

これまで、子育てや親子関係については、経験に基づく議論や心理学的な研究が主に行われてきた。黒田公美ユニットリーダー（UL）は、ヒトとマウスに共通する子育て（養育）行動や、子が親を慕う愛着行動に注目して、それらの行動に関わる神経回路のメカニズムを探っている。

親子関係を脳科学で探る

■ 子どもと親を支援したい

京都大学理学部で宇宙物理を学んでいた黒田ULは、医学へ転じた。「宇宙誕生のビッグバン直後のことばは詳細に研究されているのに、母親がいなくなるとなぜ赤ちゃんは泣きだすのかさえ、よく分かっていません。私はもともと子ども好きでしたので、子育てを科学的

に研究して、子どもたちとその発達を支える親たちを支援したいと思うようになったのです。宇宙物理に必要な幾何学が苦手だったこともありますが……（笑）」

大阪大学大学院医学系研究科に進んだ黒田ULは、研修医として精神科の臨床も経験した。「異なる症状や年齢の

患者さんが共通して親子関係に悩んでいることを知り、あらためてその重要性を認識しました」

■ ヒトとマウスで共通する愛着行動を探る

黒田ULは、どのような方法で親子関係を科学的に解明しようとしているのか。「哺乳類の赤ちゃんは未熟な状態で生まれるために、乳を飲ませて子育てをする必要があります。もちろんヒトだけが行う子育て行動もありますが、授乳

ヒトとマウスで共通する愛着行動

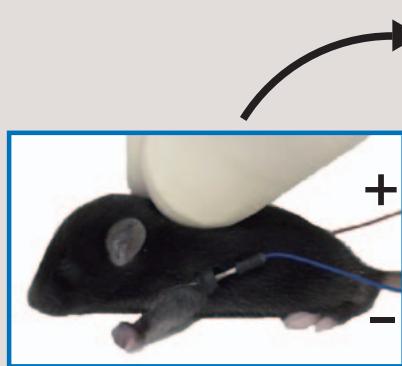
ヒトの赤ちゃんでは、抱っこして座る状態から抱っこして歩く状態に移行すると、3秒ほどで心拍数が大きく低下した（心拍間隔が長くなった）。親にくわえられて運ばれるとおとなしくなる輸送反応を模したマウスの実験でも、つまみ上げると1秒以内に心拍数の明確な低下が見られた。これらの行動は親を慕い協力する愛着行動の一環であり、共通の神経回路が働いていると考えられる。



抱っこして座る



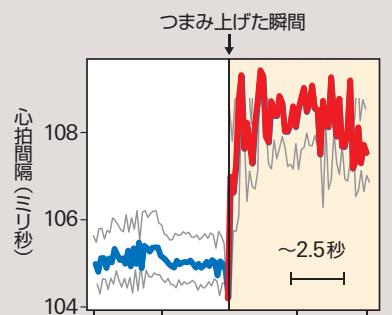
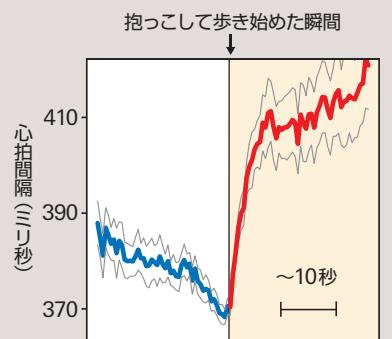
抱っこして歩く



置いたままつまむ



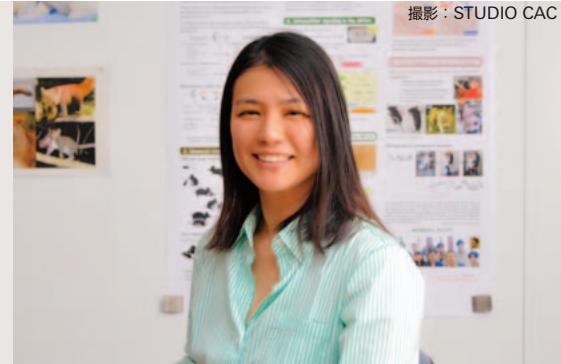
つまみ上げる



黒田公美（くろだ・くみ）

脳科学総合研究センター
黒田研究ユニット
ユニットリーダー

1970年、東京都生まれ。博士（理学・医学）。大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了。大阪大学、McGill大学（カナダ）、理研脳科学総合研究センター精神疾患動態チームを経て、2008年より現職。



撮影：STUDIO CAC

をはじめ種を超えて哺乳類に共通する子育て行動があります。それを担う神経回路は進化的にヒトにも保存されている、と考えられます。そのような神経回路のメカニズムをマウスやラットなどの実験動物を用いて詳細に解明することで、ヒトの子育てに役立つ、科学的な根拠に基づく知識が得られると考えています」

1970年代、自律神経活動の調節や、摂食・性行動の中枢がある視床下部の内側視索前野（MPOA）という場所が、“子どもを育てたい”という本能的な欲求をつかさどる子育ての中枢だ、と指摘された。「その研究を行ってきた研究者たちのほとんどはすでに引退してしまいました。脳科学では、記憶・学習、恐怖や攻撃、性行動などの神経回路のメカニズムについては研究が盛んに行われてきましたが、子育て行動についてはあまり進展してきませんでした」

そのような中、黒田研究ユニットでは、マウスなどを使って、内側視索前野を含む子育て行動の神経回路の解明を進めてきた。

「ただし、親子関係は子育て行動という親から子への一方通行ではなく、子が親を慕う愛着行動もあります。親子関係は子育てと愛着という双方向の行動によって成り立っているのです。愛着行動の科学的な研究は子育て行動よりもさらに立ち遅れています。私は、愛着行動にも哺乳類の種を超えてヒトに保存されている神経回路があり、“親が大好き、一緒にいたい、愛されたい”という本能的な欲求をつかさどる愛着行動の中中枢が

あるはずだ、と考えています」

黒田ULは、ヒトとマウスに共通して保存されていると考えられる愛着行動として、「輸送反応」に注目した。「ヒトの赤ちゃんを抱っこして歩くと、泣きやみ眠ってしまうことがあります。一方、ネコやライオン、リス、マウスの赤ちゃんも、親の口にくわえられて運ばれると、おとなしくなり、丸くなって運ばれやすい姿勢を取ります。それが輸送反応です。どちらもよく知られた行動ですが、科学的に詳しく分析されたことはありませんでした」

黒田ULは、ヒトの赤ちゃんを“抱っこして座る”状態と“抱っこして歩く”状態とで、心拍数や泣く量、自発的運動量がどのように変化するのかを調べる実験を計画した。「二つの状態をどれくらいの時間続けてもらうのか、赤ちゃんの体のどこに電極を付ければ正確に心拍数を測定できるかなど、実験方法を検討する必要がありました。その段階から他人の赤ちゃんに協力ををお願いするのは難しいので、最初は、生まれたばかりのうちの子で検討しました」と黒田UL。

その後、生後6ヶ月以内のヒトの赤ちゃんとその母親12組の協力を得て、30秒ごとに“抱っこして座る”と“抱っこして歩く”を繰り返してもらい、測定を行った。その実験を中心的に進めたのが、Gianluca Esposito国際特別研究員（以下、研究員）だ。

実験の結果、抱っこして座る状態から、抱っこして歩く状態に移行して3秒ほどで、心拍数が急激に低下（タイトル図）。そして泣く量は10分の1、自発的

運動量は5分の1ほどになった（図1）。抱っこして歩くことで、赤ちゃんはとてもリラックスした状態になったのだ。「これほど素早く明確な変化が出るとは予想外でした。さらに、マウスの実験でも同様な変化が現れました。驚くとともに、これは面白い現象だと思いました」とEsposito研究員。

マウスの実験では、親にくわえられて運ばれるとおとなしくなる輸送反応を模して、離乳前のマウスの首の後ろを“置いたままつまむ”と“つまみ上げる”という二つの状態で測定を行った。すると、つまみ上げる状態に移行して1秒以内に心拍数が顕著に低下した（タイトル図）。

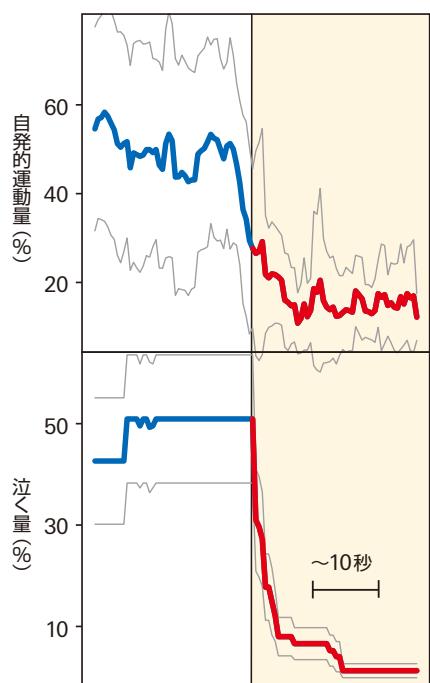


図1 抱っこして歩いたときのヒトの赤ちゃんの行動変化

抱っこして座る状態（青）から抱っこして歩く状態（赤）に移行すると、自発的運動量や泣く量の顕著な低下が見られた。

さらに超音波による発声（鳴き声）回数も減り、おとなしくなって体を丸めた。

このマウスの実験を主に担当したのが、吉田さちね研究員だ。「ヒトとマウスの変化はとてもよく似ていて、進化的に保存された共通の神経回路が働いている可能性が高いと考えられます。そこで私たちは、マウスの輸送反応が、脳のどの場所が働いて実現しているのか、詳しく調べることにしました」

局部麻酔をかけて首の後ろの触覚を妨げたり、持ち上げられて空中を運ばれる感覚を薬剤で阻害したりすると、つまんで持ち上げても、おとなしくしている時間が短くなった。

「さらに、脳機能に障害を持つさまざまな遺伝子改変マウスをつまみ上げて調べました。すると小脳皮質に異常のある遺伝子改変マウスは丸くなる姿勢を取りにくくなることが分かりました（図2）。ただし、遺伝子改変マウスでは、複数の場所に障害があるケースがあり、小脳皮質の異常が原因だとは言い切れません。そこで、外科手術で小脳皮質だけを取り除いたマウスをつまみ上げる実験を行

い、丸くなる姿勢を取れないことを確認しました」と吉田研究員。

輸送反応は親子関係にとってどのような意味があるのだろうか。吉田研究員は、プラスチックのカップの中に、赤ちゃんマウスを入れて、母マウスがそこから救出する時間を測定した。「薬剤で空中を運ばれる感覚を阻害したマウスは輸送反応を示さず暴れてしまうため、阻害していないマウスに比べて、救出に時間がかかりました。野生のライオンなどでは、安全な場所へ子どもをくわえて移動する際、子どもが暴れてしまうと親子に危険が及ぶ恐れがあります。私たちの実験から、輸送反応は、運びやすいように子どもが親に積極的に協力する反応であり、親子関係が相互依存的であることを実証する行動だ、と考えられます」

Esposito研究員は、「子どもだけでなく母親についても、抱っこして座る状態と抱っこして歩くときの心拍数などを測定することで、相互依存的な親子関係を詳しく探っていきたいと思います」と展望を語る。

■ 愛着行動の中枢に迫る

マウスの実験により、輸送反応に必要な知覚入力には、首の後ろの触覚や空中を運ばれる感覚をつかさどる神経回路が関わっており、丸くなる姿勢を取るという行動の出力には小脳皮質が働いていることが明らかになった。

それでは、知覚入力の情報に基づき輸送反応を行うように小脳皮質へ運動の指令を出している、輸送反応の中枢はどこなのか。「それをいま探しているところです」と黒田UL。「触覚や小脳皮質の機能は正常なのに、輸送反応を示さない遺伝子改変マウスを探したり、輸送反応のときに働く脳の部位を見つけたりすることで、輸送反応の中枢を明らかにしたいと思います」

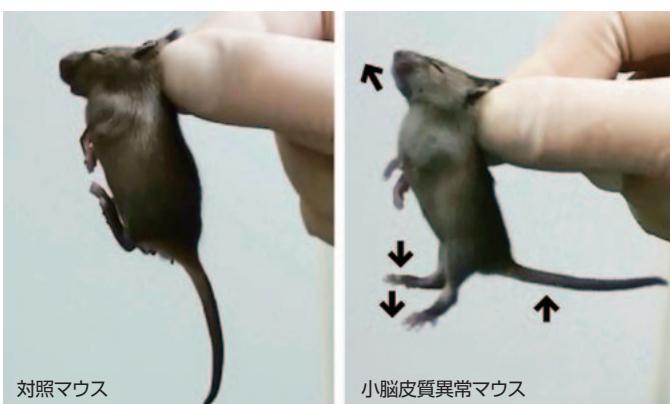
その輸送反応の中枢は、愛着行動の中中枢と一致しているのだろうか。「一致していると期待していますが、まだよく分かりません」と語る黒田ULたちは、新しい実験を始めている。

ヒトの赤ちゃんでは、生後7~8ヶ月になると人見知りをして、抱っこして歩いても、それが母親でなければ泣きやまなくなるケースが増える。「生後6ヶ月くらいまでの赤ちゃんを抱っこして歩くとおとなしくなるのは、反射的な反応です。生後6ヶ月ごろを過ぎると、状況判断が加わるようになり、抱っこして歩いているのが母親かどうかで、反応が調節されると考えられます」と黒田UL。

その調節が、どのような脳活動によって行われるのかを調べるために、吉田研究員たちは離乳間近のマウスを使った実験を進めている。「先ほど紹介した

図2 輸送反応の姿勢制御における小脳皮質の役割

小脳皮質に異常がある遺伝子改変マウス（右）では、つまみ上げても、左の正常な対照マウスのような丸くなる姿勢を取りにくくなる。



関連情報

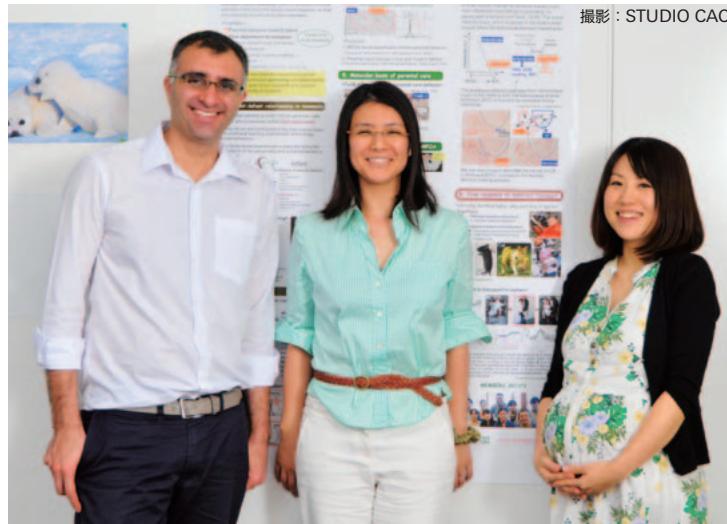
- 2013年4月19日プレスリリース
「抱っこして歩くと赤ちゃんがリラックスする仕組みの一端を解明」

輸送反応の実験は、生後10～13日の離乳前のマウスを用いました。マウスは生後20日くらいで離乳します。その時期になると、母マウスから引き離したり、いつもと違う環境に置いたりすると、つまんで持ち上げても輸送反応を示さないケースが増えます。それぞれの時期のマウスをつまみ上げて、脳活動の違いを調べています」

「母親がいなくなるとなぜ赤ちゃんは泣きだすのか。そのときに働く脳の部位も、このような実験により明らかにできるかもしれません」と語る黒田UL。さらに黒田研究ユニットでは、ヒトとマウスに共通する、輸送反応以外の愛着行動の実験も進める計画だ。「哺乳類の特徴である授乳・吸乳行動の実験はぜひ行いたいですね。さまざまな愛着行動の実験を進めることにより、それらの行動で共通して働く愛着行動の中核を明らかにしたいと思います」

■赤ちゃんの立場を代弁したい

愛着行動の中核を探る研究は、ヒトの子育てにどのように貢献し得るのか。黒田ULは次のように語る。「私たちは、赤ちゃんを泣きやませる方法を知るために、輸送反応の実験を始めたわけではありません。これまでの子育てについての議論や研究は、親の視点に立ったものがほとんどです。子どもの視点に立った科学的な知識が少なく、子どもの行動を誤って解釈している恐れがあります。言葉で意思を示すことのできない赤ちゃんの行動を正しく理解し、代弁したいという思いで、愛着行動の研究を行っています」



撮影：STUDIO CAC

左から、Gianluca Esposito国際特別研究員、黒田公美ユニットリーダー、吉田さちね研究員。イタリアで自閉症の研究を進めていたEsposito研究員は、「自閉症をタイプ別に分類することで、それぞれのタイプに適した治療を行えるようにしたい」と今後の目標を語る。「親子関係だけでなく、兄弟姉妹や恋人・夫婦の関係にも研究対象を広げてみたい」と吉田研究員。

す。子どもの行動を正しく解釈するための科学的知識を増やすことは、結果的に親の育児ストレスを低減することにつながると思います」

■子育ての中核が働かない親はいない

「虐待の問題では、虐待された子どもを救う活動が行われている一方で、虐待してしまう親を助ける取り組みが少な過ぎます」と黒田ULは指摘する。

「親子関係は相互依存的であり、親に幸せになってもらわなければ、子どもも幸せになられません。では、正常に子育てができる親と、虐待してしまう親とでは、脳活動がどのように違うのか。それを知るために、正常な子育て行動に必要な脳の神経回路のメカニズムを明らかにする研究もさらに続けていきたいと思います」

「そもそも“子どもを育てたい”という本能が働かない親はいません」と黒田ULは続ける。「その本能をつかさどる内

側視索前野は生命維持に不可欠な視床下部にあり、そこが正常に働いていないとしたら、そもそも生存できないことがほとんどでしょう。虐待してしまう親は、内側視索前野は正常でも、そこへ情報を伝える知覚入力、あるいは行動の出力に問題があるのだと思います。つまり、子どもを大切に育てたいという気持ちはあるのに、子どもの欲求や行動を正しく解釈できない、あるいは、具体的にどのように子どもに接すればいいのか分からないのだと考えられます」

自身も子育てに奮闘中の黒田UL。「輸送反応の実験方法を検討したように、子育てが研究に役立つことはたくさんあります。しかし残念ながら、研究成果が自分の子育てに役立ったことはまだありません（笑）。今回の輸送反応の研究のように、実際の子育てに役立つ科学的な根拠に基づく知識を増やせるように、研究を進めていきたいと思います」

（取材・執筆：立山晃／フォトンクリエイト）