



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

報道の解禁日(日本時間)

(テレビ, ラジオ, インターネット) : 2025 年 10 月 7 日(火) 午前 4 時

(新聞) : 2025 年 10 月 7 日(火)付朝刊

2025 年 10 月 2 日

報道機関 各位

幼い頃の社会経験が脳を作り替える ～意思決定を支配する神経ネットワークを発見～

【本研究のポイント】

- ・線虫成虫期の意思決定は、幼虫期の社会経験に大きく左右される。
- ・意思決定を支える仕組みは、多くの神経細胞が段階的につながった神経ネットワークである。
- ・神経ネットワークの接続には「ギャップ結合^{注1)}」と呼ばれるチャネル構造が必要である。

【研究概要】

名古屋大学大学院理学研究科の中野 俊詩 講師、中山 愛梨 博士後期課程学生、久本 直毅 教授らの研究グループは、幼少期の社会経験が将来の意思決定を制御する神経メカニズムを発見しました。

「幼い頃に育った環境は、その後の性格や行動に大きな影響を与える」——これは私たち人間にとって当たり前のことです。同じ状況に直面しても、人によって取る行動は異なります。では、その違いは私たちの中でどのように生み出されているのでしょうか。

本研究グループは、モデル生物である線虫 *C. elegans*^{注2)}を用いた解析により、成虫が餌を探すときの行動パターンが、幼虫期の飼育環境によって変化することを発見しました。特に、幼虫期に個体密度が高い環境(=餌の競合相手が多い環境)を経験すると、神経回路状態に持続的な変化が生じることを明らかにしました。

この変化は、多数のニューロンが段階的につながったネットワークによって生み出されます。この接続は、「ギャップ結合」と呼ばれるニューロン同士を結ぶトンネル構造を介します。ギャップ結合は、ヒトを含む多くの動物に保存されている神経接続の基本形式であり、私たちの日常的な意思決定にも、同様の仕組みが働いている可能性があります。

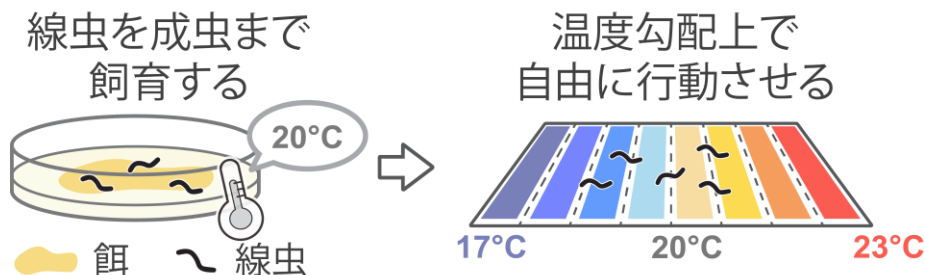
本研究成果は、2025 年 10 月 7 日午前 4 時(日本時間)付 米国学術雑誌『Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)』に掲載されます。

【研究背景と内容】

同じ状況にあっても、行動の選び方は人それぞれです。実は、こうした多様性は野生動物にも共通しています。たとえば、群れの大きさや密度によって、「近くの餌場に留まるか、それとも新しい餌場を探すか」という採餌戦略が変わることが知られています。しかし、その背景にある脳の仕組みはよく分かっていませんでした。

本研究グループは、生命現象の研究に適したモデル実験生物である線虫 *C. elegans* を用いて研究を行っています。線虫の採餌戦略の鍵は、「温度」です。線虫は、餌が存在した場所の温度を記憶し、その温度を手がかりに餌を探索します。この性質は「温度走性^{注3)}」と呼ばれ、線虫を温度勾配上で自由に行動させると、線虫は以前に餌を得ていた時の温度を好むようになります(図1)。

図1：温度走性行動の実験系



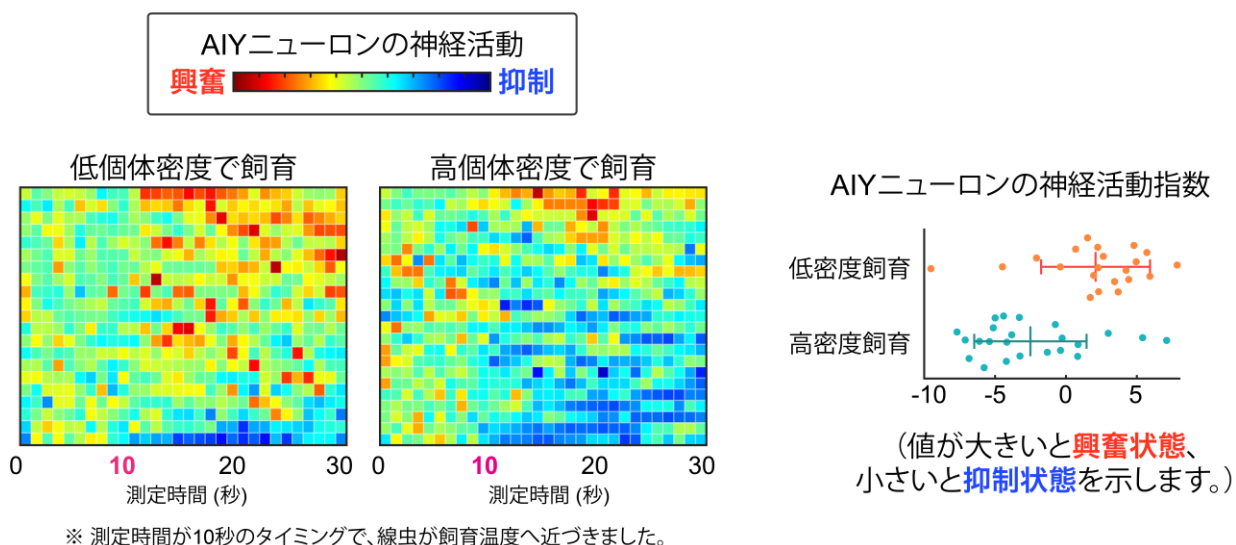
※ 野生株の線虫は、飼育環境の温度域に集まる傾向があります。

本研究グループは、「成虫期における温度走性行動が、幼虫期の社会経験によって変化する」ことを発見しました。高い個体密度で飼育された線虫の一部は、飼育温度域に集まらず、温度勾配上を分散するようになります。この行動変化は、限られた餌をめぐる競合を避けるための適応的な生存戦略を反映していると考えられます。

では、この行動の変化はどのような神経メカニズムによって生じるのでしょうか。解析の結果、温度走性行動を制御する神経回路の中で、「AIY^{注4)}」と呼ばれるニューロンが重要な役割を担うことが分かりました。AIY ニューロンはこれまでの研究から、好ましい温度に反応する性質があり、飼育温度に近づくと興奮し、飼育温度から離れると抑制されることが知られています。

ところが、個体密度が高い環境で幼虫期を過ごした線虫は、この応答が逆転し、飼育温度へ近づくと AIY ニューロンが抑制されることが明らかとなりました(図2)。つまり、かつて餌があった温度域が「プラスの価値」ではなく、「マイナスの価値」を持つように、神経系の情報処理が変わっていたのです。

図2：飼育密度によってAIYの神経活動が変わる

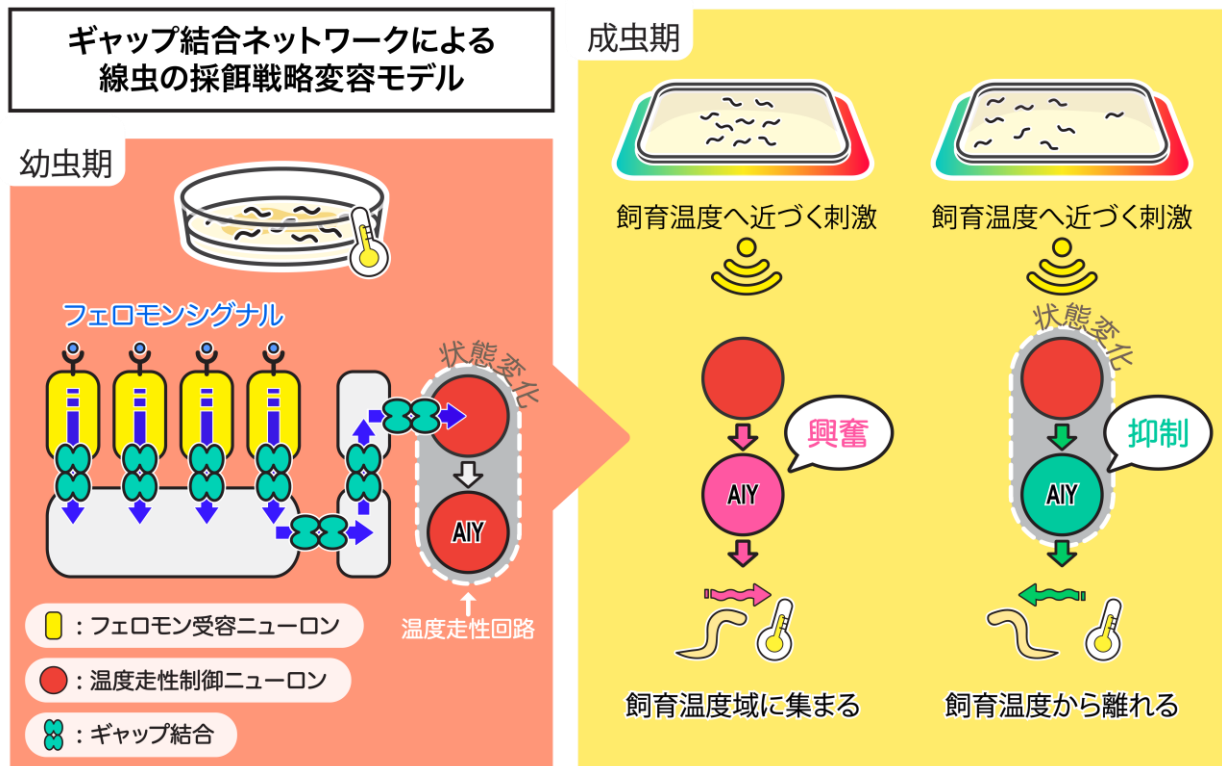


さらに、この神経活動の変調がどのように生じるのかという疑問を、本研究グループは追究しました。線虫は、環境中に放出されるフェロモンを指標として、周囲の個体密度を知覚します。個体数が多いほど、フェロモンは環境に蓄積します。

フェロモンを受容するニューロン群に着目した解析により、これらのニューロンが大規模な神経ネットワークを築いていることが明らかとなりました(図3)。このネットワークでは、ニューロン同士は「ギャップ結合」と呼ばれるトンネル構造によって連結されています。ギャップ結合を介したネットワークは、フェロモンシグナルを温度走性回路(AIYニューロンを含む)へと伝達し、回路状態に持続的な変化を及ぼします。

興味深いことに、フェロモンシグナルによって神経回路の状態が変化するタイミングは、幼虫期のみであることも見出されました。これこそが、幼虫期において個体密度が高い環境を経験すると、意思決定が変わる仕組みです(図3)。

図3：幼虫期のフェロモンシグナルが温度走性回路の状態を変え、結果として採餌戦略が変容する



【成果の意義】

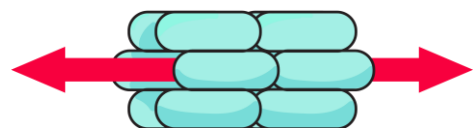
本研究グループは、「幼少期の経験に応じて行動傾向が変わる」という普遍的な現象の神経メカニズムを明らかにしました。線虫では、幼虫期の社会経験が感覚情報の価値づけに影響し、その結果として、成虫期における意思決定の傾向が恒常的に形づくられます。この変化を担うギャップ結合は、ヒトを含む高等動物でも広く保存されたシナプス構造です。本成果は、社会経験によって意思決定を左右するメカニズムが、種を超えて共通する原理である可能性を示唆します。私たちの日常的な意思決定にも、もしかするとギャップ結合ネットワークが寄与しているのかもしれません。

【用語説明】

注 1) ギャップ結合：

チャンネルと呼ばれる構造によって隣接するニューロンが直接結合するシナプス様式。チャンネルは細胞間を繋ぐトンネルの役割を果たし、イオンや小分子の透過を可能にする(図4)。

図4：ギャップ結合の構造



注 2) 線虫 *C. elegans*：

体長がわずか 1 mm の非寄生性の線形動物。神経細胞同士のつながり(コネクトーム)がすべて明らかとなっており、神経系の仕組みを理解するためのモデル生物として世界中の研究で用いられている。線虫遺伝子の大部分はヒトと共通しており、その生命現象も同じ遺伝子・分子によって制御されていると考えられる。

注 3)温度走性(行動):

線虫は、餌と温度を連合して記憶し、過去の記憶を手がかりに餌を探索する。たとえば、餌とともに一定温度で飼育した後に、餌のない温度勾配上で線虫を自由に行動させると、過去の飼育温度へ向かって移動する。

注 4)AIY ニューロン:

線虫の介在ニューロンの一つ。温度走性行動の制御において、主要な役割を担う。線虫が「好ましい」温度変化を感じると AIY ニューロンの活動は上昇し、「不快な」温度変化に対しては、AIY ニューロンの活動は低下する。このように、温度刺激の価値を反映した神経活動を示すことが知られている。

【論文情報】

雑誌名:Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)

論文タイトル:A multilayered gap junction network is essential for social decision-making

著者:Airi Nakayama, Hiroo Kuroyanagi, Hironori J. Matsuyama, Ikue Mori, Naoki Hisamoto, and Shunji Nakano (著者は全て本学の現あるいは元関係者)

DOI: 10.1073/pnas.251057912



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。
国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。

東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

