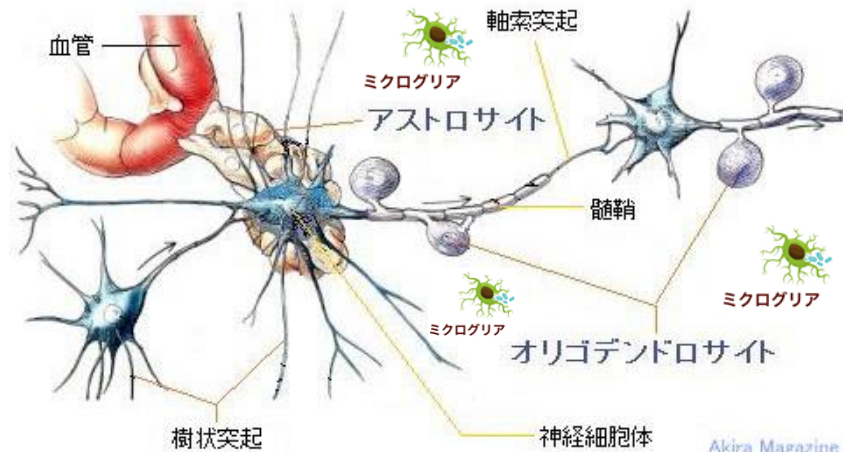
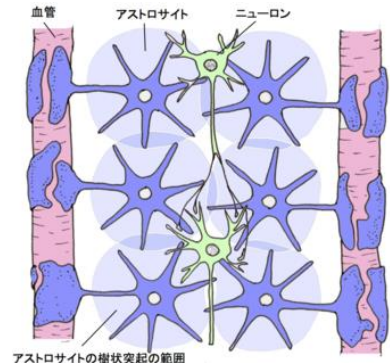
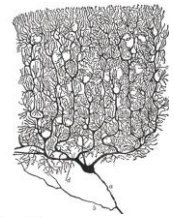


# 脳神経科学（脳科学ではありません！）

<https://l-hospitalier.github.io>

2017.2

スペインはドン・キホーテ、ファリャやロルカ、そしてカハールとオルテガの国。以前は神経系とは全身に網のように広がっているものと考えていた。ラモン・イ・カハールはゴルジ（伊）の開発した（銀を使う）染色法で神経を染めニューロン説を提唱（1906、ノーベル賞）。彼はニューロンと①アストロサイト<sup>1</sup>を記載、弟子のP.R.オルテガが②オリゴデンドログリア（サイト）と③ミクログリアを発見。ニューロン以外はグリア細胞とも呼ばれる。【アストロサイト】日本語は星状膠細胞。一方の脚を血管に、他方をニューロンに接する。脳の毛細血管は末梢と異なり血管内皮細胞の間隙がないので脳神経細胞への物質の輸送はアストロサイトが行い、脳血液関門（blood brain barrier）と呼ぶ機能をはたす。アルコールやアセトンのような低分子以外は血中の物質は無差別に神経細胞には到達しない。グリア細胞はGABAによる抑制系やシナプス（神経接合部）の受容体刺激物質の除去も担当、ブドウ糖や電解質の調節も行うトランスポーターとして機能する。【オリゴデンドログリア（サイト）】の重要な働き



は2~30の軸索に絶縁テープのように巻き付く髄鞘（ミエリン、シュワン細胞と呼ばれる）を作ること、訓練と学習により音楽家の脳梁が増大、巻き数が増えて絶縁を強化、伝播を高速化しているのがわかった（2011）。これは脳の可塑性を実現するうえで重要なメカニズムと考えられた。【ミクログリア】の働きは2光子励起顕微鏡の実現により21世紀に入って可視化され明らかになりつつある。ミクログリアの表面にはmajor histocompatibility complex (MHC) 分子が発現しており、正常のシナプスには1時間に1回5分ほど接触して情報交換、損傷されていれば神経細胞の修復を行い、回復不能な場合は細胞を貪食して脳神経細胞の除去を行う。容積が限られた脳内で高度の認識機能を備え、環境整備と清掃まで行うミクログリアの重要性が判明しつつある。

**2光子励起顕微鏡：Maria Göppert-Mayer**は博士論文（1931）で光子が非常に高密度になり2光子が1つの空間を占めるとみなせるほど近づく2光子は2倍のエネルギーを持った（=波長が1/2の）1光子に生まれ変わることを予測（1963ノーベル賞）。チタン-サファイヤ・レーザーでフェムト（ $10^{-15}$ ）秒単位の光線を反射鏡で収束させ0.5  $\mu\text{m}$ 程度の空間内で2光子を融合させて1/2波長の光線に反応する蛍光物質を励起することができる。遠赤外線と1/2波長のフィルタを使い、頭蓋骨を薄く削れば1mm程度の深さの脳実質組織内を $\mu\text{m}$ の分解能で走査して、生体の中枢神経細胞の形態変化を、通常の生活をしたまま観察することができる（イオンなどの物質の変化はマーカを使用）。



上段右の図はカハールによるニューロンのスケッチ。\*1ゴルジとカハールは同年にノーベル賞を受賞したが受賞演説でゴルジは網状説、カハールはニューロン説を展開、電子顕微鏡の発達により神経接合部が明らかになりニューロン説が確定。\*2カハールはミクログリアの存在を認めずオルテガを破門。右写真はMaria Göppert-Mayer。