

【『パブロフの犬』の脳内の仕組み解明】

「パブロフの犬」の条件反射は20世紀初めからよく知られています。以下「パブロフの犬」の条件反射についてです。

条件反射（じょうけんはんしゃ）とは、動物において、訓練や経験によって後天的に獲得される反射行動のこと。ソビエト連邦の生理学者イワン・パブロフによって発見され、パブロフの犬の実験で有名になった。

「パブロフの犬」のような唾液分泌の条件付けは、長い間、哺乳類などの高等生物にのみ起こると考えられていたが、条件付けのモデル生物としての意味ではアメフラシなどにも起こる。また、2006年には東北大学の研究によりゴキブリにも起こることがわかった。2014年には扁形動物であるプラナリアでも条件反射が獲得できることが判明した。内外の刺激に対して、神経系を通しておこる生活体の反応を、反射と呼ぶ。通常、反射と呼ばれるのは無条件反射であり、これはその種が先天的に持っている反射行動である。これに対し、経験などで後天的(後付け)に獲得された反射行動が条件反射である。現在では先天的な反射に限らず様々な行動が研究されているため、心理学では条件反応というのが普通である。

・条件反射の例

梅干しを見ると、つばが出てくる。

・無条件反射の例

熱いものに触れたときに手を引っ込める。
転びそうになった時、手をつく。

・「パブロフ犬」の実験

パブロフは、イヌの唾液分泌の実験中に偶然発見したと言われる。この現象に気づいたパブロフは、その後実験を重ね、条件反射の研究を行なった。当初この現象を精神反射と呼んでいたが、その後条件反射と呼ぶようになった。

・実験内容

パブロフが行なった実験は、以下のようなものである。

- ①イヌにメトロノーム（ベル・ホイッスル・手拍子・足踏みと言う説もある）を聞かせる。
- ②イヌにえさを与える。イヌはえさを食べながらつばを出す。
- ③これを繰り返す。（上記の二つのプロセスを条件付けという）
- ④すると、イヌはメトロノームの音を聞いただけで、唾液を出すようになる。

これがいわゆる学習と異なるのは、つばの分泌が無意識的で自動的な調節に依存している点である。

脳大成理論 補足_5

「パブロフの犬」の条件反射は20世紀初めからよく知られており、この条件反射が報酬によって起きる脳内の仕組みを、東京大学医学系研究科の河西春郎(かさいはるお)教授と柳下祥(やぎしたしょう)特任助教らが約100年の時を経てマウスで詳しく解明しました。脳神経細胞で起きるドーパミン系の報酬作用はわずか2秒以内で起きることを突き止めました。この結果は、今後さまざまな依存症や強迫性障害などへの理解を深める新しい手がかりとなり得ます。本実験は、2014年9月26日号の米科学誌サイエンスに発表されました。

犬にベルを鳴らしてえさを与えると、ベルを鳴らしただけで、犬がだ液を分泌するようになります。これは、ロシアのパブロフ(1849~1936年)が実験で発見した生理現象で、「パブロフの犬」と呼ばれています。こうした条件反射は、ヒトの行動選択の基本として広く研究され、利用されてきました。

この「条件付け」は、神経伝達物質のドーパミンがヒトや動物の報酬学習に関与して起きますが、ドーパミンがどのような仕組みで報酬信号として働くかは不明で、最後の詰めの段階で謎が残っていたのです。

学習が成立する際には一般に、グルタミン酸を興奮性伝達物質とする神経細胞のシナプスの結合強度が変わります。これを脳の可塑性(ニューロプラスティシティ)と呼びます。研究グループは最新の2光子顕微鏡と光遺伝学を駆使して、マウスの脳にある快楽中枢の側坐核で、グルタミン酸とドーパミンをそれぞれ独立に放出させ、シナプス可塑性に対するドーパミンの作用を調べました。

マウスの脳の実験では、シナプスがグルタミン酸で活性化され、その直後の0.3~2秒の短い時間枠でドーパミンが作用した時のみ、興奮性シナプスの頭部の増大が起き、シナプス結合が50分後まで強化され続けることを確かめました。グルタミン酸刺激の直前や5秒後に、ドーパミンで刺激しても、シナプス頭部の増大は起きませんでした。

動物の報酬学習には報酬を与えるタイミングが鍵を握ります。

ドーパミンが作用する短い時間枠は、実験で条件付けが成立するために、行動の直後に報酬を与えなければならない時間枠とほぼ一致しました。

この研究で、条件反射の神経基盤の仕組みが時系列とともに初めてわかりました。研究グループは「側坐核は、ヒトの依存症や強迫性障害とも密接に関係する部位で、これらの精神疾患の理解や治療に新しい展望をもたらす」と期待しています。

河西春郎教授は「古典的な生理実験の『パブロフの犬』の解明が分子レベルで進んだ意義は大きいものがあります。覚醒剤やアルコールは快感物質として強い報酬学習を引き起こしてしまうので、なかなかやめることができない依存症になります。

これまでの治療では快感の記憶を消せないため、再発しやすいことが問題となっていました。

今回の研究を発展させれば、快感記憶を消失する仕組みもわかり、依存症に対する新しい治療戦略が立てられるかもしれない」と話しています。