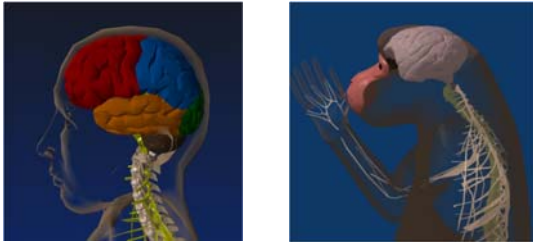


システム脳科学研究のすすめ (学生向け)



東北大学医学部
生体システム生理学分野
虫明 元

2013

システム脳科学とは

前提となる脳科学の基礎:

1. 脳神経系は多数の異なる細胞から構成
2. 神経細胞はネットワークで結合している
3. ひとつの細胞の働きは結合状態に依存
4. 細胞機能は融通性があり機能は動的変化

なぜ脳高次機能(心)が神経細胞の集団の相互作用(創発性)の結果生まれるのか？
という大問題に取り組むのがミッション

脳科学で育つ3つの“力”

- 1 細胞レベルを基盤に、‘遺伝子’ ‘分子’ から ‘心’ 機能に至るスケールフリーの発想力
- 2 正常から病態を横断的に捉え、個と集団の振る舞いを複雑系として見る俯瞰力
- 3 マルチディシプリナリー(複数の専門分野によるチームアプローチ)の研究手法で問題の本質に向かい科学する本質力

主な研究課題

1. 一つの手に多数の運動野がある！
“手が上がる”と“手を挙げる”との差は？
2. 前頭前野に“知の働き”の原理を探る！
内的動機づけ、問題解決、他者理解の基礎？
3. 脳活動のゆらぎから心の創発原理！
一個の細胞でできない機能を集団知で実現？
4. 脳と直接双方向性コミュニケーション！
脳計測操作技術はSFを現実にする？

①一つの手に多数の運動野がある！

哲学者ヴィトゲンシュタインが次の疑問を提示した。

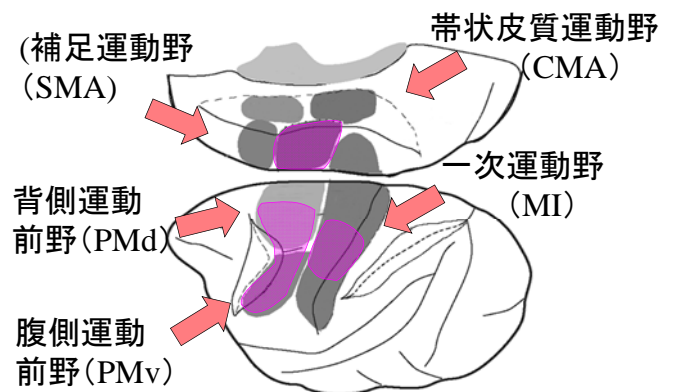
「もし 上肢を挙げるという事実から 上肢が上がったという事実を差し引くと何が残るのか？」

上肢をあげようとする意図

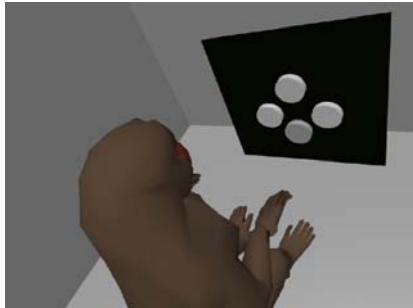
ボールをキャッチする 一連の体操をする 意思表示で挙手



運動関連細胞は複数の皮質に分散



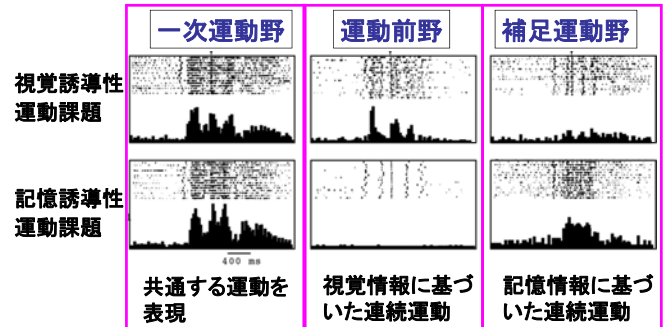
記憶したターゲットを順番にタッチ



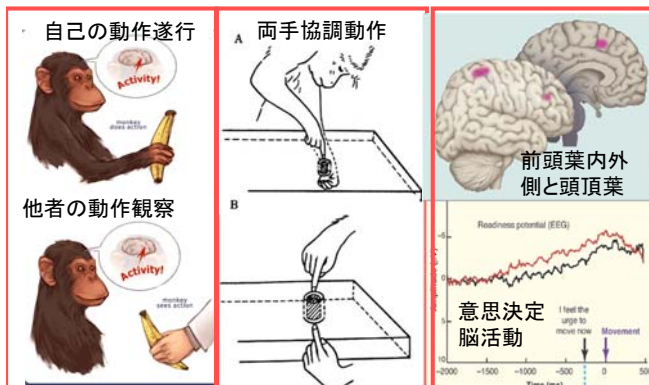
記憶誘導性連続運動課題

7

運動野細胞活動の機能的多様性 視覚性運動制御の運動前野 記憶性運動制御の補足運動野



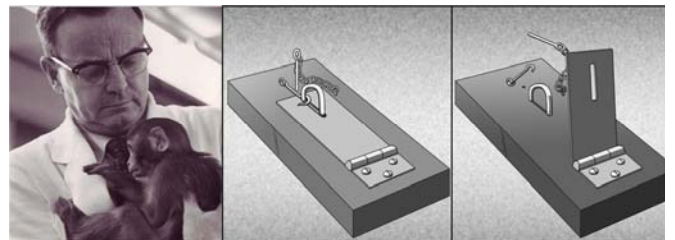
運動前野のミラーニューロンシステム: 内側運動野における随意性の制御



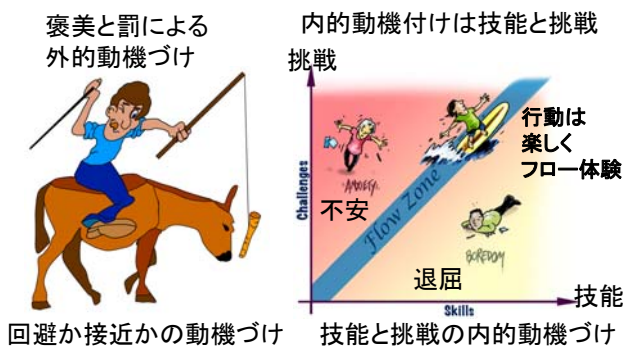
② 前頭前野に“知の働き”の原理を探る

問題解決能の背後にある内的動機付け

1949年, Harlowたちはサルにパズルを与えたところ、報酬と無関係に次々と与えられた課題を解決した。当時は動物は外的報酬で学習すると信じられていたので批判されたが、その後 内的動機付けは、ヒトでも確認された。



アメとムチの外的動機づけは基底核、扁桃体内的動機づけには前頭前野が重要な寄与

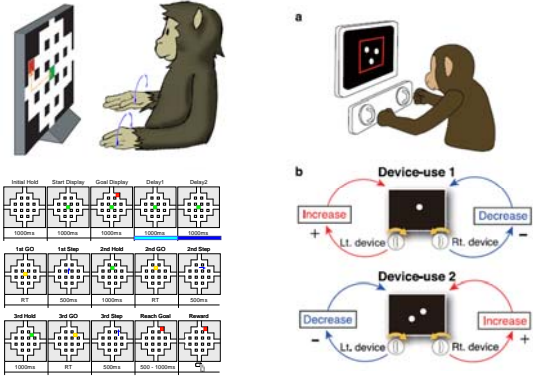


背外側、眼窩部、内側前頭前野の機能分化の概略

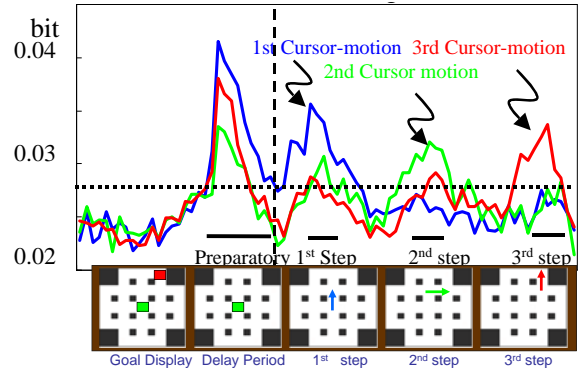
area	Function	Syndrome
Dorsolateral 背外側	Goal setting Planning 目標、企画	Disorganized Dysexecutive 執行機能障害
Medial frontal 内側部	Monitoring Mentarize 評価、 他者理解	Apathetic Conflict 無動症、社会性の障害
Orbitofrontal 眼窩部	Evaluation inhibition 報酬、快不快	Disinhibited Impulsive 衝動的

前頭前野細胞は情報生成と操作の場

迷路課題(ゴール細胞、先読み細胞) 数操作課題(数細胞、数操作細胞)



将来のゴールを自在に設定して、行動順序を予め先読みする細胞



③脳活動のゆらぎから心の創発原理！

ガンマ



30-60Hz 注意、統合失調症

ベータ



13-30Hz 運動野、基底核

アルファ



8-13Hz 視覚野、運動野 視床一皮質、

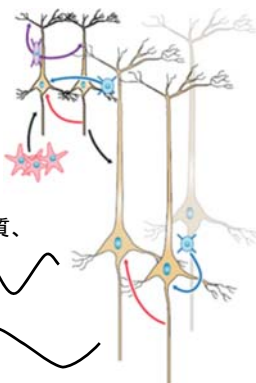
シータ



4-8Hz 海馬、大脳皮質 記憶

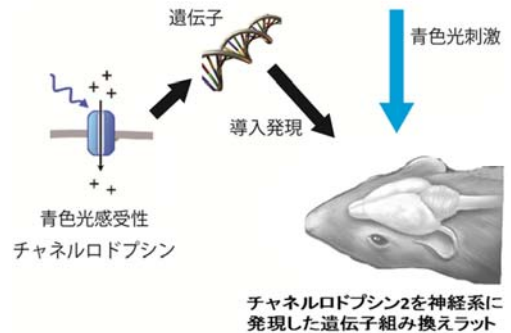
デルタ

Slow oscillation (<1Hz) 大脳皮質広範囲 up down state、双安定状態

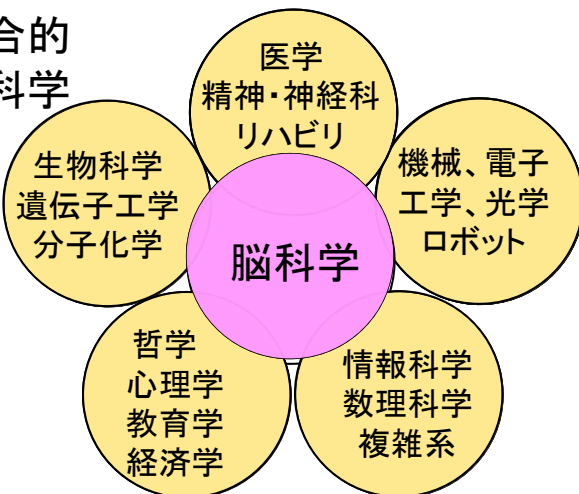


④脳と双方向性コミュニケーション！

遺伝子操作技術と脳科学が融合して光による双方向性コミュニケーションが可能



融合的脳科学



中間からのミドル・アウトのアプローチ

トップ・ダウンやボトム・ダウンと異なる

ミドル・アウトの視点とは

