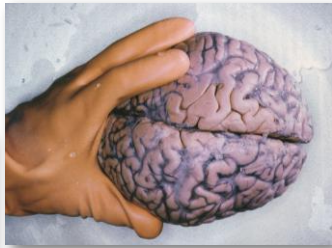


運動学習

植草学園大学
村上 仁之



2. Oct. 2011

村上 仁之 (YOSHIYUKI MURAKAMI, Ph.D, RPT)

現職: 植草学園大学 保健医療学部 理学療法学科

関心: 脳神経科学(触識別, 注意), 認知神経リハビリテーション, 質的研究,

学習etc

信条: 吾唯知足

(ワタダタルヲシル)

趣味: 写真, 読書, 乗馬

交流, 国内外旅行

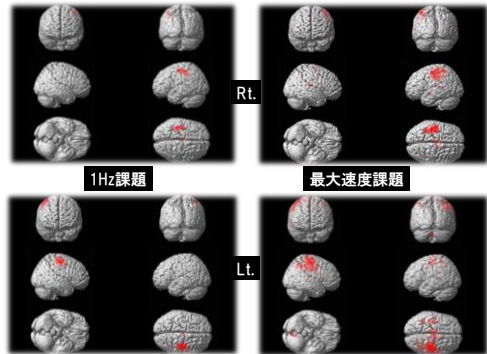
(名所, 名城, 世界遺産巡り)



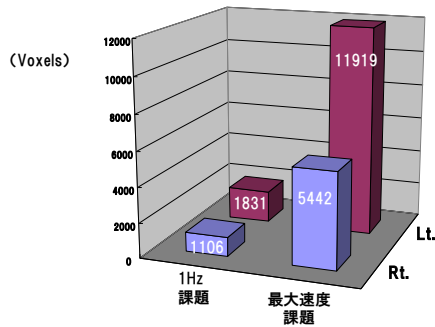
Contents

1. 関心領域
2. 運動学習と運動制御
3. 実践できそうなこと
 - ① 求心性(感覚および注意機能)アプローチ
 - ② メンタルプラクティス
4. ラテラルリティ

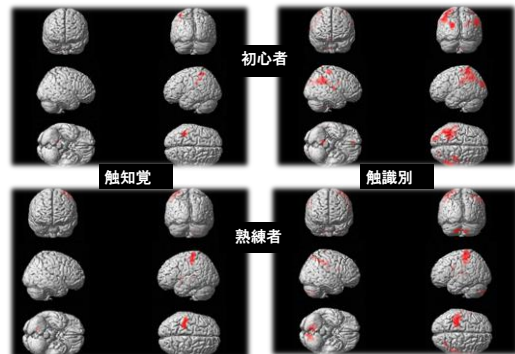
左右運動時の脳内賦活(速度負荷)



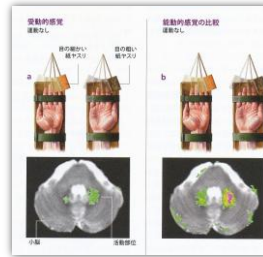
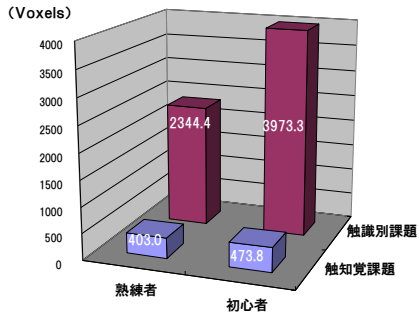
課題中の全脳内賦活領域



触知覚、触識別時の脳内賦活

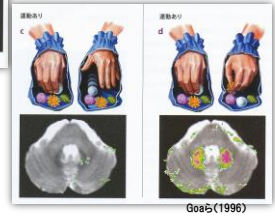


課題中の全脳内賦活領域



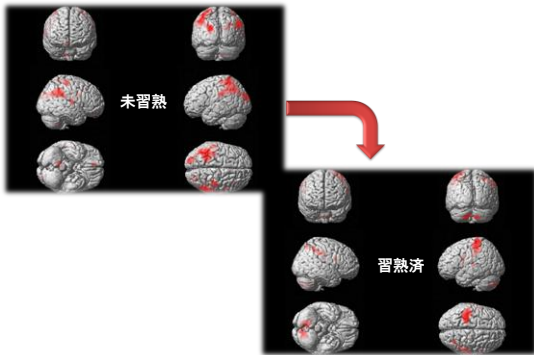
A: ヤスリでこする
B: 左右の違いを識別

C: 持ち上げて落とす
D: 左右でさわり心地を比較

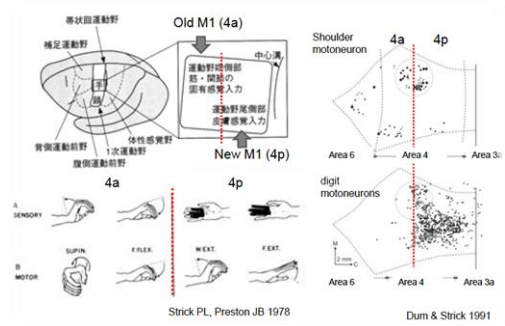


Goaら(1996)

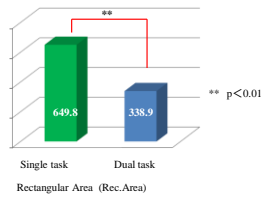
学習すると、脳賦活は縮小、限局される



4p野は手指の表在感覚および伸展方向に賦活する



The Influence of Dual Task during Static Standing among Healthy Young Adults



立位制御時のDual-Taskでわかったこと



二重課題は、熟練度合いによって影響が異なる

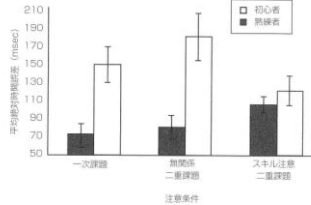


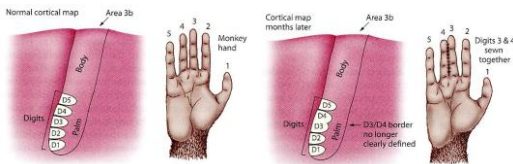
図1-2 Gray (2004) の研究で用いられた、3つの注意条件における熟練者と初心者のパッチングパフォーマンス。(平均絶対時間誤差)。(R. Gray, 2004, "Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: Expertise differences, choking, and slumps," Journal of Experimental Psychology: Applied 10: 42-54)

R.Gray, 2004

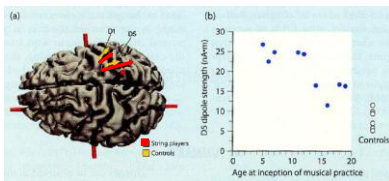
BRUCE LEE
李小龍; リー・シャオロン
 (1940 - 1973)



大脳皮質感覚野はダイナミックに変化(再組織化)する



弦楽奏者の第5指
 感覚皮質領域は
 拡大する



運動学習の定義

「練習や経験に基づく一連の過程で、技能的行動を遂行する能力を獲得させる比較的永続的变化をもたらす」

運動学習の適用

1) 情報の制限

情報を処理する能力には限界がある
 運動学習初期は「認知期」とよばれ、理解が重要である

2) 示範

運動記憶はイメージという形で運動情報を保持している
 動作を示範することによってイメージとして情報を導入される

「マジックナンバー7(±2)」
 一記憶にとどめられる限界 (G.A.ミラー, 1956)

3) キーファクター

「パフォーマンスに関する様々なヒント」

* キーファクターの注意点

- a. 十分な情報
- b. 言葉を最小限に
- c. 重要な要素に注意を
- d. 記憶の強化

4) 教授法

- a) どのようなキーファクターを選択するか？
- b) どのような順序で提示するか？
- c) どのような速度で提示するか？
- d) どのくらいの情報を与えるか(KRを含む)？

* 要素すべてを一つずつ説明することはあまり意味を成さない。

効果的な訓練を行うために

- 1) 運動転移(motor transfer)
- 2) 部分性と全体性
- 3) 何が記憶されるのか？
 対象者気分や環境の雰囲気に関する情報
 パフォーマンスの遂行される環境
 学習した環境やそのときの情緒的な状態
 →より高いパフォーマンスが発揮される
 (例)Home & Away
- 4) ランダム化
 →運動転移しやすい

運動転移

- 1) 運動特異性
 - ・open と closed
- 2) 筋特異性
 - ・収縮形態
- 3) 環境特異性

どう使い分けるか？

全習法と分習法

集中法と分散法

固定法と多様性法

KRIについて

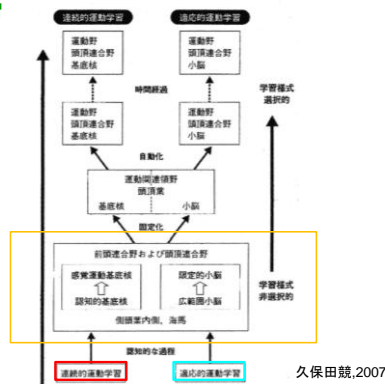
- 1) 与えなきゃいけない時
- 2) 与えすぎたらいけない時
- 3) 与え方をどうするか？

『 Singerのファイブステップ・アプローチ 』

1. 準備：期待されるパフォーマンスを肯定的に考える；適切な態度と心の状態を得る；以前の最高のパフォーマンスを連想して今回のパフォーマンスの準備を試みる；自分の確かな準備手順を確立するよう試みる
2. イメージ：行為を実行するイメージを簡単に心に描く—その行為がどのようになされるべきか、もっともよく行えるとしたらどのように行えるか；行為の結果から行為の開始までをイメージする；運動を感じる
3. 集中：これから打つテニスボールの縫い目など、行為時の状況に関連した特徴に全神経を集中させ、その手がかりのみを考えることで余計な考えを遮断する。
4. 実行：準備ができたと感じたら実行する；行為自体や結果については一切考えない。
5. 評価：もし時間が許せば利用できるフィードバックを使用して学習する；運動の結果を分析し、各々のステップに照らして効果を評価する；必要であれば次の手順を調整する。

Singer, 1988

連続学習と適応学習



適応的運動学習と連続的運動学習

- 適応的運動学習：感覚学習
 - ✓ 感覚情報に基づいて行う運動学習
 - ✓ 外界の条件に従いその変換過程を学習 (open skills)
 - ✓ 道具を使った運動
 - ✓ 内部モデルの形成
- 連続的運動学習：記憶学習
 - ✓ 連続的に繰り返される動作(行動)の中から、動作順序に関する知識の獲得を行う
 - ✓ ある課題における身体の手順 (closed skills)

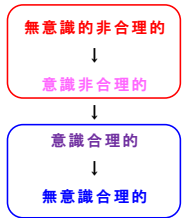
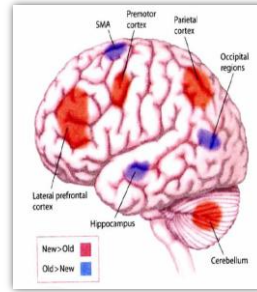
- I. プリズム眼鏡装着での上肢の到達運動課題
- II. マウスコントロール
- III. ダーツ投げ
- I. 上肢の順序動作課題
- II. 規則・順序性のある繰り返し課題
- III. 親指と他の指の連続的対立運動
- IV. 連続的ボタン押し

純粋運動技能学習

- 左半球→
運動感覚野、運動前野、
補足運動野、頭頂連合野
- 右半球→
運動前野、頭頂連合野
- 小 脳→
両側半球前葉、虫部

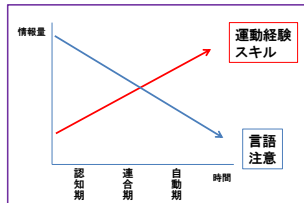


運動学習関連領域と変化



「スキル学習の3段階モデル」

- 第一段階→認知期
- 第二段階→連合期
- 第三段階→自動期



認知期→注意の集中と言語

→獲得しようとしている運動の理解

連合期→KR(結果の知識)、判断

自動期→運動経験、記憶

→注意の必要なく、運動の自動化

全ての過程では、いかに知覚するかということが重要
環境に依存するヒトには必要不可欠な要素です。

(FittsとPosner, 1967)

*Quelli che si innamorano di pratica senza scienza sono
come 'l' nocchieri ch'entra in navillo senza timone o bussola,
che mai ha certezza dove si vada.*



Leonardo da Vinci

*科学の裏付けなく実践のみに夢中になる者は、
舵も羅針盤もない船に乗り込み、
何処に行くのやら確かでない船頭のようなものだ。*

レオナルド ダ ヴィンチ

注意とは？

注意の定義

実は明確に定義することはむずかしい

広義に、簡便に、「意識の焦点化と集中」と定義

注意の種類

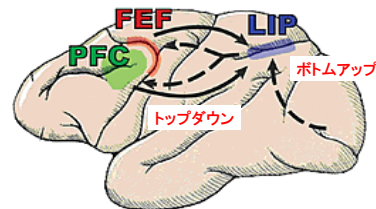
- 1) 能動的注意: 意図的・意識的に生じるもの (随意的; トップダウン)
- 2) 受動的注意: 自動的・無意識的に生じるもの (不随意的; ボトムアップ)

注意障害とは？

→注意の選択性・志向性・範囲・強度・持続性・探索などの障害

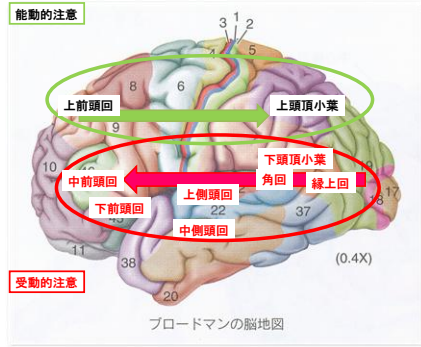
注意—アカゲサル

- PFC: 前頭前皮質
- FEF: 前頭眼野
- LIP: 外側頭頂間溝

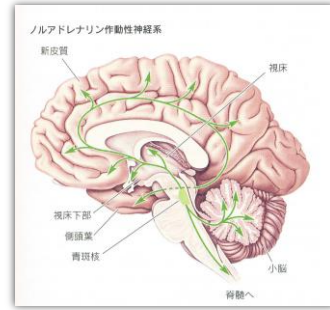


Earl K. Miller

注意の脳内機構

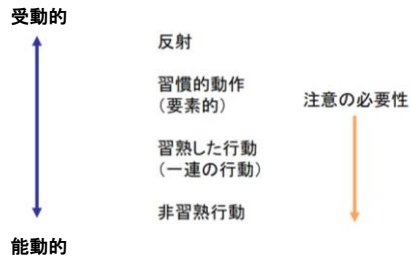


外界への能動的注意を促す



脳のレベルがUP
(運動・感覚の対応力)

注意と運動の関係



前頭連合野の機能のシステムティックレビュー

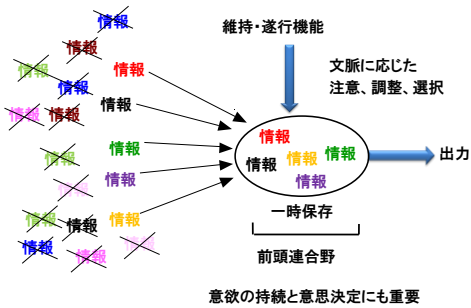
- ・注意(修正ストループ課題)
選択機能/維持機能/制御機能
視床背内側核(線維連絡)
- ・時間認知(親近性課題)
時間間隔/時間的順序
前頭葉背外側部
↓
注意・判断・言語・学習に深く関与

加藤(2005)

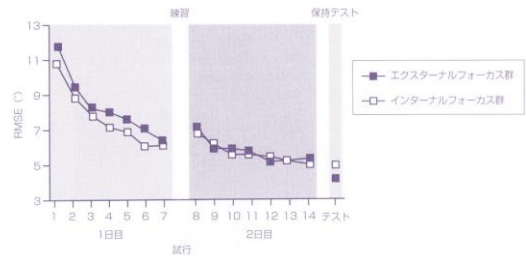


ストループ効果
(ジョン・ストループ :1935)

前頭連合野とワーキングメモリ≒管理職

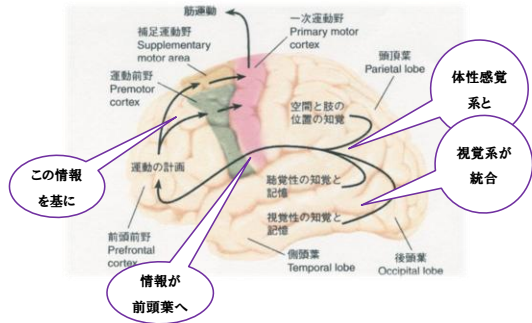


注意をどこに向けるか？



G.Wuif, 1998

運動の発現



運動制御に関する脳内領域

- 1) 前頭連合野
- 2) 頭頂連合野
- 3) 側頭連合野
- 4) 小脳
- 5) 大脳基底核

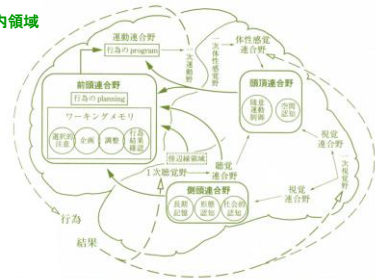
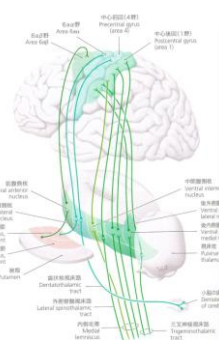
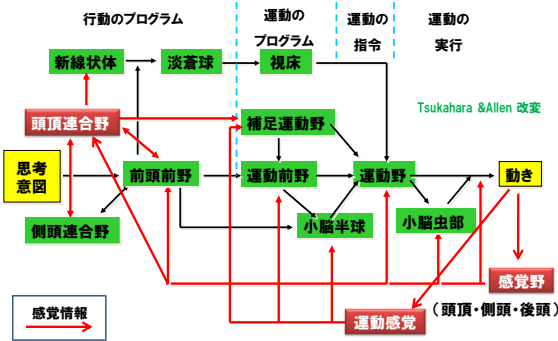


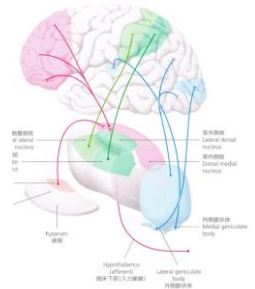
図2-7 生体内の情報入力から行為の発現に至るまでの過程における大脳皮質連合野の機能の概要

*これらの領域が情報を交換し合うことで、適切な行為が生み出されている

感覚系と運動系は円環的關係である



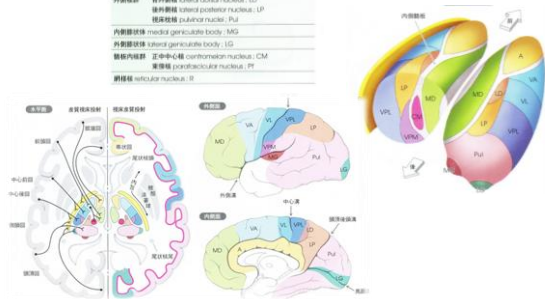
視床と各皮質を結んでいる線維



視床

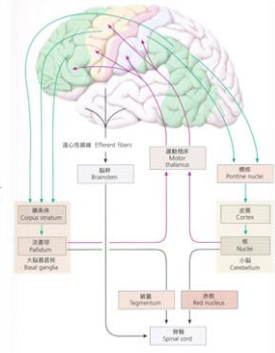
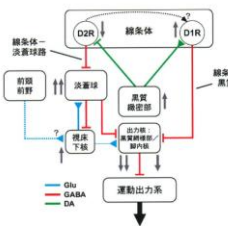
前線核	anterior nucleus, A
内線核	腹内線核 medial dorsal nucleus, MD
腹内線核	前腹内線核 ventral anterior nucleus, VA
	外腹内線核 ventral lateral nucleus, VL
	線核 VLc
	線核 VLp
後線核	ventral posterior nucleus, VP
後内線核	ventral posterior medial nucleus, VPM
	後外線核 ventral posterior lateral nucleus, VPL
外線核	lateral dorsal nucleus, LD
	後外線核 lateral posterior nucleus, LP
	後外線核 lateral posterior nucleus, LPL
内線核	medial geniculate body, MG
外線核	lateral geniculate body, LG
視床内線核	内側線核 centromedian nucleus, CM
	葉核 parvocellular nucleus, PT
網様核	nucleus reticularis, RT

視床と大脳皮質との連絡路

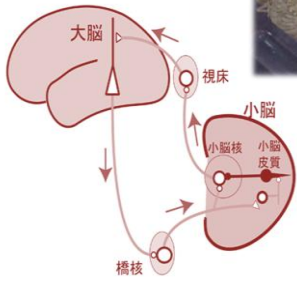


大脳皮質と大脳基底核の連絡路

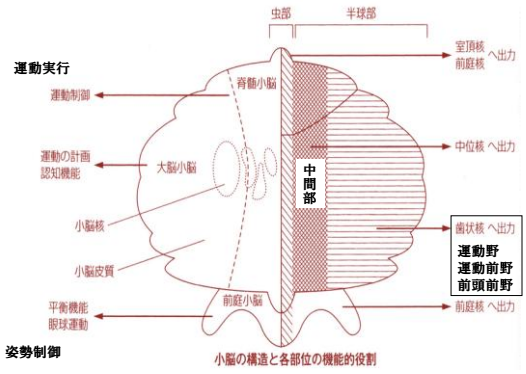
抑制のメカニズム



大脳-小脳連関
運動制御のメカニズム

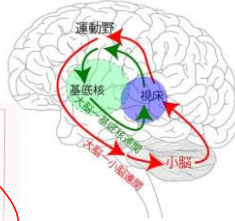
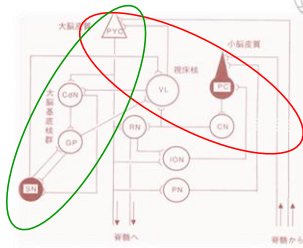


作用と結果の予測
(因果関係の予測)



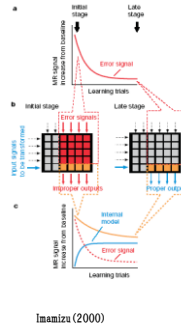
小脳の構造と各部位の機能的役割

大脳-小脳連関と大脳-基底核連関

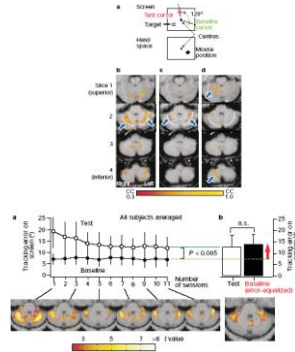


PYC:運動野錐体細胞 PC:プルキンエ細胞 Cdn:尾状核 GP:淡蒼球
SN:黒質 RN:赤核 PN:橋核 CN:小脳核 ION:下オリブ核

小脳の内部モデル

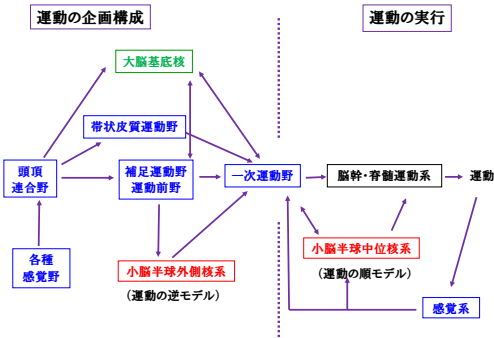


マウスの回転変換を学習する課題



Imamizu (2000)

運動制御



下行性伝導路

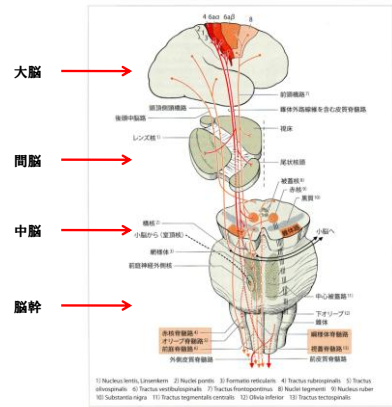


図 3.5 運動系に関する神経構造とその下行路

下行性伝導路

-姿勢、運動コントロールシステム-

姿勢コントロール

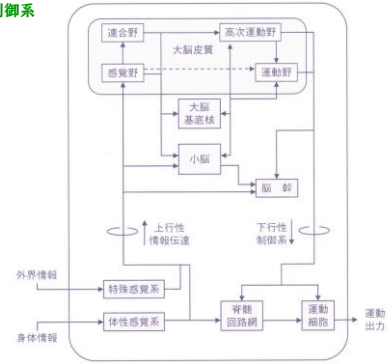
- ・橋網様体脊髄路
→ 体幹、骨盤、下肢の近位部支配
- ・視蓋脊髄路
→ 頭頸部のコントロール、定位運動
- ・間質枝脊髄路
→ 頭頸部のコントロール、眼球運動
- ・前庭脊髄路
→ 加速度
- ・前皮質脊髄路
→ 体幹の制御

運動コントロール

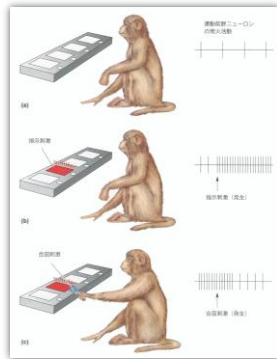
- ・外側皮質脊髄路 (90% 錐体交叉)
→ 上下肢の巧緻動作
- ・前皮質脊髄路 (10% 交叉せず)
→ 体幹、近位部を支配
- ・赤核脊髄路
→ 姿勢、筋緊張の調節、学習関連
- ・延髄網様体脊髄路
→ パターンジェネレーターを修飾

大内田裕: 脳幹のプロフィール; 2003

運動の発現と制御系



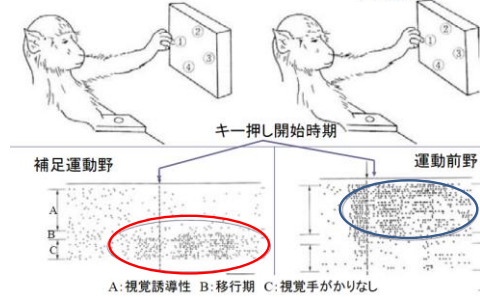
運動する前に起こる
運動前野のニューロン発火



- a) 刺激前
- b) 指示刺激
- c) 合図刺激ボタンを押す

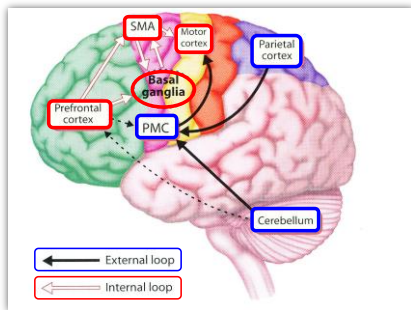
Weinrich and Wise (1982)

複数の押しボタンを押す課題の最中の運動前野と補足運動野の活動
Mushaake, 1991

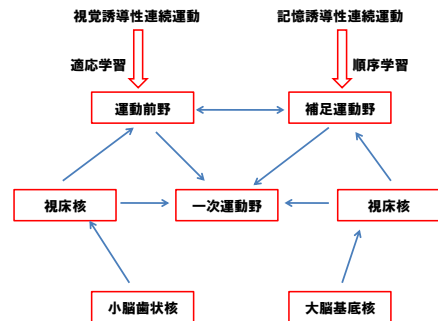


A: 視覚誘導性 B: 移行期 C: 視覚手がかりなし

外発的および内発的プログラミング機構



運動関連領域の神経結合 (虫明, 2007)

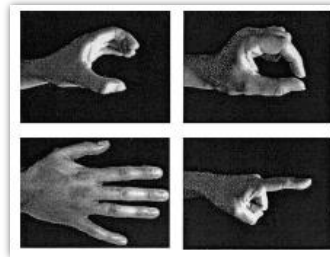


運動学習は効果器で起こる現象ではない

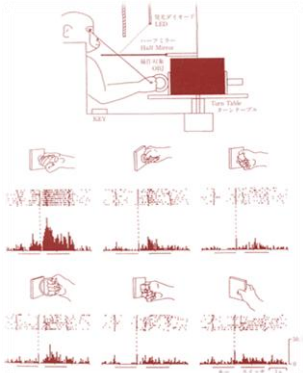
- (a) Cognitive Neuroscience The right hand
- (b) Cognitive Neuroscience The right wrist
- (c) Cognitive Neuroscience The left hand
- (d) Cognitive Neuroscience The mouth
- (e) Cognitive Neurosciences The right foot

その行為を練習して上達するというわけではない

問題: 何をしようとしていますか?



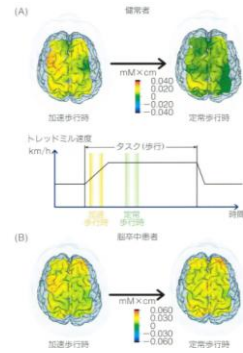
- A: ボタンを押す
- B: 押しピンをつまむ
- C: コップで水を飲む
- D: スイカを触る



頭頂連合野のニューロンは、押すなど動作ではなく、手のプレシェーピングに関与

(Murata, 1996)

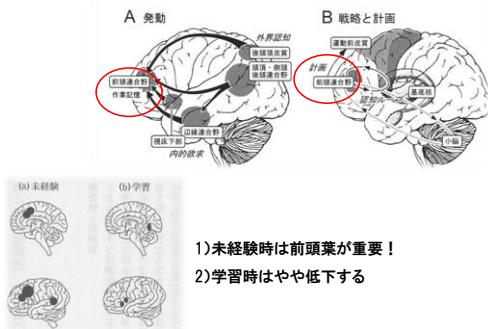
歩行時の脳内賦活



健常者に比して脳卒中患者は前頭前野が賦活しつづける

Miyai, 2009

前頭連合野を刺激しながら



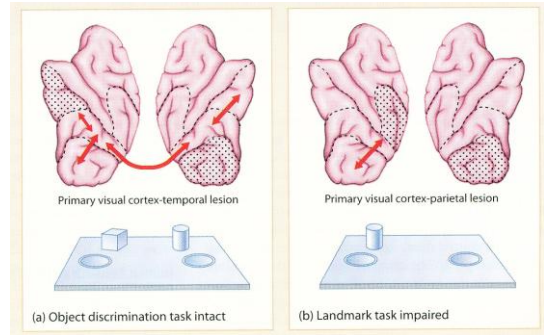
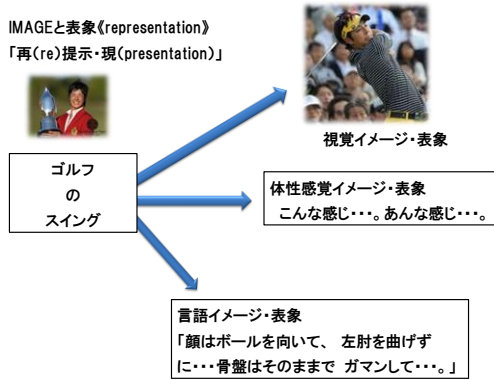
- 1) 未経験時は前頭葉が重要!
- 2) 学習時はやや低下する

IMAGE

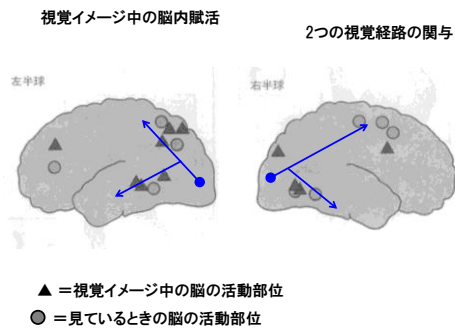
イメージ



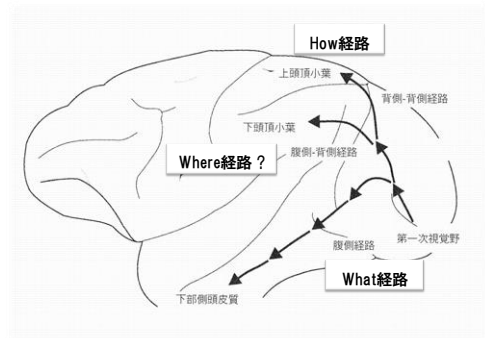
イメージは行為前に想起されている



Pohl(1973)



Kosslynら



Goodale&Milners(1992)

MIRROR NEURON

霊長類が自ら行動する時と他の同種が行っているのを観察している時の両方で活動電位を発生させる神経細胞のこと。

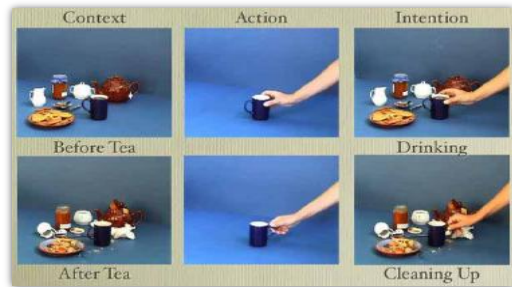
ヒトでは、前運動野と下頭頂小葉にミラーニューロンと一致した脳活動を観測。神経細胞のネットワークが関与している

【ミラーニューロンの機能】

- ・他人の行動を理解
- ・模倣による技能を修得
- ・心の理論の能力
- ・言語能力との関連
- ・自閉症などの原因

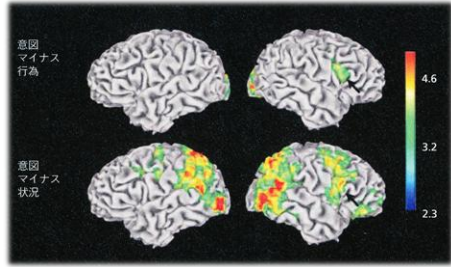


状況、行為、意図に関するミラーニューロン



Iacoboni et al.(2005)

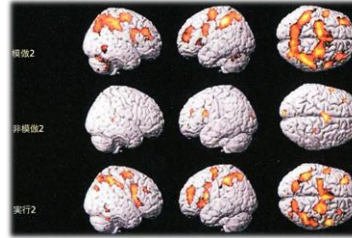
意図に反応する下前頭回後部のミラーニューロン



Iacboni et al.(2005)

模倣と学習の関連性

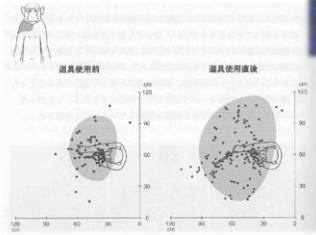
模倣2:ギターを弾く準備中
非模倣2:ギターのネックで準備中
実行2:ギターのネックを見て演奏



Buccino et al.(2004)

ボディシェーマ (無意識)

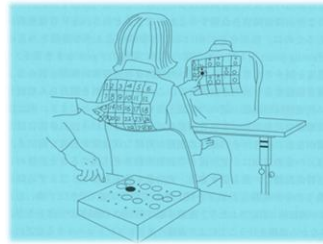
頭頂連合野の関与



頭頂間溝(VIP)で発見
道具の使用の有無で
ボディシェーマは
ダイナミックに変化

Irukiら(1996)

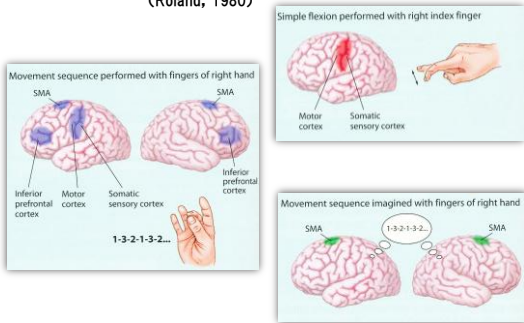
ボディイメージ・身体図式 (意識)



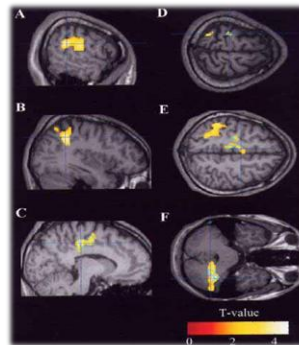
Weinbergら (1977)

EX) 背中への掻く場所の指示

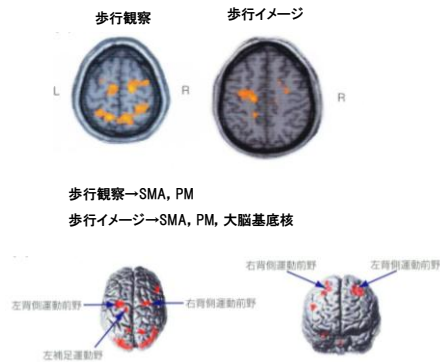
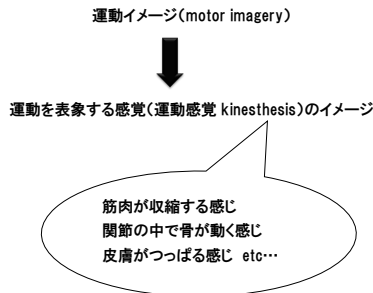
系列運動のイメージ想起中の脳内賦活 (Roland, 1980)



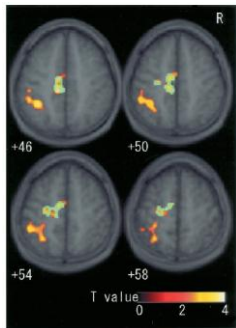
運動イメージに関する脳内賦活部位 (Naito, 2001)



A: 体性感覚野
B: 頭頂間溝
C: 補足運動野
D: 一次運動野
E: 背側運動前野
F: 小脳



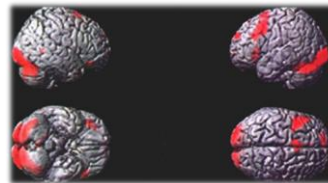
運動のイメージとイリュージョンに関する脳内賦活部位 (Naito, 2002)



右手運動のイメージとイリュージョン中

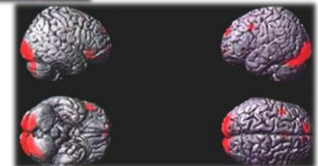
- 補足運動野
- 運動前野
- 帯状回運動野
- 感覚運動野

本人が経験したものはイメージしやすい



自己記憶からのイメージ

他者記憶からのイメージ



昔の肯定的な記憶がイメージに最も適している！



新否定的

旧 > 新
肯定的 > 否定的



旧肯定的

運動イメージは視覚イメージに比べて難しい

* 1人称的と3人称的な運動イメージを年齢別に調査した

VMIQ(Vividness of Motor Imagery Questionnaire: VMIQ)

- 1人称的な運動イメージ → 筋感覚系
- 高齢者 < 若齢者および中年者
- 3人称的な運動イメージ → 視覚系
- 年齢による差はなし

(Mulder et al. 2007)

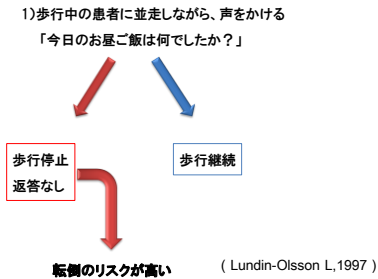
行為の習熟度は、注意機能で判断できる



Lundin-Olsson L., et al., "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. Lancet.1997 Mar 1;349(9052):617.

Stops walking when talking test ; SWWT

*臨床現場で使用しやすい



MIG-R (Movement imagery Questionnaire-Revised)

- 1) スタートポジション
- 2) 動作
- 3) イメージおよび評価

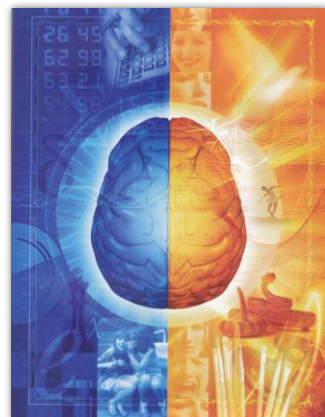
評価基準	観察イメージ尺度	体験イメージ尺度
1-見るのは、とてもむずかしい	1-感じるのは、とてもむずかしい	1-見るのは、とてもむずかしい
2-見るのは、むずかしい	2-感じるのは、むずかしい	2-見るのは、むずかしい
3-見るのは、ややむずかしい	3-感じるのは、ややむずかしい	3-見るのは、ややむずかしい
4-どちらでもない	4-どちらでもない	4-どちらでもない
5-見るのは、やややさしい	5-感じるのは、やややさしい	5-見るのは、やややさしい
6-見るのは、やさしい	6-感じるのは、やさしい	6-見るのは、やさしい
7-見るのは、とてもやさしい	7-感じるのは、とてもやさしい	7-見るのは、とてもやさしい

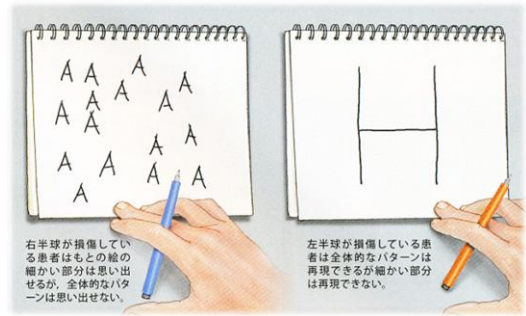
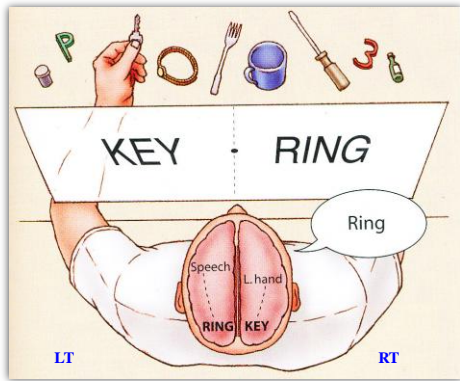
Hall,et al:1997

- 項目①:「スタートポジション:足をそろえて立ち、胸はそのままだらんとさせておく。
動作:右ひざを、できるだけ高く上げる。その際、右脚を膝のところで曲げて、左脚だけで立つ。それから右脚を下ろし、また両脚で立つ。これらの動作をゆっくりと行う。」
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を実際には行わず、あなたも今やっているように体験イメージで感じてみる。このイメージを感じるのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目②:「スタートポジション:脚を少し開いて立ち、胸はそのままだらんと下げておく。
動作:低くかかんでから、両腕をまっすぐ上に伸ばすように、出来るだけ高くジャンプする。脚を閉いて着地し、胸は横に下げる。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を行っている自分を、出来るだけはっきりと鮮明に観察イメージで思い浮かべてみる。イメージを描くのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目③:「スタートポジション:利き手ではない方の手を、体の横でまっすぐ伸ばし、手のひらを下に向けて。
動作:腕を床と平行に、身体をまっすぐ正面に来るように動かす。腕を伸ばしたまま、ゆっくりと行う。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を実際には行わず、あなたも今やっているように体験イメージで感じてみる。このイメージを感じるのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目④:「スタートポジション:脚を少し開いて立ち、両腕は頭の上のいっばいに伸ばす。
動作:ゆっくりと上半身を前にまげて、指先で床を触ろうとしてみる。(もし可能であれば、指先か手のひらで床を触る) 最初のポジションに戻って直立して、頭の上に腕を伸ばす。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を行っている自分を、出来るだけはっきりと鮮明に観察イメージで思い浮かべてみる。イメージを描くのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」

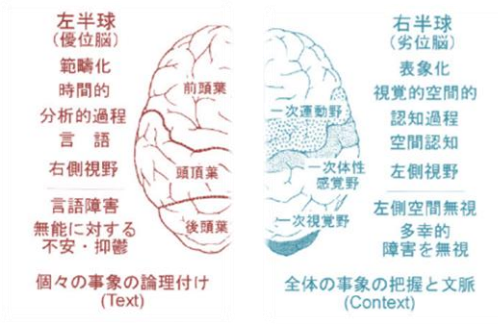
- 項目⑤:「スタートポジション:脚を少し開いて立ち、胸はそのままだらんと下げておく。
動作:低くかかんでから、両腕をまっすぐ上に伸ばすように、出来るだけ高くジャンプする。脚を閉いて着地し、胸は横に下げる。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を実際には行わず、あなたも今やっているように体験イメージで感じてみる。このイメージを感じるのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目⑥:「スタートポジション:足をそろえて立ち、胸はそのままだらんとさせておく。
動作:右ひざを、できるだけ高く上げる。その際、右脚を膝のところで曲げて、左脚だけで立つ。それから右脚を下ろし、また両脚で立つ。これらの動作をゆっくりと行う。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を行っている自分を、出来るだけはっきりと鮮明に観察イメージで思い浮かべてみる。このイメージを感じるのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目⑦:「スタートポジション:脚を少し開いて立ち、両腕は頭の上のいっばいに伸ばす。
動作:ゆっくりと上半身を前にまげて、指先で床を触ろうとしてみる。(もし可能であれば、指先か手のひらで床を触る) 最初のポジションに戻って直立して、頭の上に腕を伸ばす。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を実際には行わず、あなたも今やっているように体験イメージで感じてみる。このイメージを感じるのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」
- 項目⑧:「スタートポジション:利き手ではない方の手を、体の横でまっすぐ伸ばし、手のひらを下に向けて。
動作:腕を床と平行に、身体をまっすぐ正面に来るように動かす。腕を伸ばしたまま、ゆっくりと行う。
課題:最初のポジションを思い浮かべてみる。この動作を行っている自分を、出来るだけはっきりと鮮明に観察イメージで思い浮かべてみる。イメージを描くのがやさしかったか、むずかかったかを評価する。それでは始めてください。」

大脳機能
の
ラテラリティ





大脳機能のラテラルリティ



右大脳半球

- 前頭葉 半側視空間失認, 注意障害, 遂行障害
- 頭頂葉 半側視空間失認, 半側身体失認, 病態失認, 地誌的記憶障害, 図地知覚障害, 左右識別障害, 構成障害, 着衣失行
- 側頭葉 相貌失認, 半側視空間失認
- 後頭葉 物体失認, 相貌失認, 地誌的記憶障害, バリント症候群

左大脳半球

- 前頭葉 ブローカ失語, 短期記憶障害
- 頭頂葉 身体失認, 手指失認, 伝導失語, ゲルストマン症候群, 観念失行, 観念運動失行, 構成障害, 左右識別障害, 超皮質性感覚失語
- 側頭葉 相貌失認, 地誌的記憶障害, 同時失認, バリント症候群, ウェルニッケ失語
- 後頭葉 物体失認, 色彩失認, 相貌失認, 地誌的記憶障害, 同時失認

参加していただきまして
本当にありがとうございました。
今後も、よろしく申し上げます。
何か質問がありましたら
y-murakami@uekusa.ac.jp
にメールして下さい。



ご清聴ありがとうございました！