

# 1 緒言 CiNet における研究開発について

## 1 *Advanced Research in CiNet*

柳田敏雄

Toshio YANAGIDA

情報通信研究機構に脳情報通信融合研究センター (CiNet : Center for Information and Neural Networks の略) という人間の脳機能を計測・解析するユニークな連携研究拠点が 2011 年に発足して 7 年が経った。CiNet の研究成果の概要について報告書をまとめ、広く情報発信をするとともに、将来の連携研究への一助としたい。

It has been seven years since NICT set up the Center for Information and Neural Networks (CiNet), a unique institute for collaborative research to measure and analyze human brain functions. The summary of CiNet's activities was compiled here to publicize its outcomes and invite collaborators in the future.

### 1 CiNet 設立の経緯

NICT では、25 年以上前に脳情報科学についての研究を開始した。その後、神戸にある現在の未来 ICT 研究所内に脳情報通信の研究開発に関する研究室を設置し、磁気共鳴画像化装置 (MRI) や脳磁計 (MEG) を整備して脳機能計測や解析の研究を発展させてきた。この時期は、米国での「脳の 10 年」という国家プロジェクト開始や我が国における理研脳科学研究所 (BSI) の設置といった世界的な脳科学研究の発展期に当たる。NICT においても、質の高い通信 (コミュニケーション) には、情報の送り手と受け手である人間の認識、感性、こころを理解し、新しい技術開発に生かすことが必要であるとの考えから、脳情報科学、特に人間の脳の情報処理に関わる研究に早くから取り組んできた。

脳は、「最後のフロンティア」と呼ばれていることから分かるように、非常に複雑な組織であり、解剖学的に明らかにすることも困難であるが、さらに、その機能原理、すなわち動態 (ダイナミクス) にまで踏み込んだ研究のハードルはかなり高かった。そのような中で、1990 年代初めに我が国の小川誠二博士によって世界で初めて開発された BOLD 法を MRI 計測に取り入れて、脳活動の 4 次元計測 (空間 3 次元 + 時間) が可能になってきた。機能的 MRI (ファンクショナル MRI : fMRI) の誕生である。MRI 装置の性能向上に伴い、3 テスラの静磁場強度も持つ MRI 装置と BOLD 法を組み合わせることにより、2000 年頃に脳の機能に関わる情報が比較的容易に得られるように

なってきた。

情報通信研究機構 (NICT) でも、新しい MRI 装置を導入し、脳機能のダイナミクスに迫る研究を進めたが、このことが脳情報科学研究の質的な転換を促すことになった。すなわち、それまでは、脳の機能する場所の同定や限られた神経細胞活動の解析が研究成果となっていたところが、4 次元の大規模なデータからダイナミクスを解析する必要性が生じてきた。このことは、解剖学、神経生理学、認知科学、心理学、情報科学、医科学など個別の専門分野で研究対応できていたものが、異分野の連携が不可欠になってきたことを意味する。正に、融合研究の必要性が喫緊の課題となったのであった。

未来 ICT 研究所内の研究室設立当初より、大阪大学などと連携して研究開発を推進してきたが、これをより強固なものにする検討が今世紀に入り進められた。その結果、2009 年に、NICT は大阪大学と脳情報科



図 1 CiNet 研究棟

## 1 緒言 CiNet における研究開発について

学研究で包括協定を結ぶに至り、2011年には、大阪大学の研究スペースを借用してではあるが、脳情報通信融合研究センター (CiNet) が発足した。それと同時に、大阪大学吹田キャンパス内に CiNet 専用の研究棟の建設が始まり、2013年に竣工した。現在では、CiNet 関係者約 200 名がこの研究棟で研究を遂行している (図 1)。

## 2 CiNet の目指す研究開発

CiNet は、人間の脳活動を精密に計測し、その結果を基に人間の脳機能を理解し、研究成果を社会へ展開をする研究機関である。脳活動を計測するために、7 テスラの MRI 装置 1 台と 3 テスラの MRI 装置 3 台、MEG 1 台があり、世界的に見ても有数の規模と優れた研究環境を有する研究センターである。国立研究開発法人として、民間では取り組みにくい基礎的な研究を着実に推進するとともに、大阪大学や他の研究機関との連携により幅広い分野を巻き込んだ融合研究に積極的に取り組んでいる。

研究開発は、大きく分けて 4 つの方向を意識しながら進めている。人間と人間をつなぐ研究、人間と機械をつなぐ研究、人間と情報技術を結び付けた研究、人間の脳機能を計測するための技術開発研究である。

通信 (コミュニケーション) の最大の目的は、人間から人間へ「情報」を伝達することである。「行間を読む」という言葉があるように、ある人間の思いを正確に「通信する」ことはかなり難しいことである。人間の脳機能が高度に複雑であるだけでなく、幅広い個性の存在もその要因である。したがって、人間の認識、感性、こころを科学的に理解し、より客観的な評価を可能にすることは、円滑な通信の実現に不可欠である。その意味での質の高い通信は、より良い社会を作り出す大きな力となるものと期待されている。

様々な機械に囲まれて生活する現代人にとって、機械との「通信」は不可避であり、より良いインターフェースは QOL (Quality of Life) の向上に不可欠である。健常者のみならず、疾患を患っている方のコミュニケーション手段の確立やリハビリテーションの促進、介護機器の開発などにもつながる研究である。脳の活動をより正確に読み解く技術もこの範ちゅうの研究に含まれる。

脳活動計測データを、単に信号強度の時間変化として解析するだけでなく、4次元情報とネットワーク解析という情報科学的手法を組み合わせることで新しい「脳情報」が得られる。このような研究を医療情報と組み合わせると、痛みの可視化や精神疾患の評価技術ができるようになる。また、「ゆらぎ」といったこれま

でない発想を脳機能解析に持ち込むことにより、生き物や脳のもつ独特の情報処理アルゴリズムの秘密を解き明かすことも期待されている。これらの成果は、近年注目されている人工知能分野において新しい端緒を拓く可能性がある。

これらの研究は、精密な脳機能計測技術に支えられており、これを更に発展させることは、脳情報科学研究の進展に直結する。CiNet の 7 テスラの超高磁場を発生することのできる MRI を活用し、サブミリ領域での MRI 機能画像の取得技術開発を進めている。また、BOLD 法という血流変化に依存した MRI 機能画像取得法だけでなく、拡散現象を利用した新しい計測技術の開発も重要な課題である。

これら 4 つの研究の流れの中から既にいくつかの興味深い研究成果が得られている。本研究報告では、その一部を紹介したい。CiNet は融合研究の場であり、研究者は常に本来の研究目的に立ち返り、最適な手法を考えている。したがって、「4 つの流れ」は、それぞれ独立ではなく、いろいろな形で連携して進められている。この雰囲気は次章以降の報告で感じていただければ幸いである。

## 3 CiNet 研究成果の展開

2011年に CiNet として研究を開始して以来、様々な研究成果が生まれてきた。これらを社会へ発信する活動も重要である。毎年 1 回、東京と大阪とで交互に CiNet シンポジウムを開催し、CiNet の研究成果を分かりやすく伝えるための活動を行っている。この企画は一般社会人、高校・大学生が対象であるが、企業の方々を対象とした広報活動にも取り組んでいる。東京では、NTT データ経営研究所の応用脳科学コンソーシアムにおける取組である CiNet ワークショップに協力し、研究成果の発信に努めている。また、大阪では、大阪国際サイエンスクラブの金曜サイエンスサロンに協力し、脳情報科学に関する成果を紹介している。どちらも、2013年より継続的に活動しており、CiNet の成果発信の一助となっている。

このような活動の効果もあって、企業からの問い合わせも多数あり、話し合いの中から共同研究に発展した例も多い。商用サービスに結び付いた研究課題もあり、CiNet で生まれた技術の社会実装が実現され始めている。

NICT は、国立研究開発法人として、中長期の研究開発計画に基づいて活動しているが、第 4 期中長期計画 (2016-2020 年度) においては、CiNet の活動は、データ利活用分野に位置付けられている。これまで述べてきたような、脳情報科学の基礎研究や応用研究を更に

進めるとともに、そこから得られる膨大なデータを有効に使っていくための活動にも注力している。大量のデータを生み出すためには、相応の人的資源や経済的資源が必要であり、CiNet 外部との連携はますます重要になっていく。

CiNet は、社会の要請や期待に応えるべく、当初の目標を確認しながら、確固とした基礎研究成果を積み重ねるとともに、外部連携を通じて、応用技術開発やその実装にも注力していく。

## 謝辞

CiNet というユニークな形態の研究センターが生まれ、活動が継続できているのは、NICT 関係者の努力のみではなく、総務省や大阪大学をはじめとした様々な組織の皆様の惜しみないご支援の賜物と深く感謝しております。このセンターの今後の発展は、脳情報通信という切り口で我が国や人類への貢献につながるものと確信しています。今後ともご支援、ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。



**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  
工学博士  
生物物理・脳機能解析