

人の絆を解明する

愛着：人間の絆がどのようなものかが、科学的に解明されつつある。

原文：The ties that bind

Nature Vol.429/(705)/17 June 2004; www.naturejpn.com/digest

Melvin Konner

人と人の絆を、私たちは愛着と呼ぶ。それは、人類が時を刻みはじめて以来、歌や物語の中心的なテーマだった。だが、それが科学的な研究対象になったのはごく最近のことである。フロイト(Sigmund Freud)も「心」が「愛着」をどう扱うのか、いろいろと述べているが、「心理学でとりあえず用いられているアイディアは、やがて、生命有機体の基礎構造から説明されるようになるだろう」と認めていた。いま、私たちは、その基礎構造を知るかすかな光を感じている。

John Bowlby は、最も基本的な愛着、すなわち、一番面倒をみてくれる人に対する幼児の愛着を強調した。Bowlbyの愛着モデルは進化論がもとになっている。すなわち、非常に長い年月の淘汰によって、母親と幼児はお互いの腕で抱き合うようになったというのである。他の点では相容れない敵同志だったフロイトとスキナー(B.F. Skinner)が共に唱えた、幼児は飢餓衝動の強化を通じて愛着を示すようになるという説は、完全に間違っていた。Harry Harlow が、「サルの子の愛」がそんなに単純なものではないことを立証したからだ。サルの子の愛着を巡って、おいしい乳を与える金網製のサルの代理母は、温もりと接触の慰めだけを与えたもう一つの無生物の代理母に勝てなかったのである。この実験と他の観察結果から、Bowlbyは、愛着は幼児に生まれつき備わっているもので、予め決められた段取りで現れるようにプログラムされているのだと推論した。人類学上の証拠も、この一般モデルを裏付けている。あらゆる文化で、愛着行動——たとえば、困って一番の養護者を頼り、しがみつき、優先的に悩みを鎮めてくれるその人物を特別視するなど——は、生後半学期(7～12ヶ月)になると非常に強くなる。

乳児期のこの段階で、大脳辺縁系の主な経

路がミエリンで覆われてくるのも、おそらく偶然ではない。これにより、情動を処理する皮質下回路およびそこから前頭・帯状皮質へのつながり具合が向上する。直接的な証拠はないが、このことが幼児の側からの絆を促進すると仮定してもよいだろう。

もう一方の側からの結びつきのためには、人間以外の多くの哺乳類ではオキシトシンが極めて重要だ。このペプチド・ホルモンはまた、母乳分泌や子宮収縮にもかかわっており、産後の母親を回復させ、幼児に向かって正常に反応させるようにはたらく。オキシトシン・ノックアウトマウスには、妙な社会的健忘症が発現する。そして、強い母性行動を示すハタネズミ種は、母性行動が弱い近縁の種と比べて、脳のオキシトシン受容体の分布が異なっており、より分布密度が高くなっている。Sue Carter は、この脳のパターンが母性の領域だけでなく、他の形態の親和行動にも関係していることを明らかにした。

しかし、雄に子や配偶者への愛着を感じさせるには、Thomas Insel が示したように異なるホルモンが関係してくる。バソプレシンは、水分バランスに欠かせないものとして、生理学者によく知られており、オキシトシンと同じように、バソプレシンも脳の神経伝達物質である。両方とも、ホルモンのバソトシンから一つのアミノ酸の置換により進化したものだ。バソトシンは、海カメのような爬虫類では、巣作りや産卵の際に働く。哺乳類の親の行動は、もっと複雑なので、より精巧なシステムが必要になるわけだが。

プレーリー(大草原)のハタネズミの雄は、父系の一雌一雄タイプだが、山地のハタネズミの雄には多くの交配相手があり、子の世話は雌に任せてしまう。プレーリーのハタネズミの献身的な行動の原因は、雄の脳全体に戦略的に配置されたバソプレシンの受容器、特

にV1a受容器である。6月17日号のNatureでは、Larry Youngの研究室のMiranda Limたちが、CarterとInselの研究を基にした成果を発表している(Nature 429, 754, 6993; 2004 参照)。草地のハタネズミは、普通は乱交タイプなのだが、一つの遺伝子でガラリとふるまいが変わる。前脳部に届くウイルス性ベクター中に、プレーリー・ハタネズミのV1aを導入すると、草地のハタネズミは生涯同じ雌の伴侶と生活を共にするようになる。プレーリーのハタネズミに見られるように、遺伝子を改変された草地のハタネズミは、バソプレシンにより活性化されたドーパミン作用性の報酬回路を持つという。このことは、彼らが、たてまえでなく、つがいの絆を好んでいることを示している。この考えは、同号でEvan Balabanによってさらに詳しく論じられている(Nature 429, 711, 6993; 2004 参照)。同じ仕組みで、人間以外の霊長類、ましてや人間の男性の愛着まで説明できるかどうかは定かでないが、いつの日か、ある種の男性に薬剤が与えられるかもしれない可能性を考えることは面白い。

私たちは、終生の伴侶を誓う錠剤の構想には手が届かないが、ロマンスの神経学には、かなり近づいている。最近の研究では、愛に首ったけの被験者たちでは、前帯状皮質や脳の島や尾状核が異常に活性化されていることがわかった。また、こうした被験者たちの血小板中のセロトニン輸送物質が低濃度であることもわかった。(当然のことながら、おそらくセロトニンに関する限り、強迫神経症患者の測定値は恋に盲目になった人たちの測定値によく似ていることだろう)

だが、多くの疑問が残っている。もし、恋慕の情が長期的な関係になったとしたら、いったい何が起きるのだろうか？ プレーリーのハタネズミの絆を強めるオキシトシンやバソプ

レシオンといった神経化学作用の働き者が、人間にも通用するだろうか？ 親と幼児も、お互いに好きになるとき、成熟した幸薄き恋人たちと同じ回路を使っているのか？ 見合い結婚をしてから、「お互いに愛することを学ぶ」とき——この世がはじまって以来ほとんどの人がそうだったわけだが——それは神経学的にみて、ロマンチックな興奮状態の爆発から徐々に静かな愛の絆へと移行した場合と似ているのだろうか？

もっと現実的な疑問もある。米国の新しい大規模な研究結果は、質の悪いデイケアサービスが、幼児の愛着とコルチゾール・パターンを変えてしまう可能性を示している。この影響は、その幼児が形成する人格への悪い兆しなのか、それとも、成人期へ適応していく途中の異なる経路にすぎないのか？ その対極にあるのが、たとえばルーマニアの孤児のように、非常に恵まれない幼児たちが「反応性愛着障害」と呼ばれる症候群に罹ることがあることだ。この症状は、後々の人間関係での異常性へとつながる。脳撮像と神経薬理学によって、こうした障害の治療法が発見され、自閉症スペクトル障害にさえ役立つかもしれない。愛着は、物理学者にとっては統一感のない現象に見えるかもしれないが、実は、人間の幸福の最も重要な決定要因の一つであり、科学的な焦点を当てるべきなのである。 ■

筆者の Melvin Konner は、エモリー大学の人類学科に所属している。The Tangled Wing: Biological Constraints on the Human Spirit (改訂版)の著者。

FURTHER READING

- Bowlby, J. *Attachment and Loss* (3 vols) (Hogarth Press, London, 1969–1977).
- Cassidy, J. & Shaver, P. R. (eds) *Handbook of Attachment: Theory, Research, and Clinical Applications* (Guilford, New York, 1999).
- Konner, M. in *Hunter-Gatherer Childhood* (eds Hewlett, B. & Lamb, M.) (Aldine, New York, in the press).
- Insel, T. R. *Rev. Gen. Psych.* **4**, 176–185 (2000).
- Fisher, H. E., Aron, A., Mashek, D., Li, H. & Brown, L. L. *Arch. Sexual Behav.* **31**, 413–419 (2002).
- Bartels, A. & Zeki, S. *NeuroImage* **21**, 1155–1166 (2004).

細菌の概日時計

Carl Hirschie Johnson

細胞集団はきわめて正確かつ安定な概日振動を示すことができる。しかし細胞間の連絡がない単独の細胞でもこういう正確なリズムを発振できるのだろうか。藍色細菌では、どうやらそれが可能らしい。

原文: *As time glows by in bacteria* Nature Vol.430(23-24)/1 July 2004; www.naturejpn.com/digest

細菌にも時差ボケがあるのだろうか。そんな質問はばかげていると思われるかもしれない。20年前には専門家たちもそう思っていた。約24時間周期で見られる遺伝子発現や生理状態、行動のリズム(概日リズムという)を調節するのに必要な体内時計(生物時計ともいう)を装備するには、細菌はあまりにも「単純」すぎると考えられたからだ¹。しかし、この20年間の進歩は大きかった。今では、藍色細菌(シアノバクテリアまたは藍藻類ともいう)にもしっかりした概日時計が備わっていて、体内の全遺伝子の発現を制御していることがわかっている。実際、藍色細菌は体内時計研究における最先端領域の研究材料となっており、とりわけ、体内時計タンパク質の構造研究や進化における概日リズムの重要性を探るために役立っている。藍色細菌は今後も活躍しそうな勢いである。

Nature 7/1号 p. 81のMihalcescuたち²の報告で、単細胞の概日リズムを解析するための新しいモデル系として藍色細菌にスポットライトが当てられたからだ。

1個の細胞でも概日時計機構を持てることは、哺乳類の体内に散在する神経細胞はもちろんのこと、単細胞種である*Acetabularia*^{3,4}や*Paramecium*⁵などの細菌以外の生物(真核生物)の研究からわかっている。しかし、この種の細胞の1個1個は少々「いい加減」な1日単位の振動をしていて³⁻⁶、こうした細胞の集団の概日リズムは、定常環境下で時間が経つにつれて減衰する傾向が見られる。この減衰現象からみて、集団内の個々の細胞の振動周期にはノイズや変動性があるために細胞の時計が非同期化したと考えられる。

それでも長年の認識として、多細胞生体系では1個の細胞から別の細胞へ位相情報の連

絡があり、それが個々のノイズのある細胞の振動を連動させ、正確に振動する1つのネットワークを作りあげているのだと考えられてきた⁷。その例えとして聴衆の拍手があげられる。人々が集団で同時に拍手するほうが、ひとりひとりでたく拍手よりもリズムが正確に刻まれる⁸。別な例えとして、いっせいに足を振り上げるラインダンスを思い浮かべてみよう。拍子をとる音楽がない状態で足を上げる場合、大勢でやるラインダンスでは全員で足をそろえるというフィードバックが働くため、ダンサーが1人きりの場合よりもリズムが正確になると予想される。

実際、定常環境に置かれた藍色細菌集団の遺伝子発現に見られる概日リズムは、感嘆するほど安定していて正確である^{1,9}。藍色細菌の概日リズムを調べている筆者らは、この細菌は細胞どうしが互いに連絡し合っているで、こんなに正確にリズムを刻むのだと考えていた。そうだとすれば、単独の細菌細胞の振動は、集団の細胞の振動に比べて結構「いい加減」なはずである。

E Mihalcescuたち²は、我々の抱いたような先入観に惑わされなかった。彼らが使ったのは、概日時計が作動すると遺伝子調節領域(*psbAI* プロモーター領域)にスイッチが入って発光する、自己発光型の藍色細菌株¹⁰だ(図1)。そして超高感度の自動顕微鏡画像化装置で、これらの細胞の発光リズムを観察した。1個の細菌細胞が発する弱々しい光の点を検出する技術は、遠く離れた星のかすかな光を検出する技術に近く、それぞれの目的で使われるカメラもよく似ている。

こうして得られた結果は劇的なものだった。単独の細菌の発光リズムは、集団が刻むリズムに比べても遜色なく正確に刻まれたの