

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

1

2009
January

Vol.9 No.1

メッセージ

02 オープンラボによせて

リサーチ・ホットライン

- 09 日周体内時計は季節時計に四季を告げる
高脂血症治療薬がマウスの季節時計を動かすことを発見
- 10 光による細胞の接着制御
ケージドペプチドを用いた反応開始技術
- 11 混合ガス導入法による同重体干渉の分離
新たな高感度分析の可能性が広がった

特集

12 脳を知り、脳を活かすニューロテクノロジー

脳・神経系の計測・インターフェース技術と産業応用
末梢神経インターフェース用電極の開発
散乱光情報を利用した脳活動の近赤外光イメージング
認知型ブレイン-マシンインターフェース (BMI) による外部機器制御システムの開発
培養神経細胞で作る半人工神経回路網
「脳情報地図」の作成と活用
ガンマ帯域脳波で測る関心・好感度
機能的MRI (fMRI) を使って「こころのシステム」をみる

テクノ・インフラ

- 22 マグネシウム合金圧延板の結晶粒度試験方法
JIS H 0542として制定
- 23 霧島火山2008年噴火の緊急調査
噴火の規模の迅速な把握にむけて

シリーズ

- 24 男女共同参画プログラム(第4回)
女性研究者グローバルエンカレッジング

パテント・インフォ

- 26 有機EL 燐光材料の製造方法
燐光材料の低コスト化を目指して



オープンラボによせて

独立行政法人 産業技術総合研究所
理事長 吉川 弘之



1. 本格研究の成果

2008年10月21、22日、産業技術総合研究所のつくばセンターで行われたオープンラボは、非常に意義深いものであった。それは産総研の現在の諸研究を社会に、特に、研究成果を使用する可能性のある産業の方々に見てもらおうというだけでなく、発足以来およそ8年を経過した産総研が、その間に遂行した本格研究の成果を世に問うという意味を持っていたからである。

2001年の発足時に、産総研は組織の大きな改編を遂げるとともに各研究ユニットは本格研究を行うことを決意した。それは第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究という、従来は異質のものとして別々に行っていた研究を研究ユニットとして統合して行うものであったから、研究者にとっては新しい方法であり、研究ユニット長にとっては未踏の研究管理を実施することとなった。その実施にはいろいろな問題もあったが、研究者はもちろんのこと、管理関連部門に携わる者も積極的に本格研究を推進し、問題を解決しながら、

着実に成果を上げてきたと思う。オープンラボはその成果を世に問うものであったが、同時に私たち自身が、これまでに行ってきたことをまとめて考え、これからの方針を改めて立てる機会でもあった。各研究ユニットをはじめ、各部門でそれを考えたであろうし、その内容はさまざまであろう。しかしそこに浮上した一つの大きな共通の課題がある。

それは、本格研究の成果を社会に、産業に、実際に「出す」ことにかかわる課題である。もちろんそれは、産総研発足以来の課題でもあり、最近の何年かにわたり、しだいに重要な課題として議論されるようになってきたものであった。そしてそれは、今回のオープンラボの意図そのものでもある。この課題は個々の研究分野によって異なる内容を持ち、一概にまとめて論じることができないものではあるが、この機会に産総研全体を通し研究分野を超える共通の問題として共有する必要がある、といま私は考えている。

その理由は、この「出す」過程を個別の行為として認

めるだけでなく、一般的な理解によって、研究成果を社会が使用するという、現代の研究に不可欠な部分を研究の定義に加えることによって、科学的研究が社会性を獲得すると考えるからである。言い換えれば、本格研究の成果が社会によって使用されることまで視野に入れることによってはじめて、本格研究という概念が完結するということである。

このことは、本格研究が、研究の結果得られる新知識を現実使用し社会的価値を生み出す可能性を第2種基礎研究において示し、さらに既存の産業への適用可能モデルを示す製品化研究を終えても、まだ産業は使おうとしないという多くの研究者の経験と重なっている。それはまた、それを超えるための第4種の研究“実証化研究”が必要だという指摘(一村、本格研究ワークショップ、2008年7月17日)に対応している。

私たちはすでに、研究成果の産業適用、すなわち「本格研究の社会化」の現実的努力の経験を通じて、多くの超えなければならない問題があることを知ることとなった。それは、財政や特許に関する法的あるいは制度上の問題であったり、企業の経営思想や新技術導入のリスク評価基準の問題であったり、さらには社会的慣習、科学と社会間のコミュニケーションの問題であったりする。当然のことであるが、産業の最終判断は経済的視点による。そしてここで忘れてならないことは、この過程で改めて研究成果は試練を受け、社会的受容のための社会側の変化と並行して技術も洗練されてゆくことである。

これらの経験を通じて、一つの問題に気付く。これらの問題は上述のように、私たちが研究している科学技術の範囲内では解決しない。扱う対象は科学技術の成果であるが、それを扱う過程は社会的なものである。法律、経済、経営、慣習、コミュニケーションなど、それらは対象を扱う科学技術とは違う課題である。したがってそれらを、対象として扱っている個々の科学技術課題の特殊性に対応して個々の方法を考案して解決するだけでなく、一般的なものとして対処しようとするなら、そこに共通する基礎的枠組みは、社会科学や人文科学でなければならないことになろう。ここに、社会技術が登場する。

2. 技術の持続的進化

社会技術について、筆者は社会科学に基礎をおく技術と定義したが^[1]、それは科学技術が自然科学に基礎をおく技術を意味するのに対応する定義であった。この定義のもとで研究の社会化を論じることについて、ここでやや詳しく述べておかなければならない。それは、従来は技術とは必ずしも縁の深くなかった社会科学と、現代では著しく技術と関係を深めてしまっている自然科学とを重ねて考えることの中に含まれる問題を、ここで抽出しておく必要があるからである。この二つのことは、いずれもたまたま現代の特徴になっているが、それらは社会科学にとっても、技術にとっても、いずれも本来の姿を表していないと考えるのが筆者の出発点である。すなわち社会科学の知識は現実の社会において技術として使用されるべきであるし、一方技術はその基礎として、社会科学も自然科学と同じ重要性を持つと考える。

最初に強調しておくべきことは、技術にとって、その基礎となる自然科学も社会科学も、前者が自然を、後者が社会を対象にするという違いはあるが、いずれも知識の作り方が科学的方法という共通のものによっている以上、特別に知識利用の方法に差があってはならないということである。このことについては、歴史的に驚くべき変遷があった。典型的な社会技術の例として弁証法的唯物論の作り出す知識によってあるべき現実社会が設計され実際に社会に使用されたが、それは私たち科学技術(工学)の世界にいる者にとっては不思議なことであった。事実その使用は成功しなかっただけでなく、大きな損失を残したのであった。私たち科学技術の中にいる者にとっては、一つの(矛盾を含まない)理論体系で現実の社会全体を設計しそれを社会に適用することはできないことであるしまたしてはいけないこととされている。私たちは、自然界を理解する完成度の高い理論、例えばニュートン力学がどんなに立派でも、それだけで実際に自然を作ることができるものではないことを知っている。そしていま、科学的知識を現実適用するための道筋として、本格研究という独自の知識生産が必要であることを認識するようになってきているのが私たち自身の課題である。こ

の認識は、実在するもの（人工物）を作るためには、第2種基礎研究と呼ぶ、領域を超えた思索が必要であり、しかもまだ科学的に解明されていない要素を必ず扱わなければならないので必ず新知識創出を必要とし、したがって完全性を持つ解は決して存在しないことを知る謙虚さが、科学的知識を創出する者と使用する者との両者にとって不可欠であることを要請している。

謙虚にしているだけでなく、このことを積極的に社会における仕組みとして実現しようとしたのが“持続的進化”を可能とする情報循環^[2,3]である。そこでは、自然科学にしても社会科学にしても、それが単なる現象の説明を超えて、社会における行動者が使用し社会的状況に影響を与えるとするなら、知識生産の全体に対し生産者と使用者がそれぞれ固有の役割を果たし、しかも責任を持つ。それは例えば図1のように描ける。社会には、多くの行動者がいて、行動することによって社会あるいは自然に影響を与える。その影響が持続性を乱すものでなければ受け入れられるが、乱す場合は修正が必要である。ところで社会における行動者の行動は、現代では科学的知識を根拠とするものが多い。とすれば、行動の良否は、その根拠である科学的知識およびその使用法に依存する。そこには知識創出者と使用者の連帯があり、それぞれが行動を目標とした助言と意思決定という役割を果たす。行動の評価は観察型科学者によって行われ、その結果の良否に基づいて設計型科学者が新しい助言を創出し、社会に送り出す。それが行動者の行動の根拠になるのである。このよう

に、ここには情報の循環がある。この循環は言語が循環によって進化するというFerdinand de Saussure^[4]によって明らかにされた仕組みに対応し、循環に従って社会が保有する知識も進化する。この仕組みにおいては、だれも上に立って人々に行動を指示する者はいない。循環を駆動するのは個々の人の考案や考察であり、それはCharles Sanders Peirce^[5]が人の知識の創出過程の中心においたアブダクション(abduction)によって行われる。アブダクションの結果は仮説であるが、それがこの循環によって検証される。循環が繰り返し行われた人類の長い歴史を通じて蓄積した科学的知識と英知とは人類共通の財産であり、人々はこれに基づいて行動するのであり、特定の個人が指示するのではない。科学的知識は科学者という専門家が保有し責任を待ち、英知は万人がよりどころとするものである。その結果、進化はときどきの飛躍を含むことがあるにせよ、基本的には連続的に、少しずつ起こる。このことが、持続的進化を可能にするのであり、またその進化が継続的な連鎖となることを約束している。

この図において、観察型科学者と呼べるものは自然科学分野にとどまるものではなく、社会科学でも一般に存在する。それどころか、観察による現象の説明は社会科学の本来の姿である。情報循環を考えるとときに注意深く考えるべきなのは、設計型科学者である。自然科学の場合、それは広義の工学者であるが、工学者は、観察者の主役である理学的な科学が獲得する知識とよく連結している。一方社会科学の場合、両者の間に必ずしもよい連結があるといえないのが問題である。前述のように、社会科学の場合、一つの学説は一つの固有な社会像を描き出し、その実現がその学説に属する科学者の至上命令になる可能性がある。これでは観察型科学者の分析結果が一方的に行動者に流れ、それに基づいて行われた行動者たちの行動の結果がもたらした効果が再び観察型科学者に届くことがない。ここには情報循環が存在せず、したがって持続的進化はあり得ない。

ここで、歴史主義批判としてKarl Popperが主張する“漸次的技術”(piecemeal engineering)と出会うことになる^[6]。彼は、歴史主義が政策提言をホーリステ

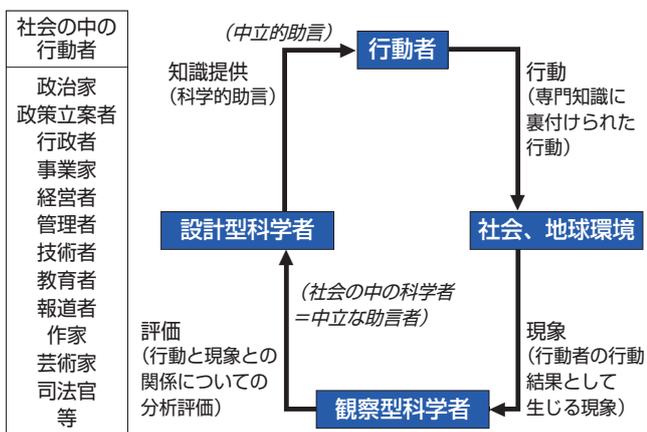


図1 持続可能な進化のための情報循環

イックに、そしてユートピアとして提出することを批判し、現実には技術者がとる方法、すなわち外からの批判に耳を傾けながら、大きな目標として人々の福祉を考えながらも決してそれを一気に解決する政策を考えるのではなく、目前の技術的改良に努力する方法が、人の行為が現実社会の全体に効果して社会に有意義な結果をもたらす唯一の方法であることを主張する。

実はここでPopperに言及するのは、彼がこのことを漸次的な“社会技術 (social engineering、social technology)”であると言っているからである。彼の社会技術の定義はのちに述べる我々の定義と完全に同じものではないが共通点が多く、社会技術が社会理論のホーリスティックな適用であると解釈されていることを批判する彼の主張は我々にとっても重要である。彼は社会技術における技術も、科学技術における技術の特徴づける漸次性を持つべきだと主張したのである。すでに1957年に述べられたこのことは、いま改めて重要な意味を持ってきたと考えられる。以下に、社会技術という概念を使うために必要な項目を若干検討しておく。

3. 科学技術と社会技術

たとえば鉄道の敷設を考えると、その基本は鉄道技術であり、諸設備の制作、敷設可能な場所の選出などは科学技術でできる。しかしながらそれは必要条件であって、実際に敷設するかどうか、そしてどこにどのような鉄道を敷設するかを決めるのは社会的条件による。利用方法、社会的効果の発揮、経済的效果創出などを詳細に考えながら建設のための仕様を決めなければならない。そこで必要となるのは社会科学的知识である。ここで明らかのように、科学技術的知识は建設のための必要条件であり、社会科学的知识は十分条件である。したがってこれらを併置して考えては問題を正確に扱うことができない。このことを厳密に考察するために、ややなじみのない分類ではあるが次のような分類を与えて考察を進めることにしよう。

科学的知識の分類をPeirceに従って行くと、図2のようになる。Peirceは、それから知識を抽出する現実

の対象としての現象を、科学が自然存在と人間存在に二分していることを指摘する。ここでの例は行動であり、従うべき慣習と、作るに際して用いる物質とを取り上げ、それが記述、分類、法則性という方法で抽象化されてゆくものとする。慣習の抽象化体系を精神科学と呼び (psychical science)、物質の抽象化体系を物理科学と呼んだ (physical science)。実は両者は、科学としては自立しそれぞれ完結するが、現実には相互に深く関係している。Peirce が言っているわけではないが、例えばナイフとフォークを考える。これを使用する礼儀が定められているが、それは社会学の対象であり、礼儀はある種の言語であり、またより基本的には心理学的基盤を持っているに違いない。一方ナイフとフォークを作ることを考えると、それは鍛造と研磨であるが、その方法は物質の性質に基礎を置いており、性質は記述的なものから分類学的な化学、そして法則的な物理学によって基礎づけられる。このようにして、技術は科学と関係なく歴史的に存在するものであるが、Peirceの抽象化に従って作られる抽象化された一般的知識としての科学によって存在根拠が合理的で正当なものとなる。このように科学的知識に裏打ちされた技術が現代の技術なのである。Peirceによれば、精神科学と物理科学とは統合して形而上学となり、数学に至って知識が完結するが、ナイフとフォークの形而上学や数学はここではとりあえず考えない。

ここでの関心は、現代の技術と上で呼んだ、抽象化された知識を使用して創出した現実の技術的結果を提

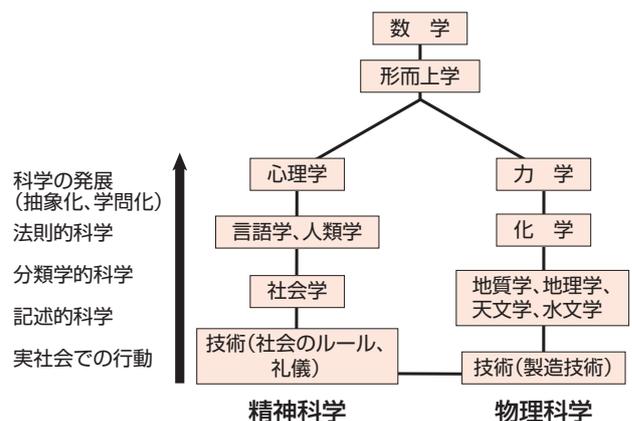


図2 Peirceによる科学の分類

供しようとするときに、精神科学に属する知識と物理学に属する知識とが同時に必要になるという事実である。Peirce でなく私の例である簡単なナイフとフォークでも、それを正しく使用者に提供しようとしたら、製造技術を使って作り、そのうえで使い方を教えなければならない。さらに洗練された提供のためには、物理学と心理学の理論が使われるであろう。この提供は社会的現象であるから、それを正当に行う基礎としての技術は社会技術と呼ぶのがふさわしい。このようにして社会技術は、精神科学と物理学との両者を基礎とする技術なのである。ここで対応をわかりやすくするために、精神科学を基礎とする技術を精神技術、物理学を基礎とする技術を物理技術と呼んでおくと、一般的な呼び名では前者は狭義の政策技術、後者が科学技術に対応するといつてよいかもしれない。

このようにして、(線型的考察の範囲内で)社会技術とは、精神科学を基礎とする精神技術と、物理学を基礎とする物理技術の統合されたものとして理解される。概念図を図3に示す。

4. 社会技術の状況

より厳密に議論するためには、この二者に、図3に示すように生命科学を基礎とする生命技術を加えて考える必要があるのであるが、ここでは便宜的に生命技術を物理技術に含めて考えることにしよう。さて、社会技術が精神技術と物理技術の統合であるとして、現

実にそれはどのような状況にあるのであろうか。結論を先にいえば、精神技術に比べて物理技術が不均衡に進みすぎたために、正当な社会技術が成立していない状況である。

ここで大まかに定義した精神技術は、精神科学に基礎をおいているとしたのであった。したがってここで言う精神科学とは、図2に示したように、社会学、人類学、言語学、心理学などであり、人間の精神的な側面についての科学である。これらは長い歴史を持ち、大きな成果を持っている。しかし、ここで気付くことは、物理学を基礎とする構成行為である物理技術と、精神科学を基礎とする構成行為である精神技術を見たとき、基礎と構成行為との関係が両者で異なっていることである。物理学を基礎とする構成行為、すなわち意味を持つ物理的人工物の産出は、少なくとも歴史的に人類に安全と豊かさをもたらしたのであった。一方、精神科学を基礎とする構成行為、すなわち精神的に意味を持つ精神的人工物を精神科学に依拠して作り出してゆく場面を考えると、それは必ずしも一般的に使われているものとしては豊富な内容が思い浮かばない。教育心理学は体系化が進んでいる分野であるが、例えば物理学の進歩によって高度な材料技術が発達したのに比べると、教育現場での教育心理学の使用は控えめであるといわざるを得ない。むしろ思い起こすのは催眠誘導、世論操作、民族浄化などの、異常な悪用であるのは不思議なことである。前述の、イデオロギーによる社会革命もこの範疇^{はんちゆう}である。こんなはずはない。知識の増大は人類に良きものをもたらすはずである。この原因として、何か知識使用に関する基本的問題があるからと考えるべきであろう。そこで、次のような考え方によって考察を進めることにする。

私たちは工業製品が社会に受け入れられ、しかもその性能が向上進歩していくのを体験している。工業製品は物理学に基礎をおく物理技術によって生み出された人工物であり、それが人類の安全と豊かさをもたらしたのは、持続的進化のループが作動していたからである。すなわち工業製品は、作られ、すでに確立した市場に出て、購買者によって選択される。この市場が十分に成熟し、人々の合意を得て経済的な仕組み

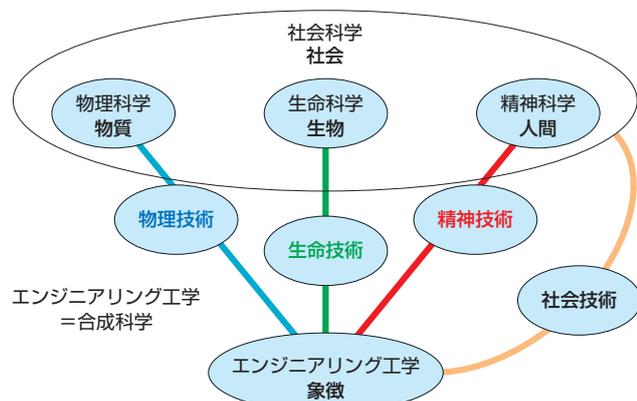


図3 社会科学と社会技術

として認知されているのが一般の工業製品の特徴である。購買者の選択過程および使用過程は、販売状況、使用済み製品などの調査によって明らかにされ、それが工業製品設計者へと送られる。それは設計変更される新製品に反映される。これは持続的進化である。

それでは精神科学に基礎をおく精神技術によって生み出される“製品”に持続的進化があるのであろうか。ここで便宜的に、この製品を“文化製品”と呼んでおくと、それは教育、学習支援、専門的助言、心理治療、芸術作品、娯楽などであろう。これらが、工業製品の場合のように、「ピースミールなアブダクションによって駆動される情報が循環しているかどうか」を検討する必要がある。私の結論は、これが文化製品については未成熟であるということである。

たとえば大学教育で提供する教育の質の評価を考えると、努力が続けられている公的な仕組みによる評価が、教育を受けるものから見た評価と一致しているとはまだ言えないであろう。また、大学ランキングなども一面的である。初等中等教育では、評価はより難しい。教育では、工業製品で循環を駆動するために重要な役割を果たしている市場が未成熟なのである。しかしながら、バウチャー制度などといい、工業製品の評価システムの擬態を持ち込む愚劣な提案に惑わされてはならない。それは教育を経済に従属させる愚行であって、経済にとっても迷惑である。教育では、その成果が社会全体に対して何十年も後に現れることを熟慮しながら教育者と学習者(あるいは保護者)とが社会の支援を受けつつ協調する固有の評価が必要であり経済と関係がない。教育の経済学はもちろん必要であるが、それを個々の教育の評価と連動させてはならない。そしてこのような評価に基づく改変は完成した理論によるのではなく、関係するものの参加により、ピースミールに行われるのでなければならない。しかも改変は、当事者の発案すなわちアブダクションによることが条件である。ここでは詳述しないが、このいずれも十分とはいえない。

持続的進化によって重要な、選択機構の中心にある評価だけでなく、ピースミール、アブダクションの観点から見ても、このように文化製品では未成熟である。

教育に限らず、芸術作品、娯楽などの状況を考えると、芸術や娯楽を正当に進化させる社会的仕組みが確立されているとは言えず、それぞれに固有の仕組みの確立が期待される。

ここで指摘しておくべきことがある。それは、前述の工業製品の持続的進化を可能にする重要な要因としての市場を可能にした技術は、物理技術ではなく精神技術に属すると思われる。したがって市場の完成は精神技術の成果である。精神技術の成果としての文化製品の市場は未成熟といったが、物理技術の成果である工業製品の市場は精神技術であるにもかかわらず成熟している。私たちはこの点から学ぶものが多い。

3節に述べたように、社会技術が精神技術と物理技術の統合したものであると考えるのであったから、両者の状況から社会技術の問題点を抽出することが次の課題である。上に述べた議論によって言えることは、精神技術の成熟度が物理技術の成熟度より著しく低いということである。その結果として社会技術にどのような問題があり、それをどのように解決できるかを以下に考察することにしよう。

5. 本格研究の社会化

私たちはまだ社会技術一般について述べる段階には来ておらず、我々の直面する問題を解く過程でそれを明らかにしていくしかないと考える。過去の歴史を見ても、現実の問題を解きつつ理論が完成してゆくのが技術を体系づける工学の発展形態であったのだから、ここでもその形態をとるのがよい。したがってここで、すぐさま体系的な“社会工学”を考えるのではなく、社会技術を対象として、その態様、効用、要素などを現実の例に即して考え、可能であればそれと並行して一般化体系を考えてゆく。

ここで現実に即した課題とは、すでに述べたように本格研究の社会化である。私たちは本格研究によって産業で使用可能な科学技術知識を作り出した。しかし、使用可能という必要条件の充足段階からさらにすすみ、産業化が実際に起こる十分条件を満たすことは決して容易でないことを知ったのであった。この必要

十分条件が社会技術によって生み出されると考えるのがここでの論旨である。物理技術が必要条件を満たすために使われ、精神技術が十分条件を満たすために使われるが、実は両者は独立でなく複雑に関係している。しかしここで簡単のために以下のように考える。

産総研での研究成果は物理技術を基本としていると考えることにする。本格研究であるから、ここでは決して物理的側面のみを考えているのではなく、実際に産業への適用を第2種基礎研究や製品化研究で考えていて、すでに産業のさまざまな精神的側面も考えている。しかしここで、第2種基礎研究、製品化研究に次ぐ社会化においては主要な側面が精神技術にあるといえるから、大まかに（線形的思考で）精神技術を社会化にまとめて考えるのである。このようにして、私たちのすべての研究が、その内容が明らかでないばかりでなく、持続的進化という観点からも未成熟な精神技術によって社会化を実現するという課題を持つことになる。

さてここで、工業製品の市場が精神技術によって成熟していることを思い出す必要がある。私たちは本格研究の成果を“製品”と呼んでいるが、それは工業製品なのであろうか、あるいは文化製品なのであろうか。ここで論理的には難しい問題に直面するが、この問題を論じることはここでは保留しておこう。それは、そのどちらであっても、本格製品の成果という製品は、新しい人工物であって少なくとも確立して社会的に認知された市場が存在しないという点がまず重要だからである。まだ認知されていない市場に出ていくという宿命は、従来にない新しいことを本質とする本格研究が持っている本質的性質からいって避けられない。

このことから結論が導出される。あたかも市場の確立していない文化製品を社会に出すのと同質の問題を本格研究の社会化が持つ、ということである。そしてまたそれは、ピースミールであり、アブダクションによらねばならぬ。

簡単にいえば、本格研究の社会化は、従えばうまくいくような既存の一般的方法はなく、それを個別の場合ごとに創出していかなければならないということである。それは、各研究者はもちろんのこと、産学官連携、知財、ベンチャーなどの研究関連部門ですでに現在行われている努力そのものである。したがって、そ

れらの努力が個別的特殊なものとして蓄積されることなくその都度行われながら、進化するものとして位置付けられていないという点が問題なのである。それを可能にするために、問題に対する理解と、蓄積の方法の確立、そして現実的な組織の設置が必要である。ここには、産総研の全員参加が求められる。

その中で、社会技術の一つの典型がサービス工学であることを考えると、昨年設置したサービス工学研究センターがこの本格研究の社会化という課題で重要な役割を果たすことが求められていると思う。私たちにとって最も身近なこの重要課題を放置してただ広く外に社会問題だけを追っ^てては、かつての技術と社会研究センターの轍^{てつ}を踏むことになってしまうであろう。

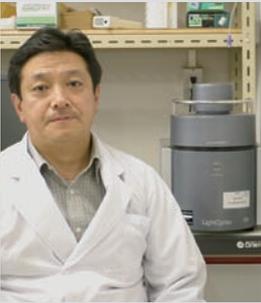
文献

- [1] 社会技術研究開発に関する研究会報告、科学技術庁(2000).
- [2] 吉川弘之: *科学者の新しい役割*, 岩波書店(2002).
- [3] 吉川弘之: *Science, Technology, Human Values and Actions toward Sustainability*, International Symposium on Science, Technology and Human Values, Athens (2007), *人工物観を作るロボット*, *日本ロボット学会誌*, 25 (1)など.
- [4] Ferdinand de Saussure, *Cours de Linguistique Generale*, Charles Bally et Albert Sechehaye (1949). (一般言語学講義, 中村英夫訳, 岩波書店(1972)).
- [5] Charles Sanders Peirce, *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Charles Hartshorne, Paul Weiss (eds), Thoemmes Press, Vol.1 (1931).
- [6] Karl R. Popper, *The Poverty of Historicism*, Routledge & Kegan Paul, London (1957). (歴史主義の貧困, 久野、市井訳, 中央公論社(1961)).



日周体内時計は季節時計に四季を告げる

高脂血症治療薬がマウスの季節時計を動かすことを発見



石田 直理雄

いしだのりお

n.ishida@aist.go.jp

生物機能工学研究部門
生物時計研究グループ
研究グループ長 兼 上席研究員
(つくばセンター)

生物時計の分子機構を遺伝子から行動のレベルまで研究しています。哺乳類からショウジョウバエまでを対象として進化的、比較生理的に研究しています。24時間のリズムばかりでなく、月周期や年周期のリズムも分子のレベルで明らかにしたいと思っています。

関連情報：

● 共同研究者

大石 勝隆 (産総研)、勢井 宏義 (徳島大学医学部)

● 参考文献

[1] N.Ishida: *Neuroscience Res.*, 57(4), 483 - 490 (2007) .

[2] H.Shirai *et al.* : *Biochem. biophys. Res. Commun.* , 357, 679 - 682 (2007) .

[3] K.Oishi *et al.* : *NeuroReport* 19 (4) , 487 - 489 (2008) .

[4] S.Chikahisa *et al.* : *Endocrinology*, 149, 10, 5262 - 5271 (2008) .

[5] K.Oishi *et al.* : *FEBS Lett.* 582 , 25 - 26, 3639 - 3642 (2008) .

● プレス発表

2007年4月25日「高脂血症治療薬による睡眠障害の新しい治療効果」

2008年10月9日「日周体内時計は季節時計に四季を告げる」

冬眠と季節病

社会の24時間活動化、高齢化、IT化などによって冬季うつ病などの季節病が介護の現場などでも増えています。私たちのような冬眠しなくなった哺乳類においても、冬眠時代の分子メカニズムが残されている可能性を示唆しており^[1]、このメカニズムを解明することで、冬季うつ病のような治療の難しい病気に対する治療法の開発が可能になると期待されます。

フィブレートが動物の冬眠などの体内季節時計に影響

高脂血症治療薬であるフィブレートの投与が日周体内時計を進める効果があることを発見したときの実験条件は、昼夜均等12時間(12時間の昼間と、12時間の夜間)でした^[2]。今回、マウスの体内季節時計について調べるために、人工的に昼間を長くした条件(長日[夏]条件)あるいは、逆に夜間を長くした条件(短日[冬]条件)下で飼育しました^[3]。長日条件としては18時間の昼間と6時間の夜間を設定し、短日条件としては6時間の昼間と18時間の夜間を設定した結果、フィブレート投与による日周体内時計の位相前進効果は長日条件で飼育した時にだけ見られ、短日条件では見られませんでした。次に昼夜が12時間ずつ均等になる条件で、2週間フィブレートを餌に混ぜて飼育してから、体温・筋電図を24時間測定した結果、2週間のフィブレート投与によって冬眠のような一過性の低体温現象が起きたことが確認されました(図1)^[4]。また、脳波・

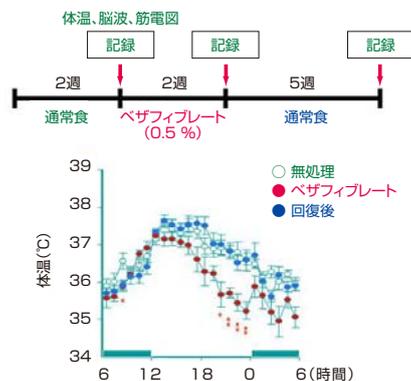


図1 体内の日内変動マウスを全実験期間(9週間)、昼夜均等12時間の条件で飼育し、フィブレート食を2週間投与

筋電図から深いノンレム睡眠状態が継続して睡眠時間も長くなることが観察されました。さらに、6時間の睡眠妨害(断眠)を加えると、フィブレート投与群では冬眠のような深い睡眠が持続的に見られました。図1にはフィブレート投与前①、投与後②、投与後通常食を5週間与えた後③の24時間体温測定の結果を示します。フィブレート投与の影響は通常食を5週間与えた後にはなくなっていることがわかります。

フィブレートが体内季節時計に影響を与える分子メカニズムを解明するために、フィブレート投与によって増加する物質を探索したところ、肝臓から線維芽細胞増殖因子(FGF21)^[5]が、脳内視床下部においてニューロペプチドY(NPY)^[4]が確認されました(図2)。FGF21は絶食でも誘導されることが知られており、冬眠または日内休眠する動物が秋口に絶食するタイミングを想起させます。今回の研究から時計遺伝子Clock/Bmalに制御される日周体内時計は核内受容体PPARαを介して体内季節時計をも動かすことが明らかになりました(図2)。

新しい治療方法の開発を目指して

今後は、特にマウスへのフィブレート投与による抗うつ効果や抗不安効果の確認、末梢時計から脳内時計への伝達分子の同定、長日条件下で特異的に時計を動かす分子メカニズムの解明などを目指します。それらの分子メカニズムの解明を通じて、現在治療の難しい冬季うつ病などの創薬のターゲットとなりうる伝達分子情報を提供していきたいと考えています。

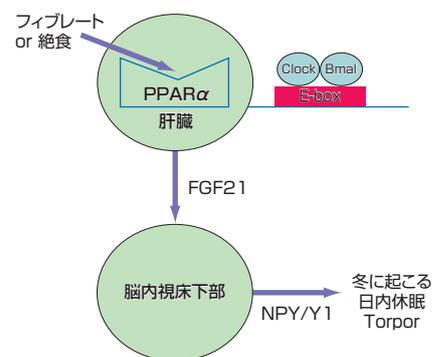


図2 核内受容体PPARαは日周時計から季節時計への鍵分子

光による細胞の接着制御

ケージドペプチドを用いた反応開始技術



達 吉郎

たつ よしろう (写真左)

y-tatsu@aist.go.jp

セルエンジニアリング研究部門
分子創製研究グループ
研究グループ長
(関西センター)

昨年度まで、科学技術振興調整費によるナノバイオ分野の人材養成プロジェクトに従事してきました。共同研究者の大室さん(写真右)は水産学が専門でしたが、被養成者として化学合成や計測技術も短期間に習得しました。異分野融合はイノベーションの鍵のひとつですが、必ずしも最先端の技術同士の組み合わせでなくとも、独創的な技術創出が可能です。ペプチド化学はかなり確立した領域ですが、ご一緒に共同研究・開発を進めませんか。

関連情報:

● 共同研究者

大室 有紀(元産総研特別研究員・人材養成被養成者、現愛知県がんセンター)

● 参考文献

[1] AIST Today 2(11), 16(2002).

[2] Y.Ohmuro-Matsuyama and Y.Tatsu: *Angew.Chem.Int.Ed.* 47(39),7527-9(2008).

● この研究は、文部科学省科学技術振興調整費「産総研ナノバイオ分野人材養成ユニット」(代表者:湯元 昇)により行われたものです。

反応開始技術としてのケージド化合物

実験室では異なる溶液を混合させて反応を開始させることが行われていますが、均一に混ぜるのに多少の時間を要します。そこで、ライフサイエンスの実験で反応速度の早い現象を観察したい場合には、ケージド化合物を利用する方法が用いられてきました。ケージド化合物とは、生理活性物質に光解離性の保護基を導入した化合物であり、保護基のためにあたかも「かご(ケージ)」に入れられたかのように本来の活性がブロックされています。これが光照射を受けると、保護基が脱離して、活性を回復させることができます。あらかじめケージド化合物を実験系に加えておき、光照射することにより、活性な物質の濃度を上昇させることができます。この光脱離反応はマイクロ秒からミリ秒の時定数で進行するため、多くの生命現象と比較して“瞬時に”そしてかき混ぜることなく生理活性物質を添加させ、反応を開始させることが可能となります。

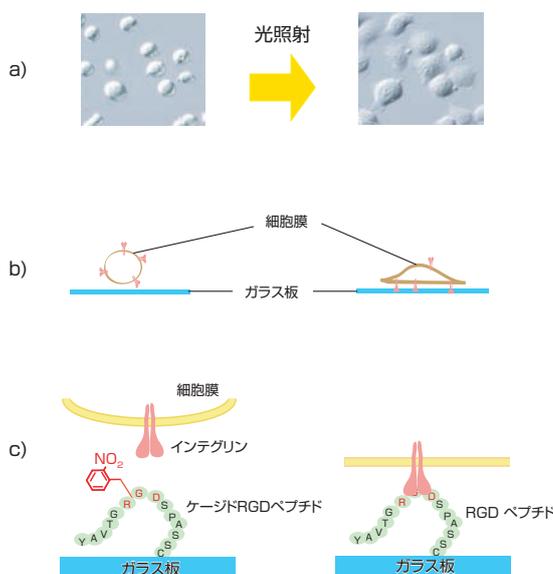
細胞接着技術

産総研では、生体中で情報伝達などさまざまな働きをもつペプチドのケージド化合物化に取り組み、汎用なケージドペプチドの合成法の開

発を行ってきましたが、これを細胞接着の制御へ応用することを試みました。細胞膜表面の膜タンパク質であるインテグリンは、細胞の足場となる細胞外マトリックス (ECM) を構成するタンパク質のフィブロネクチンと結合します。このフィブロネクチンの中の、アルギニン-グリシン-アスパラギン酸 (RGD) のアミノ酸配列が接着に不可欠な要素です。私たちはRGDを含むペプチドに光解離性保護基であるニトロベンジル基を導入し、ケージドRGDペプチドを合成しました。これを培養基板表面に固定化することによって、光で細胞の接着性を制御することを実現しました。基板上の光照射した部位にのみ細胞が接着することが可能となり、接着のタイミングも制御ができます。

今後の展開

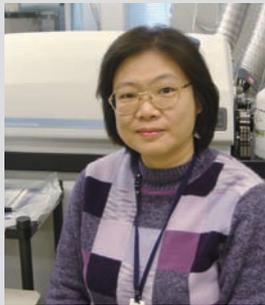
古くから行われている細胞培養基板の表面の親疎水性を光化学反応で制御する原理と比較して、この方法の特徴は、細胞本来の足場であるECMのペプチド配列との特異的な結合を直接制御している点にあります。この技術は他のペプチドの細胞接着因子への応用も容易であり、細胞の接着や伸展のダイナミックな解析に有効なツールになると期待されます。



細胞接着の光操作の顕微鏡写真 (a) とガラス板との接着状態 (b)、模式図 (c)。細胞は、ケージド RGD ペプチドを固定化した細胞培養基板 (ガラス板) には接着できず、球状であるが、光照射すると細胞膜上のインテグリンが RGD ペプチドに結合し、細胞は平坦な形状になる。

混合ガス導入法による同重体干渉の分離

新たな高感度分析の可能性が広がった



野々瀬 菜穂子

ののせ なおこ

naoko-nonose@aist.go.jp

計測標準研究部門
無機分析科 無機標準研究室
(つくばセンター)

産総研入所以来、誘導結合プラズマ質量分析法一筋に、鉄鋼、半導体などの工業材料に含まれる少量・微量成分をいかに正確に分析するかについて研究を行ってきました。現在はこの方法をベースにしてさまざまな標準物質開発や国際比較試験などに取り組んでいます。ICP 質量分析計の中で起こっている物理化学的な挙動にも興味をもって、実験と理論の融合を図れることを目標にしています。

関連情報：

● 共同研究者

大畑 昌輝、成川 知弘、日置 昭治、千葉 光一（産総研）

● 参考文献

[1] 上 蓑 義則：産総研 TODAY, 8(8),15(2008).

[2] N.Nonose *et al* ; *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, (2009) in press.

● 認証標準物質番号

[1] NMIJ CRM 8001 - a, 8002 - a

[2] NMIJ CRM 8003 - a, 8004 - a, 8005 - a

ICP-MSにおける同重体干渉とは

誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) は、濃度 ng/kg (ppt) レベルの極微量金属元素を高感度に定量できる分析法として、鉄鋼、半導体、環境、食品、医薬など幅広い分野で活用されています。しかしこの分析法は高感度である一方、質量スペクトル上の分光干渉の影響をどうやって抑えるかという大きな問題があります。その一例が同重体元素による干渉で、これは簡易型の四重極質量分析計ではもちろんのこと、高分解能型の質量分析計を用いても質量分離能が不足するために分離することができませんでした。

計量標準総合センター (NMIJ) では、ファインセラミックス (FC) である炭化けい素^[1]および窒化けい素^[2]の認証標準物質開発を行ってきました。FCにはさまざまな遷移金属元素が不純物として含まれ、特に鉄やチタン、バナジウムなどはFCの熱的特性を大きく左右するため、不純物の含有量を精密に測定する必要があります。しかし組成が複雑であることから、ICP-MSで得られる質量スペクトルもたいへん複雑になります。特に同位体が2つしかないバナジウムの分析では⁵⁰Vが、共存するチタンやクロムの同重体 (⁵⁰Ti、⁵⁰Cr) の干渉を受けるため、

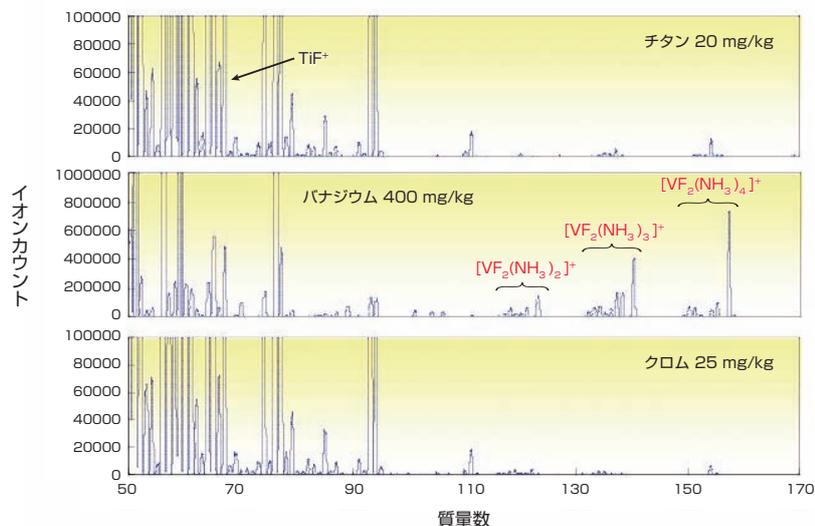
正確な定量に支障がありました。

混合ガス導入法による同重体干渉の分離

私たちは、四重極型ICP質量分析計を用いて、質量分析計の前段に設置された反応セルにふっ化メタンとアンモニアを混合したガスを流すことによって、測定したいバナジウムだけを $[VF_2(NH_3)_4]^+$ というクラスターイオンにして質量スペクトル上で分離できることを見出しました (図)。これは混合ガスとの反応性がバナジウムだけ特異的に違うことを利用したものです。これまでの実験結果を踏まえ、FCの窒化けい素 (チタン 10 mg/kg、クロム 10 mg/kgが共存) に含まれる1 mg/kgレベルのバナジウムを正確に定量することが可能になりました。

今後の展開

この方法の開発によって、これまではいへん分離が困難であった同重体干渉の問題にも解決の糸口が見出せるようになりました。今後はより重い元素における同重体干渉にもこの混合ガスの手法を応用して、ICP-MSによる高感度・高精度元素分析の可能性をさらに広げたいと考えています。



ふっ化メタン+アンモニア混合ガス導入 ICP-MS で得られた、チタン (上)、バナジウム (中)、クロム (下) の質量スペクトル

脳を知り、脳を活かす ニューロテクノロジー

脳・神経系の計測・インターフェース技術と産業応用

脳研究の位置づけ

「脳・神経系」と「遺伝子（ゲノム）」は、現在のライフサイエンス研究開発の中心課題です。これらが注目されている理由は、単に先端的な研究課題であるというだけでなく、その仕組みが人間の生活や経済社会のかたちに関係しているところにあります。もちろん、生物の形を決めるのは「遺伝子」の役割ですが、できあがった「個人（個体）」が個性を持つようになるのは、「脳・神経系」の働きによるものです。遺伝子と脳・神経系は、合い拮抗する働きをもっており（図1）、その両方が活かされて人間社会が形成されています。産総研の研究開発では、その両者の特性をよく理解し、それを私たちの生活の中に活かす技術の研究開発を進めています。

産総研のライフサイエンス研究分野では、図2に掲げた戦略目標（平成20年度）を設定し研究を進めています。この特集で紹介する「脳・神経系の計測・インターフェース技術と産業応用」の研究開発は、3番目の戦略目標「人体機能計測・評価技術」の中心的な課題です。

技術総論

脳は、神経細胞を素子とした神経回路から成り立っており、この回路の動作原理を知ることが最も重要な科学的挑戦のひとつとなっています。産総研ではこの課題に正面から取り組むとともに、脳の活動を計測することにより、脳の状態を把握する研究も積極的に進めています。脳の状態を理解することができるようになれば、「個人（個体）」がその時何を考えているか、感じているのかについて測定し、知ることが

できます。

人間の脳活動を非侵襲的かつ簡便に計測することができれば、脳の状態を容易に知ることができます。光トポグラフィや脳波計を用いるとこのような計測が可能になります。脳活動を時間的空間的により高精度に計測する方法として機能的MRI（fMRI）があります。脳は、外界（環境）からの刺激を受け入れて、それに対する反応を決定し、運動指令を出す器官ですが、発達した脳では、外界からの刺激に対し画一的ではなく、個性的な応答をすることができます。最近のfMRIを用いた研究では、未知の事柄を知った時の脳の反応まで計測できるようになりました。

このような方法を活用することにより、脳の中の状況がかなりよくわかってきましたが、電気的な信号のやりとりである神経回路の働きの詳細まで計測することはできません。そこで必要になる技術が神経電極です。これを用いると脳のいろいろな場所から電気的

変化を詳細に計測できるようになります。この神経電極を用いて動物の脳活動を計測することにより、行動の意志を形成する過程を捕らえることができるようになりました。また、視覚情報に関係した脳領域の活動を解析することにより、何を見ているのかを正確に判定することもできるようになってきました。このような技術は、脳の意識と外部機械をつなぐインターフェース（BMI、ブレイン-マシンインターフェース）の開発に応用することができます。

脳は複雑な構造をしているので、神経電極を使っても神経回路の詳細な動作原理まではなかなか解析できません。そこで、人工的に培養した神経細胞に自発的に回路を形成させ、その性質を解析する研究も進めています。この回路は外界からの刺激なしに周期的な電気的活動を行い、スモールワールドと呼ばれるネットワーク構造を形成することがわかってきました。脳ではなく、この人工的な神経回路とロボッ

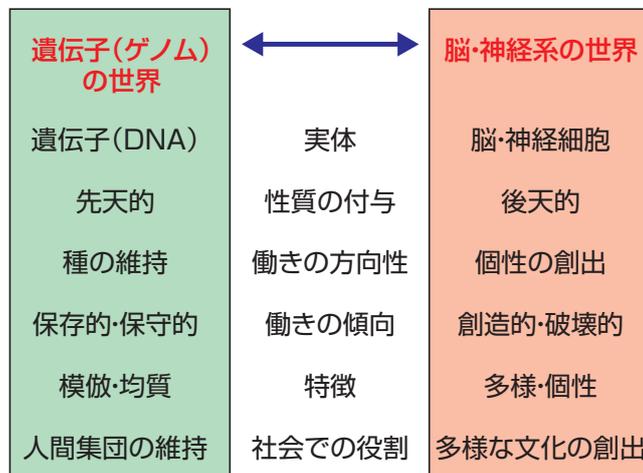


図1 遺伝子（ゲノム）と脳・神経系の働き

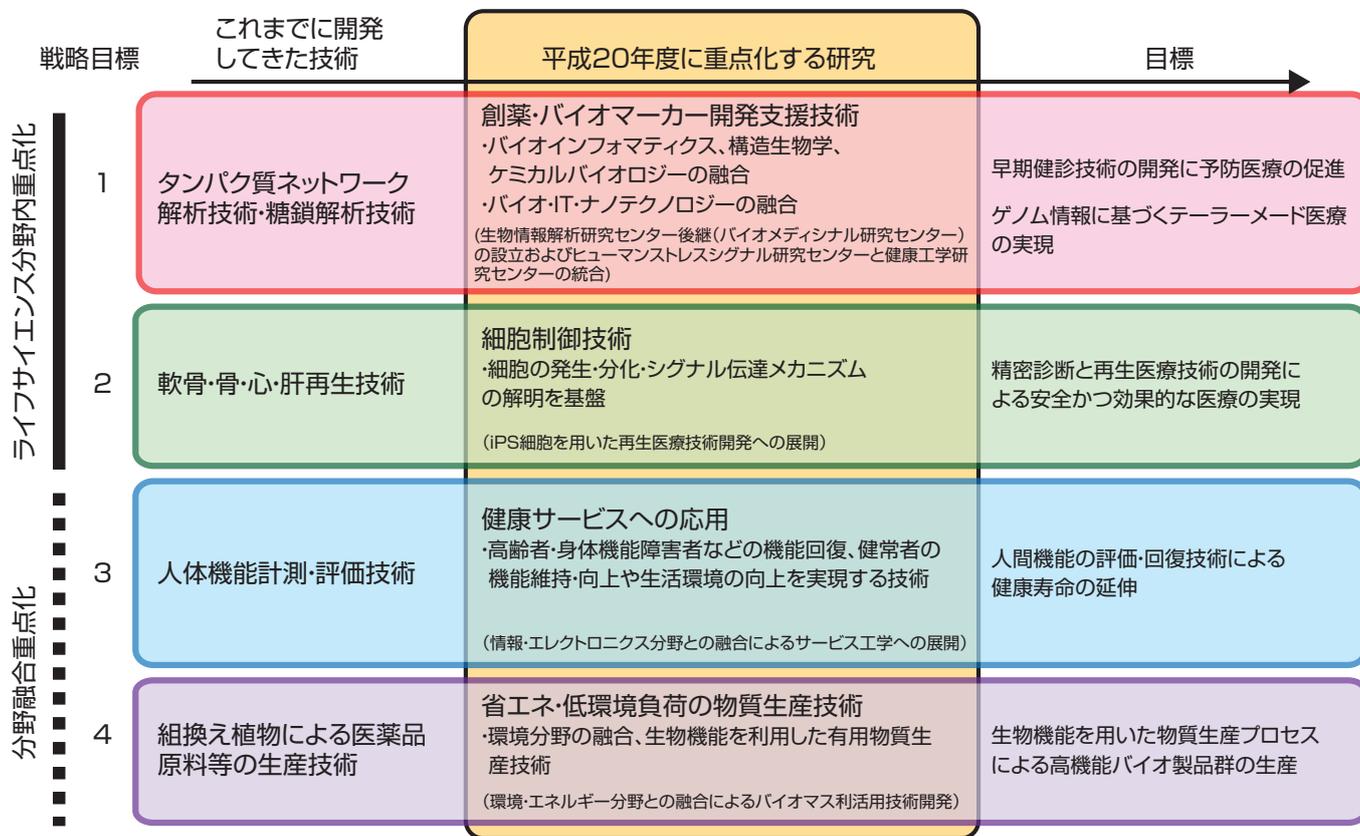


図2 平成20年度重点化方針（ライフサイエンス分野）

トをつなぐことにより、ある種の学習が成立する可能性も明らかになりました。

産業応用・分野連携

このように脳・神経系の計測が可能になると、さまざまな応用が考えられます。脳の意志を外部機器(義手など)とつなぐことにより、失われた運動機能の再建や意志表示ができます。あるいは、脳を神経電極で刺激することにより、迅速なりハビリテーションができるようになります。また、脳の「気持ち」の理解は、いろいろな状況での心理計測が可能になり、人間の豊かな情感や複雑な意識に適合した商品の開

発などに役立てることができます。さらに、もう少し精密に脳の機能原理がわかれば、新しい情報処理技術の創出も夢ではありません。

このような応用を実現するには、この特集で紹介する技術分野だけではなく、バイオテクノロジーはもとより、電子工学、数学、情報工学、機械工学、材料科学、医学などの幅広い分野の連携が必要になります。産総研では、研究所内のこれらの専門家を結集するとともに、企業や大学などの研究者と共同研究体制をつくり、できるかぎり早期に製品化が達成できるように努めています。

産業化への環境整備

研究成果を実際に役立つ製品やシステムとして社会に提供するためには、民間企業との連携やベンチャー企業の創出などの「研究成果の産業化」が必要になります。「脳・神経系の計測・インターフェース技術」の研究成果は、その製品化において人間(個体)に直接影響を及ぼすことが不可避であるため、十分な科学的根拠と安全性の確保、さらには厳格な情報管理を保証し、人々が安心して使えるシステムを作り上げることが大切です。このような新しい製品開発を安全確保に留意しながら迅速に進めるためには、公的な開発ガイドラインの整備が重要です。

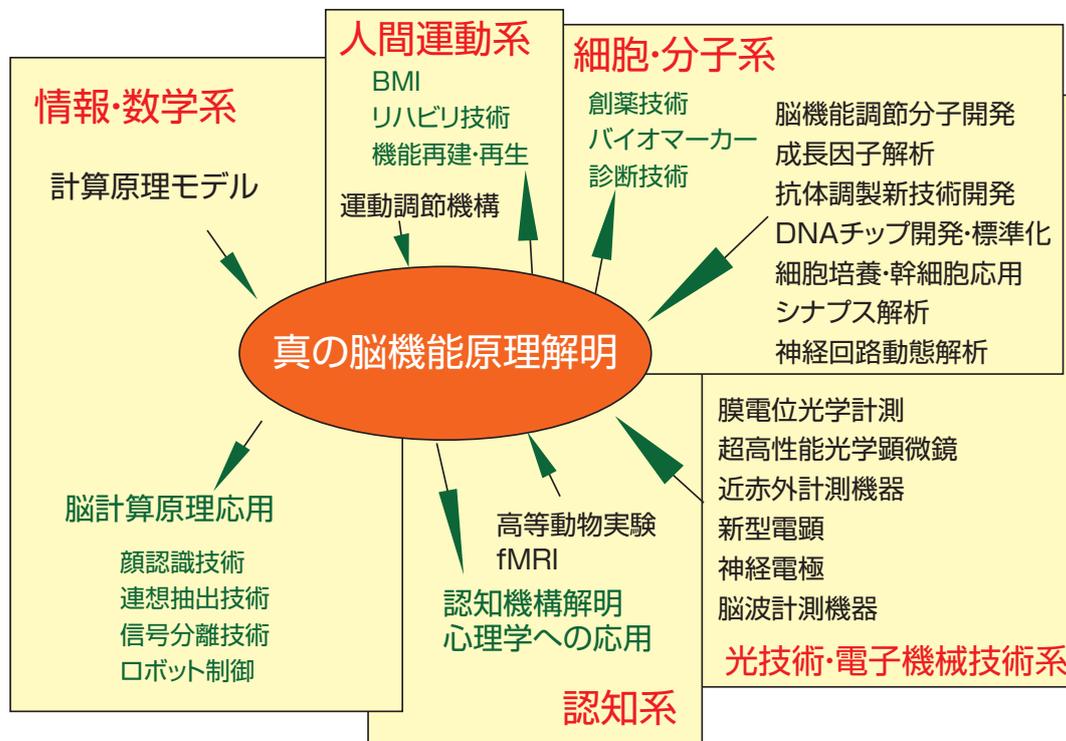


図3 脳・神経系の研究展開

経済産業省は、厚生労働省と連携し、平成17年度から「医療機器開発ガイドライン策定事業」を実施しています。この事業の目的は、製品化に向け開発が進んでいる医療機器などについて、必須となる性能についてあらかじめガイドラインで規定し、独立行政法人医薬品医療機器総合機構の審査基準への対応や国際基準に合致した製品開発を容易にすることにあります。それによって、社会のニーズに応えた製品が迅速に開発されることが期待されます。産総研もこの活動に加わり、いろいろな機器についてガイドラインを提唱してきました。本年度からは、最近の脳研究やその応用開発の進展に鑑み、神経電極開発ガイドライン策定の取り組みも開始しました（参考資料）。

脳・神経系の計測・インターフェース技術は、脳を対象としていることの先進性と人間の生活に密接にかかわることの有用性から、近年、世界的に研究開発が加速されています。この状況を正確に把握し、いち早く研究成果を製品に結びつけるためには、海外の研究動向調査や基礎・応用・製品化を統合的に俯瞰した調査が重要です。産総研の研究者は、このような課題に取り

組む外部機関（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構、独立行政法人 科学技術振興機構など）の調査活動にも積極的に参画し、わが国のこの分野の発展に寄与しています（参考資料の報告書）。

脳神経情報研究部門
たぐち たかひさ くりた たきお
田口 隆久、栗田 多喜夫

参考資料

医療機器開発ガイドライン策定事業
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/service/iryuu_fukushi/

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
「脳研究の産業分野への展開に関する調査事業報告書」（URL掲載のPDF参照）
<https://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/koubo/CA/kikaku/nedokoubo.2008-06-30.1573030424/>

独立行政法人 科学技術振興機構
G-teC 報告書「ブレイン・マシン・インターフェース（米国）」（PDF）
<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/06gr07.pdf>

まっしょう 末梢神経インターフェース用電極の開発

神経インターフェース技術への期待

大脳皮質に刺入した電極から神経細胞活動を計測してコンピューター画面上のマウスカーソルや義手などの外部機器を制御しようとする神経インターフェース技術は、事故や病気により失った運動機能や感覚機能の再構築を可能とする技術であり、医療・福祉分野での近未来の革新的な補綴・治療技術として期待されています。

大脳神経インターフェースの問題点

脳波計測などを利用した神経インターフェースは非侵襲ですが、信号の空間解像度や時間分解能が低いという問題があります。この問題を解決する上で、脳に電極を刺入して神経細胞活動を計測するタイプの神経インターフェースは有効ですが、脳組織に電極を埋め込まなければならないため、大脳に不可逆的な損傷を与えかねないこと、個々の臓器や器官に関する情報を得ることが難しいことなどの問題点が存在します。

末梢神経インターフェースの実現

私たちは、大脳ではなく末梢神経において神経インターフェースを構築することがこれらの問題点を解決するのに有効であると考え、末梢神経束から各神経線維ごとの活動電位を同時計測するのに必要な末梢神経インターフェース用電極の開発を豊橋技術科学大学 石田 誠 教授と共同で実施しています。これまでも末梢神経活動を計測するための電極としてシープ電極、剣山型電極、カフ電極などが提案されていますが、低侵襲で、かつ、個々の神経線維の活動を区別して計測することのできるものはありませんでした。

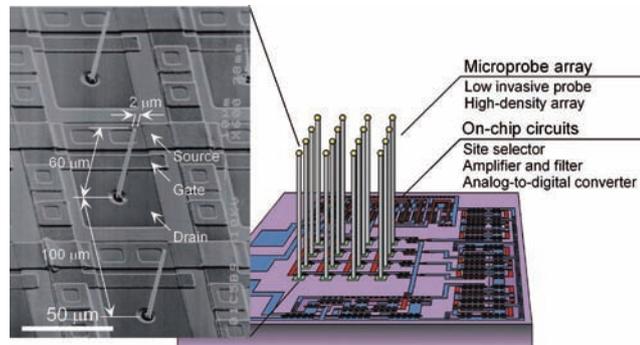


図1 VLS結晶成長法によって作成した剣山型神経電極

開発中の電極の電子顕微鏡写真(左図)。従来の電極では、針部の直径が数十から百μmと太いが、この電極は2μmと非常に細く、低侵襲性である。また、この電極の針部は集積回路上に形成することが可能である(右図)。

(資料提供: 豊橋技術科学大学 石田 誠 教授)

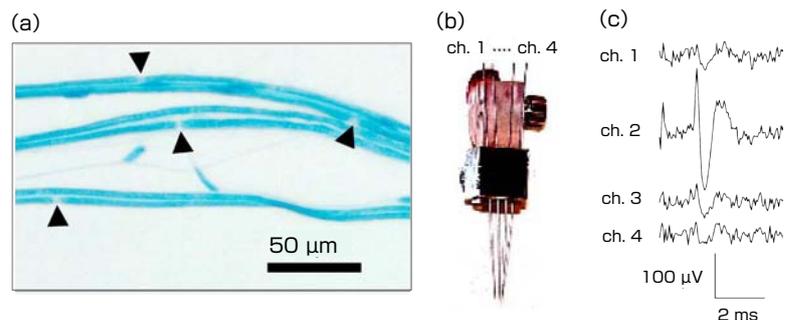


図2 単一末梢神経線維活動電位の計測

有髄末梢神経線維では、ランビエ絞輪(組織標本(a)中の三角印)で活動電位が生じている。金属微小電極を約0.5mmの間隔で並べたアレイ電極(b)を用いて、「全か無か」の法則にしたがって誘発される局所的な単一神経線維活動電位(c)が計測できた。

現在、電極開発では選択的 Vapor-Liquid-Solid (VLS) 結晶成長法^[1]という手法を用いて電子顕微鏡写真(図1左)のような構造を形成できるようになってきています。この電極は、これまではない低侵襲性と集積回路との融合の容易さを兼ね備えています。また、信号計測では、この電極と同等の記録点面積を持つ金属アレイ電極によって局所的で「全か無か」の法則にしたがう単一の末梢神経線維活動電位(図2)を計測可能であることが確認されました。計測された信号が信号源か

らの距離に応じて減衰していたことから、私たちの開発した複数神経細胞活動電位同時計測技術^[2]で個々の神経線維ごとに活動電位を分離可能であることが分かってきました。

将来、この末梢神経用電極で神経活動の計測と電気刺激による制御を可能にし、疾患などによって機能の低下した臓器を補助したり、回復させたりすることができる技術にしていきたいと考えています。

人間福祉医工学研究部門
かねこ ひでかず
金子 秀和

参考情報

[1] 石田 誠, 松井 正宏: "プローブおよびこれを備えたセンサ," 特許第4017058号 (2007年9月28日)

[2] 金子 秀和, 鈴木 慎也: "単一神経活動電位計測装置," 特許第2736326号(1998年1月9日)

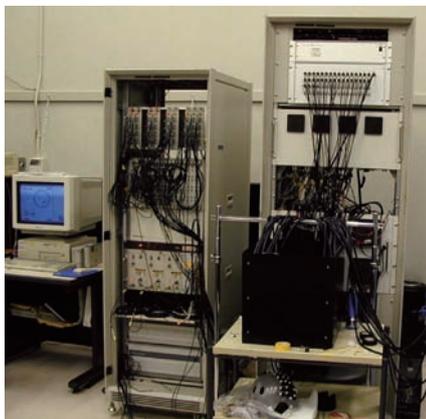
散乱光情報を利用した脳活動の近赤外光イメージング

脳機能の計測

近年、非侵襲の脳機能計測法において、核磁気共鳴画像装置(MRI)やポジトロン断層法(PET)などの優れた脳機能イメージング法の出現により、脳機能に関する研究は飛躍的に進歩してきています。しかし、これらの計測法では、長時間にわたって体の動きが制限されたり、測定環境が人に不安感や緊張感を与え、計測結果に影響を及ぼしたり、計測が困難となることもあります。一方、光トポグラフィーをはじめとした近赤外光イメージングは上記の計測法に比べ、空間分解能や脳深部計測などでは劣るものの、特殊な測定室は必要なく、ファイバーを装着するだけという低い拘束状態で計測可能な非侵襲計測法です。

近赤外光イメージング

波長700～900 nm程度の近赤外光は、生体に対し比較的高い透過性があります。この波長範囲で、酸素を多く含むオキシヘモグロビンと酸素の少ないデオキシヘモグロビンの分光スペクトルが異なることを利用してヘモグロビン濃度変化や酸素飽和度を求めるこ



拡散光トモグラフィ装置

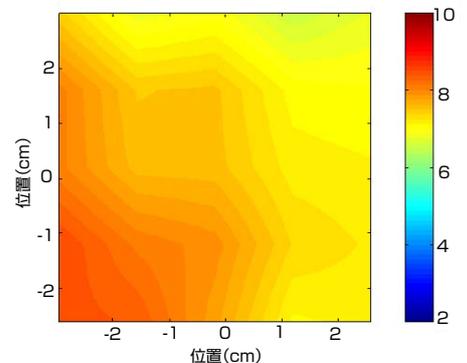
とができます。これが近赤外分光法(NIRS)の原理であり、これを画像化するのが近赤外光イメージングです。

近赤外光イメージングの計測法には主として連続光(通常のレーザー光)計測法と時間分解計測法の2種類があります。連続光型は装置が簡便・小型・安価で、長時間にわたりリアルタイムで測定ができ、脳内の素早い代謝変化にも追従が可能です。このメリットを生かし、光トポグラフィーや機能的NIRS(fNIRS)などの装置が製品化され、脳機能研究だけでなく運動計測など各種計測にも応用されています。

しかし、生体組織による散乱のため、照射された光は生体をまっすぐ透過せず、光源-検出器間距離よりもはるかに長い経路を進み、検出器に到達します。連続光と光検出器で構成される連続光型測定装置では、この経路の長さ(実効光路長)がわからないために、定量測定ができません。得られた画像は、「ヘモグロビン濃度」と光が通過した経路の長さ「実効光路長」の積の変化量を示したもののなのです。

時間分解測定

この「実効光路長」は極短パルス光源と高速検出器から構成される「時間分解測定」により、測定が可能です。写真は最大32 ch同時に時間分解測定が可能な拡散光トモグラフィ装置です。近赤外の3波長を用い、パルス幅100 ps程度の極短パルス光を照射、生体によって散乱・吸収を受け、変形した波形を25 psの分解能を持つ高速光検出器により計測します。計測の結果得られた波形をもとに実効光路長を求めます。図は波長799 nmの近赤外光を用い、ヒト右側頭部の運動野付近にお



波長799 nmにおけるヒト側頭部運動野近傍の実効光路長分布
(光源-検出器間距離で正規化したもの)

ける実効光路長分布を示した画像です。ここで示している光路長は光源-検出器間距離で正規化しており、図中右に示す数値は、実効光路長が光源-検出器間距離の何倍になるかを示しています。例えば、図の中心となる運動野の中心付近はオレンジ色で示されており、光が光源-検出器間距離の約7倍もの経路を通過して体の外まで出てくることがわかります。

しかし、この「時間分解測定」にも計測時間が長いという問題点があります。生体によって散乱・吸収を受け、微弱になった信号を測定対象とするため、十分なS/Nが得られるまでデータを積算する必要があるからです。したがって「時間分解測定」ではミリ秒単位で起こるといわれている脳内の酸素飽和度変化計測に必要な時間分解能が得られません。そこで私たちのグループでは、この「時間分解測定」で得られた「実効光路長」データを「連続光測定」に反映させ、定量的なデータを得る手法を検討しています。

人間福祉医工学研究部門
谷川 ゆかり

認知型ブレイン-マシン インターフェース (BMI) による外部機器制御システムの開発

「生活の質」向上を目指して

少子高齢化社会において脳や身体に障害を持つ人々の「生活の質」向上を目指したニューロテクノロジーの研究は、脳研究で社会貢献を目指す研究者にとって重要なミッションとなっています^[1,2]。ここ数年、この「生活の質」向上を実現する手段の1つとして脳と外界を直結するブレイン-マシン インターフェース (BMI) 技術が注目されています。一般に浸透しつつあるBMIのイメージとしては、失われた運動機能や感覚機能を補償する運動型および感覚型BMIが有名ですが、私たちはまだ謎の多い認知機能に関するBMIの開発に取り組んでいます。

認知型 BMI と意思決定の予測

認知機能にも記憶や推論などさまざまな働きがありますが、最も単純な認知機能のモデルとして二者択一の意味決定に関する脳内意思を、脳活動から予測する技術の開発に取り組みました。なぜなら、脳や脊髄の重篤な障害によって話したり書いたりすることができない人にとってはYes/Noや右/左などの2択の意思を簡便に伝えることができるだけでも、他者とのコミュニケーション能力が飛躍的に向上する可能性があるからです。

まず、モデル動物であるサルにGo/No-go課題を訓練しました。この課題は周辺視野に提示した視覚図形の色の違いによって、その図形に眼を動かすか (Go) 動かさないか (No-go) を決めるものです。学習が成立後、課題遂行中のサルの上丘という脳領域からニューロン活動を記録しました^[3]。私たちは、

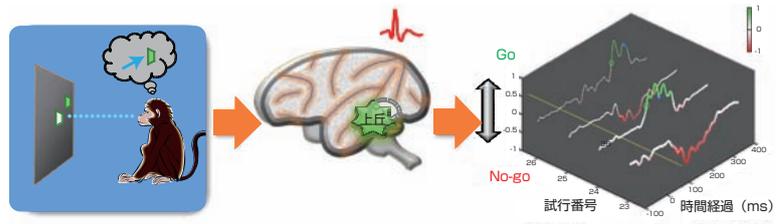


図1 Go/No-go課題遂行中のサルの上丘から記録したニューロンの活動に基づいた意思決定の予測

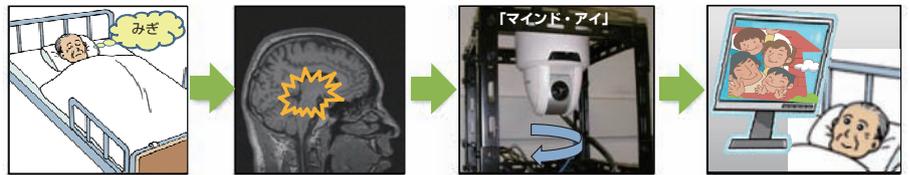


図2 脳活動に基づいて可動カメラを動かす「マインド・アイ」技術の概念図

上丘から記録したニューロンの活動と、最終的な行動との確率的対応を詳細に調べ、脳内で特定の意思決定が生じていくプロセスを仮想意思決定関数の値の時間的変化として表すことに成功しました (図1)。この関数の変動を観察することで、GoかNo-goかの脳内意思決定を刺激提示後わずか0.15秒ほどで予測することができます。この値は、実際に眼を動かすよりも、少なくとも0.1秒前に脳内意思の解釈が終わっていることを示します^[4]。また、たとえ眼を動かすか動かさないかの判断の表明を1秒待った場合でも同じ速さで予測が可能でした^[5]。つまり「念じただけ」でも頭の中で考えていることが解釈できたのです。

「マインド・アイ」プロジェクト

現在、私たちは解釈した脳内意思に基づいて外部機器を制御する試みを行っています。その手始めとして「マインド・アイ」プロジェクトを開始しました。このプロジェクトでは、可動カメラを脳内意思で動かすシステムの開発を目標としています。サルが眼を

左右どちらに動かそうか頭の中だけで考えている期間の脳活動を疑似リアルタイムデータとして用いて、カメラを素早く正しい方向に動かすことに成功しました。今後、動物実験を続けてリアルタイムでカメラをインタラクティブに制御する技術を確立する予定です。さらにはヒトを対象とした非侵襲的脳活動計測技術 (脳波や近赤外分光法) の導入も進めており、将来的には病院のベッドで寝たきりの状態となっている人でもマインド・アイを活用して遠隔地の家族や友達と臨場感のある交流をすることが可能になると期待できます (図2)。

脳神経情報研究部門
はせがわりょうへい
長谷川 良平

参考文献

- [1] 長谷川良平: 季刊脳21, 11(2), 38-48(2008).
- [2] 長谷川良平: 電子情報通信学会誌, 91(12), 1066-1075(2008).
- [3] 長谷川良平: ブレイン・マシン・インターフェース—脳と機械をつなぐ—第1章—3 (2007).
- [4] R. P. Hasegawa et al.: *Neural Netw.*, 19(8), 1223-1232(2006).
- [5] R. P. Hasegawa et al.: *IEICE Trans. Commun.* E91-B(7), 2118-2124(2008).

培養神経細胞で作る 半人工神経回路網

近年、神経工学など、神経系と人工システム間の直接的な情報伝達や、生体と人工システムを融合する技術が現実のものとなりつつあります。他方、情報工学では柔軟で自律的な生物型知能にブレークスルーを求めています。ライフサイエンス、情報工学双方向からの学際的融合が進む中、それぞれの領域の枠組みを融合した統括的なアプローチが重要です。身体を介した外界との相互作用による知能の自己組織化を重視する、身体性認知科学もそうした試みのひとつです。また、その過程を解析し、制御することはそのままブレイン-マシン インターフェース (BMI) の要素技術となります。このような視点から、私たちは培養神経細胞で作る半人工の神経回路網が環境と相互作用する系を研究してきました。

自己組織化する神経回路網

神経細胞は培養条件下でも神経突起を伸展し、互いにシナプス結合を作って複雑な回路網を再構成します。私たちは、この半人工の回路網にシナプス入力をたくさん持つハブのような役割を持つ神経細胞が出現し、特定の構造が自己組織的に形成されることを発見しました^[1] (図1)。培養開始時に遺伝的に規定された回路網は一旦分離されますが、神経回路網は自らの電気活動により、その構造を自己調整するのです。神経回路網の自己組織的再構成機能はBMIにとっても自律型知能にとっても重要な要素となります。

ニューロ・ロボットの開発

私たちはこの神経回路網にロボットの身

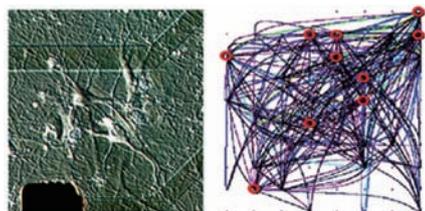


図1 (左)培養開始から26日目のラット海馬培養神経回路網。(右)電気活動を記録した神経細胞(各点)がどの神経細胞からの入力を受けているかを可視化した神経結合マップ。○はたくさんの入力を受けている「ハブ」細胞を示している。

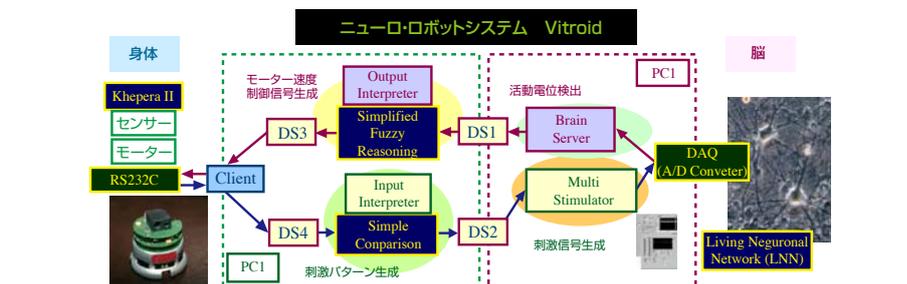


図2 ニューロ・ロボット VITROID の構成図
脳として培養神経細胞を、身体として近赤外線センサーを備えた小型の移動ロボットをもつ、生体ロボットシステム。

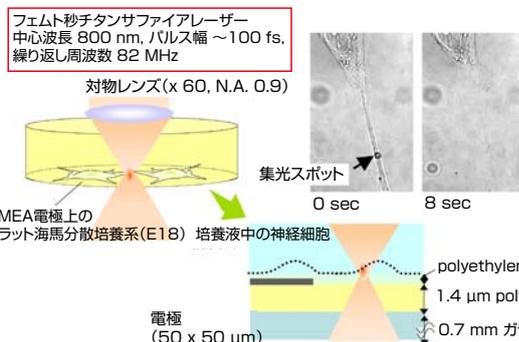


図3 集光フェムト秒レーザーを用いた神経回路網局所切断技術
この手法を用いることで、神経電極を破損することなく、目的とする神経突起の一部を選択的に切断することが可能である。

性を付与しました^[2] (図2)。これは神経回路網と外界の相互作用ダイナミクスを解析する系として、BMIに必要な情報処理や神経情報コード解析に有効な実験系を提供します。また、「神経回路網がロボットの身体を介して環境に対して行動する」という枠組みを作って神経電気活動に「意味づけ」を与え、人工の知性を培養皿の中に構築する試みともなります。これまでに、ロボットのセンサー情報を神経回路網に入力し、これに応答する神経活動の時空間パターンを工学手法で処理してロボットのモーターを制御するニューロ・ロボット VITROID を構成しました。現在、衝突回避という本能的な動作を行う際に神経回路網が外界と相互作用する過程を解析しています。

細胞操作技術による神経ダイナミクスの制御

さらに、神経回路網を自在にパターン配置する技術や、集光フェムト秒レーザーを用いて、電極を破壊することなく神経回路網を局所的に分断する技術の開発を行うなど、生体神経回路網を巧みに制御する手法を探索しています^[3] (図3)。

また、レーザーピンセットを用いてシナプス内の分子を直接操作し、神経回路網の動態を制御するという先端技術にもチャレンジしています。

細胞操作技術と情報処理技術、ロボティクスを融合させることで、神経細胞を基本単位として機能分子の動態と脳の高次機能が結びつき、そこからサイボーグ技術や人工知能等に資する工学技術が生み出されることが期待されています。

人間の精神について考察することは人間の存在そのものについて考察することでもあります。私たちのニューロ・ロボティクスの試みは、人間の感性を拡張する工学として有効であるとともに、「人間とは何であるか」という哲学的命題を探求することでもあるのです。

セルエンジニアリング研究部門
くどう すぐる
工藤 卓

参考文献

- [1] 工藤 卓 他: 電気学会論文誌C (電子・情報・システム), 1279-C (10), 1611-1618(2007).
- [2] S. N. Kudoh, et al.: J. Robotics and Mechatronics, 19(5), 592-600(2007).
- [3] C. Hosokawa et al.: NeuroReport, 19(7), 771-775(2008).

「脳情報地図」の作成と活用

多次元意思決定の脳内表現

私たちは、複数の選択肢から1つを選択するとき、選択肢の幾つかの属性を考慮して選択します。例えば、車の購入時に、価格だけではなく、性能などを考慮して決めます。このような多次元情報に基づく意思決定（多次元意思決定）は脳内でどのように表現されているのでしょうか？

私は、共同研究者がサルの前頭葉から個々に記録した323個のニューロン活動^[1]を用いて多次元情報の脳内表現を可視化する手法を開発しました。サルに課した課題は、周辺視野に一瞬提示された視覚刺激の位置を覚え、ルールにしたがって後でその位置を見るか、その場所以外の位置を見るかというものです。この課題には、「刺激の位置がどこか」とその位置を「見るか見ないか」に関して2次元の意思決定が必要です。まず、323個のニューロン活動を323次元ベクトルで表現しました。323次元ベクトルの挙動は直感的に分からないので、主成分分析を用いて次元圧縮を行いました。このような圧縮後のデータ構造を「脳情報地図」と呼びます。

具体例として、「刺激の位置がどこか」の判断にかかわる脳情報地図を図1に示します。この地図上には、刺激提示から約0.2秒後における2次元圧縮後のベクトルの終点を、刺激位置ごとにプロットしました。すると、画面に提示されたのと同じ配置が脳情報地図にも再現されました。ところで課題の遂行には「見るか見ないか」という意思決定も必要です。この意思決定の違いをよく反映する地図上に「見るか見ないか」の2条件に対応したベクトルを射影したところ、刺激提示から約1.5秒後にベ

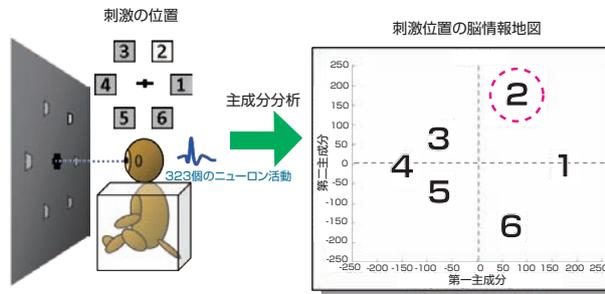


図1 行動課題遂行中のサルのニューロン群の活動から作成した脳情報地図
実際の刺激配置が脳内でも同じように反映されていることがわかる。

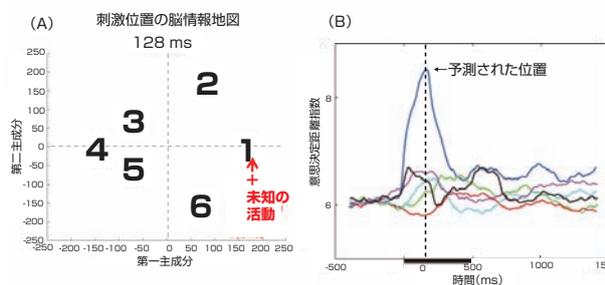


図2 (A) 図1で得られた脳情報地図上に射影した、未知の実験条件下で記録されたニューロン活動(+印)
(B) 意思決定距離指数を用いた刺激位置の予測

刺激が提示されている期間（黒い横線で示されている時間）において脳情報地図上で最接近した位置（この場合は青色の線で示される右=1番の位置）が刺激提示位置であると予測された（結果的に正しい予測であった）。点線が最接近した時間を表し、(A)が得られた時間に相当する。

クトルが最も異なる方向を向きました。このように、複数の動的な脳情報地図を見ることによって、ニューロン群から多次元意思決定の脳内表現を可視化できました。

意思決定の予測

次に、得られた脳情報地図を使って脳内意思決定を予測します。まず、未知の実験条件下で記録された323個のニューロン活動（323次元ベクトル）を先ほど得られた地図に射影します（図2(A)）。この時に示された位置が、6カ所の刺激位置に対応した既知の刺激位置のどこかに近ければ、その位置に刺激が提示されたときの脳活動であったと推定できます。この位置とそれぞれの刺激位置との距離の逆数である「意思決定距離指数」を計算し（図2(B)）、これが最大になるものを、検出された意思決定としました。この計算を「刺激の位置がどこか」と「見るか見ないか」に関してそれぞれ独立に行い、これらの答

えを合わせて評価しました。その結果、600試行中95%の試行において正しく予測できました。

ニューロマーケティング分野への応用

今回作成した脳情報地図はさまざまな分野に応用が可能です。近年、消費者行動と関係した脳活動を脳波や機能的MRI（fMRI）などの装置を使って調べるニューロマーケティングという研究分野が盛んになってきています^[2]。私たちの研究グループでも、脳情報地図を活用してブランドや好みなどに基づいた主観的および無意識的な意思決定（買う、買わないの判断）に関する脳内情報処理過程の理解と予測を行っていく予定です。

脳神経情報研究部門
まつもと なりひさ
松本 有央

参考文献

- [1] R. Hasegawa, et al.: *Neuron*, 43(3), 415-425(2004).
- [2] P. Glimcher and A. Rustichini: *Science*, 306(5695), 447-452(2004).

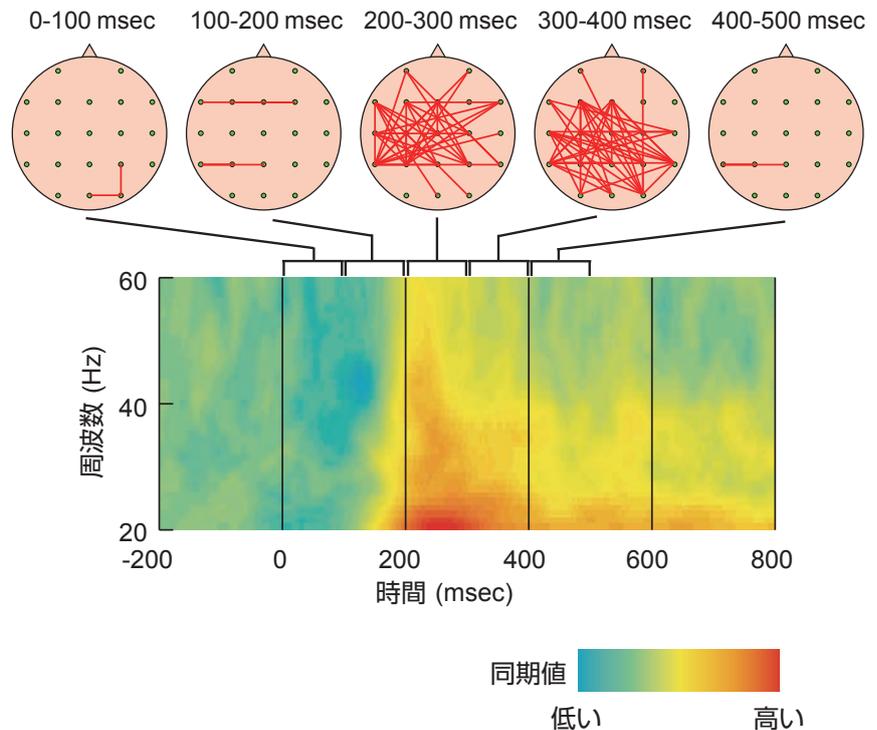
ガンマ帯域脳波で測る関心・好感度

脳波を用いた感性評価技術の必要性

私たちは、さまざまな事象に対して「好き」、「嫌い」などの感性評価を日常的に行っており、それに基づいて行動しています。このため、製品開発の現場では、より良い製品をデザインする上で、ユーザーの関心・好感度を調べるのが重要な課題となっています。感性評価の手法として、質問紙を用いて製品に対する感想をユーザーに聞くという方法が一般的に用いられていますが、この方法は客観性が保証されていない、定量化が困難であるなどの問題点が指摘されています。これらの問題点を解決するために、脳波などの客観的な指標に基づく感性評価手法の開発が求められています。

ガンマ帯域脳波の位相同期

私たちの脳内では、知覚、記憶、判断などの諸機能が特定の部位に局在しており、感性評価はこれらの大局的な連携によって実現されていると考えられます。生体からの脳波はさまざまな周波数帯域で振動していますが、ガンマ周波数帯域(20-100 Hz)の成分は高次な認知活動に関連していること、頭皮上に装着された電極間の位相同期性を解析することで各脳部位間の情報のやり取りを可視化できることなどが近年の研究において明らかにされています。そこでこの研究では、ガンマ帯域脳波の位相同期性を計測することで、ユーザーの好感度を評価する技術の開発を行いました。



「好き」な写真画像を見ているときのガンマ帯域位相同期値

写真画像の提示から200ミリ秒以降に高い位相同期が認められる(時間軸のゼロは写真画像が提示された瞬間を示している)。図(上)の赤線は「嫌い」な写真画像を見ているときと比べて有意に高い同期性が認められたチャンネルペアを示している。

写真画像評価時のユーザーのガンマ帯域位相同期

コンピューターディスプレイ上に提示された写真画像に対する「好き-嫌い」判断を行っているときの脳波を計測する実験を行いました。その結果、「好き」な写真画像を見ているときには、「嫌い」な写真画像や「好きでも嫌いでもない」写真画像を見ているときと比べて、ガンマ帯域脳波の位相同期性が多数の脳部位間で高まることが明らかになりました(図)。これは「好き」と感じる際に、多くの脳部位間で情報のやり取りが行われており、それを可

視化することでユーザーの感性評価を計測できることを示しています。また、写真画像の提示から200ミリ秒程度で位相同期が始まっていることから、熟考して答える質問紙法と比べて、より直感的な感性評価を計測できる可能性があります。今後、この計測手法を発展させることで、質問紙法のように「好き-嫌い」の主観評価を繰り返し尋ねることなく、客観的な感性評価が可能になると考えられます。

人間福祉医工学研究部門
たけだ ゆうじ
武田 裕司

機能的MRI (fMRI) を使って「こころのシステム」をみる

数年前に「fMRIでヒト知能をみる」^[1]を電子情報通信学会の特集・解説に掲載し、核磁気共鳴画像装置(MRI)を使い、健康な被験者の認知行動に伴う全脳的な脳活動を非侵襲で安全に測定することにより、脳の知見を通して、ヒトの日常的な知能特性を深く理解することが可能になることを紹介しました。そこでの予測が的中し、この特集でも紹介されるBMI (Brain Machine Interface)、BCI (Brain Computer Interface) さらには、ニューロマーケティング、ニューロエコノミクスにおいて、MRIは有力なツールとなりつつあります。ニューロマーケティングでは、ヒトの購買行動が理性的判断というより、好みや直感的判断で決まる様子を、脳の機能として理解できるようになりつつあります。

MRI を使って、ヒトの「こころのシステム」を垣間見る！

MRI を使って「こころのシステム」を理解することのすばらしさを示すために、「ヒト海馬と高次認知」との強い

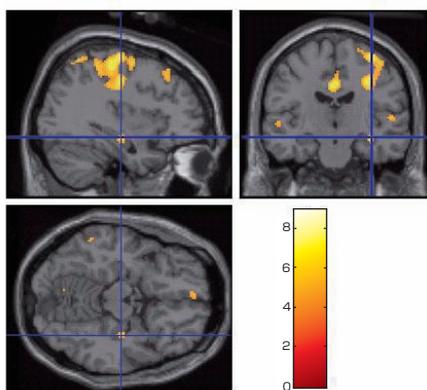


図1 「アー！」と感動しながらひらめいた時の脳(海馬)の活動を世界で初めて記録したMR画像
科学技術白書で紹介された^[3]。

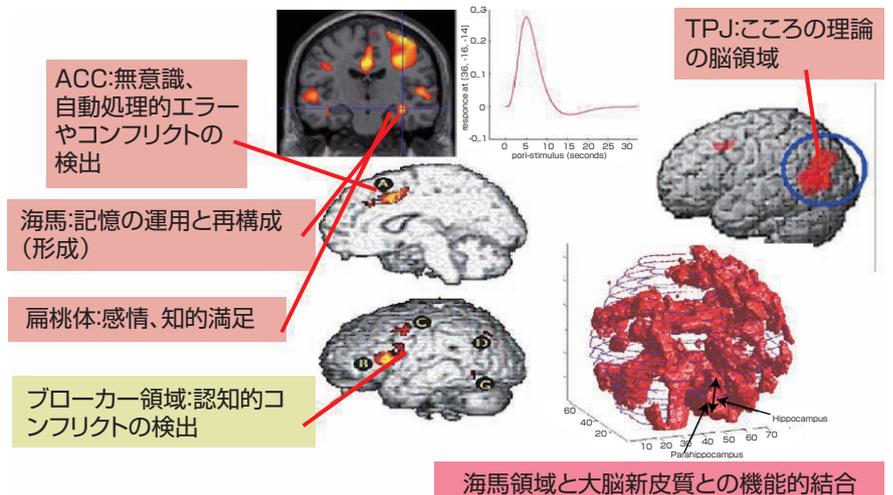


図2 体験を通じた知識・知能の形成時に働く「こころのシステム」

関連性を追求した「脳科学と教育」プロジェクトの成果を紹介します。

記憶の中核「海馬」の役割は短期記憶であると誤解を受けていますが、ヒトの海馬は、最も高度な記憶である「エピソード記憶」の形成と利用に関係し、高次の認知機能の形成とその発揮のためにも欠かせません^[2]。ヒトは経験、特に意図を持った認知行動をする時に、新しい知識や知能を形成します。その極端な例がインサイト現象であり、アー！という感動を伴い、たった1回の体験で、新しい知識を獲得します(図1)。そのように経験を通して、知識・知能の(再)構成が起こる時に活動する脳領域を図2のようににまとめることができます。

記憶の中核「海馬」だけでなく、サポートして同時に活動する脳のシステムがわかります。知的満足などを表現する感情の中核「扁桃体」、エラー検出や目標達成のために働く「ACC」、他人の意図の理解に必要な「こころの理論」領域といわれる「TPJ」が同時に働

いています。ヒトの知能の形成や発揮に、社会脳(社会環境への適応によって発達する)や感情の領域が働くことは、ヒト知能の特性を知る上で示唆的です。

「教育をどうやって設計するか?」「生涯学習のあり方とは?」「人材育成とは何か?」「ヒトの創造性の起源は何か?」「感性とは何か?」「ユーザーの購買を決定する脳の働きとは?」このような問いに対しても、ヒト知能を形成する脳システムをみることにより、より深く理解することが可能になると期待されます。

脳神経情報研究部門
にきかずひさ
仁木 和久

参考文献

- [1] 仁木 和久: 電子情報通信学会誌, 87 (4), 285-291 (2004) .
- [2] 日本認知科学会: 認知科学の探究, 60-89 (2005) .
- [3] 文部科学省: 平成18年版 科学技術白書, 17-18 (2006) .

マグネシウム合金圧延板の結晶粒度試験方法

JIS H 0542として制定



齋藤 尚文

さいとう なおぶみ

naobumi-saito@aist.go.jp

サステナブルマテリアル研究部門
金属材料組織制御研究グループ
研究グループ長
(中部センター)

マグネシウム合金の組織制御に関する研究に従事しています。今回のJIS規格策定作業を通じて、標準化規格の重要性を感じました。今後も、研究成果の出口の1つとして標準化を意識して、研究を行いたいと思います。

JIS制定の背景

マグネシウム合金は工業的に利用されている構造用金属材料としては最軽量であり、使用量が国際的に増大しています。また、高性能の部材を効率よく製造できるため、プレス成形など塑性加工によるマグネシウム合金展伸材の成形が注目されています。ただ現状では、マグネシウム合金展伸材は同じ規格であっても特性が異なることがあります。そのため、ユーザーが目的に応じて材料を選択できるように、材料標準規格の制定が望まれています。例えば、マグネシウム合金からプレス成形によって部品を作る時に、「プレス成形用材料の規格」があれば、ユーザーは目的に最も合った材料を安心して使うことができます。

一方、これまでの研究で、マグネシウム合金の機械的特性や成形性は材料組織に強く影響されることがわかっています。したがって、「塑性加工用マグネシウム合金板」の規格では材料組織の規定、すなわち材料組織の数値化が必要です。そこで、マグネシウム合金の成形特性に影響を及ぼす材料組織の中で重要な結晶粒径（結晶粒度）を数値化するための試験方法の標準化に取り組みました。

制定までの経緯

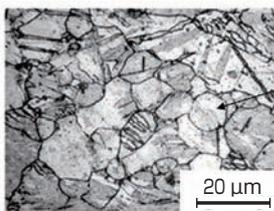
産総研では平成15年度から17年度までエネルギー・環境技術標準基盤研究として、「微細結晶

粒制御の軽量金属材料の評価方法」に関する研究を実施しました。このプロジェクトでは、日本マグネシウム協会内にマグネシウム合金展伸材標準化委員会を設置し、マグネシウム合金圧延板材の組織と成形性の関係や、JIS規格原案を検討しました。プロジェクト終了後も委員会を継続してJIS規格原案の作成を続け、平成20年7月20日付でJIS H 0542「マグネシウム合金圧延板の結晶粒度試験方法」が制定されました。

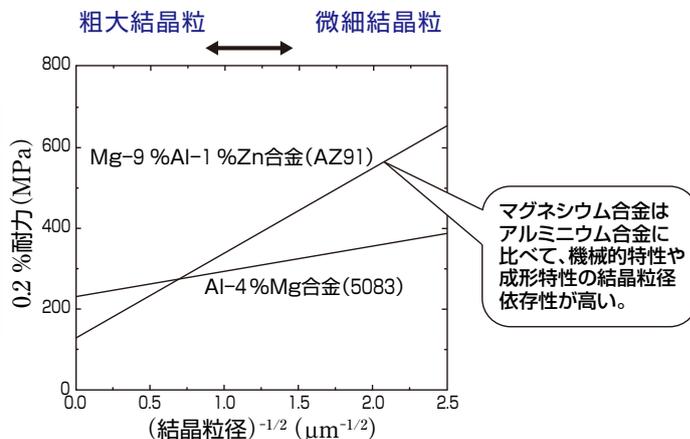
規格の内容と期待される効果

この規格では、最も一般的に使用されているマグネシウム合金展伸材AZ31合金（マグネシウムに3%のアルミニウムと1%の亜鉛を添加した合金）を念頭に置いて、①結晶粒度試験方法の種類、②試料の採取および調整、③試験方法の手順、④結晶粒度の表示方法などを規定しています。また現在では顕微鏡画像をパソコンに取り込んで処理するのが一般的なので、それに対応した新たな結晶粒度試験方法も規定しました。

「塑性加工用マグネシウム合金板」を規格化することで、マグネシウム合金圧延板材が信頼性のある材料となり輸送機器などへの適用が拡大し、部材の軽量化による省エネに寄与することが期待されます。そのため、マグネシウム合金展伸材標準化委員会では、関連するJIS規格原案のさらなる策定のための検討を続けています。



AZ31 マグネシウム合金の組織



マグネシウム合金とアルミニウム合金の強度と結晶粒径の関係

霧島火山2008年噴火の緊急調査

噴火の規模の迅速な把握にむけて



下司 信夫

げしのぶお (写真右)

geshi-nobu@aist.go.jp

地質情報研究部門
火山活動研究グループ
研究員
(つくばセンター)

火山野外地質調査から、火山とその活動を制御する地下のマグマ供給系の構造発達過程のモデル化を進めています。野外地質学・構造地質学・岩石学などさまざまな手法を組み合わせることで、目に見えない地下の現象や、長いタイムスケールの現象を扱えることが地質学の魅力であると考えています。

宝田 晋治

たからだしんじ (写真左)

s-takarada@aist.go.jp

地質情報研究部門
統合地質情報研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

火山地質学が専門で、火砕流など火山で発生する重力流を研究しています。1998年北海道駒ヶ岳火山、2000年有珠火山の噴火においては降灰調査によって噴出量測定を行い、噴火の推移予測に役立ちました。最近では、GEO Gridプロジェクトにおいて、ITと火山を融合した重力流シミュレーションの研究も行っています。社会との接点の広い火山研究はまさに第2種基礎研究であり、研究成果を直接社会に還元できるところが醍醐味です。

火山噴火の噴出量

火山噴火は時として大きな災害を引き起こします。今後、噴火がより激しい活動に向かうのか、あるいは終息に向かうのかといった噴火推移の予測は、災害対応にとってきわめて重要な役割を果たします。噴火推移の予測のためには、地球物理学的・地球化学的な観測とともに、噴火によって地表にもたらされた噴出物の地質学的手法による解析から得られる知見が重要な手がかりになります。

地質学的手法により得られる観測量として重要なのは、噴火によってどれだけの量が地上に放出されたかを示す“噴出量”で、噴火のエネルギーを見積もる重要なパラメーターの1つです。広範囲に飛散する火山灰の総量を正確に知るためには、降灰地域のどの地点にどれだけの量の火山灰が降下したかを測定し、その分布のある関数で近似し、それを積分して算出しますが、火山灰の分布を再現する関数については大気中における火山灰粒子の挙動に関するさまざまな物理モデルからその妥当性が議論されています。私たちは、噴煙が拡散するにつれて単位面積当たりに降下する火山灰の量が「べき乗則」に従って減衰するモデルを採用し、さまざまな噴火事例に適用してその妥当性を検討しています。

霧島火山2008年噴火

2008年8月22日、宮崎・鹿児島県境にある霧島火山の1つである新燃岳火山が49年ぶりに噴火し、その後の活動の活発化が心配されました。私たちは直ちに現地調査を行い、各地点における火山灰の量を測定するとともに試料を採取しました。このような少量の火山灰は噴火後の風雨によって容易に乱されるため、正確な情報を得るためには噴火直後の迅速な調査が欠かせません。調査の結果、今回の噴火による噴出量は約20万トンと推測されました。この噴出量は当初考えられていたよりも多く、2000年3月31日に発生した有珠山の噴火とほぼ同じ規模であることが判明しました。また噴出物の構成粒子の解析から、今回の噴火は火山体内部の熱水活動が大きな役割を果たしていたこともわかりました。

しかし、火山活動についてはまだわからないことがたくさんあります。例えば今回の噴火がなぜ発生したのかについても、私たちは十分な科学的裏づけを持って説明できる段階にはありません。こうした問題を解決するためにも、私たちは実際の噴火観測や過去の噴出物の調査などを通して、火山活動を支配する地下のマグマや熱水の活動メカニズムの解明を目指しています。



霧島火山新燃岳 2008年噴火による火山灰

降灰分布地域内の多くの地点で層の厚さあるいは単位面積当たりの火山灰重量を測定し、その分布図を作成する。こうした火山灰層は風雨などで容易に失われるので、噴火直後の迅速な調査が求められる。

女性研究者グローバルエンカレッジング

産総研男女共同参画室では、2007年7月から2010年3月まで科学技術振興調整費（女性研究者支援モデル育成）事業として「女性研究者グローバルエンカレッジング」に取り組んでいます。この事業は、理事長を総括責任者として実施しています。

1. 概要

産総研においては、フレックスタイム制や裁量労働制といった労働時間制度の柔軟化、一時預かり保育施設の充実や出張期間内における一時預かり保育制度といった積極的な取り組みを行い、女性研究者にとって以前より働きやすい環境となっています。しかし女性研究者が長期にわたって活躍するためには、子育て・介護などにより限られた時間内で、研究実績を積み重ね、実力をつけなければなりません。このような状況は、産総研に限らず、周辺の研究機関や大学でもあると思われます。

そこで、この事業ではより多くの女性研究者に効果のある支援を実現するために、組織を超えたコンソーシアムオフィスを立ち上げました。このダイバーシティ・サポート・オフィス（DSO）は、育児や介護中でも研究実績を積み重ねられる環境を整備したり、研究に対する意欲を維持し触発する取り組みを行います。そして楽しく自信にあふれた女性研究者を増加させることを目指しています。DSOでは、加入機関の間で組織を超え、育児・保育施設などの実践支援のノウハウの提供、セミナーなどの意欲触発支援事業への参加、他機関

との情報共有など男女共同参画事業に関するネットワーク作りを行っています。

2. 事業内容

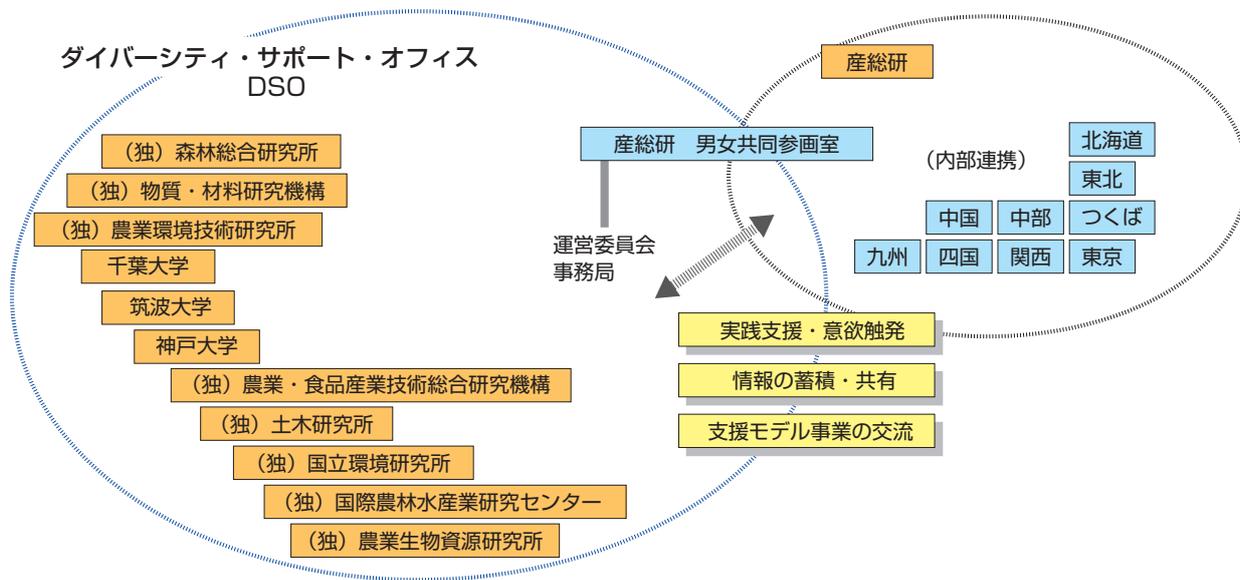
概要で述べたようにDSOの取り組みは実践支援と意欲触発の2本柱で構成されています。

1) 実践支援

研究環境の整備など、女性研究者がワークライフバランスを実現し、その能力を十分に発揮しつつ研究活動を行える制度などの取り組みについて、ヒアリングやアンケートを通して意見や提案を集め、制度の改善などを行っています。また、こういった取り組みの経緯をまとめ、DSO加入機関に対してノウハウの提供を行っています。具体的な例として、産総研で2001年より開設している「一時預かり保育施設」について、導入した背景と経緯の情報提供を行い、DSO加入機関でも導入を検討しているところです。

2) 意欲触発

研究者を意欲触発する取り組みとして、現在は主にロールモデル（模範となる先輩）懇談会、キャリアカウンセリング、およびエンカレッジングセミナーを行っています。また、今後はこれらの取り組みのノウハウの蓄積や、女性研究者のマルチロードマップの提示も行う予定です。



ダイバーシティ・サポート・オフィス(DSO)
(DSO参画機関は2008年12月現在、加入順)



ロールモデル懇談会の様子

ロールモデル懇談会

定期的にロールモデルとの懇談会を開催し、またロールモデルのエッセイを集めた小冊子を発刊しています。多方面で活躍している女性研究者をロールモデルとしてお招きし、仕事と家庭の両立の経験談や苦労話などを語っていただき、参加者との意見交換を行っています。参加者は現在の生活のアドバイスを受けたりエールを送ってもらったりしています。内容は主に育児に関してが多いのですが、つらい事ばかりではなく育児を通して面白いことや楽しいこともあると気づくことがあります。そして同じ境遇の方々のネットワークを作り、情報共有を行っています。また、女性に限らず男性にも育児の面白さ楽しさをわかってもらう機会になるので、男性の育児参加が増え、女性研究者支援の一助となると考えています。

キャリアカウンセリング

キャリアカウンセリングのサービスは、キャリアパス、キャリアデザインや心理的問題など広範な相談内容に対応し、次のような機会を提供することを目的としています。

- 自分自身についてもっとよく知る
 - 目標の設定とその実現可能性を考える
 - 自分自身に対してより良い感情を持てるようにする
- このため、各個人が抱える特定のニーズに対応できるような体制に設計されています。

エンカレッジセミナー

研究者に、自分のキャリア、リーダーシップ、ワークライフバランスなどについて考える機会の1つとして、セミナー形式の場を提供しています。これまで次の内容のセミナーを実施してきました。

- キックオフ講座：産総研の男女共同参画室の紹介、ワークライフバランスの実践支援、キャリアカウンセリングの紹介

- リーダーシップ講座：リーダーシップ・スタイルの把握、コミュニケーション能力の自己診断など
- キャリア講座：自分のモチベーションの源泉を探る、活き活きとした未来の描き方など
- ストレスマネジメント講座：心理的ストレスのメカニズムとストレスマネジメントの方法および実習

今後も研究者を意欲触発し、役に立ち、受けてみたいと思えるようなセミナーを計画していきます。

3. まとめ

産総研では組織を超えた女性研究者支援をコンソーシアムスタイルで行い、女性研究者支援の広がりにも貢献しています。この試みにより、既に支援が進んでいる機関がもつノウハウの効果的な共有、支援対象者がまとまることによる効率の良い支援、少人数機関における支援の加速化といった効果が期待されます。意識触発を意識したセミナーや懇談会を開催することで、目的の意欲触発の効果のほかに、研究者間および男女共同参画事業のネットワーク作りも行っています。



ロールモデルのエッセイ集「先輩研究者からのメッセージ」



ロールモデル懇談会のポスター

有機EL^{りんこう} 燐光材料の製造方法

燐光材料の低コスト化を目指して

特許 第4035604号
(出願2003.2)
特許 第4035613号
(出願2003.10)
特許 第4035614号
(出願2003.10)
特許 第4035615号
(出願2003.10)

研究ユニット：

環境化学技術研究部門

適用分野：

- 有機EL
- 発光デバイス
- 発光センサー

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/>

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

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第2

TEL：029-861-9232

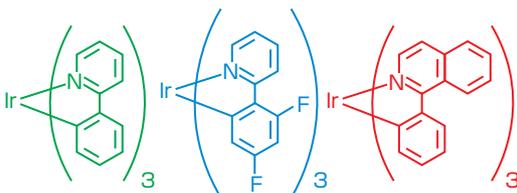
FAX：029-862-6159

E-mail：aist-innovations

@m.aist.go.jp

目的と効果

有機ELは次世代フラットパネルディスプレイ技術として注目され、テレビや携帯電話ですすでに実用化されています。また有機ELの白色発光を利用した照明についても、実用化に向けて研究開発が盛んに行われています。現在、有機ELのさらなる高効率化が求められており、燐光材料を用いる手法が注目されています。この発明では、燐光材料として用いられるイリジウム錯体^{さくたい}を高効率に製造するための方法を提供します。この製造方法を用いることで、燐光材料を高効率かつ迅速に製造することが可能になり、材料の低コスト化が実現できます。



緑色材料

青色材料

赤色材料

代表的なトリソルトメタル化イリジウム錯体

トリソルトメタル化イリジウム錯体は安定で高い発光量子収率を示すことから、有機EL燐光材料として使われている。またイリジウム錯体の配位子を変えることで3原色発光が可能である。

技術の概要、特徴

この技術は、有機EL燐光材料として用いられるトリソルトメタル化イリジウム錯体 (図) の製造方法に関するものです。これらのイリジウム錯体を製造するためには、ハロゲン化イリジウムと有機配位子を直接反応させることがコスト的に望ましいのですが、これまでの技術では収率がきわめて低いという問題がありました。一方、この発明の製造方法は、溶媒の存在下でハロゲン化イリジウムと大過剰の有機配位子にマイクロ波を照射するというきわめてシンプルな手法であり (写真)、目的とするイリジウム錯体を収率良く得ることができます (収率70%以上)。またこの手法で得られたイリジウム錯体の純度は高く、これまでネックとなっていた精製プロセスの簡略化が可能になります。

発明者からのメッセージ

この発明の製造方法は、図の化合物に限らずさまざまなタイプのトリソルトメタル化イリジウム錯体の製造に応用できます。反応系に大過剰に添加した有機配位子については、反応溶液から回収し再利用できますので無駄になりません。発明者はこれまでに数多くの製造ノウハウを蓄積していますので、この技術に興味をお持ちの企業からのご連絡やご相談をお待ちしています。



トリソルトメタル化イリジウム錯体の合成の様子

マイクロ波照射前の反応溶液 (左) にはハロゲン化イリジウムが沈殿しているが、マイクロ波照射3分後 (右) には全て消失し、トリソルトメタル化イリジウム錯体の黄色結晶が析出している。



第2回 AIST-DBT ワークショップの開催

2008年11月25日～26日にインド科学技術省バイオテクノロジー局（DBT）との包括覚書に基づく第2回ワークショップが、インド、ハイデラバードで開催されました。25日のシンポジウムには50名余りの参加者があり、糖鎖医工学、セルエンジニアリング、生命情報工学の3つのトピックについて、両国の研究が紹介され、研究者の交流を図ることができました。

2008年1月に開催された第1回ワークショップ以降、DBTは生命情報工学に

ついて産総研から提示した協力テーマに基づいて協力機関の公募を進めており、26日のDBTとの二者協議では、その選考経過が報告されました。今後、詳細な提案に基づく最終選考の後、個別の共同研究を開始する予定です。

糖鎖医工学、セルエンジニアリングでの研究協力についても双方より積極的な意見が交換され、速やかに産総研から協力プロジェクトの案をDBTへ提示し、研究協力を進めることが合意されました。今後、インド側の研究機関

を特定したプロジェクト提案を行い、研究協力が進められる見込みです。



福井 一彦 産総研生命情報工学研究センター分子機能計算チーム長の講演

第5回バイオマス・アジアワークショップ

2008年12月4日～6日、中国・広州において、第5回バイオマス・アジアワークショップが、中国科学院および日本の農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムの共催により開催されました。事務局を中国科学院広州能源研究所と産総研におき、文部科学省科学技術振興調整費の支援のもとで開催されたもので、中国、日本、オーストラリア、インドネシア、タイ（新バンコク国際空港閉鎖のため急遽キャンセル）、フィリピン、ベトナム、マレーシアからの講演および250名以上の参加を得ました（日本から49名が参加。うち産総研から25名）。

このワークショップは2004年度に第1回を日本で開催して以来、タイ、日本、マレーシアと回を重ね、この度の中国開催となったものです。

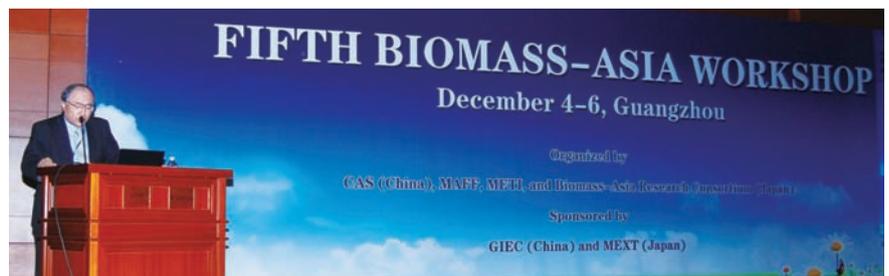
小野 晃 産総研副理事長、李 静海 中

国科学院副院長（邱 華盛 中国科学院国際合作局副局長が代理）の挨拶の後、基調講演に続く4つのセッションでは、これまでのワークショップの成果を踏まえて、中国を想定したハイブリッド農業廃棄物利用モデル、昨年集中的に検討したパームコンプレックスモデルなどアジアにおける持続可能なバイオマス利活用技術の地域別適合モデルが、バイオマスタウン構想の東アジア展開の可能性を交えて活発に討論され、さらにバイオ燃料の標準化、評

価手法がERIAの活動報告とともに熱心に討議されました。

最終セッションにおいて、当モデルについて技術の開発と普及に向けた努力を行うこと、次回の日本での開催を合意しました。また、テクニカルツアーでは、惠州にある廃棄物総合処理施設を見学しました。なお、初日夕刻のレセプションでは陳 勇 中国科学院広州分院院長とともに吉田 雅治 在広州日本国総領事から挨拶がありました。

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



オープニングの挨拶を行う産総研 小野副理事長

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

EVENT Calendar

2009年1月 → 2009年3月

12月10日現在

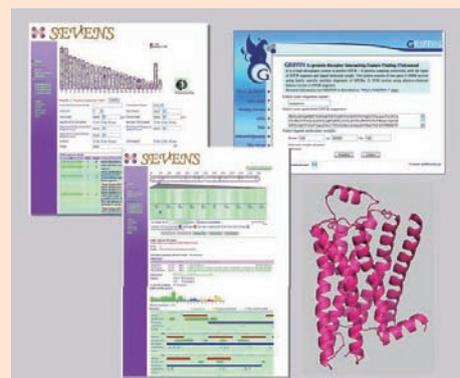
期間	件名	開催地	問い合わせ先
1 January			
22日～23日	計測フロンティア研究部門シンポジウム「先端計測分析技術開発から産業構造変革イノベーションへの潮流」	つくば	029-861-5300 ●
29日～30日	産総研・産技連LS-BT合同研究発表会	つくば	029-861-9021 ●
2 February			
4日～5日	水素先端世界フォーラム2009	福岡	092-751-3244
18日～20日	nano tech 2009 国際ナノテクノロジー総展・技術会議	東京	029-862-6147 ●
3 March			
11日～13日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy04@m.aist.go.jp ●

●は、産総研内の事務局です。

創薬のターゲットとなる受容体の網羅的機能解析・予測を目指して

生命情報工学研究センター 主幹研究員 諏訪 牧子^{すわ まきこ}（臨海副都心センター）

細胞膜上で、外界の刺激受容により、内分泌系、免疫系、神経系などの多様な生命現象の起点となるのがGタンパク質共役型受容体（GPCR）です。その制御機構の異常が重篤な疾病を引き起こすため、創薬の最重要な研究対象となっています。この観点から、全てのGPCR遺伝子を保有し、その機能を実験で網羅的・効率的に解明することが望まれますが、コストと時間が莫大で、現状では不可能です。そのため、バイオインフォマティクス技術には、生命現象をモデル化し、予め実験に対する答を予測して、上記課題の克服に貢献するよう期待されているのです。諏訪さんはこの観点から、様々な生物のゲノム配列から網羅的にGPCR遺伝子を同定し、その機能解析・予測までが可能な総合DBシステム（SEVENS、<http://sevens.cbrc.jp>）やソフトウェア（GRIFFIN、<http://griffin.cbrc.jp>）を研究開発しています。



GPCRの立体構造と、機能解析のためのデータベース、ソフトウェア



諏訪さんからひとこと

既に総合DBシステムには、数十の真核生物種に関し、30,000を超える高精度な予測GPCR遺伝子を格納済みであり、様々な構造・機能解析の観点から「GPCRユニバース」を見渡せるようになってきました。これを基に、個々の遺伝子機能だけではなく、遺伝子間ネットワーク解析や比較ゲノム解析などにより、より高次な生命現象の解明に広げて行くのが次の課題です。

研究者は、自分がイメージできる空間の範囲内ではしか結果を認識できないものだと、私は考えています。解析データを余すことなく総合的に見ることによって、GPCR機能に関する限り巨大なイメージ空間を作り上げて行きたいと思っています。

表紙

上：2008年8月22日霧島新燃岳火山の噴火で堆積した火山灰層（p.23）

下：バイオマス・アジアワークショップでのパネルディスカッション（p.27）

産 総 研
TODAY

2009 January Vol.9 No.1

(通巻96号)

平成21年1月1日発行

編集・発行
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所
広報部出版室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

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

ホームページ

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

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