

脳神経系の構造と機能（基礎）

地球上のあらゆる生物の生存理由は基本的に個体維持と種の保存（生殖）です。ゾウリムシなどの単細胞動物であっても、環境内の栄養物を求め、あるいは危険を避け、また接合、分裂などによって個体数を増やします。ほとんどの場合、細胞膜にある受容体によって環境（周囲）の状況を検知し、何らかの方法で反応（運動）します。光や振動、におい、味などを感知するのが受容体です。

細胞の機能が分化した多細胞動物でもこの基本は変わりません。ホルモンなどの液性情報は分泌細胞から運ばれて標的細胞を活性化します。一方、多くの細胞の集合体（多細胞動物）が、たとえば餌をとるための攻撃、敵から逃げる回避、異性への接近などの運動をしなくてはならない場合、一個体として統合された運動が必要とされます。そのためには、外界からの情報を受容し、情報処理し、運動し反応することが瞬時に行われる必要があります。そのために特化した細胞が神経細胞（ニューロン）で、基本的に外界あるいは他の細胞からの情報を受け取る受容体（主として樹状突起に存在）と、遠くの標的細胞に情報を送る長い軸索をもっています（図1）。グリア細胞からなる髄鞘で覆われた軸索をもつもの（有髄線維）とともたないもの（無髄線維）があり、有髄線維は伝導速度が大きいのが特徴です。

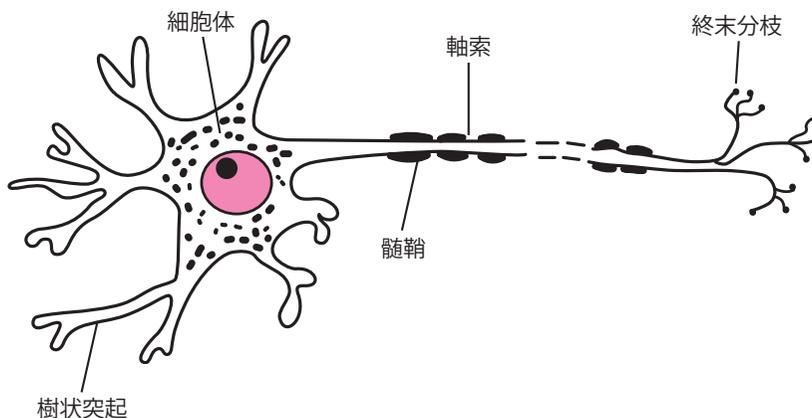


図1：髄鞘をもつニューロン（神経細胞）の模式図。ほかの神経細胞由来の情報（神経伝達物質）が樹状突起にある受容体によって感知されると、細胞内に活動電位が発生し、その情報が軸索を介して終末分枝にあるシナプスで化学情報に変換される。

脳神経系の構造と機能（基礎）

たとえば、網膜にある視細胞にある光受容体に光が当たると、受容体に化学反応が起きて活動電流が発生し、この電気信号は視細胞の長い軸索を介して、遠位にある別の細胞（標的細胞）に向けて情報を送ります。この情報は軸索末端（終末分枝）にあるシナプス（接合部）で化学信号に変換されます。シナプスと標的細胞の間の非常に狭い空間（シナプス間隙）に分泌された化学物質が標的細胞の膜にある受容体に信号を伝えると（図2）、標的細胞で活動電流（電気信号）が発生し、この電気信号はさらにほかの細胞に同じように信号を伝えます。このようにして外界からの刺激は神経回路を流れている間に情報処理されます。

シナプスから分泌される化学物質に、アセチルコリンやグルタミン酸、GABA などがあり、標的細胞を興奮させたり抑制したりしています。ほかに、血中アミノ酸が脳内に入ってから合成される化学物質にアミンがあり、ドパミン、ノルアドレナリン、アドレナリン、セロトニン、ヒスタミンなどが代表的です。脳全体に拡散的に投射され、標的細胞に対して持続的な効果（たとえば気分の調整など）をもちます。これらの物質は極微量で標的細胞に作用するので、脳内での産生は厳しくコントロールされており、注射などによって外界から投与されても脳内に入らないように防御されています。

また神経ペプチドと呼ばれる化学物質にエンドルフィン、エンケファリン、オレキシン、オキシトシン、バソプレッシンなどがあり、さまざまな脳機能に関与していますが、まだ機能がはっきり分かっていない物質も多く存在しています。

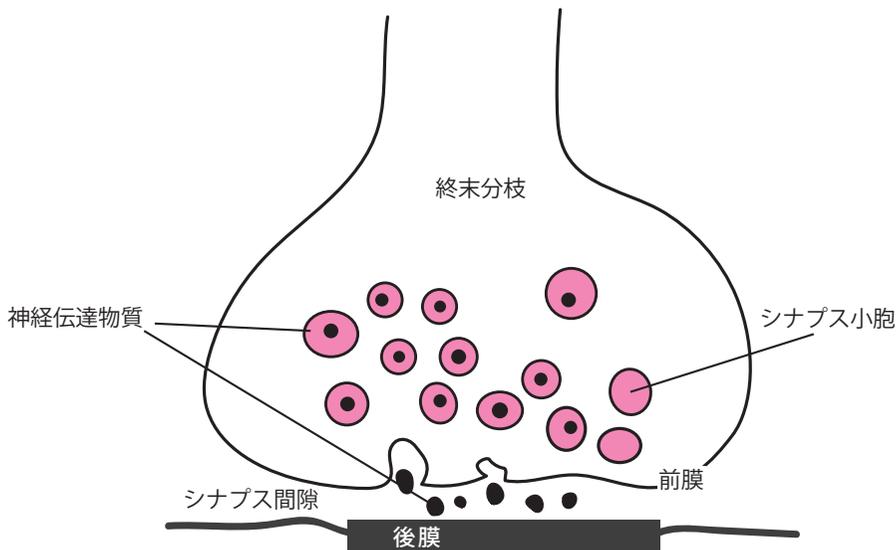


図2：接合部の模式図。終末分枝にあるシナプス内のシナプス小胞にある化学物質は、電気的な信号によってシナプス間隙に放出され、標的細胞の膜に存在する後シナプスを刺激して、活動電流を発生させる。

これらの情報伝達に特化した神経細胞を空間的に支持し、栄養を与え、代謝物を処理する機能を有するのがグリア細胞（神経膠細胞）です。これらにはアストログリア（星状膠細胞）、オリゴデンドログリア（希突起膠細胞）、ミクログリア（小膠細胞）があります。

脳が必要とするグルコースなどの栄養や酸素は血液から供給されます。体重50kgのヒトの脳重量は1.4kgほどで全身の3%以下でしかありませんが、脳はほかの器官に比べてエネルギーを大量に消費する器官で、全身に送られる血液量の約20%を消費しています。したがって、脳梗塞や脳出血、心筋梗塞などの血流途絶による酸素不足、栄養不足によって数分以内に脳組織に大きなダメージが出現する可能性があります。

脳・脊髄は多くの神経細胞とグリア細胞の集合体で、頭蓋骨や脊椎、さらに硬膜、くも膜、軟膜によって保護されており、その中に満たされた脳脊髄液に浮かんでいます。脊髄は末梢神経が感受した情報を後根を介して脳に伝達し、脳はさまざまな情報を統合して、前根を介して運動を出力します。脳を介さない脊髄反射も存在しています。また脳が脊髄を介さないで直接支配する神経系として、嗅神経、視神経、動眼神経、滑車神経、三叉神経、外転神経、顔面神経、内耳神経、舌咽神経、迷走神経、副神経、舌下神経の12対の脳神経があります。

さらに脳は小脳のほか、延髄、橋、中脳からなる脳幹と視床下部や視床からなる間脳、皮質からなる終脳とに分けることができます（図3）。小脳は協調運動、平衡感覚、運動の学習や記憶に関与しており、脳幹には血液循環、呼吸など生命維持に関わる重要な機能があります。視床下部には食欲、性欲、体温、睡眠などの個体維持や種族維持に関わる基本的な機能が存在していて、摂食行動、性行動を触発する重要で複雑な機能に関わっています。

また、視床下部底部の視交叉の上部に存在する小さな神経核である視交叉上核（図3）は時計機能をもっていて一日の時刻情報を全身に送り出し、全身の臓器に存在する時計を調整しています。サーカディアンリズムは概日リズムとも呼ばれ、約24時間を周期とするほぼ一日の活動リズムで、視交叉上核が関与しています。視交叉上核の細胞活動は朝の光によって調整されています。

視床はさまざまな情報の中継地点となっていて、脳内外の情報のある程度処理してからさらに上位の皮質に情報を送ります。たとえば、視神経からの視覚情報は視床の一部である外側膝状体で処理された後、さらに後頭葉の視覚野で処理されます。

終脳は大脳皮質で構成されていて、古い脳と新しい脳があります。海馬、扁桃核、帯状回などからなる大脳辺縁系は古い脳あるいは動物脳とも呼ばれ、視床下部と連絡して動物的・本能的な行動の発現に関与して

脳神経系の構造と機能（基礎）

います。扁桃核は現前の恐怖などの情動や過去の情動記憶や不安などを呼び起こし、海馬は過去の記憶を貯蔵し呼び起こす機能があります。

6層の構造を作る新皮質はさらに複雑な情報処理をしています。前頭

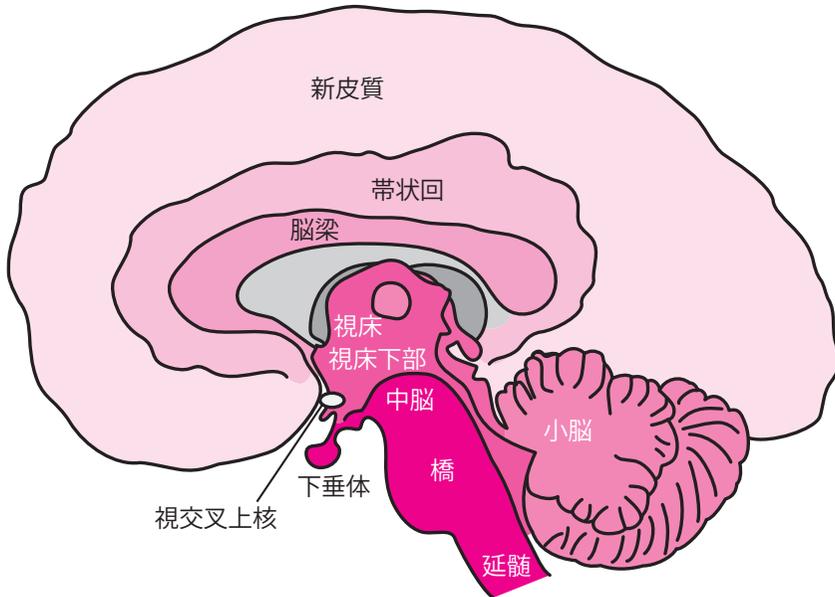


図3：脳の各部位。

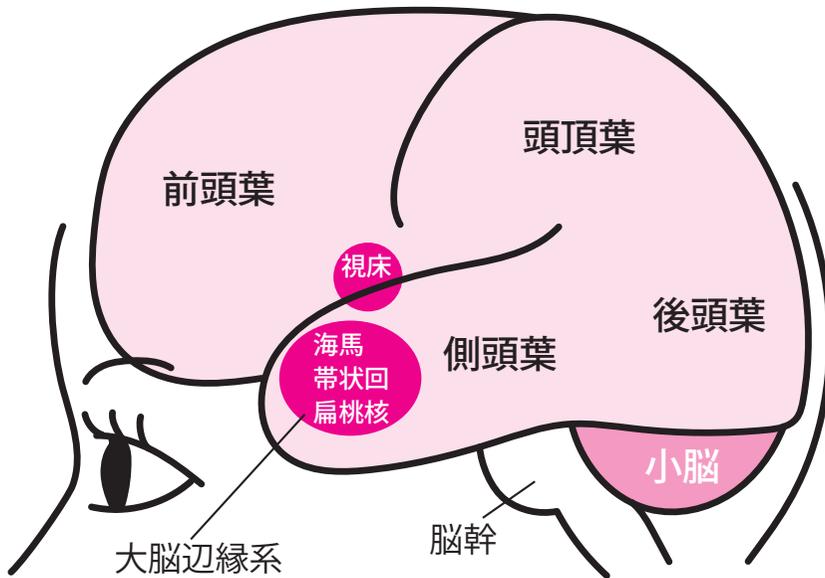


図4：新皮質は前頭葉、側頭葉、頭頂葉、後頭葉（主に視覚野）に分類される。視床や大脳辺縁系は新皮質の内側に位置し、大脳辺縁系は、扁桃核、海馬、帯状回などで構成されている。（北浜邦夫著：夢、新曜社より引用改変）

葉、後頭葉、側頭葉、頭頂葉（図4）など各部位で機能が異なりますが、各部位の相互連絡によって情報が交換され、処理されます。たとえば、前述の視覚情報処理については、後頭葉の第一次視覚野で視覚情報が分解された後、形や色などに関しては視覚野から側頭葉へ情報が流れる間に、空間や運動情報は頭頂葉へ流れる間に処理され、過去の情報と比較されて、最後に全体像としてまとまって認知されます。左右の脳の情報交換の多くは両半球をつなぐ脳梁を介して行われています。新皮質と大脳辺縁系との連絡によって、たとえば海馬と側頭葉の連絡によって記憶の形成、取り出しなどが、扁桃核と前頭葉の連絡によって情動のコントロールなどが行われています。

自律神経系には交感神経系と副交感神経系があり、前者はノルアドレナリンとアドレナリン、後者はアセチルコリンが神経伝達物質として使われています。交感神経系は攻撃や逃避などの行動に有利なように血管の収縮などの身体内部条件を整え、ほどよいストレスを作り出しますが、過剰な活動があれば、有害なストレスを作り出します。

交感神経系が運動時に活動するのに対し、副交感神経系は安静休息時に活動しています。血管の拡張、胃酸の分泌、腸管運動の促進、睡眠などに関わります。