

脳から心のはたらきを見る

生命環境科学系 酒井 邦嘉

はじめに

サイエンスにおける究極の謎の一つに、心のはたらきを解明するという問題があります。「心」と一口にいても、知覚・記憶・意識といった基本的な認知機能から、ヒトのみに備わった言語（音声言語）まで、心にかかわる現象は多種多様です。そこで、「心はどうはたらくのか?」という問題にアプローチするときに、「脳のメカニズムはどうなっているのか?」という問題にふれずに済ますことはできるのでしょうか。脳科学では、神経生理学や神経解剖学などの発展の歴史がありますが、物理学や化学と比べると未熟な科学です。裏を返せば、脳科学には不思議な謎がまだまだたくさん眠っているということになります。これまでのところ、脳科学で新しい事実が発見されるたびに、心のはたらきが解明されたというより、むしろ心の謎はますます深まるばかりです。心は脳と関係して起こる現象ですから、脳から心のはたらきを「見る」ことは、科学者にとって長年の夢でした。

最近のMRI（磁気共鳴映像法）の技術を使えば、頭に全く傷を付けることなく、驚くほどきれいな脳の写真を撮ることが出来ます（図1）。その原理は、磁場をかけたときに、体の中の水素原子が外から与えたラジオ波に共鳴して信号を出すという物理法則に基づいています。MRIでは、人体に有害な放射性物質やX線などを使うことなく、脳を見ることのできるのです。この同じ方法を使って、脳の機能ま

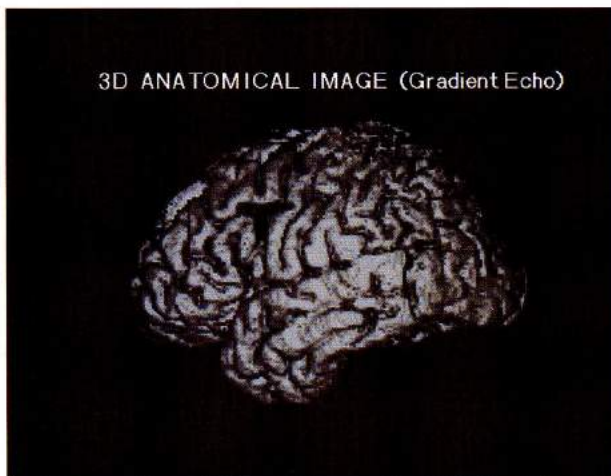


図1 ヒトの脳の3次元MRI画像

で見ることができるようになったのは、わずか数年前のことです。1998年には、基礎研究専用のMRI装置が、駒場キャンパスに設置されました。これから、どんな心のはたらきが見られるようになるのか楽しみです。

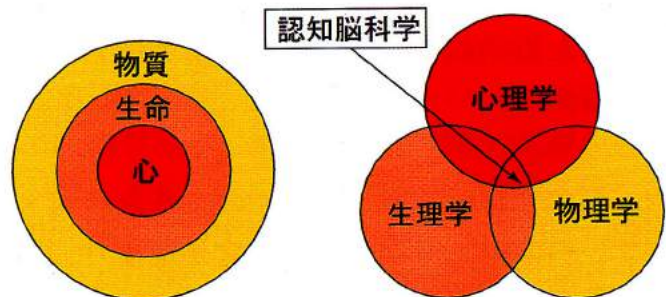


図2 物質—生命—心の階層性

認知脳科学とは

脳のメカニズムに基礎をおいて、心のはたらきを解明しようとする総合的なサイエンスが、「認知脳科学」です。つまり、認知脳科学の目標は、心を脳のはたらきとして理解することにあります。図2（左）のように、心は、生命現象の一部であると考えられます。もちろん、脳と心とは関係がない生命現象はたくさんあります。また、生命現象が物質的な基礎の上に成立していることは、DNAの二重らせん構造の発見に代表されるように、分子生物学や生化学によって明らかにされてきました。この「物質—生命—心」という階層性が、認知脳科学のもっとも基本的な柱となっています。

これまでの学問体系では、物質は物理学、生命は生理学、心は心理学に分けられ、図2（右）のように、それらの一部が重なり合っているだけでした。伝統的な大学教育では、物理学、生理学、心理学は、それぞれ理学部、医学部、文学部に分散しています。さらに、生物物理学、心理物理学、神経心理学は境界領域の分野とされ、認知脳科学は、これら三つの接点に位置しているのが現状です。しかし、サイエンスの対象が、図2（左）のような階層構造ならば、学問の体系もその構造にしたがうのが自然ではないでしょうか。つまり、物理学は生理学の基礎となる学問ですし、生



図3 認知脳科学の広がり

理学は心理学の基礎となる学問として位置づけられるのです。

これまで心理学が文系で、生理学や物理学が理系であった背景には、「心は特別なものであって、脳細胞と心とのあいだには越えがたい一線がある」という根強い考えがあるためかもしれません。確かに、「脳の活動」という客観的な変化が、「心のはたらき」という主観的な経験を生み出すのは、たいへん不思議なことです。この主観と客観を結びつける「しくみ」は存在するのか、もし存在するのならそれは何か、という問題は、哲学でも議論されてきました。

認知脳科学を構成するのは、図3のような分野です。物理学は、例えば、体をつくる物質の性質を理解し、これを精密に計測するための基礎となります。情報科学では、神経回路網や人工知能（ビジョン、自然言語処理、知識工学など）の研究が、認知脳科学の重要な柱であり、脳型情報処理システムの解明とその応用は、ますます重要な課題となってきました。そして、言語のはたらきの解明までを目標とした認知脳科学には、脳機能の計測から自然言語処理・神経心理学・言語学までの、幅広い知識と手法を駆使することが必要です。このような認知脳科学の横断的なアプローチを結集して、心の謎に迫っていきたいと考えています。こうした意味で、認知脳科学は、まさに「広域科学」

なのです。

顕微鏡としてのfMRI

顕微鏡の発明が細胞生物学を生みだし、遺伝子工学の技術が分子生物学の発展をもたらしたように、心のはたらきを見る技術こそが、認知脳科学の発展の鍵を握っています。はじめに述べたMRIを用いる方法は、fMRI (functional MRI, 機能的磁気共鳴映像法) と呼ばれています。脳の一部分に神経活動が起こると、酸化ヘモグロビンを豊富に含む血液が集中するのですが、ヘモグロビンは回りの磁場に影響を与える性質があるので、水素原子からの共鳴信号が変化すると考えられています。fMRIは、1ミリ以下までの解像度を持っているので、脳の活動の変化をちょうど顕微鏡で見るようなものです。図4では、指先をブラシで刺激したときに変化した脳の部分に色をつけてみましたが、これは大脳の体性感覚野と呼ばれる場所です。従来の脳波のような方法では、信号の感度が低いために、刺激に関係した信号を見るまでには何百回も繰り返して測る必要がありましたが、fMRIでは1回でも十分な信号の変化が現れることがあります。現在のfMRIの技術では、脳細胞まで細かく見たり、電気信号の変化を直接とらえることはできませんが、それでもfMRIは、心のはたらきを見るための、もっとも強力な顕微鏡の一つなのです。

駒場キャンパスでMRI装置を置いてある部屋を、Wernicke's Areaと呼んでいます。ヒトの脳には、Wernicke's AreaとBroca's Areaという2つの言語野がありますが、現在共同で研究を進めているMITの言語学科にBroca's Areaという部屋があるので、駒場が言語の脳研究のもう1つのセンターとなることを祈って名付けました。この部屋が、ヒトの心という不思議な世界への入口となることを願っています。

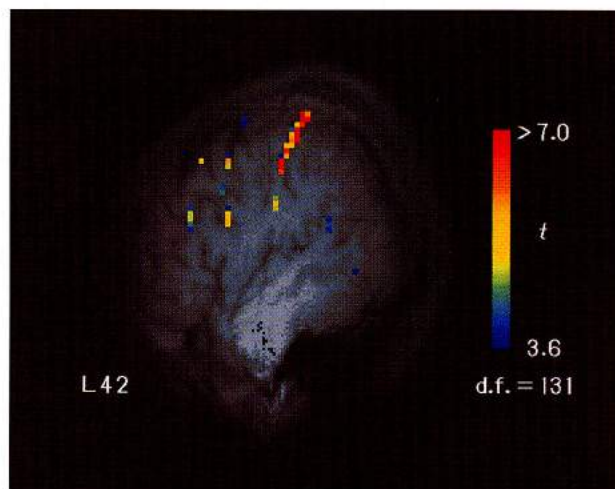


図4 fMRIで見た脳の活動