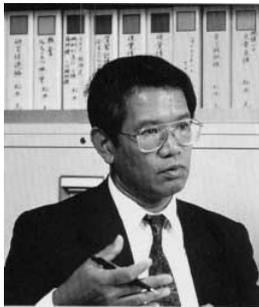


LOVE

脳と心

——愛は脳を活性化し育てる(その2)——



松本 元

まつもと・げん

1940年、東京生まれ。東京大学理学部物理学科卒業。通産省工業技術院電子技術総合研究所にて、神経の研究に従事。89年より、同研究所超分子部長、筑波大学教授を併任し、脳の学習・記憶のメカニズムを、そして『人間とは何か』を追及。従来宗教などが果たして来た役割について、科学の側からアプローチし、『愛は脳を活性化する』が持論。著書に、『神経興奮の現象と実体』、『脳と学習のメカニズム』、『脳とコンピュータ』など。

脳科学から心の理解への切り口

人は情報を自己生成する系である。外界や内面の状況を感じ器を通して脳に入力し、情報処理する。そして学習・記憶して内部状態を変更し新たに蓄積するとともに、外部や身体へ情報として、また物理化学過程として出力する。この系は、自己の状態が良いと判定すると発展し、逆に良くないと判定すると抑制される。そこで、脳の情動系での情報判断基準に、「現在の自分の状態をそのまま受容したい、されたいという欲求(受容欲求)」が存在することになる。同時に、系全体の物質とエネルギーに関する判定基準として、生理欲求(第1次欲求)が生得的に備わっている。成長の初期段階では、この2つの欲求基準に照らして、自分の状態や外部の情報を判定し、系の時間発展の方向が決定される。

脳は非線形非平衡系として構造的にも機能的にも極めてよく発達した構造体であるが、まったく無秩序な状態から時間発展するのではなく、進化の過程で、情報系として極めて良い状態に自己組織化されるよう(性善)に、遺伝的に既に情報が与えられた系である。この時間発展に関する遺伝情報が受容欲求と生理欲求である。人が他の動物と特に区別される点は、進化の過程で特に「受容欲求」が強化された点であろう。「心」という観点から「人とは何か」を考えると、このことは特に重要である。それは後で考察するように、この欲求の充足・不充足が脳の自己組織化の方向を決定するからである。すなわち、この受容欲求の強化が進化の過程で遺伝的にまず獲得されたことで、人の脳への飛躍的進化がなされた、と考えられるからである。

受容欲求が生得的(遺伝的)であることは、乳児にほほ

えみかけ抱擁することで乳児がいかに喜び安心するかを考えるだけでよく判る。実際、養育の過程で乳児の受容欲求を絶ってかかわらないようにすると、いかに生理欲求を充足したとしても、乳児は育たず死んでしまうという報告もなされている。

また、快・不快情報として受け取られる欲求の充足・不充足の程度が大きければ大きいほど、強い情動情報として学習され脳に記憶される。

情動情報に関するもっとも基本的な生理実験として古典的条件学習がある。ルドー(LeDoux, J.E)達は聴覚情報と情動刺激を組み合わせることでネズミの脳での情報処理伝達路を研究した。(図1a)この結果、聴覚入力は視床から扁桃体に直接入力する径路と、大脳皮質の聴覚野から海馬を通して扁桃体に入力する径路が並存することを見いだした。さらにルドー達は、情動情報処理の特徴として、扁桃体への直接入力により、時間的に速いが感

図1
ラットの古典的条件学習実験の概念図

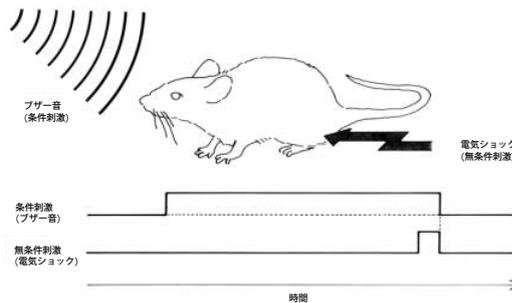
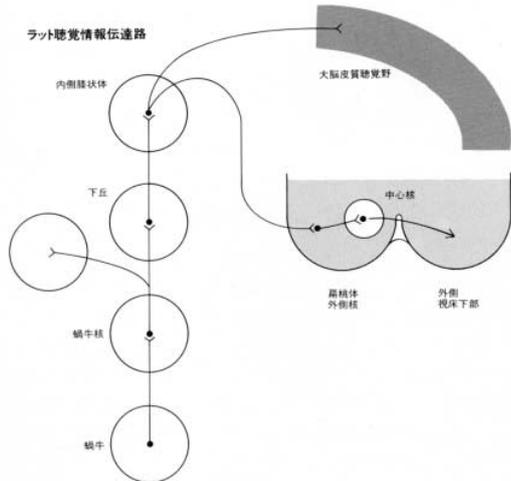


図1a:ネズミに条件刺激としてブザー音を聞かせ、無条件刺激として足に電気ショックを与える。この組み合わせによって条件学習が成立し、ブザー音だけで恐れによる逃避行動(血圧上昇と身体硬直)を起こす。この不快情動行動の脳内情報処理伝達路にマーカー物質を注入し、この局所部位を損傷して行動を観察した。

図1b:条件学習付けられたネズミに電気ショックなしにブザー音だけを与え続けると、条件反応(血圧上昇と身体硬直)は徐々に小さくなり、1~2ヵ月後には行動面に条件反応が見られなくなる。しかし大脳皮質の聴覚野に損傷を与えたネズミでは、古典的条件学習は成立するが、条件反応は消去も緩和もされなかった。

図2



覚情報の認識としては質の低いレベルと、大脳皮質を介している為、情報処理に時間を要するが質の高いものが並存することが生命体の維持に極めて重要であると考えている。(図2)

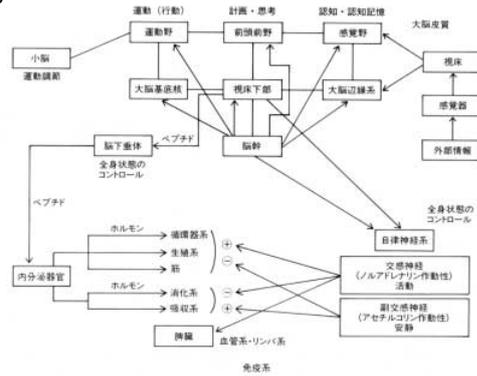
このことは例えば、われわれが足下に細くて長いものを見た、と思った時のことを考えると納得できる。われわれの感覚器はこの情報を、視床を介して直接扁桃体に送り、足下のもがまだはっきりと認識されていないけれど「怖い」と感じて、身体は逃げ血圧は上昇し心臓はドキドキする。しかし、すぐ大脳皮質からの情報認識の結果がこれに続いて、足下のは「蛇ではなく縄だ」と判ってホッとする。すなわち、大脳皮質経由の情報認識は高度であるが時間がかかる為、緊急時の身の対処には間に合わないのである。場合によっては生命にかかわる。この為に、粗いが速い情報処理と、緻密で高度であるが時間のかかる情報処理の二つの径路が脳には用意されている。

強い情動情報は学習によって脳内に記憶として貯えられる。ルード達は情動記憶の固定場所は扁桃体体外側核であろうと推定している。こうして脳は大脳皮質での質の高い感覚情報と情動情報を連合して記憶に留め、この学習した記憶をそれ以降の外部情報の情動の判定基準として採用してゆくのである。

欲求基準は発達成長とともに変化し階層を形成する。遺伝的に与えられている受容欲求は、われわれが人と人との関係で生きる動物であるということを意味する。人から愛されることによって初めてわれわれは人を愛することを学習し、人に受け入れられることによって受け入れてくれた人をまず好きになり、連想的に人というものを好きになっていくことを学習するのである。こうして第3次欲求としての所属と愛情の欲求が形成される。さらに、「自分が他の人から意義深い存在と思われているかどうか」の欲求(第4次欲求としての尊重の欲求)へと進展するだろう。

自我にめざめ自己認識のできる少年期から青年期にか

図3



感覚情報の流れと心 外界よりの感覚情報は各種感覚器を通し、視床を介し、大脳皮質と大脳辺縁系に並列に入力する。大脳皮質は知的な情報処理を行い、情報認識とその記憶に関する感覚野、計画をたて認識された事柄をもとに推論し思考する前頭前野、および運動を企画し行い制御する運動野などから成る。これに対し、大脳辺縁系は情動情報の処理と記憶形成に関与し、記憶形成にかかわる海馬、価値判断を行う扁桃核などから構成される。大脳皮質と大脳辺縁系とは視床下部でも結びついており、視床下部は意欲・意識と関係する脳幹に投射がある。視床下部は、脳下垂体を通し、内分泌器官から内蔵器官系・筋などを、ペプチド・ホルモンで液性制御する。また視床下部と脳幹は、自律神経系(交感・副交感神経)によって内蔵器系・筋を制御している。ここで⊕はそれぞれ活性化、鎮静化の作用を示す。また脾臓を介して免疫系の活性制御もある。

けは、「自分が家庭や学校で意義深い存在として受け入れられているか」が、情動情報としての最大関心事となる。もし意義深い存在として家庭や学校が自分を受け入れてくれないと感じたら、それは極めて不快な情報となる。脳の情動情報処理の基本原理は、快情報には快応答を、不快情報には不快応答をそれぞれ示すことであるから、不快応答が家庭内暴力や校内暴力という形であられる場合もある。ここで重要なのは、情動情報の記憶が意識下に蓄積し、われわれが意識なしに快・不快応答を示していることが多く、しかも情動情報は、長期記憶として消去できないということである。

情動情報が消去できないということは、パブロフの犬に対する古典的条件学習実験でも示されている。ルード達も、ネズミに対するブザー音と電気ショックによる古典的条件学習で、このことを確認するとともに、情動情報の脳内処理の機構についてさらに研究を進めた。(図1b) 正常のネズミの行動から条件反応が消えるのは、記憶が消去されたのではなく、大脳皮質聴覚野から抑制性ニューロンが発芽して情動記憶を抑制しているのとした。従って、何らかの原因でこの抑制がはずれると、条件反応は容易に行動面にあらわれ回復するというのである。

脳の情動情報の処理には古典的条件学習に伴う処理過程もあれば、さらに大脳皮質一大脳辺縁系一脳幹を含む高次の処理過程もあって、階層構造を形成している。(図3)

(次ページにつづく)

(前ページより)

しかし、情動情報に関する記憶の特性として次の4つの点は共通していると考えられる。

- (1) 情動記憶は大脳皮質経路の感覚情報と大脳辺縁系などの情動情報とが連合されて脳内に蓄積されたものである。
- (2) 情動情報は欲求基準と照合し、強い情報は記憶として蓄積され、これによってまた欲求基準は変化する。欲求基準の出発点は生理欲求と受容欲求である。
- (3) 情動情報の記憶は時間の経過と共に意識化に蓄積される。記憶が呼び出されるとき、蓄えられた時間順序で自発的に想起されることが、一般的である。
- (4) 情動記憶は脳内に一生の痕跡として形成され消去することができない。これらの情動記憶の特徴がわれわれの個性を形成すると言えよう。

情動記憶と個性との関係を具体的な例で示そう。極めて仲の良い夫婦がいて、妻が夫にお使いを頼んだ。品物を受け取った妻が何気なく「あなた、おつりは?」と聞いた。その途端、夫は突然烈火の如く怒り、我を忘れて妻を罵倒してしまった。温厚だと思っていた夫に、いきなり面罵された妻は不信感を抱いた。後日カウンセリングを受けた夫は、小学校3年の時に父親にお使いを頼まれて、おつりをネコ

ババした体験のあることが発見された。すなわち、夫は「お父さんにおつりを返さなければいけない」と思いつつ返さないで、精神的にネガティブな強い刺激として「おつり」という言葉と「自己嫌悪」などの感情を強く連合させ、潜在記憶下に蓄積してしまったのである。それはもう遠い昔のこととして、本人は意識の下にしまい込んでしまっていたが、記憶は消えずに残っていたのである。昔と同じような状況の中で「おつり」という言葉が精神的嫌悪を引出し、不快情報を与えた妻に不快応答をしてしまったのである。夫の情動記憶の成立経過について、妻は一切関与しておらず、とんだとぼっちりというほかはない。

このような情動情報の表現は極端であるが、われわれの個性がそして心がいかに形成されるかの例として大変参考になる。人は生まれてから今日に至るまで多くの体験に遭遇し、それを各人各様の情動記憶として脳内に蓄積し、一生の記憶として保持している。われわれはその記憶をもとに現在と対峙し軽い推論を通して未来を予測し行動を決定する。そしてそれに基づいて行動した結果、大脳皮質の情報処理回路を学習によって変更すると同時に、新たな情動経験を心得て情動記憶を新しくする。このようにして、人の個性が育っていくのであろう。

(次回、「愛は脳を活性化し育てる／脳科学と聖書の教え」につづく)