

脳情報通信融合研究センターCiNetの取り組み



夢はバラ色

柏岡 秀紀*, 大岩 和弘**, 柳田 敏雄***

Initiatives in the Center for Information and Neural Networks

Key Words : Neuroscience, Information Communication Technology,
Brain Functions, fMRI, MEG

1. はじめに

阪大病院前駅が近づくモノレールが大きく右にカーブすると、そびえたつ阪大病院の前に2つのビルが双子のように並んで建っているのが目に入ってくる。NICTのロゴがついているビルが脳情報通信融合研究センター (CiNet: シーネット) である (図1)。

大阪大学、情報通信研究機構 (NICT)、国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) の幹部が集まって、将来の情報通信技術の方向性を見据えて、脳機能と情

報通信技術の融合研究を進めるための研究環境整備を話し合ったのが、平成20年4月。大阪大学とNICTが協力して施設整備を行い、企業の積極的参加を促進して、産学官連携による「脳機能の基礎研究から工学的応用展開までの研究開発」を狙った野心的試みのスタートであった。平成21年1月には大阪大学とNICTは「脳情報通信分野における融合研究に関する基本協定」を締結。平成22年、総務省では大臣主催の「脳とICTに関する懇談会」が開かれ、平成23年5月にはその最終とりまとめが公表された。そこでは、脳科学及びICT分野の産官学の力を結集した一体的な共同研究体制により、脳科学と情報通信技術を融合した研究開発を効率的かつ効果的に推進し、高い研究成果の創出を目指すことが謳われている。本年4月のオバマ・イニシアティブに先立つこと2年前のことである。

本年春には、脳情報通信融合分野の研究活動の中心となる「脳情報通信融合研究センター CiNet」が2年半の歳月をかけて大阪大学吹田キャンパスに整備され、この3月6日に開所した。CiNetでは、大阪大学、NICT、ATRの共同研究を起点として脳情報通信分野における基礎から応用展開までの研究開発を行い、オープンイノベーションの中核として、「脳の機能に学んだ新世代のネットワーク」や「人間や地球に優しい情報通信技術」などの革新的な情報通信技術の実現を目指している。



*Hideki KASHIOKA

1964年9月生
大阪大学大学院基礎工学研究科 (1993年)
現在、独立行政法人 情報通信研究機構
脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 室長 大阪大学招聘教授
博士(工学) 音声言語処理、脳情報通信
TEL : 080-3733-4110
FAX : 06-7174-8612
E-mail : hideki.kashioka@nict.go.jp



**Kazuhiro OIWA

1960年6月生
東京大学大学院 理学系研究科 動物学専攻 博士課程修了 (1988年)
現在、(独) 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター 主管研究員 大阪大学招聘教授 理学博士 生物物理学
TEL : 078-969-2112
FAX : 078-969-2119
E-mail : oiwa@nict.go.jp



*** Toshio YANAGIDA

1946年10月生
大阪大学大学院基礎工学研究科 博士課程中退 (1974年)
現在、(独) 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター センター長 大阪大学大学院 生命機能研究科 特任教授 工学博士 生物物理学
TEL : 06-6879-4630
E-mail : yanagida@fbs.osaka-u.ac.jp

2. 脳機能研究と情報通信技術

計算機科学の黎明期において、人間の意識や知性を探求する試みがなされ、この研究課題は計算機科学の中で人工知能やあいまい制御などの独自の発展を遂げた。計算機科学は情報通信技術へとつながり、これは私たちの生活を支える重要なインフラストラクチャとなっている。



図1. 脳情報通信融合研究センター (CiNet) と生命機能研究科ナノバイオロジー棟

一方、人間の意識や知性の根源の解明を目指したもう一つの研究潮流は、神経生理学である。ここでは、様々な計測技術や研究手法の開発によって神経活動を制御する分子の構造や働きが明らかにされ、複雑な神経回路の解明が進んでいる。ヒトの脳活動を非侵襲で計測する方法も開発され、心理学の膨大な知識の蓄積と精密科学である生理学が相俟って、人間の意識や知性の根源の理解が深まってきている。このように、計算機と脳という異なる特性を持つ対象に挑戦し独自に深化してきたこの2つの科学は、起源を同じくするものとみることができる。

低消費エネルギー駆動でありながら、既存のネットワークにはない機能を持つ生命のネットワークシステム（脳や細胞など）には、複雑ネットワークとしての「スケールフリー性」、「スモールワールド性」、「クラスター性」といった人工的な情報通信ネットワークに共通する特徴がみられる。このことは、生命、人工いずれかのネットワークの解析から得られた知見は、他方の解析や改良に用いることができることを意味する。生命システムの持つ柔軟で省エネルギーな情報処理は、「ゆらぎ」と称されるあいまいさを許す情報素子から構成される高次システムである。CiNetにおける「生命科学の知見を情報通信システムに応用する試み」は、環境適応性や自律性、あるいは低エネルギー消費を実現できる可能性を示してきた。これに類する試みは世界的なトレンドに

もなっており、各国が国家的プロジェクトとして巨額な研究費を投入して、技術イノベーション創出に大きな期待を寄せている状況にある。

3. CiNetの研究体制と研究課題

CiNetでは、4つの融合領域を設定している（図2）。それぞれの領域で目標を設定、これに向かって研究を推進するとともに、領域相互の連携も深めつつ発展的融合を促進、新たな情報通信技術の創出を目指す。

BFI (Brain-Function installed Information) Network 【脳に学ぶ情報ネットワーク技術】

BFIの研究開発では、コンピュータネットワークの発展を支えてきた情報科学が今後挑むべき課題のヒントを人間の脳に見出す試みを進める。人間の脳は、動的であり、非平衡であり、非線形である。一方のコンピュータネットワークは複雑で大規模となったために、これを協調的に制御する新たなメカニズムが求められている。生体系システムでは、環境の変化に柔軟に対応するメカニズムとして、生体系が持つ「ゆらぎ」が重要な役割を果たしていることが分かってきた。一見するとランダムなノイズに見える「ゆらぎ」をコンピュータネットワークに組み込むことで、環境変動に対する耐性が高まることも分かってきている。BFIの研究では、「生命機能の

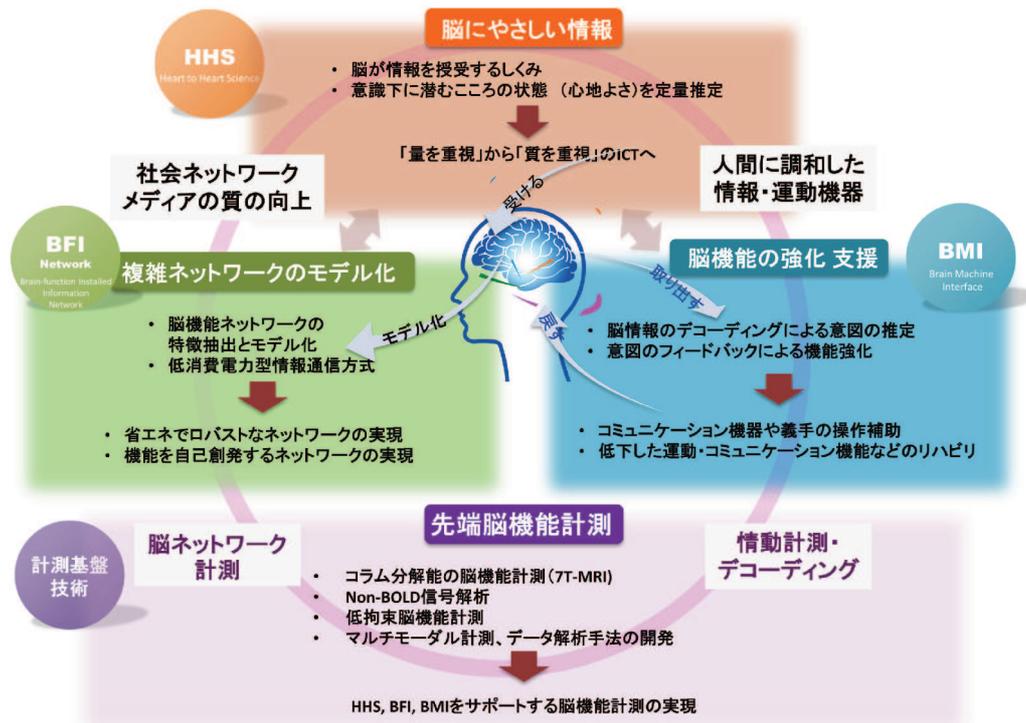


図2. CiNetの研究活動の概要

制御方式に学ぶロバストな情報ルート選択技術の開発」や「生体機能にみられるゆらぎ型の情報探索技術の開発」など人間の脳のメカニズムに学んだ新しいコンピュータネットワークの創出を目指している。

BMI (Brain-Machine Interface) Technology
【ここを機械に伝える技術】

BMIの研究開発では、脳神経科学を応用した高度なヒューマンケアを実現する「ブレイン・マシン・インタフェース (BMI)」の開発を進める。先進国の中でも突出して長寿命化、少子高齢化が進む日本においては、様々なシーンにおいて人間の活動を支援する技術製品やヒューマンケアが重要になりつつある。その一つとして期待されているのがBMI技術開発である。例えば、脳信号で制御することができる単純作業ロボット、お手伝いロボット、介護用ロボット、これらを活用したサービスを提供することで、快適な日常生活のサポートが可能になる。

またICTの高度化に伴い、より臨場感に溢れた、快適な情報通信環境の実現も求められている。本研究分野では、BMI技術とヒト型ロボット技術を組み合わせることで、いつでもどこでも目の前で話を

し、握手できるように感じられる快適性の高い未来型コミュニケーション技術の開発を推し進めてきた。この技術の基礎となる非侵襲型BMIとヒト型ロボットは、我が国が世界中にアドバンテージを持つ先端技術分野であり、これらの組み合わせの基礎となる脳の動作原理に関する研究は、我が国が直面する社会構造上の課題を解決する鍵を握っている。医療・福祉、情報通信の変革を目指すBMI技術研究開発には、脳神経科学、生物物理、情報工学、計測の各分野における、極めて有機的かつ複合的な連携が必要であり、CiNetの活動はそのための重要かつ革新的第一歩となっている。

HHS (Heart to Heart Science)
【こことここをつなぐ科学】

HHSでは、ヒトの脳がどのように機能しているのか、また、脳と「ここ」の関係性を正しく理解することが、情報の理解や情報の質の問題を議論する際の重要な要素であると捉えている。コミュニケーション技術としての情報通信技術の質の向上は、人の創造性を高めることにつながる。ヒトの脳の研究を通じて創造性や柔軟性といったヒト自身の特色に

ついて理解を深め、それを通じて新しいコミュニケーション技術を開発することは、創造的なコミュニケーションを促進して新たな知の創造を相乗的に加速する。ヒトの脳の高次機能を科学することで、コミュニケーションの快適かつ効率的実施を助け、促進する方法を探っていくことが、HHSの目指す「脳機能を用いたICT」である。

コミュニケーションの質の向上は新たな知の創造を加速する。知の創造を通してコミュニティーの生産性や競争力を高めることにつなげるHHS研究は、生命システムとしての脳の機能研究を技術開発のシーズとして情報通信技術の枠組みの中で進めていく研究開発である。人間を中心におきながらICTが今後長期的にわたって進展していくためには「質的問題」への誠実な取り組みは避けることができない。この取り組みは同時にBMIの高度化や発展に寄与するものでもある。こころの科学を通して創造的社会的の形成に貢献するHHSの研究開発では「立体視や質感のメカニズムと脳内情報表現」、「視覚的わかりや言語的わかりのメカニズムの解明」、「報酬予想に対する人間の挙動のメカニズム」などの課題に取り組んでいる。

計測基盤技術【脳情報通信の基盤技術としての先端脳機能計測技術開発】

歴史が示すように、計測技術やイメージング技術のブレークスルーは生命科学の急激な発展を引き起こす。近年の計測素子の小型化・高性能化、演算速度の高速化等を背景に、ヒトの脳の活動を非侵襲で計測する方法が格段に高度化、高性能化してきた。従来では、計測が困難であった微弱・微細な脳活動を、人体に大きな負担をかけることなくほぼ実時間で測定することが可能になり、脳の活動の仕組みや機能がより明確になりつつある。

CiNetの計測基盤技術の研究開発では、超高磁場fMRIを導入して様々な次世代技術（位相差脳血流イメージング、温度機能イメージング、神経線維機能イメージング、脳幹神経核機能イメージング、脳内物質分光分析法（MRSI））を確立、脳情報を用いたICT応用に資する脳機能計測技術の向上を推進している。特に、最新鋭超高磁場7テスラfMRI装置の導入（7T-fMRI）によって、高精細生体機能・動態イメージングを機軸に、分子・細胞・組織レベ

ルの各種生体イメージングを融合し、ヒト・動物を対象とする、脳内の代謝や高次脳機能に関する学際的で総合的な研究活動の場を提供することを目指す。高機能・高精度化については、時空間分解能の向上とともに、リアルタイム計測、Single-Trial計測（1回の測定試行による測定）など実用的な計測技術の実現が期待される。まず3T-fMRIにより脳の活動を解析、興味深い活動をしている部位を選んだ後、7T-fMRIを利用して、脳機能の最小単位といわれるコラムの精細な解析の実現を目指す。

4. 人材育成への貢献

CiNetは国立大学の敷地内に所轄の異なる独立行政法人の研究所が存在するという稀有な事例である。省庁間連携が叫ばれる中、CiNetではいち早く省庁間の垣根を越えた取り組みをスタートさせている。

CiNetは、情報科学研究科、基礎工学研究科、生命機能研究科が密接に連携した大学院博士課程リーディングプログラム「ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム」の実施舞台となる。このプログラムでは、ハードウェア、ソフトウェアに次ぐ第三のウェアとしてのヒューマンウェアの発展を主導して、情報科学、生命科学、認知・脳科学の諸分野の融合によるパラダイムシフトを創起できる、複合領域の開拓を牽引するリーダーの育成を目標としている。（詳細は本誌2013年夏号Vol65, No3を参照）。

異分野融合の必要性が世界中で叫ばれている中、広い分野を統合し、様々な分野の研究者が一同に会して異分野融合研究する大規模な拠点を整備し、これを実行している例は多くはない。広範囲の研究分野を統合的に、かつ大規模にリードできる研究者は貴重な存在であり、21世紀の科学技術の発展には極めて重要な役割を持つ。このような研究者の育成において、CiNetは融合的研究領域のヒューマンウェアの発展に資する研究舞台となることが期待されている。

5. 今後の展望と夢

大阪大学吹田キャンパスにはCiNetをはじめとして、理化学研究所・生命システム研究センターQBiCや大阪大学免疫学フロンティア研究センターiReC、大阪大学大学院医学系研究科のPET分子



図3. 異分野融合と人材育成の促進が期待できる最先端研究拠点の集積

イメージングセンターなど、生命機能に関わる最先端研究を実施している研究所が集積している (図3)。これらの研究所の相互連携は、所属組織の持つそれぞれの研究文化を混合して、異なる分野の融合を促進することに繋がる。この連携は前述の博士課程リーディング大学院「ヒューマンウェア・イノベーション博士課程プログラム」の学生たちが活躍する舞台をも提供することになる。

本融合研究センターは本年春より本格的に始動したが、魅力ある研究環境と人材を擁して、情報、生命、認知・脳科学の融合領域において産官学の多様な共同研究を醸成していかなければならない。さらに、研究領域の融合だけでなく、産学官の研究者が

活発に交流することによる人材育成や国際的な研究者との交流に努めることも、次世代の中核技術となる情報通信技術の実現への道筋であろう。「ヒトの脳の研究ならば、CiNetに行けば面白いことに出会える」といわれるような研究所に育てることが我々の夢である。

末筆ながら、脳情報通信融合研究センター CiNet の紹介をする機会を頂戴したことに深甚なる感謝の意を表するとともに、読者の皆様には本研究センターへのご指導・ご鞭撻、そして今後の活動への温かいご支援のほど何卒よろしくお願い申し上げます。なお、CiNetの詳細情報は次のURL (<http://cinet.jp/>) を参照されたい。

