

実験室で培養された「ミニブレイン」から初めて人間 のような「脳波」が確認される

脳オルガノイド

- オルガノイド=人工小型臓器
- iPS細胞(幹細胞)
- 自己組織化を誘導
- 脳もまた例外ではない

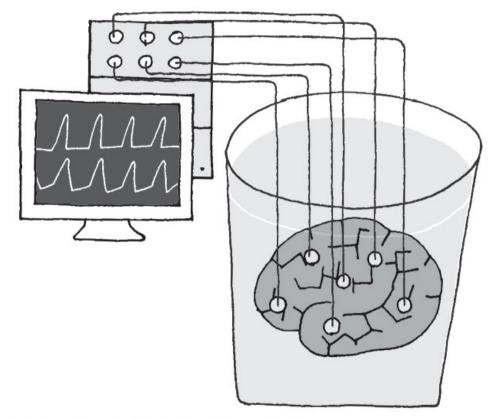


図0-2 この脳は「生きている」のだろうか?

脳を司る「脳」より

その脳は生きているのか!?

死んだブタの脳を体外で数時間生存させることに成功 -

Nature ダイジェスト Vol. 16 No. 7 | doj : 10.1038/ndigest.2019.190708

原文: Nature (2019-04-18) | doi: 10.1038/d41586-019-01216-4 | ■ Pig brains kept alive outside body for hours after death 🖹

実験室で培養された「ミニブレイン」から初めて人間 のような「脳波」が確認される

人工知能 (AI)

- シンギュラリティ(技術 的特異点)
- 電気を発生したか否か
- [0, 1]で表示できる
- デジタル信号

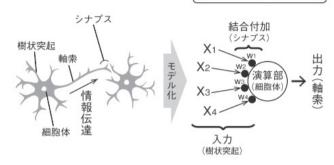
図0-3 ラスター表示

脳の活動電位を0と1に変換して表示したものをラスター表示と呼ぶ。バーコードに似ている

ニューラル ネットワーク

- 人工知能の基礎をなす理論
- ニューロンのような振る舞いを 示す素子(ノード)と結合
- 多層的なものを深層学習 (ディープラーニング)という

ニューラルネットワーク



「ディープラーニング(深層学習)

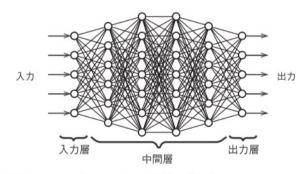
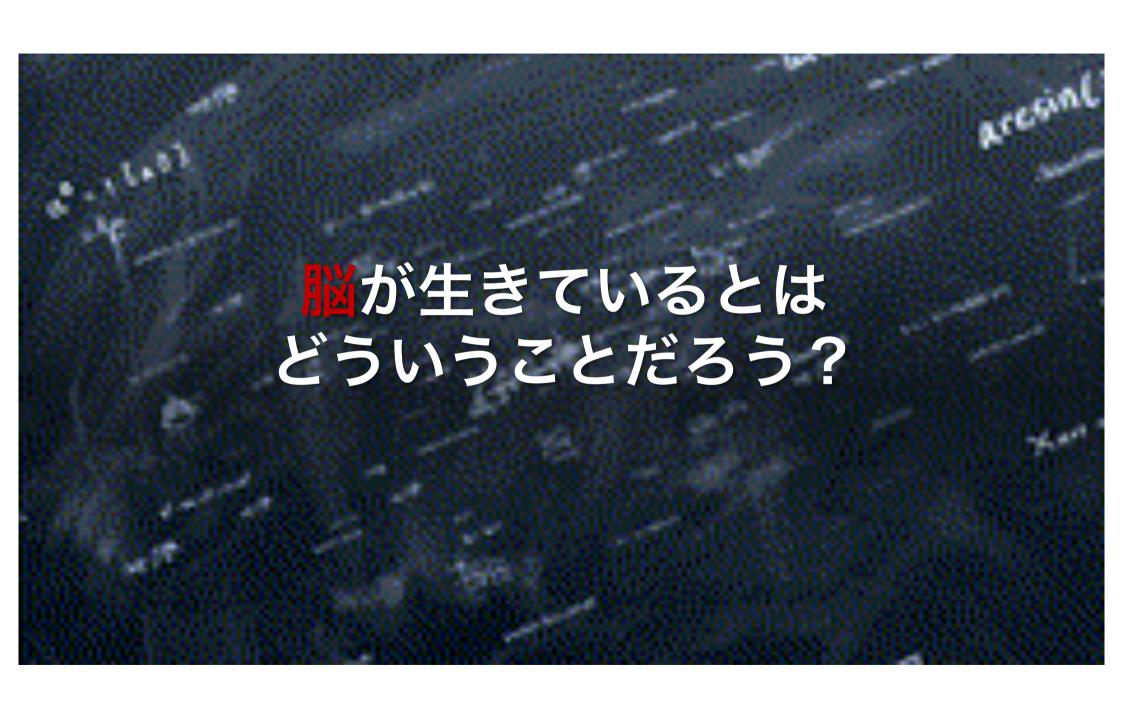
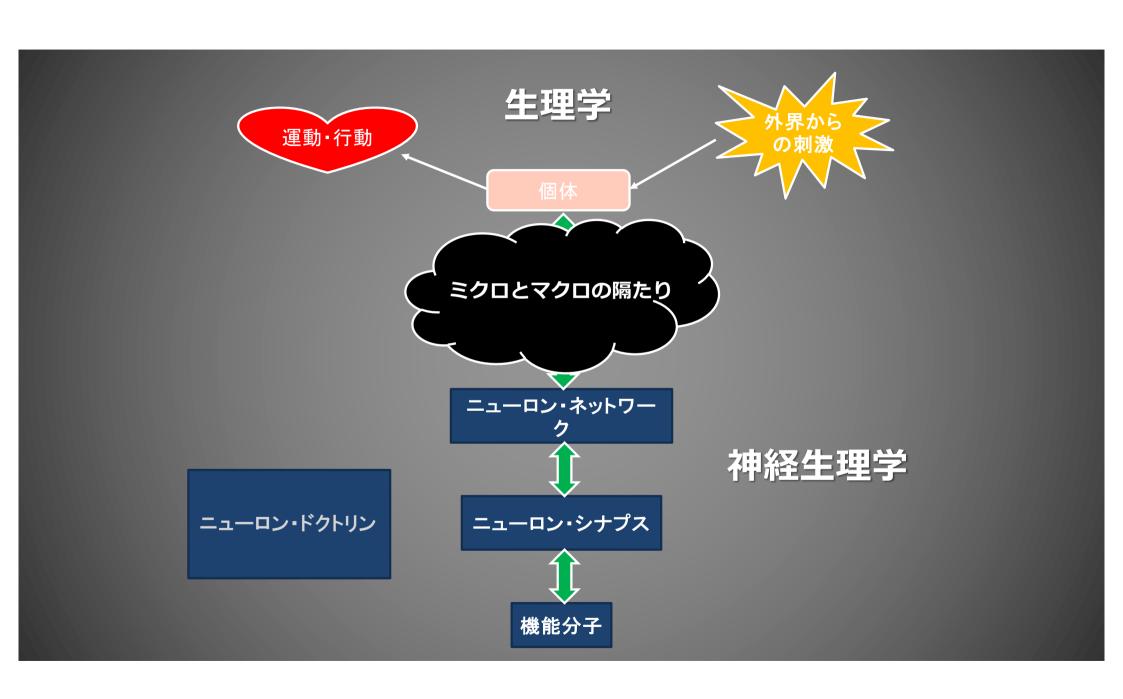


図0-4 ニューラルネットワークと深層学習の考え方 ニューラルネットワークの基本的な考え方(上)と、これを多層的に組み合わせた深層学習(ディープラーニング)をおこなう多層ニューラルネットの 模式図





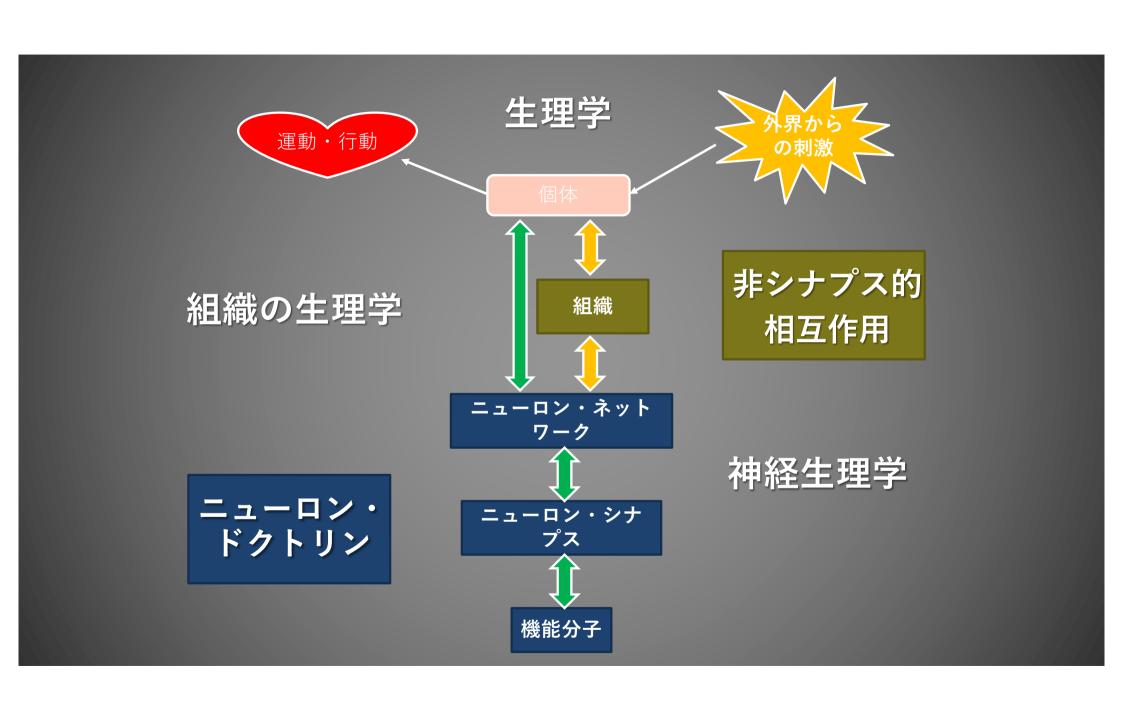
- 神経生物学
 - 生物や生命の仕組みを脳神経の観点から理解する

- 神経生理学
 - 動物の行動を神経細胞のはたらきによって説明する

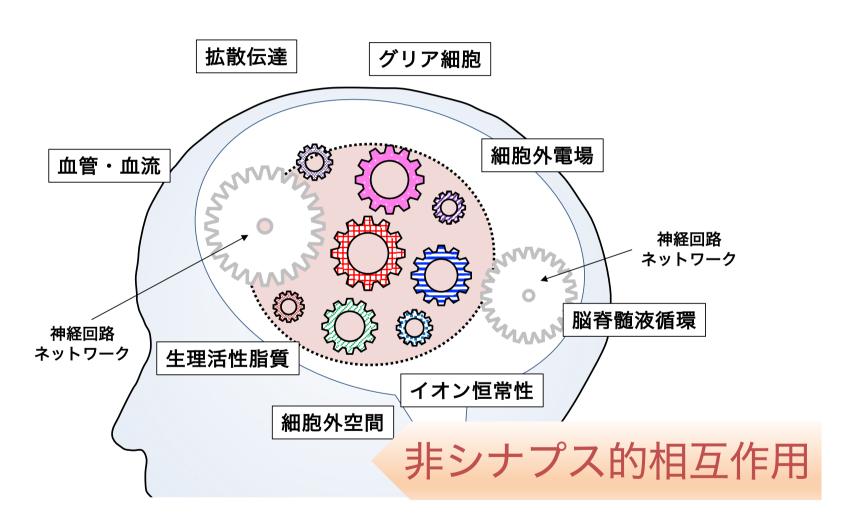


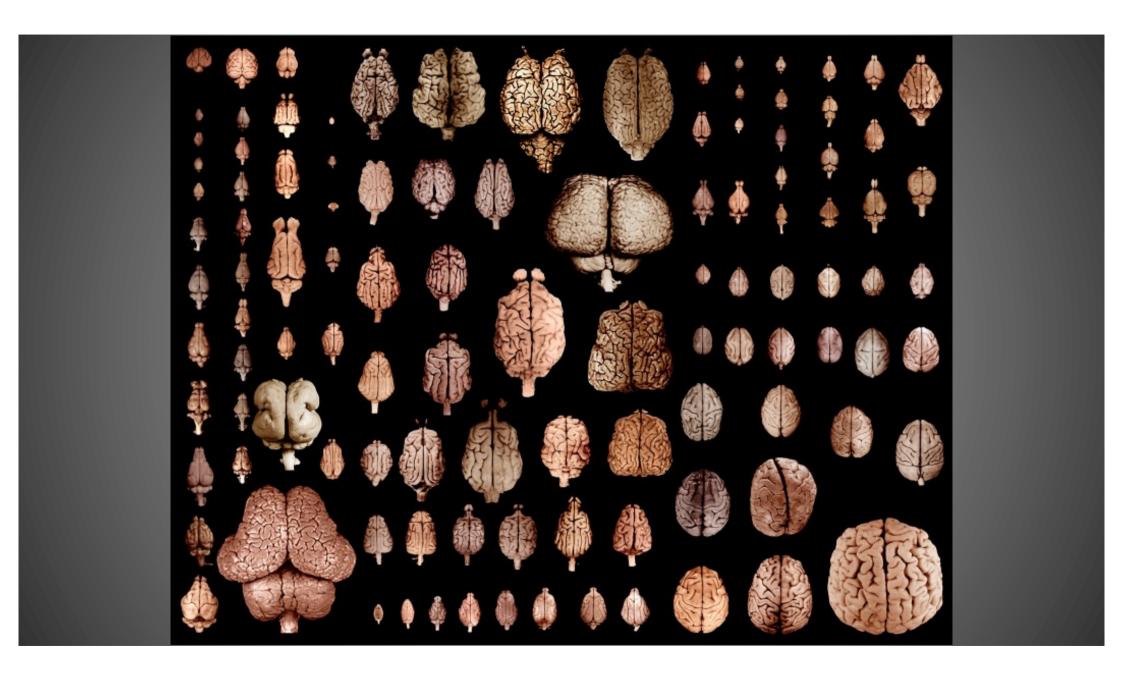
脳はコンピューターとは本質的に異なる

- ニューロンは電気的活動を行う(神経インパルス)
- ニューロン同士はシナプス結合をしている(電話線)
- →早くて精密な信号伝達
- コンピューターに類比される (デジタル)
- 脳全体のモードチェンジを行うような調節機構もある
- 広範囲調節系、神経修飾物質、拡散伝達
- 特定の発信相手を持たない、マスコミュニケーション
- •→遅くて調節的な伝達機構 (アナログ)



脳はマルチ・コミュニケーション装置





脳の形と構成

- •似ているところ
 - 色?
 - 右脳と左脳がある
 - 大脳、小脳がある
- 違うところ
 - 大きさ
 - シワがあるかないか
 - 小脳や嗅球が見える
 - 大脳皮質の大きさ(厚さ)

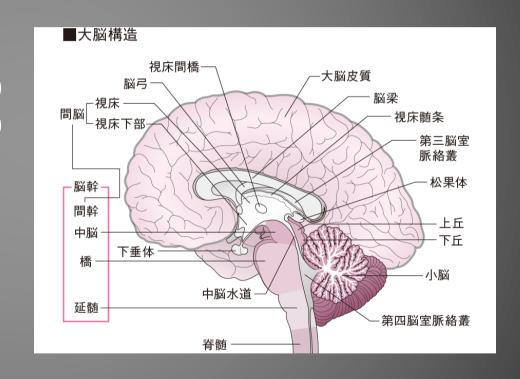






脳の形と構成

- 大脳
 - 大脳皮質
 - 辺縁系(海馬、扁桃体など)
 - 基底核 (線条体、黒質など)
- 小脳
- 脳幹
 - 間脳(視床、視床下部)
 - 中脳、橋、延髄

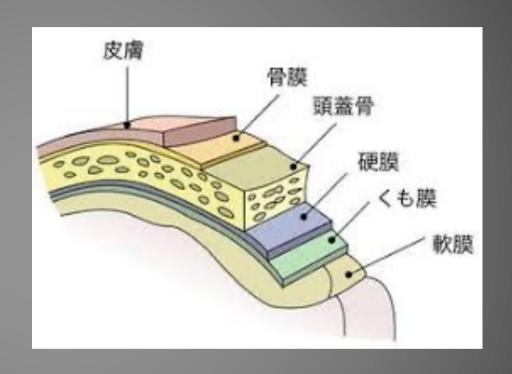


脳は外部環境とは隔絶している

- 頭蓋骨
- 血液脳関門
- 独自の免疫システム
- 独自のリンパ排泄システム←New

髄膜 Meninges

- 硬膜 dura mater
- ・クモ膜ークモ膜下腔
 - arachnoid membrane
 - 脳脊髄液の通り道
- 軟膜 pia mater



脳脊髄液 cerebrospinal fluid(CSF)

- 頭蓋骨の下で脳を満たす無色透明の体液
- ダメージの吸収
- 脳室で血液から産生
- 側脳室、第三脳室、第四脳室
- 成人で約130ミリリットル
- 常に流れ、循環している
- 3時間で半分入れ替わる

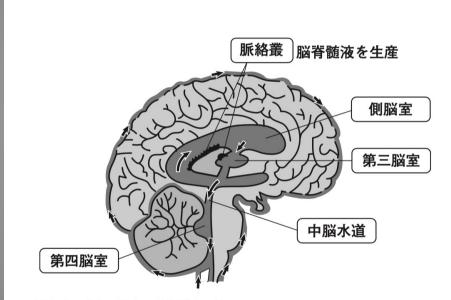
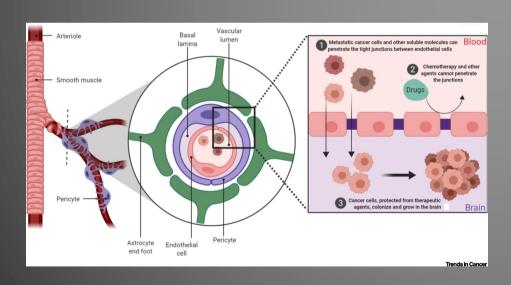


図1-4 脳室の構造と脳脊髄液の循環 脳の中心にある脳室で脳脊髄液が作られ、側脳室、第三脳室、中脳水道、 第四脳室と流れていき、脳全体や脊髄へと送られる

血液脳関門 blood-brain barrier (BBB)

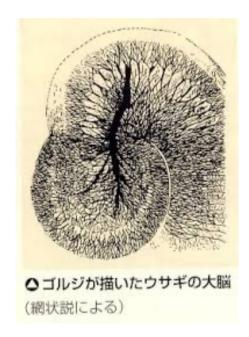
脳内の毛細血管をアストロサイトと呼ばれる る脳細胞がびっしり取り巻いている

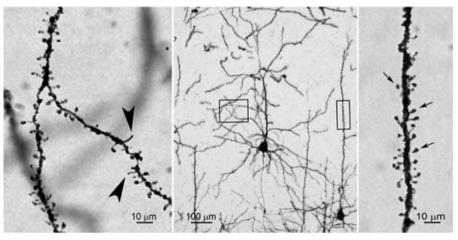




脳も細胞からできている

- 細胞説 シュワン 1839年
- ゴルジ染色 1873年 硝酸銀 「網状説」
- ・弟子のカハール 「ニューロン説」
- ニューロンとは神経素子の最小単位
- 1906年 ゴルジとカハールノーベル 賞





脳も細胞からできている

- ・ニューロン
- ・グリア
 - ▶ミクログリア
 - ▶マクログリア
 - ▶オリゴデンドロサイト
 - ▶アストロサイト

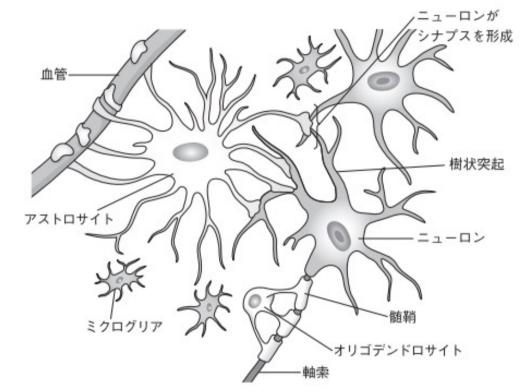
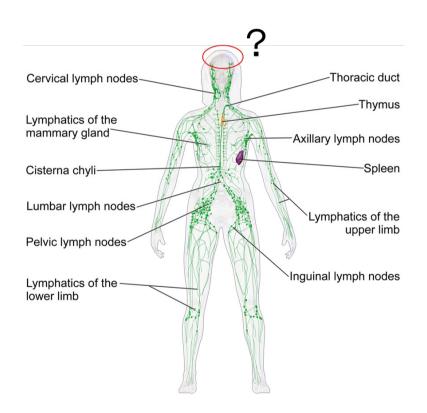


図1-2 ニューロン (神経細胞) とグリア細胞 ニューロンは長い軸索を持ち、他のニューロンとシナプスを形成してつなが ることで、電気信号を伝えている。脳内にはニューロン以外のグリア細胞と 言われる脳細胞があり、それぞれ重要な役割を担っていると注目されてい

脳を司る「脳」より

体の老廃物を洗い流すリンパ機構

- 脳にはリンパ管が存在しない?
- 脳の老廃物はどうやって排出しているのか?
- 例えば、アミロイドβ



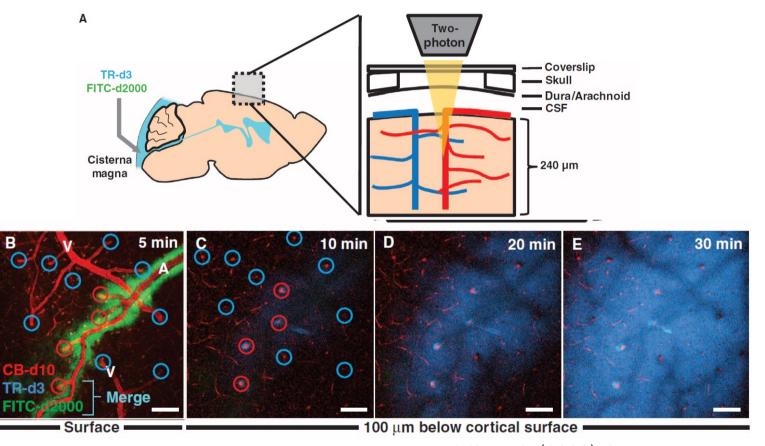


A Paravascular Pathway Facilitates CSF Flow Through the Brain Parenchyma and the Clearance of Interstitial Solutes, Including Amyloid

Jeffrey J. Iliff *et al.*

Sci Transl Med 4, 147ra111 (2012);

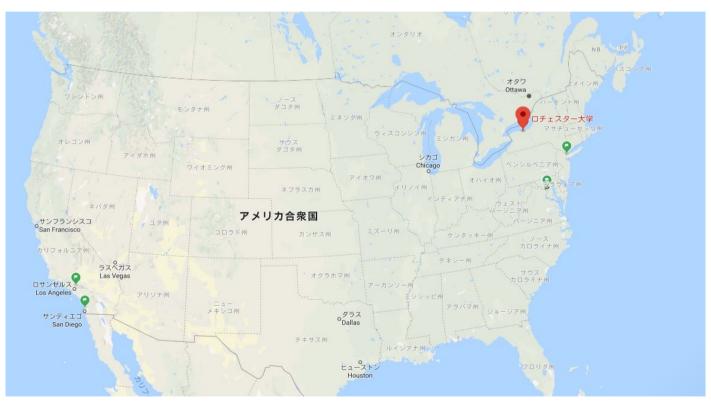
CSF循環がリンパ排泄を担っている可能性



lliff et al. (2012) Science Trans Med.

ロチェスター大学(ニューヨーク州) Maiken Nedergaard先生

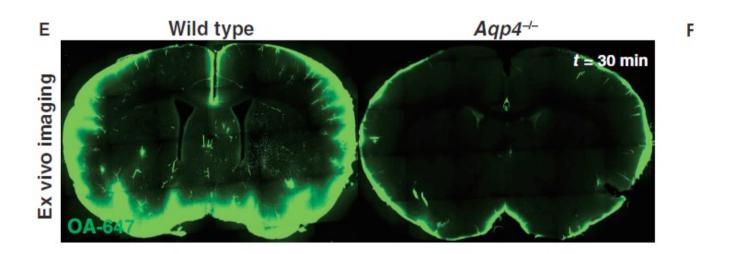






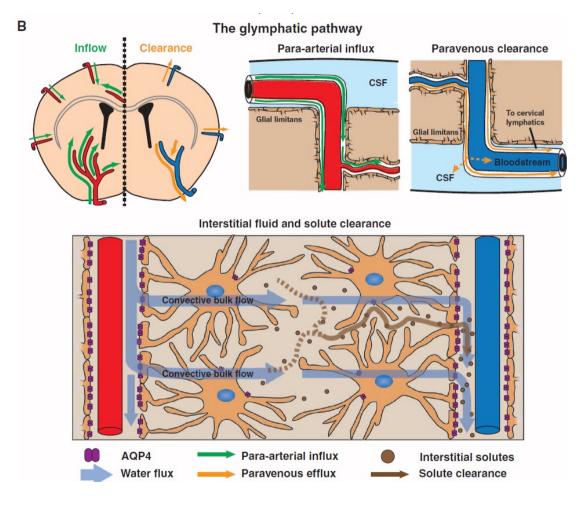
<u>脳の水チャネル</u>(Aquaporin 4)が重要

中枢神経系では アストロサイト (グリア細胞) にのみ発現



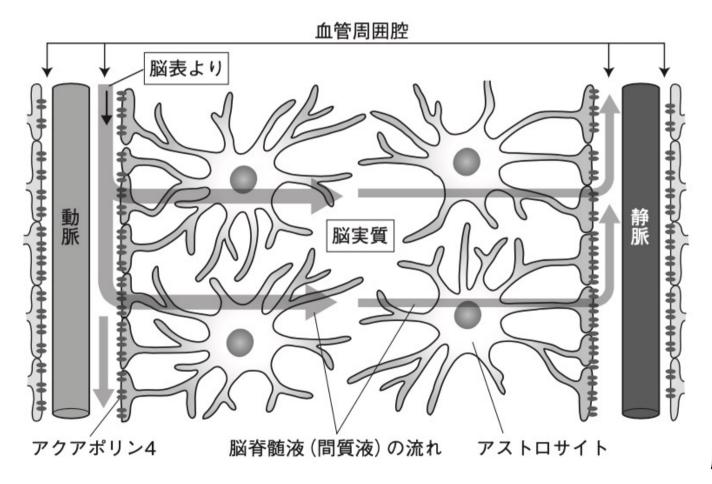
Iliff et al. (2012) Science Trans Med.

グリア細胞が担うリンパ系=<u>グリンファティック系</u>と命名された



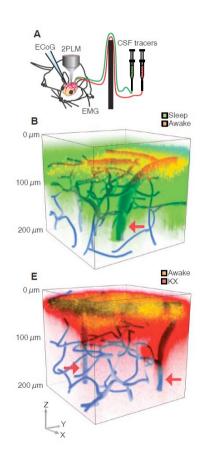
Iliff et al. (2012) Science Trans Med.

脳脊髄液が脳の老廃物を洗い流すしくみ

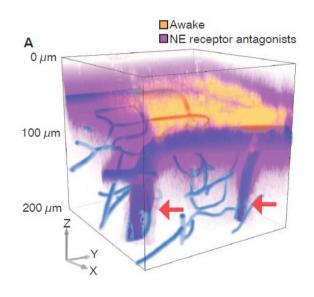


脳を司る「脳』より

グリンファティック系
は脳の状態に依存する(覚醒・睡眠・麻酔)



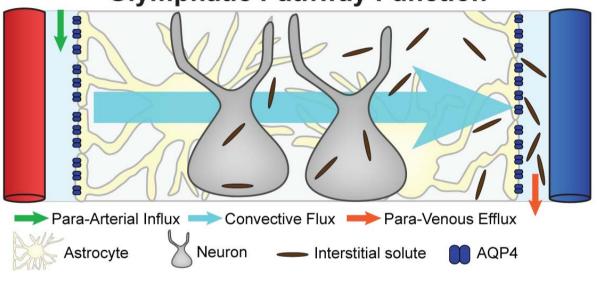
And noradrenergic dependency



Xie et al. (2013) Science

睡眠は脳の老廃物排泄に重要?

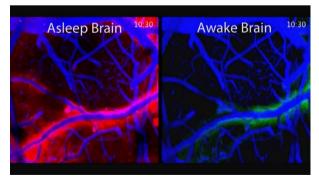
Glymphatic Pathway Function







脳を司る「脳」より



Nedergaard M, "Garbage truck of the brain", Science (2013) for a review and perspective