

総括論文

脳の働きを通して、人のこころをひもとく

——「こころとからだ」領域のめざすこと

船橋新太郎 (こころの未来研究センター教授)
Shintaro Funahashi

脳の働きとしての「こころ」

「こころ」の意味を『広辞苑』で調べると、「人間の精神作用のもとになるもの。また、その作用」と説明され、さらに具体的に「知識・感情・意志の総体。思慮・おもわく。気持ち・心持。思いやり・情け。情趣を解する感性。望み・こころざし」などの意味が付け加えられている。具体的な意味として列挙されているさまざまな人間の精神作用が、脳の働きと密接にかかわっていることは疑問の余地がない。しかし、脳がかかわるさまざまな機能のうち「こころ」という言葉で表現されるものは、人の性格、思慮・分別のある状態、気持ちや感情、あるいは、他人に対する気兼ね、遠慮、気配り、思いやりなどであり、基盤的な機能である感覚や知覚、運動、記憶、言語などの働きを統合した、より高次の複合的な働きである。

一方、日本人は周囲にあるさまざまなものの中に「こころ」を見出す。生えている木々や植物に、山々に、あるいは自然や宇宙に「こころ」を見出す。「こころ」という言葉には、「ものの中心」の意味もあることが示されている。「こころ」とは、「ものの中心」の意味をもつと同時に、中心にあるその本質、その根本となるもの、それがもつ最も重要な要素や概念やエッセンスの意味をも持っている。「自然のこころ」という場合の「こころ」は、自然の中に見出される中心的なエッセンス、自然の中に存在する根本としての何

か、自然を特徴づける最も重要なものを指していると思われる。同様に、「人のこころ」という場合の「こころ」も、人の性格であったり、行動パターンや能力であったり、感情表現であったりするが、同時に、その人を特徴づけるもの、その人の個性を生み出す根本となっているもの、中心となっているものを指しているように思われる。

このように、「こころ」はさまざまな意味で用いられる言葉であるが、自分自身のこころを認識し理解するのも、他人のこころを認識し理解するのも、そして、自然や宇宙のこころを感じるのも、われわれの脳の働きに拠っている。脳の局所的な損傷によってその人のこころが大きく変化することは、多数の臨床研究が明らかにしている。また、麻薬やアルコールなど、神経系の働きを変化させる薬物の摂取により、一時的に、あるいは慢性的に人のこころが大きく変化することもよく知られている。このような身近な事実は、人の「こころ」が脳によってコントロールされていることを明確に示している。したがって、「こころ」を理解するためには脳の働きの理解が不可欠であり、「こころ」という言葉で表現されている個性、気持ちや感情、他人に対する遠慮や気配りなどを、脳のどのような働きとして理解できるかを考察する必要がある。

「こころ」と前頭連合野の働き

さまざまな機能が私たちの脳によって担われているが、これらの機

能の多くは脳の特定の場所で担われている。たとえば、手足の運動は前頭葉後部にある運動野で、視覚情報は後頭葉で、聴覚情報は側頭葉でというように、大脳では感覚や運動機能の局在がよく知られている。また、運動野や体性感覚野では体の部分に対応した地図である体部位局在が認められ、視覚野では視野に対応した地図が、聴覚野では音の周波数に対応した地図が形成されていることが知られている。このような大脳における機能局在の考えを推し進めると、「こころ」という言葉で表現される個性、気持ちや感情、気兼ね、遠慮、気配り、思いやりなどの働きも、大脳のどこかに局在しているのではないかという考えが生まれる。

「こころ」という言葉で表現されるものは、感覚や知覚、運動、記憶、言語などの基盤的な機能ではなく、これらの働きを統合した、より高次の複合的な働きであることから、大脳にこのような働きにかかわる部位が存在すると考えると、運動野や感覚野ではなく、連合野で担われていると考えられる。事実、有名なフィネアス・ゲイジの例に見られるように、前頭葉の前方にある前頭連合野の損傷によって、個性の変化（積極性がなくなる、自主性がなくなる、無気力になるなど）、感情表現や感情認知の変化、感情制御の困難、社会性の欠如（思いやり、気配り、倫理観、道徳観などの欠如）などが生じることが知られている（図1）。前頭連合野の損傷により、感覚・知覚機能、運動機能、言語機能はもち

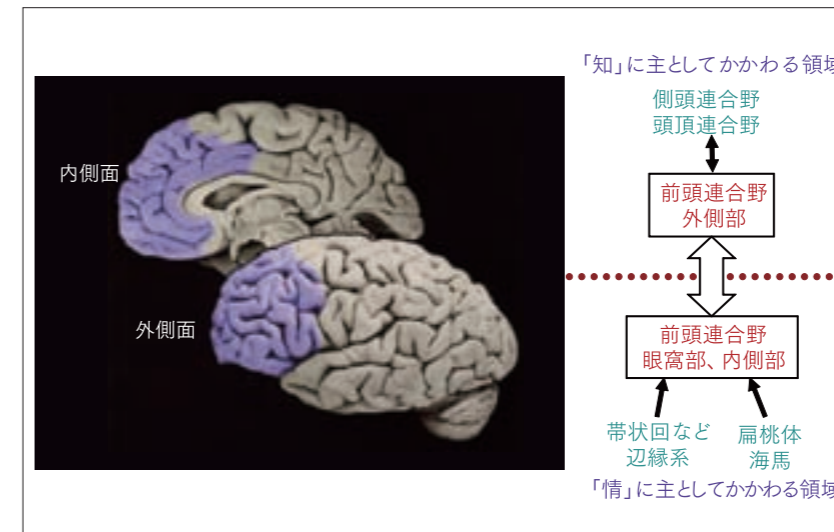


図1 人の前頭連合野(左図の青色の部分)とその働き

ろん、記憶や学習にもとくに障害が見られないにもかかわらず、上記のような変化が生じる。とくに、前頭連合野の下部である前頭葉眼窩部の損傷により、性格や個性の変化、感情的行動の変化、他人に対する気兼ね、遠慮、気配り、思いやりなどの欠如が顕著に生じることが報告されている。また、将来に対する展望や計画性なども失われ、その日暮らしの生活になってしまう。前頭連合野の損傷によって生じるこのような変化を考えると、人の「こころ」の働きにもっとも緊密にかかわっている脳の部位は前頭連合野ではないかと思われる。したがって、人の「こころ」を理解するためには、前頭連合野の働きの理解が不可欠であり、人の個性、感情、社会性が前頭連合野のどのような仕組みによって生み出され、制御されているのかを解明する必要がある。

何かに向かう「こころ」の表現としての「注意」と眼球運動

一方、「こころ」の動きはさまざま、時間とともに、また、周囲の状況とともに変化する。自分の「こころ」がどこに向いているのか、他人の「こころ」がどこに向いているのか。「こころ」の動きを探る方法の1つとして、注意がどこに向けら

れているかを調べることがある。私たちは身のまわりに存在する興味あるものに注意を向ける。周囲で起こった大きな音や突然現れた異様なものに注意が向く場合もあれば、周囲の出来事を無視して、あるものに注意を集中し続ける場合もある。前者は、自分の意思とは無関係に反射的に注意があるものに向くことから、受動的注意(あるいはボトムアップ的な注意)と呼ばれる。一方、後者は、自分の意思で注意のあるものに向けることから、能動的注意(あるいはトップダウン的な注意)と呼ばれる。能動的注意がどこに向けられ、注意を向ける対象が時間とともにどのように変化するかは、そのときの「こころ」の状態や動きと密接に関連している。

一方、「目はこころの窓」と表現されるように、視線の動きによって対象への注意がどのように変化しているかを知ることができ、これにより人の「こころ」の動きを垣間見ることができる。そこで、眼球運動を手がかりとして、さまざまな対象の中から注意が向けられる対象がどのように選択されるのか、選択された対象への注意の維持はどのような仕組みで行われるのか、注意の対象となる刺激とその妨害刺激はどのような仕組みで弁別されるのかなど、能

動的注意にかかわる神経メカニズムの検討を通して、「こころ」の動きを制御する仕組みを明らかにしたいと考えている。

前頭眼野は、前頭連合野の後部に位置し、眼球運動の発現や制御にかかわると同時に、能動的注意機能の制御にもかかわることが明らかにされている。前頭眼野のニューロンは視覚刺激にตอบสนองし、視覚受容野をもつ。これらの視覚応答ニューロンは、視覚受容野の大きさや受容野の視野内の位置に依存したルールで皮質上に配置されていることが知られている。一方、眼球運動にかかわるニューロンも、眼球運動の方向や大きさに依存したルールで配置されていることが知られているが、眼球運動の特徴に基づく配置と視覚受容野の特徴に基づく配置とは異なる。このような視覚情報や眼球運動情報の空間的配置の違いや特徴は動物実験では明らかにされているが、人の前頭眼野でも同様の配置の違いや特徴が見られるのかどうかは明らかではない。また、眼球運動が視覚的な注意機能と密接にかかわっていることから、眼球運動の特徴に基づく配置と視覚受容野の特徴に基づく配置との間には機能的に密な関係が存在すると考えられるが、どのような機能的関係が両者の間にあるのかも明らかではない。

そこで、機能的MRI法により、人の前頭眼野の場所を決定すると同時に、前頭眼野における視覚情報・眼球運動情報の表象パターンを解明し、両者の表象パターンの空間的な関係を検討すると同時に、機能的な関係を検討しようと試みた。8名の実験協力者の前頭眼野の位置を決定し、前頭眼野における眼球運動の特徴に基づく配置(運動情報の表象パターン)を決定することができた。今後、視覚受容野の特徴に基づく配置(視覚情報の表象パターン)の確立をめざすと同時に、両表象パター

ンの間に見られる機能的関係の解明をもとに、あるものに向かう「こころ」の仕組みを明らかにしていきたいと考えている。

「からだ」による「こころ」の支配としての「依存」

私たちの「こころ」を直接目で見ることはできないが、「からだ」の動きや変化で「こころ」の動きや変化を知ることができる。その意味で、「こころ」は「からだ」を制御していると言える。しかし、「からだ」によって「こころ」が支配されることもある。その典型例が「依存」ではないだろうか。薬物への依存もアルコールへの依存も、「からだ」が薬物やアルコールを要求する結果、「こころ」がこれらの物質に委ねられてしまうことによって生じる。したがって、「依存」という現象を探ることにより、「からだ」と「こころ」の相互作用の理解のための有効な手がかりが得られるのではないかと考えられる。

さまざまな新しいメディアや機器の登場とその急速な発達により、これらの機器やメディアへの強い依存が生まれている。携帯電話依存、ゲーム依存、ギャンブル依存などがその典型的な例である。新たな機器やメディアを日々の生活に活用する、余暇に楽しむといった段階を乗り越え、それなしでは日々の生活を円滑に営めないだけでなく、それによって自己の生活を破滅させるに至る例まで現れている。このような依存は一般に「過程依存」と称され、薬物やアルコールなどの依存（「物質依存」と呼ばれる）に見られる特定の物質に対する欲求の亢進ではなく、特定の行為とその結果に対する欲求の亢進によって生じる。

過程依存の中でも、ギャンブルへの依存は大きな社会問題となっている。ギャンブルへの依存は、それが病的で、社会生活上の問題を起こ

してしまうレベルになると、単なるギャンブル好きではなく、精神疾患の1つとしてのギャンブル依存症と呼ばれるようになる。ギャンブルへの依存をモデルに、過程依存がどのようなメカニズムで生じるのか、薬物依存と共通するメカニズムがかかわっているのか、どのようなプロセスを経て重度の依存状態に至るのか、重度の依存状態から回復するにはどのようにすればよいのか、重度の依存状態の人に対してどのような支援が必要なのかなど、過程依存の基礎的・臨床的研究の推進が必要であると同時に、その防止と回復のための対策の立案が急務である。

そこで、「依存」をテーマに、外部の研究者と連携して研究を実施する連携研究プロジェクトを開始した。本研究プロジェクトでは、過程依存に重点を置き、その生物学的な要因に関する基礎的な研究を実施することを計画した。

研究の実施にあたっては、まずギャンブルへの依存に関する社会的な問題を知ると同時に、動物実験などで明らかにされている薬物依存やアルコール依存に関する既知のメカニズムを知る目的で研究会を開催し、薬物依存の神経基盤、依存症の薬理学的側面、ギャンブル依存の社会的問題点、ギャンブラーの賭け行動の特徴などを検討した。また、精神医学、神経科学分野の研究者とともに、薬物を中心とした依存の生物学的要因や社会的な問題の理解、その防止と改善への取り組み、さらに、ギャンブル依存症の診断・治療・支援の具体的な方法やその日米比較、さらに、依存症研究の今後のあり方について討論を行った。

ギャンブル依存をはじめとする過程依存は大きな社会的問題であるにもかかわらず、それに関する基礎的研究はもちろん、臨床的研究も著しく少ない。過程依存の生物学的メカニズムの研究推進はもちろん、その

治療法の確立に向けた基礎的な研究を推進する必要がある。一方、過程依存からの回復を支援する組織や施設の設置、また回復のためのプログラムの整備もほとんどなされていないことが明らかになった。このような精神疾患の存在の社会による理解と、それからの回復に向けた社会からの支援・救済システムの構築も必要である。人間のもつ欲望を制御し、皆が健全で充実したところで毎日を送るためには、基礎科学・臨床科学と社会科学が一体になったこのような研究が必要である。

「こころとからだ」領域がめざすこと

①「こころ」の表現としての感情を知る

脳の働きとしてさまざまな機能を挙げることはできるが、「こころ」という言葉で表現されるものは、人の性格、気持ちや感情、他人に対する遠慮や思いやりなどである。「こころ」の働きとして、知・情・意の3文字が用いられるが、人のこころの動きをもっとも端的に表現するのが「情」である。

感情にかかわる脳部位として、視床下部、扁桃体、帯状回などがよく知られているが、前頭連合野腹内側部も感情表現や感情認知に重要であることが知られている。この部位の損傷により、乏しい感情表現、極端な感情の変化、自己感情の制御の欠如、共感や同情の欠如、社会性や倫理観の欠如の生じることが明らかにされている。前頭連合野腹内側部は自己の感情の表現や制御と同時に、他者の感情の認知にもかかわることが明らかにされている。

頭頂葉や運動前野がかかわる運動制御系では、ある行為の発現や制御にかかわる神経系が、それと類似した他者の行為を観察したときにも作動し、他者の行為の意味を理解する系としても機能していることが知ら

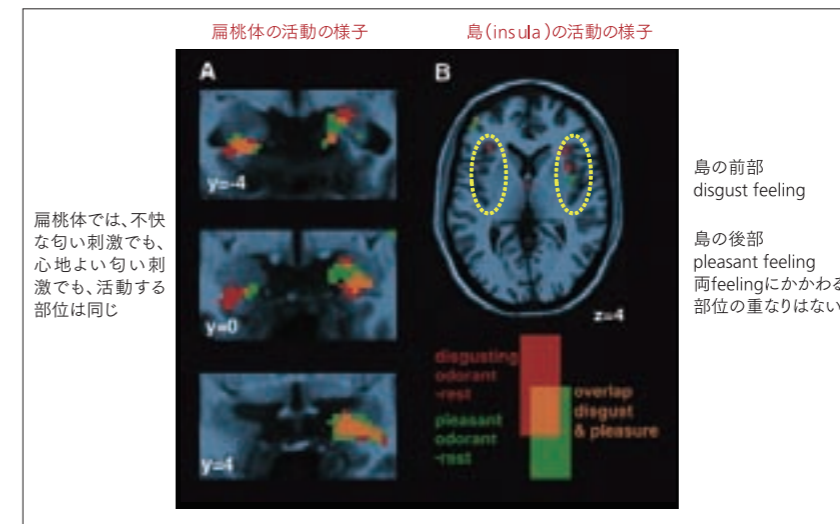


図2 感情にかかわるミラーシステムの例として、側頭葉の内部に位置する島が報告されている。この部位では快・不快の匂い刺激により賦活が見られると同時に、そのような感情表現の表情の呈示によっても賦活が見られる。(Wicker et al. (2003) Neuron 40: 655-664)

れている。このような系はミラーシステムと呼ばれている。他者の行為の目的や意味の理解にかかわるシステムをミラーシステムと呼ぶことから、感情の表現や制御にかかわる脳部位が感情にかかわるミラーシステムとして機能することにより、他者の感情や感情の動きを認知することができるかと仮定すると、共感や同情などの神経基盤を説明できるのではないかと考えられる（図2）。

そこで、「こころ」の表現としての自己の感情を表現する仕組み、自己の感情を制御する仕組みを明らかにすると同時に、このような仕組みが同時に他者の感情の理解に貢献しているかどうかの検討を計画している。前頭連合野腹内側部は、人の損傷研究による知見に加えて、扁桃体や帯状回からの入力を受けることなどから、感情に関する情報処理の最上位中枢と考えられる。同時に、前頭連合野の外側部とも緊密な機能的関係を持っていることから、人の「こころ」の働きのもっとも重要な部分にかかわる部位であると思われる。感情の表現や制御にかかわる前頭連合野腹内側部の神経システムの役割をとおして、「こころ」の表現としての感情を理解したいと考えている。

②自分の「こころ」を見つめる仕組みを知る：メタ認知

私たちは、自分がいま何をしようとしているのか、何を知っていて何を知らないのか、何が得意で何が不得意か、いま何を考えているのかなど、自分自身の「こころ」の状態を知っている。自分自身の認知状態のモニタリング、自身の記憶内容や記憶状態をモニタリングする働きを「メタ認知」と呼んでいる。この働きは自分の「こころ」の状態を認知する仕組みと直結しており、この仕組みを手がかりにすることにより、自分の「こころ」を見つめる仕組みを理解できるのではないかと考えられる。

しかし、メタ認知は人のこころの中で行われるものであることから、

その働きを知る方法は人からの言語による報告以外はない。したがって、メタ認知の研究は、言語によるコミュニケーションが可能な人でのみ可能であると考えられてきた。しかしながら、最近の研究は、巧妙な方法を使うことにより、人以外の動物（サルや鳥など）もメタ認知能力を示すことを明らかにしている。また、脳損傷をもつ人の研究や脳機能イメージング研究は、前頭連合野がメタ認知機能と密接にかかわっていることを明らかにしている。

メタ認知は、認知状態や記憶内容・状態をモニタリングすると同時に、モニタリングの結果をもとに「Yes」か「No」かの反応の方向をコントロールする。そこで、メタ認知には、作動している認知プロセスの機能状態のモニタリングと、そのプロセスを適切な反応に導くコントロールという2つの働きがあると考えられている（図3）。私どもの研究グループは、ワーキングメモリにかかわる前頭連合野の神経機構を解析してきた。明らかになったワーキングメモリにかかわる神経機構を認知プロセスとし、その働きをモニターしコントロールする仕組みを明らかにすることにより、メタ認知にかかわる基本的な神経機構を理解しようとしている。そして、この仕組みを手がかりに、自分の「こころ」を見つめる仕組みを理解したいと考えている。

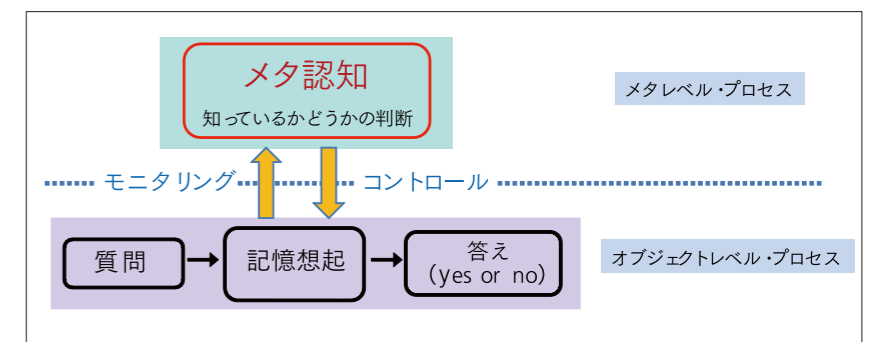


図3 メタ認知のモデル。記憶テストの遂行に直接かかわるプロセスとしてのオブジェクトレベル・プロセスと、それをモニターし、必要なコントロールを行うメタレベル・プロセスから構成される。記憶想起に際して、必要な情報が記憶されているかどうかの判断をメタレベルで行い、それをもとに答えを出す。