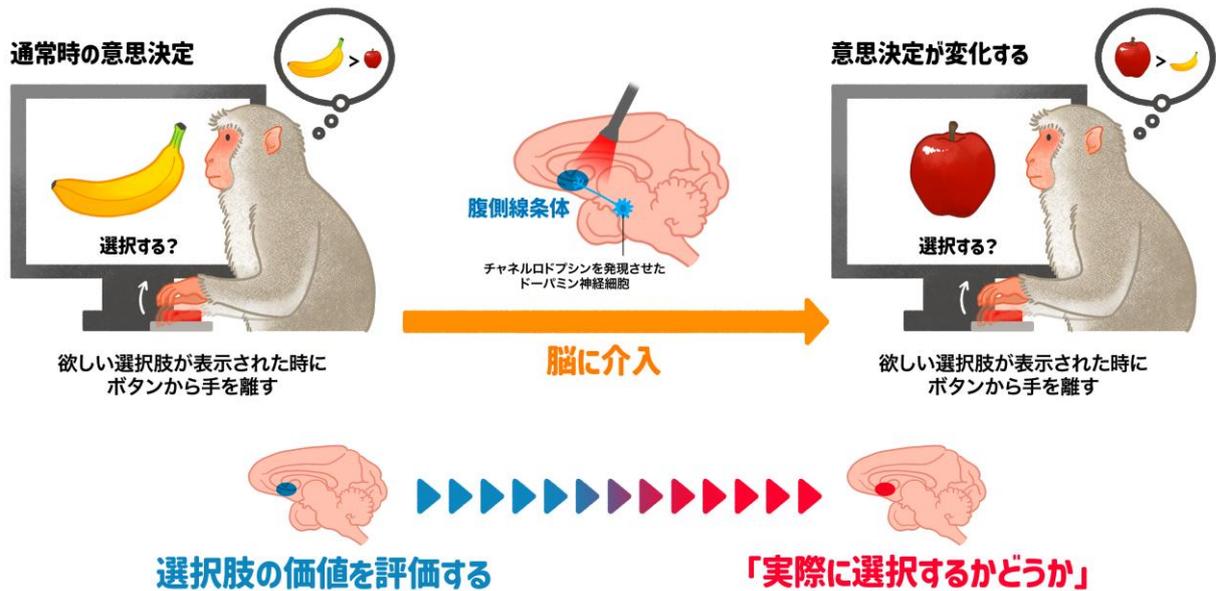


価値を選択に変換する意思決定の神経回路

—神経回路操作によりサルの選択行動に介入—

概要

京都大学ヒト行動進化研究センターの松本正幸教授と筑波大学医学医療系の禰占雅史研究員（研究当時、現：東京都医学総合研究所）らのグループは、サルの脳で意思決定を行う神経回路を探索し、その回路の活動を操作することでサルの意思決定に介入することに成功しました。研究では、サルに選択肢を提示し、選ぶかどうかを決定させました。このとき、腹側線条体と呼ばれる脳領域の神経活動が、まず選択肢の価値を反映し、その後徐々に「実際に選択するかどうか」という意思決定の信号へと変化していくことが明らかになりました。この脳領域が価値情報を意思決定に変換する「橋渡し」の役割を担っていることを示しています。次に、腹側線条体に密に投射するドーパミン神経を光遺伝学と呼ばれる手法で活性化したり、腹側線条体自体を電気刺激すると、サルの選択が変化することが確認されました。これは、ドーパミン—腹側線条体神経回路が意思決定の実行に因果的に関与することを示す証拠です。この成果は、うつ病や依存症など意思決定の異常が見られる病気の理解にも役立つと期待されています。本研究成果は、2026年3月28日午前10時（ロンドン時間）に英国の国際学術誌「*Nature Communications*」にオンライン掲載されました。



腹側線条体が価値情報から意思決定への「橋渡し」を担う

1. 背景

私たちは日常生活の中で、複数の選択肢の価値を比較し、最も利益の大きい行動を選択しています。神経科学の分野では、このような意思決定の仕組みは「強化学習」と呼ばれる理論によって説明されることが多く、脳内では各選択肢の価値が計算され、その情報をもとに行動が選択されると考えられています。

これまでの研究により、腹側線条体^①と呼ばれる脳領域が選択肢の価値を表現し、ドーパミン神経^②が予測と結果の差を示す信号（報酬予測誤差^③）を伝えることで価値を更新することが知られていました。しかし、脳内で表現された価値情報が、どのようにして実際の行動選択へと結びつくのかについては十分に解明されていませんでした。

腹側線条体は情動や報酬処理に関わる「辺縁系」と、運動を制御する神経回路の双方と結びつくことから、価値情報を行動へと変換する役割を担う可能性が高いと考えました。我々の研究グループでは、この仮説を検証し、霊長類の脳における意思決定の神経メカニズムを明らかにすることを目的として研究を行いました。

2. 研究手法・成果

本研究では、マカクザルに対して、提示された選択肢を「選ぶかどうか」を判断する意思決定課題を行わせました。この課題では、サルはまず提示された選択肢の価値を評価し、その後、実際に行動を起こして選択するかどうかを決定します。

研究チームは、この課題を行っているサルの脳内で、腹側線条体の単一ニューロン活動を記録しました。その結果、腹側線条体の神経活動は、選択肢が提示された直後にはその価値を反映していましたが、時間の経過とともに、サルが実際にその選択肢を選ぶかどうかという行動選択の信号へと変化していくことが明らかになりました。これは、腹側線条体が価値情報を行動選択へと変換する過程に関与していることを示しています。

さらに、腹側線条体に投射するドーパミン神経を光遺伝学（オプトジェネティクス）^④によって活性化させたり、腹側線条体自体を電気刺激によって活性化させたりすると、サルの選択行動が変化することが確認されました。これにより、ドーパミン-腹側線条体神経回路が意思決定の実行に因果的に関与していることが示されました。

3. 波及効果、今後の予定

我々は日常生活のさまざまな場面で選択を迫られます。その際、ヒトがどのようにして“意思決定”をおこなっているかについては、「人間の理解」につながる極めて重要な問題であり、心理学や哲学、経済学、人工知能などの学問分野に加え、近年では神経科学においても主要なトピックスとして取り上げられてきました。本研究は、霊長類の脳がどのようにして価値情報を実際の行動へと変換しているのかという意思決定の基本的な神経メカニズムを明らかにしたものです。これにより、たとえばご飯とパンのどちらを朝食に食べるのか、A社とB社の将来性を考えたときにどちらの株を買う方がよいのかなど、価値評価と行動選択が脳内でどのように結びついているのかについて理解が進むと期待されます。

また、意思決定の異常は、うつ病や依存症、衝動制御障害など多くの精神・神経疾患で見られることが知られています。本研究で明らかになった神経回路は、こうした疾患における意思決定異常の理解や、新たな治療法の開発にもつながる可能性があります。一方で、本研究はサルを対象とした基礎研究であり、同じ霊長類であると言っても、人間の意思決定に直接適用するためには今後さらなる研究が必要です。

今後は、この神経回路が他の種類の意思決定（たとえば単純な価値に基づかない、自身ではなく他者を優先するような意思決定）においてどのように働くのかを調べるとともに、関連する脳領域との相互作用についても研究を進めていく予定です。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、文部科学省科学研究費補助金（MEXT KAKENHI）（課題番号：JP16H06567〔研究代表者：松本正幸〕、JP23H00412〔研究代表者：松本正幸〕、JP19K16890〔研究代表者：禰占雅史〕、JP22K15627〔研究代表者：禰占雅史〕、JP22H04922〔研究代表者：井上謙一〕、科学技術振興機構（JST）CREST（課題番号：JPMJCR1853〔研究代表者：松本正幸〕）、および日本医療研究開発機構（AMED）PRIME（課題番号：23gm6510030h0001〔研究代表者：松本正幸〕）の支援を受けて実施されています。

<用語解説>

- ① 腹側線条体：大脳基底核の一部で、報酬や動機づけ、意思決定などに関わる脳領域。価値評価や行動の動機づけに重要な役割を持つと考えられている。
- ② ドーパミン神経：中脳に存在する神経細胞で、報酬に関連した信号を伝える神経伝達物質ドーパミンを放出する。学習や意思決定、動機づけなどに関与する。
- ③ 報酬予測誤差：予測していた報酬と実際に得られた報酬の差を表す信号。脳が価値を学習する際の重要な情報と考えられている。
- ④ 光遺伝学（オプトジェネティクス）：光に反応するタンパク質を神経細胞に導入し、光を照射することで特定の神経細胞の活動を制御する技術。

<研究者のコメント>

本研究では、脳がどのように「価値」を「行動」に変換しているのかという、意思決定の根本的な問いに挑みました。サルが意思決定課題をできるようになるまで1年以上の訓練が必要で、さらに脳内で神経活動を一つ一つ記録し、行動との関係を明らかにする過程は容易ではありませんが、その中で腹側線条体が価値から行動への橋渡しを担う可能性が見えてきたときの喜びは大きいものでした。本成果が、人間の意思決定の理解や精神疾患の研究につながることを期待しています。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Role of the primate ventral striatum as a neural hub bridging option valuation and action selection
（霊長類の意思決定において、腹側線条体は選択肢の価値情報をどの選択肢を選ぶのかを決定する選択指令に変換する役割を持つ）

著者：Masafumi Nejjime, Mengxi Yun, Yawei Wang, Takashi Kawai, Jun Kunimatsu, Hiroshi Yamada, Ken-ichi Inoue, Masahiko Takada, Masayuki Matsumoto

掲載誌：Nature Communications DOI：10.1038/s41467-026-70634-6