

自発的な行動の中枢を前頭葉に発見

目的が行動を決めるメカニズム

2003年7月11日、文部科学省においてプレスリリース

前頭連合野は前頭葉の前半部を占め(図1)、複雑な行動を制御する大脳の領域として知られている。前頭連合野の外側部や腹側部の機能についてはこれまでいくつか知られているが、内側部の機能についてはほとんど知られていなかった。また、学習心理学では、刺激と行為の連合のみに重点を置いて研究が行われてきたが、最近の研究では、動物はもっと目的を意識して行動する場合があると報告されている。そこで、研究チームでは、自発的な行動のメカニズムを脳科学の視点から解明するため、報酬の予測に基づいて行為を選ぶようサルを訓練し、前頭連合野のいろいろな部位で神経細胞活動を記録した。

実験では、まず2個の視覚刺激(花1、花2)が示され、サルは刺激に対応する行為(行為1-レバーを引く、または行為2-レバーを保持する)を行う。正解の場合、それぞれの行為に対応する報酬(報酬1-ジュース、または報酬2-音)が与えられる。間違えた場合、どちらの報酬も与えられない。その上で、数十回ご

とに刺激-行為-報酬の対応関係を変え、対応関係が変わるごとにサルは試行錯誤の中から刺激と行為の対応関係を学習しなければならないようにした。

その結果、報酬の予測と行為の意図を同時に表す神経細胞活動を前頭連合野の内側部に発見した。この活動は、特定の報酬と特定の行為が行われるときに見いだされ、報酬予測に合致する行為-報酬の組み合わせを思い出し、行為を選ぶ過程に対応していると思われる。刺激の情報は、まず視覚連合野である下側頭葉皮質から前頭連合野の外側部および腹側部に伝えられ、予想される報酬の情報に変換される(図2)。続いて、予想される報酬の情報は前頭連合野の内側部に伝えられ、報酬と行為の組み合わせの情報に変換される。そして、報酬と行為を組み合わせた情報は前頭連合野の外側部や運動性の連合野である補足運動野などに伝えられ、これらの領域は第一次運動野からの行為の出力を制御する。つまり、前頭連合野内側部は刺激からまず報酬を予想し、この報酬に結び付いた

当研究所は、自発的に行動するときに行動を決める神経細胞を前頭葉に発見した。理研脳科学総合研究センター認知機能表現研究チームの田中啓治チームリーダーと松元健二研究者らによる研究成果。私たちが自発的に行動するときには、目的がまず頭に浮かび、次にその目的を実現させる行動を選んで実行している。適切な行動を選ぶことができるのは、私たちが行動とその結果の関係を思い浮かべることができるからである。今回、サルを訓練して2種類の行動を行わせ、前頭葉のいろいろな場所で神経細胞活動を記録した。その結果、特定の目的に向かって特定の行動を行う前に活動し、目的から行動を決める働きをしている一群の神経細胞を、サルの脳の前頭葉の一部に発見した。この研究をさらに進めることによって、人間が目的に向けて自発的に行動するメカニズムの解明に発展することが期待される。

行為を選ぶプロセスにおいて、中心的な役割を果たしていたと考えられる。

報酬予測を表す神経活動が前頭連合野の広い領域に現れることはすでに解明されていたが、今回の研究では、報酬予測から適切な行為を選ぶプロセスが前頭連合野の内側部で起こっていることを突き止めた。その結果、前頭連合野内側部は目的から行動を決める機能を持ち、自発的な行動において中心的役割を果たしている可能性が出てきた。今回のサルの研究では、目的は「報酬の期待」という比較的単純なものであったが、今後はより高次の認知的な目的が前頭連合野の中でどのように表現され、その目的から行動がどうやって選ばれていくかを研究することによって、自由な意志とは何かが次第に解明されていくことが期待される。本研究成果は、米国の科学雑誌『Science』(7月11日号)に掲載された。

監修 脳科学総合研究センター
認知機能表現研究チーム
チームリーダー 田中啓治
研究者 松元健二

図1 ニホンザルの大脳右半球の外側(左)と内側(右)

上図：前頭葉、側頭葉、頭頂葉、後頭葉を色分けしている。

下図：前頭連合野(ピンク)のうち、赤が報酬の予測を行為に結び付ける部位を示す。

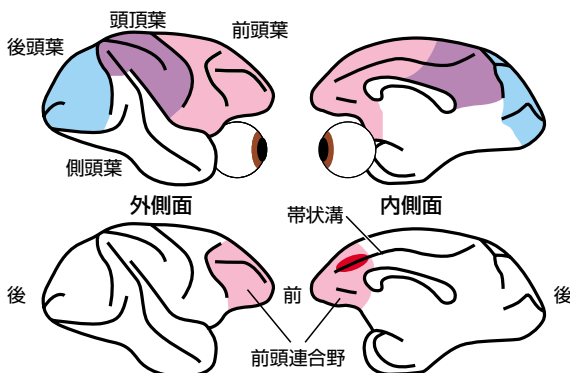


図2 自発的行動における情報の流れ

