

人間的「自己」の生物学的起源を探る 入来篤史

理化学研究所 脳科学総合研究センター／高次脳機能発達研究グループ象徴概念発達研究チーム・チームリーダー

従来、心理学や哲学で扱われてきた人間の知性や心を、脳の活動からとらえようとする研究が進んでいる。人間の高度に知的な精神は、いつ、どのようにして生まれたのか？ 人間の精神を生物学的に解き明かす。

人間精神の生物学

およそ地球上の生物のうちで、「ヒト」の特異性は際だっている。言葉を読み書き話し、文化を蓄積伝承し、文明的な法治社会をつくり、環境を操作し、時には新たな環境をつくってどこにでも生息し、はては深海や宇宙にまで進出する。これらはすべて、ヒトの高度に知的な精神機能のなせる技であり、(原始的な)生物学的現象とは一線を画するものであるとするのが一般的な認識であろう。

しかし、その一方で、これらの特異な行動を産み出すのは、ヒトの脳の機能特性によるものであるということに異議を唱える者もいないであろう。脳は生物学的な器官の一つにすぎないという事実を

再認識すれば、「ヒトの精神的知性の特殊性も、生物学的に説明できると認めざるを得ない」とするのが、神経科学者としての筆者の立場である。であるならば、そのメカニズムの解明に挑まないわけにはいかない。

精神と行動の因果

「人間精神の生物学的メカニズム」という命題は、あまりに荒唐無稽ではなからうか。しかし、先の人間の特異性をよく考え直してみると、それらはすべて「行動」の特性によって表現されていることに気づく。「行動」ならば、それを身体運動に還元し、筋肉を制御する脳神経系の作用として、生物学的に説明できる。しかし、その複雑な行動を「産み出

す」のが人間精神の作用であるとしていたのでは、壁はやはり乗り越えられそうもない。これは本当だろうか。

動物の行動は、環境の中で自然に、おそらくは自動的に振る舞っている結果の現れなのだが、普通ヒトはそれを意思に基づいて発現していると解釈する。解釈するわれわれの脳からすれば、意思を持つのは他の主体の脳であり、対象が動物であれば「擬人化」というが、対象がヒトであればそれは単に意思の「忖度」である。では、対象が自己の脳であったならば、どうだろう。

有名なりベットの実験¹⁾によれば、われわれは「自由意思」によって体を動かしているとなぜか無条件に信じているが、実は意思の発動よりも遙か前から、

脳は身体運動の発現に向けて活動を開始している。つまり、われわれは脳が自動的に起こす身体行動をあとから解釈し、あたかも自分の意思によって身体行動を起こしていると思なしているに過ぎないのである。「行動する主体」である肢体と脳のセット＝「身体」から、「解釈する主体」である「自己(意識)」がいつの間にか独立し、自己の身体を対象化してそれを解釈しはじめたとするならば、この身体行動と自己意識との、付かず離れずの関係性のありようの中に、精神の発露たる人間的行動の基盤を見いだすことはできないか。

人間的行動の構造

ローマ法に由来する現代の多くの法体系では、人間的行動は「動機」「意思」「行為」「結果」という因果関係によってつながった、それぞれ独立した事象の連鎖であると見なされる。「動機(感情)」は環境の中から立ち現れ、「結果」はその環境に対して及ぼされる。

この円環をつなぐのが「行為」であるが、行為を起こす「意思」が介在するかどうかが、法が人間の行動を裁く論点となる。犯罪に相当する「行為」を客観的に立証することは可能であるが、「意思」を物理的に立証するのは難しい。結果は同じでも意思が認められなければ罪一等減じられる。逆に、明らかな悪意があると認められても行為が起さされなければ、法が罪を問うことはない。悪意の発現を抑制した別の「意思」を、その主体の本意と見なさざるを得ないからである。

ところが一部の宗教では、この密かに心に抱かれたいかなる悪意も神によって裁かれる。つまり人間は、自分の「意思」を観察する別の主体を想定することができる。人間はなぜにかくも、この曖昧模糊とした「意思」なるものにこだわるのであろうか。

野生動物における意思と行為の不可分

動物の行動は、すぐそばの環境状況からの差し迫った要請や、そこから湧き起る感情などに突き動かされるように、

利那的ではあるが、その場に即して最適に、かつ最も効果的に発動される。動物の行為にも、「意図や目的」を想定することはできるかもしれないが、それは行為する主体にあるというよりも、むしろ周囲の環境の中にある。そして、発動される「行為の型」は、その場の状況に即して、あらかじめ用意された「行為の型」のレパートリーの中から最適なものが選択されて自動的に発現すると考えるのが適当に見える。すなわち、動物の行動は、目的と行為が分かち難くセットになっており、それを発動する主体は、環境の中で自明に決まってしまうので、みずから意識する必要はない。

サル
サルの脳には、自分が特定の(合目的)行為を行う時に活動するとともに、他者が同様の行為を行うのを観察した時にも活動する神経細胞が存在し、この活動の特性から「ミラーニューロン」と呼ばれる。ここでは、行為とその担い手が、その環境と一体となって表象されている。すなわち、この神経システムは、他者の行為を通して他者の置かれている状況を理解し、自己のとるべき行動を選択する指針とするためにはきわめて有効である。そして、これを野生動物の過酷な生存環境の中での生命維持のために、ほとんど自動的にかつ効率的に利用するためには、「状況」「主体」「行為」というその構成要素の独立性を排除しなければ成立し得ない。

人間文明における意思と行為の分離

冒頭にあげた高度な人間精神の発露たる文明的行動について再考すると、行為の主体の意図、意図を発動する原因となる状況、そして行為そのものの型とが、明確に分離して記述可能であることに気づく。言い換えるとヒトの脳には、企画者の趣意書、工程設計図、その行為を起こすべき状況のそれぞれが、意義をもって独立別個に存在し得るのである。これは、霊長類の一種が人類へと進化する過程のどこかで、突然あるいは徐々に、獲得されたと考えられる以外にはない。われわれヒトの脳内では、どのようにしてこれ

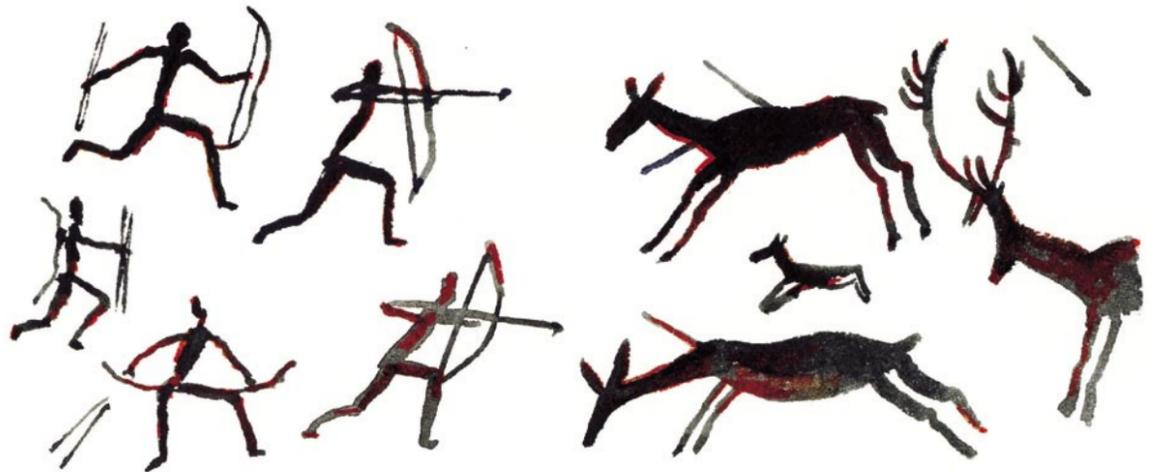


人類が最初につくった道具「石器」

らが分離されて表象されるに至ったのであろうか。

筆者はその契機を道具使用の開始に求めてみたい。われわれはニホンザルも訓練すれば熊手状の道具を駆使して遠方のエサをとることができるようになることを示した。道具を使用するとき、道具は手の延長となって自己の身体に同化し、身体イメージが変化する。この心理的経験に対応して、サルの脳内にある自己の身体イメージを表象する神経細胞では、道具と手を同等に表象すべく活動するようになる。しかも、この活動は、サルが道具をただ持っただけでは変化せず、それを手の延長として使おうと意図した時のみ(実際には使用しなくても)現れた。つまり、この脳神経活動においては、意図、身体、行為が明確に分離して表現されはじめたのである。

ここでは、サルの道具使用は実験者によって訓練された。ヒトの進化の過程では、これが何かの契機により偶発的に起こったのかもしれない。しかし、一度方向性が定まれば、あとは爆発的に進展する。道具はより精緻化、複合化し、やがて技術を産み出し、科学技術文明へと発展していくのに、突然変異による自然淘汰を待つ必要はなかった。行為から分離された自己の意識は、さまざまな行為の「型」に対して独立した興味をもち、その行為を行う自分自身を客観的对象と見なすことができるようになった。その結果、やがて、模倣、定式化、再構築が可能になり、それによって文明が発生したのであろう。そして、その「型」を記述する手段として、言語も並行して生まれたのかもしれない。少なくとも進化史における事実の時系列はそう物語る。



統一的自己の生物的起源

ヒト以前の動物の「自己」は、その身体を制御する脳の回路網の中に埋没されて散在している。そこから滲みだした部分が、さしあたって直近に存在する他者と共鳴し、他者と共鳴している自分を自己の中にある他者の視点をもって再発見することによって、ヒトにおける内省的で継続的な「自己意識」が芽生えたのではないだろうか。とすると、この新しい脳機能は、新たに偶然に生まれた神経結合による、とせざるを得ない。

そもそも、いったいわれわれはいくつの「自己」を持っているのだろうか。感情に突き動かされる行為、他者との即時的関係性に基づく行為、環境からの緊急要請に呼応する行為。これら各種の行為を担う別個の神経系それぞれに、その行為を発動する主体たる「自己」を想定することができる。脳内に分散して表現されていた各種の自己が、道具使用という偶発的行為によって連携し、ネットワー

クをつくって全体的な「統一的自己」を産み出したのではないだろうか。事実、われわれは、道具使用訓練によって、大脳皮質の異なる領域をつなぐ神経結合が新生されることを示した。これが、ヒトの自己意識の起源であり、人間精神の生物学的基盤、文明の謎を解く鍵かもしれない。

翻って、動物ではなぜこのようなネットワークが生まれなかったのだろうか。先に述べたように、自然の一部として環境と一体化した動物的自己は、その過酷な野生環境を生き延びるのに、統一を図る余裕も必要性もなかったであろう。ところがヒトになって、家族愛により、社会により、安全が保証され、好奇心による冒険を許される中で、内省的な統一的自己を産み出す余裕が生まれたのではなからうか。しかし、この安全な社会は、人間的「自己」の連関の産物でもある。鶏が先か、卵が先か。この輪廻を産み出す契機となったのが、先に述べた道具使用ではなかったか、と筆者は思いたい。

*1 リベットの実験
アメリカの神経生理学者ベンジャミン・リベットが発表した一連の実験。被験者に時間を示す動く点を見ながら自由に手首を動かすように求め、手首を曲げようとした正確な瞬間に点がどこにあったかを問うと、実際に運動をはじめる200ミリ秒前に意図を持ったと報告した。同時に運動の制御に関わる補足運動野から「準備電位」を計測すると、実際の行為の開始に約550ミリ秒も先立って生じた。



入来篤史 (いりき・あつし)
「人間とは何か」を知りたくて研究の世界に足を踏み入れた。動物種としてのヒトを人間たらしめる所以を考察し、それを実現するメカニズムを脳活動に求め、その実体を「物理的に観測し」、さらに「生物的に説明」することを目指して、研究に取り組んでいる。専門は神経生理学。

Part 2 新たな学問領域

人間の意思決定 ——心理学と経済学と進化学をつなぐ 亀田達也

北海道大学文学研究科行動システム科学講座教授

人間の行為を「決める」ものは何であろうか? 人間の意思決定に関する研究がかわりつつある。環境や適応といった進化学の視点を取り入れることで、新たな可能性が見えてきた。

私たちは、生きていく中で行為を選択している。こうした選択が意識的なのか、自動的に導かれた結果なのかは、とりあえず問わない。重要なのは、ある行為に「決める」ことが、ほかを選ばないことを意味する点だ。「決める」ことは、「決まる」という側面を併せもっている。社会の中で1人が選んだ行為は、ほかの人

間に影響をもたらす。つまり、「自分が決めている」ように見えても、実は他者が「決めた」結果に応じて、ある行為を選ばざるを得ないはめに陥っているのかもしれない。この結果、社会には、個人にとって望ましくない全体的パターン、誰が望んだわけでもないのに、そう「決まってしまう」パターンが生まれるか

もしれない。このように、人間の行為を「決める」、「決まる」という側面からとらえる考え方を、意思決定論と呼ぶ。人間の意思決定に関する研究は、心理学と経済学を中心に独立に展開してきた。しかし、過去10年ほどの間に両者を隔ててきた壁は溶解し、進化学との連携のもと、大きな統

見えども見えず——機能的MRIで見る色知覚

定藤規弘

総合研究大学院大学教授 生理科学専攻 / 自然科学研究機構 生理学研究所 教授

見えども見えず。日常よく経験することである。これは、絶対に見えているはずである状況にもかかわらず、"気がつかない"状態をさす。その裏返しとしての「意識的な知覚」は、意識的な経験の構成要素と考えられている。見えども見えずの状況では、物理的な刺激と、それに関連する頭の中の「意識的な知覚」との間の暗黙の関係が破綻しているのである。その関係を形成する脳の活動とは何だろうか?

われわれは、色彩豊かな世界に暮らしている。目に届くのは、ある波長成分の光であるが、そこから特定の色の内的な経験(色感覚)を生み出しているのは、われわれの脳である。実際の色を見ているとき、腹側後頭葉領域が活性化することはよく知られているが、この領域が「意識的な色知覚」と直接かわるのかどうかはまだ明らかにされていない。そこで、機能的MRI (functional MRI : fMRI) と呼ばれる脳機能画像法を利用することにより、色覚における「見えども見えず」の状況や、「意識的な知覚」を引き起こす神経基盤を調べる実験を行った。

fMRIは、ある部位の脳血流量の変化を神経活動のパラメータとして画像化し、まったく傷をつけずに外部から人間の脳活動を観察する方法である。

実験では、刺激を一定に保ったまま、異なる色感覚をつくりだすために、マッカロー効果と呼ばれる錯覚現象を用いた。マッカロー効果とは、たとえば緑色の水平縞とマゼンタ色の垂直縞というような補色関係にある縞模様(誘導刺激)を、交互に数秒ずつ合計数分間提示し、その後で白黒の縞模様(テスト刺激)を提示すると、縞の方向によって誘導時の補色に薄く色づいて見える現象である(図1)。

誘導刺激を提示する前後に、白黒の縞模様のテスト刺激を提示し、テスト刺激を見ているときの脳活動をfMRIで測定した。このとき、誘導後に色に注意を向けるようあらかじめ教えておく教示グループと、特に何も教えない非教示グループの二つのグループを設定した。実験の結果、マッカロー効果が被験者全員にほぼ同程度誘導されていたことが確認できた。ところが、

非教示グループでは、約半数の被験者はfMRI実験の最中に色が違って見えることに気づいていたが、残り半数は気づいていなかった。つまり、約半数の被験者が見えども見えずの状況だったことになる。

このときの脳活動を見ると、実際の色刺激に対して有意な活動を示した両側の腹側後頭葉の中で、錯覚の色に気づいたグループでは活動が見られたが、気づかなかったグループでは活動が見られない領域があった(図2)。左側の第4次視覚野(V4)の前方領域(Anterior LV4)である。左側V4は色特異領域とされているが、その中でも前方のより高次元領域が「意識的な色知覚」に関与していることが示唆された。

このような脳機能画像法による脳機能解析は、バイオフィーマティックスの一例である。バイオフィーマティックスとは、生物学的データ解析に焦点をあてたコンピュータサイエンスの一分野であり、バイオ統計が重要な役割を果たす。脳機能画像法は、物理学、医学、工学、心理学、脳生理学、神経科学、統計学、コンピュータサイエンスなど、広範囲にわたる領域の相互作用により生み出され、かつては哲学的アプローチしかなかった領域(たとえば意識的な知覚)へと、その研究対象を広げつつある。ここではその一例を紹介した。

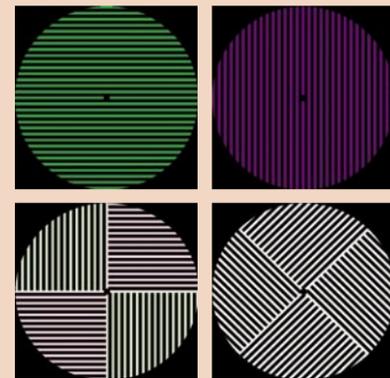


図1 マッカロー効果
マッカロー効果とは、縞刺激の方向にともなって起こる色残効現象である。上が誘導刺激、下がテスト刺激である。縞の方向により、誘導時の補色に薄く色づいて見える(左下)。テスト刺激の縞を、誘導刺激の縞の方向から45度回転すると色は見えない(右下)(McCollough, 1965)。

図2 錯覚色知覚(マッカロー効果)に対応する神経活動
マッカロー効果誘導後に白黒の縞模様を提示したときに見られる神経活動(写真上)。黄色の部分は、誘導前に比べて強い反応が見られた部分であり、マッカロー効果に対応する神経活動を示している。また、錯覚の色に気づいたグループでは、色中枢(左側V4)の前方部分(Anterior LV4)に活動が見られた(写真下)が、気づかなかったグループでは活動が見られなかった。(Morita et al, 2004)

