

世代を超えて“アトムの脳”を目指す

臼井支朗 USUI Shiro

脳科学総合研究センター
ニューロインフォマティクス技術開発チーム チームリーダー
神経情報基盤センター 副センター長

近年、脳科学は急速に進展し、膨大な知見が日々生み出されている。では、このまま脳科学が進展すれば、“脳が分かった”といえる日が来るのだろうか。「現在の脳科学は、専門化・細分化がますます進み、それらの知見を統合して脳全体を理解することが難しいのが現状です。そこで、情報通信技術を駆使して情報の共有化・統合を進めようというニューロインフォマティクスの世界的な取り組みが始まりました」。こう語る臼井支朗チームリーダーたちの究極の夢は、“アトムの脳”をつくり出すことである。

世界中の研究者が協力して、脳をつくる

「子どものころ、『鉄腕アトム』をいつも読んでいました。物語によると、アトムの誕生日は2003年4月7日。もうすぐ4歳になるはずですが*。しかし、現実には人間のような心を持つロボットは実現していません。それは、なぜか。結局、脳が分かっていないからです」

こう語る臼井支朗チームリーダーは、現在の脳科学の問題点を次のように指摘する。「一人一人の研究者は脳のごく一部分の研究しかできません。例えば私は視覚系の研究を行ってきましたが、聴覚系など他分野の研究動向をフォローすることは難しいのです。各分野の研究は今、ものすごい勢いで進んでいるのですが、それぞれの研究者が所属する学会、論文を投稿する雑誌、用語も違います。一人の研究者が脳全体を解明するのは不可能なんです」

ヒトの脳は1000億個もの神経細胞が複雑なネットワークをつくり外界と相互作用するシステムとして機能している。脳に関する知識を統合して、脳全体のシステムを理解するにはどうすればよいのだろう。「本当に人間の脳を理解したいなら、ニューロインフォマティクスという方法しかないと思うんです」と臼井チームリーダーは言う。ニューロインフォマティクスは、インターネットやコンピュータ・シミュレーションなどの情報技術・情報科学を駆使して、世界中の脳に関する知識を共有・統合し、脳のシステムを理解する方法である。「私は、ニュー



ロインフォマティクスを“IT時代の脳科学”と呼んでいます」

ニューロインフォマティクスは今、国際的な取り組みとして動き始めた。2005年、ニューロインフォマティクス国際協力機構 (INCF) が発足。日本におけるニューロインフォマティクスの推進とINCFの窓口役を担う神経情報基盤センター (甘利俊一センター長) が理研脳科学総合研究センター (BSI) 内に設立され、臼井チームリーダーが副センター長に就任した。神経情報基盤センターでは、INCFの日本拠点“INCF日本ノード”の立ち上げ準備を進め、2006年2月に発足させた。

「ニューロインフォマティクスで重要なのは、脳に関するさまざまな知識を集約し、その本質を数理モデルとして記述することです。数学は科学の共通言語だからです。そして、数理モデルに基づくシミュレーションにより脳の働きを再現しながら、そのシステムを理解するのです。ニューロインフォマティクスの究極の目標は、コンピュータの中に脳全体を再現すること。つまり、世界中の研究者が協力して“アトムの脳”をつくる取り組みが今、始まったのです」

オールジャパンの体制で推進

数理モデルに基づくシミュレーションを行えば、その結果を実験データと突き合わせて、その数理モデルが妥当かどうかを検証することができる。

さらにシミュレーションによって未知の細胞の存在を予測することもできる。「ニューロインフォマティクスに関するプロジェクトの成果の一つとして、シミュレーションで“衝突回避細胞”の存在が予測されました。例えば、カツオドリが魚を捕まえようと水中に飛び込むとき、水面に“衝突”するタイミングを予測して、その直前に“衝突回避信号”を出す細胞があるはずだ、と予測したんです。その細胞の活動をきっかけに翼を畳んで、カツオドリは水中に飛び込みます。こうした細胞の存在が、ニホンザルを使った実験で実証されました。このようにシミュレーションと実験を繰り返しながら、脳のシステムを解明していくことができます」

シミュレーションはまた、薬の副作用を予測することにも利用できる。「不整脈の治療薬の治療で、視野に残像が残るといった副作用が報告されました。それは、視細胞で働くある種のイオンチャンネルに薬が作用するためであることを、私たちはシミュレーションで突き止め、これを実験で実証しました。シミュレーションで副作用が予測できれば、創薬のコストを大きく削減できるはずです」

しかし、このようなシミュレーションをほかの研究者が利用して、研究をさらに発展させていくことは、これまでほとんど不可能だったと白井チームリーダーは指摘する。「シミュレーション・プログラムが公開されてこなかったからです。論文に書かれている情報だけでは、ほかの研究者がプログラムをつくり、追試することは難しいのです。しかも、研究者が引退すると、その研究者がつくったプログ

ラムが散逸してしまうという問題もありました」

白井チームリーダーたちは、視覚系のニューロインフォマティクスの研究基盤となるデータベース“Visiomeプラットフォーム”を構築し、インターネット上で公開した(図1)。「数理モデルとシミュレーション・プログラムをベースに、論文や実験データ、参考文献などを一括してインターネット上で公開する。それが私たちの戦略です。そうすれば、世界中の研究者が自分のパソコンにさまざまなプログラムをダウンロードして活用できるようになります。追試して数理モデルの欠点や問題点を指摘したり、ほかのプログラムと統合し、さらに研究を発展させることができるのです。最新の知識がこのようなデータベースに集約され、インターネットを介して世界中の研究者が共有する。さらにそれらの知識を統合して発展させる。そういう仕組みをつくりたいんです」

白井チームリーダーたちは、Visiomeの基本仕様や機能を継承した基盤プラットフォーム“XooNIps”を開発・公開した(<http://xoonips.sourceforge.jp/>)。「各分野の専門家にXooNIpsを利用したデータベースの構築と運用をお願いします(図2)。データベースはその分野の最先端の研究者がつくらないと、使い物になりません。ですから、メンバーは日本の脳科学を代表する人たちです。INCF日本ノードでは、日本の得意な分野を中心にオールジャパン体制でニューロインフォマティクスに取り組み始めたのです」

XooNIpsは、INCFのほかの参加国も利用を検討している。さらに脳科学以外の分野でも反響を呼んでいる。「今、大学の図書館の人たちが研究成果を保存する仕組み(機関リポジトリ)づくりに取り組んでいて、慶応義塾大学ではXooNIpsを利用したデータベースを立ち上げました。現在、さらにほかの大学でも利用が検討されています。これは私たちが予想もしなかった展開ですね」

ニューロインフォマティクスの方法論は、脳科学だけでなく、細分化された現代の学問の成果を保存・共有・統合化することにも貢献するだろう。

脳の最大の謎を解く

「同じ発音でも、話し手の口の動きが変わると異なる音に聞こえるという現象があります。音の認識に視覚が影響するのです。今まで私たち視覚系の研究者がこのような現象を研究するには、聴覚系のことを一から勉強して、自分たちでモデルをつ

図1 Visiomeプラットフォーム



<http://platform.visiome.neuroinf.jp/modules/xoonips/>

くる必要がありました。それはあまり現実的ではありません。プラットフォームが整備されれば、例えば聴覚系のモデルをダウンロードし、それを自分たちがつくった視覚系のモデルと統合して、視覚と聴覚の相互作用をシミュレーションすることができるでしょう」

このような研究により脳の最大の謎の一つである“統合問題”に迫れるだろう。例えば、色と形は脳の別々の部位で情報処理が行われる。それらがどのように結合され、例えば赤い丸や青い四角が認識できるのか、それが大きな謎なのだ。

「今、脳科学ではDNAやタンパク質などの分子レベルや神経細胞レベルの解明が急速に進んでいます。さらに色や形の識別など、個々の情報処理についても、ある程度分かってきました。最も分からないのは、脳の別々の部位で処理された情報がどのように統合され認識されるか、ということなのです」

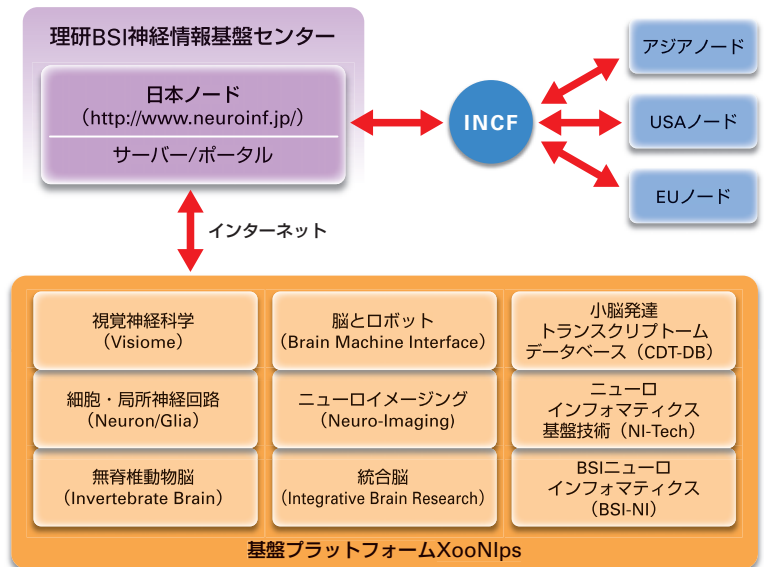
“ニューロルネサンス”へ向けて

「自分が面白いと思うことに熱中してやってきました」と振り返る白井チームリーダー。1992年には、毛利 衛 宇宙飛行士がスペースシャトルで行った、コイを使った宇宙実験にも参加した。宇宙酔いを引き起こす視覚-前庭系の仕組みを探る実験である。白井チームリーダーは、視覚系の研究の面白さを次のように語る。「ものが見えるというのは、すごく不思議なことです。こんな不思議なことはない。例えば、目ととらえているのは2次元の像。左右の網膜で2枚の映像を撮っているにすぎません。そこから3次元の世界を再現するには情報が足りないんです。だから、脳はいろいろな仮定をして情報を補い、3次元の世界を計算して作り出しているんです。色が見えるのも、とても不思議。物理的には色なんてありません。脳がある波長の光を色として知覚しているだけです。つまり、見えているのは、脳が勝手に作り上げたイメージなのです」

さらにニューロインフォマティクスへの想いをこう続ける。「私たちの世代で、さまざまな脳機能の数理モデルをつくる。次の世代の人たちがそれらを統合する。そのような時間スケールでニューロインフォマティクスの取り組みを考えています。ニューロインフォマティクスは、世代を超えて100年以上にわたって建設が続けられ、いつ完成するか分からないガウディの“サグラダ・ファ

本当に人間の脳を理解したいなら、
ニューロインフォマティクス
という方法しかないと思うんです。

図2 INCF日本ノード構想



現在、日本ノードでは、九つの分野のデータベース(プラットフォーム)の構築・運用が進められている。INCFの参加国は現在、アメリカ、イタリア、スイス、スウェーデン、チェコ、ドイツ、日本、ノルウェー、フィンランド、フランス、ベルギーの11ヶ国。今後、アジア諸国も参加する見込みである。

ミリア”のような取り組み、人類のロマンだと思うのです」

それでは、ニューロインフォマティクスの究極の目標である“アトムの脳”はいつごろ完成できるのか。「私は永遠に完成しないと思っています。ですからニューロインフォマティクスは、永遠に続く人類の大ロマンなんです」

その大ロマンは私たちに何をもたらすのか。「科学も哲学も宗教も、脳が生み出したものです。脳科学の進展により、それらが融合され、かけがえない地球で人類が平和に楽しく生きていく知恵を見いだす。そんな“ニューロルネサンス”の時代が来ることを、私は期待しています」 **R**

※アトムは、埼玉県新座市に特別住民登録されている。

関連情報：

- 『ニューロインフォマティクス—視覚系を中心に—』オーム社(2006)
- 『ニューロインフォマティクスからみたバーチャルブレイン計画』(『生体の科学』Vol.57 No.4 2006年8月発行)