

脳機能画像とこころ

福山秀直 Hidenao Fukuyama
 (京都大学医学研究科附属高次脳機能総合研究センター教授)

きなくなることはなく、指先などの精緻な運動ができなくなるにすぎない。運動の麻痺を生じるのは、もう少し大脳深部や脳幹といわれる部位の障害で起きることが多い。それでは、「大脳はなにをしているのか？」というと、一般的なたとえは難しいが、司令塔のような機能と考えるのが、適当ではないかと思われる。特に、人が人たる所以である、さまざまな感情、思考、推論などは、大脳の前半部、特に、前方の前頭前野と言われる部分で行われていると考えられている。神経機構をさまざまな動物の発生から考えると、ある条件に対して、適切と思われる行動をとるための臓器で、そのために必要な、反射的運動や経験を記憶するということが、最初の機能として存在していたと思われる。その機能が徐々に発達し、現在の人類の脳になったと考えるのが、一番合理的な考え方ではないかと推測する。それでは、「こころ」は、どのような機能を意味するかという点から、本論を始めたい。

はじめに

こころが体のどの臓器に存在するか、長い人類の歴史においては、さまざまな考え方があったが、現在、こころの存在は、多くの人が脳にあると考えるようになってきた。「それでは、脳はなにをしているのか？」という問いに、現在でも、はっきりした答えを用意することは困難である。よくわかっていることは、運動、感覚などの処理をしているところであるということであるが、たとえば、純粋に大脳皮質の運動を司る、運動野の障害では、まったく運動で

こころの機能

こころと書く場合と心と書く場合で、日本人の受ける印象が異なる。英語でも mind という場合と heart という場合で感じ方が異なる。特に、heart は心臓も表す言葉であり、こころが心臓にあるという考えが色濃く残った言葉である。いずれの場合も、こころを物質と関連しない人特有の感覚と考えると、デカルトの二元論的になってしまうが、現在の脳科学研究をもとに考えると、本来のこころは、heart ではなく、mind であり、その機能を解明することで、こころ

の解明が進むと期待される。

本論では、こころを論ずるのではなく、脳の機能、特に、近年、進歩が著しい脳機能画像法を用いて、こころを研究した成果をまとめて、こころの理解の一助になるようにしたい。したがって、こころを二元論と考えると話が進まないの、哲学的な論考は別にして、こころの科学的根拠について、わかっていること、わからないことを、明らかにする。

脳機能画像法

脳の断層画像がX線を使って撮像されるようになったのは、1970年代の前半のことで、まだ、40年未満の歳月しか経過していないが、その間に、脳の形態、血流、代謝、神経伝達物質やその受容体、神経繊維のつながり、などが、脳全体をカバーするような画像として見るようになった。その歴史は、X線CTにはじまり、ポジトロン断層法(PET)、磁気共鳴画像法(MRI)などの開発と、高速なコンピュータの開発によるところが大きい。これらの画像法の詳細は、それぞれの参考書を参照していただきたい。

こころの機能画像

MRIを用いると、現在、1秒間に10から20スライスの画像を撮像する手法が開発されている。この方法を用いると、画像をいわゆる「パラパラマンガ」のように脳の活動の変化を追うように撮像でき、脳のどの部位が、特定の課題を行っている間に活動しているかを、見ることが可能になっている。この方法を機能的MRI(fMRI)と呼ぶ。

われわれが、こころの研究で考案した課題をfMRIで検討した結果の一部を紹介する。これは、こころの機能の中でも、もっとも重要な愛

情、親しみを感じる場合に脳活動がどうなっているかを、研究したものである。実験方法の詳細は、参考文献1を参照されたい。図1に方法の概略を示した。MRIスキャナーの中で、それぞれの絵を見ながら、反応ボタンを押すという課題である。

われわれが考案したのは、愛犬家が、自分の愛犬を見た場合と、他の犬を見た場合を比較して、脳の反応部位がどのように異なるかをみて、愛情を感じる部位を確認することを目的とした。対照として、人の顔を見て、家族と見知った人の顔を見せることにした。家族と愛犬を見た場合、図2に示すように、大脳内側面の下部に、家族、愛犬を見た場合に反応する部位が確認された。これまでの種々の研究でも、前帯状回の周辺にこのような感情的な反応を示す部位があることがわかっている。1人1人のデータでは、確実なデータが出ない場合が多いので、10人から20人の被験者について、同様の検査を行い、画素ごとに統計計算をして、有意な部位のみを脳全体から選びだして、脳の部位を示したのが、図2である。

これらのデータと、これまでの、病気や事故で脳の同じような部位に損傷を受けた人の行動の変化とを比較検討して、脳の機能がどこにあるか、こころの機能のある場所はどこかを、1つ1つ明らかにしているのが現状である。

感情や喜び、報酬という比較的動物にも見られるような機能は、大脳深部にあることが多く、必ずしも、大脳皮質、特に、前頭部などが行っている機能ではない。これは、報酬系という、なにかを儲けるという感情は、人だけではなく、動物にもある感情で、たとえば、犬でも、えさを与える場合、しっぽを振って、寄ってくるなどの行動を示す。このような機能は、ドパミンというアミノ酸



図1:課題と提示方法
 上の図は、家族、犬を、知っている、知らないにわけた。
 下の図は、実際に、MRIスキャナーの中で、被験者に見せたものを、順番に並べたもの。

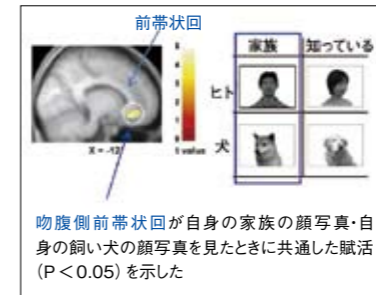


図2:近親感のある人、犬で、反応する部位

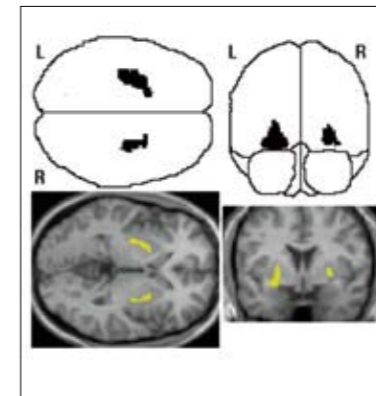


図3:テレビゲームと報酬
 テレビゲームで、ランクが上がると、報酬がもらえるという課題で、大脳基底核底部のドパミンが放出されているということを示したもの。(参考文献2より)



図4:感情、認知、行動に関わる脳
 (参考文献3より)

の一部が関与して、大脳基底核の底部で、反応がみられることが知られている(図3)。

このような、こころの研究は、さまざまな分野で行われており、広くは、精神神経疾患の病態の解明や、犯罪心理の研究、また、経済取引の時の心理的な反応を予測する方法など、多方面に応用され始めている。日本では、まだ十分に認知されていないが、これからの重要な研究分野である。

おわりに

こころ、あるいは、感情、認知など、人の高次の脳機能に関する研究は、fMRIにより、さまざまな方面から研究がおこなわれ、これまで、サルでしか知り得なかった所見が人で直接画像としてとらえられるようになった(図4)。今後、さらに詳細な研究がおこなわれて、脳機能の解明が進むことが期待される。

1つ、重要な注意点としては、研究で得られた結果をどのような面に使うかという、倫理(神経倫理、あるいは、脳倫理)に関する基本的な考え方を研究者がきちんと持つことである。科学は最終的には、人の幸福につながる研究を行う必要がある。

参考文献

1. Shinozaki J, Hanakawa T, Fukuyama H., "Heterospecific and conspecific social cognition in the anterior cingulate cortex," *Neuroreport* 2007 ;18:993-997.
2. Koeppe MJ, Gunn RN, Lawrence AD, Cunningham VJ, Dagher A, Jones T, Brooks DJ, Bench CJ, Grasby PM., "Evidence for striatal dopamine release during a video game," *Nature* 1998 ;393:266-268.
3. Dolan RJ., "Emotion, Cognition, and Behavior," *Science* 2002 ; 298:1191-1194.