

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

3

2008
March

Vol.8 No.3

特集

02 第5回産総研運営諮問会議を開催

08 サービス工学の新たな展開

“経験と勘”に頼るサービスから“科学的・工学的手法”へ

22 本格研究 理念から実践へ

アジアにおける関節治療への貢献を目指して
角度標準を搭載したロータリエンコーダ

リサーチ・ホットライン

- 26 単一の遺伝子導入でヒト間葉系幹細胞を活性化
幹細胞を用いた再生医療の拡大
- 27 イオン液体を用いたガス分離・精製技術の開発
特異的な酸性ガス吸収現象を利用した地球温暖化対策技術
- 28 単結晶マンガン酸リチウムのナノワイヤーを作製
高速で充放電が可能なリチウムイオン電池の低コスト正極として有望
- 29 同位体希釈質量分析法によるDNAの定量
国際単位系(SI)にトレーサブルな高精度定量法の開発

パテント・インフォ

- 30 パスワード認証装置および認証方法
入力する手の動きを盗み見されても暗証番号の推測は困難
- 31 新しい水素製造方法の開発
炭化水素からCO₂を排出しないで水素を製造できる触媒

テクノ・インフラ

- 32 放射能標準における遠隔校正
速く、安く、安全、便利な遠隔校正の実現と研究開発の進展

リサーチ・トピックス

- 33 「今年のロボット」大賞2007 優秀賞
国際標準準拠のRTミドルウェア(OpenRTM-aist-0.4.0)



第5回産総研運営諮問会議を開催



産総研は、「持続発展可能な社会の実現」に向け、わが国の産業技術水準を向上させ社会発展に寄与することを目的としています。その目的に向け、産総研が如何なる戦略路線で研究活動・研究運営を推進していくかについて、運営諮問会議では、国内外各界の指導的有識者をメンバーとし、外部の視点から総合的に検討および助言をしています。第1期は、4年間で3回の会議を開催しました。第2期においては、隔年で開催しており、すでに1年目に4回目を開催しました。本年度は、第2期の中間点を迎えた3年目に当たり、第5回目となる会議を、2007年11月28日～29日の2日間、つくば本部・情報技術共同研究棟1階ネットワーク会議室にて開催しました。今回の会議は、産総研の第2期研究戦略の展開状況について、「これまでの成果と今後の研究推進マネジメントの進化に向けて」をテーマに討議が行われ、また、グループに分かれての5カ所の研究現場視察を行い、現場の研究者との意見交換も行われました。ここに会議の概要と各委員からの主なコメント・助言を報告します。

表1 運営諮問会議委員

小宮山 宏(議長)	東京大学 総長
麻生 渡	福岡県知事
伊佐山 建志	カーライル・ジャパン・エルエルシー 会長
歌田 勝弘	味の素株式会社 特別顧問
内ヶ崎 功	日立化成工業株式会社 相談役
中西 友子	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
野中 ともよ	特定非営利活動法人 金融知力普及協会 理事
Lord Broers*	President, Royal Academy of Engineering, UK
Hans-Jörg Bullinger**	President, Fraunhofer-Gesellschaft, Germany
Geoff Garrett*	Chief Executive, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia
Binglin Gu*	President, Tsinghua University, China
Richard K. Lester	Professor, Nuclear Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology (MIT) and Founding Director, MIT Industrial Performance Center, USA
Sakarindr Bhumiratana	President, National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand
Hratch G. Semerjian	President and Executive Director, The Council for Chemical Research, USA

(*: 欠席 ** : 11月8日に来訪され、事前に議論を行いました)

表2 プログラム

1日目：2007年11月28日(水)	
9:30	開会(吉川理事長挨拶)
9:50	これまでの主な成果、評価、および今後の取組み(吉川理事長)
10:10	産総研の研究推進マネジメントおよび研究内容について(脇本理事)
10:20	産業政策の地域展開への貢献(加藤理事)
10:45	意見交換
12:00	昼食
13:00	研究現場の視察と研究者との意見交換
14:40	これまでの取組みの成果と今後の研究推進マネジメントの進化について(イノベーション推進担当理事)
	・産総研におけるイノベーション戦略(伊藤理事)
	・産業の立ち上がり期でのハブ機能を如何に発揮するか～ナノテクノロジー分野での組織的取組み事例～(一村理事)
	・エネルギー研究推進におけるイノベーションハブ機能の発揮(山崎理事)
16:30	意見交換
19:00	夕食会
2日目：2007年11月29日(木)	
9:30	法令遵守およびリスク管理の徹底(古賀理事)
9:50	意見交換
10:50	全体会議
12:00	閉会(吉川理事長)

表3 第5回産総研運営諮問会議における論点

●これまでの主な成果、評価、および今後の取組み(吉川理事長)

1. これまでの主な成果と評価について
 - ・ 15研究所の壁を取り払ったことによる研究者・研究内容の融合の進展について
 - ・ 研究推進の内容は出口を見据えた骨太なものになってきているか
 - ・ 産業界とのネットワーク強化
2. 研究開発独法の評価のあり方
 - ・ 目標達成度に加え、取組みや検討プロセスを総合的に考慮した評価法の重要性
 - ・ アウトプットと経済的なインパクトを合わせた評価法の開発
3. 産業技術人材の育成への取組み
 - ・ 大学等教育機関、産業界などとの役割分担も踏まえた産総研における人材育成
 - ・ 内部人材の育成確保
4. 今後、産総研が果たすべき役割の方向
 - ・ 成果の社会への還元
 - ・ イノベーション創出
 - ・ 研究開発システム等に係る制度、仕組み等の提言など



●産総研の研究推進マネジメントおよび研究内容について(脇本理事)

1. 研究資源を戦略的に配分するための取組みの妥当性
2. 今後の研究推進にあたって重要な視点
 - ・ 安全・安心、サービス工学的アプローチの必要性など新たな研究領域創世に向けた取組みなど
3. 「Cool Earth50」、エコ・イノベーションの推進という政策目標に対しての産総研の研究開発・成果の社会還元・リーダーシップの方針



●産業政策の地域展開への貢献(加藤理事)

1. 地域センターが担う2つの役割・機能のバランス
 - ・ 限られたリソースの中で世界水準の研究開発を実施
 - ・ 地域の産学官との連携強化のために必要なイノベーションハブ機能を効率的・効果的に推進する方策
2. 各地域センターにおける研究開発の重点化の方向性の妥当性



●これまでの取組みの成果と今後の研究推進マネジメントの進化について(伊藤理事、一村理事、山崎理事)

I. 産総研におけるイノベーション戦略(伊藤理事)

1. イノベーションハブ戦略
 - ・ イノベーション創出への取組み
 - ・ ナショナルイノベーションシステム(大学、産業界、政策当局、公的研究機関等を結ぶ結節点の役割)の中核を担うことを目指す
2. イノベーションの推進体制等
 - ・ イノベーションの推進体制強化(産業技術アーキテクトおよびイノベーション推進室の新設など)
 - ・ 各種施策への資源配分法の妥当性



II. 産業の立ち上がり期でのハブ機能を如何に発揮するか ~ナノテクノロジー分野での組織的取組み事例~ (一村理事)

ナノテクノロジーの産業化に向けた産総研としての役割

1. カーボンナノチューブ、有機ナノチューブ等の研究開発
2. リスク評価に向けた研究開発の推進
3. 標準化に向けた国内外における取組み



III. エネルギー研究推進におけるイノベーションハブ機能の発揮(山崎理事)

個別の研究課題への取組みと共に、標準化・評価・材料データベースの整備などエネルギー研究推進における産総研の取組みへの評価

1. 標準化・評価研究等産業基盤の確立：太陽電池
2. 国際的なネットワーク形成：バイオマス研究
3. 革新的エネルギー開発のための基礎研究の実施：燃料電池



●法令遵守およびリスク管理の徹底(古賀理事)

1. 産総研における取組みの不十分さおよび改善点
2. 研究者1人1人に研究倫理や法令遵守の精神の徹底について



運営諮問会議の概要

今回の第5回運営諮問会議は第2期に入って2回目にあたり、国内の大学、企業、地方自治体から7名、外国の大学、公的研究機関から3名の計10名の外部委員を迎え(表1)、理事長を初めとして、担当理事が発表を行いました。運営諮問会議における諮問の論点は表3の通りで、これらの論点について各委員と討議を行い

ました。会議は1日半の日程で(表2)、初日午前中は、吉川理事長から、これまでの主な成果、評価、および今後の取組みについて、続けて脇本理事、加藤理事により産総研の研究推進のあり方や地域展開について発表がなされ、午後は、研究現場の視察が行われました(7ページコラム)。この後、伊藤理事、一村理事、山崎理事により、産総研におけるイノベー

ションハブ戦略について、基本的な戦略や具体的な取組み事例としてナノテクノロジーやエネルギー関連の説明がされました。会議2日目は、最初に古賀理事よりコンプライアンスおよびリスク管理について説明があり、最後に2日間に及ぶ会議の内容を踏まえて、各委員から産総研の研究活動・運営に関するコメント・助言を頂きました。

小宮山 宏 委員(議長)

現在、日本に限らず世界で必要とされることを把握し、産総研が基礎研究と産業間を繋ぐ役割を実行することが、産総研の活性化に繋がるワーキングモデルであり、本格研究であると思います。ナノカーボン研究センターのカーボンナノチューブの大量合成、そして計測標準研究部門のナノメートル標準を見学しましたが、素晴らしかったです。これ



らの成果は、良い種の第1種基礎研究が基盤としてあり、第2種基礎研究を行う背景が日本にあったためだと思いますが、本格研究のコンセプトがあったからこそ素晴

らしい成果が出たと確信しています。

東京大学では、自律分散協調系と知の構造化という2つのワーキングモデルを進めています。しかし、新しい組織の形態を持ち込むことは非常に大変です。特に組織の変更時期における運営管理方法(変更管理)が現在の課題ですが、産総研も変更管理の途上にあると感じました。また、外部連携に関して、産総研が新たに提示した立体的な連携を作ることに、具体的な実行が非常に大変だと感じました。これにはトップの強い意志と、優れた実行担当者が必要であると思います。

エネルギー技術の研究は非常に重要でシーズ由来の研究よりは、政策的要素が強く、産総研の全6分野にも関わってくると思います。今、エネルギーは世界中で多くの研究者が研究しておりますが、これに対する産総研の人的資源の配置は非常に重要だと思いま

す。また、産総研の描く政策に対し、バイオマスの方向性など検討の必要性を感じる面もありますが、概ね正しい方向に向かっていると思います。しかし、この政策に対しての産総研の対応、すなわち職員出向などで政策立案に携わるなど、どのレベルで対応するのが重要だと考えます。

一方、ポストクのための大学、AIST School of Innovationですが、良い人材育成の場に成り得ると思います。東大でも近い事例がありますが、そこでは先生と学生の区別がありません。なぜなら、新しい取組みに対し、カリキュラムを作り、学科が出来て動き出す頃には、それを必要とした時期から10年は遅れます。したがって、カリキュラムがない今だから、先生・生徒の区別なく互いに啓発しあいつつ進めることが重要なのではないかと考えています。

麻生 渡 委員

福岡県では、クラスター政策としてLSI、バイオ、水素エネルギーなどを進めています。特に水素エネルギーについては、現在、九州大学の敷地内に産総研が研究施設を設置するという新しいスタイルで、水素プロジェクト全体の中で最も中核的な研究開発について世界水準に引き上げる試みが行われています。すなわち我々地域が、世界的な産業拠点としての水素エネルギー拠点をこのように取組みについて一段と力を入れていただきたいと思っています。

産総研は、地域資源のみならず、全体的な戦略の中で各課題を明確に担うことになりました。これで明らかに産総研地域センターの研究も世界最先端の研究を目指した水準の高い研究に移行したと思います。やはり先端研究を特定の分野で行うことは非常に大事なことです。地域振興に関し、グローバル・エコノミーの中で競争力のある産業を作らなければ、地域は繁栄しないと考えています。その場合、最先端の研究開発を応用し、実際に使うことが不可欠です。そこで、各地域センターは、単にそれぞれの地域センターの研究成果をそれぞれの地域に還元するという考え方で

はなく、産総研全体の優れた研究開発成果を各地域に展開する窓口になって欲しいと思います。例えば、福岡県がさまざまな産業クラスター政策を推進していくなかで、産総研九州センターの研究と直接重ならない部分もありますが、産総研全体として見た場合、幅広い研究を行っているのですから、産総研九州センターが当該分野の連携のため地域に対する支援の窓口になっていただきたいと思っています。



伊佐山 建志 委員

日産の改革と産総研の改革では、類似点が多いと感じています。ただし日産では、常時数値目標化し、非常に分かりやすい形で世の中に問うているのに対し、産総研では特に産業界への貢献が少ないことが率直な印象です。さまざまな優れた成果を挙げているので、社会に向け十分に可視化することを意識すべきだと感じます。改革とは、



2段階あり、初めは効率化の改革、合理化です。合理化には、客観的と主観的な合理化がありますが、客観的な合理化には如何に競争力を強化するかが重要です。この部分においては、産総研は我々企業では出来ない総合的な力を有していることは分かりました。しかし、どこまで力があるかが分からないので、可視化して欲しいと思います。それにより、産業界との距離が縮まると思います。主観的な部分は、数値化できない競争力の強化です。例えば、研究員のモチベーションや離職率などが挙げられますが、これは構成員が変えるものであり、その工夫を如何にしているかを、可視化して欲しいと思います。

一方、第2段階目は、第1段階目を踏まえて、持続可能な成長実現のための改革です。非常に端的に言うと、差別化です。ほかと違うものを実現する力があることを、如何に現実のものにするかが2段階目の改革だと思っています。ただし、第1段階のベースを常に強化して初めて第2段階が生きてくると考えています。産総研は、企業には出来ない、そして良いと思っても確認できない基礎的な部分を研究しています。したがってこれまでの改革の成果を是非見える形で我々に提示していただきたいと思っています。実績があれば、おのずと結果はついてくると思っています。

歌田 勝弘 委員

前回の会議の際は、研究員、研究所のあり方として、オートノミーを強く意識した

マネジメント、ガバナンスに力を入れていたと感じました。今回は、現実の中で、夢から悪夢の段階に入ったと言われましたが、本格研究を行うにあたり、ミッション

や戦略的な面が非常に強く出てきたと思います。例えば、イノベーション、連携、評価、ベンチャーなどの戦略面に相当力が入っていると思います。

一方、産総研が世間をどう見ているのか、どれだけ理解しているのかが、産業界から見えてきません。連携やコミュニケーション、人材交流をさらに進める必要があると

感じます。すなわち大学や行政との間では人材交流があるものの、企業との間では交流がほとんどないので、共同研究などの面でさらに繋がりをつける必要があ



内ヶ崎 功 委員

現在産総研は経済産業省の第2期中期計画に基づき運営されており、イノベーション・スーパーハイウェイ構想達成の中核を担うのは産総研であると強く感じます。この場合、地域センターをスーパーハイウェイ構想に結び付け、研究テーマをさらに充実させることが必要であると思います。地域再生の問題、すなわち各地に点在する公設機関を如何に活性化するのは、国全体の問題ですが、そのリーダーシップを取れるのは産総研しかないと思います。ほかの機関、他部門に対して活発な提言を行い、スーパーハイウェイ構想実現に向けた産総研を柱とした組織運営を期待します。

産総研のもう1つの大きな役割として、人材育成の長期戦略があります。吉川理事長

だと思います。言い難いのですが、官僚臭がまだ抜けておらず、企業から見ると、部外者は口出し難い雰囲気があるようです。また、ベンチャー育成などにも是非力を入れていただくことは国民的にも非常に大事なことだと思います。

独法化した公的研究所としてのあり方として、大学とは差別化を図り、基礎研究はもちろん必要ですが、戦略的研究の面をより強く打ち出していくべきだと思います。この場合、地球温暖化の環境問題、エネルギーの問題、あるいは食料の問題、生命・健康の問題など

の大学院構想やイノベーター教育の問題など、AIST School of Innovation構想が、既にここまで具体化していることに敬意を表する次第です。ポストドクのあり方は企業も見直す時期に来ていますが、実態は全く動いておらず、是非実現していただきたい内容だと思います。

悪夢は研究者にとって、技術発展のネタであり、突破するための楽しみだと思います。例えば見学したスピントロニクス素子やカーボンナノチューブの大量生産では見事に悪夢を克服しています。私は、これらモデルを積み上げていくことで新たな産総研のビジネスモデルが出来ると感じます。ただし、産業技術アーキテクト職や研究コーディネーター職が設置されていますが、これらビジネスモデルの積み上げには少なくとも、この10倍くらいの人数を組織運営に当てないと、技術と市

の課題に向かって戦略的な研究を進めることが望ましいと思います。さらに経済産業省向きより、産業界や国民、消費者に向けて力を入れていただきたいと思います。

最後に、縦割りになりがちな研究ですが、ユニット間の融合も大事であり、他省庁の研究所との連携も必要だと思います。その点で九州センターは非常に良い例であり、先端技術の事業化、産業化に関しては、クラスターが非常に大きな働きをするので、産総研には、各地域のクラスターの中心的存在になっていただきたいと思います。

場との間の最終的な橋渡しは難しいと感じます。この場合、人格的にも経験的にも加えて知識の豊富な民間人が適任ではと思います。

産総研の姿、すなわち研究開発の見える化の必要性を感じました。そのためには、例えば産総研の収穫祭を定期的に独自で開催し、民間を招待する方法があると思います。特に地域では、中小企業が技術や情報に飢えています。また、人材交流の問題では、民間企業との活性化を意識し、人脈を築くことが必要であると思います。したがって、法人の理事9人の方には、どんどん民間の方へ出ていただき、さまざまなルート開拓を行い、次世代の運営に役立ててもらいたいと思います。



中西 友子 委員

イノベーション創出における産総研の位置付けですが、産業界は既存技術を基盤にしないとイノベーションはできません。また大学は次世代イノベーションのための種を作る場所です。そして産総研は産業界と大学の間を取り持つ、つまり、将来産業になる芽を選んで育てるという極めて重要な位置付けにあると思います。例えばナノテク推進と言われてかなり時間が経ちますが、多くのプロジェクトが進められている割には、実用化技術がまだはっきり見えてきていないと思います。その理由としては、

具体的に産業に持つていくためには研究をもう一步進める必要があるからだと思いますし、また新しい技術がゆえに難しい点が多いのでは



ないかとも思われます。今後、何が本当に技術として実用化されていくかについて精査する役割を担うのが産総研だと思います。つまり、産業界が手を出せるように「技術を仕立て上げること」が産総研の大きな役割の1つだと思います。

これだけ多くの分野の研究者を抱えている研究機関は産総研のほかにはないと思います。企業が細かく分社化する中、環境分野をはじめとして総合力が物を言う分野が増えている昨今、産総研への期待は益々大きくなると思います。ただ、研究内容についてですが、ほかの研究所のテーマと同じものがあるかと思えます。その場合、産総研独自で行うのか、共同で行うのかの判断も含め、どのように進めるべきかについての検討が必要だと思います。そのようなテーマでは個々にもう少し踏み込んでテーマの位置付けをしっかりといただければと思います。

日本では標準と言うと、標準試験やJISだけが連想されがちですが、国の技術力を

支えているのは、広い分野での標準技術だと思います。アメリカは標準技術の大切さをよく分かっているのでそれだけで1つの研究所(NIST)があるほどです。この分野は地味で派手さはありませんが、産総研は国の標準を作っている唯一の機関ですのでしっかり支えてほしいと思います。

産総研は学生を抱えていないので研究所内で人を育てるのか、育った人を採用するかの判断があると思います。しかし、ある程度人材育成の組織立てをしていくべきではないかと思えます。研究計画論、フォローの仕方、プレゼンの仕方など、off the job trainingをすることを考えても良いのではないかと思えます。また、運営論や研究開発の方法論など組織論も必要だと思います。チームをいかにリードするか、組織の中でどう生きるのか、社会とどう向き合うのか、いかにうまく研究費を使うのかという財政論も含めたマネジメントなどについてもカリキュラムを作って実行していただきたいと思います。

野中 ともよ 委員

公的研究機関という視点において、2001年に工業技術院の15の異文化（異なる研究所）が産総研として1つになったとき、産総研の研究を個々の産業としても生産性の向上に繋げるようにする、また、各研究ユニットに対して社会的ピアレビューを行うことや、研究の社会的インパクトを適切に評価する方法を作ることがミッションとして挙げられました。この第1フェーズは、既にクリアしていると思います。ですから、第2フェーズでは、工技院時代の15研究所の中の人的資源のマネジメントや、納税者への説明責任だけにとらわれている暇はないという危機



感を持っています。日本は既に人口の減少と高齢化がもたらす大きな社会構造変化への対応問題を抱えています。21世紀に実際に国際競争の中で何をすべきか。ローマテリアルには乏しく、食糧自給率も4割を切る国に成り下がっています。そのような時代にあって、産総研が取り組むべきミッションは、大企業、中小企業、ベンチャー企業それぞれとの積極的な協力・援助・対話など、21世紀に世界の中で、どんな国としてリーダーシップを発揮していけるのか、生きていけるのか。しかし、これらのニーズとそれを解決していく産総研全体のマネジメントを一緒に議論している暇はありません。産総研は、日本における独立行政法人の研究機関として最大であり、極めて重要な科学技術の先端だけでなく基礎も担う研究所として、世界トップのポジションにある。だからこそ、もっと過激にそのミッショ

ンを進めてほしいと考えます。地域的な視点と共に、地球的、巨視的な視点をすべて併せ持ったマネジメントをいかにして実行するか。つまり地域では地域産業振興のため触媒としての役目を果たした上で、地域産業の起業、それが世界レベルの産業発展に繋がっていく、という視野が欲しいと思います。第2フェーズでは、産総研が公的機関として、各ミッションを共通項の評価軸で平等性を担保するなどという、近視眼的あるいは、いわゆる旧来型の霞ヶ関的な評価論は、もうやめにして、日本が最先端に行く技術分野の重点課題を掲げて、産総研の独自性を前面に出し、世界の司令塔としての積極的なマネジメントを是非とも実現していただきたいと思います。それが、納税者への何よりの説明責任を果たすことだと考えます。

Richard K. Lester 委員

産総研の運営戦略として、産総研は何をすべきか？産総研の存立基盤は何なのかを理解する必要があると思います。これは明確でほかとは異なる特定のミッションであるすべての産業界の重心移動を促す研究の実施と、ミッション自体の区別ではなく、すべてにおいてエクセレンスとクオリティであり、ほかとは非常に異なる産総研の差別化だと思っています。その中で、産業技術アーキテクトは、産総研で重要な役割を担っており、人材開発すべき対象だと思います。ただし、すべての状況で必ずしも重要であるわけではありません。ある大きな成功を取めた研究室では、かなり明確なロードマップがありました。ロードマップで示されたいくつかの課題はそれぞれ非常に困難でありましたが、イノベーションプロセス

の複数の目標が非常に明確でした。しかし、イノベーションの目標が明確ではない状況では、基礎科学の視点と産業の視点を併せ持つ産業技術アーキテクトの役割が極めて重要です。先進諸国において、さらなる成功を取めるためには産業技術アーキテクトが、消費者の視点をイノベーションに取り入れる必要があると思います。ただ、プロジェクト管理のスキルとは全く異なるため、産総研は、組織内で積極的にこのようなスタッフを訓練し、評価することが大切です。

一方、産総研は多種多様のイノベーションシステムへの参加者であると同時に、デザイナーの役割もあります。しかも、これらのシステムは、ある程度自立形成しつつあります。したがって、大きなシステムの枠組みの中で、その機能を理解する能力を開発し、産総研の貢献がどのように影響するのか、どのような結果を



もたらすのかを把握しなくてはならないと思います。そのためには、組織内にこれらの一連の能力、一連の分析スキルが必要であります。もし、このようなスキルが組織内にまだなければ、積極的にアプローチし、身につけることが重要だと思います。

産総研は、宝だと思います。基礎知識の創出とその知識を社会の実際の問題に応用することは、非常に価値のあることで、効率的に広範囲に実施しているのは世界でも数少ないと思います。私の組織では、こうした類いを崇高な目標としています。こうした崇高な目標は、ほかの重要ではない目標に変えるのではなく、さらに磨くことが重要だと思います。

Sakarindr Bhumiratana 委員

吉川理事長の産総研をポストクの研究の場として広く門戸を開放する考え方は非常にすばらしいと思います。産総研に所属したポストクは多くの成果を上げており、将来彼らは世界中で大いに活躍すると期待されます。これは、どの国



にも大きな利益です。少なくともタイにとって非常に大切な存在であることは確かなことです。死の谷や悪夢について皆さんはいろいろと発言されましたが、視察したユーザー指向のロボットアーキテクチャの研究やカーボンナノチューブの大量合成の研究を見るかぎり、見事に克服できているように見受けられます。もちろん、これらの研究ユニットは優れた研究ユニットであり、残りの54研究ユニットの取組みは分かりませんが、おそらく10程度の研究ユニットはそうであると確

信しています。ただし、吉川理事長が提案されている新しいタイプの出版物が将来重要な評価基準になるという点についてやや疑問があります。私は、一般国民に浸透して実用化されることから推し量る波及効果や利益以外に適切な評価基準が思いつきません。最後に、倫理やリスク管理についての議論で、報告事項すべてを研究者へ伝えることが非常に大切です。産総研は、十分機能していると思います。

Hratch G. Semerjian委員

この数年、組織が大幅に変化し、産総研は非常に成長したと思います。そして産総研の技術は卓越した最高レベルであることは間違い無く、日本の経済繁栄に不可欠な資源であると同時に世界のリーダーでもあると思います。一方で産総研は成長しましたが、今後いかなる存立基盤を果たしていくのか、明確で良く見えるミッションが必要だと思います。



理事長が強調されているオープンイノ

ベーションと自由思想を奨励する適切な環境の提供は称賛すべきものであると思います。しかし、管理職が与える指針が実際に戦略的なものになりすぎたマイクロマネジメントにならないことを希望します。産総研の戦略的な指針は、国家の優先事項を主体に進めなければならないと思います。

日本の産業界の視点から、科学面の課題や研究面の課題がある場合に目指す場所が産総研であると思います。産業界とのより密接な連携が産総研の将来にとっても非常に重要です。自由思想と過剰管理とのバランスがうまく取れるようにすることです。また、国際舞台での連携では、各分野の競争が激化する中、作業分担的連携を

もって和合し、良い成果を出す必要があると思います。すなわち新技術の開発というよりもスタンダードに関する競争前の問題に対処する場合、作業分担のような共同作業は競争や技術に影響せず、競争と連携の和合が図れます。

また、人材問題やポストドクを重視していることを非常に評価します。AIST School of Innovationは、産総研およびポストドクの両方において有益であり、社会の経済や繁栄に貢献する科学者や研究者、エンジニアを集めた将来の組織に備えるのに非常に大切なことだと思います。ただ、産総研は日本や国際舞台で高く評価されており、ポストドクの人材育成についても侮らないように注意して欲しいと思います。

吉川 弘之 理事長

今回、お忙しい中おいでいただき、また非常に理解の深い御意見を頂き、大変感謝申し上げます。例えば、マネジメント上についても多くのことが未解決であることに気付かされました。度々出てきた存立基盤として産総研が1つの公的法人として世界に存在している意義は何なのかを、もっ

と明確にすべきとの御意見をいただきました。これは未だ1つの塊として出ていないことを意味しており、産総研の可視化が必要であると感じました。すなわち、今まで日々1つ1つ積み上げてきたことをまとめ、目に見える形にして社会にメッセージを発する時期が正に今来たのだと思います。ただし、単に見えれば良いのではなく、見えることによって、成果が社会に出

て行くようにすることが、社会に求められる産総研の大きなミッションだと改めて感じました。今後AIST School of Innovationの創設や新ジャーナル（Synthesiology）の発行も含め、新たな流れを作っていこうと強く考えた次第です。



ユーザー指向ロボットアーキテクチャの開発



世界最高性能スピントロニクス素子の開発



カーボンナノチューブの革新的大量合成技術



活断層調査



ナノメートル標準の供給

3つのグループで行った現場視察

産総研は、2006年12月1日にイノベーション創出実現に向けた体制変革を行い、産業技術アーキテクト職、およびイノベーション推進室、そして3名の理事が経営の立場からのイノベーション推進を担当することになりました。今回は、これらの体制変革を通じてイノベーションハブ機能強化に向けた産総研の取組みを、実際の研究現場で視察していただくと同時に活発な議論の場を設けました。視察は、世界最高性能スピントロニクス素子の開発（エレクトロニクス研究部門スピントロニクス研究グループ）、ユーザー指向ロボットアーキテクチャの開発（知能システム研究部門ヒューマノイド研究グループ）、活断層調査－安全安心な社会構築を目指した地質学的調査・研究（活断層研究センター、地質調査情報センター）、カーボンナノチューブの革新的大量合成技術（ナノカーボン研究センターナノカーボン研究チーム）、ナノメートル標準の供給（計測標準研究部門長さ計測科幾何標準研究室）の5カ所で行いました。

サービス工学研究センターの設立

独立行政法人 産業技術総合研究所
理事長 吉川 弘之

サービス科学

現代社会ではサービス産業の重要性が大きくなった。かつて先進工業国は製造業を脱してサービス業に重点を移行するといわれたが、今は途上国においてもサービス業が重要になったといわれ、その生産性に世界的な関心が強く持たれるようになった。しかし、サービスは、その本質からいって複合的で複雑であるばかりでなく、自然科学、社会科学、人文科学で取り扱われる多様な対象をその内に持つもので、生産性向上を合理的に行うことは容易ではない。そのような中で、最近その向上のためにはサービス科学が必要であることが主張されはじめ、活発な議論が行われるようになった。広くサービス科学に関心を持たれるようになったきっかけをつくったのはIBMであり、Spohrerらは積極的にその研究を広めるべく努力している^[1]。そこで主張されるサービス科学は、多くの領域が統合したものになるとされる。実際にIBMではSSME (Service Science, Management, Engineering) という呼び方をして、工学や経営学を含む多くの研究者に呼びかけをしており、いくつかの米国の大学でサービス科学の専門家を育てる計画がすでに発足している。これらとは独立に、東京大学に設置された人工物工学研究センターでは、設計学から出発してサービス産業を対象とする基礎的な研究が富山^[2]、下村^[3]らによって始められ、また新井によってこのセンターにサービス研究

部門が置かれ、活発な研究が行われている。

このように、サービス科学の研究が世界的に進行しているが、サービスという言葉のもとに何を含まかもまだ確定しておらず、今後の方向もまだ定まっていない。IBMの提唱は経済的視点から行われたのであるが、例えばMITのLarson^[4]は経済問題としては論じることのできないインフルエンザの大流行や途上国の教育などを挙げ、これらは全く違った話題であるが、サービス科学の“Holistic Trinity”と呼んで、経営科学、社会科学そして工学の3者の融合で解決すべきものとしている。またワシントン大学のHaselkorn^[5]らは、サービス科学は戦争や災害における人道的救援にも適用できるものであるべきことを主張している。

このように、サービス科学が対象とする分野は定まっていないが、それが大きな範囲に広がっていくであろうと予想されるのである。確かに現在のところ、既存の学問領域の経営学、工学、社会科学などを融合することで生まれる1つの領域が対象とするものとの想定があるが、それもまだ確かなものではない。そしてどんな知識体系が対応すべきものなのかも明確にされていない。したがって、サービス科学の研究は、サービスの基本に立ち返って始めることが必要である。

上述のようなサービス科学研究とは異なるが、わが国でもサービスを科

学的に論じることへの関心は決して低かったわけではない。サービスがメッセージ型とマッサージ型に分かれることを私が指摘したのは20年も前のことで^[6]、それ以来、この分類に従って述べられる製造業とサービス業との関係が製造工学研究の分野で議論された。また製造業の生産する製品はサービスの増幅装置であるという、わが国独自の見解も主張されたのである。それは、無人化工場^[7]や工場の中の重要なサービスとしてのメンテナンスの自動化^[8]、メンテナンスロボット(AMOOTY)^[9]、サービスロボット^[10]などを産み出した。しかし、これらの議論や研究が、経済の分類でいうサービス業の生産性向上をもたらす効果を与えるまでには至らなかった。

わが国の後進性の不思議

ここでわが国が今、情報産業、そしてサービス生産性の途上国だといわれることの「不思議」について述べておかなければならない。わが国は、製造業における情報化、すなわちCAD-CAM (計算機援用設計生産)、FMS (多種少量生産システム)、IMS (知的生産システム) などのような、製造作業に情報処理を導入することや異分野の技術を統合することでその生産性を上げ、また国際的競争力の優位性を作り出すことに成功してきたのである。それは経済高度成長の原動力でもあった。この成功と、情報、サービスにおける後進性との間にはどのような関係

があるのであろうか。

まず気付くことは、その情報技術が工場の外に出ることがなかったことである。実は、自動生産やCAD-CAMなどに代表される工場内の情報化は、工場内のサービス行動の情報化による増幅だったのであり、それは抽象化を高めてみれば、工場の外でのサービス行動の増幅に使えたはずのものである。しかし、それは工場の外へ出ることはなかった。その理由を考えるのは、これから展開するサービス科学の1つのテーマであるが、今言えることは、工場の中のサービス作業が定型的で計画されたものであったのに対し、工場の外の一般社会でのサービス作業は、多様で非計画的なものを対象としていることが原因となって、工場の知識を直ちに適用することを難しくしていたという点である。

私たちの経験した困難、これをここで不思議といったのであったが、おそらくIBMを中心として提起された問題も彼らにとって不思議なものだったのではないだろうか。欧米の歴史を見れば、産業革命以来、製造業の生産性を絶えることなく向上させてきたのが産業の歴史であり、近年のサービス産業の拡大に対応してその生産性を高めなければならぬことは当然のことである。しかし、それは決して簡単ではなかった。情報技術のサービス分野への適用によってその生産性を高めてはいるが、それは決して満足いくものではなく、個別技術の発明や工夫では本質的な向上は望めない。そこで求められたのがサービス科学である。その科学とは、既存の科学的方法をできるだけ

取り入れて、サービス産業の質および生産性を高めるという戦略性を持つものである。このことは、Spohrerが描き出している教育プログラム構想をみるとよく理解される。そこでは、多くの学問分野で開発された手法のほとんどを、サービス科学を作るために動員するように見える。そしてまた、サービス科学はほかの学問分野から独立した領域を作ると考えるのは間違いで、かつての計算機科学(コンピューター科学)のような分野の統合体としてしか存在し得ないと考えているのである。

私たちは今日本で、サービス科学の必要性を察知し、主張している。目標は欧米で言われている、サービスの質と生産性の向上であり、それが持続的産業の実現に貢献すると考えている点が変わらない。しかし、私たちが感じた日本固有の不思議から出発するとすれば、そこに至る道筋は違うものとなる。

工場の製品品質向上と生産性向上に用いられた当時の情報化技術はまだ幼いものであったにせよ、わが国の造語であるメカトロニクスにみられるように、情報化技術は機械技術や電気技術、材料技術などと融合しながら新しい局面を開いたのであった。その展開をわが国の製造業が国際的に先導したと考えるとよい。とすれば、今、主として情報技術に依拠して生産性を向上しているサービス産業をさらに進め、情報技術を超えてより広い分野の先端技術の導入によって飛躍的な質と生産性の向上を図るのはわが国の路線の歴史的な必然である。それを可能にする基礎としてのサービス科学が求められるが、

それもまたわが国固有のものとなる可能性がある。

さまざまな分野を統合し、さらに新しい知見を創出するサービス科学を展開し、その成果を社会に適用すること、単なる統合体でなく自立した領域を目標として、それをここではサービス工学と呼んでおくが、その視点でサービス産業や製造業を含む全産業の質、持続性そして生産性を向上すること、それは「地球生産性」(グローバル・プロダクティビティ)の向上を意味するが、それを高めることが、サステナブルな世界を作ることの必要条件であり、その意味でサービス工学の進展は緊急の課題なのである。

このような状況を背景として、産総研にサービス工学研究センターを設置することとなった。わが国の不思議から出発するとすれば、それはサービスが経済として社会に成立する以前を出発点とすることとなる。IBMなどの研究において、サービス提供者がプロバイダー、受容者がカスタマーと呼ばれているように、それは既に存在している経済分類上のサービス産業を研究の対象としていると考えるとよい。しかし、私たちがかつて対象とした製造工場内のサービスは、経済現象ではなかった。効率向上の観点から経済性を考慮することはあったにせよ、経済制度としては未成熟のものであった。それよりも、工場で作業をする人々が、互いに力を合わせるとか助け合うことが工場生産性の関心事だったのであり、情報技術やほかの自動化機器などの導入による生産性向上は、そのような状況に適用されたのであって、そこにはプロバイ

ダー、カスタマーという経済的分類は存在しなかった。

したがって、複数の人がいて、互いに力を合わせながら生活や作業をしている状況が私たちの出発点である。そこに経済的なシステムが存在するか否かに関係なく、人々が集団あるいは社会を作る時に必然的に随伴するものとしてのサービスがある。そう考えると、わが国ではサービスが“無料”を意味して経済の対象にしない習慣があることを、あたかも経済的後進性の様に評する傾向があったが、それは全く間違いで、サービスの根源的なとらえ方をわが国が持っていると考えべきであり、経済はその上に乗るものにすぎないのである。私はこのような、1人の人がいて、それがほかのもう1人の人にするサービスを「原始サービス」と呼ぶが、それを明らかにすることがサービス科学、あるいはサービス工学の基礎を構成する出発点になると考える。このよ

うな立場で考えると、現代の製造業とサービス業との関係を明らかにすることも可能であり、また最近議論されるようになった自然のサービス“エコシステムサービス”^[11]も矛盾なく位置づけることができるようになる。

産総研のサービス工学研究

2008年4月にサービス工学研究センターを設置する準備をしている。これは研究ユニットの1つであるが、特記センターとして活動することとなる。産総研にサービス工学研究センターを設置するのは、研究所としての特徴がサービス研究に適していると考えからである。それらの特徴を略記すれば以下ようになる。

- (1) 広域性：多様な研究分野の研究が行われていること。
- (2) 学際性：産総研の60の研究ユニットが、いずれも学際的研究集団を作っ

ていること。

(3) 本格研究：各研究ユニットは本格研究を進めており、基礎研究から応用研究まで、連続的かつ同時に研究が行われていること。

(4) 構成的方法：本格研究では、固有の基礎研究から現実的な技術へと構成的過程を経て現実的な産業に貢献することを目標としていること。

(5) 全国的分布：国内各地に地域センターを持っていること。

などである。これらの特徴とサービス工学研究との関係を簡単に述べよう。

広域性はサービス工学研究にとって不可欠です。サービスに多くの学術分野が関係するであろうことの見解が強く主張されていることをすでに述べた。例えばIBMのサービス科学の提言では、次第にその表現がSS (Service science, サービス科学) からSSME (Service Science, Management, and Engineering, サービス科学・経営・工学) へと変わっていったように、それは現実としてのサービスを考えるとき当然問題となることであった。MITのLarson^[4]は、これを社会科学、経営、工学の共通部分で進められるべきものと主張しているが、思いは同じということである。しかしそれはまさに“思い”であり、どのように多領域の知識を同時に使用するのは現代科学の極めて大きな問題であり、ここでも明示されているわけではない。いずれにしても、サービスを全体として研究するためには、単一の科学領域ではできず、多くの研究領域を持つ産総研が必要条件を備えていると考えてよい。産総研

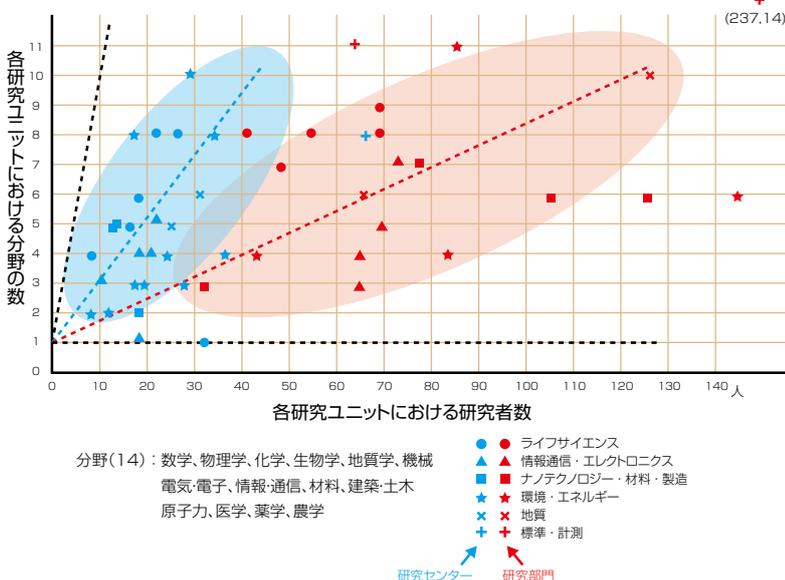


図1 産総研における研究ユニットの学際性

のカバーする研究領域は、計量学、地質学、機械工学、生命科学、材料科学（ナノ科学）、情報科学、人間科学、エネルギー科学、環境科学などにわたり、これらの研究計画が経済問題に限定せずにサービスの本質を出発点として研究することから考えて、そのために必要な分野を持っているといえる。

次に学際性であるが、これは前述した多領域知識の同時使用の問題である。基本的には2つの領域について考えることから始めなければならない。それは、統合、総合、あるいは融合などと呼ばれるが、その学問的内容は分かっていない。現実には、異なる領域の研究者の研究協力によってそれは実行されるのであるが、その行為の内容を記述することは必ずしもできない。したがって領域の統合は、理論的研究だけでなく、現実の協力によってそれを実行するとともに、その過程をできるだけ客観的に記述することが必要である^[12]。協力の実行をどのように実現するかは、現在の研究における重要な課題である。それは、同一大学内での医工連携に見られるような学部間協力や学際プロジェクト、横断型基幹科学技術研究団体連合（横幹）のような学会間の協力^[13]などがあり、努力が続けられている。この点から考えると、産総研のもう1つの特徴が重要となってくる。産総研には約60の研究ユニットがあるが、各研究ユニットは多くの分野の研究者により構成されている。図1に示すように、研究ユニットの大きさと同時に分野も分布し、それが各ユニットの目的を共有して研究しているのであるから、その研究は極めて学際

的であり、サービスを論じ研究するための基本的体制を備えているといえるであろう。

各研究ユニットでは本格研究を行っている。これは第1種基礎研究、第2種基礎研究そして製品化研究という基礎から応用までの研究を、研究者たちがそれぞれ分担しながら、連続的かつ同時的に研究するものである。研究ユニットは現実の産業に対する貢献目標を定めている。したがって、第1種基礎研究と呼ぶいわゆる基礎研究も、現実的技術との関連を研究者が考えるようになっている。サービス工学を考える場合、サービスという現実中存在する社会現象を離れてすることはありえず、常に“良いサービス”を目標としながら研究するのであるから、このことはサービス研究の条件を満たしていると考える。

構成的方法は、学問的には未開拓の分野である。多くの学問領域はそれぞれ固有の方法を持っているが、その多くは分析の手法である。構成は、仮説提起、発明、設計などに代表されるが、これらを間違いなく遂行する手続きが明示的には存在しない。しかもその遂行後にその正当性を検証することが研究者自身ではできず、それは現実の社会におけるサービス行為に委ねて行うしかない。この場合、仮説や設計は、社会的責任を伴うことになり、仮説や設計には一般に容認されている方法がないとすれば、各研究者の仮説や設計のプロセスをできるだけ論理的に行うと同時に、プロセスの透明性が求められることになる。実は産総研の本格研究、特に第2種基礎研究はこの問題を

内在していて、その一般方法を明らかにしようとする活動が産総研で行われているのであり、今年から発行となった学術誌“Synthesiology”^[註]がその象徴である。

サービスは、再三述べたように、現実社会に本来的に存在する自然的なもので、それが人類社会の中で次第に人工物として経済の対象にもなってきたのであるが、ほかの人工物と比べて成熟度が低い。したがって、サービスの現実的態様を正確に把握することが必要である。そのため、研究は現場としての社会との緊密な接触が不可欠な要因である。その点を考えると、産総研が全国に地域センターを持ち、地域社会、産業、行政などと協力関係にあることは重要なことで、大都会のみならず、地域の個性的な状況をも吸収しつつ研究を行える利点がある。

わが国におけるサービス工学研究の体制

産総研にサービス工学研究センターを設置したとき、ほかの組織との協力が必要であることは言うまでもない。サービス産業の重要性が増大している以上、産業との関係は当然重要であるが、従来の産学協同にとどまらず、新しい課題であるサービスについて産学が協力するさまざまな方法がこれから求められることになる。すでにサービス産業生産性協議会と産総研は協力協定を結び、産業界との協力を開始している。また、東京大学人工物研究センターとの共同研究、セミナー開催なども行っている。これらはさらに発展させなければならない。

国内を考えても、サービス研究につ

いての関心は多くあり、しかも多様である。工学の領域では、情報系の研究者の多くが関心を持っているといっよいであろう。また人間工学、ロボティクスの分野にも多い。そしてよりミクロの問題として、分子生物学も関係がある。脳科学も重要な側面である。これらは、サービスに関心はあるが、その視点は別々であり、学問的関心、方法も異なっている。また経営学の分野では当然のことながらサービス産業分野についての検討が行われ、講義、著書なども取りまとめられている^{[14] [15]}。これらはIBMを中心として進められている、生産性向上を目標としたサービス論であり、その重要な一部を構成するものと考えられる。しかし、これらも相互に融合するものでなく、また工学の関心とは別物である。

サービスを人にとって良いものとし、その上で産業としての生産性を高めようとするなら、これらの幅広い分野で基礎的関心を持つ者が共通の言葉で語り、現実社会のサービスに有効な

変化を与えることを可能とする方法を発見しなければならない。そのためには協力が必要である。できることなら産総研が取りまとめ役となり、幅広い分野の研究者が協力できる体制を作りたいと考えている。その中で、産業の参加は必要条件であり、サービス産業生産性協議会との協定のもとにそれを推進することになる。

サービス業と製造業

ここで改めてサービス産業と製造業との関係について述べておこう。前述したように、われわれは製造業の製造する製品がサービスの増幅装置であると位置づけることによって、両産業は構造的な関係を持つことを早くから主張していたのであった。それを産業の持続的進化という観点から考えておくことが必要である。

詳細は別報^[16]に述べたのでここでは結論だけを記す。それは、製造業の生産する製品は使用されて寿命が来れば廃棄されるが、その使用とは製品に

込められた機能がサービスとして発現することであり、廃棄される製品にはサービスの履歴が残されている。一方、生産とは、サービスを機能として物に埋め込むことであるから、履歴から埋め込まれた機能のよさが判定される。その判定により、過去の製品の利点と欠点が理解され、再設計によって改善された新しい製品が生産され使用に供される。これは図2に示すようにループを作っており、このループには物質と情報が回ることによって、生物の進化に類似の進化が可能となるというものである。これを産業の持続的進化といい、特に現在、サステナブルな産業の実現が緊急の課題であるが、これはその1つの方法を提案しているといえる。このことから予想されるのは、サービス産業が正しく進化するためには、製造業との関係が正しく体制化されていることが必要、ということである。それがどのようなものか現在のところわからない。しかし、その関係を明らかにするためには、サービス工学と製造工学の研究が、互いに関連を持ちつつ行われなければならないことは明らかであり、産総研でサービス工学の研究を行う理由のひとつはここにも存在する。

サービスイノベーション

ここまでに産総研にサービス工学研究センターを設置することの意義を述べたが、ここでそれがどのような研究センターになるかについて、若干ふれておく。このセンターは、すでに述べたように多様な学問領域を含む学際的構成的研究を、産総研の多くの研究ユ

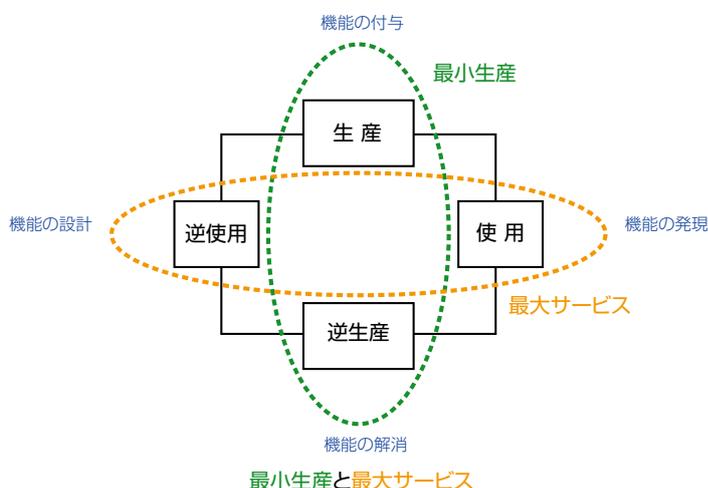


図2 持続的進化する産業のための製造業とサービス産業との関係

ユニットが参加して、しかもほかの機関、ほかの領域の研究者の協力のもとに研究しようというのであるから、少なくとも発足時は通常の研究ユニットではない特記センターとして設置されることになっている。本来研究ユニットの設置についての可否、改廃に権限と責任を持つが、ひとたび研究が始められたらその研究内容について主体的に参加することは許されていない経営側にいる私も、特記センターに限り、それが許されているという定めに従って、今このセンターで何を研究するかについて自分の考えを述べようとしているのである。

とはいえ、このセンターに所属が予定されている研究者たちは、すでにサービス研究を深く行ってきたことを

自負する者ばかりであり、それらの成果を私も高く評価している。私の関心は、すでに述べたように経済的生産性を論じるためには、サービスの経済モデルを作ったのではだめで、人のサービス行為の一般的モデルを作ることから始めるべきだというものである。そのモデルには、人の期待や特性、人と人との関係の本質とその現在社会での表れ、機能とサービスの関係、媒体としての道具、環境、社会システムなどの機能的特性、などを含む。そのモデルの各部を担うのが、さまざまな学問領域で、記号学、心理学、言語学などの人文科学、計量学、人間工学、情報学、材料学、製造設計学、エネルギー学などの工学、そして経済学、社会学、経営学などの社会科学である。要する

に何でも入ってしまうのであるが、重要な点は、モデルがそれらの意義と領域間の関係を要請する点である。そしてサービスイノベーションが各領域で起こる可能性を拡大する効果を、その一般的モデルが提供する。

産総研に設置されるサービス工学研究センターは、基本的にこのような立場に立つことになるであろうと私は考えており、この立場を主張する論文を、学術誌 *Synthesiology* (構成学) に投稿中である^[17]。しかし、この立場も1つの主張であって、今回設置されるサービス工学研究センターの研究課題のひとつであり、センターの研究者たち、あるいは協力者たちの議論によるこれからの進化が期待される。

参考

- [1] J.Spohrer, P.P.Maglio, J.Bailey, D.Gruhl: Steps Toward a Science of Service System, *Computer, IEEE, Vol.40 No.1*, (2007), pp.72-77
- [2] T.Tomiyama: A Manufacturing Paradigm Toward the 21st Century, *Computer Aided Engineering, 4*(1997), pp.159-178
- [3] 下村芳樹 他: サービス工学の提案, *日本機械学会論文集 (C編)*, 71巻702号, pp.669-676
- [4] R.C.Larson: Holistic Trinity of Service Sciences - Management, Social and Engineering Sciences, MIT Engineering Systems division, *Working Papers Series, ESD-WP2007-18*, April 2007
- [5] M.Haselkorn: Improving humanitarian relief for the next big disaster, *The Seattle Times*, January 14, 2006; *NSF Workshop on Humanitarian Service Science and Engineering*, October 8, 2007
- [6] 吉川弘之: 先端技術と人間, *世界, 509号*, 1988, 岩波書店, pp.19-34
- [7] H.Yoshikawa: Flexible Manufacturing Systems in Japan, *IFAC World Congress*, 1984, Budapest
- [8] H.Asama, H.Yoshikawa: Development of a Metamorphic Manipulator with 9 degrees of Freedom, *ISRI*, Tokyo, 1985
- [9] 吉川弘之: *ロボットと人間*, 日本放送出版協会, 1985
- [10] 新井民夫: 東京大学人工物工学研究センター、サービス工学部門
- [11] Gretchen C.Daily, Katherine Ellison: *The New Economy of Nature*, Island Press, 2002
- [12] 吉川弘之: イノベーションの行動理論, *産総研 TODAY, Vol.7, No.1* (2007) pp.8-15
- [13] 木村英紀: 横断型基幹(横幹) 科学技術とは何か, *横幹, Vol.1, No.1*, pp.4-8
- [14] 亀岡秋男: 新時代を開くイノベーション経営を目指して, 北陸先端大・講義
- [15] 増川重彦: サービス経営論, 2006, (非売品)
- [16] H.Yoshikawa: Science, Technology, Human Values and Actions toward Sustainability, *Proceedings of International Symposium on Science, Technology and Human Values, Athens*, May 2007, pp.417-434
- [17] 吉川弘之: サービス工学序説, *Synthesiology*, (投稿中)

[注] “Synthesiology (構成学)”、査読付き原著論文誌、小野見、小林直人(編集) 2008年1月、Vol.1, No.1 発行、今後、季刊で発行予定

産総研におけるサービス工学研究の検討

イノベーション・フロンティア

ポスト工業社会というべき21世紀では、サービスの視点から価値を創出し、市場を開拓することが不可欠です。すなわちサービス・イノベーションが21世紀のイノベーション・フロンティアとなります。

こうした観点から、わが国経済の今後の基本戦略である『新経済成長戦略』（平成18年7月発表）では、サービス・イノベーション推進のために「サービスの生産性向上運動の推進（サービス産業生産性協議会の設置等）」と「サービス研究を推進する研究拠点の整備」が提言されています。この提言は着実に実践されつつあり、産総研とサービス産業生産性協議会は平成19年12月6日に協定を結び連携して取り組むこととなりました。

産総研におけるサービス工学研究拠点の検討経緯

産総研ではこうした動きに連動し、平成18年7月に経済産業省商務情報政策局との共同による「サービス（工学）研究検討チーム」を設置し、サービスに関する研究動向と産業応用の事例等の分析および、これを踏まえたサービス（工学）研究の基本的考え方を検討して、同年8月に報告書に取りまとめています。同年11月には、経済産業省と合同の「サービス工学検討チーム」をあらためて設置し、平成19年3月には産学官の有識者による「サービス工学討論会」を開催するなど、サービス工学研究の方法論や主要研究課題について検討を進めてきました。さらに同年7月には企画本部により「サービス工学に関する研究拠点整備検討チーム」が

設置され、サービス工学研究拠点の具体像がまとめられました。

なお、平成19年度版研究戦略でも「サービス」という検討項目の追加が図られています。

産総研におけるサービス工学研究

産総研がサービス工学に取り組む強みは、本格研究により培われた科学、技術、社会、人間を包含する広汎な領域を構成的に捉える考え方の集積にあります。サービスの視点でさらに人間工学、情報通信、脳研究など多彩な領域から重層的な研究が進められており、サービス工学研究には不可欠な分野融合的な研究体制を組めることも大きな強みです。こうした取り組みは産総研においては他の機関ではできないものです。

この特集号では、産総研において進められている先導的な研究を紹介しています。サービス工学研究拠点では、こうした研究をサービスの視点により再構成した明確な取り組みを展開し、サービス工学の新しい地平を切り拓き、サービス・イノベーションの推進に大きな貢献を果たすことを目指します。

産業技術アーキテクト
伊藤 順司



産総研とサービス産業生産性協議会が相互協力に関する協定書に調印
吉川 産総研理事長（左）、岡田 経済産業省商務情報政策局長（中）、牛尾 サービス産業生産性協議会代表幹事、ウシオ電機株式会社 代表取締役会長（右）

わが国のサービス産業の現状・政策動向

サービス産業の生産性向上は急務

サービス産業はGDP並びに雇用ベースで日本経済の7割近くを占める重要な産業です。特に、少子化・高齢化などの社会構造変化や、企業の業務効率化のためのアウトソーシングなどによりサービス需要は拡大しており、製造業と並んで日本の経済成長の牽引役となることが期待されています。

しかし、その重要性にもかかわらず、近年、サービス産業の生産性の伸び率の低さが指摘されています。例えば米国では製造業、サービス業の労働生産性上昇率(1995～2003年)はそれぞれ3.3%、2.3%ですが、日本ではそれぞれ4.1%、0.8%となり、製造業に比べてサービス業の伸びの小さいことが目立っています^[1]。持続的な経済成長のためには生産性は極めて重要であり、サービス業の生産性向上は急務となっています。

政府においても、サービス産業の生産性向上は重要課題と位置づけられています。平成18年7月の「経済成長戦略大綱」においては、『サービス産業の生産性を抜本的に向上させることにより、製造業と並ぶ「双発の成長エンジン」を創る』とされ、そのための政策として、「サービス産業生産性協議会の創設」と「サービス研究センターの設置」を行うことが提言されています。この提言を受けて経済産業省が設置した研究会でも、「経験と勘」に頼るサービスから「科学的・工学的手法」によるサービスへの転換が必要であることなどが指摘されています^[2]。現在、経済産業省では、サービス産業の生産性を抜本的に向上すること、並びに、地域経済を支える中小企業の活性化のため

に新サービスの開発支援を行うことを、重点課題と位置づけています。

生産性向上への取り組み

生産性向上への具体的な取り組みも始まっています。サービス産業の生産性向上に、産業界、教育機関、行政が連携して取り組むためのプラットフォームとして、「サービス産業生産性協議会」^[3]（以下、協議会）が平成19年5月に設立されました。協議会は経済産業省の委託を受け、「科学的・工学的手法によるサービスイノベーションの拡大」、「サービス品質の向上と人材の育成」、「成功事例の選定、普及啓発活動」などの活動を行っています。経済産業省はまた、サービス産業に関する研究ロードマップの策定や研究開発・適用実証事業を行っています。特に研究開発・適用実証事業は、生産性向上に繋がる先導的なテーマを公募により実施するもので、科学的・工学的手法のサービス産業への適用促進を目的としています。平成20年度には、本事業を拡張する形で、サービス研究拠点の整備事業を予定しています。また、文部科学省でも、生産性向上やイノベーション創出に寄与しうる人材を育成するため、「サービスイノベーション人材育成推進プログラム」を開始しています。

望まれる今後の取り組みとしては、まず研究体制の構築が挙げられます。

サービス産業に関わる学術領域は、人間工学、認知行動科学、情報工学、心理学、経済学、経営学などと極めて多岐にわたっていますが、大学や研究機関の組織は学術領域間の連携が取りやすい構造になっていません。また現在、サービス研究に関する全国的な学会組織も存在しません。そのため、サービス研究に関連する研究者は日本中に多く存在しているにもかかわらず、連携や情報共有が満足でないのが実情です。

また、産学官連携プラットフォームの構築も急務です。サービスの研究はまさに「現場の学」であり、サービス現場と乖離しては意味がありません。研究自体が現場で行われ、その成果が現場に十分活用されることが必要です。大学や研究機関は、協議会とも連携して、現場指向の研究に取り組むことが望まれます。

産総研には幅広い研究スペクトルと、豊かな産学連携の実績があり、また、協議会との協力協定も結ばれています。それらを活かして、日本の「サービス研究の中心」となることが期待されています。

経済産業省商務情報政策局
サービス政策課
谷口 正樹

参考

- [1] OECD compendium of Productivity Indicator 2005 より
- [2] 「サービス産業におけるイノベーションと生産性向上に向けて」報告書 2007.4
- [3] URL <http://www.service-js.jp>

サービス研究の国内外研究機関の動向

はじめに

日本は製造業の国であると思われていますが、今や他の先進国と同様に経済活動の70%以上を第三次産業、つまりサービス産業が占めるようになってきています。このような産業構造の変化は「ペティ・クラークの法則」と呼ばれ、第一次産業で生じた余剰資本で第二次産業を発展させ、さらに増大した資本で第三次産業が発展していくという経済発展モデルに沿ったものとなっています。

そのような経済活動の中心となった第三次産業の発展の中で、米国において1990年代初頭に問題となったのはその生産性でした。科学的・工学的手法が早い段階から導入された第二次産業と異なり、第三次産業では人依存の大きい経験と勘に頼った手法が主でした。

科学的・工学的手法の創生

そこでそのような問題意識の下、サービスを科学しようとした試みが「サービス・サイエンス」です。サービス・サイエンスの流れは1992年頃にIBMのアルマデン研究所で提唱され、カリフォルニア大学バークレー校のチェスブロー教授がその理論的な部分をサポートしました。チェスブロー教授は近年の研究手法の主流であるオープン・イノベーションの提唱者でも知られています。

IBMアルマデン研究所とカリフォルニア大学バークレー校は、従来からあるオペレーションズリサーチや経営工学の学問体系と、コンピュータ・サイエンスのような工学的色彩の強い学問体系から法学や広く社会科学まで含む

幅広い学問体系との融合を図ることで、顧客と供給者との間でどのように価値を創り出していくか、ということを検討してきました。

その後、サービス・サイエンスは米国競争力委員会のパルミサーノ・レポートで2004年に採り上げられて脚光を浴びることとなります。

製造業のサービス化

一方、米国ではサービス産業の生産性向上を目指したIBMとカリフォルニア大学の取組みとともに、製造業のサービス化という流れも出てきました。これは、製造業の利益創造が製品の「付加価値」と「製造コスト」の差分で構成されるとするならば、コストの部分は中国などの新興工業国には及ばないことから、「付加価値」増大のための設計手法の1つとして検討されました。

スタンフォード大学では、一般の製造業の製品販売による利益獲得のビジネスモデルを短期契約的關係、メンテナンスなどサービス性の含まれたビジネスモデルを長期契約的關係と捉え、製品の中に長期的契約關係を生じさせる設計論を構築しました。

よく知られているのはGEのジェットエンジンのビジネスモデルで、ジェットエンジンを航空機メーカーに売り切りで利益を上げるのではなく、ジェットエンジンの中に多数のセンサーと発信システムを付加し、飛行機が飛んでいる間に時々刻々とエンジンのデータを地上に送り、飛行機が到着したらすぐにメンテナンスに取り掛かれるようにして、航空会社の定時運行率を劇的に改善したというものです。この長期



スタンフォード大学



カリフォルニア大学バークレー校

メンテナンス契約の獲得によって、GEのジェットエンジン事業は安定した収益と高い利益を生み出す結果となっています。

日本の研究動向

日本では米国でサービス・サイエンスが生まれたのとほぼ同時期に東京大学から「サービス工学」の提案がなされています。やはり設計論としての製品へのサービスへの作り込みが主な提案となっていますが、その後、東京大学の人工物工学研究センターに継承されました。さらに、そのメンバーの1人がオランダのデルフト工科大学に移って欧州での研究の拠点となっています。そのような意味で日本は米国と並んでサービス研究の発祥となっています。

イノベーション推進室
小笠原 敦

サービス工学の方法論と成果

サービス工学

サービスは、製造業におけるものものづくりと異なり、これまで十分に研究開発の対象として位置づけられてきませんでした。しかし、わが国を含め多くの国々や地域で経済活動に占めるサービスの割合が高くなり、生産性の向上が大きな課題となってきています。

そもそもサービスとは、人のための人の行動で、サービスの提供（生産）と受容（消費）が同時に行われます。したがって、サービスは普通の製品と異なり、在庫することができません。またサービスを受ける（消費する）前に、サービスの内容を厳密に評価することもできません。このサービスが持つ根源的な特徴が研究開発を困難にしてきました。

サービスの生産性を向上させるには、これまで経験と勘で行われていたサービスの改善や設計、評価について客観的データに基づく科学的・工学的的手法を導入していく必要があります。しかし、サービスの科学的・工学的視点からの本格的検討はここ数年開始さ

れたばかりで、その方法論や技術基盤を整備することが急務となってきています。

方法論

サービス工学では、サービスを提供と受容する人間の現実行動を観測し、得られたデータを分析、モデル化し、その結果を再びサービスに適用することを連続的に行う方法論を確立し、効率化と高付加価値化を含めサービス生産性の改善を目指します。つまり、実際のサービスの現場において、サービスの提供者と受容者の間をデータが循環し、その観測されたデータの分析、モデル化を通じてサービスの内容や提供方法がシームレスに最適化、設計されていくのです。

このサービスの改善を通じて蓄積されるデータを統合することで、日常の人間生活モデルを記述できるとともに、人間が持つ行動の潜在的な動機や欲求を解明することができます。このことは、既存のサービスの改善を通じて蓄積されたデータが再利用され、これま

でない新しいサービスを創出するイノベーションへ再利用されることを意味しています。

このようなサービスの工学的な研究を効果的に遂行するには、先に述べたサービスの特徴から、実験室の中ではなく、実際のサービスが提供されているフィールドで研究を行う必要があります。そして、それを可能にするサービス産業との連携による共同研究体制を確立するとともに、日常の人間の機能、認知や行動などに関する基礎的研究と、それを支える計測や情報科学、モデル化などの技術開発を同時並行して行う必要があります。

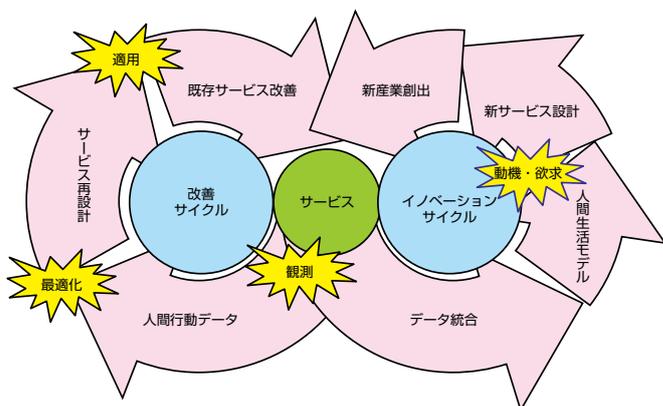
期待される成果

このようなサービス工学の研究を通じて、サービスの設計方法論とそれを実現する技術開発目標、これらに資する技術基盤や人間の日常生活モデルが成果として期待されます。

そして、このような科学的・工学的手法に基づく研究の裾野が拡大していけば、サービスの効率性と付加価値、すなわち生産性が向上するだけでなく、これまででない新しいサービスが創出されることが期待されます。

以上のような、サービス科学研究は既に産総研内でも数多く行われており、サービス工学研究の対象として小売、健康、予約、生活サービスとともに、この研究を支える技術基盤として計測、情報科学、統計学、行動科学を次に紹介します。

イノベーション推進室
内藤 耕

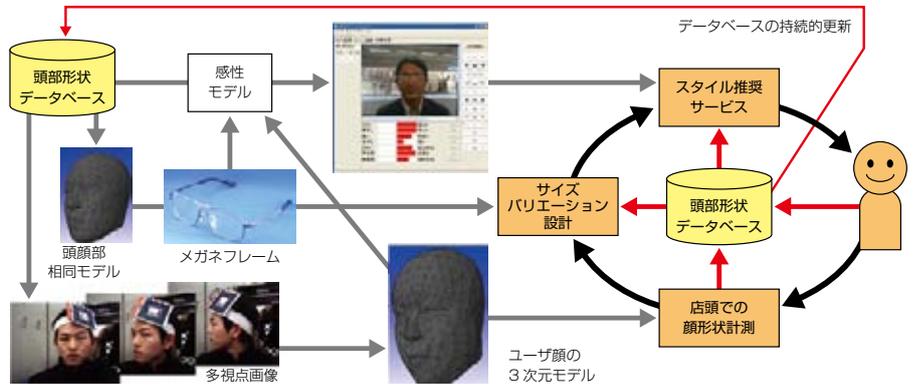


サービス工学研究の方法論と成果

小売りサービス

体や顔にも個人差があり、また、商品の好みや感性にも個人差があります。このような個人差をあらかじめ把握してものづくりをし、さらに、顧客個人の特性に合わせて最適な商品を奨めるための研究が求められています。

ここでは、企業との共同研究に基づいてメガネフレームを例にした研究を紹介します。メガネのフィッティングの元になるのは3次元の頭部形状データです。日本人100人以上の頭部形状データベースを構築し、それに基づいて日本人の顔つきの個人差をカバーする4つのサイズを持つメガネフレームを開発しました。店頭でこのフレームを選ぶために、複数方向から撮影したデジタルカメラ画像に頭部形状を変形してフィッティングすることで個人の



3次元顔形状を得る技術も開発しました。さらに、個人の顔形状とメガネ形状の組合せの印象（明るい、若い、涼しいなど）を計算する感性モデルを開発しました。

これらを統合することで、顧客の顔計測－サイズ選択－スタイル推奨がで

きます。これを実店舗で運用すれば、サービスを通じて頭部形状データを蓄積し、再びものづくりに役立てる循環が産み出されるようになると考えています。

デジタルヒューマン研究センター
持丸 正明

健康サービス

健康サービスとは、個人の特性や状態に応じて健康維持のための支援をするサービスです。こういったサービスは病院や人間ドックだけでなく、フィットネスクラブなどでも行なわれています。しかし、病院は既に病気の症状が出ている人、フィットネスクラブは基本的に元気な人を対象としています。このことは、病気に近い状態の人たちの支援が手薄になることを意味しています。また、フィットネスクラブや病院で測ることができるのは、その場での状態だけなので、それぞれの人の実際の生活状態に合わせた適切な支援はなかなかできません。

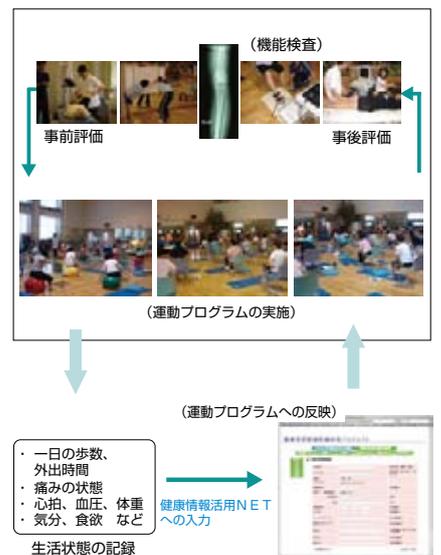
そこで、その人の日常生活における活動度や生活パターンを知ることが重要になってきます。生活の中で心身の

状態を継続的に記録できると、例えば、味噌を替えたことで血圧が変化したり、正月休暇中の生活の乱れの影響が休暇後長く残ることも分かります。したがって、これからの健康サービスでは、特に病気予備軍の人たちを対象に、個々人の状態を継続的に把握しながら健康維持を支援することが重要でしょう。

このような例として、中高齢者の生活の質に大きく影響する膝の痛みを取り上げ、ひざイタ予防モデル事業を実施し、データの蓄積とそれに基づく運動プログラム提供のサービスを進めています。

人間福祉医工学研究部門
赤松 幹之

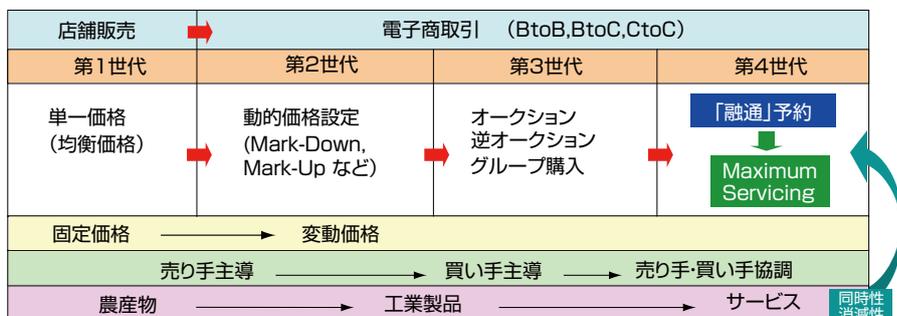
ひざイタ予防プログラムを組み込んだヘルスケアサービス事業



予約サービス

「サービス」とは何なのか、その定義に関しては百家争鳴の状況で未だ確定していません。ただ、サービスには「もの」とは違った特有な性質があることは明らかです。その1つが、サービスの「消滅性」、すなわち、サービスは購入後に一旦保存しておいて、必要になった時に改めて消費するということができない、という性質です。具体的には、ものとして保存可能な薬やレコードと、サービスとして似た効用を提供する診療やコンサートとの違いです。

したがって、サービスの効率的な販売には、需要と供給のタイミングを事前に調整することが重要で、そのために予約販売が広く用いられています。一方、ものづくりでも、商品の需要に対して生産資源の供給を最適化するた



めのスケジューリング技術が研究、開発されており、効率的な生産(ミニマル・マニュファクチャリング)が実現されています。

私たちは、電子商取引において、今までの単純な先着優先型の予約だけではなく、消費者が多様なサービスに対して適切な対価を提示し、多くの消費者が同時に高い満足を得られるよう協

調的に予約することで、無駄のないサービス配分(マキシマム・サービシング)を実現するための「融通」予約を開発し、幅広いサービス分野に対して実証実験を行うことを計画しています。

知能システム研究部門
宮下 和雄

生活サービス

これまでの科学技術の目覚ましい進歩により、私たちは快適で利便性の高い暮らしを享受できるようになりました。そして現在、急速な少子高齢化や生活様式の多様化が進む中で、皆に同じ生活サービスを提供するのではなく、自分自身の状態や暮らしぶりに合わせた個人適合理型生活サービスが強く求められるようになってきました。それを実

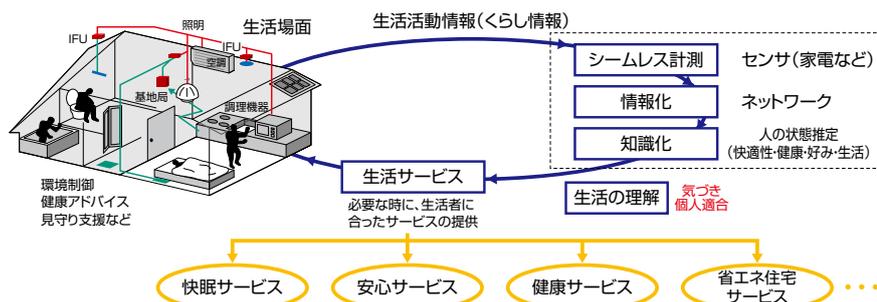
現するには、各人の生活状態の変化を日常生活の中で気づく技術と、それに合わせる技術が必要になります。

そこで、住宅に設置されている家電機器や設備の使用状況を集めて、住宅自身が生活者の状態を常に見守り、異常に気づいて安全や安心を確保するサービスや、それぞれの生活パターンに合わせた環境制御や健康管理を行っ

て健康的で活力のある暮らしを支援するサービスの研究開発が進められています。技術開発のポイントは、日常生活の中で生活をリアルタイムに理解する点にあります。

このような技術が完成すると、寝る時刻を予測して寝室の環境制御を行って快眠を導く快眠サービス、住宅が居住者の生活異変に気づいて助けを求めてくれる安心サービス、食生活と運動量を理解して適切な料理レシピを提供する健康サービス、生活パターンに合わせた家電機器制御により我慢しなくても良い省エネ住宅サービスなど、活力ある暮らしのための新生活サービスが実現できるようになります。

研究業務推進部門
松岡 克典



計測技術

その時代の科学技術の発展は、計測技術によって制約されます。計測技術の不在から、身近な現象であるにも関わらず、科学技術の対象となっていないものの1つが日常生活現象です。量子論や宇宙論といった自然科学分野と異なり、生活現象を説明・再現できる統一的な方程式は見つかっていません。近年、環境埋め込み型や装着型のセンサ技術や、インターネットを用いたテキスト情報収集技術の日常への浸透により大規模な日常データが入手可能に

なっています。このような計測技術により、通常科学のように原理的な方程式を実験室の実験によって発見しようとするアプローチではなく、日常に埋め込まれたセンサからの大量の日常生活データを使って説明・再現モデルを構築とする新しいモデル構築の方法論が可能になりつつあり、日常生活インフォマティクスとでも呼べる新たな科学技術領域が始まろうとしています。例えば、これまで日常生活科学の欠如によって進んでいなかった、子どもや

高齢者の住宅内の事故予防といった社会問題は、日常生活インフォマティクスの応用が期待されている典型例です。

私たちは、子どもの事故予防工学の研究をはじめ、無拘束行動観察技術、日常環境のセンサ化技術、日常生活における実際のモノの「使われ方」の大規模データベース技術、「使われ方」の計算機モデルを用いた製品改善技術の研究を進めています。

デジタルヒューマン研究センター
西田 佳史



情報科学

サービスとは価値を生む社会的相互作用だとすると、サービス・イノベーションへの科学的アプローチの根幹は、客観的データに基づいて社会的相互作用のモデルを反証・改良することです。

情報科学・技術は、このモデルの構築と改良において不可欠であり、またそれに応じたデータの観測にも必要です。

社会的相互作用をモデル化するには、並列計算やマルチエージェントシステムに関するいろいろな理論が使えます。従来の業務情報システムはほぼそうした枠組に基づいています。しかし、多様なサービスの融通無碍な性質を捉えるには、もっと柔軟な、例えば制約 (constraint) に基づく枠組が必要でしょう。統計的なモデルとの融合も重要な研究テーマです。

多くの場合、人間が意識している現象に関してモデルの構築や反証に直接使えるデータを得る観測方法は人間同士の対話です。産総研の次期情報システムの開発に使われている「包括フレームワーク」は、情報システムの利用者と技術者との対話によって業務のモデルを設計し改良するための方法論を規定し、業務・システムの全体最適化に貢献しています。

人間が意識していない現象については行動履歴などから間接的に推測する必要があります。例えば無線による測位に基づく人間行動計測技術に関して、産総研では「愛・地球博」などでの実証を通じて研究開発と実用化を進めてきました。Webシステムのアクセスログの分析から利用者行動の特徴を解明する研究でも成果を上げています。

データの収集とモデルの反証・改良とを巡るスパイラルは科学研究全般に妥当します。しかし、サービスは社会の仕組みを変えてしまうので、このスパイラルはとりわけサービスのイノベーションにおいて重要です。また、社会の変化に密着した絶え間ないイノベーションを生み出すには、研究室ではなくサービスの現場でスパイラルを回し続ける必要があります。こうしてサービスの受容者と現場の提供者との間で知識を共有・共創する持続可能な社会システムを構築することがサービス研究の究極の目標であり、そこで情報技術に期待される役割はきわめて大きいと考えられます。

情報技術研究部門
橋田 浩一

統計科学

サービスそのものに価値があるわけではなく、受益者である人が与える評価がそのサービスの価値を決めます。そこでサービスが、受益者の嗜好性、状況なども含めた因果関係の中でどう評価されるのかという評価構造を推定することが重要になります。

消費者サービスはもちろん、企業間サービスであっても、その背景には必ず多数のエンドユーザが存在します。その多数のエンドユーザの評価構造を推定するにはどうすればよいでしょうか？対話的な顧客調査などのマーケットリサーチ手法に加え、ネットやカー

ド利用時などに収集される大量の購買履歴データも組み合わせて統計的に分析することができます。また、因果構造を推定するベイジアンネットワーク技術を用いることで、今までの統計分析では十分に捉えきれなかった潜在的な要因や多数の変数の間の因果的關係などもモデル化できるようになりました。

こうした統計科学の研究を進め、さらに意志決定に影響を与える状況や嗜好性、個人差も含めた評価構造モデルを実現するには、実サービスを通じて得られる大規模なリアルデータを扱うことが重要です。つまり、サービス工学研究は実サービスの設計や運用とも連携して行うことが本質的であると考えています。

デジタルヒューマン研究センター
本村 陽一



再活用可能な評価構造モデルを構築しながら実行する知識循環型サービス

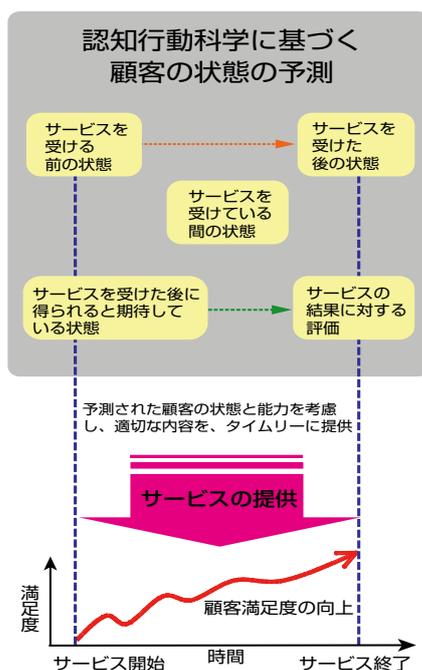
行動科学

サービスを受けることにより、顧客の心的な状態には何らかの変化が生じます。この変化には、サービスを受ける前の状態、受けた後に得られると期待している状態、実際にもたらされる状態、結果に対する評価、また、サービスを受けている間の状態などが関連します。これらと提供されたサービスの内容とを関連付けることにより、顧客が確実に満足を得られるようなサービスの提供が可能になります。

従来、認知行動科学の分野では、人間が何らかの目的を持って行動するとき、どのようにして案内情報などの環境中の情報をとりこみ、すでに持っている知識と合わせてその意味を理解し、さらに、そのときにとることのできる行動の中から次にとるべき行動を選択

するのかということについて、その過程を詳しくモデル化し、現実場面で生じる認知行動を模擬することにより、人間の認知行動過程の解明を行ってきました。この手法は、サービスを受けるときの顧客の心的状態の変化過程のモデル化にも適用できます。提供されるサービスの内容が顧客の満足度を高めるかどうかを、モデルに基づくシミュレーションにより、事前に、また、サービスの提供中に評価することにより、顧客の状態に応じた質の高いサービスの提供が可能になります。

人間福祉医工学研究部門
北島 宗雄



実験バイオメカニクスから高齢者対応人工関節開発支援への本格研究 アジアにおける関節治療への貢献を目指して

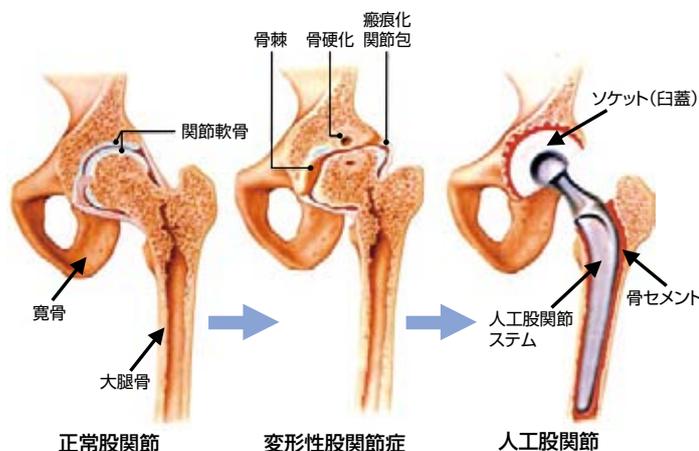
生体の妙に学ぶ

生体骨の構造や組成は、荷重が加わる方向に骨梁が成長するなど、伝達される荷重に対し機能的適応をしていることが知られています。また、骨折などへの自己修復性をもつことも大きな特徴です。そして、骨・関節系は単に荷重支持にとどまらず、衝撃力を緩和して円滑な運動を実現するとともに、造血やミネラル調整などの役割も担う、多機能複合材料であるといえます。

このような合目的性を持った生体支持組織に学んで、新しい工学の概念を実現するために、生体力学（バイオメカニクス）の観点から、骨・関節の形状解析、応力解析を進めてきました。生体の妙を学び、基礎的な成果が蓄積されましたが、臨床医学の現場に直接貢献できる“製品”とは異なるものでした。

臨床医学での関節治療の課題

臨床医学の現場では、股関節、膝関節などの治療で関節部分をインプラント（人工関節）で置換する方法が一般的に行われています。人工股関節では、イギリスのJ. Charnleyによって1960年代初頭に開発された手法、すなわち金属製のステムを大腿骨髄腔内に高分子セメントで固定し、超高密度ポリエチレン^{きょうがいに}臼蓋を用いる方式が普及しました



岡正典編：図説整形外科診断治療講座第15巻 人工関節・バイオマテリアル
メジカルビュー社（1990）より許可を得て転載（一部改変）

図1 人工股関節（Charnley タイプ）

（図1）。その後、セメントを用いないステム固定法（セメントレス）や、セラミクスなどの新材料の応用、表面改質を行った製品が開発されています。

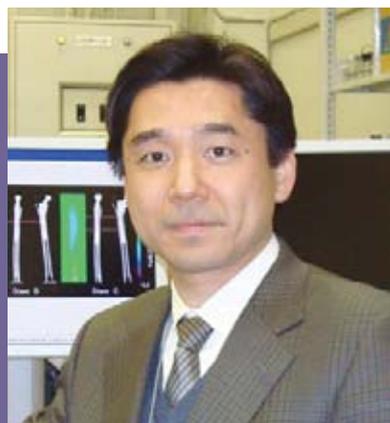
しかし、わが国で使用される年間12万余例の8割を超える製品が輸入品であり、日本人高齢者、特に骨粗鬆症や変形性関節症を発症した場合の骨形状にステムのデザインがまだ必ずしも合致していない、また、術中の高分子セメントの心臓血管系への悪影響による死亡例、さらに、高齢者では長期間ステムを支えるのに必要な骨質が低下しているなどの問題も指摘されています。

力学的生体適合性評価法の開発

長期間装着が可能な整形外科インプ

ラントを実現するには、骨への力のかかり具合が適切かどうか見極める必要があります。生体硬組織と人工硬組織が存在する環境での応力解析が必須となっていました。生体の妙を学ぶ過程で開発してきた熱弾性応力測定実験系は、そのような環境での骨表面応力解析に大きな役割を果たしました。すなわち、人工股関節ステムを装着した模擬大腿骨を用いた実験で、ステムの形状的なデザイン、材料、およびステムと髄腔との接触状況などを反映した骨表面応力分布の可視化と特徴抽出が可能となりました。そして、長期臨床成績との相関が認められ、人工関節が骨にとって力学的に適切なデザインかどうかを、設計段階で評価できる実験的手法を提案することができました（図2）。

今後、この手法と理論的手法（シミュレーション）、そして臨床成績の解析が三位一体となり、整形外科インプラントの力学的適合性評価のさらなる高精度化を実現し、それにより設計評価プロセスの省力化、長期間装着による患者QOLの向上や社会参加を支援、ひいては医療費の削減などに貢献したいと思います（図3）。



“骨・関節の生体力学研究”を、学生時代、工業技術院機械技術研究所、そして産総研と、多くの方のご協力をいただきながら継続、発展させています。この硬組織代替デバイスの開発支援では、高齢者骨形状CTデータベースの拡充と国際比較、力学的生体適合性評価法の高精度化と標準化など多くの課題が続きます。産総研内外でのチームワークによって、お互いにより骨のある研究成果の発信を目指します。

兵藤 行志（ひょうどう こうじ）
人間福祉医工学研究部門
医用計測技術グループ

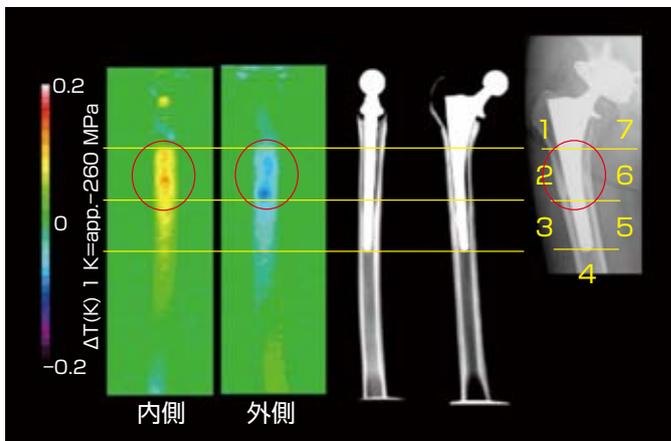


図2 熱弾性応力測定による力学的生体適合性評価技術
長期臨床成績での皮質骨硬化 (CH) 領域と高応力域の相関

“製品” へつながる支援技術
-第1次技術インテグレーション-

臨床医学の現場に“製品”として貢献するためには、形状解析、応力解析はもちろん、材料工学や生理学などの広い分野の視点・技術ポテンシャルと、人工関節に具現化する統合化が不可欠です。複数の部門、臨床医学の先生方との連携で、力学的生体適合性、生物学的生体適合性、骨質の維持を実現する要素技術を統合することにより(図4)、前述の関節治療の課題を克服した“製品”を具現化するための支援技術が確立しました。

アジアの国々との協力
-第2次技術インテグレーション-

日本を含めたアジアの人々により最適な人工関節を供給すべく、国内外の

研究機関やメーカーにおいても、日夜研究開発が行われています。そのような中、今まで顧みられることが少なかった、後期高齢者も含めた骨粗鬆症などの骨疾患を抱える方々を、セメントレスで治療できる新しい支援技術を産総研が発信し、この分野に貢献できることを願ってやみません。

また、共通の骨格構造(モンゴロイド系)を持つアジアの国々を訪問し、多くの臨床医、研究者の方々との討論を行った結果、医学と工学、研究と産業が一体となって、人工関節の諸問題を共に解決すべく同志が結集してきています。今後、国際標準化の視点も含め、アジアレベルでの第2次技術インテグレーションによって、さらなる本格研究として貢献できることを目指していきます。

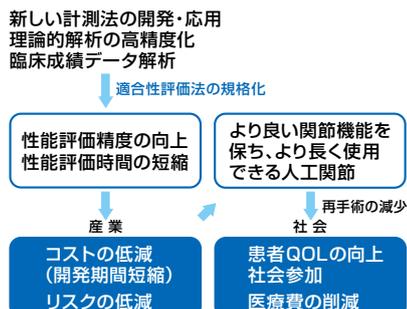


図3 力学的生体適合性評価技術の産業、社会への貢献

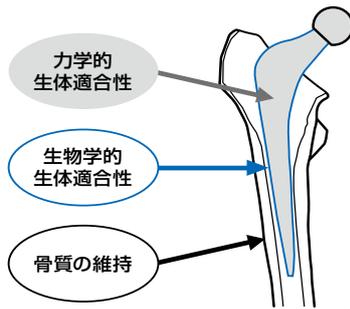


図4 人工股関節システムの長期間の維持に必要な条件

新しい研究と開発の定義

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

第2種基礎研究を軸に本格研究へ!

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

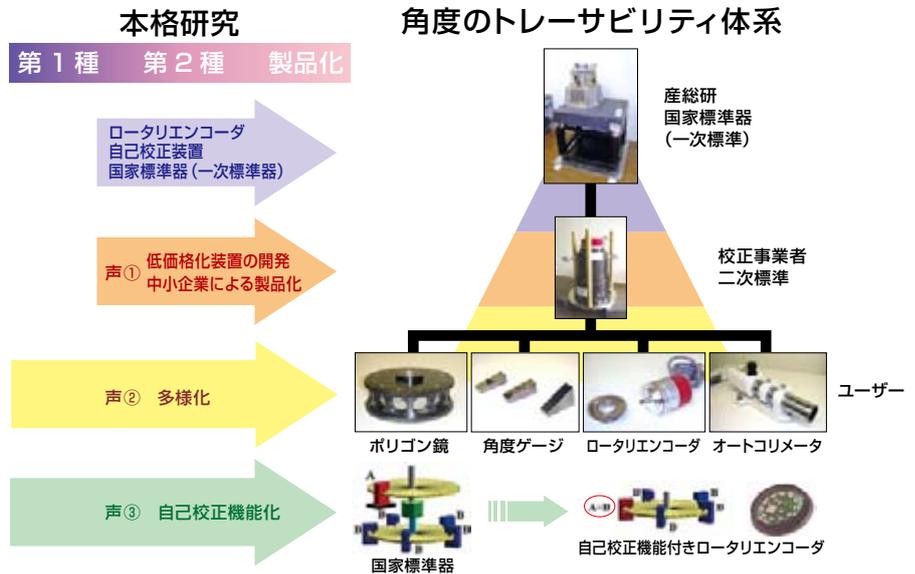
角度標準の開発における本格研究

角度標準を搭載したロータリエンコーダ

角度標準の立ち上げ

社会に計量標準を供給するためには、国の基準となる国家標準器を開発し、それを頂点とした計量のトレーサビリティ体系が必要となります。旧計量研究所でも1997年から角度の国家標準器の開発に着手することになり、翌年入所した私はそのプロジェクトの一員になりました。一般に標準器は、校正対象となる計測機と比較するため、より高精度であることが要求されます。つまり、国家標準器となると超高精度であることが必要となります。メートル条約加盟から100年を越えるわが国の計量標準の歴史の中で、長さ標準はメートル原器やランプ、レーザーと世界が同一歩調で進歩してきたのに比べて、角度標準はまったくの“無法地帯”であり、統一した国家標準器の形態がありませんでした。アメリカは超高精度な角度割出し台、ドイツは超高精度なロータリエンコーダ、カナダは角度干渉計を国家標準器としています。

私たちも多種多様な角度計測器から1つを選ぶ必要があり、最終的に角度計測器の中で最も世の中に普及しているロータリエンコーダを選びました。ロータリエンコーダは360度の分度器のような目盛盤とその目盛り位置を検出するセンサーからなり、多いもので



角度トレーサビリティ体系確立における本格研究

は一周20万点以上の角度信号を出力します。ロボットの腕関節の角度制御や身近なところではプリンターの紙送りローラーの角度制御にも用いられています。

もう1つ選んだものがあります。実は、この選択が私たちの研究開発の最大のキーポイントとなります。それは「装置の超高精度化」ではなく、「高度な校正方法による超高精度化」技術を採用した点でした。「装置の超高精度化」は往々にして装置構造の複雑性と特殊性を持ち、そのため莫大な開発コストと維持管理の困難さから、他国が

まねのできない装置になってしまいました。それが統一した角度の国家標準器の形態がない要因となっていました。「高度な校正方法による超高精度化」とは「角度の等方性」、「360度の閉じた系」であることを基本原理にした自己校正法です。高精度ロータリエンコーダを必要とせず、校正されていない2つのロータリエンコーダを自己校正法に基づいて測定すると、測定値から両方のエンコーダの誤差を分離して算出することができる方法です。つまり、国家標準器の内部には、校正されていないロータリエンコーダが入っていて、校正したい外部エンコーダを取り付けて自己校正の測定を行うと、内部も外部も同時に校正できてしまいます。

角度標準の普及

いくつかの自己校正方法を研究する中で等分割平均法にめぐり合います。この等分割平均法の等方性と原理のシンプルさが、日本の角度標準の発展を加速させました。私たちは、第2種基



1993年東北大学博士(理学)、米国NISTの客員研究員後、1998年に工業技術院計量研究所に入所。それまでの物性研究から転身し計量標準の世界へ。NEDOプロジェクトリーダーとして、アセアン諸国に自己校正機能付きロータリエンコーダを用いた新しい角度標準器の普及とともに角度の世界標準を目指しています。

渡部 司 (わたなべ つかさ)
計測標準研究部門
長さ計測科 幾何標準研究室

礎研究である装置開発を、結果的に約2年の短期間で実行し、世界最高精度の0.01秒の不確かさを達成することができました。これでトレーサビリティ体系の頂点である国家標準器が設置され、ロータリエンコーダ（校正事業者の2次標準器）の校正サービスが可能になったのです。本来はこれで本格研究は完了なのですが、実際はこれからが大変でした。

必要は本格研究の母

ユーザーの声①：低価格化

トレーサビリティを確保した標準供給は、下の階層の2次標準器をもった校正事業者が立ち上がらないとユーザーの機器を校正できません。しかし、校正事業者からの声は「国家標準器と同等な装置を開発または購入するには費用が高すぎるため導入できない」というものでした。

第2種基礎研究からの再スタートです。装置開発に戻り、約2年をかけて国家標準器のオーバースペックを洗い出し、最低限の部品を用いて約5分の1の価格でまったく同等性能の校正装置を開発することができました。

ユーザーの声②：多様化

校正事業者により、この低価格の装置が導入され、これで私たちの研究は終了かといいますとそうは行きませんでした。今度は「ロータリエンコーダばかりでなく、その他の角度計測器もトレーサビリティ体系に取り入れてほしい」という要求です。

そのため周辺機器を改良し、ポリゴン鏡、角度ゲージ、オートコロメータや角度割出し台などの校正がこのロータリエンコーダ自己校正装置1台でできるように改良しました。

ユーザーの声③：自己校正機能内蔵
最も恐れていた要求が次第に大きく

なってきました。「ロータリエンコーダは目盛り誤差ばかりでなく、取り付け誤差も大きく、装置に組み込んだ状態で校正してほしい」という依頼です。

これは、もう無茶な要求です。奥の奥に隠れているエンコーダなのですから。しかし、その声は意外に多いのです。ある時、ふと発表に用いた自己校正原理の絵を見ていると、2台のロータリエンコーダが重なったように見えました。これをヒントに、1台のロータリエンコーダで自己校正が可能な「自己校正機能付きロータリエンコーダ」を思いつきました。それは新たな第1種基礎研究の始まりでした。現在、この「自己校正機能付きロータリエンコーダ」はさまざまな回転測定や制御用に使われはじめています。

ユーザーイノベーション

一般にイノベーションとは、優れた発明家や研究者が考え出した画期的成果が、世の中に变革を起こす現象ですが、私が携わってきた研究を振り返ると、どちらかという世の中の声（期待や要望）がドライビングフォースと

なり、新しい研究や発明が誘導されるといった逆方向からのイノベーションであったのではないかと思います。この状況をユーザーイノベーションと呼ぶらしいのですが、期待された变革のゴールがあつての研究成果は、世の中に普及、浸透する速度も速く産総研の研究スタイルにマッチしているのではないかと思います。ユーザーの声に耳を傾けることにより、そこに研究のシーズの発見がなされ、第1種基礎研究や第2種基礎研究から始まる新しい本格研究がスタートする継続的本格研究の発展が可能なのではないかと思います。

最後に、角度校正に使われている自己校正法は、一段高精度な標準が無くても高精度に校正することができます。この自己校正機能を持ったロータリエンコーダは、国家標準器を搭載しているとも考えられます。角度の自己校正法はまさに天から贈られた標準であり、さらに天声人語（天に声あり、人をして語らしむ）を大事にすることで角度の継続的本格研究の発展を心がけていきたいと思っています。



角度標準とユーザーイノベーション

単一の遺伝子導入でヒト間葉系幹細胞を活性化

幹細胞を用いた再生医療の拡大



大串 始

おおぐし はじめ

hajime-ohgushi@aist.go.jp

セルエンジニアリング研究部門
主幹研究員
(関西センター)

新しいミレニアム(千年代)を迎えて立ち上がったプロジェクトの一環として、2001年にヒト細胞を増殖加工する施設(CPC)が関西センターに構築されました。これにより、細胞を用いて難病を治療する再生医療の技術開発が可能になりました。この成果もCPCなしでは達成できず、プロジェクトを立ち上げた関係者の皆様に感謝するとともに、今後はこの技術の応用展開を目指します。

関連情報:

● 共同研究者

郷 正博(ステムセルサイエンス株式会社:当時)、竹中 ちえみ(ステムセルサイエンス株式会社:当時)

● 参考文献

1) Go MJ, Takenaka C and Ohgushi H *Exp Cell Res.* 2007 Dec 4; [Epub ahead of print]

2) 産総研 TODAY Vol.6 No.2 pp.4-7 「患者自身の間葉系幹細胞を用いた骨・軟骨の再生テクノロジー」

● プレス発表

2007年12月18日「単一の遺伝子導入でヒト間葉系幹細胞の活性化に成功」

再生医療

種々の臓器の障害に対して臓器移植が行われていますが、ドナー不足は深刻です。例えば、日本では心臓移植のドナーが不足し、ドナーを求めて海外で移植を受ける患者が増え、社会問題となっています。その解決策として、患者自身の骨髄などから得られる間葉系幹細胞を用いた再生医療が一部で始まっています。

最近、京都大学の山中 伸弥 教授は、皮膚の細胞に4つあるいは3つの遺伝子(Oct4、Sox2、Klf4)を導入することによって、多分化能を持つES様細胞(iPS細胞)の作製に成功しました。また、米国ウィスコンシン大学のグループでも4つの遺伝子(Oct4、Sox2、Nanog、Lin28)を導入することによって、やはりES様細胞の作製に成功しています。これらの結果は、複数の遺伝子の導入によって細胞機能の改変が可能であることを示した画期的な成果です。しかし、複数の導入遺伝子の発現を人為的に長期にわたってコントロールすることはきわめて困難です。また、これらの人為的に作製されたES様細胞は、移植によってテラトーマという腫瘍を発生する可能性が高く、臨床応用までには解決しなければならぬ課題も多いのです。

ヒト間葉系幹細胞の活性化

産総研には、ドナーの同意のもとに、ヒト骨髄から得られた間葉系幹細胞が冷凍保存されています。このヒト間葉系幹細胞を解凍し、これらの細胞にNanogあるいはSox2遺伝子を組み

込んだレトロウイルスを作用させました。そのうち、遺伝子の導入された細胞のみを選択して、さらに数週間培養しました。

遺伝子を導入されていないコントロール細胞では増殖能は低下し、培養約3週~6週(10継代)で10倍ほどにしか増殖しませんでした。一方、Nanog遺伝子を導入したものでは、約1000倍に増殖しました。すなわち、Nanog遺伝子を導入することによって増殖能が数百倍に高まりました(図1)。

さらに、このNanog遺伝子を導入した細胞を分化誘導因子とともに培養すると、骨細胞に分化しました。コントロール細胞では、ほとんど分化しませんでした(図2、赤色の細胞が骨分化した細胞)。この能力(骨分化能)は、コントロール細胞に比べて約100倍高くなりました。これらのことから、Nanog遺伝子を導入することによって、ヒト間葉系幹細胞は増殖能ならびに分化能の双方が約100倍の活性を示すことが確認できました。

また、Sox2遺伝子のみを導入したのでは効果を示しませんでした。b-FGFというタンパク質と一緒に培養すると増殖能と分化能を回復しました。

今後の展開

今後は、遺伝子導入の方法などを改良して、2010年をめどに種々の難治性疾患患者への移植(臨床応用)を目指したいと考えています。

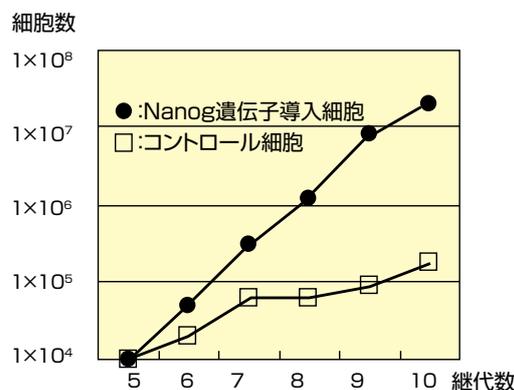


図1 間葉系幹細胞の増殖曲線



コントロール細胞



Nanog遺伝子導入細胞

図2 間葉系幹細胞の骨への分化
(骨細胞だけを赤く染める色素で染色)

イオン液体を用いたガス分離・精製技術の開発

特異的な酸性ガス吸収現象を利用した地球温暖化対策技術



金久保 光央

かなくぼ みつひろ

m-kanakubo@aist.go.jp

コンパクト化学プロセス研究センター 特異場制御計測チーム

主任研究員

(東北センター)

これまで、超臨界流体やイオン液体などの機能性物質を特異な環境におくことで発現する原理や現象を、独自に開発したその場測定ツールを用いて解明してきました。新たな発見を応用することで、環境やエネルギー問題の解決の糸口となる、新規化学プロセスの開発ができればと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

松本 一、川波 肇、川崎 慎一朗、横山 敏郎、相澤 崇史、南條 弘 (産総研)、亀田 恭男 (山形大学)、児玉 大輔 (日本大学)

● 参考文献

[1] M. Kanakubo et al., *J. Phys. Chem. B*, **109**, 13847(2005).

[2] M. Kanakubo et al., *Chem. Commun.*, 1828 (2006).

[3] M. Kanakubo et al., *J. Phys. Chem. B*, **111**, 2062 (2007).

[4] 産総研東北 Newsletter, **22**, 5 (2007).

●この研究の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成19年度産業技術研究助成事業および財団法人 地球環境残留技術研究機構のプログラム方式先端的研究による支援を受けて行なっています。

特異場制御計測

高温・高圧や微小空間などの特異な環境では、これまで予測できなかったようなユニークな現象がしばしば観察され、そうした現象を利用して高効率な化学プロセスの開発が進められています。私たちは、そのような特異場を直接観察する“その場”測定技術の開発に取り組んでいます。これまで、高温・高圧下で利用できる核磁気共鳴法やX線回折法など各種分光装置を開発しました。また、臨界点近くや微小空間で発現する特異現象の取り扱い方などの方法論を提案してきました。現在も、水晶振動子を用いたその場測定法の開発などに取り組んでいます。これらにより、化学プロセスの環境負荷の低下、高効率化を目指しています。

イオン液体のガス吸収特性と新しいガス分離・精製技術

ここでは、それらの測定法を用いて明らかになったイオン液体のガス吸収特性と、それを用いた新しいガス分離・精製技術の概要について述べます。

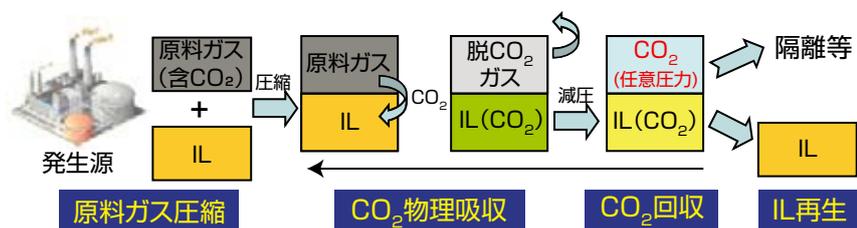
イオン液体は、一般に陽イオンと陰イオンのみで構成される熔融塩で、室温以下に融点を持ち、蒸気圧が非常に低い液体です。そのためイオン液体は、大気中への放出がほとんどない、リサイクルが容易である、広い温度域で液体溶媒として使用できる、難燃性で火事などのリスクが低い、イオン伝導性がある、などの特性をもっています。無機塩（例えば食塩NaClなど）に有機構造をもたせることで、融点の低下を図り、溶媒として利用できるようにしたことが特徴です。ですから、溶媒の性質としては、極性が高いイオン的な性質を想像しますが、驚くほど顕著に非極性の二酸化炭素(CO₂)ガスなどを

物理吸収することが明らかになりました。典型的なイミダゾール系のイオン液体の例では、CO₂を接触させながら加圧すると、ガスはイオン液体1分子に対して4~5倍も溶解します。

多くの分子性液体では、さらにCO₂を圧縮して超臨界状態にすると、液体相から超臨界相への溶出が観察されますが、イオン液体は蒸気圧が非常に低いため溶出しにくいことが確認されています。どうしてこのようなことが起こるのか、高圧X線回折法を用いてCO₂を吸収したイオン液体の溶液構造を調べたところ、CO₂は陰イオンのフッ素原子に優先的に溶媒和(溶質のまわりに溶媒が集まっている状態)されていることが明らかになりました。これは、正電荷を帯びたCO₂の炭素と負電荷を帯びたフッ素原子との相互作用を示したものです。一方、このような相互作用がない窒素や水素などのガスはほとんどイオン液体へは溶解せず、CO₂と分離することができます。

今後の展開

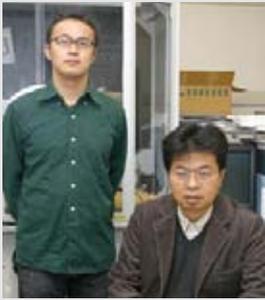
現在、イオン液体がCO₂などの酸性ガスを選択的に物理吸収する性質を利用して、さまざまなガス分離・精製プロセスの応用を検討しています。地球温暖化ガスであるCO₂を分離・回収して貯留しようというプロセス(図)では、従来のアミン法が必要とされていた吸収液の再生工程が簡略化できるため、低エネルギー化が期待されています。さらに、脱硝、脱硫や水素精製などのガス分離・精製プロセスの利用について検討しています。今後も、特異場測定法を上手に駆使して、ガス分離・精製をはじめとした化学プロセスの開発や最適化を行っていきたいと考えています。



イオン液体(IL)を用いた二酸化炭素(CO₂)物理吸収法の概略

単結晶マンガン酸リチウムのナノワイヤーを作製

高速で充放電が可能なリチウムイオン電池の低コスト正極として有望



細野 英司

ほその えいじ (写真左)

e-hosono@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
ナノエネルギー材料グループ
研究員 (つくばセンター)

慶應義塾大学大学院総合デザイン工学専攻修了、工学博士。2004年10月より特別研究員として、産総研に勤務したのち、2007年4月より現職。ナノ構造材料の合成とエネルギー貯蔵デバイスに関する研究に従事しています。

周 豪慎

しゅう こうしん (写真右)

hs.zhou@aist.go.jp

(所属は同上)
主任研究員

東京大学大学院化学工学専攻修了、工学博士。1997年4月に電子技術総合研究所入所。2007年3月、産総研技術移転ベンチャー GISMEC 株式会社取締役 (兼任)。ナノ構造と機能性物質を用いて、エネルギー・環境問題の対策技術の開発を目指しています。

関連情報：

● 参考文献

産総研 TODAY Vol.6 No.1 p.26 「ナノ構造制御により親水性表面を超撥水表面へ」

産総研 TODAY Vol.5 No.5 p.28 「新規ナノポーラス材料を電極に応用」

産総研 TODAY Vol.4 No.4 p.16 「結晶性金属酸化物ナノポーラス材料の合成」

● プレス発表

2007年11月19日「単結晶マンガン酸リチウムのナノワイヤーを作製」

リチウムイオン電池の開発

自動車を電気エネルギーで稼働させるためのエネルギー源として、リチウム (Li) イオン電池が有望視されています。電池には正極 (プラス) と負極 (マイナス) が必要ですが、現状のリチウムイオン電池は、正極に高価なコバルト材料が使われているためコストがかかります。また、高速に充放電するハイレート Li イオン電池の開発のためには、材料内での Li の拡散長を減少させるための粒子径の減少、表面積を大きくして急速な充放電過程における電流密度の減少、電解質の拡散経路の構築が必要です。

これまで、 LiMn_2O_4 を用いた良好なハイレート特性の報告はありませんでした。これは、第1に、ナノ粒子を作製できたとしても、電極材料として使用する際に、凝集して大きな二次粒子となり、本来の特性を発揮できないことによります。第2に、安定した電位で充放電するためには、高い結晶性をもつ LiMn_2O_4 を作製する必要があります。高温で熱処理をしなければなりません。ところが、この高温熱処理では粒成長の抑制が困難なため、必要とするナノ構造を得ることができませんでした。

単結晶ナノワイヤーの作製

凝集と高温熱処理での粒成長を抑制するためには、ナノワイヤーからなる不織布を作製することが適切だと考えられます。ナノワイヤーによって形成された不織布は、高温での熱処理によっても粒成長することなく、ナノ構造を維持

するからです。さらに、単結晶のワイヤー構造であれば、粒界による電気抵抗も軽減され、ハイレート Li イオン電池の電極として最適な構造であることも分かります。

今回、マンガン酸ナトリウム ($\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$) 単結晶ナノワイヤーを作製し、これを前駆体として、凝集や高温熱処理での粒成長を抑制したナノワイヤーを作製しました。そして、エックス線回折 (XRD)、走査電子顕微鏡 (SEM)、透過電子顕微鏡 (TEM) などにより、得られた物質がスピネル単結晶 LiMn_2O_4 ナノワイヤーであることを確認しました (図1)。ワイヤーの直径は数10~100 nm 程度、アスペクト比は1000以上のナノワイヤーからなる不織布構造をもっています。

図2には、単結晶 LiMn_2O_4 ナノワイヤーを用いた電極の各レート (1 C、50 C、100 C、200 C) における放電曲線を各社のサンプル (200 C 条件) の放電曲線と比較して示します。今回開発したナノワイヤーは200 Cにおいてもプラトーを維持しており、さらに200 Cでの充・放電容量は87 mAh/gであり、これは商用スピネル LiMn_2O_4 粒子200 Cの充・放電容量の最も大きな39 mAh/gと比べると2倍以上になっています。

今後の展開

実用化をするために、この材料の大量合成技術の開発やほかの正極材料の単結晶ナノワイヤー化などを試みていきたいと考えています。

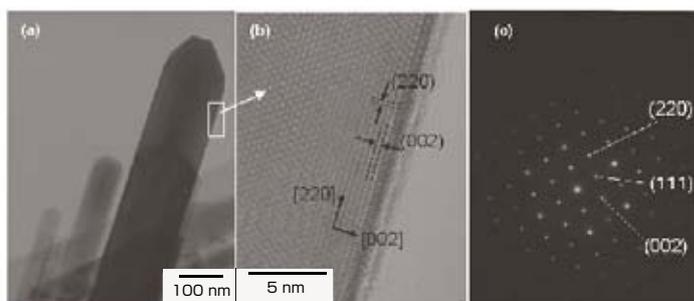


図1 単結晶 LiMn_2O_4 ナノワイヤーの透過電子顕微鏡 (TEM) 写真 (a, b) と電子線回折 (c) 得られたナノワイヤーは単結晶であることが分かる。

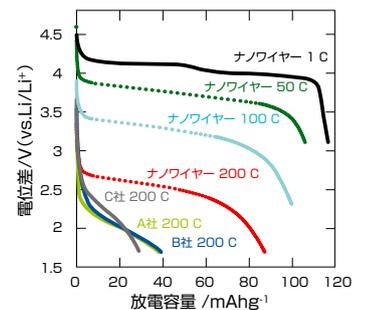
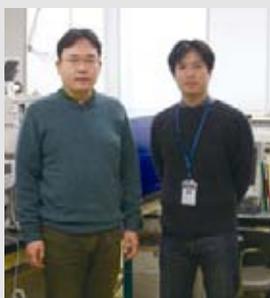


図2 単結晶 LiMn_2O_4 ナノワイヤーと市販のサンプルの各Cレート (1 C=100 mA/g) における放電曲線

同位体希釈質量分析法によるDNAの定量

国際単位系(SI)にトレーサブルな高精度定量法の開発



絹見 朋也

きぬみ ともや (写真左)

t.kinumi@aist.go.jp
計測標準研究部門有機分析科
バイオメディカル標準研究室
研究員 (つくばセンター)

2006年より計測標準研究部門にて、DNA、タンパク質の標準物質開発を目指した研究を開始しました。生体高分子の定量は枯れた技術のように思われがちですが、正確に行うためには越えなければならぬハードルは高く、多くのブレークスルーの必要な研究分野です。質量分析を活用した新たな分析手法の研究開発に取り組んでいます。

藤井 紳一郎

ふじい しんいちろう (写真右)

s-fujii@aist.go.jp

(所属・役職は同上)

2005年に標準・計測分野とライフサイエンス分野の分野融合枠として採用され、両分野のパイプ役としてバイオ計測標準の開発に邁進しています。生体分子を対象とした計測における定量ニーズの高まりを感じつつ、ニーズに適した標準の供給、および必要な技術開発について、関係する皆様の協力を得て研究を進めています。

関連情報:

● この研究の成果は、国際度量衡委員会物質質量諮問委員会主催の国際比較 (CCQM-P54.1) で検証されました。7ヶ国が参加し、ID-MSの他にICP発光分析法、キャピラリー電気泳動法など異なる原理に基づく測定値の比較が行われ、私たちの開発したID-MS法の妥当性と測定の技術水準の高さが示されました。

DNA標準物質の必要性

遺伝子組換え食品の検査や疾病の診断などのためにDNAの検査が行われるようになり、正確なDNA定量が求められています。現在、DNA定量には、PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) の技術を応用したリアルタイムPCR法、相補的なDNA分子が結合する性質を利用したDNAマイクロアレイ法、塩基の紫外線吸収を利用した吸光度法などが用いられています。これらの分析には、精確に濃度が決定されたDNA標準物質が不可欠です。しかし、これまでのところ測定方法に依存しない普遍的な値付け法が確立されておらず、測定結果の互換性が確保されていません。これらの問題を解決するため、私たちはDNA標準物質の開発を目指して同位体希釈質量分析法 (Isotope-dilution mass spectrometry, ID-MS) によるDNAの定量法を開発しました。

分析法の開発と妥当性の検討

ID-MSは、試料に測定対象物と同じ構造の安定同位体標識化合物を添加し、その同位体比率を質量分析によって測定することで試料を定量する方法です。ID-MSは国際度量衡委員会 (CIPM) 物質質量諮問委員会 (CCQM) の定める一次標準測定法として、国際単位系 (SI) にトレーサブルな測定ができます。

低分子化合物の定量にはID-MSが多く用いられていますが、高分子化合物を直接ID-MSで定量することはできません。そこでDNAの場合、単量体に完全に分解すればID-MSの適用が可能になると期待できます。

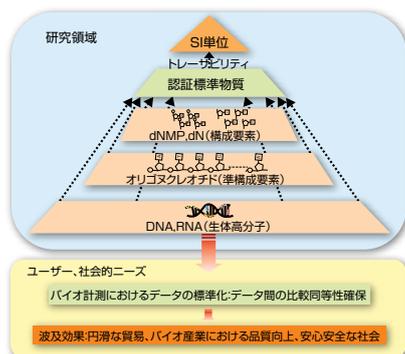
この研究では、合成オリゴDNAを酵素によって完全分解して単量体にする条件を確立しまし

た。分解の際に、安定同位体で標識した4種のヌクレオチドを既知量添加しておきます。LC-MS (液体クロマトグラフィー-質量分析装置) を用いて4種のヌクレオチドの標識体と非標識体の比を測定することによって、試料中の非標識体の濃度を求めることができます。さらに別のリン酸エステルを加水分解する酵素を作用させると、リン酸基を持たないヌクレオシド混合物になります。これをLC-MSと同様に分析することによって4種のヌクレオシドの量を求めることができます。これらの方法を用いてヌクレオチドから求めたオリゴDNA試料の濃度は8%の不確かさで、またヌクレオシドから求めると6%の不確かさで濃度を決定することができました。

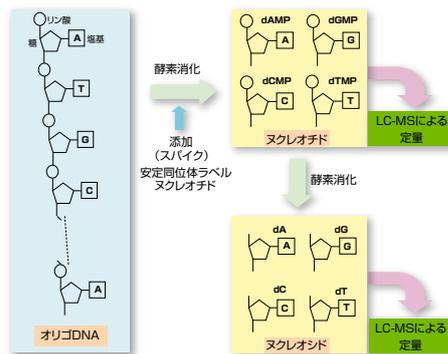
これに対して、吸光度法では定量値が14%過小評価されていることがわかりました。ID-MSによる測定結果の妥当性は多国間の共同実験により検証され、高い信頼性が示されました。

今後の展開

ID-MSに用いる加水分解条件を確立し、さらに100塩基を超える長さのDNA定量へ拡張することを検討しています。適応範囲を拡大することで、プラスミドやPCR産物のSIトレーサブルな認証標準物質の開発を目指しています。また、がんやさまざまな疾病の診断・治療の基礎となるメチル化DNA情報が注目を集めており、メチル化DNAの定量にも応用を考えています。SIトレーサブルなメチル化DNAの定量法の開発も進めており、疾病診断のための精確な「ものさし」になる標準物質の開発に取り組んでいます。



DNA標準物質と社会のニーズ



ID-MSによるオリゴDNA定量法

パスワード認証装置および認証方法

入力する手の動きを盗み見されても暗証番号の推測は困難

特許 第3858091号
(出願2002.10)

研究ユニット：
情報技術研究部門

適用分野：

- 携帯情報端末
- ATM
- 電子錠システム

目的と効果

携帯情報端末、ウェアラブルコンピュータ、銀行ATMなどに暗証番号を入力する場合、利用者以外の者がタッチパネルなどの表示自体を見ることは比較的困難でも、入力している様子を容易に見ることができる状況が頻繁に発生します。この発明による入力方法を用いることで、例えば、悪意のある誰かに手の動きを注意深く見られても、暗証番号が漏洩する危険性を減少させることができます。

技術の概要、特徴

図1は、カメラ付きヘッドマウントディスプレイ越しに実世界を見ている利用者が、自身の手の動きを使って暗証番号を入力している様子を撮影したものです。手の動きは、画像認識技術により入力手段として用いることができます。図2は、携帯端末におけるさまざまな表示手段や入力手段の組み合わせを模式的に示しており、図1の例は図2左上のような利用形態に対応しています。

このように表示されているソフトキーボード

の各キーの配置、大きさ、表示位置、形状を入力操作の度に変更することによって、手がどこからどこに移動したということを他人に見られたとしても、入力した暗証番号を推測される危険性を減らすことができます。また、どのキーがどこに移動するかなどのソフトキーボードの変化の過程を連続的に表示することによって、次に選択すべきキーを利用者が把握しやすくなるため、入力操作の煩雑さを抑えることもできます。

発明者からのメッセージ

私たちは全国のコンビニのATMから現金を引き出し、携帯電話でオンライン決済するようなユビキタス経済社会に暮らしています。そのため、この発明は、ウェアラブルコンピュータのような近未来的な携帯端末だけではなく、現在のさまざまな状況にも適用可能となっています。また、ボタン位置を固定すると、入力手段の表面上の皮脂などの分布から暗証番号を絞り込むことも可能ですが、この発明ではそれを防ぐこともできます。



図1 カメラ付きヘッドマウントディスプレイ越しに実世界を見ている利用者が、自身の手の動きを使って暗証番号を入力している様子

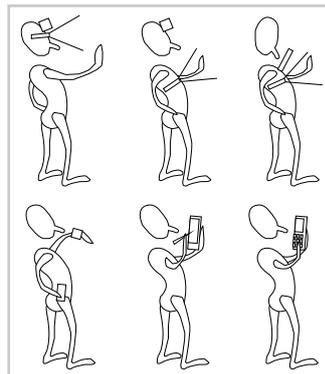


図2 携帯端末におけるさまざまな表示手段や入力手段の組み合わせの模式図

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/>

新しい水素製造方法の開発

炭化水素からCO₂を排出しないで水素を製造できる触媒

特許 第3837482号
(出願2001.9)

● 関連特許
登録済み : 国内1件

研究ユニット:

バイオマス研究センター

適用分野:

- クリーン水素を用いる、燃料電池、自動車、工業用表面処理など
- 活性炭などの吸着剤、電磁波吸収材料

目的と効果

クリーンエネルギーとして、工業用、民生用に今後とも需要が期待できる水素を、二酸化炭素(CO₂)を出さずに製造できる触媒を開発しました。この触媒は安価な鉄とアルカリ金属をアルミナに担持したものであり、メタンなどの炭化水素を水素と炭素に分解する機能があります。副生する炭素は分離して各種炭素材料として用いることができます。

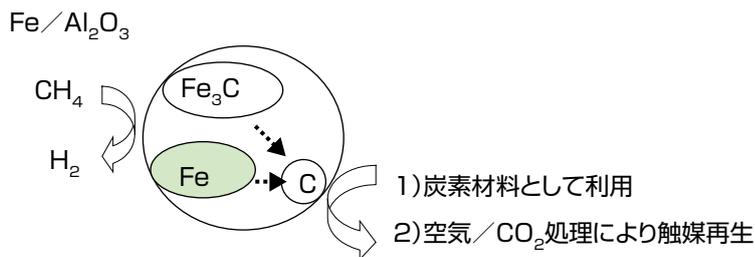
技術の概要、特徴

メタンなどの炭化水素の水蒸気改質反応は、通常900℃程度の高温度で行われ、水素と同時に、一酸化炭素(CO)やCO₂が副生します。燃料電池用水素製造には、プロセスのCO₂削減効果とともに、電池の白金電極(アノード)の作用を低下させないようにCO濃度の抑制が求められます。そこで水蒸気や空気を用いずに、触媒を用いて炭化水素を水素と炭素に直接分解する方法を考えました。副生物が固体の炭素ですか

ら、水素との分離は容易で、また水素中にCOなどのガスは含まれません。触媒は、鉄をアルミナに担持させたものであり、安価です。副生する炭素は、触媒上に蓄積しますが、炭素と鉄をまとめて製鉄の溶鉱炉に投入して、鉄を再生することも可能です。また、炭素のみを分離して活性炭などのほかの炭素材料として用いることもできます。すなわち、水素製造と触媒再生をオンサイト/オフサイトで分離することにより、COを含まない水素ガスを製造することが可能です。逆に、この発明の炭化水素分解方法は、カーボンナノチューブなどの炭素材料の製造法として活用もできます。この場合には水素は副生物となります。

発明者からのメッセージ

この発明により、COやCO₂を副生しない水素製造プロセスを構築できます。また、カーボンナノチューブなどの炭素材料の製造方法としても活用することができます。



メタン分解のスキーム



1 μm

分解により副生した炭素のSEMイメージ

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

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第2

TEL: 029-861-9232

FAX: 029-862-6159

E-mail: aist-innovations

@m.aist.go.jp

放射能標準における遠隔校正

速く、安く、安全、便利な遠隔校正の実現と研究開発の進展



佐藤 泰

さとう やすし

yss.sato@aist.go.jp

計測標準研究部門
量子放射科
放射能中性子標準研究室
研究員
(つくばセンター)

これまで、遠隔校正の研究開発、インクジェットプリンタを用いた面線源製作や放射能測定手法の開発、モンテカルロ法による放射能測定の高度化の研究などに取り組んできました。現在、放射能絶対測定技術の高度化の研究を進めています。特に、医療用放射線源について、より精密な測定手法の研究開発および遠隔校正の普及活動を行っていきたいと考えています。

関連情報：

●参考文献

1) 吉田春雄：AIST Today Vol.2 No.11 pp.20-24 (2002)

2) 佐藤泰：産総研 TODAY Vol.5 No.8 pp.22-23 (2005)

●この研究開発は、NEDO受託研究「計量器校正情報システム技術開発」(プロジェクトコードP01029)に基づき、行われています。

●産総研、日本アイソトープ協会、日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター、独立行政法人放射線医学総合研究所、アロカ株式会社の協力により遠隔校正実験が行われています。

遠隔校正の利点

これまで、産総研で計測機器の校正をするには、被校正機器を産総研に搬入して行っていました(持ち込み校正)。これに対して、被校正機器の輸送による破損を回避すること、校正中に被校正機器が長期間使用できないことの改善や、校正料金の低廉化、校正の省力化などが、かねてから望まれていました。

遠隔校正とは、被校正機器を通常使用されている場所に設置したまま、移動せずに行う校正です^{1), 2)}。これにより、迅速かつ安全で安価な校正、校正の省力化が実現されつつあります。また、校正の不確かさも従来法とほぼ同等です。

放射能の遠隔校正のスキームと実施状況

放射能分野では、物理的仲介器である仲介標準線源や仲介標準測定器を用いて遠隔校正が行われています。放射能の遠隔校正の仕組みを下図に示します。

仲介標準線源を用いる場合には、^{99m}Tcなどの線源を用いて、産総研側から依頼者の被校正機器を遠隔操作することにより、校正作業を行います。仲介標準測定器を用いる場合には、仲介用電離箱などを用いて、依頼者が製造した線源、あるいは依頼者が所有する線源を遠隔校正し、この校正された線源により、依頼者の被校正機器を校正します。この方法は、例えば¹⁸F

のように短い半減期をもつ医療用などの線源を校正する場合に特に有効な方法です。

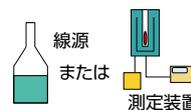
計量法に基づいて、校正事業者は、産総研に設置された国家標準によって校正された測定器、あるいは校正の連鎖をたどると産総研の国家標準にたどり着く測定器を用いて、校正作業を実施しています。校正事業を行っている日本アイソトープ協会の加圧型電離箱に対して、産総研では、通常の定期的校正において比較的半減期の長い⁶⁰Co、¹³⁷Csなどの仲介標準線源を用いて持ち込み校正を行っています。これに加えて、近年需要が増している半減期の短い¹¹¹In、^{99m}Tcなどの医療用核種を用いて、産総研から遠隔校正を行えるようになりました。

放射能の遠隔校正の研究開発の状況

産総研の放射能グループでは、現在、汚染検査装置や医療用放射線量測定装置のように、病院や原子力施設などの作業現場で使用される測定機器について、遠隔校正実験を行っています。また、産総研からの技術移転により、日本アイソトープ協会では、独立行政法人放射線医学総合研究所の医療用放射能測定装置の遠隔校正実験を行っています。

遠隔校正が広く普及し、有効に活用されるように、研究開発を進めていきたいと考えています。

①仲介標準器の校正



②仲介標準器の輸送

④校正証明書発行

③インターネット経由で遠隔操作および校正データの送受信

さまざまな測定器を作業現場で遠隔的に校正

医療用放射線量測定装置



汚染検査装置
医療用放射能測定装置

放射能の遠隔校正のスキーム

物理的仲介器である仲介標準線源や仲介標準測定器を依頼者に送付して、遠隔的に被校正機器を校正する。



「今年のロボット」大賞2007は世界をリードする新産業のひとつへとロボット産業を成長させるために、2007年に活躍し、将来の市場創出への貢献度や期待度が高いロボットを経済産業省が表彰する制度です。このたび、産総研で研究開発を進めているRTミドルウェアとその国際標準化活動が評価され、産総研知能システム研究部門、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、社団法人日本ロボット工業会に対して優秀賞（部品・ソフトウェア部門）が授与されました。（参考）<http://robotaward.jp/>

神徳 徹雄（産総研 研究代表者） t.kotoku@aist.go.jp
知能システム研究部門 タスク・インテリジェンス研究グループ長（つくばセンター）

【受賞の功績】

国際標準準拠のRTミドルウェア(OpenRTM-aist-0.4.0)

研究開発の背景

少子高齢化に伴い、介護、介助、コミュニケーションなどの生活支援ロボットの開発が求められています。

多様なニーズに応えられるロボットの実現を目指して、ロボット機能要素（センサ、サーボ、モータなど）をソフトウェアとしてモジュール化する枠組みを提案しました。RTミドルウェアが提供する共通の枠組みにより、異なる開発言語やOSを使って開発されたモジュールを統合して、柔軟性に富んだカスタムメイドのロボットを容易に構築できると期待されています。

2007年の活躍について

モジュール化の枠組みを誰でも安心して採用できるように、RTミドルウェアの開発と並行して、国際的なソフトウェア技術の標準化団体OMGにてコンポーネントモデルの標準化提案を2005年から進めてきました。

2007年9月に米国ジャクソンビルで開催されたOMG技術会議にて正式な標準仕様として採択されました。理事会承認プロセスを経て、誰でも自由に参照できる標準仕様書として本年発行される予定です。

この仕様を検証するために産総研版のRTミドルウェア(OpenRTM-aist-0.4.0)を開発してきました。

2007年7月からWindows、FreeBSD、Linuxの各OSで使えるC++版を公開リリースするとともに、その後、Python版やJava版などの開発言語にも対応しました。

市場化・事業化について

RTミドルウェア技術は、各社独自のアーキテクチャによる少品種大量生産型の産業ロボットに適した従来のビジネスモデルから、ユーザの多様な要望を実現する多品種少量生産型の次世代ロボットに適したビジネスモデルへの変革を実現する基盤となる技術です。

RTミドルウェアが目指す共通のオープンなアーキテク

チャを採用した分業体制が実現すると、誰でもアイデア次第でロボット産業に参入することができます。多数のベンチャー企業や中小企業がそれぞれの得意とする分野で技術を商品として提供するような新たな市場創出が期待されます。

また、研究成果も単に論文としてではなく、アイデアを実現したモジュールとして提供することで技術移転や蓄積が促進され、ロボット技術革新に大きく寄与できます。

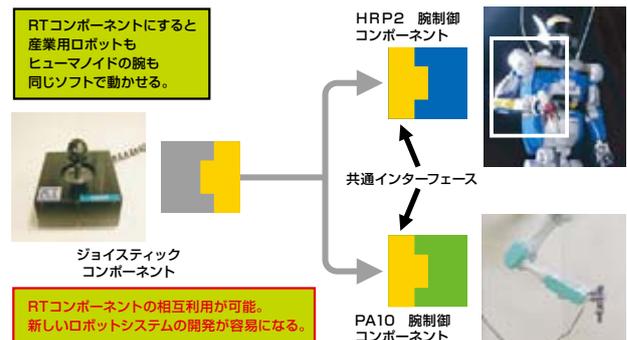
今後の展開

このRTミドルウェア技術は、多くのロボットプロジェクトに導入されており、開発成果を集積していくことで手軽に使えるRTコンポーネント群の充実を図る予定です。

RTミドルウェアの研究開発は継続しており、標準仕様書の発行にあわせて、RTミドルウェアOpenRTM-aist-1.0を公開リリースするとともに、開発支援ツールを整備して効率的な開発環境の確立を目指しています。

RTミドルウェアの普及により、ロボット技術の標準化が加速され、膨大な費用が必要であったロボット開発のコストが削減され、日常生活で使われる多種多様なロボットが手の届く価格で商品化されることが期待されます。

（参考）<http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM-aist/>



RTミドルウェアを使ったモジュール化（RTコンポーネント化）によるソフトウェア資産の部品化の例

インド文部科学省バイオ局(DBT)と産総研のMOUフォローアップWS

報告

1月22～23日に、インド文部科学省バイオ局(DBT; Department of Biotechnology)と産総研のMOUフォローアップ・ワークショップ/シンポジウム/バイラテラルミーティングが開催されました。これは、2007年2月に締結したMOU(包括協定)に基づくもので、この包括協定では、糖鎖工学、セルエンジニアリング、生命情報工学の3つのトピックでの研究協力が謳われています。

MOUに基づく最初の協力事業とし

て、セルエンジニアリング関連の国際シンポジウムが併催され、インドを含め世界8カ国から70名余りの研究者が参加しました。

DBTとのバイラテラルミーティングには、産総研から3つの研究ユニットと国際部門が参加し、具体的な研究協力に向けての討議を行いました。その結果、政府省庁であるDBTと研究機関である産総研の構造的な違いが確認されるとともに、生命情報工学関連の具体的な共同研究テーマが提案され

ました。今後は研究者同士の交流を進め、包括協定の下で個別の共同研究テーマを立ち上げていくことが合意されました。



DBT ジョイントセクレタリー、サマン氏の講演

ナノテクノロジー戦略シンポジウム2008を開催

報告

技術情報部門ナノテクノロジー戦略ワーキンググループは、2月1日に「ナノテクノロジーの実用化と社会受容戦略」と題してナノテクノロジー戦略シンポジウム2008を東京国際フォーラ



堀場氏の基調講演

ムにて開催しました。参加者は163名を数え、今回は実用化をテーマとしたため民間事業者の方の参加が多く見られたのが特徴となりました。

基調講演では、株式会社堀場製作所最高顧問 堀場雅夫氏から「21世紀のサイエンス」と題して研究者がもつべきものとしてスキルが絶対条件であり、それに情熱(パッション)が必要であるとのこと、また、ご自身の経験を元に「おもしろおかしく」仕事をすることの重要性が語られました。その他の講

演やパネルディスカッションにおいては、日本の科学技術政策、カナダにおける地域コンソーシアムの取組状況、新しい研究マネジメントの方策、ベンチャー支援などナノテクノロジーの現状や実用化に向けて整備しなければならないことを話していただきました。これから日本においてこれらの実用化支援策を整備し、さらにどう活用していくかを検討しなければいけないことがわかりました。

第22回 産総研・技術情報セミナーを開催

報告

第22回 産総研・技術情報セミナーが「公的研究機関の長期的存在価値」をテーマとして2007年11月30日に開催されました。

最初の講演者であるマサチューセッツ工科大学のレスター教授によると、地域イノベーションは(1)新産業の創出、(2)地域への新産業導入、(3)地場産業から関連新産業への多様化、(4)既存産業の高度化の4つのパターンに分類できます。ボストン地域のバイオテクノロジー研究の発展には10年を要しており、こうした事例では大学などの貢献が重要です。一方、シャーロッ

トの自動車関連産業では毎週のように新たな開発が求められており、大学などの関与は限定的にならざるを得ないと指摘されました。こうした分析から、地域イノベーションにおける大学などの役割拡大の方向性として、次の4点が示されました。

- ・技術移転から technology take-up へ
- ・問題を解決する大学から 公共スペースとしての大学へ
- ・知識の泉から交流広場へ
- ・クラスターからハブへ

次に産総研の小野理事から、国立研究所の存在意義を考えるために、職業

研究者の歴史を振り返る視点が示されました。公的な職業人としての研究者の出現が、国立研究所の設立によれば、1887年のドイツ帝国物理工学研究所などの例がそのはじまりです。そして現在、職業研究者の定義は、まだ模索段階ではないかとの指摘がなされました。民間の研究者では、資金提供者、受益者、評価者の全てが雇い主である企業であるのに対して、国立研究所の研究者では、それぞれ、政府、国民と企業、学会の同僚と複雑であることが理由として挙げられました。

湯浅 新治 スピントロニクス研究グループ長が朝日賞を受賞

1月29日、東京・日比谷の帝国ホテルにおいて、2007年度朝日賞の贈呈式が行われ、産総研から湯浅 新治 エレクトロニクス研究部門スピントロニクス研究グループ長が、宮崎 照宣 東北大学教授とともに「トンネル磁気抵抗効果 (TMR) の発展と応用に関する研究」が評価され受賞しました。

湯浅グループ長は、宮崎教授が初めて室温で実現したトンネル磁気抵抗効果 (TMR) (電子のトンネル効果を利用し、磁気によって物質の電気抵抗を大きく変化させる現象) をさらに発展させ、絶縁体に酸化マグネシウムを用いることによって、より大きな磁気抵抗比を持つ TMR を実現しました。こ

れらの成果は既に実用化され、近年のハードディスク容量の劇的な増加を技術面で支えているほか、電源を切っても記憶内容が消えない新しいタイプのメモリー (MRAM) の開発などへの応用も期待されているものです。

世界最大規模の産業見本市 ハノーバー・メッセ2008に出展

お知らせ

産総研は、4月21日から25日にドイツ・ハノーバー市において開催される世界最大規模の産業見本市「ハノーバー・メッセ2008」に出展します。

今回のハノーバー・メッセでは、わが国がパートナーカントリーとなったこともあり、昨年のほぼ3倍の規模となる約30件の研究開発成果を展示します。出展の内容は、「持続的発展可能な社会の実現に向けた人間、環境、

エネルギーに関する産業技術の貢献」とのコンセプトのもとで、産総研が開発した最先端技術の中から、環境に優しい新素材・プロセス、新エネルギー技術、省エネルギー技術、人間生活を支援するデバイスやロボットなどに関する技術です。展示ブースは、ホール2 (研究開発・技術パビリオン) に独立行政法人日本貿易振興機構 (JETRO) が設置するジャパン・パビリオンの中

を予定しています。

また、出展と併せて、産総研とドイツの研究機関との研究協力の促進を目的とした「日独研究協力ワークショップ」を4月22日に開催します。このワークショップでは、2007年のノーベル物理学賞受賞者であるユーリッヒ研究センターのグリュンベルク教授と2007年度朝日賞受賞者である産総研の湯浅研究グループ長などが講演する予定です。

職員採用試験の受験エントリー受け付けについて

2009年4月に向けた、産総研職員採用試験の受験エントリーを受け付けています。募集職種および人数は、研究職10名・事務職15名です。試験採用には、年齢制限はありますが特別な学歴や資格は必要ありません。熱意のある方のご応募をお待ちしています。募集要項は、下記アドレスにてご確認ください。

<http://unit.aist.go.jp/humanres/ci/employment>

今後のスケジュール

エントリー受付	～3月14日(金)
第1次試験(東京・大阪)	4月13日(日)
第1次試験合格発表	4月25日(金)
第2次試験	5月中～下旬
最終合格発表	5月～6月上旬
採用	2009年4月

EVENT Calender

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3月

2月14日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
3 March			
3日	北大リサーチ&ビジネスパーク「インキュベーションセミナー」	札幌	011-708-6536
3～4日	MO Tオープンカレッジ道内大学間連携「技術経営人材・起業家育成」スクール	札幌	011-708-3633
4日	光技術シンポジウム	東京	072-751-9530●
6～7日	Workshop on LCA for APEC Member Economies	東京	029-861-8105●
7日	デジタルヒューマン・シンポジウム2008	東京	03-3599-8201●
7日	産業用酵素シンポジウム	福岡	092-642-3053
8日	産業界就職支援セミナー	つくば	029-862-6277●
12～13日	ワクワクIT@あきば2008	東京	70wakuwakuIT@ipsj.or.jp
13日	産総研テクノショップ in 沖縄	沖縄	098-866-8239
13～14日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy-symp@m.aist.go.jp●
17日	次世代バイオナノ研究会	香川	087-869-3530●

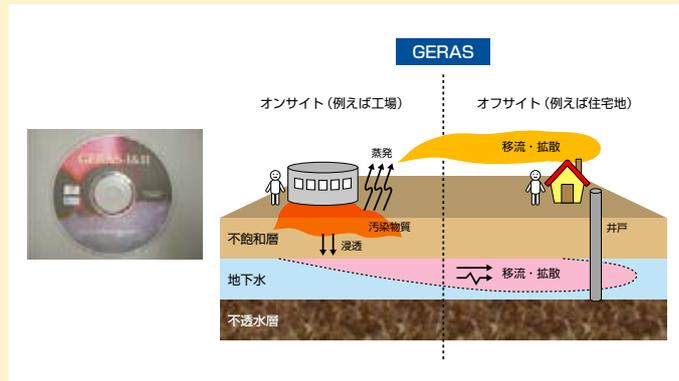
●は、産総研内の事務局です。

地圏環境リスク評価システム (GERAS) の開発

地圏資源環境研究部門 地圏環境評価研究グループ 川辺 能成 (つくばセンター)

近年、産業活動に起因した土壌・地下水汚染の事例が増加しています。これらの環境問題を客観的かつ定量的に評価するための手法として、暴露(化学物質を摂取する量)をもとにしたリスク評価のアプローチが重要となってきます。

川辺さんの研究グループでは、土壌や地下水に負荷された化学物質のヒトへの暴露量および健康リスクを算出できるソフトウェア(地圏環境リスク評価システム: GERAS)の研究開発を行っています。これまでにGERASは、多数の事業所や自治体などに供与されており、土壌汚染による健康リスクをはじめ、汚染浄化の効果などの評価にも活用されています。



地圏環境リスク評価システム

(GERAS: Geo-environmental Risk Assessment System)

参考: <http://unit.aist.go.jp/georesenv/topicslog6.html>



川辺さんからひとこと

わが国においてもリスクを基にした土壌汚染評価およびリスク管理に関する考え方が浸透しつつあります。そのためには、わが国の土壌や地下水汚染の特徴に適合したリスク評価システムを開発することが重要となります。特に、土壌や地下水環境は容易に目に見えるものではありませんので、より多くのデータを収集し、さまざまな分析や解析を行う必要があります。今後、さらなるパラメータ整備を行い、地圏環境リスク評価システムをより良いものにして、多くのユーザーに利用していただければと考えております。

産 総 研
TODAY

2008 March Vol.8 No.3

(通巻85号)

平成20年3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。