

農学 動物生命科学 統合動物科学

ストレス耐性に向けた母子関係による  
脳腸相関発達機構の解明

基盤研究(A)

[伴侶動物学研究室] 菊水健史 教授

麻布大学 獣医学部 動物応用科学科

動物が有する社会性に関わる脳機能の解明に向けて、  
マウス実験などを通して、その本質とメカニズムを探る

■統合動物科学

27年度

順位	機関種別名	機関名	新規採択 累計数
1	国立大学	東京大学	20.0
2	私立大学	麻布大学	12.0
3	国立大学	北海道大学	10.0
3	私立大学	近畿大学	10.0
5	国立大学	京都大学	7.0
6	国立大学	九州大学	6.5
6	特殊法人・独立行政法人	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構	6.5
8	国立大学	鳥取大学	6.0
8	国立大学	宮崎大学	6.0
8	公立大学	大阪府立大学	6.0
8	特殊法人・独立行政法人	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構	6.0

動物と親しい関係を築く、伴侶動物学  
動物の社会性を科学的知見から探究

人類の歴史は、動物との深い関わりの中で培われてきたと言っても過言ではありません。野生動物を狩り、家畜化することで食糧を確保する一方、ペットやパートナーとして親密な関係も築いてきました。麻布大学は、1890年(明治23年)に東京獣医講習所として創設以来、126年にわたって、動物との共生・共存を踏まえた教育・研究を実践しています。

その中で、人とともに暮らすペットを中心に、動物が有する社会性に関わる脳機能の解明を目指して研究を行っているのが、獣医学部動物応用科学科の「伴侶動物学研究室」です。同研究室を牽引する菊水健史先生は、その目的を次のように説明します。

「伴侶動物学とは、動物を人間の所有物としてではなく、家族のような親しい存在として関係を築いていくための比較的新しい学問です。というのも、これまでの動物学は、ダーウィンの『進化論』に象徴されるように、動物が弱肉強食の競争原理の中で進化してきたというスタンスで取り組まれてきました。しかし、人間社会もそうですが、競争だけではなく、サポートし合う親和性をもって進化してきたという側面も否定できません。そこで当研究室では、動物の親和的な社会性を科学的知見から解明していくことで、人間社会との接点を考察するとともに、動物と人間が相互にメリットを享

受できる関係性を築いていこうとしています」

幼少期の環境が、脳の発達に与える影響を、  
理化学研究所とともに科学的に解明

動物の社会性に着眼した菊水先生の研究は、動物学の研究者はもとより、他の生物学の研究者、さらには社会学や心理学の分野からも大きな注目を集めています。それだけに、科研費においても多くの研究テーマが採択されています。

そのひとつが、日本を代表する自然科学系総合研究所である「国立研究開発法人理化学研究所」との共同研究を踏まえた「ストレス耐性に向けた母子関係による脳腸相関発達機構の解明」です。ここでは、動物の幼少期における環境が、その後の発達や社会性を形成する上でのどのような影響を与えているかを、特に母子の関係にスポットを当てながら、マウス実験などを通じてそのメカニズムを解明していこうとしています。

「何万个もの卵を産む魚と違って、哺乳類の出生数は限られています。それだけに、哺乳類は生まれてきた個体を大事に育てることで、自身の遺伝子を後世に残そうとします。そのための方法は、主にふたつあります。ひとつは、脳を発育させること。つまり、さまざまな経験を積ませることで、適応能力を高めるということです。もうひとつは免疫力を付けること。体内に異物が侵入した際に、動物はそれを記憶する機能を有しています。これを脳の記憶になぞらえて「イミュノロジカル・メモリー」と呼んでいます。この記憶を幼い頃から重ねることで免疫力は高まります。研究では、これらが母子の関係においてどのように変化するかを、マウスの行動や、血中のストレスホルモンの値を測るなどといった方法で定量的に分析しています。

研究では脳の発達に関して、早期に母親と離れたマウスの行動レベルを解析しました。そのようなマウスはストレスに過敏で、社会性が低く、攻撃性が強く、しかも自分の子供をうまく育てられなくなります。そこで、さらにその行動変異がなぜ起こるのかというメカニズムを分子レベルで追究。副腎皮質ホルモンのひとつであるグルココルチコイドという分子が作用することで、脳内の前頭葉で「脳由来神経栄養因子」が低下することが原因となっていることを突き止めました。

免疫力に関しては、母親と早期に分離したマウスの腸内細菌叢を、無菌マウスに移植する実験を行っています。その結果、無菌マウスと同じ腸内

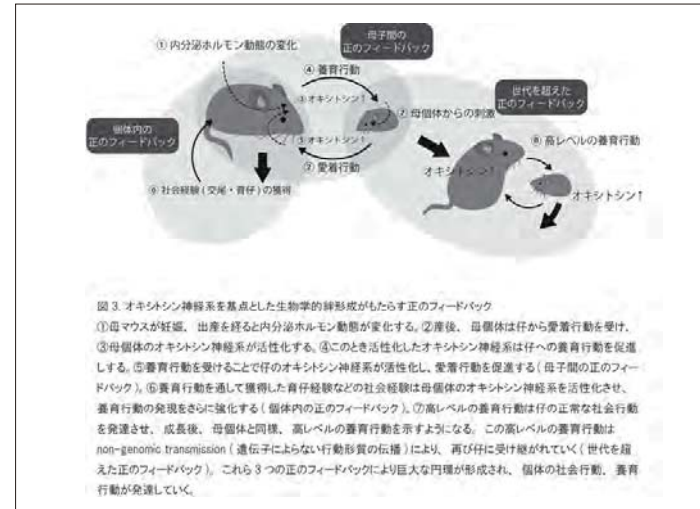


図3. オキシトシン神経系を基盤とした生物学的絆形成もたらす正のフィードバック  
①母マウスが妊娠、出産を終ると内分泌ホルモン動態が変化します。②産後、母個体は仔から愛着行動を受け、③母個体のオキシトシン神経系が活性化します。④このとき活性化したオキシトシン神経系は仔への愛着行動を促進します。⑤愛着行動を受けることで仔のオキシトシン神経系が活性化し、愛着行動を促進する(母子間の正のフィードバック)。⑥愛着行動を通して獲得した育児経験などの社会経験は母個体のオキシトシン神経系を活性化させ、愛着行動の発現をさらに強化する(個体内の正のフィードバック)。⑦高レベルの愛着行動は仔の正常な社会行動を促進させ、成長後、母個体と同様、高レベルの愛着行動を示すようになる。この高レベルの愛着行動は non-genomic transmission(遺伝子によらない行動形質の伝播)により、再び仔に受け継がれていく(世代を越えた正のフィードバック)。これら3つの正のフィードバックにより巨大な円環が形成され、個体の社会行動、愛着行動が発達していく。

オキシトシン神経系を基盤とした生物学的絆形成もたらす正のフィードバック。

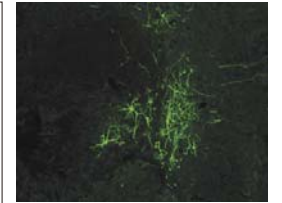
細菌叢が生着すること、また幼少期の腸内細菌叢が脳に影響を与えることも明らかになりました。現在は、それによって脳内の分子がどう変化するか、ストレス反応がどう変わるかを調べています。さらに理化学研究所のエキスパートとともに、問題が生じた個体の脳を改善・回復させるための離乳食の開発などにも力を注いでいます。

相手の痛みを感じ取る共感性とは?  
感情情報処理のメカニズムに迫る

菊水先生は、社会問題の解決へと視野を広げています。それを象徴しているのが、2013年に科研費の「新学術領域研究」で採択された「共感性の分子調節機構」に関する研究です。共感性とは、喜怒哀楽の感情を他者と共有することを意味します。それが動物の脳において、どのようなメカニズムで受容されているかを解明し、究極的には人間社会のあり方にフィードバックしていくことを目指しています。

「共感性とは、相手の痛みなどを感じ取ることで、その最も基本的な機能が情動伝染です。例えば、野生動物では頭が緊張を表すと、それが瞬時に広がり、群れの行動の同期化を促します。このように共感性は、集団の維持のために発達してきましたが、同時に動物も人間のように感情を共有できることが明らかになってきました。実際のマウス実験でも痛んだマウスの横で、それを観察していたマウスの緊張が高まるという現象が確認されています。また、共感性はより近い関係性の相手に対してより発揮されることもわかってきました」

問題は、共感を受容する感情情報処理のメカニズムです。菊水先生は、実際に脳を取り出して活性化した細胞にしか見られない特有の分子を抽



不安を司るマウス前頭葉内の神経細胞。  
この細胞が扁桃体という不安を感じる細胞に  
情報を送り、不安行動を制御している。



人と犬は見つめ合うことでお互いが  
オキシトシンを分泌し、  
情緒的なつながりを生じる。

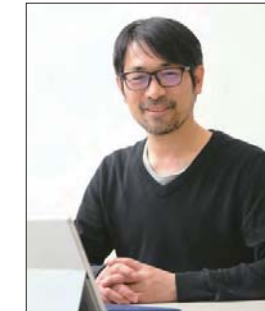
出したり、遺伝子操作により作用するであろう物質を特定するなどといった方法で、共感性のわかる調節の解明に専心しています。

なお、この研究には国の政策決定をサポートするような社会心理学の専門家も参加して、共感のメカニズムに立脚した社会システムのあり様とともに探っています。

高校生へのメッセージ

大学は純粋に研究に打ち込む最後の岩

確かな好奇心を持っている人にとって、大学は純粋に研究に打ち込む最後の岩であると言っても過言ではありません。企業における研究では、コストに見合った成果が求められてしまうからです。特にチームプレーを方針に掲げる当研究室では、学生も貴重な戦力として活躍し、学生が集めたデータから、世界で注目されるような論文も発表されています。これから大学で学ぶ人たちにも、ぜひ高いゴールを目指してもらいたいと願います。



菊水健史 教授  
東京大学農学部獣医学科卒、  
獣医学博士  
三共株式会社、東京大学農学部  
生命科学研究所助手を経て、  
2007年麻布大学獣医学部准  
教授。2009年より現職。  
専門分野は、伴侶動物学、動物  
行動学。