

KARCFRONT

未来 ICT 研究所ジャーナル

Vol. **22**

2012
WINTER

NICT 独立行政法人
情報通信研究機構
National Institute of Information and
Communications Technology

特集：脳情報通信融合研究センター (CiNet)

脳科学との融合による
次世代 ICT 研究拠点が動き出す

7 テスラ fMRI 導入で飛躍する脳機能研究

クローズアップ研究者

- 脳における視覚情報処理のアルゴリズムと神経システム実装の解明
- 脳情報の解読と脳機能支援技術の開発



KARC FRONT

未来 ICT 研究所ジャーナル

Vol. **22**
2012
WINTER



Contents

特集：脳情報通信融合研究センター (CiNet) 1 3



脳の高次機能の解明によって、
より快適なコミュニケーションを実現

脳科学との融合による 次世代 ICT 研究拠点が 動き出す

副センター長 益子 信郎

特集：脳情報通信融合研究センター (CiNet) 2 6



研究領域の拡大や新しい発見のベースには、
新たな計測基盤技術がある！

7テスラ fMRI 導入で 飛躍する脳機能研究

R&D アドバイザー 小川 誠二

KARC TOPICS 8

国際学術誌『Science』に Tokyo QKD Network の記事掲載 /
情報通信技術研究交流会 (AC・Net) / 第 17 回細胞生物学ワー
クショップ開催報告 / 第 10 回産学官連携推進会議参加、第 9
回産学官連携功労者表彰受賞報告 / 「国際フロンティア産業メッ
セ 2011」出展報告 / 報道発表：「感情によって言葉の受け取り
方は違う！脳内メカニズムを発見」 / 受賞報告

クローズアップ研究者 1 12



脳における視覚情報処理の アルゴリズムと 神経システム実装の解明

加藤 誠 博士 (医学)

クローズアップ研究者 2 14



脳情報の解読と 脳機能支援技術の開発

内藤 栄一 博士 (人間・環境学)

未来 ICT 研究所 STAFF 総覧 16

脳の高次機能の解明を通じて、
より快適なコミュニケーションを実現

脳科学との融合による 次世代 ICT 研究拠点が 動き出す

情報通信研究機構 (NICT)、大阪大学、国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) という、三つの研究機関の連携により、「脳情報通信融合研究センター (CiNet)」が設立されました。脳科学と ICT という異なる分野が交わることで、データ通信から“こころ”を介した新たなネットワーク技術へ。スタートしたばかりのこのセンターが今後どのように進んでいくのか、益子信郎副センター長にお話をうかがいました。



Q：脳情報通信融合研究センター (CiNet) の設立に至った経緯について教えてください。

益子：脳研究を行う研究拠点の必要性に関しては、情報通信研究機構 (NICT) 内でも以前から話に出ていたものの、なかなか実現しませんでした。脳研究を行うには高額な装置を購入・維持する費用が必要なだけでなく、あらゆる分野の研究者たちが連携できるような場をつくることが不可欠でしたが、NICT単体でそれだけの大型プロジェクトを行うことは困難でした。また、NICTの脳研究の拠点は、未来ICT研究所にあり、神戸郊外という立地面での課題もありました。

ターニングポイントとなったのは5年ほど前です。情報通信分野の企業との連携による研究開発を積極的に行うなど、NICTと社会とのつながりが急速に強くなり、当時の総務大臣がICT分

脳情報通信融合研究センター
副センター長

益子 信郎

工学博士

略歴

1986年、大学院博士課程修了後、新技術開発事業団(現 科学技術振興機構) ERATO生物フォトン研究員。1989年、通信総合研究所(現 情報通信研究機構) 入所。1993年、通信総合研究所関西先端研究センター(現 未来ICT研究所) ナノ機構研究室室長。2003年、関西先端研究センター長。2006年、情報通信研究機構未来ICT研究センター長。2008年、情報通信研究機構総合企画部長。2010年、執行役(兼務)に。

研究分野

ナノテクノロジー、有機デバイス、光計測

近況

園芸や登山などが趣味ですが、休日は家族サービスに奔走中です。近いうちに子供を連れて山に行くことが夢です。

野での脳研究に興味をもち、大臣懇談会や研究会を組織してわれわれの研究を後押ししてくれたことなどが追い風となり、センター設立に至りました。

Q：組織としてはどのような形態になるのでしょうか。

益子：CiNetは、NICTと大阪大学、国際電気通信基礎技術研究所（ATR）という、三つの研究機関が連携して設立された日本では他に類を見ない組織です。情報通信技術は単一の技術ではなく、さまざまな技術の複合体ですから、縦の技術体系に対して、技術と技術、研究者の間に横串を通すような組織でなければなりません。そのため、NICTから見ればNICTに含まれる組織、大阪大学から見れば大阪大学に含まれる組織、ATRから見ればATRに含まれる組織というように、かなり柔軟な組織体系をとっています。

ソフト面においては、NICTと大阪大学の連携を軸に、ATRや他の研究機関、産業界から優れた研究者を集めて研究を進めます。ハード面では、大阪大学吹田キャンパス敷地内にヒト脳機能の非侵襲計測を行える実験棟の整備を進めているほか、近くに立地する大阪大学医学部附属病院の協力を得て、臨床応用を見据えた研究などを行う計画もあります。

Q：三つの組織以外の研究機関や産業界などとの人的交流はどのように行われていくのでしょうか。

益子：CiNet立ち上げに際しては、柳田敏雄センター長を中心に、研究責任者や運営スタッフたちによるヒューマ

ン・ネットワークをベースに声をかけていったところ、各分野から素晴らしい研究者たちが集まってくれました。その中には大学研究室ばかりでなく、NTT研究所などの研究者もいて、民間研究機関も高い関心を示しています。

現段階ではセンターが順調にスタートすることが第一なので、外部との連携については段階的かつ戦略的に組み立てていく予定です。また、創立前から総務省による勉強会を行ってきた関係で、総務省自らが公募を行うスキームもあり、全体ではナショナルプロジェクトとしての色彩もあります。

Q：そのような状況下で、CiNetにはどのようなミッションが課せられているのでしょうか。

益子：大容量・高速・高信頼性のデータ通信を実現するICTは、膨大な量の情報空間の中で生活する私たちにとって欠かせないものです。しかし、ICTの進歩を超えるスピードで急増する情報量に対して、伝送容量の不足などの脆弱性、消費電力の急増といったネットワークの課題も明らかになってきました。

こうした課題に対して、脳や細胞などにおける情報処理のネットワークシステム（生命システム）研究が生かせるのではないかという発想からスタートしたのが、脳情報通信融合研究です。そして、生命システムに見られる複雑な制御システムを研究開発シーズとしてICTの制御技術に応用すること、さらには脳機能の理解を進めることで、新たなコミュニケーションの可能性を開くことを目標としています。例えば、

東日本大震災では、地震と津波によって多くの通信基地局が破壊され、残された基地局だけでネットワークを再構築する事態に陥りました。こうした事態は、脳の一部が損傷したときに機能回復するシステムに似ており、最低限の負荷でシステムを再構築する技術として役立てられるはずで

そのためにも、まずはCiNetが幅広い分野の研究者が「ここに来れば新しい研究分野を創出できそうだ」という期待をもって集まれるような“土壌”となり、分野を超えて影響を与え合うような研究環境となることを目指します。

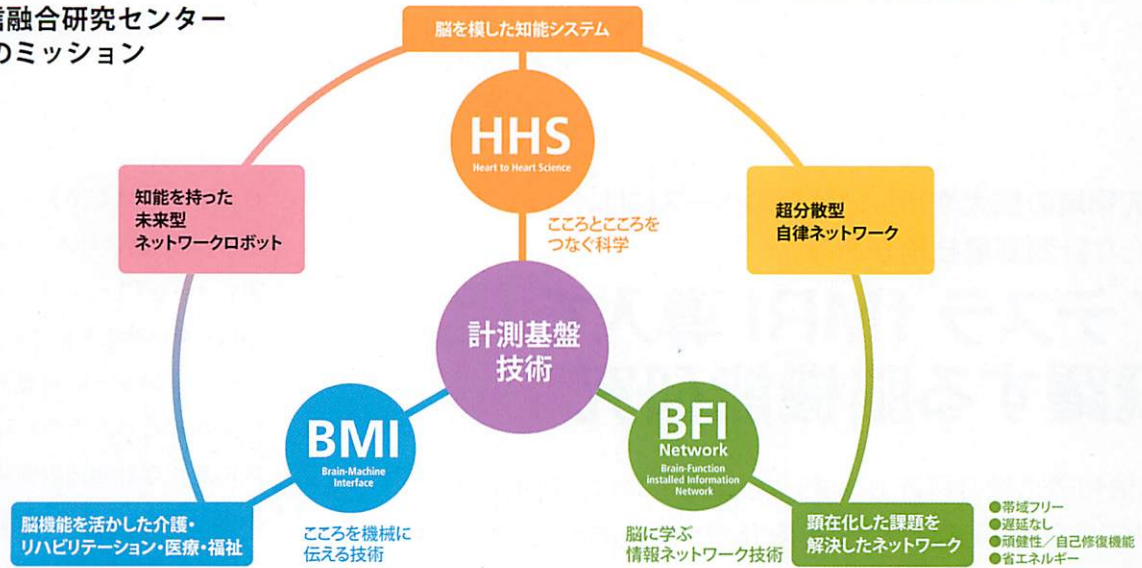
Q：情報通信における脳研究には、どのような研究分野があるのでしょうか。

益子：CiNetには医療用以外では国内で初めて導入される7テスラのfMRI（機能的磁気共鳴画像法）をはじめ、fNIRS（近赤外光脳機能イメージング法）、MEG（脳磁界計測法）、EEG（脳波計測法）などの計測基盤技術をベースとして、さまざまな方面から脳情報通信融合研究を行っていきます。

主な研究分野は、こころとこころのコミュニケーションを脳機能から科学する「HHS」、ヒトの脳機能に学ぶ、桁違いの省エネルギー情報通信ネットワークの構築を目指す「BFI Network」、高度なヒューマンケアと未来型コミュニケーションを実現する情報通信の基盤技術としての「BMI」の3分野です。（図参照）

例えばHHSでは、ヒトが言葉の意味を理解して認識するメカニズムを解析し、自律的情報システムの概念設計につなげるなど、脳神経科学、生物物

脳情報通信融合研究センター (CiNet) のミッション



理学、情報工学に加えて、心理学や哲学などの人文社会系分野との連携も積極的に行い研究を進めます。BFI Networkについては、前述した脳機能と震災後のネットワーク再構築をつなげるような研究が代表的な研究の一つです。BMIは、機械と機械、脳と機械を結ぶなど、脳とネットワークを直観的、物理的に理解する研究分野だといえるでしょう。

各領域では次世代を見据えた「課題創出型」の研究を中心に展開していきますが、先行して研究を進めてきた分野には早い段階で応用に発展しそうなものも現れ始めています。そういった研究については、さらに発展させて、より効率的なネットワークのアーキテクチャ構築につなげていきたいと考えています。

Q：脳研究においても、ICTは有力な切り口になりうるものですか。

益子：そもそもICTをどこまでのものと捉えるかという問題があります。例えば、体内のマシンと外部機器が通信できるワイヤレス系のボディエリアネットワークも一種のICTだと捉えることができます。脳とICTは一見、関

連性が低いようにも見えますが、脳に電極を埋め込んで機能回復を行うときに、ケーブルをワイヤレスにして動きやすいようにするなど、医療においてもICTの利活用は重要です。

そういった中で、組織を立ち上げる作業と併せて、情報通信をメインテーマとするNICTとして何をやっていくか、さらに世の中の人々が納得するような役目の中で脳研究がどのように位置づけられるか、今まさに整理をしている最中です。NICTは次の世代のネットワークはどうあるべきかを設定し、時代を切り開く先導的な役割を担った組織です。未来のあるべき姿を考えると、ICTは人が情報を受け取って幸せになるためのツールとして存在すべきで、この部分を開拓する動機づけや技術シーズとして脳研究を位置付けたいのです。

Q：今後どのような組織を作り上げていくか、具体的な構想などをお聞かせください。

益子：日本で初めての組織なので、まだ具体的になっていないというのが正直なところですが、繰り返して言えば、同じ志を持つ研究者が集まって、新し

いものを作り出す土壌を作っていきたいと思っています。各分野の優秀な研究者たちが集まるのですから、分野の異なる研究者間での連携が取りやすい形をつくるのが目標で、柳田センター長の言う「おもしろい研究をやりよう」という言葉が、センターの在り方を何よりよく表しているのではないのでしょうか。

だからといって、ただ面白ければいいわけではありません。5年計画の中で、それぞれマイルストーンを設定して研究を進めていきます。さらに、その中にはインターフェース技術のように短期的に研究成果が出やすいテーマも多い一方で、コミュニケーションの本質を問うような長期的な研究もあります。このように短期的なもの、長期的なものを織り交ぜて、お互いに影響を与え合うような研究環境が理想です。脳を介した情報通信や産業界での利活用も意識したプロジェクトとしては、かなり特徴のある研究ができるはずですし、研究成果にしてもベーシックサイエンスより出やすいと思いますので、高い志と大いなる好奇心を抱いた研究者たちが参加してくれることを期待しています。

研究領域の拡大や新しい発見のベースには、
新たな計測基盤技術がある！

7テスラ fMRI 導入で 飛躍する脳機能研究

「脳情報通信融合研究センター (CiNet)」には、医療用以外では日本初となる7テスラのfMRI（機能的磁気共鳴画像法）が導入されます。しかも、ノーベル賞に近いともいわれるfMRIの発案者である小川誠二博士が、R&Dアドバイザーおよび研究者の一人としてCiNetに参加します。そこで、小川博士にfMRI誕生までの経緯を聞くと同時に、計測技術の中核としたCiNetの研究の在り方について、お話しいただきました。



Q：fMRIをはじめとした計測基盤技術は、CiNetにおいてはどのように位置づけられているのでしょうか。

小川：長い歴史を見ても、サイエンスやテクノロジーの発見やブレークスルーが起こったときには、そのベースに新たな計測法の開発があります。fMRI（機能的磁気共鳴画像法）は、完全に非侵襲な状態で脳の活動を見ることができると、医療はもちろん、脳内の活動に強い関心をもちながらも脳内部の状況を見ることができなかった心理学や認知科学の研究者を中心に大いに広がっていきました。そういった背景があるからこそ、当センターのミッションを示す概念図でも、3つの研究分野の中心に「計測基盤技術」が位置づけられているでしょう（5ページ掲載の図）。

脳情報通信融合研究センター
R&Dアドバイザー
東北福祉大学感性福祉研究センター
特任教授

小川 誠二

Ph.D (化学)

略歴・研究分野・近況

1967年 Ph.D
1968年 ポストドック(Stanford大)
1968～2001年 AT&T Bell研究所(Murray Hill,NJ)
2001年 濱野生命科学研究所、脳機能研究所
2008年から東北福祉大学感性福祉研究センター

1967年より、EPR、NMR測定を中心に、生体の構造と機能に関する研究を行ってきました。1970年代前半は、ヘモグロビンの酸素結合協同現象の研究、1975年よりin vivo NMRによる細胞の代謝の測定法として、MRSと呼ばれる方法の先鞭をつけた。1980年代の後半からMRIの仕事を始め、BOLD法による脳機能の非侵襲的測定の可能性の指摘(1990) およびヒトの脳での測定(1992)に成功し、fMRIの分野の創設に貢献した。いかにニューロン系の速い活動現象をMRIに現すか(2000年より)を興味の対象にして研究している。

しかし、新たな計測法の誕生といっても、一部の天才による強烈なひらめきを除けば、それ自体も過去の技術やサイエンスの積み重ねです。しかも、測定法によってメリット・デメリット、強み・弱みがあります。それらを補い合い、組み合わせることで、これまで見えなかったものが見えるようになり、分からなかったものが分かるようになります。CiNetではさらに高度な計測技術の研究開発を行うと同時に、さまざまな計測技術の融合を図り、各研究分野での新たな発見に発展していくことを期待しています。

Q：脳の機能を非侵襲で見ることができるfMRIとはどのような計測技術なのでしょう。

小川：X線は主に「骨」を見ていますが、MRIでは主に「水(H₂O)」に着目します。磁気共鳴現象を利用して、水の性質の違いをイメージ画像の中にコントラストとして表示します。これにより空間的な情報分布を外から非侵襲的に見ることができるということがMRIの最大の特徴で、脳の構造を調べるにはとても優れた測定法です。ただし、このままでは血栓やがん細胞などの異物や構造の違いを見つけることなど、空間的な構造情報を取り出すことしかできません。

脳の中ではわずかな部位の違いによって異なる、さまざまな働きがあることが分かっているものの、MRIで脳の皮質を見ただけで、それを区別することは困難でした。

そこで、脳の血流(血流動態反応)という“生理現象”に着目して、脳内の

働きを見ることができるようにしたものがfMRIです。神経細胞による電気活動を直接捉えることはできなくても、神経細胞の活動に付随した生理現象を捉えることで、脳内の機能を測定しています。

それまで脳の神経細胞の活動を見るには、ニューロンの電気活動を測定する必要があると長らく考えられてきたため、開頭術を行った脳疾患の患者さんの脳に直接電極を刺すしか、脳の機能を調べる方法はありませんでした。その点、fMRIならば人体を傷つけることなく調べることができるため、健康な人の脳も測定することができるようになりました。

Q：fMRIの発案にはどのようなイノベーションがあったのでしょうか。

小川：fMRIの仕組みの元となっている血流動態反応という生理現象は大昔から知られているもので、神経細胞の活動と血流の関連も分かっていました。頭を開けて観察していると、手足を動かしたときにその運動と関連する脳の部位がパッと赤くなるのですが、それは血流量が上がるからです。

それまで物理化学、生物物理学を専門としていた私がMRIの研究を始めたのは、1980年代半ばというかなり遅い時期です。きっかけとなったのは、マウスの脳のMRI画像を撮っている実験の最中、酸欠になったマウスを救うべく、酸素吸入をした時、画像コントラストを出していた黒っぽい線などが白く変化した現象でした。これは、過剰に加えられた酸素が血中で酸素を持たないヘモグロビンに結合してオキシ

ヘモグロビンになったためです。この偶然をきっかけに、「脳内の活動部位の検出=血流量が増えている部位を見る」(活動によって増えた酸素消費量よりさらに過剰に血流量が増えるためにMRI信号が強くなる部位を可視化)することがMRIで可能だという発想が生まれ(BOLD法、1990)、1992年にヒトの脳での機能活動の測定につながり、その結果は大きな反響を呼び、fMRIは幅広い研究分野で活用されるようになりました。

しかし、冒頭で申し上げたように、fMRIのアイデアは特別なひらめきによって生まれたのではなく、実は古くから知られているサイエンスがベースになっているものにすぎません。確かに、「頭を開けずに脳内の活動を見ることができる」という視点はそれまでにはない新しいものですが、その仕組み自体は少し見方を変えさえすれば、極めて当たり前のものです。

Q：fMRIの誕生により、脳科学および境界領域での研究はどのように発展したのでしょうか。

小川：1992年に私たちが『米国科学アカデミー紀要』に、fMRIの手法を使って健康な人の脳を測定した結果を発表すると(ほとんど同時にアメリカのハーバード大からも研究結果が出ました)、脳の機能を見る研究が脚光を浴びるようになります。以降、1990年代後半にかけて心理学や認知科学の人たちが興味を示すなど、それまでMRIとは直接関連のなかった境界領域の人たちの貢献によりさらに発展していきます。特に、データの統計的な処理方

法やソフトウェア開発など、今までハードルが高くて使えなかった人でも使えるような解析技術が進んでいくと、そこから2000年にかけては、ニューラル-エコノミクスや倫理学といった分野まで、さらに幅広い分野へ広がっていったのです。

当初、「手足を動かす」「何かを想像する」といった課題を与えて、その際の脳活動を見る研究から始まって、認知科学などが対象とする研究が主流となってきましたが、最近ではあえて何も課題を与えず、何も考えない状態での脳活動をMRIで見るような研究も行われています。課題なしで何も考えない状態のMRI画像信号は、ノイズだらけのようなのですが、その信号をさらに詳細に調べてみると、脳内である課題で活性化することが知られている場所の安静時の画像信号の時間変動とよく似た信号変化をする（相関が高い変動をする）場所が見つかります。しかも、そのような相関を持つ場所がいくつもあることがわかります。これらの場所はこれまで、その機能活動に関与していることが知られている場所がつくる機能ネットワークとよく対応します。安静時の脳のMRI信号にはこのようなネットワークがいくつも形成されていることが示されてきました。それぞれのネットワークを形成している場所は機能的に連結しているといえるので、脳内でのいろいろなネットワーク内の連携状況（機能的connectivity）を知ることができます。

このような現象は脳がどのようなマクロな機能構造を持っているかを示しているともいえます。こういった実験

を通じて、一見何もしていないときであっても、記憶を司る部分や自己を意識する部分などが、活動しているという説を発表している研究者もいます。

さらに興味深いことに、健康な人と脳疾患患者とではこのようなシグナル変動に違いがあるといえます。つまり、こういった研究が進んでいけば、非侵襲な状態で脳疾患を診断する方法の一つとしても活用できるかもしれません。最初は計測装置として世に出たfMRIはこの20年の間に脳機能の解明する基礎研究に役立ってきましたが、これまでに知られていなかったような脳機能の側面を示すような臨床診断法へと、今まさに発展しようとしています。

Q：血流を計測することでどの程度のことまで分かるのでしょうか。

小川：fMRIを使って測定を行うと、脳に課題を与えたときに、脳のどの部分で活動するかを見ることができ、結果としてその場所がどのようなことをしている場所なのかを特定することができます。だからといってその部位の機能を完全に説明することにはなりません。少なくとも活動すべき部分が活動していないなどの異常を見つけることはできます。

また、生理現象と神経現象の橋渡し（カップリング）を調べている神経科学の研究者たちの研究によって、神経活動が行われる際の神経末端でのグルタミン酸放出と血流をコントロールする仕組みとに強い関連が示され、血流変化を脳活動に結び付けることが可能になるでしょう。脳活動を保持するエネルギー源であるグルコースの消費増加

と血流量の増加には比例関係があることも知られています。

Q：脳の機能を測定することができるfMRIですが、課題があるとすればどのようなことでしょうか。

小川：fMRIには現時点でどうしても乗り越えられない壁が2つあります。一つ目は、MRIはシグナル応答の変化が遅いこと。ニューロンのシグナルは10ミリから100ミリ/秒という速さでどんどん進んでしましますが、MRIには、ニューロンが変化してしまった後、秒単位でしか変化が現れません。MRI特有の優れた空間分解能により空間的な活動位置はかなり良く測定できるようになりましたが、イベントに対して脳内のさまざまな場所が活動したとしても、各部位の活動の時間的な関係は分からないのです。

もう一つは、どこで何が起こったということは分かっても、その内容（コンテンツ）までは分からないということです。しかし、最終的にわれわれが知りたいことは脳内で起こっているコンテンツそのものです。現在のように血流という生理現象から機能を測定するだけでは難しいでしょうが、血流以外の方法で機能を測定できるようになれば、コンテンツという点についても、もう一步踏み込んで研究ができるようになるかもしれません。もっとも、最近、機能活動を示す場所内で活性化される幾つかのMRI画像画素（voxel）からなる賦活パターンが課題の内容で変わることを示され、逆にそのようなパターンから課題の内容を推定する方法（multi-voxel pattern analysis）が関

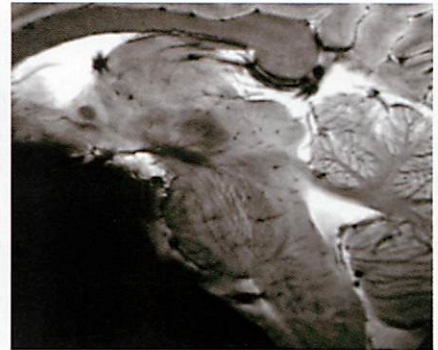
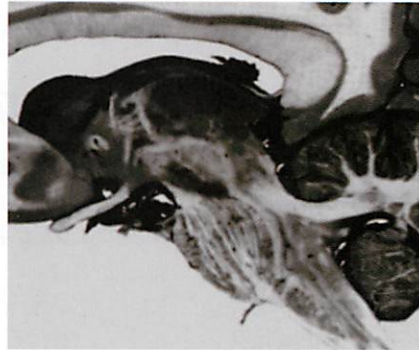
心を集めています。

もっとも、私自身も「未来ICT研究所」の研究を見て認識を改めたのですが、BMIの研究者によると「脳のどの部分で活性化が見られる」ということさえ分かれば、その情報で外部マシンを動かすことが可能であって、そのとき「何を思ったか」という中身までは必要がない。すなわち、イベントが起きる脳の部位を特定できれば、必ずしもコンテンツとして理解せずに応用範囲を広げることができるのです。もちろん、コンテンツを理解するという次世代の課題はありますが、まずはあらゆる角度から脳の機能を測定することに、大きな意味があるのではないのでしょうか。

Q：CiNetには7テスラのfMRIが導入されますが、飛躍的に分解能が上がることは機能面を計測する上でどのようなメリットがあるのでしょうか。

小川：現在、世界30カ所ほどの一流の脳研究施設が7テスラのfMRIを導入しており、これは近年増えつつあるようです。1.5テスラから3テスラ、さらに7テスラと、より高い磁場へとスペックが高まるにしたがって、今まで測れなかったものも測れるようになります。フィールドが上がることにより感度が上がり、画像のコントラストが良くなるからです。特にコントラストが鮮明になることが重要で、それにより血流だけでなく繊維質の層まで分かるようになります。(右上画像)

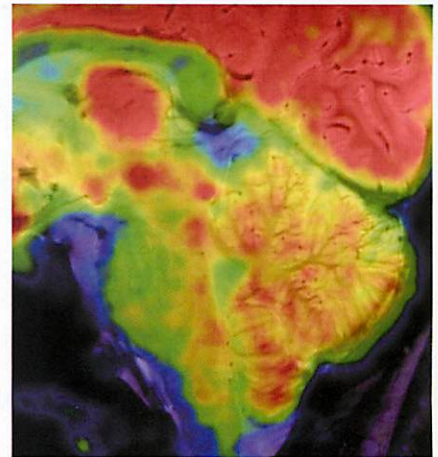
機能を測定する上では、機能反応・応答が測りやすくなるというメリットがあります。3テスラのfMRIでは1つの素子で測れるのは3ミリ角程度でし



摘出脳の切片画像(左上)と7T MRI 脳画像(右上)、グルコース代謝のPET画像と7T MRI画像の重ね合わせたもの(右下)。

高分解度MRIによる細微な脳構造が見られる。摘出脳の切片画像と比較して、いろいろな構造体のコントラストが対応して同じように出ている(上段)。高分解PETによるグルコースの代謝の度合いをMRI画像にfuseしたもので、灰白色皮質(上部右)、視床、小脳と共に脳幹(縫線核など)での活動を可視化している(下段)。

写真提供・Gachon 大学神経科学研究所所長 Prof. ZH Cho



たが、7テスラでは1ミリ角程度の素子まで絞って測ることが可能で、中には0.5ミリ角で計測した研究者もいます。3ミリ角の素子と0.5ミリ角の素子との違いは大きく、たとえ血流関係量しか測定できないとしても、それまで難しいとされてきた神経の機能活動の素子に当たるニューロン群の小さな集合まで測れることになります。そのため、世界中の脳研究者たちの関心がこぞって超高磁場MRIに向かい始めたのです。

Q：CiNetでは今後どのような活動を行っていくのでしょうか。

小川：肩書としては「R&Dアドバイザー」ということになっていますが、私自身、アドバイザーというだけでなく共同研究者として積極的に研究に参画していきたいと思っています。先に挙げたfMRIの2つの課題についてすぐに答えは出ないなりに、さまざまな研究者たちとのインタラクションを通

じて新たなアプローチを見つけることは可能だと思いますし、何らかの答えに発展する期待感も抱いています。

現在の脳研究では、特定のニューロンの活動だけ、あるいは多くのニューロンの集まった特定の部位に限定して調べているようなところもありますが、見方によっては“ネットワークの中でこれらのニューロン/活動部位”の協働的脳活動という捉え方もできるはずです。しかし、次世代には統合的な理解につながるような実測的な脳機能の解明が必要で、そこがわれわれに求められているミッションの一つです。いずれ細胞・分子レベルでの研究者たちと、われわれのように比較的マクロで調べている研究者たちとの間にコネクションができれば、懸案である脳機能におけるコンテンツ理解も一気に進むかもしれません。私自身にしても、まだまだやらなければならないことはたくさんあるということです。

KARC TOPICS

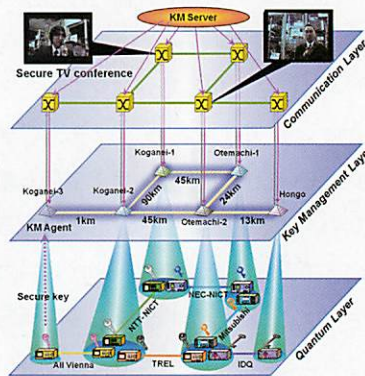
国際学術誌『Science』に Tokyo QKD Network の記事掲載

著名な国際学術誌『Science (2011年9月16日発刊号)』の PERSPECTIVES において「Refining Quantum Cryptography (磨きがかかる量子暗号)」と題した記事が掲載され、その中で Tokyo QKD Network[※] がこの分野の発展に果たした役割が紹介されました。

この記事の著者は米国ロスアラモス国立研究所の R. Hughes 氏で、量子暗号や衛星光通信分野で著名な研究者です。Hughes 氏の依頼で NICT が提供した Tokyo QKD Network の構成図が再編集されて掲載されています (右図)。

記事では「量子暗号の分野は、ここ数年、装置実装時の人的ミスによる不完全性を突く盗聴攻撃の研究 (暗号学というサイドチャネル攻撃の一つ) が始まっている。そのような、装置に不完全性が残る場合でさえ、量子もつれ相関という現象を使って安全性を完全に保証する方法などが開発され、暗号学に新天地を拓きつつある」このような流れの中で、量子暗号の可能性をフィールド実験で最も印象的に示した例として Tokyo QKD Network が引用されました。

「量子暗号の意義がより明確になるとともに技術に磨きがかかった」と解説されています。光子を操る通信技術が将来のネットワークに果たす役割が明確に示された記事になっています。



※ 東京 QKD (Quantum Key Distribution) ネットワークは、NICT のテストベッド (JGN2plus) 上に量子鍵配送 (QKD) ネットワークとして構築。都市圏の敷設光ファイバ網を介して、完全秘匿なテレビ会議を世界で初めて成功させました。この研究は産学官連携プロジェクトとして進められています。

情報通信技術研究会 (AC・Net)

未来 ICT 研究所では地域社会への貢献として、情報通信技術研究会 (AC・Net) の事務局活動を行っています。

本交流会は 1990 年に関西地区における情報通信分野の研究者・技術者等の交流の場として発足しました。

以来、最新の研究動向・技術動向をテーマに、190 回を超える講演会を開催するなど、産学官連携の場として、組織の枠を超えた密接な交流や情報交換の機会を提供しています。

2011 年 6 月 1 日、本交流会の 20 年にわたる活動が認められ、近畿の情報通信の発展に寄与した団体として、2011 年度の情報通

信月間の地方総合通信局長表彰 (団体表彰) を受けました。

未来 ICT 研究所では、今後も AC・Net を通じ、地域社会・情報通信分野への貢献に尽くす所存です。

ホームページ
http://www-karc.nict.go.jp/ACnet/

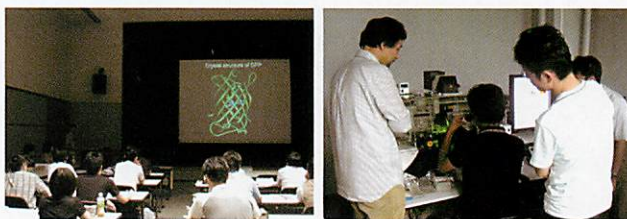


左: 近畿総合通信局 情報通信部 太田 清喜部長
右: 未来 ICT 研究所 大岩 和弘研究所長 (AC・Net 運営委員長)

第 17 回細胞生物学ワークショップ開催報告

未来 ICT 研究所 (神戸) において 2011 年 8 月 8~13 日の 6 日間、第 17 回細胞生物学ワークショップを開催しました (主催: NICT、大阪大学大学院、北海道大学)。本ワークショップは、若手研究者のバイオイメージング技術修得の促進を目的としており、今回は、全国から選抜した大学院生と若手研究者あわせて 21 名が参加しました。

講師は、NICT 平岡泰主管研究員、原口徳子上席研究員を含めた大学や企業の研究者・技術者など約 60 名。参加者は最先端の蛍光顕微鏡装置を実際に使用して、細胞内の生体分子のダイナミクスを



解析するために必要な蛍光顕微鏡の基礎と方法論を、講義・実習を通して学びました。人材育成の観点から研究成果の社会的還元と関連研究分野への貢献として、今後も継続して実施していく予定です。

受賞報告



受賞者: 成瀬 康
脳情報通信研究室 研究員
受賞名: U35 奨励賞
授与団体: 日本生体磁気学会

本賞は第 26 回日本生体磁気学会大会にて優秀な発表をした 35 歳以下の研究者に贈られる賞です。



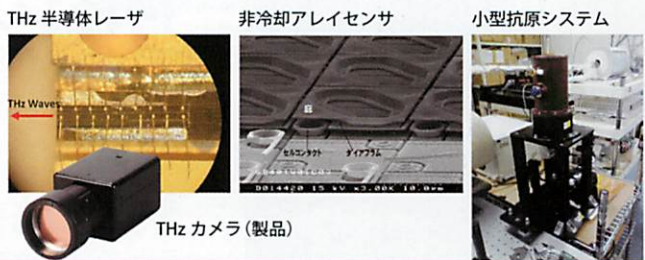
受賞者: 松林 淳子
脳情報通信研究室 専攻研究員
受賞名: U35 奨励賞
授与団体: 日本生体磁気学会

本賞は第 26 回日本生体磁気学会大会にて優秀な発表をした 35 歳以下の研究者に贈られる賞です。

第10回産学官連携推進会議参加、第9回産学官連携功労者表彰受賞報告

2011年9月21日、9月22日に東京国際フォーラムで行われた、第10回産学官連携推進会議において、日本電気(株)誘導光電事業部 小田エグゼクティブエキスパートら、(独)情報通信研究機構未来ICT研究所の竇迫副研究所長ら、東京大学大学院 総合文化研究科の小宮山教授が連携して開発した、世界最高感度の非冷却テラヘルツ (THz) アレイセンサ、THz イメージャならびに簡易な小型THz帯レーザー光源システムを発表しました。これらの開発により、小型軽量かつ実時間イメージングが可能なTHzカメラを実現することができ、ほかの波長帯では実現できない災害現場での活用、非破壊検査や物質分布の可視化等の幅広い分野に応用できることが期待されます。

今回、これら国産のTHz検出技術の世界のトップに押し上げた功績が極めて高く評価され、第9回産学官連携功労者表彰 総務大臣賞を受賞しました。今回の受賞を受け、会場ではTHzカメラの展示も行いました。



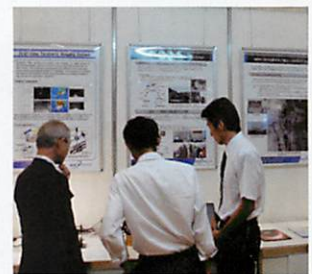
「国際フロンティア産業メッセ 2011」出展報告

2011年9月21日、22日の2日間、神戸国際展示場において「国際フロンティア産業メッセ 2011」(主催：兵庫県ほか)が開催され、当研究所からも出展・展示を行いました。2日間の来場者数は約15,000人に及びました。会場では、兵庫県を中心としたさまざまな分野にわたるものづくり企業や最先端の研究機関の集積の強みを活かし、次世代成長産業の創出・育成を図ることを目的とし、基調講演、各種セミナーや交流会が行われました。

当研究所からは災害・セキュリティに対するNICTの取り組みを中心に、東日本大震災に対するNICTの対応や、当研究所の研究成

果、アウトカム、研究所紹介などをパネル、実機を用い、研究担当者による情報発信と技術交流を行いました。

未来ICT研究所では、今後も本展示会を通じ、地域における情報発信と技術交流を進めて行きます。



NICT 展示ブース

報道発表「感情によって言葉の受け取り方は違う！脳内メカニズムを発見」

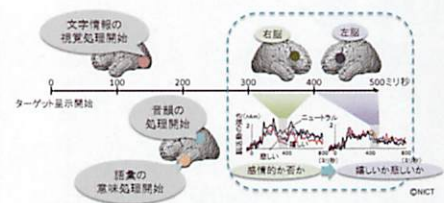
2011年11月30日脳情報通信研究室 井原綾主任研究員らは、言語コミュニケーションにおける感情理解の脳内処理についての研究成果を報道発表しました。現在の技術では、人が情報をどのような感情として受け取ったのかという心の状態を捉えることは難しいとされています。今回、井原綾主任研究員らは脳磁場計測法(MEG)を用いて、同じ言語情報に対して、感情情報の違いにより分離する脳活動パターンを捉えることに成功しました。

この成果により、情報の受け取り方を“脳活動”をもとに客観的に評価する技術へつながることが期待されます。

この成果は、英文学術誌『Neuroscience Research (ニューロサイエンス リサーチ)』2012年1月号に掲載されました。また、この報道発表の内容は、2011年12月1日日経産業新聞(11面)、



井原綾主任研究員



感情情報を利用して言葉を理解するときの脳内プロセス

12月5日電波タイムズ(2面)、12月9日科学新聞(9面)、1月9日日刊工業新聞(12面)1月29日神戸新聞(25面)に掲載されました(NICTニュース2月号にも掲載しています)。



受賞者：小林昇平
バイオICT研究室主任研究員
受賞名：奨励賞
授与団体：アンチセンス・遺伝子・テリバリ-シンポジウム 2011

本賞は、研究内容の重要性や発展性、発表の注目度や分かりやすさなどの点で、特に優秀な発表をした35歳以下の研究者に贈られる賞です。



受賞者：竇迫 巖
副研究所長/超高周波ICT研究室室長
受賞名：最優秀技術論文賞
授与団体：社団法人 電気学会

本賞は「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウムにおいて技術的内容が最も優れている論文に贈られる賞です。



受賞者：山田俊樹
ナノICT研究室主任研究員
受賞名：Award for Encouragement of Research in Thin Films
授与団体：The 15th International Conference on Thin Films (ICTF-15)

本賞は上記の薄膜全般に関する国際会議において顕著な研究成果を発表した研究者などに贈られる賞です。



脳情報通信研究室
脳情報通信融合研究センター
主任研究員

加藤 誠

博士(医学)

略歴

1988年、岡崎国立共同研究機構生理学研究所助手。1994年、大阪大学医学部認知脳科学寄付講座 助手。1996年、科学技術振興事業団戦略的基礎研究 研究員。1998年、郵政省通信総合研究所(現 情報通信研究機構(NICT))入所。それ以来、脳機能の情報通信の研究・応用に従事。

研究分野

神経生理学、特にヒトを用いた非侵襲脳活動計測と電気生理学的脳活動計測

近況

脳情報通信融合研究プロジェクト・HHSが始まり、研究棟建設中の今は事務的な作業に追われる毎日です。HHSに参加されている大阪大学の先生方は、私が現研究所に入所前に行っていった研究分野の方々です。以前同じ研究室の方であったり、学会で議論したりしたことのある旧知の人たちなので、多少の無理を通し融通を利かせつつ、お互いの技量・関心・個性を尊重しながら、共同研究を進めていこうと思います。

脳における視覚情報処理のアルゴリズムと神経システム実装の解明

脳の視覚情報処理と

画像コミュニケーション技術

ヒトは、感覚情報の多くを視覚から得ています。視覚の役割は、何であるか、位置、動きの認識にとどまりません。他者の表情、視線、瞬目、体の動きから得られる相手の体調、気分、関心・注意の方向など言葉では表現できない非言語的視覚情報から、社会的コミュニケーションにおける不可欠な情報を抽出しています。

大阪大学および国際電気通信基礎技術研究所のさまざまな脳の研究者とともに開始された「脳情報通信融合研究プロジェクト」において、「ここところのコミュニケーションを脳機能からさぐる」ことを目標とするHHSグループは、非言語コミュニケーションの基盤として、以下の課題を中心に視覚情報処理の研究を行います。

1. ヒトの顔認識における

情報処理特性

顔の画像特徴の抽出の仕方が複数あり、それぞれに対応する脳内システムが並列に処理しているという仮説があります。これらのシステムの機能が確認されれば、脳のどのような認知機能に働きかけたいのかとい

う目的を明確にできます。顔の画像データから、脳の視覚情報処理に必要とされている特徴だけを取り出して利用できれば、データ容量の圧縮が期待できます。

2. 社会的環境下における

視線移動と瞬目同期

ドラマを見ている時に特定の場面で、多くの人が同じように視線を移動したりまばたきをしたりします。ヒトの映像・音声からの情報処理を、まばたき移動のパターンやまばたきのタイミングを指標として分析し、視聴者に伝えたい内容が伝わっているかをモニターします。さらに、有名監督・ディレクターの効果的な映像・音声表現を指標化し模倣的に用いれば効果的に情報伝達できて、広告・放送・教育等の分野で幅広い利用が期待されます。

3. 意識される視覚情報と

ガンマ帯ノイズ共振神経活動

物体が何であるかを認識しているときに、神経細胞が同じような周期で同期して電気活動する共振神経活動が報告されています。意識と共振神経活動にどのような機能的な関係があるのかが解明されれば、情報の

受け手がその情報を本当に理解できたかどうかを知ることができます。また、必ずしも本人の意識通りとは限らない返答に頼らずに、必要に応じて情報の補足・再送が可能になり、より確実な情報の伝達が行えるようになります。

4. 脳梁結合が伝える情報内容

大脳半球の一次視野では右と左の視野の情報が左右別々に処理されていますが、脳梁を介した情報交換により脳内でシームレスに統合されて一つの視野空間として認識されます。左右の大脳半球の数十ミリ秒という脳梁伝達の時間遅れは、細胞レベルの個々の計算自体が遅い脳にとって障害になるはずですが、視野のつなぎ目やその機能に全く気付かないほど有効に解決されています。大脳半球間の情報通信の研究は、工学的に大きく役立つと期待されます。

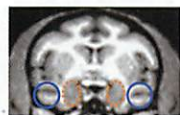
5. 2光子レーザー顕微鏡による

大脳皮質活動のイメージングと 解読法の開発

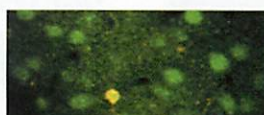
2光子レーザー顕微鏡による活動イメージングは、個々の神経細胞の神経活動をミリ秒単位のカルシウム濃度の変化として計測し、また数ミリの範囲に含まれるたくさんの神経細胞から同時にその活動を計測できる手法です。

この手法を脳の視野の情報を解読する研究に適用して、提示されている視覚刺激を復元する解析技術の開発に細胞レベルでの基礎情報を与えるものと期待されています。

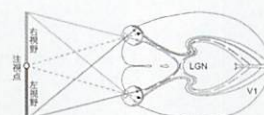
非言語コミュニケーションと脳の視覚情報処理



顔画像圧縮法の脳内領域差
通信目的に合わせた顔画像の圧縮



多数ニューロン活動の同時解析
構造と機能を結ぶ新解析技術



左右視野のつなぎあわせ
通信時間のずれた画像情報の統合



視覚情報理解と神経活動の共振
受け手の理解度の判定、確実な情報通信



視線、まばたきによる情報伝達
広告、放送、教育での情報の効果的伝達



ロボットによる
視覚的情動喚起と作業記憶
高齢者の作業記憶能力を維持啓発

原図提供：HHS グループ研究代表 藤田一郎 大阪大学教授、ほか参加研究員

6. 質感知覚および

両眼立体視の脳内機構

私たちが感じる臨場感や質感は、材質感・色知覚・両眼立体視などにかかわる脳機能によって生み出されます。これらの脳機能を研究して得られた知見を、臨場感や質感を生み出す次世代の立体映像技術・音響技術の開発に反映させます。

居ながらにして遠く離れた場所とあたかも時間・空間を共有しているような、自然で人の心になじみやすい超臨場感コミュニケーションを実現することにより、より豊かで便利な生活や人々の相互理解に貢献できるでしょう。

7. ロボットによる情動喚起が

作業記憶脳内ネットワークに 及ぼす効果

日常生活において一時的に情報を保持する作業記憶の能力は、成人する前後をピークに急速に劣化するため、高齢化社会では問題となります。記憶情報内容に含まれる喜怒哀楽の情動喚起と作業記憶能力促進の関係

を研究することにより、今後、高齢者向け作業ロボットが表情を持つことによって、単に運動機能を補うだけではなく、情動を喚起して作業記憶能力を維持啓発することが期待されます。

今後の展望

以上のように、細胞レベルから人と人との間のコミュニケーションのレベルまでの研究を、脳の視覚情報処理と画像コミュニケーション技術という共通のテーマを掲げて遂行します。さらに、社会・経済行動の神経情報メカニズムの研究者も参加する予定です。

細胞レベルの研究には、現在の脳活動計測技術では大阪大学の研究者の方々の動物実験の技術が不可欠です。神経システムと情報処理アルゴリズムの解析には、国際電気通信基礎技術研究所の研究者の方々の情報科学の知識が重要です。これらの技術・知識との融合研究を行って、私たちNICTの脳情報の研究をよりいっそう進めたいと考えています。



脳情報通信研究室
脳情報通信融合研究センター
研究マネージャー

内藤 栄一

博士(人間・環境学)

略歴

1996年、博士(人間・環境学)取得後、岐阜大学医学部 勤務。1999年、京都大学総合人間学部 勤務。2003年、京都大学大学院人間・環境学研究科 兼務。2006年、独立行政法人情報通信研究機構 未来ICT研究センター バイオICTグループ 研究マネージャー。2011年より、脳情報通信融合研究センター兼務

研究分野
神経科学

近況

自らの健康増進、体力維持の目的で始めたジョギングですが、はまってしまい毎週末30～40km走っています。にもかかわらず、健康診断で「定期的な運動を心がけましょう」といわれるのはなぜだろうと思う、今日この頃です。

脳情報の解読と 脳機能支援技術の開発

研究の背景

近年の脳機能イメージング技術の進歩は、人間の脳機能の単なるマッピングにとどまらず、脳活動から情報を抽出することを可能にしつつあります。このような技術を用いると、私たちが運動を開始するのに先行して、この準備に関わる脳活動から、これからどういう運動を行おうとしているのかを知ることができます。私たちの行動の意図や運動の計画は脳の中にしか存在していないので、これらを脳活動から読み取ることができれば、この技術はブレイン・マシーン・インターフェース(BMI)などの未来型情報通信の重要な基礎技術につながります(図1)。私たちは、脳活動計測において優れた空間分解能をもつ機能的核磁気共鳴装置を使って、人間が運動を準備している最中の脳活動を計測し、この活動から運動の内容に関連する情



図1
ブレイン・マシーン・
インターフェースの
イメージ図

報を正確に抽出する研究・技術開発を行っています。このような方法は、脳情報復号化技術と呼ばれ、脳がどのネットワークを使って運動を準備しているのかという科学的な疑問を明らかにするのみならず、人間の脳活動から運動の意図や計画の内容を抽出して、これをロボット制御や自らの運動行動支援に活用する技術の開発にも貢献します。

これまでの研究成果

現在までに、運動に先行する脳活動から、7割以上の精度で、人が右または左のどちらの手で運動を行おうとしているのか、判別できることがわかってきました。どのような脳活動から運動の推定ができるのかを詳細に調べると、手とは反対側の運動に関わる脳領域の活動が判別に貢献することが明らかになりました(図2)。このような左右の手の判別は比較的容易です。しかし、私たちは日常的により複雑で技巧的な運動も行っているため、このような複雑な運動の判別も、運動準備の段階から可能になるかにも挑戦しています。ちょうど、ピアノ演奏者が楽曲を演奏するときのように、異なる2つの指系列運動を用意し、これらの判別が運動を準備する段階で可能かどうかを検討しています。従来の方

用いて解析を行っても、同じ手で行為られるこのように複雑な指系列運動を判別することは不可能です。しかし、最新の解析技術を用いると、二つの系列運動を同じ指で開始し、しかも使用する指も全く同一であるような、きわめて類似性の高い運動課題でも、二者の判別がある程度できることがわかってきました。このような複雑な運動は、手と反対側の高次の感覚・運動領域のネットワークで準備されています。しかも、特定の系列運動がこの脳内ネットワーク特有の活動によって準備されていることもわかってきました。

これらの研究から、人間がこれから運動を行おうとする準備段階の脳活動には、その運動の情報がすでに反映されていることが明らかになりました。つまり、運動準備に関与する脳活動は、単に運動を開始するためだけの一般的なものではなく、実行すべき運動プログラムの詳細な情報を準備していることがわかってきました。このことは、運動に先行して、人間の脳活動からある程度、運動の意図や計画の内容を抽出できる

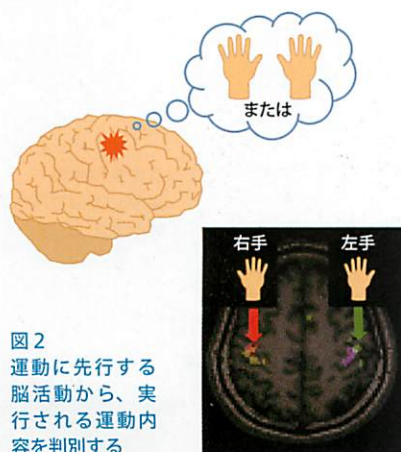


図2 運動に先行する脳活動から、実行される運動内容を判別する

可能性を強く示唆します。つまり、これらの情報を抽出して、これをブレイン・マシン・インターフェースへとつなぐことができる可能性が大きく開けてきたといえます。

以上のように、人間の運動準備段階の脳活動から、ある程度、運動の意図や計画の内容を抽出できることはわかってきましたが、ごく簡単な運動の推定であっても、まだ完璧ではないのが現状です。そこで、私たちはより精度の高い判別を行える解析技術の開発も行っています。今後、解析技術がさらに改善されれば、人間が実際に運動をせずとも、頭の中で運動を想像しただけで、その脳情報から人がどのような運動を頭の中に描いているかを知ることができると考えています。

さて、このような新しい解析技術は、今まで明らかにされてこなかった人間の運動制御に関する新しい知見も提供します。人間の運動制御に関する脳神経系の仕組みがさらに詳しくわかってくると、人間の脳神経系の作用を積極的に促進することも可能になります。私たちは、ニューロフィードバックといわれる新しい技術や安全に人間の脳神経系の可塑性を促進する方法を取り入れて、人間の運動や学習機能を向上させる取り組みも並行して行っています。このような方法を用いると、例えば、たくさん練習を積んですでに上達が頭打ちになっている運動技能もさらに改善できることがわかりました。運動技能上達の頭打ちの原因は、この運動を行う際の非常に安定化した

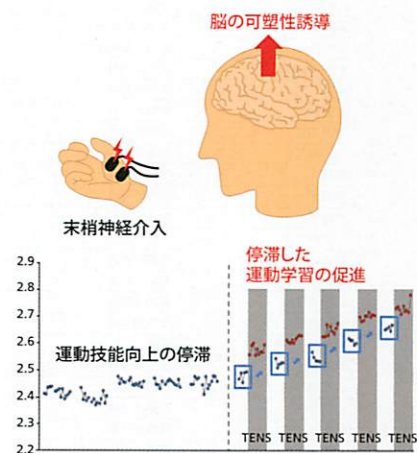


図3 末梢神経介入による脳機能向上

脳神経活動にあります。したがって、脳神経系の可塑性を適切な刺激で誘導し、脳神経の運動制御様式を変化させることで、運動技能上達の頭打ちを打破し、学習をさらに促進できる可能性も明らかになってきました(図3)。このような技術は、リハビリ医療はもちろんのこと、高齢者を含む広く一般の人にも応用が可能です。したがって、このような安全な方法が、近い将来、人間の健康で能動的な生活を支援する技術につながるものと信じています。

今後の展望

今後は、実行すべき運動の詳細な情報をより高精度で抽出できる解析技術を開発し、抽出した情報で実際にロボットを制御するなど、ブレイン・マシン・インターフェースをはじめ具体的な応用に展開していきたいと考えています。また、人間の運動や学習機能を向上させることができる安全で効果的な方法を確立し、これを広く社会に普及することを目指しています。

未来 ICT 研究所 STAFF 総覧

研究所付	大岩 和弘	研究所長	理学博士	
	實迫 巖	副研究所長 / 室長	博士 (理学)	
	王 鎮	主管研究員	工学博士	
	柳田 敏雄	主管研究員	博士 (工学)	
	平岡 泰	主管研究員	理学博士	
	原口 徳子	上席研究員	医学博士	
	韓 太昇	R&D アドバイザー	博士 (工学)	
	村田 勉	主任研究員	博士 (薬学)	
	久保田 徹	室長	博士 (工学)	
	澤井 秀文	総括主任研究員	工学博士	
	宮内 哲	総括主任研究員	医学博士	
	片桐 祥雅	専攻研究員	工学博士	
	企画室 (神戸)	中尾 正史	専攻研究員	工学博士
山田 順一		専門研究員	工学博士	
江田 英雄		招聘専門員	博士 (工学)	
小川 誠二		招聘専門員	Ph.D. (化学)	
寒 重之		特別研究員	博士 (学術)	
原 祐子		特別研究員	理学博士	
金釘 敏		グループリーダー	—	
山本 俊太郎		主任	—	
鳥居 信夫		有期技術員	博士 (医学)	
大山 良多		有期技術員	—	
高橋 恵子		有期技術員	—	
相田 有美		有期補助員	—	
企画室 (小金井)		小倉 基志	主幹	—
	秋葉 誠	専門推進員	理学博士	
	広瀬 信光	専門推進員	博士 (工博)	
	井口 政昭	有期技術員	—	
	鈴木 与志雄	有期技術員	—	
	ナノ ICT 研究室	大友 明	室長	Ph.D
		寺井 弘高	研究マネージャー	博士 (工学)
		田中 秀吉	研究マネージャー / 専門推進員	博士 (理学)
		照井 通文	主任研究員 / 専門推進員	博士 (理学)
		井上 振一郎	主任研究員	博士 (工学)
		笠井 克幸	主任研究員	博士 (工学)
		川上 彰	主任研究員	博士 (工学)
		三木 茂人	主任研究員	博士 (工学)
山田 俊樹		主任研究員	博士 (工学)	
山下 太郎		研究員	博士 (理学)	
梶 貴博		専攻研究員	博士 (工学)	
丘 偉		専攻研究員	Ph.D	
バイオ ICT 研究室		牧瀬 圭正	専攻研究員	博士 (理学)
	瀧 直樹	特別研究員	—	
	松田 真生	特別研究員	博士 (理学)	
	青木 勲	有期技術員	—	
	今村 三部	有期技術員	工学博士	
	上田 里永子	有期技術員	—	
	富成 征弘	有期技術員	—	
	三木 秀樹	短時間技術員	薬学博士	
	小嶋 寛明	室長	博士 (工学)	
	山田 章	主任研究員 / 専門推進員	理学博士	
	丁 大橋	主任研究員	博士 (理学)	
	小林 昇平	主任研究員	博士 (工学)	
	梶原 齊	主任研究員	理学博士	
田中 裕人	主任研究員	理学博士		
近重 裕次	主任研究員	博士 (理学)		
岩本 政明	専攻研究員	博士 (理学)		
小川 英知	専攻研究員	博士 (バイオサイエンス)		
清水 洋輔	専攻研究員	博士 (農学)		
西浦 昌哉	専攻研究員	博士 (学術)		
平林 美樹	専攻研究員	博士 (工学)		
古田 健也	専攻研究員	博士 (学術)		
古田 哲	専攻研究員	博士 (理学)		
松田 厚志	専攻研究員	博士 (理学)		
山本 孝治	専攻研究員	博士 (理学)		
Molnar Monika	特別研究員	Ph.D (Biology)		
荒神 尚子	有期技術員	—		
岡正 華澄	有期技術員	—		
小坂田 裕子	有期技術員	—		
桜谷 知子	有期技術員	—		
堤 千尋	有期技術員	—		
森 知栄	有期技術員	—		
山根 美穂	有期技術員	—		
吉雄 麻喜	有期技術員	—		
高村 佳美	有期補助員	—		
樋口 美香	有期補助員	—		

脳情報通信 研究室	梅原 広明	室長 / 専門推進員	博士 (理学)
	井原 綾	主任研究員	博士 (保健学)
	加藤 誠	主任研究員	博士 (医学)
	藤巻 則夫	主任研究員	工学博士
	Peper Ferdinand	主任研究員	Ph.D
	Leibnitz Kenji	主任研究員	理学博士
	劉 國相	主任研究員	博士 (工学)
	成瀬 康	主任研究員	博士 (科学)
	鶴 強	専攻研究員	博士 (工学)
	下川 哲也	専攻研究員	博士 (工学)
	篠崎 隆志	専攻研究員	博士 (科学)
	鈴木 秀明	専攻研究員	理学博士・博士 (情報学)
	春野 雅彦	専攻研究員	博士 (工学)
脳情報通信 研究室 (在けいはんな)	寺園 淳子	専攻研究員	博士 (工学)
	森戸 勇介	専攻研究員	博士 (理学)
	矢倉 晴子	専攻研究員	博士 (保健学)
	劉 健勳	専攻研究員	工学博士・博士 (情報学)
	早川 友恵	招聘専門員	博士 (心理学)
	眞溪 歩	招聘専門員	博士 (工学)
	足立 進	特別研究員	博士 (工学)
	李佳	特別研究員	—
	中谷 千歳	特別研究員	—
	糸井 誠司	有期技術員	—
	野界 武史	有期技術員	博士 (工学)
	脇田 美由紀	有期補助員	—
	植田 智津子	有期補助員	—
今水 寛	副室長	博士 (心理学)	
内藤 栄一	研究マネージャー	博士 (人間・環境学)	
杉本 徳和	専攻研究員	博士 (工学)	
Ganesh Gowrishankar	専門研究員	Ph.D	
宮崎 隆一	専門研究員	博士 (工学)	
吉岡 利福	専門研究員	学士 (理学)	
山岸 典子	短時間専門研究員	Ph.D	
玄 相奥	招聘専門員	博士 (工学)	
池上 剛	専門調査員	—	
中野 直	専門調査員	—	
古川 友香	専門調査員	—	
Ugur Emre	有期補助員	博士 (Computer Engineering)	
藤 暢	有期補助員	—	
Matthew Joseph de Brecht	有期補助員	博士 (情報学)	
笠松 章史	研究マネージャー	博士 (理学)	
関根 徳彦	主任研究員	博士 (理学)	
東脇 正高	主任研究員	博士 (工学)	
安田 浩朗	主任研究員	工学博士	
小川 洋	専攻研究員	博士 (工学)	
酒瀬川 洋平	専攻研究員	博士 (工学)	
Patrashin Mikhail	専攻研究員	博士 (理学)	
浜崎 淳一	専攻研究員	博士 (工学)	
諸橋 功	専攻研究員	博士 (工学)	
山下 良美	専門研究員	博士 (工学)	
歌川 仁史	専門研究員	—	
遠藤 聡	特別研究員	工学博士	
佐々木 公平	特別研究員	—	
原 紳介	特別研究員	—	
藤代 博記	特別研究員	理学博士	
松井 敏明	特別研究員	工学博士	
三村 高志	特別研究員	—	
量子 ICT 研究室 (小金井)	佐々木 雅英	室長	博士 (理学)
	藤原 幹生	主任研究員	博士 (理学)
	早坂 和弘	研究マネージャー	博士 (理学)
	和久井 健太郎	研究員	博士 (工学)
	衛藤 雄二郎	専攻研究員	博士 (理学)
	玉木 潔	特別研究員	—
	藤井 剛	特別研究員	—
	佐々木 悦郎	有期技術員	—

(2012年2月1日現在)



独立行政法人 情報通信研究機構

未来 ICT 研究所

〒651-2492 兵庫県神戸市西区岩岡町岩岡 588-2
TEL: 078-969-2100 FAX: 078-969-2200

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1
TEL: 042-327-7429 FAX: 042-327-6961

E-mail: karc@ml.nict.go.jp

http://www.nict.go.jp/advanced_ict

未来 ICT 研究所ジャーナル KARC FRONT
No.22 2012年2月29日発行 発行/大岩 和弘 編集/久保田 徹

兵庫県神戸市
未来 ICT 研究所への
アクセス

