

2026 年 9 月 25 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

サルの脳の「浅い層」から 深部へつながる神経回路を発見 —うつ病に関わる脳領域が構成する神経回路の解明へ—

【発表のポイント】

- ウイルスベクター^(注1)を用いた神経トレーシングによって、サルの前部帯状皮質^(注2)の各小領域から扁桃体^(注3)へ情報を送る神経回路の詳細を可視化しました。
- 前部帯状皮質の小領域ごとに扁桃体の各領域とのつながり方が異なり、さらに前部帯状皮質の膝前部では、扁桃体へ情報を送る神経細胞が深層よりも浅層に多く存在するという特徴的な構成が見つかりました^(注4)。
- 前部帯状皮質の機能異常はうつ病との関連が報告されており、本成果は、うつ病の病態解明や将来の治療標的の検討につながります。

【概要】

気分や感情の調節には、前部帯状皮質と扁桃体の機能的な連携が重要ですが、その基礎となる神経回路の詳しい構成は分かっていませんでした。

東北大学大学院生命科学研究科の木村慧助教、筒井健一郎教授らのグループは、ウイルスベクターを用いてサルの脳内の神経回路を調べ、前部帯状皮質の小領域ごとに扁桃体の各領域とのつながり方が異なることを明らかにしました。さらに、前部帯状皮質の膝前部から扁桃体基底核に情報を送る経路では、神経細胞が深層よりも浅層に多く存在していました。脳深部への投射は一般に大腦皮質の深層に多く存在するため、この特徴的な構成は特有の機能を担う可能性があります。本成果は、気分や感情を支える脳の仕組みの理解を深め、うつ病の病態解明や将来の治療標的の検討につながることが期待されます。

本成果は 2026 年 9 月 16 日付で学術誌 The Journal of Neuroscience に掲載され、同誌の注目論文紹介 This Week in the Journal に選出されました。

【詳細な説明】

研究の背景

前部帯状皮質は、気分や感情、意思決定、身体反応の調節などに関わる脳領域です（図1）。この領域の構造や活動の異常は、うつ病をはじめとする気分障害との関連が報告されています。前部帯状皮質はいくつかの小領域に分かれており、それぞれ異なる働きを持つと考えられています。しかし、各小領域が感情に深く関わる扁桃体のどの部分と結びつき、どのような神経回路を形成しているのかは、霊長類では十分に分かっていませんでした。

今回の取り組み

本研究では、ウイルスベクターを利用して神経経路を蛍光タンパク質で標識し、サルの前部帯状皮質の各小領域と扁桃体の神経核とのつながりを詳しく調べました。その結果、前部帯状皮質の小領域ごとに、強くつながる扁桃体内の場所が異なることが明らかになりました。また、扁桃体へ情報を送る神経細胞が浅層と深層のどちらに多いかも、経路によって異なっていました。特に、前部帯状皮質の膝前部から扁桃体基底核へ向かう経路では、扁桃体へ情報を送る神経細胞が深層よりも浅層に多く存在するという、特徴的な構成が見つかりました（図2）。

今後の展開

今後は、今回明らかになった神経経路を通じて、どのような情報が前部帯状皮質から扁桃体へ伝えられているのかを調べます。特に、前部帯状皮質の浅い層から始まる特徴的な経路が、気分や感情の調節にどのような役割を果たすのかを明らかにしていきます。また、本研究を通じて、うつ病などの気分障害で脳内の情報伝達がどのように変化するかを理解し、将来的な治療標的を検討するための基盤になることが期待されます。

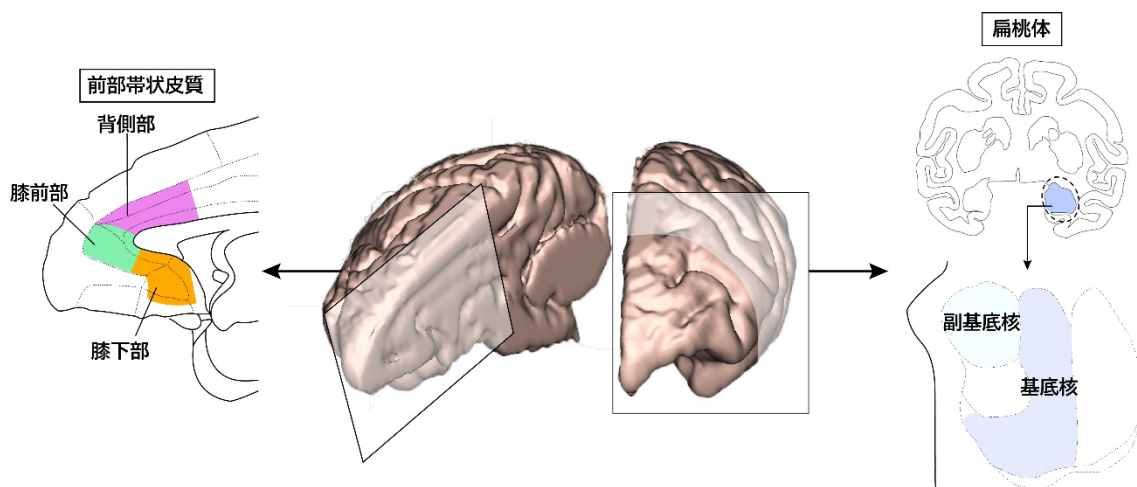


図 1. サルの脳における前部帯状皮質と扁桃体の位置を模式的に示しています。前部帯状皮質は大腦の内側面で脳梁を取り囲むように位置し、機能的に膝前部、膝下部、背側部の 3 つの小領域に分けられます。扁桃体は側頭葉の内側の深部に位置しています。本研究では特に前部帯状皮質の小領域から扁桃体の基底核と副基底核への神経投射を解析しました。

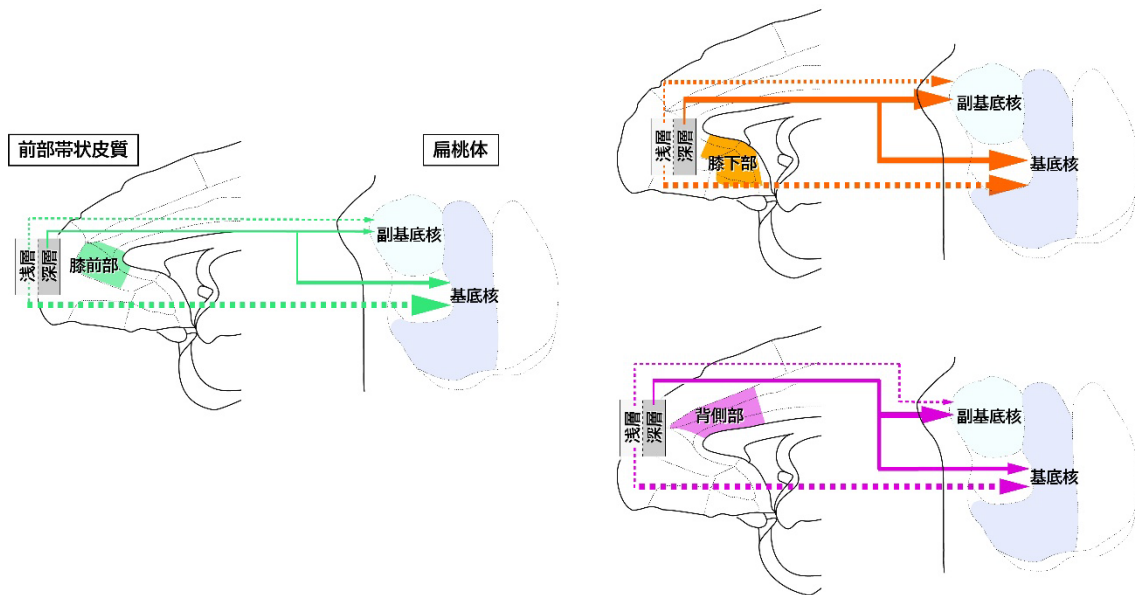


図 2. 本研究により明らかになった前部帯状皮質の各小領域から、扁桃体の各領域へ情報を送る神経回路を模式的に示しています。矢印の色分けは本研究で解析した前部帯状皮質の小領域を示し、矢印の向きは神経投射の方向を表します。矢印の大きさは、各経路において浅層または深層において同定された神経細胞の数を相対的に示しています。前部帯状皮質の小領域ごとに主な投射先や神経細胞が存在する層が異なり、特に膝前部から扁桃体基底核への投射では、深層よりも浅層に多くの投射細胞が認められました。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費（グラント番号：JP24K23229, JP25K18578, JP26K00009, JP22H04922, JP22H05157, JP24K02338, JP24223004, JP26112009, JP26560455, JP17H01014, JP19H05725, JP20H00104, JP23H00073, JP24H00700）、JST ムーンショット型研究開発事業 目標 9 「2050 年までに、こころの安らぎや活力を増大させ、精神的豊かさを獲得できる社会の実現」（グラント番号 JPMJMS2292、JPMJMS2295-12）、経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program：グラント番号 JPMJKP25Y8）、公益財団法人鈴木謙三記念医科学応用研究財団（グラント番号 24-069）の助成を受けて行われました。

【用語説明】

注1. ウイルスベクター

神経細胞に感染するウイルス（アデノ随伴ウイルスなど）が細胞内に遺伝子を運ぶ性質を利用した研究用ツール。ウイルスが増殖するために必要な遺伝子を取り除き、代わりに蛍光タンパク質などの別の遺伝子を組み込んでいる。脳内に注入することで、特定の脳領域とつながる神経経路を蛍光色素で可視化できる。

注2. 前部帯状皮質

大脳の内側面にあり、脳梁の前方から上方を取り囲むように位置する皮質領域。情動や痛覚、認知機能に関わると考えられている。機能的には、膝前部（pregenual ACC）、膝下部（subgenual ACC）、背側部（dorsal ACC）の3つの領域に分けられ（図1）、それぞれ異なる役割を担うと考えられている。

注3. 扁桃核

大脳の側頭葉内側部の深部に位置する、複数の神経核から構成される脳領域。外界や体内から入る情報の重要性を評価し、恐怖や不安などに関わる情動反応や身体反応、記憶の形成に関与している。本研究では、扁桃核を構成する神経核のうち基底核と副基底核に注目した（図1）。

注4. 浅層・深層

大脳皮質は神経細胞の形や並び方が異なる複数の層から構成されている。本研究では、脳の表面に近い側に存在する第II・III層を浅層、白質に近い第V・VI層を深層として分類した。一般に、大脳皮質から扁桃核のような脳深部へ情報を送る神経細胞は深層に多いことが知られている。

【論文情報】

タイトル：Anterior cingulate cortex projections to the amygdala in primates: topographic and layer-specific organization underlying emotion and mood regulation

著者：木村 慧[†]、曾我 ゆふき[†]、吉野 倫太郎[†]、Andi Zheng、野々村 聡、Gaoge Yan、田辺 創思、中村 晋也、大原 慎也、井上 謙一、高田 昌彦*、筒井 健一郎*

[†]共同筆頭著者

*責任著者：東北大学大学院生命科学研究科 教授 筒井健一郎、東北大学大学院生命科学研究科 客員教授 兼 大阪大学 大学院医学系研究科・医学部 招聘教授 高田 昌彦

掲載誌：The Journal of Neuroscience

DOI：10.1523/JNEUROSCI.0671-26.2026

URL : <https://www.jneurosci.org/content/46/37/e0671262026>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科

教授 筒井健一郎

TEL: 022-217-5052

Email: tsutsui@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科広報室

高橋さやか

TEL: 022-217-6193

Email: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp