

神経科学 I

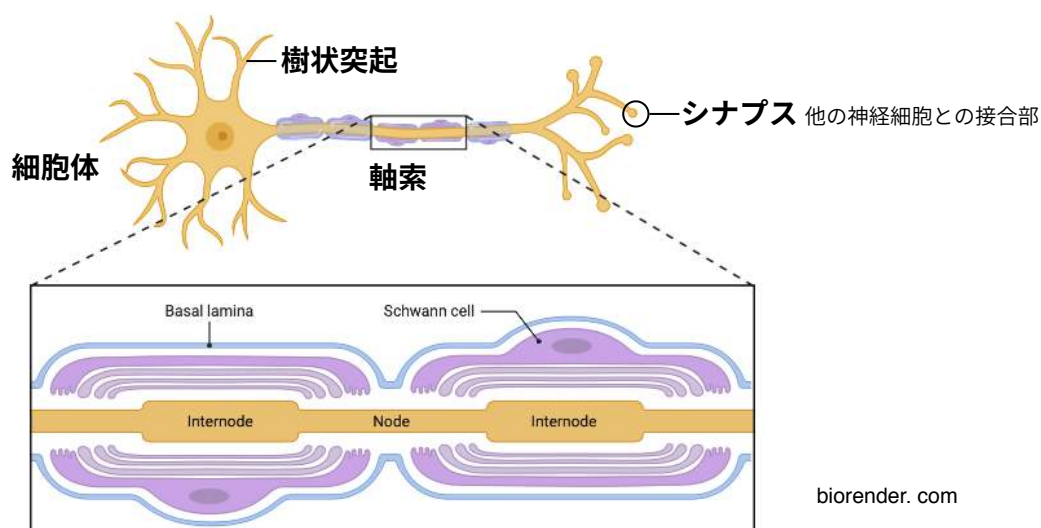
脳とコンピューターの違い、共通点

脳とコンピューターはいずれも刺激と応答の仲立ちをする情報処理装置であり、脳は電気信号と化学物質により外部からのシグナルを伝達する。

脳はリン脂質二重層からなる細胞膜で囲まれた細胞と、それに含まれるタンパク質や脂質、糖質、核酸などの有機物からなる。一方でコンピューターは、金属などの無機物から構成される。コンピューターは多数の部品の組み合わせからなるが、脳は一つの細胞から自己組織化により生じ、おそらく地球上で最も高度かつ複雑な構造を持つ。コンピューターは代謝反応を行わないが、脳は代謝反応を行いエネルギーを獲得し利用する。脳は生体の中でも特にエネルギーの消費が激しい臓器である。脳には心、意識、感情といったものが宿る。

ニューロン（神経細胞）の構造と機能

ニューロンは神経系の構造と機能の基本単位であり、以下のような構造をとる。



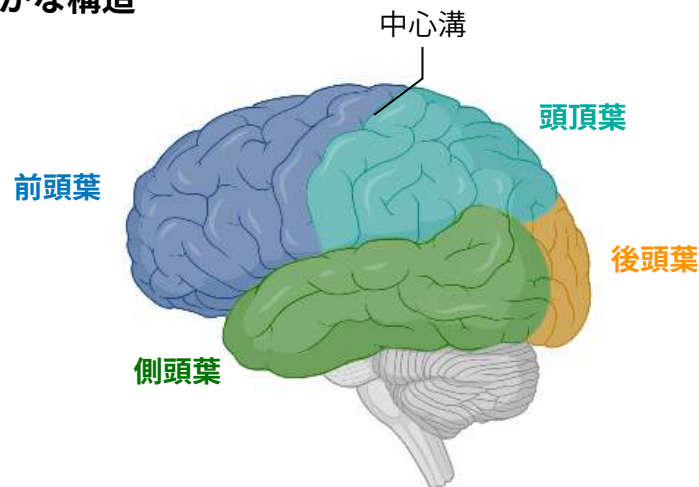
ニューロンは、シグナルを受け取り、伝達することが基本的な役割であるため、非常に細長い構造をとっている。

樹状突起は、他の多くの神経細胞からシナプスによって情報を受け取る役割を担う。

軸索は活動電位を伝える基盤となり、他の神経細胞の樹状突起に情報を伝える。軸索は**髄鞘**（**ミエリン鞘**）と呼ばれる絶縁体に覆われている。この髄鞘は軸索を電氣的に絶縁し、活動電位を跳躍伝導させ、伝達速度を速める働きがある。

シナプスは、ある神経細胞から他の神経細胞への信号伝達のための接合部となる。電子顕微鏡で観察が可能である。電気信号（ニューロンの細胞膜を挟む電位の変化）が軸索終末に到達すると、前シナプスから神経伝達物質がシナプス後膜へと放出され、信号が伝えられる。

ヒトの脳の大まかな構造



第一次運動野 (Primary motor area: M1)、ブローカ野：前頭葉に存在する。

第一次体性感覚野 (Primary sensory area: S1)：頭頂葉に存在する。

第一次視覚野 (Primary visual cortex: V1)：後頭葉に存在する。

第一次聴覚野 (Primary auditory cortex: A1)、ウェルニッケ野：側頭葉に存在する。

2つの言語中枢

右利きの人の大半、左利きの人のおよそ7割が脳の左半球に言語野を持つ。1861年に**ポール・ブローカ**が、大脳皮質左半球の前頭葉に運動性の言語野（言葉を話す筋肉の動きを統制する。ブローカ野）を発見した。1874年には、**カール・ウェルニッケ**が大脳皮質左半球の側頭葉に感覚性の言語野（ウェルニッケ野）を発見した。

ペンフィールド、ブロードマン、フレキシヒの脳の地図

ペンフィールドの地図は、大脳皮質に電気刺激を与え、体表面のどの箇所に感覚が生じるか調べた機能地図である。**ブロードマンの地図**は、大脳皮質の厚みや神経細胞の大きさ、形などの組織学的違いに基づき、脳を約50の領域に分けた地図である。異なる神経細胞を染め分ける細胞染色技術がこれに大きく貢献した。**フレキシヒの地図**は、ミエリン化の早さで分けた発生の早さの違いによる地図である。最も遅く思春期20歳ごろに完成する脳領域は連合野と呼ばれ、人間らしい理性や高度な思考、自己統制などの高次機能に関与する。

脳の機能のイメージング

1. **CT（コンピュータ断層撮影法）** は、X線等の透過像を様々な角度から取得し、三次元構築するものである。脳の断片を非侵襲的に外部から観察できる。
2. **PET（陽電子断層撮影）** では、放射性同位元素を使ってその元素の位置を検出する。
3. **fMRI（機械的核磁気共鳴画像法）** では、差分法を用い、神経細胞が活動し血流が増加した脳領域を特定する。
4. **NIRS（近赤外線分光法）** では、酸化型、還元型ヘモグロビンによって吸収する波長が異なることを利用する。頭皮上から透過力の高い近赤外線を用いて脳の機能マッピングを行う。

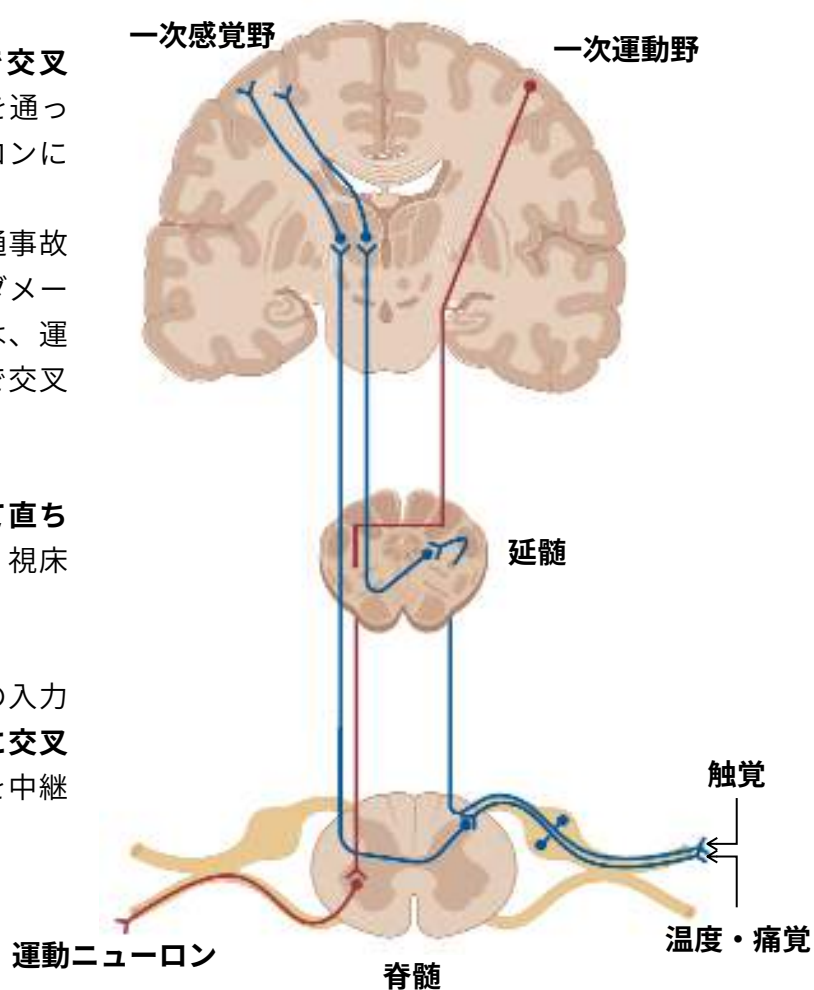
運動、感覚を支配する神経経路

運動皮質からの出力は、多くが**延髄で交叉（錐体交叉）**した後、脊髄の運動経路を通じて下行し、脊髄前角にある運動ニューロンにシナプスを形成する。

脳卒中（脳梗塞や脳出血など）や交通事故などにより、右側の脳皮質運動野がダメージを受けると左半身に麻痺が生じるのは、運動野から出る神経繊維の大部分が延髄で交叉しているためである。

触覚受容器からの入力は、**延髄において直ちに交叉する神経細胞に連絡**し、その後、視床を中継場所として体性感覚野に向かう。

侵害受容器（痛覚）と**温度受容器**からの入力はこれらと異なり、**脊髄において直ちに交叉する神経細胞と連絡**して上行し、視床を中継場所として体性感覚野に向かう。



biorender.com

Brain-machine interface: BMI

BMIとは、思考によって機械を動かす、あるいは機械で受容した感覚を直接脳に送り込む装置のことである。義手、盲目患者の治療などへの応用が期待されている。

脳波

脳波とは、多数の神経の周期的活動が元で発生する大脳皮質のリズムのことである。頭皮上に皿電極などのマクロ電極を置き、その間の電位差を測定することで観察できる。