロセスの理解に立っての環境問題解決の方向性追求」という特徴がある。環境・エネルギー分野で取り組まれている環境関連課題は、人類の産業活動を中心として、その効率化・高度化・管理を通して環境への負荷を減らし持続的な社会の実現を目指している。一方この分野では、資源・空間利用による環境負荷、産業や人類活動による環境負荷を、過去から現在・将来への自然の系を含めて評価し、その軽減や環境問題となった課題の解決への貢献を目指している。なお、自然のプロセスの解明を通して得られた成果に立って環境関連課題の解決への技術開発も重要な課題である。

現在、特に重点的に進めている土壌汚染関連の課題では、他分野も含めた融合研究として「土壌汚染調査・評価・管理手法の開発」研究を開始している。土壌汚染対策費用の低減、工場跡地の迅速再利用を目的とし、汚染地域の調査・分析手法の開発、低環境負荷型修復技術の開発、モニタリング・管理技術等を開発することにより、重金属等により汚染された土壌・地下地質の総合的な管理・対策手法を開発するものである。

地球規模環境問題に関連しては、地球システムの氷期-間氷期サイクルなどの長期環境変動や温暖化の進行した過去数百年の各年の季節変動を考慮した高精度環境変遷について、環境変動要因解明と将来予測を目的として研究している。地球温暖化の進行に伴う海面上昇など、様々な形での影響の顕在化が予想される東南アジアから東アジアの沿岸域で、地球規模の環境変動と流域・地域の人間活動による海岸沿岸域への環境影響と要因を明らかにし、環境保全施策や将来の変動予測に貢献する、国際的な共同研究も進めている。

地質環境の分野でのもう一つの重要な課題は、使用済み核燃料から出される高レベル放射性廃棄物の処分に関わる問題である。我が国ではこの放射性廃棄物を地層中に永久処分することを基本方針としており、将来10万年程度にわたり安全に生活環境から隔離される

性能が期待されている。

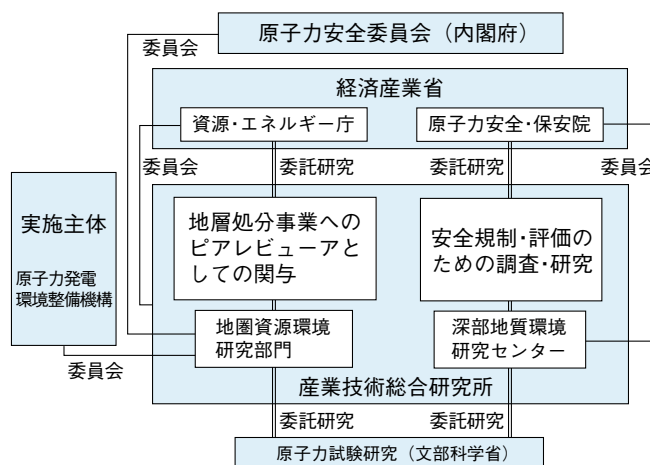
放射性廃棄物処分に関わる研究開発は、国の各機関が協力して総合的に進めており、「放射性廃棄物安全研究年次計画(原子力安全委員会)」に則って行われている。産総研では地層処分の安全性を第一に考え、基礎的課題から行政対応課題まで幅広く研究を実施しているが、実際の処分事業との関係では、安全な処分事業の実施に対するピアレビューアとしての役割と、国として事業の安全性を規制する当局への技術支援の二つの役割を持っている(図3)。

前者の研究では、概要調査地区での調査に資する技術の開発、調査計画に必要な知見の収集・整理のほか、長期予測に関わる不確実性の取り扱いなど、処分場概念に関する調査研究に重点をおいて研究を進めている。一方、後者の研究では、安全規制において行政が必要とする技術課題、具体的には、火山・地震・隆起沈降・深部流動等の地質現象が処分場に与える影響の変動予測・評価の研究、地層中に遺漏した放射性核種の移行を予測・評価する天然バリアの研究などを進めている。

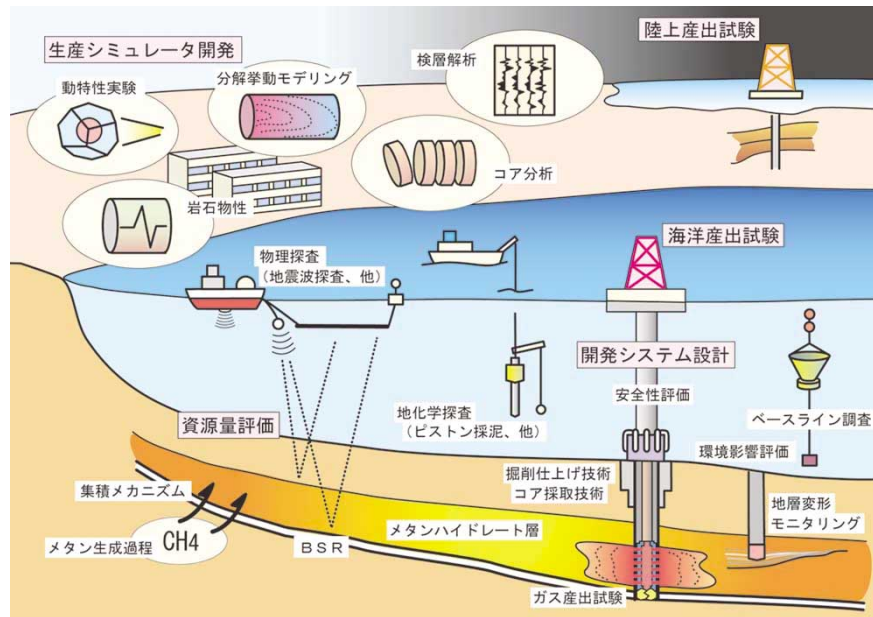
4. 資源・エネルギー分野 - 資源・エネルギーの安定供給 -

我が国の産業、経済、国民生活の発展、維持は、資源・エネルギーの安定供給の上に成立している。これに対し、我が国は資源貧国であり、すべての炭坑が閉山、金属鉱山が激減する中、資源自給は不可能であり、ほとんどを輸入に依存している。経済原理からは、対価を払えばモノ(資源)は買えるので、資源研究への取り組みは不要との議論がある。しかし、この議論は、「国際的な資源流通経済が安定していれば心配はないが、長期的に安定している保障はない。」ことへの配慮に欠けている。つまり、資源ショックの危険性は常に潜在しているのである。

我々は、地圏および海洋の様々な資源に関する研究や技術開発を行っているが、その取り組みの基本コン



● 図3 地層処分研究と実施体制



●図4 メタンハイドレート資源開発概念図（メタンハイドレート資源開発コンソーシアム資料）

セプトは、この資源問題への対応にある。その決め手として我々のとり得る方策は次の三つである。

(1)我が国の国土および経済水域における未開発資源の開発

代表例としては環境面および経済性からみて妥当と考えられるガスハイドレートの開発(図4)が挙げられる。経済産業省では平成13年に、3フェーズ16年間に及ぶ「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を発表した。この計画では、米国と並び世界に先駆けて中長期視点でメタンハイドレート開発に取り組むことを宣言している。地質調査総合センターは、その中の資源量評価に関わっている。また、生産手法開発においては、産総研の関連研究ユニットと協力しながら研究を推進する。

(2) 資源産出国に対する技術協力

金属鉱物資源の安定的な供給は、国際市場の安定により達成される。そして、国際市場の安定は、鉱山会社の探査リスク軽減に役立つ、基礎的な地質・鉱物資源情報と新しい探査技術・戦略が提供されることによりもたらされる。そこに、日本および世界の鉱物資源消費国の責務がある。この観点から、世界の地球科学研究・調査機関と連携して、経済性の高いタイプの鉱床を対象として、サイトスペシフィックかつ高精度な鉱床モデルを継続的に提供していくことが、産総研の役割である。今後開発対象となる重要な下記3タイプの鉱床について、世界の中長期的需給を見通して逐次戦略的に研究を展開する。

- 大規模潜頭性熱水鉱床
- アジア変動帯の大規模(変成)熱水鉱床
- 先カンブリア紀クラトン地域の巨大鉱床

(3) 資源・エネルギーに関する知的基盤の提供

国家的・社会的に強い要請のあるものについて整備を

進め、広く提供する。具体的には、各種の資源図、資源情報DB、探査・評価・開発標準技術、調査報告書などがある。

成果の発信

- 地質調査総合センターの成果普及活動 -

社会基盤地質分野の研究成果は、産業技術への直接的な貢献、即ち企業を対象とした技術移転の可能な成果というよりは、産業の基盤情報(例えば産業立地のバックグラウンド情報)を含め国民生活の場の基本情報として役立つものである。そのため、研究成果の最大の利用者は、国民生活の擁護者である国および地方自治体であり、それに対して産官学連携等の様々なチャンネルを活用し、文字どおり社会基盤整備の一環としての成果の普及に力を注いでいる。

また、社会一般に向けては、当センターでは関係研究ユニットの協力のもと、地質調査情報部および地質標本館の両組織の連携により、身近な地質情報を分かりやすく普及するため、地域地質情報展(平成15年度は、9月に静岡市で開催予定)、地質図展等の普及イベントの開催やインターネットによる情報の発信、地質相談活動等に積極的に取り組むとともに、自らの後継者を育成するため小学生程度をターゲットに、地質の特性を生かした体験学習を通じての地学への導入を図っている。

当センターとしての以上のような活動のほか、各研究ユニットにおいても研究成果の報告会や他機関との共同研究成果に関する報告会等が計画され、逐次産総研のホームページ上でアナウンスされるようになっているので、是非多くの皆さんの御参加をお願いしたい。

“シナジーセラミックス”プロジェクト

革新的な材料特性を持ったシナジーセラミックス創製技術の確立

シナジーマテリアル研究センター 山内 幸彦

1. はじめに

人間社会は多くの工業製品の上に成り立っているが、工業製品の性能や品質は、そこに使われている材料の特性・機能によって大きな影響を受ける。新しい材料の出現は、工業製品の性能を飛躍的に向上させる、新たな産業を生み出すなど、社会を大きく変える可能性があり、産業を前進させる大きな原動力として、「優れた材料」、「新しい材料」の開発が常に求められている。1980年以降においては、地球環境問題やエネルギー問題の顕在化により、省資源・省エネルギー効果に優れた技術、環境負荷が小さいクリーンエネルギー技術への転換が必要不可欠である上に、高度な情報社会や少子・高齢化社会に対応する、より利便性の高い産業技術・工業製品の開発が喫緊の課題となっている。これらの課題を解決するには、従来にはない優れた材料の開発が不可欠であり、材料研究の重要性はますます高まっている。このような状況の中、諸問題の解決に資するセラミック材料を開発することを目的とした国家プロジェクト「シナジーセラミックス」が平成

6年度から開始された。新材料の開発を可能とする基礎・要素技術の開発（第1期5年計画）が平成10年度に終了し、平成11年度からは主にエネルギー、環境関連機器用部材・部品としての実用化を目指す材料応用基盤技術の開発（第2期5年計画）が平成15年度までの予定で進行中である。以下に、その概要を紹介する。

2. シナジーセラミックスにおける材料開発の基本概念

1) 材料特性と微構造

新しい材料を開発しようとする場合、新物質の探索に多くの努力が払われる。しかし、汎用材料や既知の材料であっても、その特性を飛躍的に向上させる、あるいは新たな機能を加えることにより、新物質の発見に勝るとも劣らない社会的なインパクトを与えることが可能である。

材料の特性や機能を左右する重要な因子に微構造がある。均一なように見える材料でも、それを拡大して見れば、拡大倍率に応じて色々な構造要素から成り立っていることが見て取れる。例えば、数百倍～数千倍レベルでは様々な形や大きさの結晶

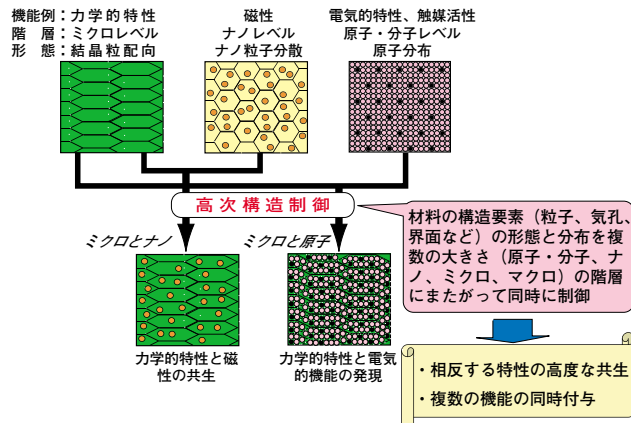
粒や気孔、繊維などが、数万倍レベルでは結晶粒と結晶粒の間の粒界第2相や微小な分散粒子などが、原子レベルでは格子欠陥や転位、置換原子などが構造要素として存在する。大きさの段階を便宜上マクロ、ミクロ、ナノ、原子・分子の4つに分類すると、多くの構造因子は複数の階層にまたがって存在し、しかも様々な形や分布（形態）、配向性などを有している（図1）。これら構造因子を自由に制御することにより、様々な機能や特性を引き出すことが可能である。

2) 高次構造制御の概念

従来の材料開発を構造制御の観点からみると、機能性材料では主に結晶構造の制御により、また構造材料では主に結晶粒子や固溶物質の形態制御により、特性や機能の発現を目指してきた。これらは図1に示した大きさの階層分類に従うと、それぞれ原子・分子レベルあるいはミクロレベルといった単一の階層での構造制御である。単一階層の構造制御では、特定の機能の高度化が期待できる反面、複数の特性を同時に付与したり、高度に共生させることには限

形態	形状（球状、柱状、板状、・・・）			
	配置（粒内、粒界、表面、・・・）			
	配向/配列（一次元、二次元、・・・）			
階層	原子・分子	ナノ	ミクロ	マクロ
	原子	短・長繊維		
構造要素	格子欠陥 (転位、積層欠陥、・・・)		層・厚膜	
	粒界、界面、表面			
	分散粒子			
	気孔			
	結晶粒子			

● 図1：材料を構成する要素およびその形態とそれらが存在する階層



● 図2：高次構造制御の概念

界があると考えられる。例えば、非磁性材料である窒化ケイ素やアルミナに磁性を付与したい場合、磁性材料をそれらに分散させればよい。しかし、一般には異種材料を分散するとその部分が欠陥として作用し、強度が大きく低下するなどの悪影響が生じる。従って、母材と同一サイズの結晶粒を分散させる単一階層での構造制御だけでは強度と磁性という2つの特性を共生させることは難しい。そこで、磁性粒子をナノサイズ化し、母材の基本的な構造を変えずに結晶粒内あるいは粒界などに分散させることを考えると、母材の特性を維持しつつ磁性を付与することが可能となる(図2)。そればかりではなく、ナノ粒子の分散が母材結晶や粒界の強化につながれば、磁性付与に加えて機械的向上も同時に達成できる可能性がある。構造要素の形態や分布を複数の階層にまたがって合目的に同時制御することを「高次構造制御」と呼ぶが、上記の例からも高次構造制御が複数の特性・機能の共生や同時向上に大きな武器となることが理解できる。

3) シナジー効果とシナジーセラミックス

高次構造制御の概念は、シナジーセラミックスプロジェクトを立ち上げるにあたり、材料開発の基本的な考え方として提案したものである。この概念は第2期に入った現在においてもプロジェクトの中心をなすも

のである。最初に述べたように、プロジェクトの目標はエネルギー・環境問題などの解決に資する優れたセラミック材料の開発にあり、高次構造制御の概念に基づき、特性や機能が飛躍的に向上した、あるいは今までは困難と考えられていた複数の機能や特性の共生を可能とする材料の創製を目指した研究開発が進められている。

生物の世界では、異種同士が互いに補完しあって共生している例を見ることができ、この共生関係や相乗効果を「シナジー」と呼んでいる。そこで、高次構造制御を行った結果、従来の材料では困難であった様々な特性・機能の高度な共生や機能間の相乗効果(シナジー効果)の発現が実現されるセラミックスをシナジーセラミックスと称することにし、これをプロジェクトの名前とした。

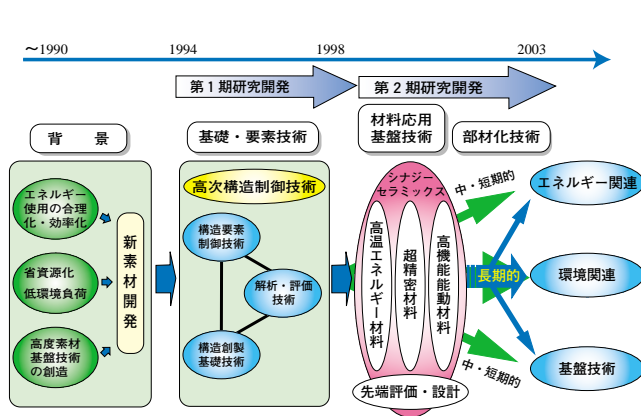
3. プロジェクトの概要

1) 研究項目とスケジュール

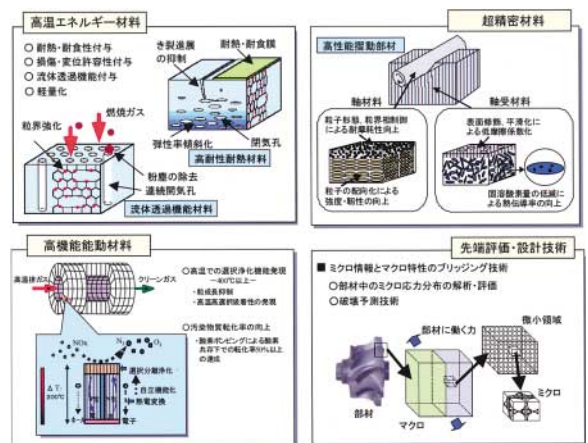
先にも述べたように、シナジーセラミックスプロジェクトは「相反する特性の調和や種々の機能の同時付与を可能とする高次構造制御技術を用いて、革新的な材料特性を持ったシナジーセラミックスの創製技術を確立する」ことを最終目標とし、平成6年度から開始された。全期間を2期に分け、第1期(平成6年度～平成10年度)においては材料開発の基

盤となる種々の高次構造制御プロセス技術の可能性を検討し、種々の特徴的な材料を実際に創製するとともに、支援技術としての解析・評価技術の開発を行った。ここでは、具体的な材料開発の目標値をあえて定めず、新規な高次構造制御技術を開発することに主眼を置いた。開発技術の有意性は、結果として創製される材料が今までは困難であった複数の特性や機能を共生させた、あるいは特性・機能を飛躍的に向上させたものである等の観点からも評価された。

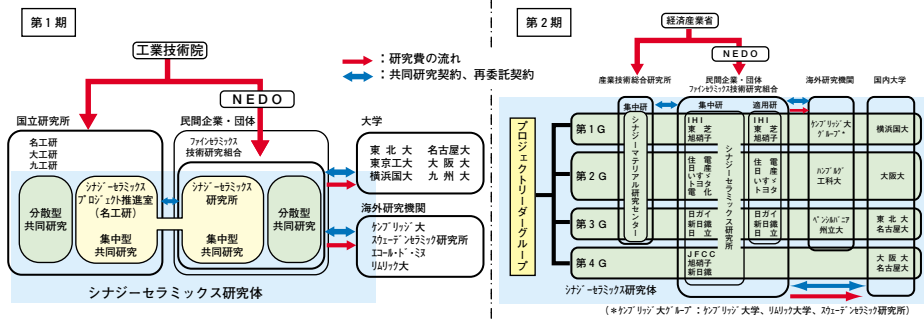
第2期(平成11年度～平成15年度)においては、第1期に開発した高次構造制御技術を基礎に、エネルギー・環境関連機器への適用を想定したより実際的な材料開発と、その実部材への適用化技術の開発を進めている。具体的には、厳しい環境下で使える高性能フィルターや耐熱部材への応用を想定した高温エネルギー材料、摺動部材の長寿命化や摩擦損失の低減を目指した超精密材料、排気ガスのエネルギーを利用しながら有害ガスを分解する自立型排気ガス浄化材料を狙った高機能動材料の開発、およびセラミックスの実利用に不可欠な評価・解析技術の確立を目指す先端評価設計技術の開発を進めている。1期、2期を通じた技術展開の概略を図3に、第2期における4つの開発課題の概念図を図4に示す。



● 図3: シナジーセラミックスプロジェクトの技術展開



● 図4: 第2期における4つの開発課題



● 図5：第1期および第2期の研究開発体制

2) 研究開発体制

本プロジェクトの最大の特徴は、国立研究所（現産総研）と大学、民間企業がイコールパートナーシップのもとに「シナジーセラミックス研究体」を構成し、互いに密接な連携を保ちながら協力して研究開発を推進しているところにある。シナジーセラミックス研究体にはプロジェクトリーダーグループ（第1期はプロジェクト運営グループ）を組織し、研究開発の進行状況の把握、経費の配分を含めた研究開発計画の策定、研究成果の内部評価など、全体の一元的な研究運営を行っている。また、実際の研究開発を行う現場においては、大学、民間企業、産総研研究者が務めるグループリーダーの下、産学官の研究者が一堂所に集結して研究開発を実施する集中研究に加え、各参加企業、国立研究所独自の技術力や部品化技術を生かした分散型共同研究（第1期）あるいは適用化研究（第2期）を集中研究との強い連携の下で実施している。第1期および第2期の研究開発体制を図5に示す。

4. 研究開発成果

本プロジェクトは年間100人以上の研究者を投入して推進してきたものであり、第1期5年間だけでも論文発表約600件、口頭発表約1000件、特許出願約200件を数えた。従って、本稿だけで成果の全体を記述することは不可能であり、ここでは第2期のごく限られた成果だけの紹介にとどめる。第1期の成果については「シナジーセラミックス-機能共生の指針と材料創製-」（シナジーセラミックス研究体著、2000年3月、技法堂出版）などを参照していただきたい。

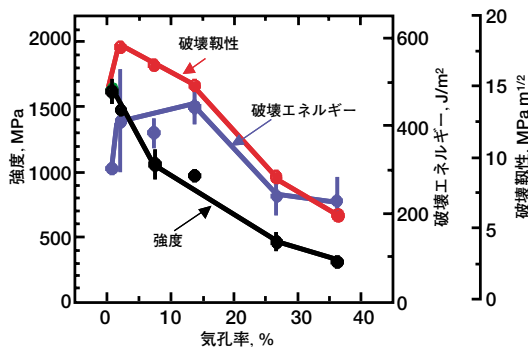
1) 高温エネルギー材料技術

耐熱・耐食性などを活用した材料として、損傷・変形許容性、軽量性を兼ね備えた高強度多孔材料（高耐性耐熱材料）および流体透過機能と高温耐性機能を合わせ持つ材料（流体透過機能材料）の開発を目指している。成果の一例として、テープ成形により創製した配向性多孔質窒化ケイ素の破壊面電子顕微鏡写真と機械的特性を図6に示す。気孔率2～10%の範囲で400J/m²以上の破壊エ

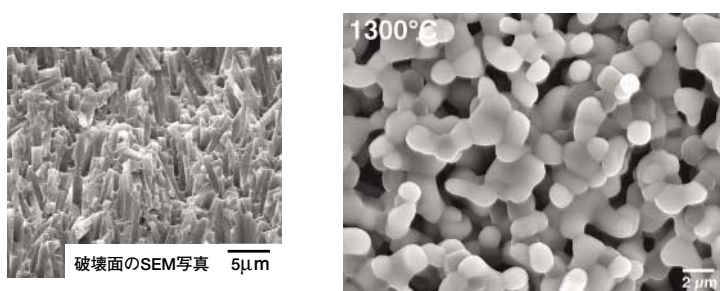
ネルギーと1GPa以上の高強度が発現し、また、気孔率5%前後で緻密体よりも高い靱性が得られている。また、図7は安価な天然原料であるCaMg(CO₃)₂とZrO₂を加熱・反応させて創製したCaZrO₃/MgO複合多孔体の微構造を電子顕微鏡で観察したものである。写真の材料の気孔径は1μm程度で、ばらつきの非常に少ない均一なものであるが、この材料にSiCを添加することにより、気孔径を15μm程度まで大きくすることができる。この多孔体は1300℃の高温まで強度低下が見られず、また、メタンガス検知機能やNO_x分解機能などの副次的な機能を付与することも可能である。これらの開発と併行して、1400℃級ガスタービン用燃焼器部材、および1500℃級ガスタービン用燃焼器の遮熱被覆技術の開発や、TiO₂膜やPt担持SiO₂膜等の液体分離用ナノフィルター、多孔体中へのカーボンナノファイバーの高密度充填による水素吸蔵容器の開発に取り組んでいる。

2) 超精密材料技術

耐摩耗性と強度・破壊靱性や低固



● 図6：柱状粒子を配向させた多孔質窒化ケイ素の機械的特性



● 図7：CaZrO₃/MgO複合多孔体の微構造

体摩擦係数と高熱伝導率など、摩擦・摩擦と熱的・機械的特性を共生させた材料の開発を目指している。図8はその一例で、表面が耐摩耗性に優れた微細な粒子で構成され、内部は強度、靱性に優れた板状粒子の発達した組織を有する二層アルミナである。このような構造を一体成形・焼結するプロセス技術を開発したことにより、世界最高水準の強度(曲げ800MPa以上)、破壊靱性(7MPa√m以上)、高耐摩耗性(比摩耗量 10^{-7} mm³/Nm以下)を同時に達成する材料の開発に成功している。これらの開発と併行して、結晶粒子のナノ化と導電性付与による易加工性精密金型、固体潤滑材の分散によるガスエンジン用自己潤滑部材、表面の超平滑化と熱伝導性付与による自動車エンジン用部品、可とう性を有する無機-有機ハイブリッド材料を活用した自動車用ピストンリング等の開発に取り組んでいる。

3) 高機能動材料技術

自動車等からの排出ガスを対象に、400℃以上の酸素共存下において外部からの電気エネルギーを必要とせずNO_xを連続浄化できる材料の開発を目指している。目標とする材料は、NO_xを選択的に分離・浄化する電気化学セルと、排ガスの熱を利用し熱電変換により電気化学セルに反応電流を供給する熱電変換セルで構成される。これまでに、ナノ～マイクロレベルの空孔と、イオン・電子の伝導パスを3次元的に複合さ

せた構造の実現に成功した。これにより、雰囲気中の酸素およびNO_x分解により発生する酸素の高効率ポンピングが可能となり、図9に示すように、電気化学セルのNO_x直接分解効率として世界最高レベルの低消費電力化を達成した。一方、熱電変換セルに関しては、酸化チタン系で熱電変換性能がZT=0.15と酸化物としては高特性の化合物を開発している。今後は、熱電セルの高性能化とともに、電気化学セルとの一体化を実現することにより、自立型でNO_xの連続浄化が可能な浄化システムとしての完成を目指す。これらの開発と並行して、無機-有機ハイブリッド構造にメルカプト基やアミノ基を含む有機成分を導入することにより、NO_xを始めとするガスや金属イオンを認識する環境センサー、粗悪燃料を利用した廃棄物発電を可能とする小型固体電解質型燃料電池セル、高圧送変電機器用の高性能電力機器抵抗材料等の開発に取り組んでいる。

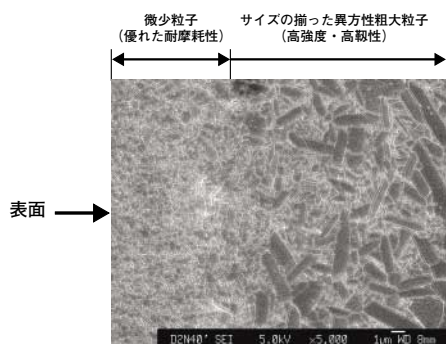
4) 先端評価・設計技術

これまでの部材評価・設計では、均質弾性体を仮定した破壊力学や有限要素法などによるマクロな解析が行われてきた。しかし、多孔体や積層構造体のような制御された不均質構造を有する構造部材の設計に対しては、従来手法では限界がある。そこで本テーマでは、制御された不均質構造を有するセラミックス部材のマクロレベルでの応力分布や変形・破壊形態を解析するとともに、ミク

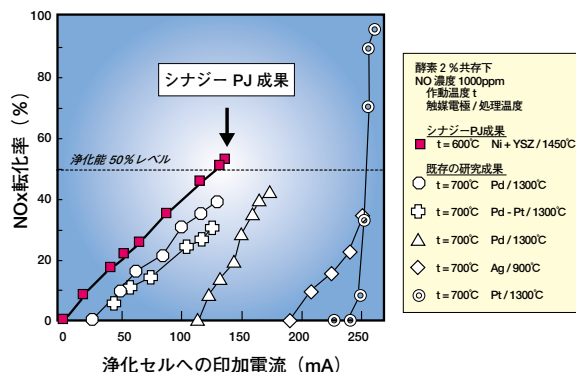
ロンオーダーの応力状態等を解析する技術を開発し、両者を結びつけるマイクロ・マクロブリッジング技術を確立することを目指している。

5. 今後の展望

プロジェクト第1期において高次構造制御の概念の妥当性を証明するとともに、構造制御を可能とする基本プロセス技術の開発を行い、種々の材料系を対象に特性・機能の高度な共生や新たな機能の付与が可能なことを示した。第2期においては、第1期で開発した高次構造制御に関する基礎・要素技術を駆使し、セラミックスに対する社会的ニーズに応えるべく、省エネルギー・環境負荷低減に資する材料の材料化技術の開発を行っている。しかし、開発材料の実用化は本プロジェクトだけで完結するものではなく、更に企業との連携による技術移転を想定した共同研究等を展開する必要がある。また、応用研究や実用化研究を通して新たな開発課題、研究の芽が生まれてきている。材料開発研究を「基盤研究」、「応用研究」、「実用研究」の連続的な研究フェーズと捉え、プロジェクトでは目下応用研究から実用研究へのシフトに取り組んでいるところであるが、プロジェクト終了後も企業との共同研究を通しての実用研究に取り組むとともに、応用研究から生まれた新たな技術シーズを基盤研究にフィードバックすることも試みる予定である。



●図8: 高強度・高靱性と工耐摩耗性を共生させた二層化アルミナの微構造



●図9: 開発した電気化学セルと従来材のNO_x分解効率の比較

研究と実用の橋渡しを目指して

広域連携検討会・実用化研究会・企業訪問の活動

産学官連携コーディネータ【機械・システム担当】 野崎 武敏

三つの活動

産学官連携コーディネータの役割は、「研究活動に関連して産学官の有効な連携体制を組織し活動を推進すること」と考えています。その上で、現在進めている大きな活動は三つあります。それらを、研究が企画されてから実用化され社会で使われるまでの流れの中に位置付けると、図1のようになります。

新たな実用研究を目指して

- 広域連携検討会 -

これは、産業技術連携推進会議の機械金属部会（約70の公設研が会員）における活動の一つとして、平成14年度から開始したものです。複数の公設研と産総研と一緒に研究課題を議論し、各種制度に応募して予算を獲得しながら共同で実用につながる研究を行うための検討会です。

機械金属部会の中に、公設研と産総研が共同で実施する類似の研究会がいくつかあります。それらが相互の情報交流に重点があるのに対して、この検討会は研究の企画立案や研究を共同で行うことを意図している点で性格が異なると考えています。

検討会の当面の進め方は、まず機械金属部会事務局で研究課題の大枠の技術領域を定めます。その上で、公設研に参加希望を募り、参加する公設研にはそれぞれ具体的な検討課題を提案してもらいます。それを横断的に眺めて分類整理し詳細な検討を行うというものです。この進め方では、二つの点に注意しました。

一つ目は、大枠の技術領域の設定の考え方です。国際産業競争力の強化を図るためには、海外に比べて強

いと考えられる日本固有の技術インフラを活用してなされる技術分野を狙うことが、一つの有効な手段ではないかと考えました。その結果、次の二つの技術分野を設定しました。

・次世代型GPS応用技術

〔GPS: Global Positioning System〕

・LIGAプロセスを利用したマイクロ金型製作と成型加工技術

〔LIGA: Lithographie Galvanoformung Abformung (独語)〕

前者における技術インフラは、国土地理院が高精度なGPSを実現するために日本全国に設置した約1,000点の電子基準点です。また後者は、LIGAプロセスに不可欠な強力なX線を放射するサイクロトロン装置が海外に比べて非常に多いことです。

二つ目は、公設研が提案するにあたって、地元の企業や大学との検討

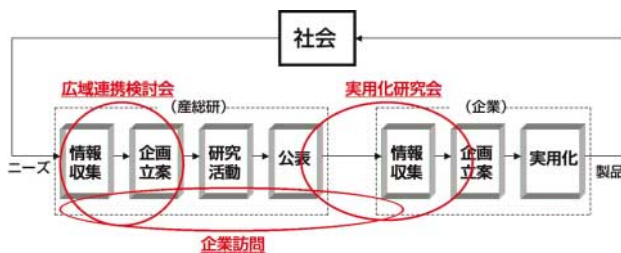
の場を通じて、地域にとって真に必要なかつ実用性のある課題を提案することを前提にしたことです。

検討会は、二つの技術分野に対してGPS検討会とLIGA検討会に分かれます。公設研の参加状況は図2の通りです。また、各検討会の委員長として、GPS検討会是小森谷清氏(産総研知能システム研究部門フィールドシステム研究グループ長)、LIGA検討会は前田龍太郎氏(同機械システム研究部門集積機械研究グループ長)にそれぞれお願いしました。活動は緒についたばかりですが、平成15年度の国の予算制度に積極的に応募したいと考えています。

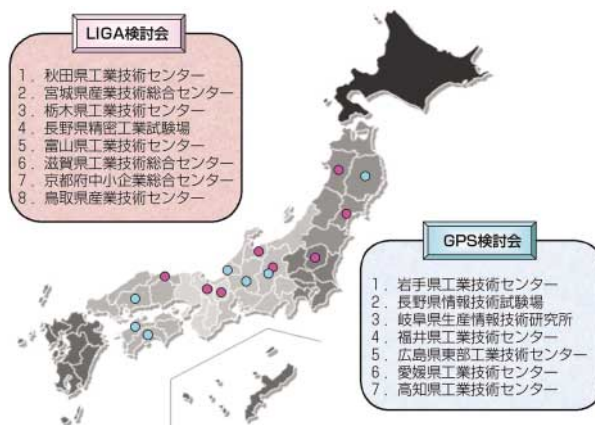
研究成果の実用化のために

- 実用化研究会 -

産総研からは多くの研究成果が発



● 図1 研究活動におけるコーディネータ業務の位置付け



● 図2 広域連携検討会への参加公設研

信されています。この研究会は、それらの研究成果を実用化につなげるための研究会です。実用化に対して社会的ニーズがあるものの、まだ技術的課題が残されている研究成果に対して、実用化への道筋を明らかにすることを目的にしています。

研究会の発足にあたって取り上げるテーマは、特許があること、興味深い課題であること、企業が参加すること等を条件にしました。図3は、2カ年度におけるテーマと成果を示したものです。

平成13年度の大きな成果は二つあります。一つは、球面ステッピングモータ研究会で球面モータの具体的な装置への応用に関する二つの構想がまとまり、平成14年度に出願手続きを完了したことです。もう一つは、微量液滴噴射研究会で参加企業が自社のテーマに研究会の内容の一部追加して、平成13年度補正の地域創造技術研究開発事業に採択されたことです。

平成14年度の研究会立上げでは、平成13年度の成果を検討し今後の1年で進展の可能性の高いテーマを優先的に選定しました。その結果、特許出願に関わる2テーマについてそれぞれの研究会を立上げました。また、新規に2テーマをスタートさせ、計4研究会を走らせて鋭意検討を進めています。

この研究会の進め方の特徴は二つあります。一つは、検討対象の関連技術について特許検索や文献検索を徹底的に行っていることです。もう一つは、研究会の運営を効率的に行うために、事務的業務を外部機関の(社)機械技術協会に委託していることです。

● 広い人的ネットワークを作るために -企業訪問-

研究活動の様々なフェーズで産学官の効果的な連携を作り上げるためには、まず企業との人的ネットワークを持つことが不可欠です。そのた

めに製造技術関連の企業を訪問しています。ペースは単純に1社/週と考え、50社/年を目標にしました。概ねそのペースを堅持し、平成13年度から現在まで90社余りを訪問しました。

成果としては、人的ネットワークの構築に加えて、産総研の紹介が来たこと、産総研に関わる種々の意見やコメントが得られたことです。さらに個人的には、現場を実感でき見聞を広げることが出来たことです。表に、訪問を通じて得られたいくつかの興味深い意見等を列挙しました。

今後の大きな課題は、人的ネット

ワークの維持と拡張です。維持とは、お互いの認知がその場限りでなく、それを機に相互の意識の中に継続的に残ることです。それには、機会あるごとの接触が不可欠です。

このような考えから、コンタクトを密にしています。例として、講師の依頼や前述の実用化研究会への参加要請、あるいは分野別会議における製造技術分野のアンケート調査依頼などです。その甲斐があって、少なからず反応が得られました。このネットワークは、大切に継承し維持拡張していくことが重要であると考えています。

平成13年度		平成14年度
テーマ	成果	テーマ
人間共存システムのための小型アクチュエータ・制御システム	報告書	球面モータを用いた基板外観検査装置 球面モータを用いた高精度3次元座標測定機 光アクチュエータ スムーズウォータ
超磁歪材料を用いた微小送り制御装置	報告書	
超磁歪材料を用いた微量液滴噴射装置	報告書、補助金採択	
球面ステッピングモータ	報告書、特許出願(2件)	

● 図3 実用化研究会のテーマと成果

● 表 産総研に対する企業からの要望等

● 産総研への要望

- ・公開論文がインターネットを介して手に入ると好都合。
- ・何の装置がどこにあるかが、リスト等で分かると非常に便利。
- ・単純な依頼試験でなく、研究要素がある評価関連を委託したい。
- ・企業から共同研究は言い出しにくいので、産総研から課題提示が欲しい。
- ・企業では日進月歩の高価な計測分析評価装置はなかなか持てないので、最先端の評価分析が出来る部署が産総研に欲しい。
- ・委託研究で特許は産総研に帰属し、実施時にロイヤリティを払うのは、企業にとって厳しい。

● 産総研へのコメント

- ・研究者は一般に自分のテーマに惚れ込み過ぎて事業化等が見えない。
- ・研究会には、ユーザも加えることが重要。
- ・シーズからのニーズ探索より、ニーズからのシーズ探索。
- ・開発したらユーザとのコンタクトが重要、クレームを基に改良。
- ・実験室では考えられない使い方を現場ではする。
- ・共同研究等で企業から来る人の適性を的確に把握していないのでは？

● その他

- ・距離的に近いことが連携では重要な要素。
- ・企業の失敗とは、旬のときにその技術を出せないこと。
- ・生産コスト低減は、設備間でいかに上手く物を運ぶかが重要。
- ・技術シーズの質が高く市場が大きくても、周辺技術が未熟の故に実用化されない場合がある。

産総研における利益相反マネジメント

利益相反のルールを透明性高く明確化

産学官連携部門 審議役 森 康晃

利益相反マネジメントポリシーおよびガイドラインの制定

今日、産学官連携の推進にあたり不可避的に生じ得る利益相反や責務相反が問題となっています。産総研では、技術移転活動等の産学官連携の推進を公正かつ効率的に行っていく上で、常に意識しなければならない姿勢とルールを「利益相反マネジメントポリシー」および「利益相反マネジメントガイドライン」として決めました。これにより、産業界等外部に対しても理解と協力を求めつつ、利益相反問題の円滑な解決を図ることが可能となり、産学官連携をより一層推進できると期待できます。

利益相反、責務相反とは

まず、産総研における利益相反の取り組みの前に、基本的な事柄を述べてみたいと思います。

産総研における利益相反とは、公的機関およびその職員が産学官連携を行う際、企業との関係において金銭的な利益が発生する場合、その利益が公共の利益に反することを言います。つまり、産総研は公的機関として、公共の利益に奉仕することが使命であり、いくら産学官連携の推

進のために、国の制度として認められているとはいえ、産総研の利益（図1）や職員個人の利益（図2）が公共の利益に相反して優先されることがあると外部から見られることは未然に防止しなければなりません。

一方、責務相反とは、上記経済的利益以外の時間配分に関することを言います。つまり、ある特定企業との産学官連携活動において、その外部活動に時間および労力を過度に費やしていると見られることは、たとえ実際はそうではないとしても、公共の利益と相反していると思われるか、利益相反と同じく未然に防止しなければなりません。

利益相反マネジメントが求められる背景

次に、なぜ産学官連携の推進にあたり利益相反の問題が取り沙汰されているのかを米国を事例にその背景を述べてみます。

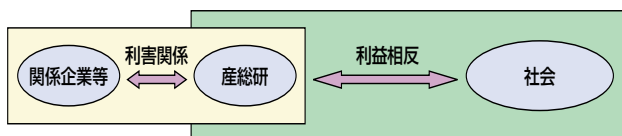
もともと利益相反の概念は、米国における産学官連携の進展の過程で発展してきたものです。米国における歴史を簡単に述べると、1980年代の米国では、大学や公的研究機関は教育・研究という伝統的な使命に加え、技術移転、新産業創出といった

形での新たな社会貢献を求められるようになりました。90年代に入り、大学や公的研究機関と産業界の関係がより密接になり、教員、研究者が企業からコンサルタント報酬や未公開株という形で個人的に金銭的利益を得たり、兼業などの外部活動において企業に何らかの責任を負うといった場面も増加しました。このため、経済発展への大学および公的研究機関の貢献が評価される一方で、「本来の教育・研究に負（マイナス）の影響を与えるのではないか」という懸念が生じるようになり、社会貢献という新たな役割を果たしていくための必要条件として、「利益相反」への対応の重要性が指摘されるようになりました。現在では、各機関においてガイドラインの整備、および運用を実施するに至っています。

従って、産学官連携が求められる今日、日本においてもガイドラインの整備等、十分な対応が求められているのです。

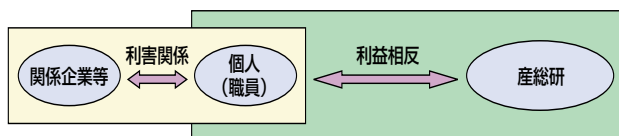
利益相反マネジメントの目的

産総研が独自に「利益相反マネジメントポリシー」および「利益相反マネジメントガイドライン」を制定し、利益相反マネジメントを行う背



● 図1 組織としての利益相反

「組織としての利益相反」とは、産総研が利害関係を有する機関から得る利益が産総研の公的な責任と衝突する状態をいう。例えば、企業からの研究資金の受け入れや、ロイヤルティー等の技術移転収入などの場面において、起こりうる場合がある。



● 図2 個人としての利益相反

「個人としての利益相反」とは、職員が得る私的な利益が、産総研での公的な職務における責任（産総研が組織として得る利益）と衝突する状態をいう。例えば、ロイヤルティー配分金の発生や兼業活動などの場面において、起こりうる場合がある。

景は前述の通りですが、ここではその目的を具体的に述べてみたいと思います。

1) 公平かつ効率的な産学官連携の推進

産総研および民間企業双方が産学官連携にあたっての考え方・手続等を整理・公表し、公平かつ効率的な産学官連携を推進する事を目指すこと。

2) 説明責任の遂行/透明性の確保

技術移転・産学官連携の一層の推進、国民に対する説明責任（アカウントビリティ）の遂行および透明性（トランスペアレンシー）の確保を目指すこと。

3) リスク管理による産学官連携の基盤強化

利益相反マネジメントとは、産総研が独自のルールを設定し、これを遵守することで、社会的な非難を受けるリスクを事前に回避するものです。当然、VB育成活動や共同研究の促進にブレーキをかけるものではなく、逆に産学官連携の基盤を強化するものです。

このように、利益相反マネジメントは、産学官連携にブレーキをかけるものではなく、企業等との関係においてトラブルを起こさないよう、また国民の眼から見て透明性のある形で一層推進していくためのものなのです。

● 利益相反ルールと既存の法律との関係

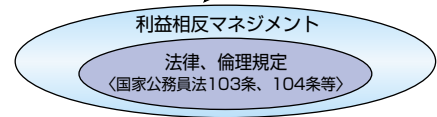
次に、「利益相反マネジメントポリシー」におけるルールと既存の法律との関係を見ます（図3）。

ここでポイントとなるのは、産総研の「利益相反マネジメントポリシー」におけるルールは、国家公務員法の103条および104条等の法律上適法なものであっても、産総研の自主的ルールとして産業界との連携活動において、利益相反や責務相反が起こらないようにマネジメントすることです。つまり、利益相反ルールは、法律上の合法・違法を判断するものではありません。また、利益相反との判定がなされた場合は、産総研の業務命令として改善を求められることとなっています。

● 利益相反マネジメント体制およびシステム

利益相反マネジメントを、より現状に則して円滑に実施するためには、「利益相反マネジメントポリシー」および「利益相反マネジメントガイドライン」を制定するだけでは不十分なのは言うまでもありません。マネジメント体制およびシステムの確立が必要です。産総研におけ

利益相反マネジメントの対象範囲は法律を包含する。産総研が独自・自主的にルールを明確にし、公正さを社会に対してアピールするものである。



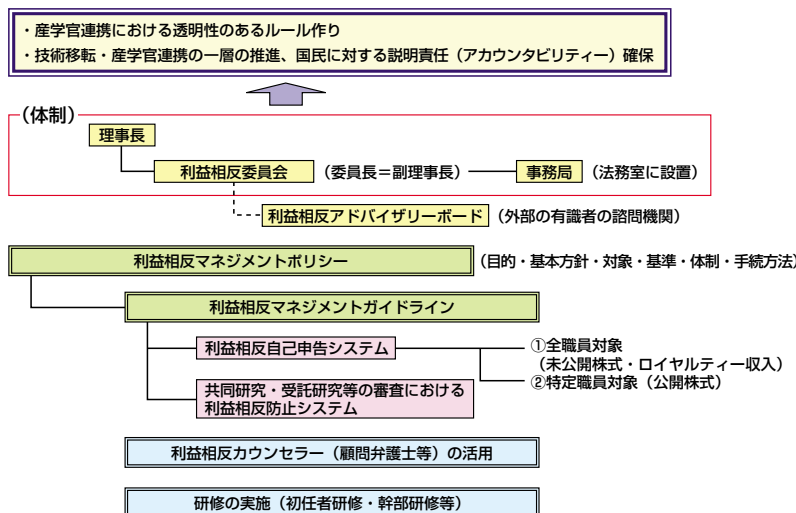
● 図3 利益相反マネジメントの対象範囲

るマネジメント体制およびシステムを図4に示します。

まず、副理事長を委員長とした利益相反マネジメント委員会を設置しました。本委員会では、「利益相反マネジメントガイドライン」の制定および改廃、利益相反防止に関する施策の決定、利益相反に関する自己申告およびモニタリングの審査、その他利益相反に関する重要な事項を審議します。本委員会の諮問機関として学識経験者を入れた利益相反マネジメント・アドバイザリーボードを併せて設置しています。

また、利益相反問題の適切な対応にコンサルティングを行うため、顧問弁護士等専門の利益相反カウンセラーを設置し、活用することとしました。

以上、産総研における利益相反マネジメントについて、その背景・目的・体制等を述べてきました。利益相反とは、本来“自己の利益に関係する公的な決定には参加しない”とすることが一番明確であり理想です。最終的には、利益相反マネジメントシステムの下において、一人一人が自分の常識の問題として捉え、産学官連携をより一層積極的に進めていくということが求められるでしょう。



● 図4 利益相反マネジメントシステム

お問い合わせ

事務局：業務推進部門 法務室

● TEL 03-5501-0902

● E-mail legals@maist.go.jp

特許

特許第 3303050 号 (出願 1999.7)

ケンプトリ酸誘導体化合物

●関連特許 (登録済み: 国外 1 件、出願中: 国内 4 件、国外 1 件)

1. 目的と効果

新規なアゾニアアダマンタン化合物および擬タンパク質としての構造を持たせたジオキサアザウルチタン、ラクトンイミン、ラクタムアルデヒド化合物とこれらの有利な製造方法を提供することを目的としています。

これらの化合物は、分子認識機能を利用したセンサーなどのホストゲスト化合物の形成や神経伝達関連などの薬剤、更には界面活性剤、保護基等の応用面での展開が十分に期待されます。

[適用分野]

●薬剤 ●センサー ●界面活性剤 ●保護基

2. 技術の概要、特徴

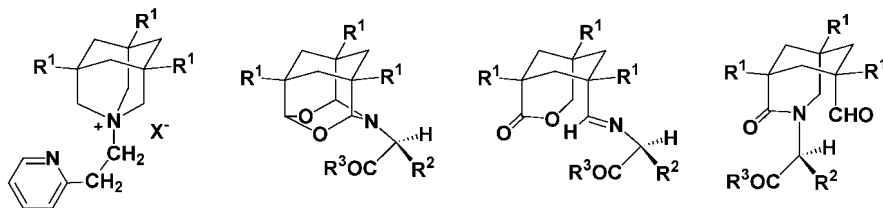
ケンプトリ酸はシクロヘキサン環上にアルキル基とカルボキシル基をそれぞれ3個ずつ持っており、アルキル基の立体反発により構造制御ができることからキラル助剤などの分子認識材料の原料として利用されています。本発明にかかる化合物は、そのカルボキシル基をヒドロキシメチル基あるいはホルミル基に変換した後、誘導したものです。

本発明のアゾニアアダマンタン化合物がもつ基本骨格は、神経伝達物質であるアセチルコリンやセロトニンとの類似性から注目されており、高血圧、動脈硬化等の心臓血管疾患薬、抗うつ剤、鎮痛剤、制吐剤、老人痴呆薬等の様々な用途への展開が期待されています。

ジオキサアザウルチタン、ラクトンイミン、ラクタムアルデヒド化合物については、他の官能基が導入可能な擬タンパク質としての構造を持たせており、様々なアミノ酸、ペプチドに適用可能です。

3. 発明者からのメッセージ

これまでは遺伝情報に関する市場が注目されてきましたが、今後は機能発現に関する市場の開拓が活発化してくるものと考えられます。本発明に係る化合物は他の官能基が導入可能な構造であることから、分子認識機能を利用したセンサーや神経伝達関連などの薬剤等に展開していくことを計画しております。関心がございましたら是非ご連絡ください。



アゾニアアダマンタン化合物 ジオキサアザウルチタン化合物 ラクトンイミン化合物 ラクタムアルデヒド化合物

●図: ケンプトリ酸誘導体化合物の化学構造式

(式中 R¹ はアルキル基、R² はアルキル基等と置換されてもよいアミノ酸骨格を構成する官能基、R³ は水酸基あるいはペプチド鎖、X はトリフルオロメタンスルホン酸陰イオンを示す。)

特許

特許第 1995971 号 (出願 1991.6)

常温で作動する金ナノ粒子酸化物触媒による環境浄化

●関連特許 (登録済み：国内 14 件、国外 15 件、出願中：国内 10 件、国外 4 件)

1. 目的と効果

暮らしの中 (生活環境) から、健康や快適性に影響を与える化学物質を効率よく除去できるシステムの開発が望まれています。この要素技術として、対象の環境負荷物質を効率よく分解できる触媒技術は重要です。システムの省エネ化のためには、ヒーター等の加熱を行わずに常温で作動することが強く望まれています。このための“常温酸化触媒”の創成は、触媒開発の上からも解決困難な技術課題ですが、私たちは常温域で作動する金ナノ粒子酸化物触媒系を見出しました。

[適用分野]

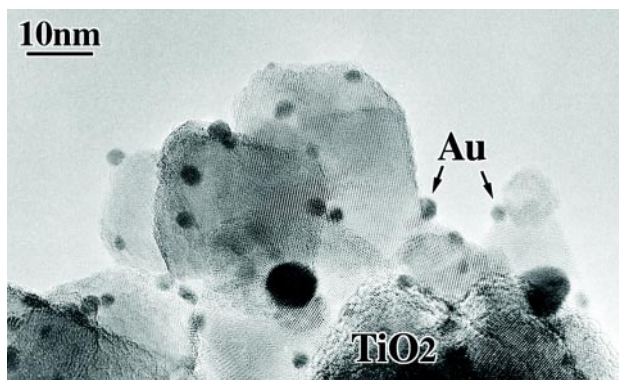
●空気清浄器 ●エアコン (室内用、車載用) ●各種脱臭用途

2. 技術の概要、特徴

金ナノ粒子触媒は、金ナノ粒子が酸化物担体上に高分散担持された構造を持ち、一酸化炭素 (空气中 1% の高濃度 CO) を室温以下の低温で CO₂ に酸化することができます。これは、他の貴金属触媒に見られる CO による自己被毒がなく、かつ、金と酸化物の接合界面に新たに酸素を活性化する触媒サイトが生成されるからです。このため、触媒機能は、1) 金粒子径、2) 金粒子の形状、3) 担体酸化物の種類、によって制御することができ、担体酸化物を検討することで、CO 酸化に限らず、トリメチルアミンやホルムアルデヒドに対しても、他の触媒と比べて低温から高い酸化分解活性を示す金ナノ粒子触媒系を見出しました。また、反応雰囲気中に湿分が存在しても活性劣化せず、環境触媒として有利な特徴を備えています。

3. 発明者からのメッセージ

本来不活性である金が優れた触媒活性を有することを世界に先駆けて発見しました。触媒活性を持つ原因として、金がナノ粒子であることや担体酸化物との接合界面の原子構造が触媒機能の発現に大きく関与していることがわかりました。各種の金ナノ粒子触媒を調製するための基礎技術を有していますので、環境浄化のため、この特徴ある触媒機能の実用化を目指していきたくと考えています。ご関心のある方はご連絡下さい。



●写真：金ナノ粒子酸化物触媒の電子顕微鏡像

— 生活環境系特別研究体 —

PATENT

●連絡先
産総研イノベーションズ
(経済産業省認定 TLO)
紹介案件担当者 山上
〒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 0298-61-5210
FAX 0298-61-5087
E-mail:
aist-innovations@m.aist.go.jp

(株) ノナミサイエンス

多機能セラミックス触媒で環境保全に挑む

野浪 亨 産業技術総合研究所セラミックス研究部門
メソポーラスセラミックス研究グループ長

目指す企業の姿

当社は、平成14年10月、産総研の知的所有権と研究成果を、主に環境保全を目的として技術指導を行うとともに、その商品化を進めるために設立された。

当社の起業目的として「安心と快適を科学する」を掲げている。これは、「世界の文化に貢献する技術者集団」「人々の心に波紋と感動を与える創造企業」という2つのテーマをもとに、レベルの高い、誰にも真似のできない、不可能を可能にする、革命を起こすスケールでビジネスを構築することを目指すという意味である。

事業内容としては3つの事業を柱としている。1) テクニカルアドバイ事業；セラミックス素材による環境浄化に関する技術指導を行う。また、セラミックス触媒等の技術的な評価を請け負うとともに、施工現場等での環境測定等も実施する。2) 環境保全用セラミックス触媒の製造・販売事業；産総研で開発されたセラミックス材料に関して製造・販売を行う。3) 研究開発事業；産総研との共同研究を実施するとともに共同特許を出願し次世代素材として当社で商品化を進める。

開発技術

－商品・サービスの内容－

部屋の臭いやシックハウス症候群の原因になるような、生活臭、細菌、有害物質などを除去するために空気清浄機や様々な薬剤が商品化されている。しかし、それらは電力を使用する、薬剤そのものに毒性がある、高価であるなどの問題も多い。これに対して光触媒を用いた環境浄化方法は太陽光や蛍光灯の光だけで特に動力を必要とせずに半永久的に空気中や水中の有害化学物質を分解除去する事が出来る。一方で光触媒は紫外光がないと機能しない、物質を活性炭のように吸着する事が出来ない、抗菌作用はあるが不十分であるなどの欠点もあり、その応用商品の拡大は思ったほど進んでいないのが現状である。そこで、当社は産総研

で開発された二酸化チタンを応用した多機能セラミックス触媒に関して技術指導を行うとともに商品化する。これは、滅菌性や漂白性にすぐれ、大腸菌やMRSA菌、藻を除去し、さらにタバコのヤニや様々な油汚れの除去などを短時間に行うことが出来る。応用としてクーリングタワーの藻の抑制、コンタクトレンズの洗浄剤、洗濯洗剤、食器や厨房器材の滅菌、食品の腐敗防止、カビ除去等が考えられ、その市場は非常に大きい。特に、従来の抗菌材料や漂白材料は、強い酸や塩素、毒性の高い薬品を使用した材料がほとんどで人体に関する危険性も大きい。しかし、新規材料は無機成分のみを用いた安全な物質であり、為害性もない。当社はこの新触媒に関する技術指導等を行い、製造・販売を行う。

●図 多機能セラミックス触媒の応用例



●会社概要

社名 : 株式会社ノナミサイエンス
 会社設立 : 平成14年10月
 資本金 : 1,000万円
 代表取締役社長 : 河村 正幸
 本社 : 名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2266-98
 産業技術総合研究所中部センター内
 連絡先 : TEL 052-739-3600
 FAX 052-739-2600

●主な事業内容

- ・テクニカルアドバイ事業
- ・環境保全用セラミックス触媒の製造・販売事業
- ・研究開発事業

平成14年度産業技術総合研究所国際シンポジウム 「ポストゲノム時代のバイオインフォマティクス」開催

平成14年度産総研国際シンポジウム「ポストゲノム時代のバイオインフォマティクス」が11月8日(金)、東京国際交流館において400名近くの参加者を得て活発な討議が行われ、また、ポスターセッションや懇親会も盛況に行われました。

ポストゲノム研究は、遺伝子の伝えるもの、すなわち、生命の仕組みを理解するのに役立つことはもちろんのこと、その波及効果として、病因解明とその対策、創薬など我々の健康増進や産業化に役立つことも期待され、今大変注目を浴びています。

本シンポジウムでは、そのポストゲノム研究に活用されているバイオインフォマティクスを主題としてとり上げ、世界の第一線で活躍している海外の研究者にその現状と見通しについて講演していただきました。

当日のプログラムは大きく3つのセッションからなっており、午前中、欧州バイオインフォマティクス研究所副所長のDr. Cameronから、データベース構築からユーザーへの提供までのプロセスの複雑化とこれからの役割の重要性に関する講演がありました。午後は、米国SEQUENOM社のDr. Cantorから、質量分析装置を用いた100万SNPの大量迅速解析処理システムの紹介と、[]

このシステムを用いた病態との関連についての話題提供がありました。午後の後半は、米国スクリプス研究所教授のDr. Wrightから、単独で存在する時には特定の構造を



持たないが、他のタンパク質と相互作用をした時に初めてきちんとした構造をとるタンパク質の存在に関する話題、米国カリフォルニア工科大教授のDr. Reesからは遺伝子の最終産物であるタンパク質の立体構造は遺伝子配列から予測されるのか、立体構造と機能はどう関係するか、こういった構造情報は薬物開発などにどう利用されるかといった話題についての講演が行われました。

今回のシンポジウムは、ポストゲノム研究におけるバイオインフォマティクスの現状と問題点の把握、今後の基礎的研究、開発的研究あるいは企業化に少しでも役立てていただけるものと期待しています。

なお、シンポジウム講演の詳細については下記URLをご参照ください。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021108/old_ev20021108/old_ev20021108.html

中部センター一般公開

11月16日(土)に産総研中部センターでは、「ようこそサイエンスアイランドへ!」をテーマに、「体験できる科学」と「おもしろ科学のお話」の2つを軸にした一般公開を行いました。

「体験できる科学」コーナーでは、「光触媒を知ろう」「泥を形にしよう」「ミルフォリガラス玉を作ってみよう」など12の参加型実験があり、「おもしろ科学のお話」では、ダイオキシン、地球温暖化、地震などをテーマにして、子供達が理解しやすく工夫した7つの講演がありました。

一般公開では、「骨をつくるって!?(おもしろ科学のお話)のように、宇宙・地球・生命の誕生から見た「骨」の歴史や人工骨(セラミック)の仕組みをクイズを交えて行うなど、身近な話題や親しみやすい方法による参加型の構成を工夫しています。また、研究の目的や成果、ひいては、産総研の在り方を地域の方々に、より理解してもらう良い機会となっています。



http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021116/old_ev20021116.html

「第4回福祉技術シンポジウム」開催

10月26日(土)、東京都千代田区第2電波ビルにおいて、産技連福祉技術部会および(財)日本産業技術振興協会の共催による「第4回福祉技術シンポジウム」が約100名の参加者を得て行われました。

まず、話題提供として産業安全研究所の池田氏から「人間と機器の共存を目的とする安全設計の考え方と手順」についての講演があり、続いて生活に密着した移動、装具、衣服、入浴、排泄、センサ・モニタリング関連の13件の一般講演がありました。部会総会では、経済産業省商務情報政策局サービス産業課の榎本係長から、サービス産業課の基本方針や各種の福祉関連事業の説明が、事務局からの活動方針の説明や活動報告がありました。

午後のポスター発表および試作品発表では、障害者用アームサイクル、多機能電動車椅子、各種自具など9件の発表がありました。開発機器を手で触って実感できることから、陳列した小ホールは参加者で溢れていました。また、特別講演では、特定非営利活動法人ヨットエイドジャパンの大塚代表から「障害者用ヨットの開発」と題し、障害者用ヨットの開発、それを使った実際のセーリングの体験談、制度の改正にまつわる今後の活動などについての講演がありました。



China Nanomat 2002 開催

11月3日(日)～5日(火)、中国・北京において、China Nanomat 2002が開催されました。



「世界の工場」を目指してナノテクを国家戦略に掲げる中国初のナノテク

フォーラムとして大変注目される中、各国機関やベンチャーキャピタルのナノテク研究・投資戦略等の講演と、約50機関の展示が行われました。産総研は、田中理事が講演を行い、展示ブースでは、ナノテクノロジー、光技術、エレクトロニクス各研究部門、シナジーマテリアル研究センターの各ユニットと産総研の概要の紹介を行いました。産総研職員の中国語による対応と中国語/英語併記パネルが大変好評で、中国企業から商業化の引き合いもありました。並行して行われた重要研究拠点(中国科学院、清華大学、北京大学等)の見学会では、中国政府のナノテクへの力の入れようを実感しました。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021103/old_ev20021103.html



第4回日韓科学技術フォーラム開催

11月18日(月)～20日(水)、日韓科学技術協力協定にもとづく第4回日韓科学技術フォーラムが東京国際交流館で両国から約40名の参加を得て開催されました。



18日は、共同議長である日本の興直孝科学技術振興事業団専務理事と韓国のCHOI Soo Hyun 科学技術企画評価院(KISTEP) 院長による基調講演があり、2つの分科会では、ライフサイエンスとナノテクノロジー分野の専門家による講演に引き続き、今後の研究協力スキームが議論され、19日の全体会議でその提言書が了承されました。ナノテクノロジー分科会にはコーディネータとして坂本国際部門次長、講師として八瀬光技術研究部門副部門長らが参加しました。また、20日は物質・材料研究機構と産総研の見学会も行われました。

今回の会議では、上記の技術分野で研究協力を今後さらに具体化していくことで日韓両国が基本的に合意しました。
http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021118/old_ev20021118.html



平成14年度産総研 関西センター研究講演会開催

11月7日(木)、池田市民文化会館において、産業界、大学、官公庁等から400名を超える参加者を得て、産総研関西センター研究講演会が開催されました。



今年度は、関西センターの重点領域から情報技術に焦点をあて、いわゆるITではなく「情報産業」という別の視点から産総研内外で行われている様々な研究にスポットを当て「情報産業と科学技術研究 - 暮らしの中の頼れる技術 - 」と題し、鳥居宏次奈良先端科学技術大学院大学学長による基調講演「情報産業と科学技術研究」、養老孟司北里大学教授・東京大学名誉教授による招待講演「情報産業と人間科学」、そして産総研で行われている研究を「情報技術と結ぶ科学技術研究」、「情報産業の中のソフトウェア」、「暮らしと情報」の3つのセッションに分けて講演を行いました。



KOCI(韓国産業技術研究会)-AIST 共同ワークショップ開催

11月19日(火)～20日(水)、韓国済州島において、産総研と韓国産業技術研究会(Korea Research Council for Industrial Science and Technology ; KOCI) の共同ワークショップが開催されました。

本ワークショップは、本年2月に調印された両機関の包括的研究協力覚書にもとづいて企画されたもので、韓国側からはWon-Hoon PARK KOCI理事長、傘下7研究所の所長、研究者など50人、産総研からは吉川理事長、吉海理事、曾我理事など12名が参加し、研究管理・評価・協力等についての5つのセッションの講演と討議を行いました。

20日には、吉川理事長、吉海理事、宮本国際部門長、谷口企画主幹がソウルでYoung-Bok CHAE韓国科学技術大臣と会見し、産業界技術分野の研究開発に関して意見交換を行いました。



http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021119/old_ev20021119.html

お詫びと訂正 AIST Today 2002.12 (Vol.2 No.12) に誤りがありました。ここにお詫びして訂正いたします。

ページおよび記事	誤	正
20P スキーマインターフェース	(本文右列 18行目) それは AI アルコキシド	→ それは AI アルコキシド
39P 中国センター URL	http://www.gsj.jp/Info/event/2002/niigata/niigata.html	→ http://unit.aist.go.jp/chugoku/ibe/koukai_14.html
40P 東北産業技術交流会 URL	http://unit.aist.go.jp/eutech/eufuel/fbc16/index.htm	→ http://unit.aist.go.jp/tohoku/new/event/ev20021003-end-j.html

文字の読みやすさに関する研究フォーラム開催

11月29日(金)、つくばセンター共用講堂において、人間福祉医工学研究部門主催の第4回研究フォーラム「文字の読みやすさに関わる視環境と視覚特性」が100名を越える参加者を得て開催されました。所内外の研究者から、文字の読みやすさを決定する諸要因について



についての研究と、それに基づく評価法などの考え方や提案が行われました。

文字の読みやすさは、あらゆる工業製品における文字表示や、それを維持する照明設計などに密接に関係しており、読みやすさを改善する方法論や規格に対する社会的関心とニーズが高いことから、特に企業から多くの参加があり、各講演者には多くの質疑がされました。

人間福祉医工学研究部門では現在、文字の読みやすさに対する基準についてJIS化を進めており、今回の研究フォーラムでの議論を、今後の活動に展開していきます。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2002/ev20021129/old_ev20021130.html

「最新地質図発表会」開催

11月27日(水)、東京都北区の北とびあ展示ホールにおいて、地質調査総合センター主催の「最新地質図発表会」を開催しました。



今年、20万分の1地質図幅「甲府」など19種類の地質図を展示し、著者(研究者)が地質コンサルタントの方から一般の方までの要望に応える形で、より詳細かつ具体的な解説を行いました。

●出展地質図類; 1/20万「甲府」「岡山・丸亀」、1/5万「千蔵」「三条」「川前・井出」「大宮」「西津」「白馬岳」、「能登半島西方表層堆積図」、「福岡地域重力図」、「由利原地域空中磁気異常図」、活構造図「京都(第2版)」、「東アジア地質災害図」、CD-ROM「富士火山」「地熱資源図」「東・東南アジア都市域地球科学データ」「東アジア磁気異常図」「韓国南部地球科学図集」「1/20万地質図幅集 Ver.2.0」



<http://www.aist.go.jp/GSJ/Info/event/2002/shinsaku/newmap.html>



科学技術振興調整費(戦略的研究拠点育成)

「ベンチャー開発戦略研究センター」キックオフ・シンポジウム

— 技術シーズを起業につなぐ研究システム改革にむけて —

このシンポジウムは、本センターの目指す「公的研究機関の技術シーズをもとにしたベンチャー起業化システムの確立と創業支援体制整備」の重要性と、本センターの構想についてより深い理解を得るために開催するものです。

●日時: 2003年1月27日(月) 13:30-19:30

●場所: 東京會館(丸の内) 12階 ロイヤルルーム

●プログラム(本誌発行後の変更は下記URLにて確認ください。)

13:30-13:50 開会の挨拶

吉川 弘之 (産総研理事長・ベンチャー開発戦略研究センター長)

山元 孝二 (文部科学省科学技術・学術政策局 局長)

中村 薫 (経済産業省産業技術環境局 局長)

13:50-14:10

「ベンチャー開発戦略研究センターへの期待と注文」

榊原 清則 (慶應義塾大学総合政策学部 教授)

14:10-15:00

「フィンランドにおける起業支援のための公的ファイナンス」

Dr. Hannu Hanhijarvi (Director of Life Sciences, Finnish National Fund for Research and Development (SITRA), Finland)

15:00-15:15

休憩

15:15-16:00

「21世紀の新しいベンチャービジネスモデル—シリコンバレーからの提言—」

井手 祐二 (PIXERA Corporation 社長兼 CEO, USA)

16:00-16:45

「日本のスタートアップスに求められるもの」

大滝 義博((株)バイオフロンティアパートナーズ 代表取締役社長)

16:45-17:10

「ベンチャー開発戦略研究センターの構想」

吉海 正憲 (産総研理事・ベンチャー開発戦略研究センター次長)

17:10-17:20 閉会の挨拶

平石 次郎 (産総研副理事長)

17:30-19:30 懇親会

◆問い合わせ先

「ベンチャー開発戦略研究センター」

キックオフ・シンポジウム事務局

TEL: 03-5288-6871 FAX: 03-5288-6869

E-mail: incs-sympo@m.aist.go.jp

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2003/ev20030127/20030127.html

期間	件名	開催地	問い合わせ先
1 January			
14～15日	資源開発と地域社会に関する国際円卓会議 [Round Table Meeting on Good Practice and Effective Methods on Risk Communication Between Mineral Property Developers and Local Communities]	つくば	0298-61-2402●
15日	基礎素材研究部門平成14年度第3回研究発表会 サステナブルマテリアルの創製を目指して	福岡	0942-81-3606●
16～17日	計測標準研究部門第3回成果発表会	つくば	0298-61-4120●
20日	第1回環境調和技術研究部門研究発表会 –グリーンケミカルプロセスの構築を目指して–	東京	0298-61-4456●
22日	第12回公開地質セミナー	札幌	011-709-1812●
23日	関西圏元気づくりフォーラム	大阪	06-6347-1932
24日	第2回環境管理研究部門・化学物質リスク管理研究センター研究講演会	東京	0298-61-8300●
27日	「ベンチャー開発戦略研究センター」キックオフ・シンポジウム –技術シーズを起業につなぐ研究システム改革–	東京	03-5288-6871●
27～28日	2002中小企業ビジネスフェア in サッポロ	札幌	011-709-2311
30日	第2回つくばテクノロジーショーケース	つくば	0298-61-1206
31日	基礎素材研究部門 第4回 研究講演会 「明日を支える材料技術」	広島	0823-72-1903●
2 February			
6日	加速型生物機能構築技術（タイムマシンバイオ）プロジェクト成果報告会	東京	03-3595-0371
7日	平成14年度産業技術総合研究所九州センター研究講演会	福岡	0942-81-3606●
7日	第38回表面科学研究会	池田	072-751-9535●
20～21日	International Super-RENS and Plasmon Science & Technology Symposium (ISPS2003)	つくば	0298-61-2924●
24～25日	International Symposium of Synthetic Nano-Function Materials Project 2003	千葉	0298-61-5000●
26～27日	2003中小企業ビジネスフェア in 中国	広島	082-224-5661
26～28日	nano tech 2003 + Future	千葉	03-3987-9389
28日	産総研・光反応制御研究センター第2回研究発表講演会 –21世紀を拓く光反応制御技術–	つくば	0298-61-4688●
3 March			
4～7日	第7回グローバル・グリッド・フォーラム (GGF7)	東京	+1-630-252-4679
5日	「計量標準100周年」第1回記念シンポジウム	つくば	0298-61-4120●
6～7日	Nanoarchitectonics Workshop 2003 (界面ナノアーキテクニクス国際ワークショップ) "Nano-Space Engineering for Nanoarchitectonics"	つくば	0298-61-9386●
11～13日	8th International Conference on Atmospheric Science and Applications to Air Quality	つくば	0298-61-8305●
13日	第1回産総研化学センサ国際ワークショップ	名古屋	052-736-7121●
13～15日	グリーン・サステナブルケミストリー第1回国際会議 (GSC TOKYO 2003)	東京	03-5282-7866
5 May			
20日	「計量標準100周年」記念シンポジウム・記念式典・祝賀会	東京	0298-61-4120●

AIST Today
2003.01 Vol.3 No.1
(通巻24号)
 平成15年1月1日発行

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所 成果普及部門広報出版部出版室
 〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3
 Tel 0298-61-4128 Fax 0298-61-4129 E-mail prpub@m.aist.go.jp
 ※平成15年1月11日よりつくばセンターの局番が変更になります。
 現在：0298-△△-□□□□ 変更後：029-8△△-□□□□

- 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。

産総研ホームページ <http://www.aist.go.jp/>