

FEATURE
情報通信のイノベーションを
脳科学で創出へ



CiNet



National Institute of
Information and Communications Technology

MAGNETOM 7T MRI

SIEMENS



CONTENTS



FEATURE

情報通信のイノベーションを脳科学で創出へ

- 1 Interview
**脳のはたらきを
情報通信のイノベーションに活かす**
柳田 敏雄
- 4 **第5回 CiNet シンポジウムを東京で開催**
CiNetの活動の紹介
田口 隆久
- 6 **BMI 技術の実用化に向けた研究開発**
鈴木 隆文／安藤 博士
- 8 **ネットワーク科学による客観的な
医療診断の研究開発**
fMRI計測で患者の脳内複雑ネットワークを解析する
下川 哲也

TOPICS

- 10 「NICT 夏休み特別公開」開催報告
- 11 **未来 ICT 研究所施設一般公開開催報告**
情報通信の未来を体感しよう!!
- 12 Awards
- 13 2015年7月1日、うるう秒が挿入されました

INFORMATION

- 14 NICT オープンハウス2015 開催のお知らせ

表紙写真

脳情報通信融合研究センターの地下2階に設置されている7T-MRI装置。導入当時は日本で3台目だった。35tある超伝導コイルで地磁気の14万～20万倍という超高磁場を発生させ計測を行う。検査室は271tの鉄シールドで覆われている。

INTERVIEW

脳のはたらきを
情報通信のイノベーションに活かす



柳田 敏雄 (やなぎだ としお)
脳情報通信融合研究センター
研究センター長

大学院博士課程中退後、大阪大学教授、NICT 主管研究員を経て、2013年から現職。また、国立研究開発法人理化学研究所生命システム研究センター長。「ゆらぎ」を基礎とした生命のしくみを研究。2013年文化功労者。工学博士。

大量のデータが高速でやりとりされる巨大ネットワークに覆われた、現代の社会。それは私たちの生活を飛躍的に便利に、快適にする一方で、ネットワークへの依存に伴う遮断の際の危険性、情報の洪水によるストレスなど、大きな課題も浮かび上がってきている。こうしたネットワークが抱えるさまざまな問題に対し、解決の糸口を与えてくれると期待されているのが、人の脳や神経細胞など、生命の情報処理ネットワークの研究である。その研究拠点として、NICTと大阪大学が共同で運営する脳情報通信融合研究センター（Center for Information and Neural Networks、以下 CiNet（シーネット））の柳田敏雄研究センター長にお話を伺った。

■既存の枠組みを超えた、
新たな研究拠点

— CiNetは、大阪大学吹田キャンパス内にあり（図1）、医学部系の多くの研究施設も近くにありますが、それだけでなく、NICTと大阪大学が共同で運営するという、珍しい形態をとっていますね。まずは、どのような経緯でこの研究センターが作られたのかを伺いたと思います。

柳田 情報通信に新たなイノベーションを生み出すうえで脳の研究は欠かせないという考えは以前からあり、NICTでは、実際に20年ほど前から神戸（当時は郵政省通信総合研究所関西支所）において、脳に関する研究活動が行われてきました。それを

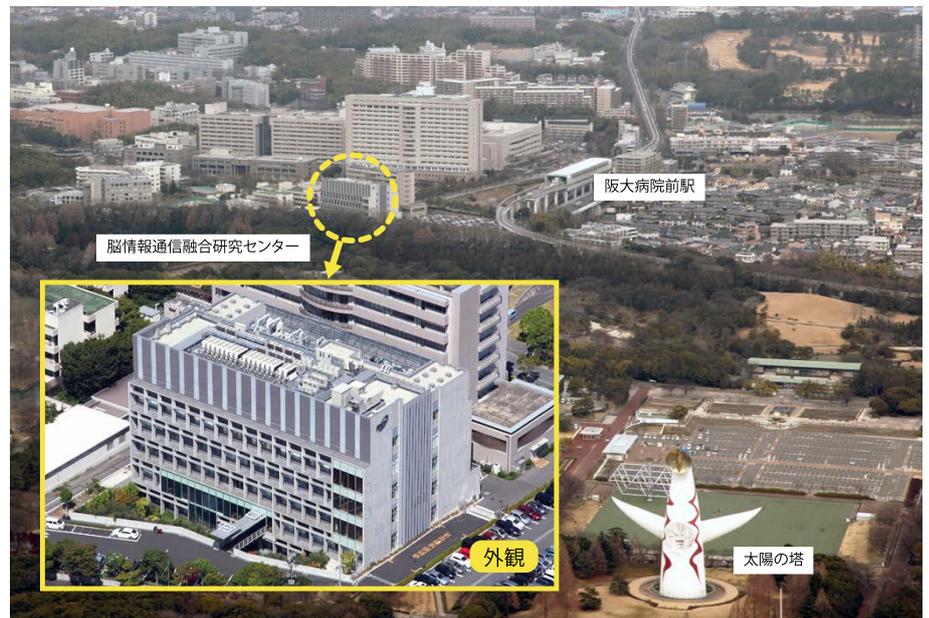


図1 脳情報通信融合研究センター（CiNet）

INTERVIEW

脳のはたらきを
情報通信のイノベーションに活かす

さらに発展拡大していくには、大学との共同研究も欠かせません。それならば大学のキャンパスに拠点を構えるのがよいだろうという意見もありました。

大阪大学は人・モノ・情報の流れの拠点として立地条件に優れ、大学周辺に情報通信関連企業やバイオ関連企業等の研究機関の集積があることから、産業界との連携を図る上で非常に優位な環境にあります。一方で、総務省でも「脳とICTに関する懇談会」の開催などを通し、脳研究の発展を後押しする姿勢をとってくれました。それらが、このセンターの設立に結び付いたのです。

総務省所管の組織であるNICTが、文部科学省所管の大阪大学と共同で、そのキャンパス内にこれだけ大きな拠点をつくるとするのは、それまで例のないことだったと思います。しかし、既存の枠組みを超えてこうした組織ができたのは、今述べた要因

だけでなく、「ええ話なら固い理屈はええやないか」という、大らかな大阪文化が根底にあったのではと私は思っています。

■脳の研究が情報通信に「質の進化」をもたらす

——基本的にはデジタルな世界である情報通信の分野に、生体である脳の研究というのは、どのように結び付くものなのでしょうか。

柳田 CiNetの大きな目標は、「未来の情報通信技術に、脳科学を取り入れる」ということなのですが、これには若干の説明が必要ですね。

これまで、コンピュータを使い、電波を使って情報を送受信する技術というのは、いかに大量のデータを正確に高速に処理

し、送るかを追求してきました。結果として、大量のデータを扱う技術は格段の進歩を遂げたのですが、では、人間が本当に欲しい情報は何なのか……。その情報通信の原点というべき部分はどれだけ深められたのでしょうか。

考えてみれば、情報を送るのも受けるのも、最終的には人の脳です。「送りたい情報、欲しい情報を、快適に扱う」ためには、どうしても脳について知らなければならぬのです。それが、CiNetの役割です。いわば、情報通信技術の、量から質へのパラダイムシフトを担う拠点なのです。

■連携、融合により生み出される
さまざまなテーマ

——実際に、ここ、CiNetではどのような研究が行われているのでしょうか。

柳田 さまざまな研究が行われていますが、例えば、そのうちのひとつが、映像の視覚認知の研究です。人間が見たものが、脳の中でどのように処理されているのか。この研究を進めていくことで、情報通信の中で、視覚情報の質を上げていく、すなわち「脳が気持ちいい」のはどういうことか、というのがわかるようになります。

また、従来なら「気分」の問題はアンケート調査などで漠然ととらえるしかなかったのですが、CiNetでは、機器を使って無意識下の脳活動までも定量的に計測することを通して情動をきちんととらえることを目指しています。

ブレイン・マシン・インタフェース(BMI)の研究は、脳活動からのロボットアーム制御や、逆に脳に直接アクセスして正常な動作をさせることによるリハビリの可能性な



図2 7T-MRI装置による実験の様子



図3 7T-MRI 操作室でのデータ解析の様子

どもつながっています。

脳活動をきちんと測るにより、今後の高齢化社会に向けて脳機能の衰えを遅らせたり、あるいは苦痛のコントロールなどにも役立てられる可能性もあり、そのような研究も行っています。

ところで、脳は、神経細胞による非常に複雑なネットワークなのですが、その複雑さにもかかわらず、ほとんどエネルギーを使いません。もしもこの仕組みを解き明かすことができれば、現在よりも桁違いに省エネルギーのネットワーク構築を目指すことができるかもしれません。

NICTとして、CiNetでの研究は、人の脳の働きを解析して情報通信に活かすことが目標ですが、ここには大阪大学や株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR）など、産学官連携による多くの研究者が集まり、融合して、さらに幅広い研究が行われています。

■「優れた日本の頭脳」を呼び集める役割も

——先端の設備、計測機器などが充実しているのも、CiNetの大きな特徴ですね。

柳田 脳科学は生命科学の流れを引いていて、マウスの遺伝子を使った研究が世界で行われています。NICTは情報通信への活用のために、人間の脳を対象とした研究をしていますので、人の脳の中の活動を測定する技術開発が必要です。そのため、NICTには、大型の脳活動測定装置である3T-MRI、7T-MRIをはじめとした装置が充実しており、解析する技術もあります（図2、3）。日本でトップクラス、世界でも有数の施設だと自負しています。

設備が充実し、それらを自由度高く使うことができる。運営組織もきちんとしている。これは単純に、今ここにいる研究者にとっていい環境だというだけではありません。これまで望むような研究環境が手に入らず、世界に散っていた研究者、特に30～40代の若手の優れた研究者を日本に呼び戻す役割も果たせる、ということです。もしもそのままであれば流出してしまったかもしれない“日本の頭脳”を取り戻す力にもなるのです。

もちろん、活動を始めてまだ数年の組織ですから、日本人研究者のコミュニティ以外での世界的な認知度はそれほど高くないと思うのですが、今後、このCiNetに集まった研究者から優れた論文が次々に発信されるようになれば、さらに周知は広がって、海外の優れた研究者も惹きつけられるのではと期待しています。

■より一層の「おもしろい研究」を目指して

——そういえば、ホールには「おもしろい研究」と書かれた大きな額が掛けられていますね。あの言葉は、柳田研究センター長が常々おっしゃられていることだと伺いました。

柳田 例えば大学で行われている研究は、フィールド・オリエンテッド。それぞれの先生が、特定の分野の研究を追い求めているわけです。対して、CiNetで行われている研究は、目標を定め、それに向かって進んでいくミッション・オリエンテッド。もちろん、そのことはここにいる研究者は皆分かっていることだと思います。

しかしそれに加えて、全体の目標から外れない限り、「おもしろい研究やったら、何をやってもええで」と、私は言っているの

です。

「おもしろい」とは何か。東京で言う「おもしろい」は、ほぼ英語のinterestingと同義だと思いますが、大阪弁の「おもしろい」は、それとは違う。attractiveであり、coolであり、sexyである……五臓六腑にたたみかけるような、一言では言い表せないワクワク感。「おもしろい研究」とは、人にそんな感動を与える研究なのです。

ミッション・オリエンテッドだからといって、単に「こうするでー！」と号令をかけても、研究者全員がついてくるわけではない。そもそも他人の号令に素直に従うような人は、研究者失格です。ここCiNetが、単純に「nature」「Science」に何本の論文が載った、では測れない、「おもしろい研究」が次々に生み出される場になるというのが、私の理想なのです。



第5回CiNetシンポジウムを東京で開催

CiNetの活動の紹介



田口 隆久 (たぐち たかひさ)

脳情報通信融合研究センター
副研究センター長

大学院博士課程修了後、パスツール研究所、大阪大学、工業技術院大阪工業技術研究所（現産業技術総合研究所）にて神経回路のダイナミクスの研究、脳科学の産業応用プロジェクトに従事。2013年にNICTに入所、現職。工学博士。

脳 情報通信融合研究センター（CiNet）では、毎年、研究成果を一般の方々に紹介するためのCiNetシンポジウムを開催しています。東京と大阪で交互に開き、毎回数百人の方にご参加いただいています。本稿では、東京国際フォーラムにて6月17日に開催した第5回CiNetシンポジウムについて報告します。

■ CiNetにおける研究

CiNetは、人間の脳機能システムの作動メカニズムを7T-MRIなどの最新機器を駆使して解明し、その知見を新しい情報通信技術やコミュニケーション技術に生かすとともに、ロボット制御技術や人間の社会的行動解析にも応用してゆくことをミッションとして活動している研究センターです。大阪・吹田市の大阪大学キャンパス内にあるメリットを生かし、大阪大学やATRとの積極的な連携研究を推進しています。すでに、磁気共鳴イメージング装置（MRI）4台と脳磁計（MEG）2台を保有し、独自開発の脳波解析装置や近赤外光利用脳機能解析装置（NIRS）も有しており、人間の脳機能を解明するための基礎研究を推進するセンターとしては世界有数の規模を誇っています。

■ 第5回 CiNet シンポジウム

CiNetシンポジウムは、東京と大阪で交互に開催しています。2013年には東京で開催しましたが、その年は、CiNetの新しい研究棟が3月に完成し、4月から充実した体制で研究を開始したところでしたので、CiNetでの研究の方向性について広くご理解いただけるようなプログラムを組みました。その2年後にあたる本年は、CiNetから生まれてきた独創的な研究成果のいくつかを知っていただくことを目的に6月17日

に東京で、第5回シンポジウムを開催しました。

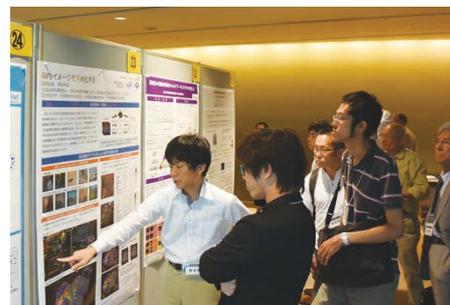
今回のシンポジウムでは、企画の段階から、大阪大学COI研究推進機構と連携し、メインテーマとして「人間力・社会力の脳科学」を掲げ、脳の長所を伸ばし、脳の弱点を補強する最新技術に関する研究成果を報告しました。COIは、Center Of Innovationの略で、大学での大きな研究成果を素早く社会に実装するための文部科学省の大型プロジェクトです。大阪大学COIでは、脳科学に基づく人間力の活性化を目指しており、CiNetもこのプロジェクトに参加して活動しています。大阪大学COIの活動は、以下のURLを参照してください。
<http://www.coistream.osaka-u.ac.jp/>

■ プログラム

人間の脳を知り、その知識を基に人間力や社会力を活性化するための研究成果を紹介するために、京都大学霊長類研究所の松沢哲郎教授による招待講演、CiNet研究者と大阪大学COI研究者の4つの研究紹介、さらには、メインテーマに関するパネルディスカッションを行いました。これらのプログラムと並行して、会場ロビーを利用して、多数の研究者が研究成果をポスターで詳しく発表しました。会場には、368名の方が来場され、熱心に講演を聴講されるとともに、活発な議論をしていただきました。また、ポスター発表では、多数の参加者が、終了時間を超えて研究者と熱心に話をしていた様子が印象的でした。

■ 講演内容

招待講演の松沢教授は、長年のチンパンジー研究から、同じヒト科の人間との違いを明快に面白く説明して下さいました。「想像するちから：チンパンジーが教えてくれ



写真上段左から 柳田敏雄研究センター長の開会挨拶、松沢哲郎教授の招待講演、春野雅彦主任研究員の講演
写真下段左から パネルディスカッションの様子、講演会場の様子、ポスター発表の様子

た人間の心」という演題にもあるように、未来を考えることのできる人間の心の特徴のお話は示唆に富む内容でした。

続いて、人間のこころを読み解く研究成果を2つ紹介しました。まず、CiNetのメンバーである大阪大学の八木健教授からは、「こころのメモ帳」という演題で、ワーキングメモリーとその脳内機構についての報告がありました。次に、NICTの春野雅彦主任研究員から、「脳活動に基づく社会行動の予測と制御」について、特に、新しく発見した扁桃体の機能について詳しい紹介があり、この機能がうつ傾向の予測にも応用できる可能性が示されました。大阪大学COIのメンバーでもある春野主任研究員は、脳刺激による人間力活性化の可能性についても説明しました。

脳科学の最先端では、脳機能を明らかにするためには、脳内のネットワークにおけ

るダイナミクス（動的構造）と関係づけて研究する必要性が高まっています。今回は「ネットワーク」の観点から、2つの研究を紹介しました。大阪大学COIメンバーである大阪大学の八木健教授からは、神経細胞のつくるネットワークの複雑性・特異性がプロトカドヘリンという蛋白質の多様性で決まっていることが示されました。また、CiNetメンバーのATR認知機構研究所の今水寛所長は、「脳内ネットワークの弱点を知り、補強する技術」と題し、脳科学に心理学的研究を加味した研究成果を報告しました。

これらの講演により、脳科学研究の最新成果を紹介するとともに、人間の脳やこころについての理解が科学的計測に基づいて深化している現状や、その知見をもとに「人間力・社会力」を活性化することも非現実的なことではないことを聴衆の皆様にご理

解いただけたのではないかと思います。

■ これからのCiNet

2013年にCiNetが本格的に活動を始めて約2年半が経ちましたが、すでに独創的で先進的な成果がたくさん生まれてきています。これらの成果を社会実装できるように発展させ、人類の新しい生活や社会のあり方に貢献することもCiNetのミッションの1つです。そのためには、実用化に耐えられる巨大なデータの蓄積やそのデータから新しい情報を素早く取り出す新しい情報処理技術の開発にも取り組む必要があります。NICTは平成28年度より新しい中長期計画期間に入りますが、CiNetも、その中でこのような課題に積極的に取り組み、できるだけ早く社会に貢献できるような研究開発を進めてまいります。

BMI技術の実用化に向けた研究開発



鈴木 隆文 (すずき たかふみ)

脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室
主任研究員

大学院博士課程修了後、東京大学助手、特任講師、講師を経て、2012年より現職。神経工学、BMIに関する研究に従事。大阪大学生命機能研究科招へい准教授。博士（工学）。



安藤 博士 (あんどう ひろし)

脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室
主任研究員

大学院博士課程修了後、広島大学大学院先端物質科学研究科研究員を経て、2012年より現職。体内埋め込み型のワイヤレスBMIの開発に関する研究に従事。博士（工学）。

生 体の神経系と外部の機械との間で直接の情報入出力を行うことによって、様々な応用の実現を目指す技術をブレイン・マシン・インタフェース（BMI）あるいは神経インタフェースと呼びます。以前からSFの世界では、このような技術について様々な面から描かれてきましたが、最近では現実の世界においてもBMIに関する研究開発が大きく進んできました。

■はじめに

BMIは対象とする神経系（運動系、感覚系、自律神経系）や情報の向き（生体の神経系から情報を取り出して利用するか、逆に神経系に情報を入力するか）によって大きく分類することができますが、本稿で紹介するものは、生体の運動系の神経信号を計測して義手などの機器の制御に利用するタイプのBMI（運動出力型BMI）です。こうしたシステムが実現すると、病気や怪我などで手足を失った人が思い通りに義手や車椅子を動かすことができるようになるかと期待されています。

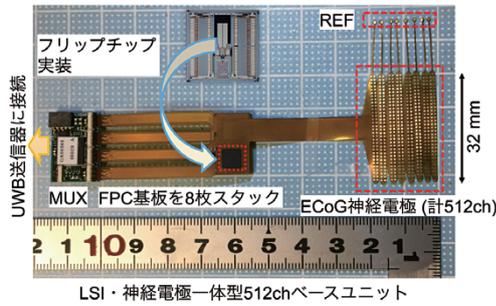
私達の研究グループでは、大阪大学医学部脳神経外科、医療機器メーカー、電子システムメーカーや他の大学の研究グループと連携して、こうしたBMIシステムの研究開発を行っています。以下ではまず運動出力型BMIで利用する神経信号の種類についてご説明したあとで、数年後の実用化（臨床研究）を目指している第一世代システム、そのさらに約10年後の実用化を目指している第二世代システムについてご紹介します。

■皮質脳波とは

私達が開発中のBMIシステムで用いている信号は「皮質脳波」(Electrocorticogram: ECoG)というものです。これは頭蓋骨の一部を開けて露出した脳の表面に、シート上に並べた電極を置いて計測する脳波です。電極を置くためには脳外科での開頭手術が必要になりますが、この方法はてんかんの発生部位を調べるなどの目的でも広く用いられているものです。頭皮上に置いた電極で計測する通常の脳波（頭皮脳波）に比べ

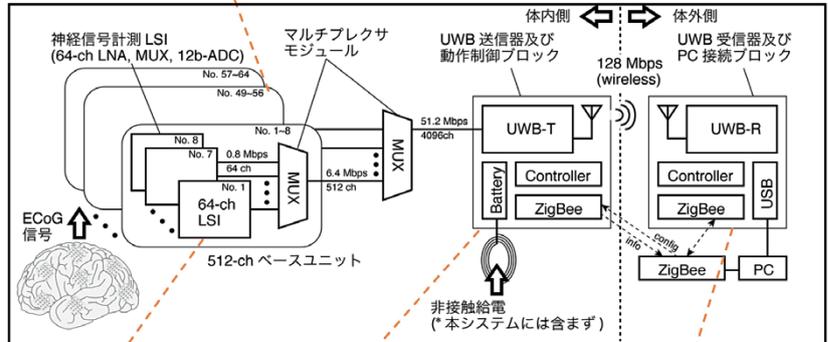


図1 動物での評価実験用皮質脳波BMIシステム



LSIの諸元		
チャンネル数	64	ch
帯域	0.1~1000	Hz
ゲイン	40~80	dB
サンプリング	1	kSps
入力換算雑音 (1~500Hz)	5.4	μ V _{rms}
ADC 分解能	12	bit
通信データレート	800	kbps
電源電圧	1.8	V
消費電力	5.4	mW
テクノロジー	0.18	μ m

LSI・神経電極一体型512chベースユニット



8:1マルチプレクサ+ロジック

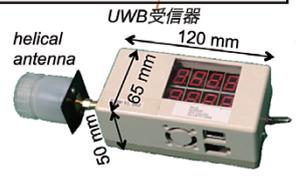
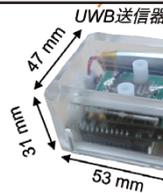
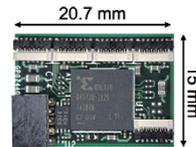


図2 4096ch皮質脳波BMIシステム

ると、頭皮や頭蓋骨等の分だけ信号の発生部位である脳に近いために、より大きな信号を計測することができます。特に、運動時に活動が大きくなるハイガンマ帯と呼ばれる帯域（約60~200Hz）の信号が減衰せずに残っていることもあり、信号から運動意図を読み取る点で優位性があるとされています。米国では剣山型の電極を脳に刺入して計測したスパイク信号などを用いたBMIシステムが報告されていますが、安全面などでの課題の解決が難しいため、BMIの臨床応用を考える場合には、侵襲性（生体に与えるダメージ）と信号の質のバランスがとれている皮質脳波が適していると考えられています。

■第一世代(128ch)皮質脳波BMIシステムの開発

BMIシステムを長期間にわたって使用するためには、ケーブルの皮膚貫通部位での感染のリスクを避けるために、装置全体を小型・防水化して体内に完全に埋め込み、計測した信号を無線通信で体外に送信するようなシステムの構築が不可欠です。このため、これまでに、64ch（チャンネル：神経電極の数）の皮質脳波電極からの神経信号を増幅してデジタル信号に変換する5mm角の集積回路（LSI）を大阪大学や広島大学のグループと連携して開発してきました。このLSIを用いてシステム全体の試作を行い、動物での半年間にわたる動作評価実験にも成功しました（図1）。

体内から体外への無線通信については、当初はBluetoothや省電力Wi-Fiを用いてきましたが、実用化に向けてさらに医療利用可能な方式への移行を進めており、128chのシステムでの数年後の臨床応用の実現を目指しています。

また、皮質脳波BMIの動作（意図）推定精度を向上させるため、動物実験段階で

は、皮質脳波信号と脳（皮質）内部での信号との多点同時計測を行い、両者の関係を解析することも目指しており、これまでに、20 μ m厚のパリレンC（ポリクロロパラキシリレン）を基板とした柔軟な網目状構造の高密度皮質脳波電極を開発し、各種の刺入型多点電極と併用する試みを新潟大学および大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 生理学研究所のグループと連携して行っています。

■第二世代(4096ch)皮質脳波BMIシステムの開発

皮質脳波BMIの動作意図推定精度をより一層向上させるには、脳から得る情報量をさらに増やすために計測電極の数を増やす必要があると考えられます。電極数が100個の場合は、3mm間隔の電極を10×10のアレイ状に並べて、およそ30mm四方の脳表面から情報を得ることができますが、電極数が900になると1mm間隔の電極を30×30のアレイ状に並べることによって、脳の機能単位であるコラムのサイズにより近づくことになります。さらに、これを脳溝（脳のしわ）の中を含む複数の領域から計測することを目指して、現在4096chのシステムの開発を行っています。配線の増

加に対応するために、増幅用LSIと電極の直接接続の研究を進めるとともに、ボトルネックとなる無線通信部分の大容量化を進めるためUltra Wide Band（UWB）通信を利用したシステムの試作に成功しています（図2）。開発したシステムは人体を模擬した液体ファントム中での体内外想定4096ch無線実験による機能性・有効性の評価や、512chベースユニットを用いた麻酔下での動物実験評価も実施し、神経刺激による体性感覚誘発電位（Somatosensory Evoked Potentials: SEP）のリアルタイムUWB無線記録にも成功しています。

■おわりに

以上でご紹介しましたように、私達のグループでは実用化を目指した研究開発を進めると共に、画期的なシステムを実現するための要素技術の研究も並行して進めています。また、関連研究や私達の予備実験において、生体の脳はBMIシステムに柔軟に適応していくことが知られつつあります。この過程で脳の内部でどのようなことが起きているのか、脳科学的な面での研究も同時に進めています。

ネットワーク科学による客観的な医療診断の研究開発

fMRI計測で患者の脳内複雑ネットワークを解析する



下川 哲也 (しもかわ てつや)

脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室
主任研究員

大学院修了後、大阪大学助手、特任准教授を経て、2010年NICTに入所。ヒトの脳のネットワーク解析に関する研究に従事。博士（工学）。

統 合失調症のデータに基づく客観的な診断法は未だなく、患者の主観的な症状の申告により医師が診断しているのが現状です。当研究室では、国立大学法人大阪大学大学院連合小児発達学研究科の橋本亮太准教授のグループと共同して、安静時の脳活動の脳画像データに対して脳内を活動の類似性で色分け（モジュール化）することにより、統合失調症患者群と健常者群それぞれに特徴的な脳部位モジュールを推定する安定的な手法を開発しました。

■背景

近年、脳研究の発達、脳計測技術の高精度化に伴い、精神疾患の診断に、高い空間分解能で脳活動を計測するfMRI(functional Magnetic Resonance Imaging、機能的磁気共鳴画像)データの利用が検討されてきました。統合失調症は約100人に1人が発症する精神障害で、診断は医師が症状を診ることによりなされており、検査等による客観的な診断法は未だ確立していません。一方、脳活動のfMRIデータの分析に

おいては、従来は「記憶に係るのは脳のどの部位か」というように、特定の機能に関わる部位の同定に重きを置いてきました。しかし、研究が進むにつれ、実際には複数の脳部位の相互作用で、機能の発現や病気の発症に至っている可能性が見えてきました。

■ネットワーク科学

部分ではなく、全体の相互作用を表現する学問に「ネットワーク科学」があります。そこで、統合失調症のデータを解析するにあたり、ネットワーク理論の中の「モジュール」に着目しました(図1)。脳は膨大な要素が複雑に組み合わさった大規模複雑なシステムと見なせます。これを解析して理解するためには、中程度の大きさのグループ(すなわちモジュール)に分けて、少ない要素で構成される簡略化したシステムに落とし込む必要があります。特に統合失調症のように特定部位に病気の原因があるとは言いづらいケースでは、こうしたモジュール構造の解析によるシステムの簡略化が、機能の理解においても、病気の治療においても有効と考えます。

■従来の研究における問題点

これまでの脳研究におけるモジュール推定は、個人の脳の解析には適用例がありますが、数十人の被験者を扱う集団解析の例はほとんどありませんでした。これまで研究が進まなかった最大の理由は、個人のモジュール構造のばらつきが大きすぎて、集団を特徴づけるモジュール構造の推定が困難であったことです。健常者群と患者群を判別するためには、同一群のばらつきが少なく、両群を比較すると大きな差が出るような、適切な指標を選ぶ必要がありますが、集団のモジュール構造については、まだできていない状況でした。

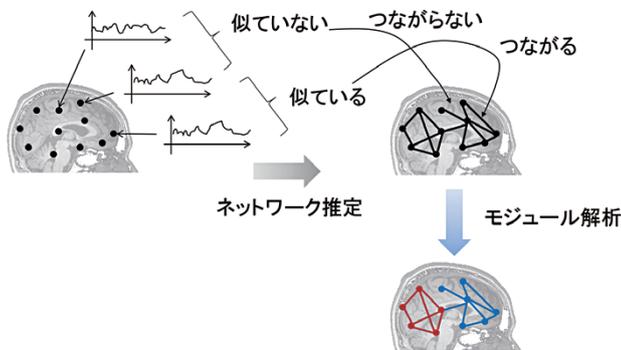


図1 脳機能ネットワークのモジュール推定

MRI計測により脳の各部位から神経活動に由来する時系列データを得て、これをもとに脳のネットワークを推定する。脳の中を直接見ることが難しいことから、脳内の任意の2か所から得られるデータを比較し、似ていれば「つながる」とみなし、似ていなければ「つながらない」とみなす。こうして推定されたネットワーク構造をもとに、さらに密に結合している部分をグルーピングする方法をモジュール解析と呼ぶ。図では赤と青に塗り分けているが、この場合、2つのモジュールが推定されることになる。

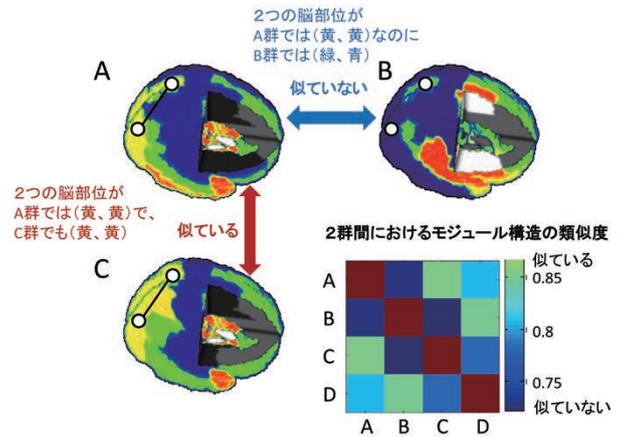


図3 モジュール推定 (色分け) の類似度

■今回の成果

今回、我々のグループは、統合失調症患者の安静時脳活動のfMRIデータに対して、被験者間の差を考慮しつつ、従前の各個人でモジュール推定 (色分け) する方法ではなく、新しい試みとして、平均化せずに、全員を一度に色分けすることにより、モジュール推定する手法を提案しました。簡単に言うと、従来は平均化して (平均的な脳ひとり分の) モジュール解析をしていたのですが、我々は (同一群の被験者間の類似性を考慮しつつ全員分の脳の) モジュール解析をしてから (同一群の個人差のばらつきを考慮してあいまいに) 平均化したのです。つまり平均化とモジュール解析の順番が入れ替わったこととなります。この提案手法を使うことにより、結果のばらつきが少なくなり、安定的に被験者群の特徴的な脳部位モジュール推定を可能としました (図2)。まず、1st data setとして患者群37名、健常者群37名の2群それぞれについて、モジュール解析を行い、各群に特徴的なモジュールを5つ見つけることができました。赤い色が高い活動を示すわけではなく、色自体に意味はありません。色の境

界に意味があります。結果の妥当性を検証するため、全く違う2nd data setとして患者群36名、健常者群36名で同様の解析を行ったところ、似たようなモジュール推定 (色の塗り分け) ができました。

ここで、「似たような」と表現しましたが、色の塗り分け方の類似性にはいくつか定義があります。その1つを紹介しましょう。我々は、2つのデータセットそれぞれに患者群、健常者群を用意し、計4群についてモジュール推定を行い、その類似性を比較しました。1st data setの患者群をA、健常者群をB、2nd data setの患者群をC、健常者群をDとおいて、類似度を図3に示しました。類似度は、以下の手順に従って決めました。

1. 2つの脳部位 (境界を比較するため2つ必要) を選び、両群で色を比較します。
2. どちらの群でも、2つの脳部位が同じ色ならば、類似しているとみなします。(例: A群 (黄、黄)、C群 (黄、黄))
3. どちらの群でも、2つの脳部位が違う色ならば、類似しているとみなします。(例: A群 (青、緑)、C群 (黄、緑))

4. 2つの脳部位が同じ色の群と違う色の群ならば、類似していないとみなします。(例: A群 (黄、黄)、B群 (緑、青))
5. 別の2つの脳部位を選び、手順2から4を繰り返し、すべての脳部位のペアの組み合わせを調べ、類似する割合を計算し、類似度とします。

今回、患者群同志 (AとC)、健常者群同志 (BとD) は似ていることが期待され、逆にAとB、AとD、CとB、CとDは似ていないことが期待されます。図3を見ると、期待通りの結果になっていることがわかります。

さて、今回のモジュール推定で何がわかるのでしょうか?たとえば、健常者群では後頭部から頭頂部にわたり、大きなモジュールが存在します。今回の実験は安静時 (タスクなし) の状態ですので、いわゆるデフォルトモードと呼ばれるような安静時に活動する部位が広く存在することがわかります。しかし、患者群で同じ部位を見ますと、3つくらいのモジュールに分かれています。本来健常者で安静時に活動するはずの部位が正常に活動していないことが示唆されます。

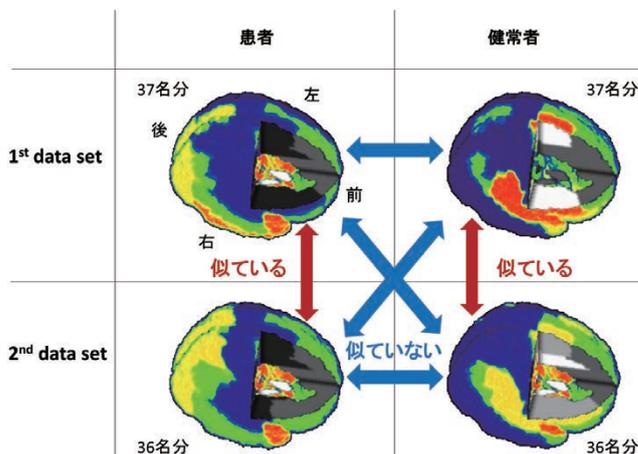


図2 脳内活動の類似度に基づいたモジュール推定 (色の塗り分け)

■今後の展望

統合失調症のデータに基づく客観的な診断法は未だなく、患者の主観的な症状の申告により、医師が患者を診断している現状において、患者の主観的意見に左右されない、脳画像のデータに基づく客観的な診断法につながる今回の手法の開発は、精神医学領域において注目される成果です。これにより、今後、医療の現場でも使えるような、医師の診断を補完する自動診断システムの開発に発展することが期待されます。



「NICT夏休み特別公開」開催報告

7月23日(木)・24日(金)に、NICT本部（東京都小金井市）において、「NICT夏休み特別公開」を開催し、962名の方々にご来場いただきました。

今年は小学校高学年を対象にした工作教室や、南極教室・北極教室、見学ツアー（日本標準時、宇宙天気予報、航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR2）、宇宙通信展示室、宇宙光通信地上センター）などを行いました。また、科学体験コーナーでは、スペースデブリの3D映像、いろいろな暗号、雲ができる仕組み、偏光板や分光シートを使った光の不思議など、様々な体験をしていただきました。

工作教室



動画の仕組みを学習しながら、アニメーションプロジェクターを作成

南極教室・北極教室



実際に現地で観測・研究を行ったNICTの職員が講演

見学ツアー



宇宙天気予報



宇宙光通信地上センター

体験コーナー



偏光板を使った箱で光の不思議を体験



雲ができる仕組みを体験



いろいろな暗号に挑戦



南極の氷が溶けるときの音を体験
(協力：国立極地研究所)



未来ICT研究所施設一般公開開催報告 情報通信の未来を体感しよう!!

未来ICT研究所（神戸市）では平成27年度の施設一般公開を7月25日（土）に開催しました。当日は晴天に恵まれ、503名の来場者がありました。来場者の多くは例年人気のクイズラリーに参加し、クイズの順に各展示ブースを見学しながら、研究者の工夫による体験型の展示や、研究者達との交流を十分に楽しまれた様子でした。

今回で8回目となる一般向け講演会では、身近な事例から最先端の研究までを解説しました。会場はほぼ満席となり盛況でした。

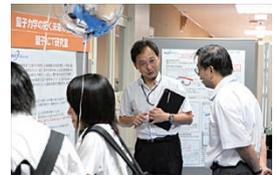
展示ブースの様子



キラキラ万華鏡を作って偏光を体感



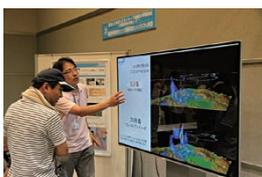
ブロッコリーのDNAを抽出し観察



量子暗号、量子通信、量子時計など、量子力学的性質を利用した最新の研究を紹介



NICTが開発した脳波計を使って脳波の計測を体感



フェーズドアレイ気象レーダを用いた雨の観測を紹介



日本標準時の発生と供給について解説



平磯無線100周年記念等、アマチュア無線局8N100ICTの運用



電波の正しい利用に関する紹介（総務省近畿総合通信局）

講演会の様子



会場の様子



新世代の超伝導デバイス
～究極の情報通信を目指して～
山下 太郎
ナノICT研究室 主任研究員



脳が記憶をつくる瞬間をとらえる
～食べる司令細胞で、世界で初めて記憶を“見る”～
吉原 基二郎
バイオICT研究室 主任研究員



ゲリラ豪雨の予測を目指して
～気象観測レーダの最前線～
久保田 実
電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 室長

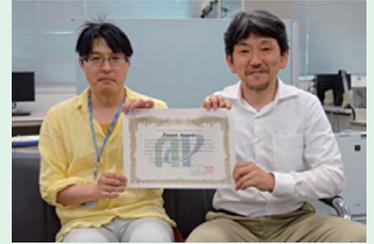
Awards

牧瀬 圭正 (まきせ けいまさ) / 未来ICT研究所 ナノICT研究室 専門推進員
寺井 弘高 (てらい ひろたか) / 未来ICT研究所 ナノICT研究室 研究マネージャー

公益社団法人 応用物理学会
**2015年応用物理学会春季学術講演会
Poster Award** (2015/4/1 受賞)

講演タイトル「TiNバッファ層上のNbNトンネル接合の作製と評価」

このたび我々のグループで長年取り組んできた窒化ニオブ薄膜のデバイス応用に関する研究に対して受賞できたことを、非常にうれしく思います。今回の受賞は、本研究を支援していただいた多くの方々によるもので、深く感謝いたします。本技術は我々が目指す究極の超伝導デバイスの第一歩と考え、今後も一層努力していく所存です。



左から 牧瀬圭正、寺井弘高

市橋 保之 (いちはし やすゆき) / 経営企画部 企画戦略室 プランニングマネージャー (内閣府に出向中)
山本 健詞 (やまもと けんじ) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 超臨場感映像研究室 室長

SPIE-the international society for optics and photonics
The Fumio Okano Best 3D Paper Award (2015/4/21 受賞)

論文名「Integral photography capture and electronic holography display」

本賞は、立体映像技術の発展に多大な貢献をされた岡野文男博士を偲んでSPIEに設けられました。受賞式は、SPIE会長のほか、岡野博士のご家族も参加されて米国で開催されました。受賞論文は、光線ベースの手法で撮影し、ホログラフィで再生する方式について述べたもので、今までのステレオ視などの方式とは一線を期すアプローチである点が評価されての受賞となります。本受賞に際しご支援くださいました方々に深く感謝致します。



山本健詞

上本 純平 (うえもと じゅんぺい) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 主任研究員
小林 達治 (こばやし たつはる) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 主任研究員
佐竹 誠 (さたけ まこと) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 主任研究員
児島 正一郎 (こじま しょういちろう) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 主任研究員
梅原 俊彦 (うめはら としひこ) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 研究マネージャー
松岡 建志 (まつおか たけし) / 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 主任研究員
浦塚 清峰 (うらつか せいほう) / 電磁波計測研究所 統括

一般社団法人 日本リモートセンシング学会
優秀論文発表賞 (2015/6/2 受賞)

講演タイトル「SARインターフェログラムからの垂直構造物自動抽出法の改良」

本研究は、センシングシステム研究室で開発を進めている航空機搭載合成開口レーダ(Pi-SAR2)のデータから建築物等の垂直構造を自動抽出する手法を提案したものであり、優秀論文発表賞として評価頂けましたことを大変嬉しく光栄に思います。今後も更なる改良を通じ、本手法の実用化を実現すべく研究に邁進する所存です。本研究の推進にあたり、ご協力、ご支援頂いた皆様に深く感謝申し上げます。



後列：左から 松岡建志、小林達治、上本純平、浦塚清峰、佐竹誠
前列：左から 梅原俊彦、児島正一郎

田村 晃裕 (たむら あきひろ) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 多言語翻訳研究室 研究員
隅田 英一郎 (すみだ えいいちろう) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 副研究所長
渡辺 太郎 (グーグル株式会社)、高村 大也、奥村 学 (東京工業大学)

一般社団法人 情報処理学会
2014年度 論文賞 (2015/6/3 受賞)

論文名「係り受け木における機械翻訳のための品詞の教師なし学習」

本論文では、機械翻訳の手がかりに適した品詞をコーパスから自動推定する教師なし手法を提案し、推定した品詞を使うことにより機械翻訳の精度向上を実現しました。本論文が情報処理学会の2014年度論文賞に選ばれ大変嬉しく思っております。本受賞を励みに、今後も機械翻訳の更なる高度化に貢献できるよう精進して参ります。



田村晃裕

林 輝昭 (はやしてるあき) / 先進的音声翻訳研究開発推進センター 先進的音声技術研究室 研究員
 葦 苜 豊 (あしかりゆたか) / 先進的音声翻訳研究開発推進センター 統合システム開発室 室長
 志 賀 芳 則 (しがよしのり) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 音声コミュニケーション研究室 主任研究員
 柏 岡 秀 紀 (かしおかひでき) / 脳情報通信融合研究センター 統括
 内 山 将 夫 (うちやままさお) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 多言語翻訳研究室 主任研究員
 隅 田 英 一 郎 (すみた えいいちろう) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 副研究所長
 河 井 恒 (かわいひさし) / ユニバーサルコミュニケーション研究所 音声コミュニケーション研究室 室長

松田 繁樹 (株式会社ATR-Trek)、安田 圭志 (株式会社KDDI研究所)、大熊 英男 (株式会社フィート)、中村 哲 (奈良先端科学技術大学院大学)

一般社団法人 電子情報通信学会
 平成26年度 論文賞 (2015/6/4 受賞)

論文名「多言語音声翻訳システム "VoiceTra" の構築と実運用による大規模実証実験」

本システムの開発は、著者として掲載されていない多くの方々の協力がなくては実現することができませんでした。また、多くの皆様にご討論、ご助言いただきました。この場をお借りして感謝いたします。本論文で得られた多くの知見が、今後、より高精度な自動音声翻訳システムの開発、音声を入力とする新たなサービスの開発に繋がれば幸いです。



左から 松田繁樹、内山将夫

根元 義章 (ねもとよしあき) / 耐災害ICT研究センター 研究センター長

内閣府
 第13回産学官連携功労者表彰
 総務大臣賞 (2015/8/28 受賞)

産学官連携による研究コンソーシアム活動を通じた耐災害ICT研究の推進と社会実装の取組

東日本大震災により発生したICTネットワークの被害を教訓として、災害に強いICTネットワークの構築を目指すため、産学官連携体制の下での研究開発の推進や、早期の社会実装を図ることを目的とした「耐災害ICT研究協議会」の代表幹事として本協議会の活動を主導して参りました。

今回の受賞は、耐災害ICT研究の促進等に向けた産学官連携体制の主導、自治体と連携した耐災害ICT研究の促進と社会実装に向けた取組、災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドラインの策定などが評価されたものであり、本協議会の関係者皆様による努力の賜物であります。今後とも、産学官連携を通じた耐災害ICTの社会実装が促進されることを期待いたします。



根元義章 (左)

2015年7月1日、うるう秒が挿入されました

日本標準時の維持・通報を行っているNICTは、2015年7月1日(水)の午前8時59分59秒と午前9時00分00秒の間に、午前8時59分60秒を、「うるう秒」として挿入しました。平日の朝で、また、あいにくの雨でしたが、この珍しい瞬間を見るために、約1,000名の方がNICT本部(小金井市)の本館正面時計前に来られました。

NICTでは、来場された方に向けて、井口俊夫NICTフェローによる、うるう秒に関する説明会を4回開催しました。また、近隣の小学生向けにも細川瑞彦執行役が説明会を実施しました。

このイベントの様子の動画は、NICT Webサイトの「ビデオライブラリー」で、ご覧いただけます。

<http://www.nict.go.jp/video/leap-second.html>



うるう秒挿入の瞬間



60秒の瞬間を見上げる来場者



来場者向け説明会



小学生向け説明会

けいはんな情報通信フェア2015

NICTオープンハウス2015 in けいはんな

日時 2015年 10月 29日(木) 13:00～17:00
2015年 10月 30日(金) 10:00～17:00
2015年 10月 31日(土) 10:00～16:30

会場 けいはんなプラザ (京都府相楽郡精華町光台1-7)
NICTビル (京都府相楽郡精華町光台3-5)

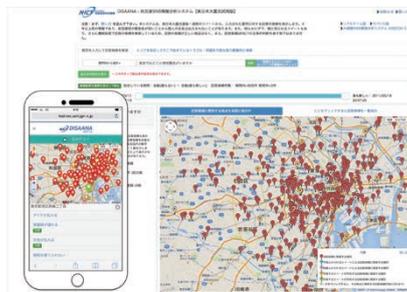
詳細 下記URL参照
<http://khn-fair.nict.go.jp/>

NICTの主な展示

- ・多言語音声翻訳アプリ「VoiceTra」
- ・情報分析システム「WISDOM X」「DISAANA」
- ・超臨場感技術
- ・感覚世界の評価技術
- ・メガネなし立体映像「fVisiOn」

NICTの主な講演

- ・「テキストビッグデータから知恵を探す」
—大規模情報分析システム WISDOM X と DISAANA —
- ・特別講演「ネイマールに学ぶ、身体を動かす脳の仕組み」
—脳神経系を鍛えて、世界で勝てる日本人を育成する—



DISAANA

NICTオープンハウス2015 in うめきた

けいはんな情報通信フェア2015@ナレッジキャピタル

日時 2015年 11月 21日(土)～23日(月・祝) 10:00～18:00

会場 グランフロント大阪北館ナレッジキャピタル内
(大阪府大阪市北区大深町3-1)

200インチ多視点裸眼立体映像システムで「般若寺」のコンテンツを特別公開予定



阿弥陀如来立像 (秘仏)

NICTオープンハウス2015 in 鹿島

鹿島宇宙技術センター 施設一般公開
～電波と人工衛星を身近に感じよう！～

日時 2015年 11月 21日(土) 10:00～16:00
(受付は15:00まで)

会場 茨城県鹿嶋市平井893-1

内容

- ・工作教室 (定員120名)
- ・アマチュア無線記念局8N100ICT開局
- ・宇宙を観測する34mアンテナにタッチ！
- ・衛星を捕まえてみよう！
- ・人工衛星の動きを知ろう！



NICTオープンハウス2015 in 沖縄

沖縄電磁波技術センター 施設一般公開

日時 2015年 11月 21日(土) 10:00～16:30
(受付は16:00まで)

会場 沖縄県国頭郡恩納村字恩納4484

内容

- ・電波・光に関する実験・体験コーナー
- ・施設見学ツアー、展示室公開
- ・総務省沖縄総合通信事務所の紹介
- ・電波監視車の展示

