

親しい人の顔を学習する神経メカニズムを解明

社会的な関わりの多い親しい人の顔が、物の価値を認識するのと同じ神経メカニズムによって、大脳基底核（特に線条体尾部）という脳の領域で学習されることを明らかにしました。

私たちは、食料を提供してくれる人や日常的に世話をしてくれる人に親しみを感じます。子供やペットにとって、こうした人々の顔を覚えることは生き延びるために重要です。これまでの研究から、長期の経験に基づく学習によって物とその価値を結びつけるには、脳の深部にある大脳基底核、特に線条体尾部が重要な役割を果たすことが知られています。しかし、このメカニズムが、日常生活のような、実験室環境とは異なる複雑な社会的状況でどのように機能するかは不明でした。

本研究では、サルに、親しい人と親しくない人の顔写真を見せ、その際の線条体尾部の神経活動を記録しました。その結果、物の価値を覚えるのと同じメカニズムで、親しい人の顔も脳に記憶されることが明らかになりました。

サルに対して、1年以上にわたって日常的に世話をしてくれている人と、会ったことのない人の顔写真を提示し、線条体尾部の神経活動を記録したところ、親しい顔には強く反応し、親しくない顔には弱く反応することが確認されました。また、同じ神経細胞が、物の価値の大小に対しても同様に反応することが確認されました。この神経細胞は、価値が高いものを素早く見つける行動にも関わっていることから、子供やペットが素早く親しい人を見つけることにも関与していると考えられます。

本研究成果は、脳が社会的な絆を形成し維持するメカニズムの理解を深めるものであり、線条体尾部を含む大脳基底核の障害による疾患（パーキンソン病など）の理解や治療にも役立つ可能性があります。

研究代表者

筑波大学医学医療系

國松 淳 助教

京都大学ヒト行動進化研究センター

網田英敏 特定准教授

研究の背景

私たちは親しい他者を認識し、社会的な絆を形成することで平穏な日常生活を送ることができています。本研究グループでは、脳の深部にある大脳基底核、特に線条体^{注1)}尾部が、長期の経験に基づく学習によって物とその価値を結びつけるのに重要な役割を果たすことを明らかにしてきました (Kunimatsu et al., 2019)。そこで、同経路が長期間の社会的な経験を報酬として符号化している可能性があると考え、今回、その検証を試みました。

研究内容と成果

本研究では、3頭のアカゲザル^{注2)}を用いて実験を行いました。実験対象のサルを日常的に世話している人の顔（親しい顔、参考図 A）、見知らぬ人の顔（親しくない顔）、もしくは、多い報酬に関連付けられた物体（高価値の物体）と少ない報酬に関連付けられた物体（低価値の物体）の画像を用意し、サルが目の前にモニター画面の中央を固視しているときに、その周辺にこれらの画像を提示しました。

サルが上記の画像を見ているときに、線条体尾部の神経活動を調べるため、単一神経細胞外記録を行いました。この方法は標的の脳部位に直接電極を挿入するため空間解像度が高く、また電気信号の計測によりミリ秒単位の時間解像度で神経活動を記録できます。その結果、3頭のサルから記録した68個の線条体尾部の神経細胞のうち、約75%が視覚刺激に対して有意な反応を示し、そのうち約50%は顔の画像に強く反応しました。顔の画像に反応するこれらの神経細胞の多くは、親しい顔に対して特に強い反応を示し、親しくない顔に対しては弱い活動を示しました。また、高価値の物体に対して強い反応し、低価値の物体には弱い活動を示しました。このことから、社会的な親しみの情報と物体価値の情報を同じ神経細胞が保持していることが示されました。さらに、社会的な親しみと物体の価値の弁別度が正に相関することから、これらは脳内で同じメカニズムで処理されていると考えられます（参考図 B）。

線条体尾部は眼球運動を制御する脳領域に情報を送り、価値の高い物体に対する素早い視線移動に関与していることがすでに報告されており、この経路が、社会的に親しみのある人を素早く見つけることにも貢献していると示唆されます。

今後の展開

本研究では、大脳基底核の一部である線条体尾部の神経細胞が、社会的な情報と報酬の価値を同時に符号化する役割を持ち、これによりサルは親しい顔や価値の高い物体を迅速に認識することを明らかにしました。この知見を応用し、異なる社会的文脈や感情状態における線条体尾部の神経活動の解析により、社会的な絆の形成や維持といった社会的相互作用のメカニズムをより深く理解できると考えられます。また、自閉症スペクトラム障害 (ASD) やパーキンソン病などの神経・精神疾患では社会的認知に関連する障害が報告されており、本研究結果はこれらの病態の治療法開発にも役立つと期待されます。

参考図

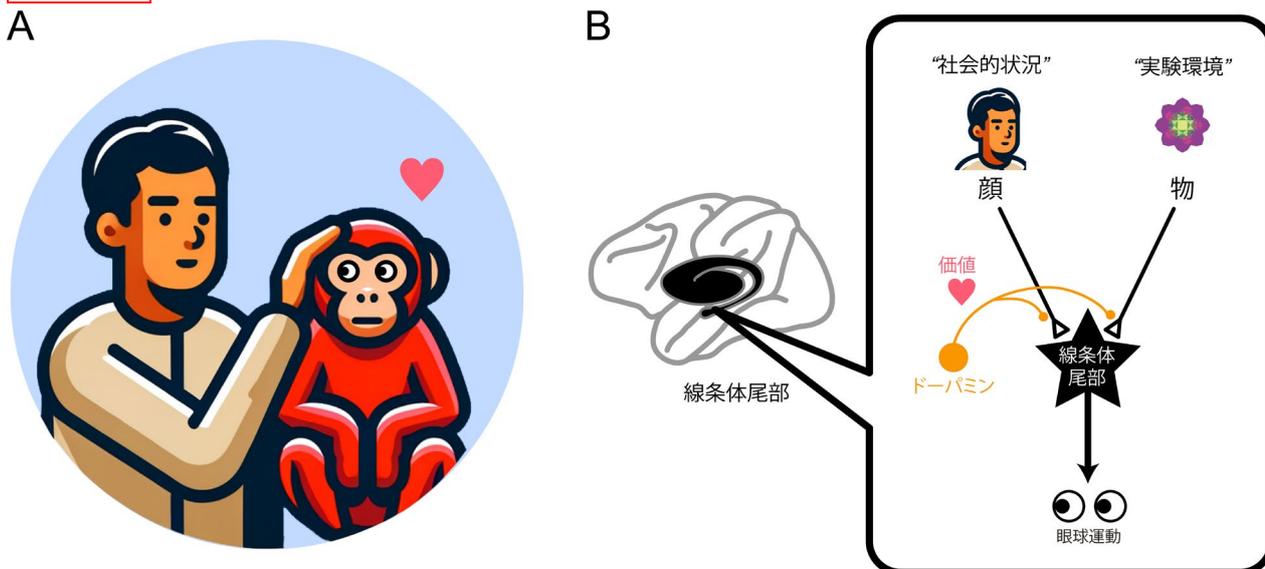


図 本研究で行なった実験の概要

A. サルにとって親しい人の概念図。本研究では一年以上、対象となるサルの世話をを行っている人の顔写真を用いた。B. 線条体尾部の位置と本研究結果の概略。先行研究によると、ドーパミン^{注3)}からの価値情報によって線条体尾部の神経細胞へ伝わる物体の情報が強化される。同様に、顔に対する親しみやすさも、日頃から接することが報酬として機能し特定の顔に対する情報が強化されていると考えられる。

用語解説

注1) 線条体

脳深部にある領域で、意思決定や運動制御などに関与することが知られている。

注2) アカゲザル

ニホンザルと同じマカク属の一種で、ヒトと類似した脳構造を持つ。

注3) ドーパミン

報酬系に関与し、受容体の活性化によって神経細胞間の情報伝達の強さを調節する。線条体の多くの神経細胞がドーパミンの受容体を持つ。

研究資金

本研究は、米国国立衛生研究所、JST「さきがけ」、科研費学術変革領域研究 A「深奥質感」、武田科学振興財団の支援を受けて実施されました。

掲載論文

【題名】 Neuronal response of the primate striatum tail to face of socially familiar persons.
(社会的に親しい人物の顔に対する線条体尾部の神経応答)

【著者名】 Jun Kunimatsu^{1,2,3}, Hidetoshi Amita^{1,4} and Okihide Hikosaka¹

1. 米国国立衛生研究所

2. 筑波大学医学医療系

3. 筑波大学トランスポーター医学研究センター

4. 京都大学ヒト行動進化研究センター

【掲載誌】 iScience

【掲載日】 2024年5月22日（オンライン先行公開）

【DOI】 10.1016/j.isci.2024.110043