

それ何！？触診のヒントになることから

テーマ：脳の命令

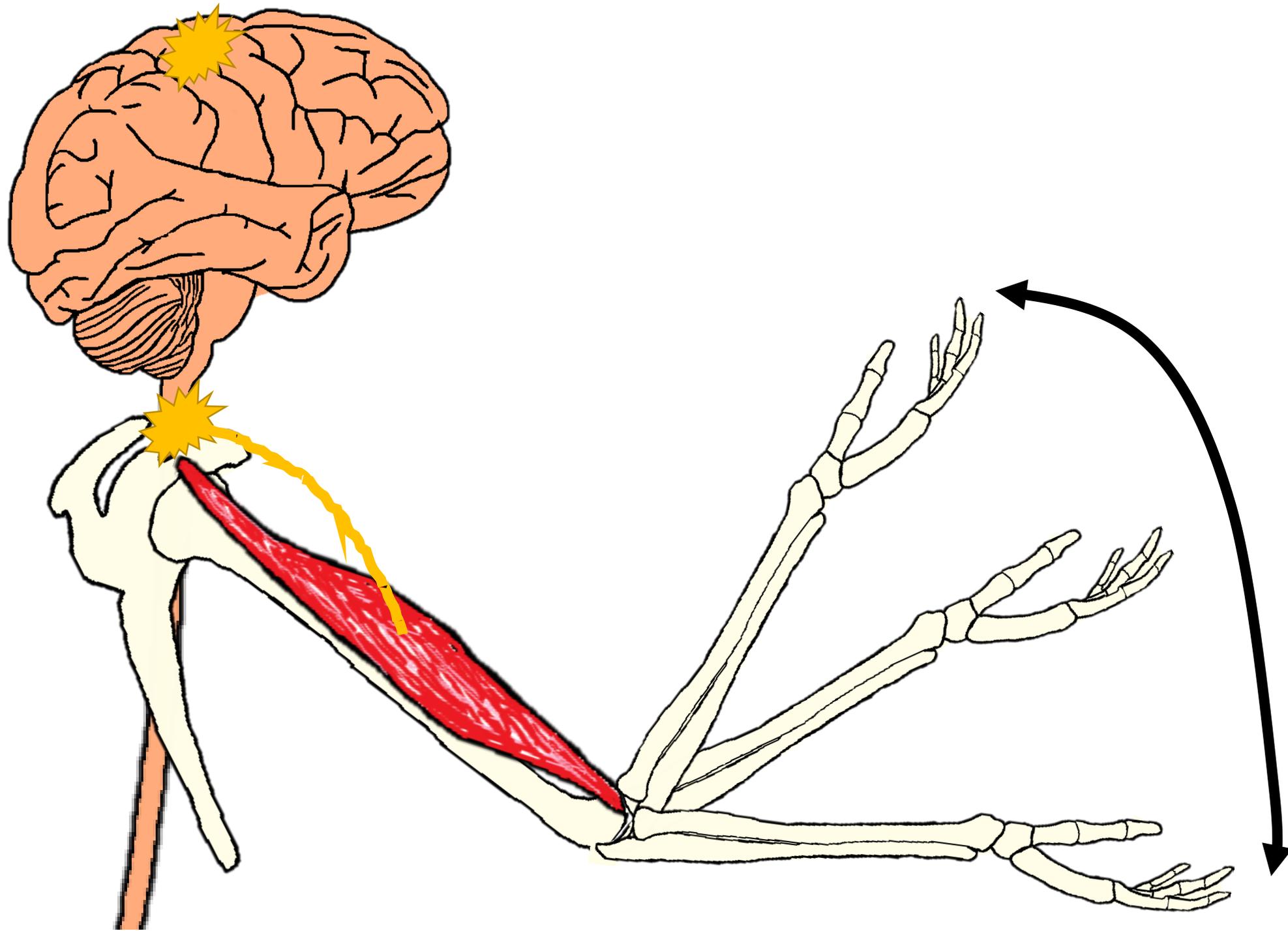
5月24日(水)20:00～

・運動への指令 ・経路 ・随意運動

脳外触診セミナー 講師 山上 拓

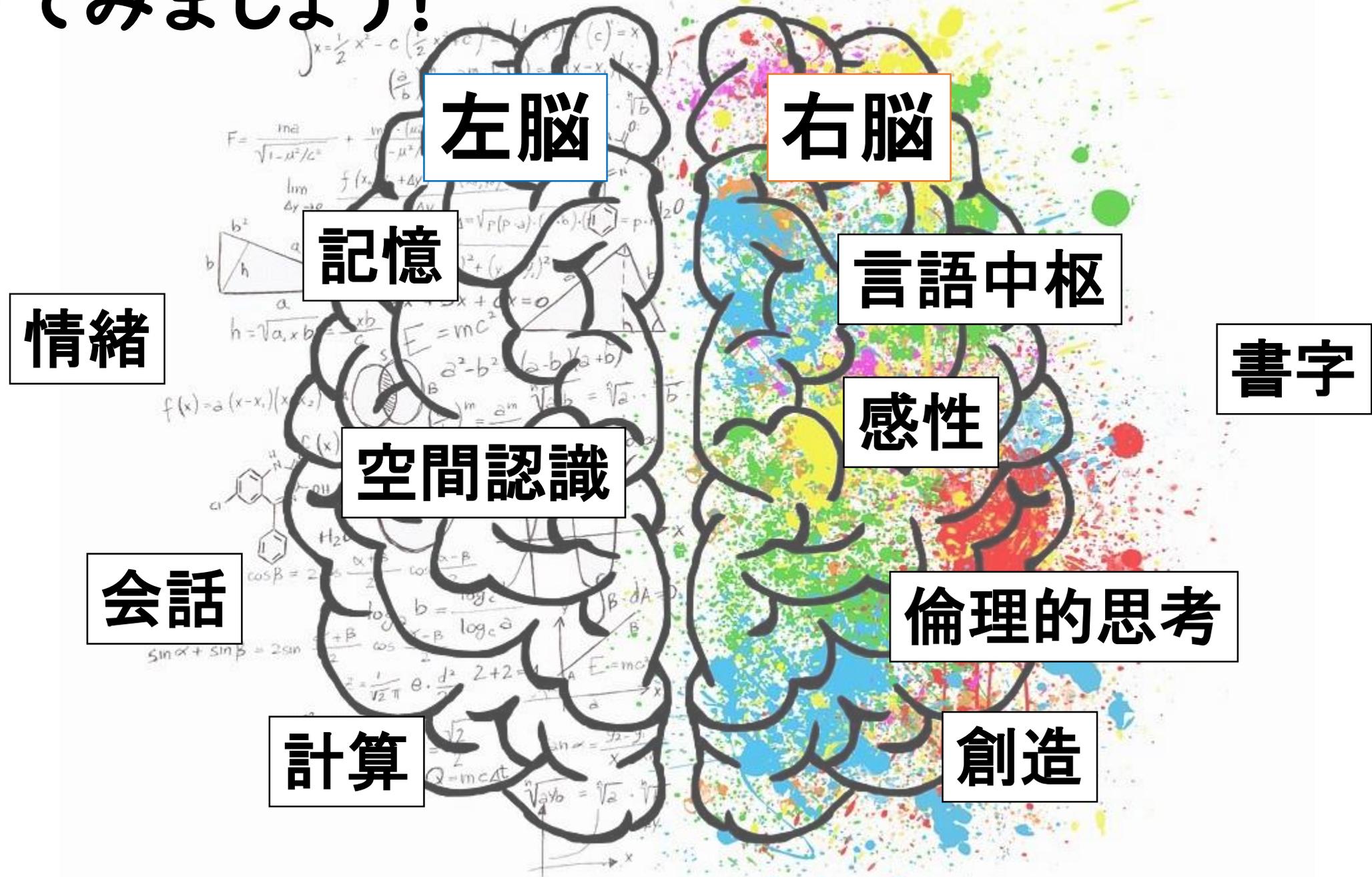
# それ何！？触診のヒントになることから

- |        |                |
|--------|----------------|
| 4月26日  | カラダが動く         |
| 5月24日  | 脳の命令           |
| 6月28日  | 脊髄の役割          |
| 7月26日  | 筋肉が動きだす        |
| 8月23日  | シナプスの独走        |
| 9月27日  | ネットワーク、脳の連絡    |
| 10月25日 | 大脳皮質の興奮と抑制     |
| 11月22日 | かわりに動き出す、脳の再出発 |
| 12月27日 | 可塑性の基本         |
| 1月24日  | 神経の変性          |
| 2月28日  | 痙縮は味方          |





# 分けてみましょう!





**左腦**

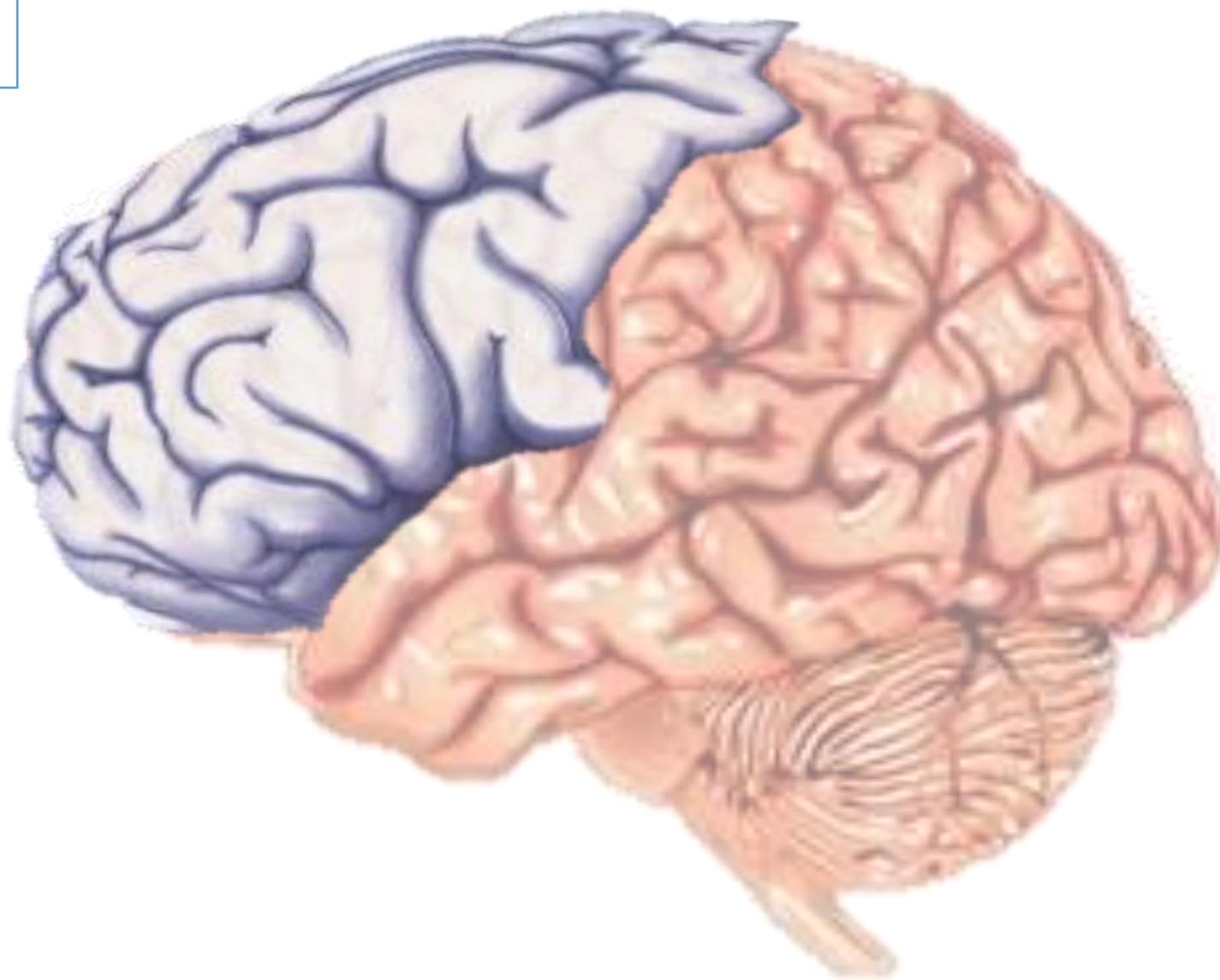
**言語中樞  
會話  
書字  
計算  
倫理的思考**

**右腦**

**空間認識  
創造  
感性  
情緒  
記憶**

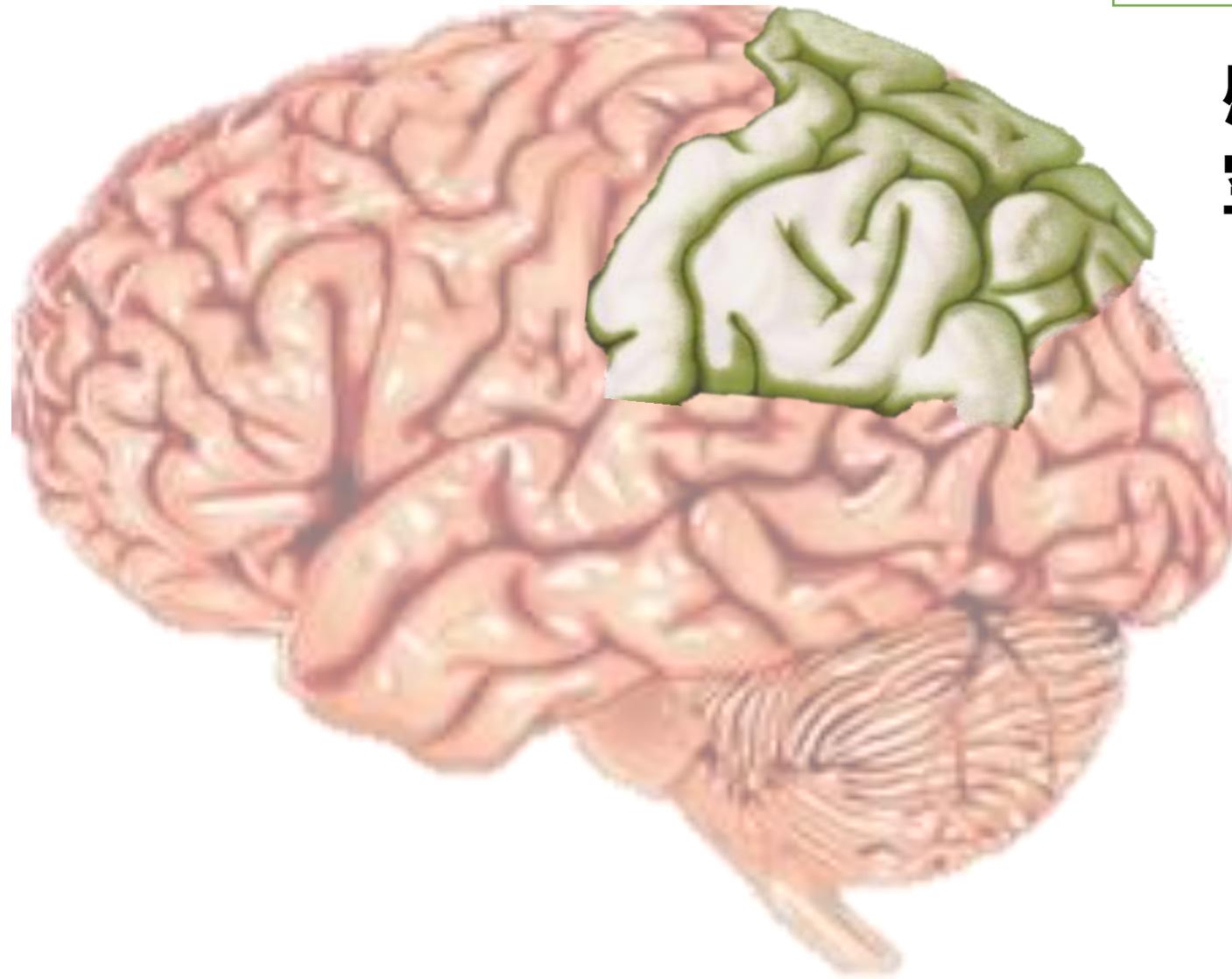
# 前頭葉

思考  
判斷  
精神  
感情



頭頂葉

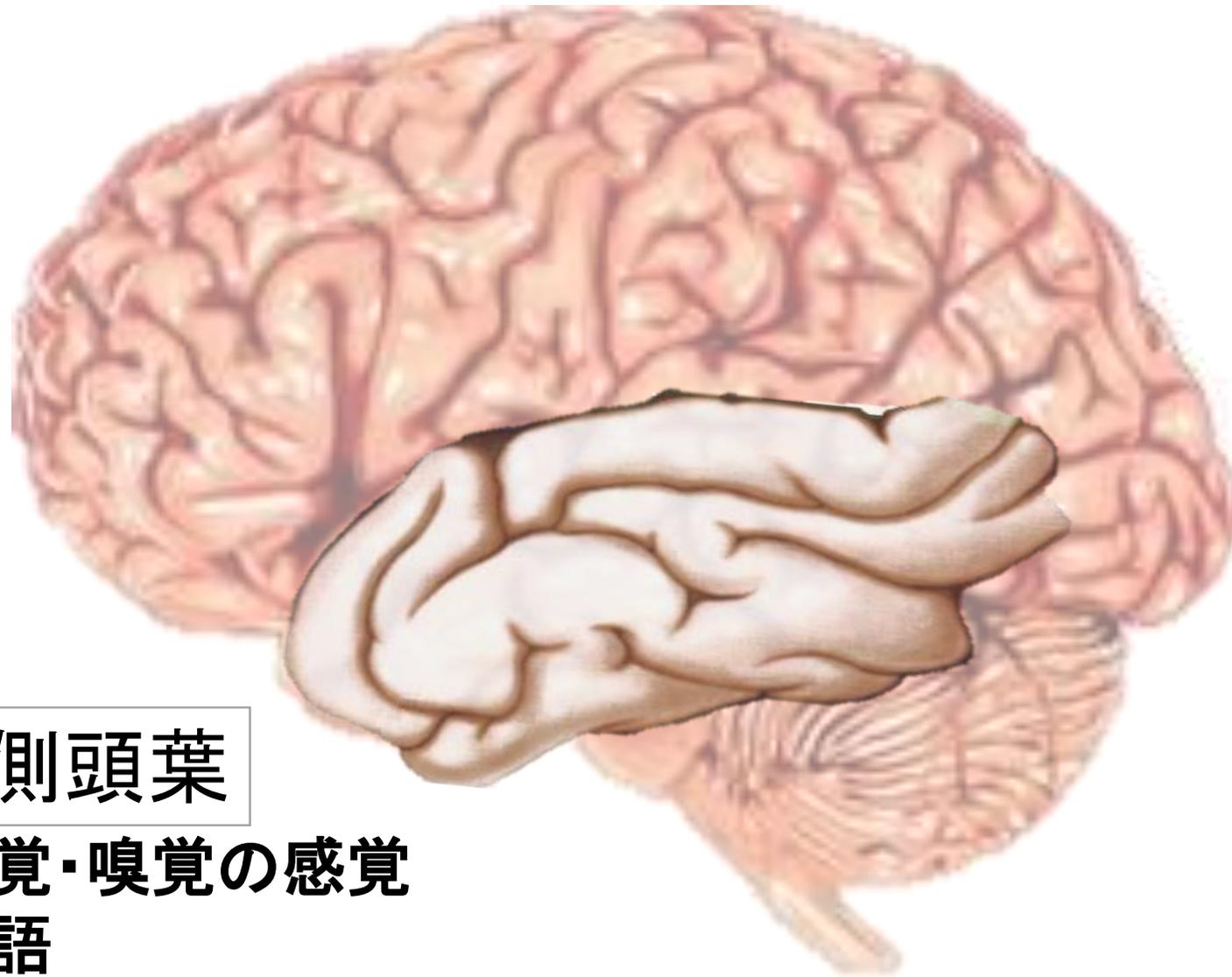
感覺統合  
空間處理





後頭葉

視覚からの  
情報処理



側頭葉

聴覚・嗅覚の感覚  
言語

## 前頭葉

思考  
判断  
精神  
感情

## 頭頂葉

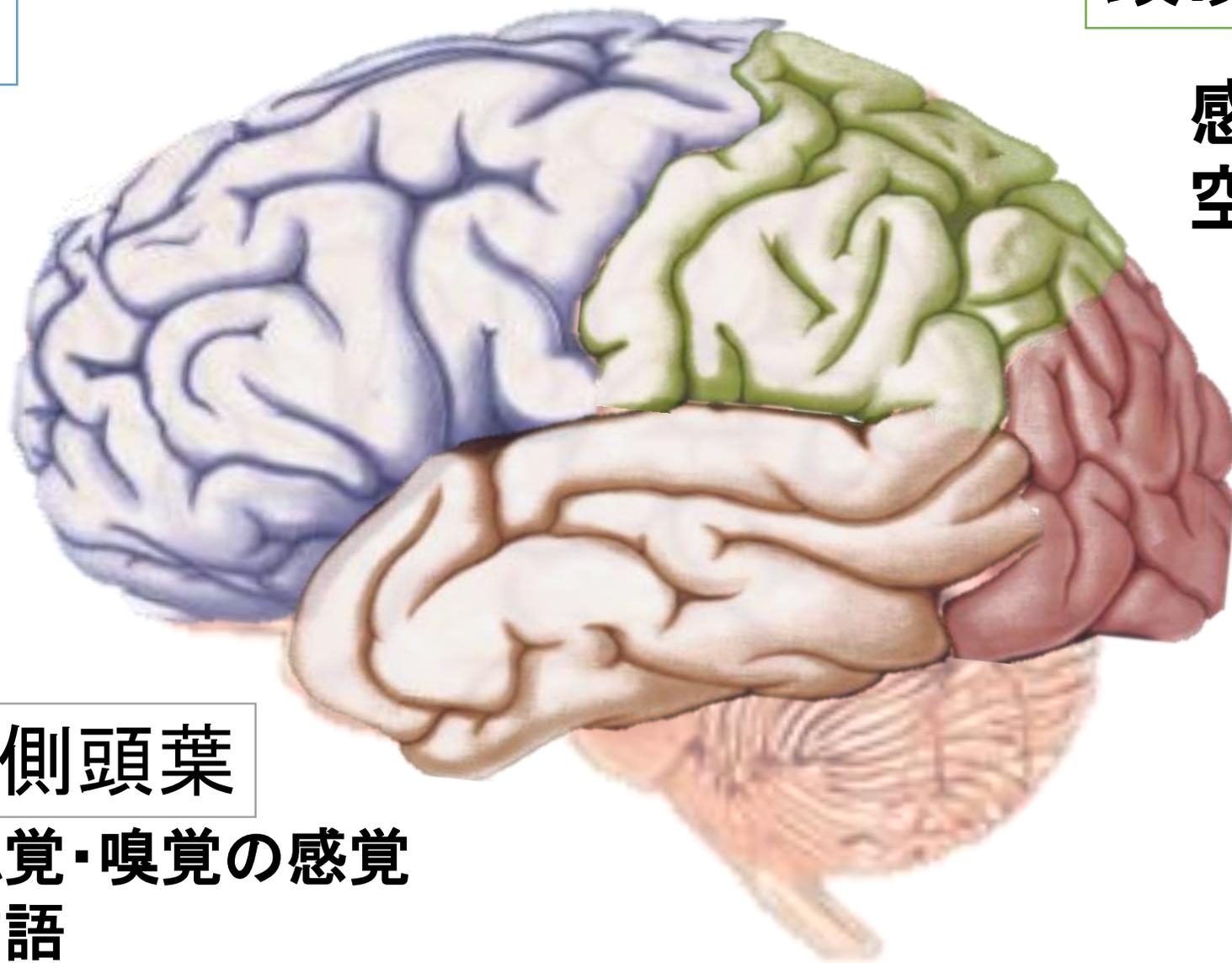
感覚統合  
空間処理

## 後頭葉

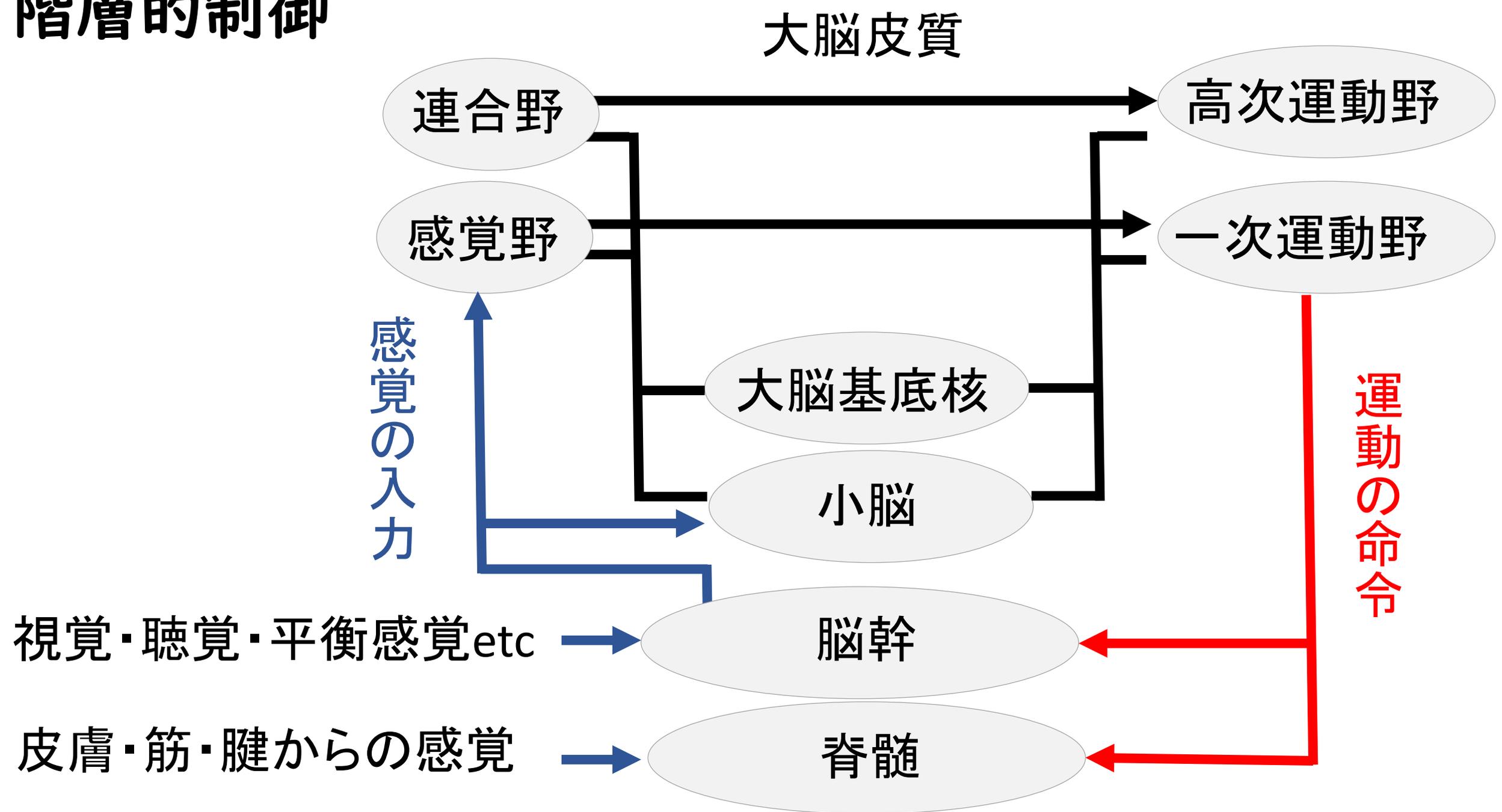
視覚からの  
情報処理

## 側頭葉

聴覚・嗅覚の感覚  
言語



# 階層的制御



脳

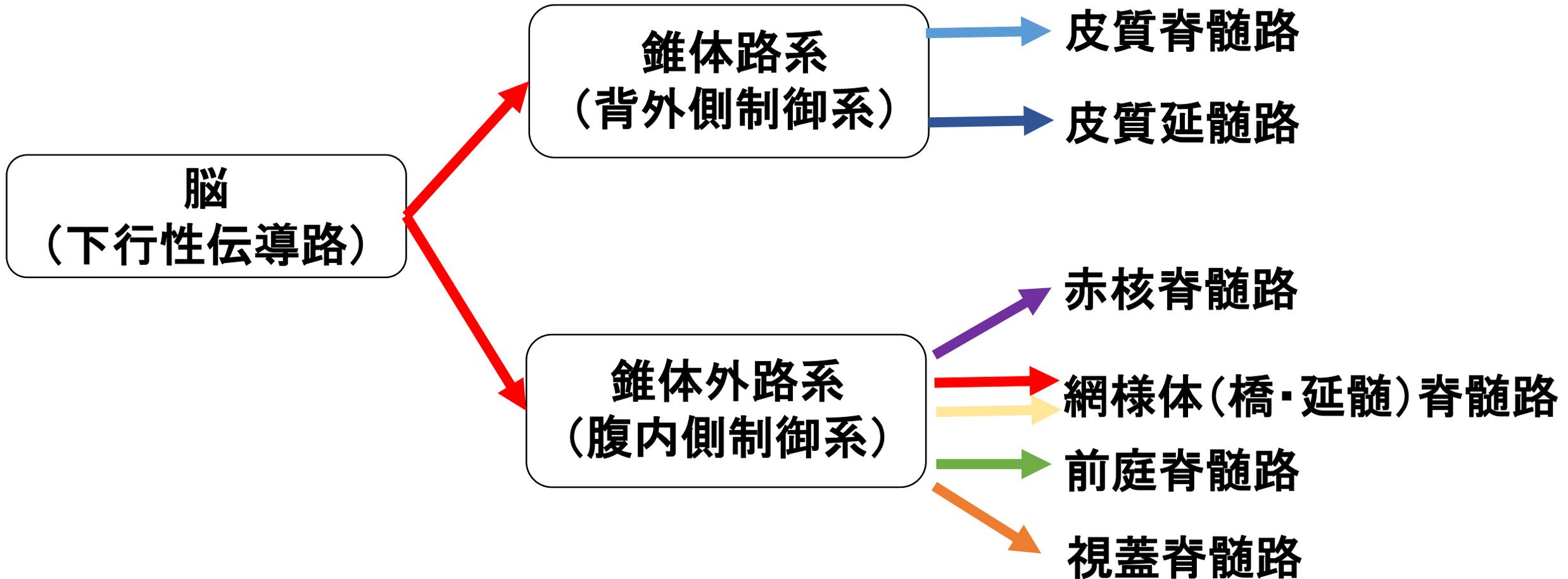
意図する

意図しない

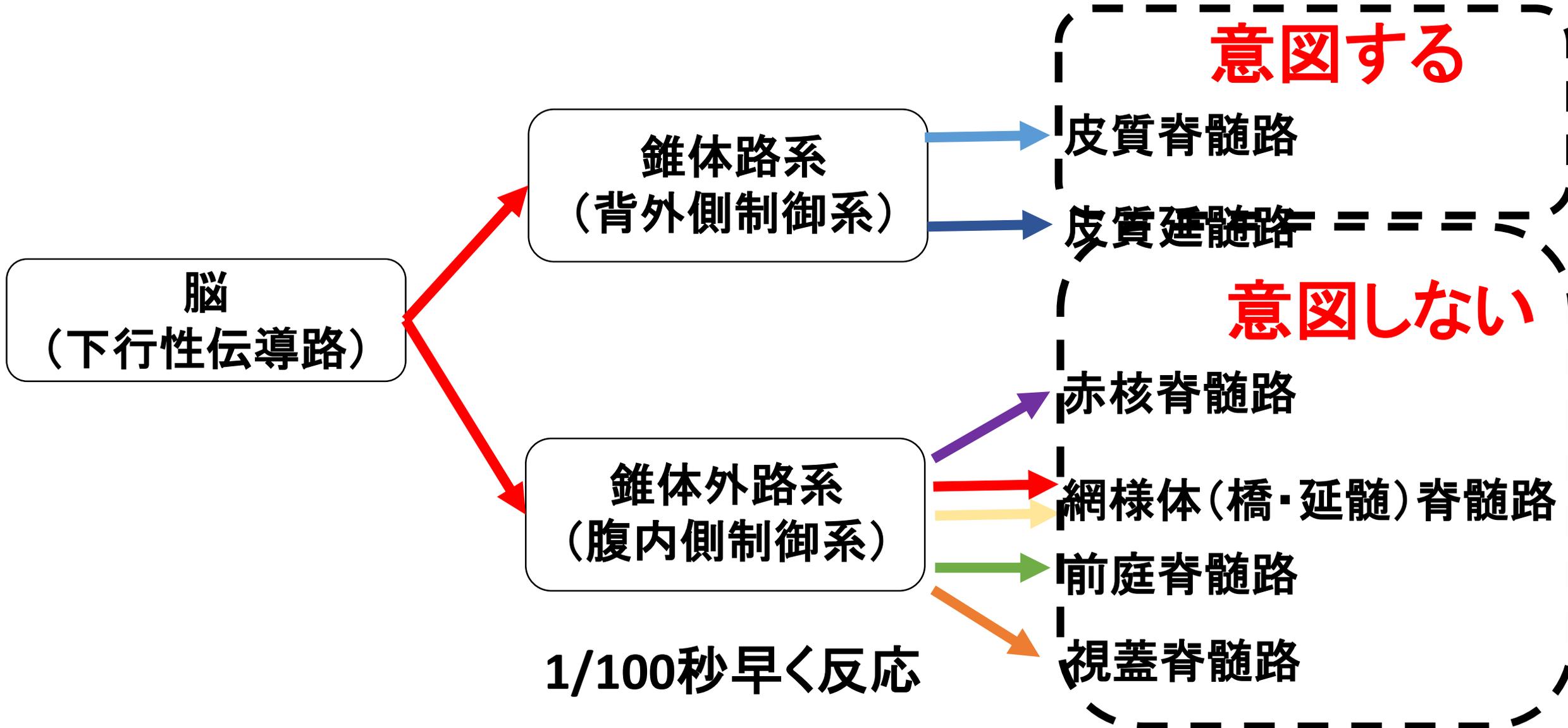
随意運動の制御  
→運動の発現  
→運動の調節

不随意運動の制御  
→筋緊張  
→運動の調節

# 脳からの命令：経路



# 脳からの命令：経路



# 皮質脊髄路

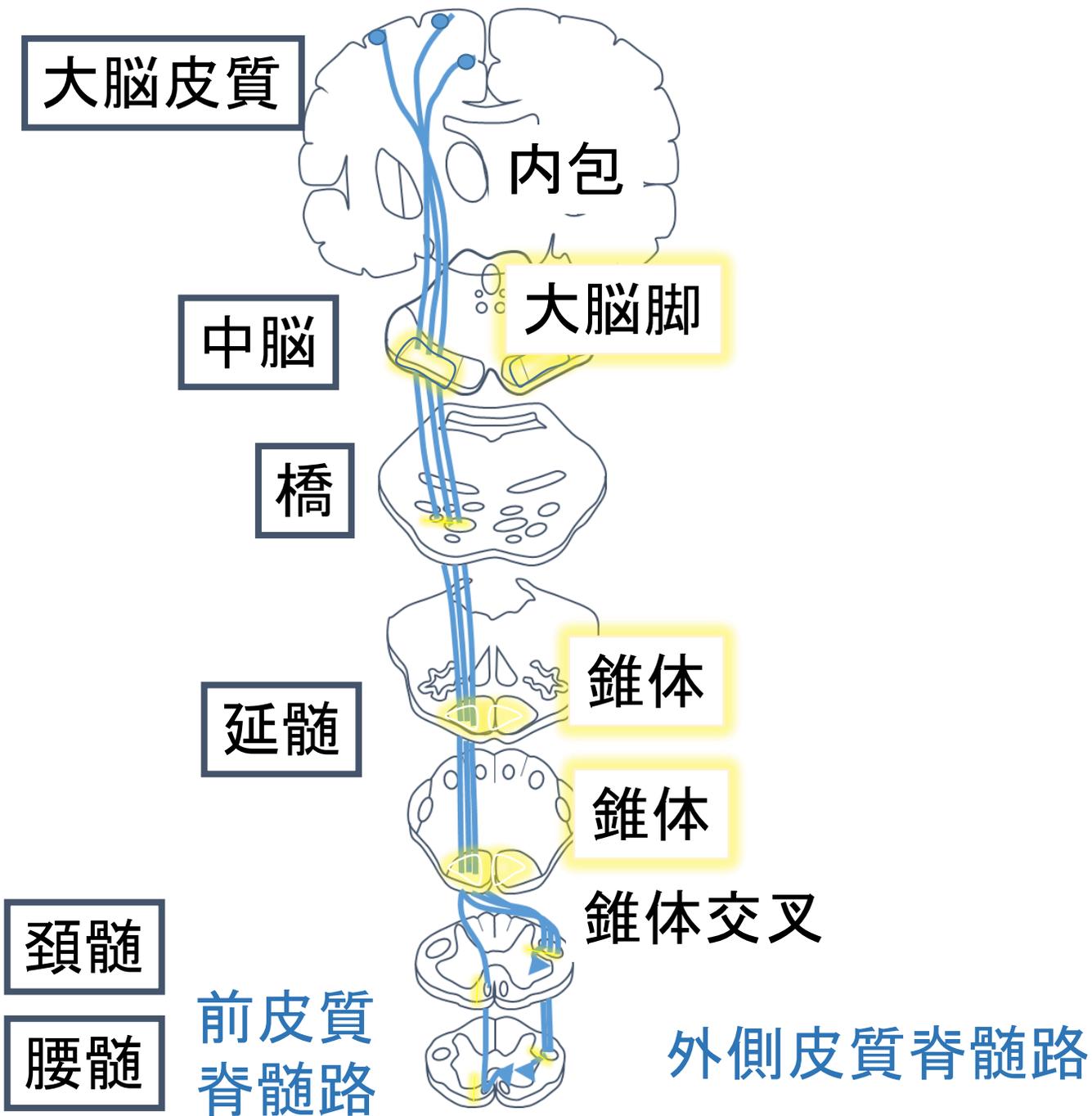
## 経路として

- 皮質脊髄路は、大脳皮質第Ⅴ層にある錐体細胞を起始として、内包→大脳脚→橋→延髄の錐体→脊髄を下行
- 外側皮質脊髄路：脊髄の側索を下行する
- 前皮質脊髄路：脊髄の前面正中付近を下行する

## 機能として

- ヒトで発達。手指の運動に特化した経緯あり。
- 外側皮質脊髄路：四肢筋の動きを制御。特に手指の巧緻性の関与
- 前皮質脊髄路：体幹、首、肩の筋肉の動きに関係

# 皮質脊髓路



# 脳と脊髄を結ぶ運動の「神経地図」

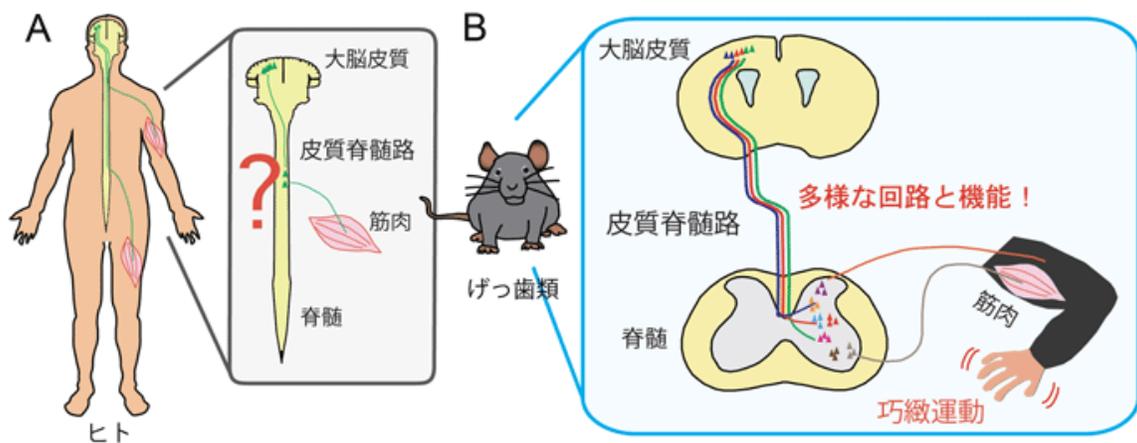


図1 巧みな動作を発揮する皮質脊髄路

- (A) 「皮質脊髄路」は、大脳皮質と脊髄を結び、筋運動を制御すると考えられている（緑線）。複雑で巧みな動作を生み出すのにどのような神経細胞の種類と接続で神経回路が働いているのか、そのからくりは不明であった。
- (B) げっ歯類の皮質脊髄路を対象に調べたところ、大脳皮質と脊髄にある多様な神経細胞種によって回路が作られ（緑、赤、青色）、それぞれが巧みな運動を行う際に、異なる機能を持っていることを明らかにした。

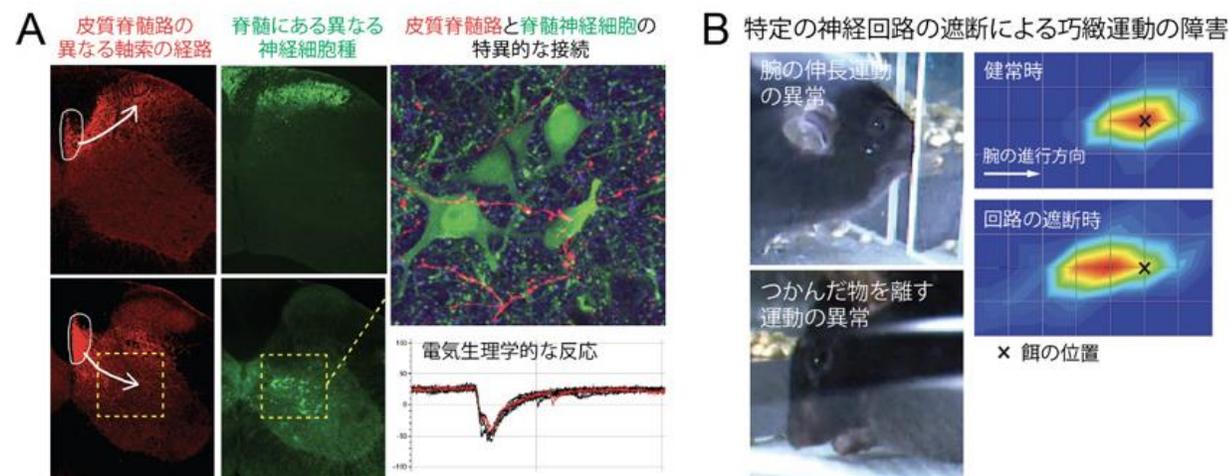


図2 皮質脊髄路の中に潜む多様な接続様式と機能

- (A) 皮質脊髄路の中には、多様な内在回路が存在する。軸索を伸ばす別々の経路があり（左図、赤、白矢印）、それらは異なる脊髄の神経細胞（右図、緑）と接続して特異的な回路を作っている。
- (B) 皮質脊髄路の中にあるさまざまな内在回路を実験的に遮断して、手腕で餌を取る巧緻運動を解析した。回路の遮断によって、腕を前へうまく伸ばせない、つかんだ物を離せないなど、異なる運動の異常が発生する。右図は餌の位置に対する手の到達点をヒートマップにしたもの。神経回路の遮断により、手が餌の位置に届かなくなる。

# 皮質延髄路（皮質核路）

## 経路として

- 運動野外側部にある顔面神経領域から起始し、内包膝→中脳・橋・延髄の頭・顔面に関わる核に直接シナプス結合。多くは脳幹内で交叉。

## 機能として

- 頭頸部・顔の運動を制御
- 顔面上部の筋を支配する運動ニューロンや、両側の運動野から同程度の線維が投射。しかし、顔面下部の筋を支配する運動ニューロンへは対側の運動野からの投射が優位。そのため、一側の皮質延髄路障がいでは、対側の顔面下部の筋力低下だけが生じ、額のしわ寄せなど顔面上部の運動は保たれる

# 皮質延髓路

大腦皮質

中腦

橋

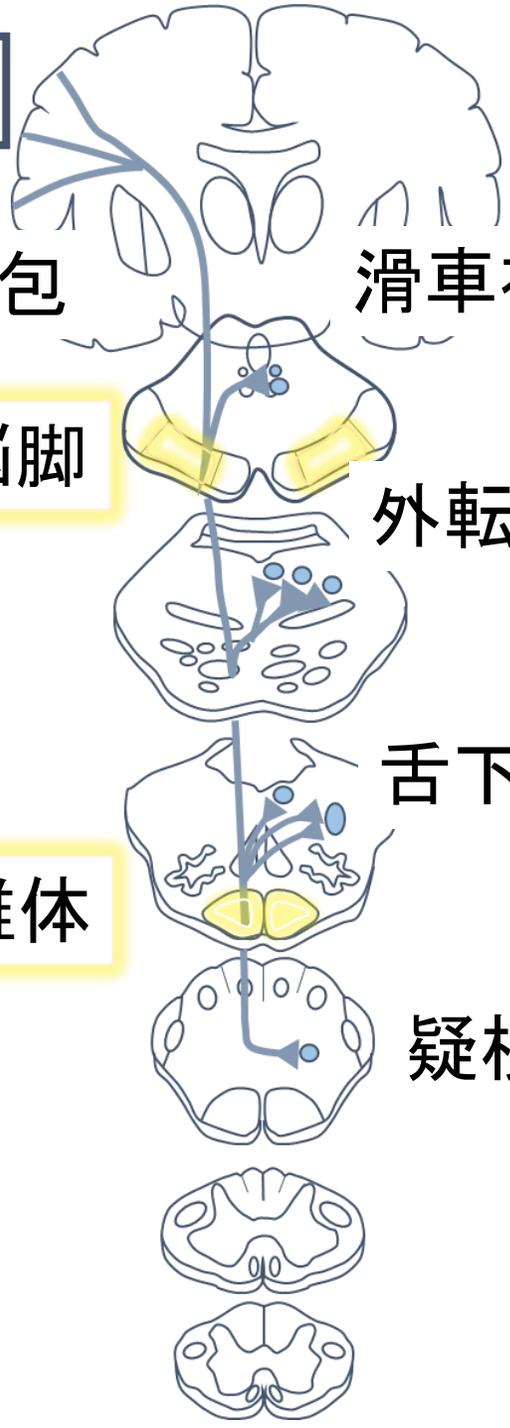
延髓

頸髓

腰髓

大腦脚

錐體



內包

滑車神經核

動眼神經核

外轉神經核

顏面神經核

三叉神經核

舌下神經核

疑核

疑核

# 網様体脊髄路

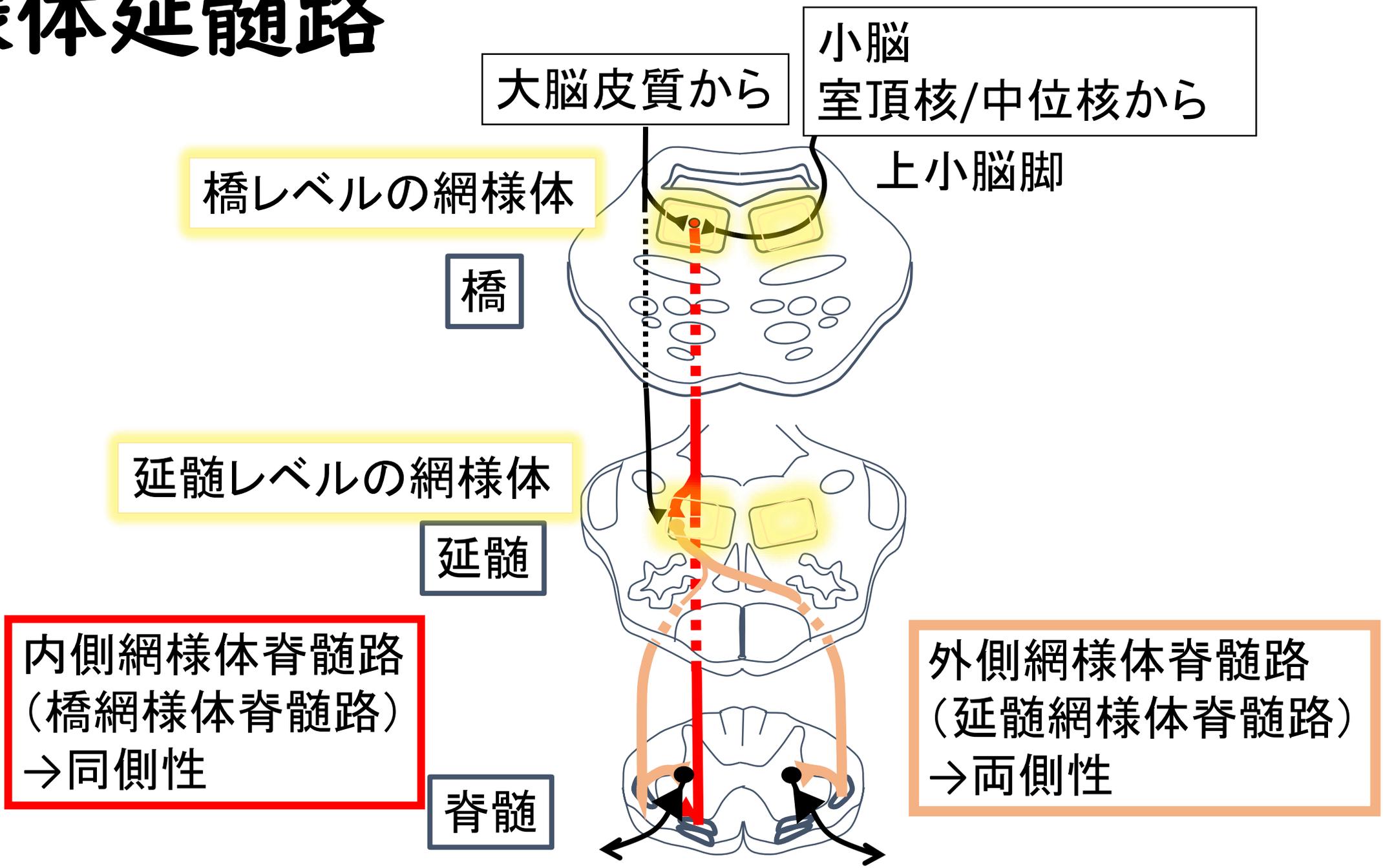
## 経路として

- 大脳皮質や小脳からの指令が網様体に入力が開始となり、同側または対側の脊髄前索を下行し灰白質の腹内側部の介在ニューロンや脊髄固有ニューロンに終止する。
- 網様体脊髄路の下行路は内側路と外側路に大別。  
側索を下行していく経路を内側—橋網様体脊髄路  
前索を下行していく経路が外側—延髄網様体脊髄路

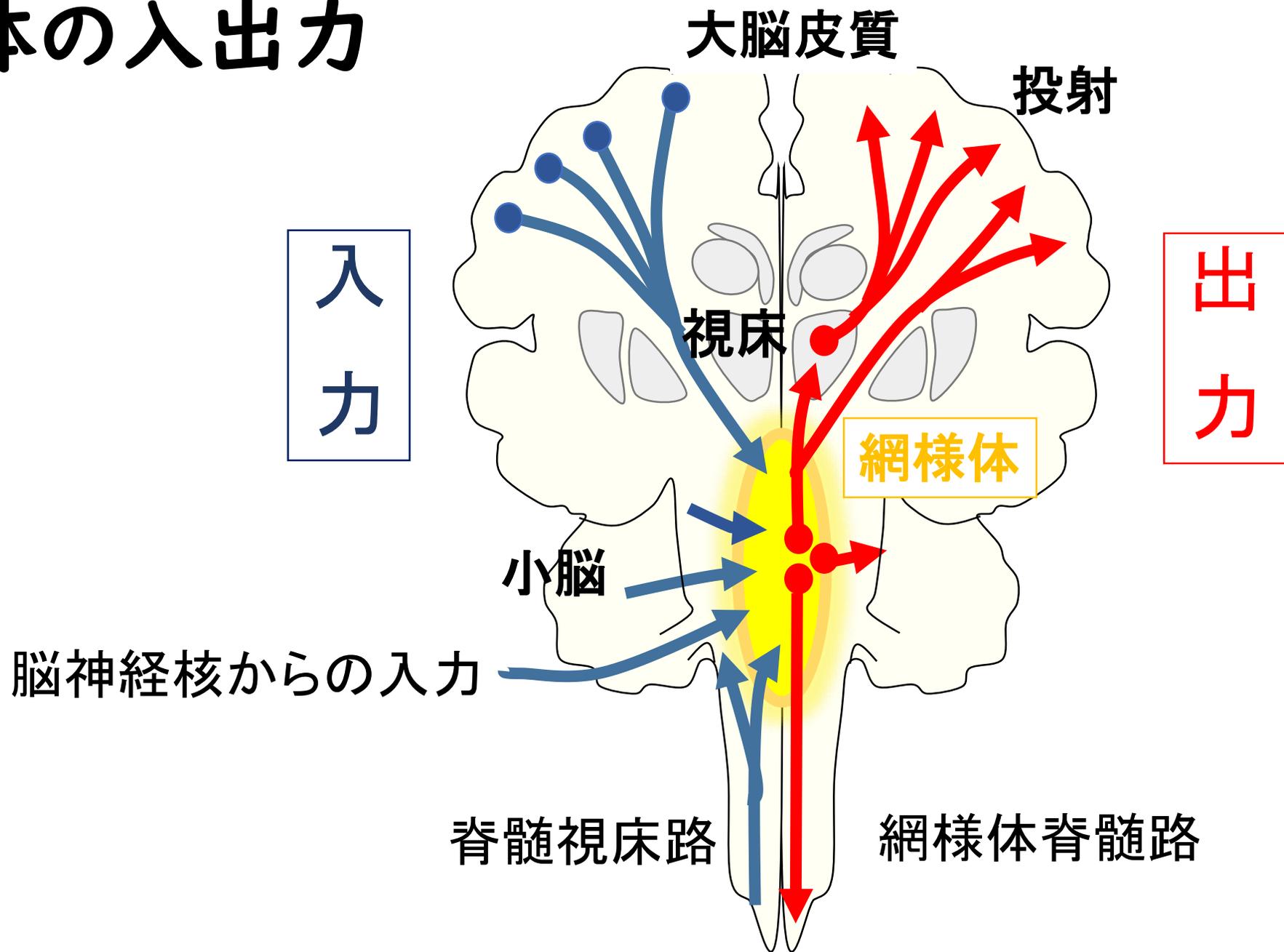
## 機能として

- 主に体幹筋や四肢の近位筋を制御
- 頸髄から仙髄の各髄節レベルに関与し、姿勢調節に関わる。
- $\alpha$ 運動ニューロンと $\gamma$ 運動ニューロンを制御

# 網様体延髓路



# 網様体の入出力



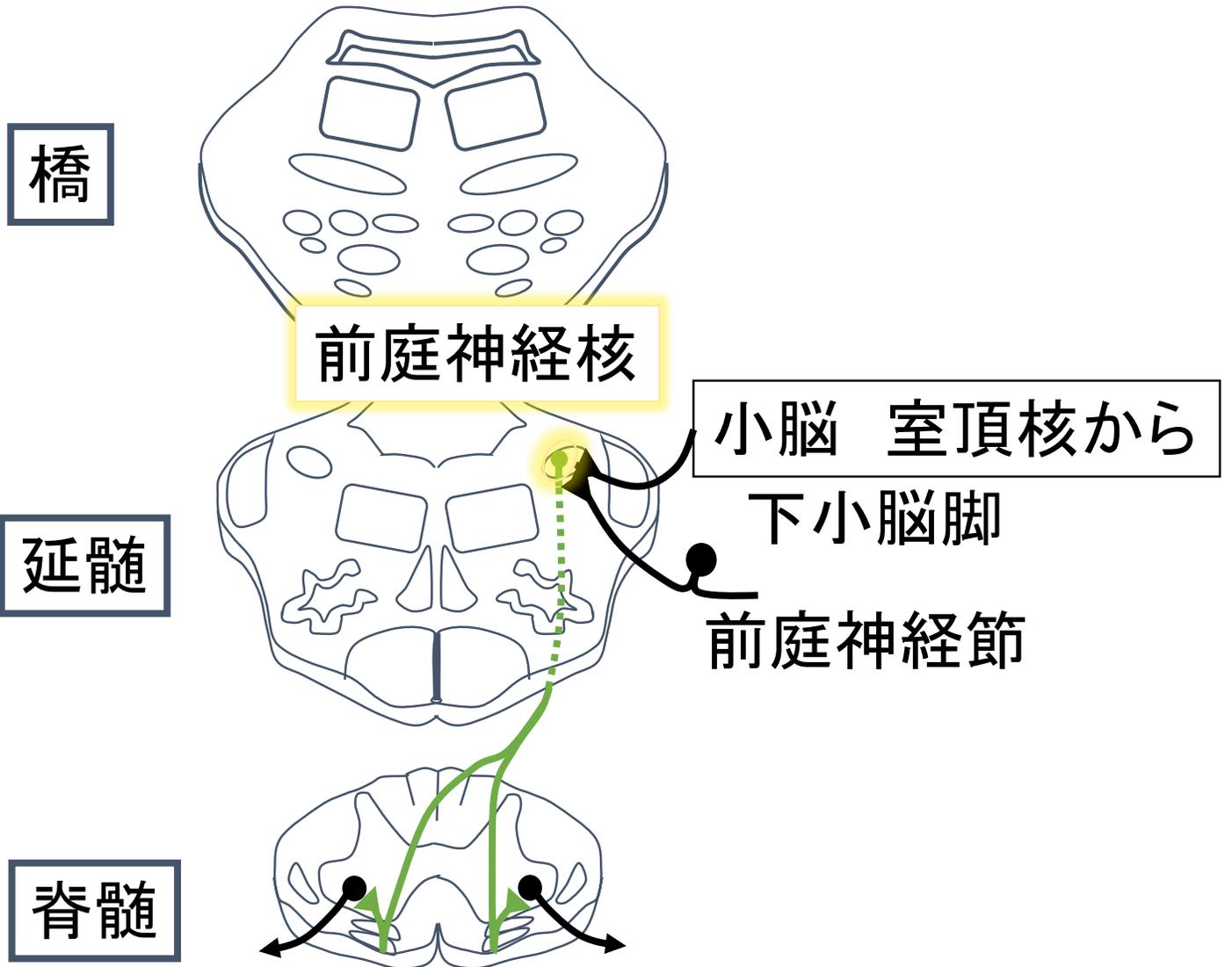
# 前庭脊髓路

## 経路として

- 前庭神経核から起始。
- 両側性と同側性に下行。
- 脊髓前索を通り、**脊髓運動神経細胞** or **介在神経細胞**に着く。

## 機能として

- 伸筋の興奮と屈筋の抑制
- 体幹に対して頭部を安定



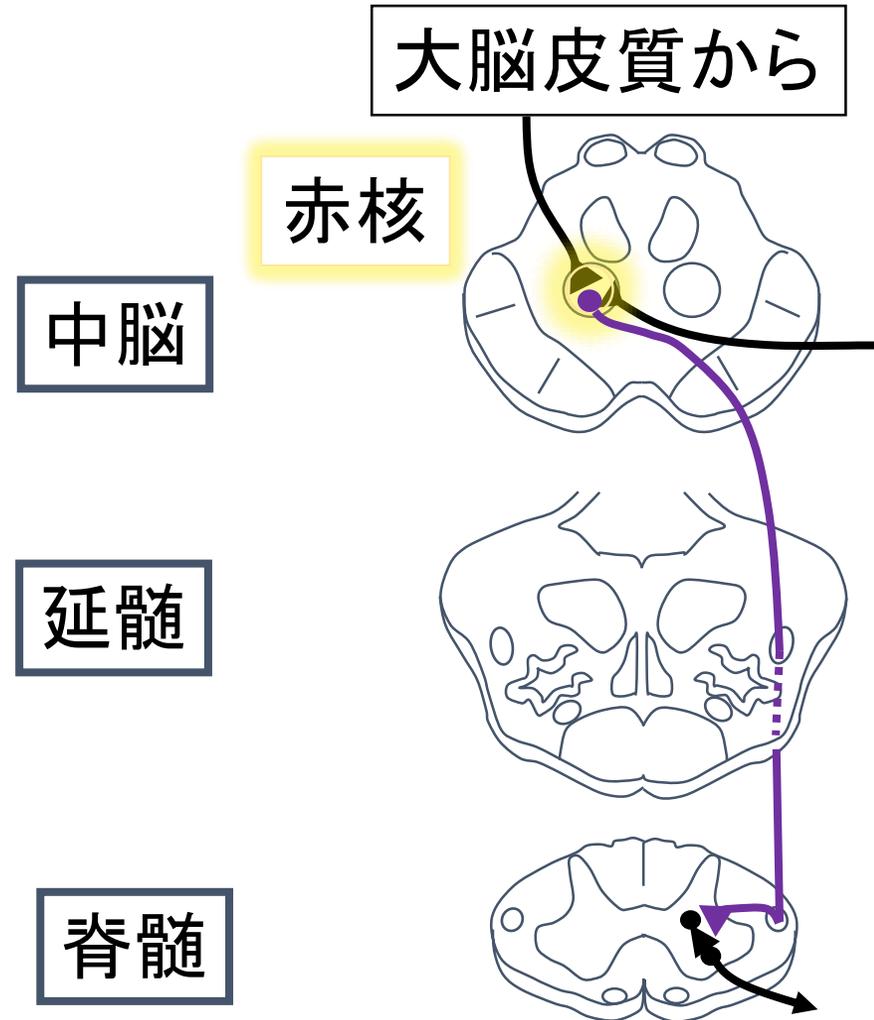
# 赤核脊髄路

## 経路として

- 赤核から起始。  
軸索はすぐに交叉し、  
対側脊髄前角の背外側部の  
介在ニューロンに着く。

## 機能として

- 霊長類の進化の過程で変化。
- ネコやサルで発達。  
人は縮小。
- 四肢の遠位部の運動に関与



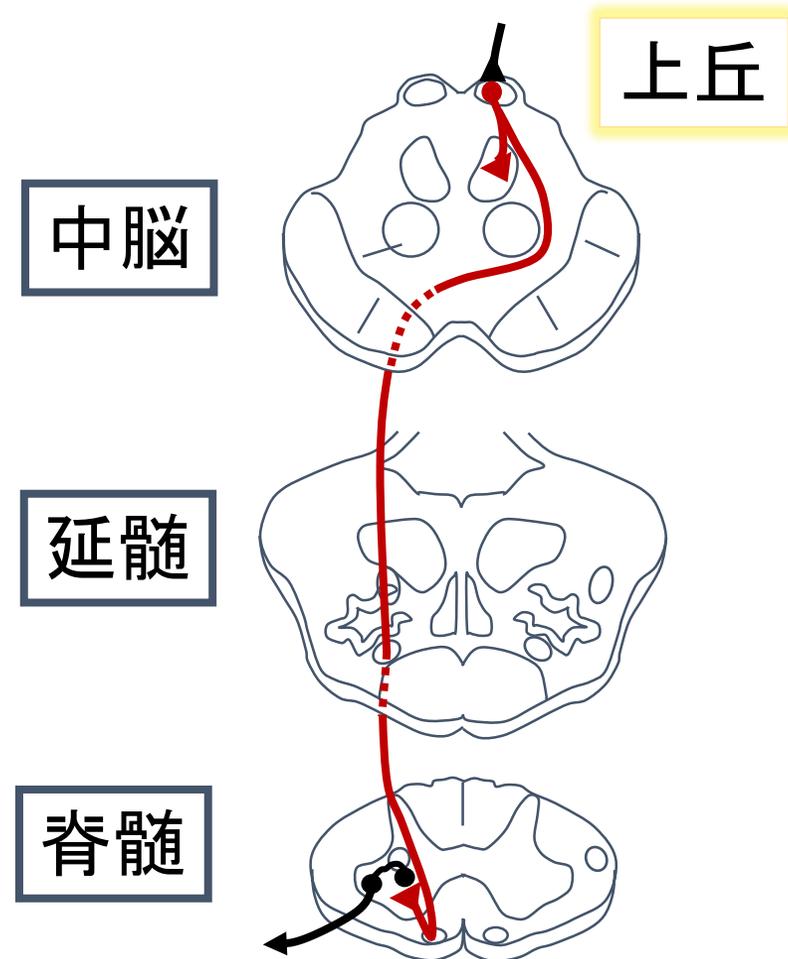
# 視蓋脊髓路

## 経路として

- 網膜から直接入力を受ける中脳の上丘から始まる。  
背側被蓋交叉し、反対側の脊髓前索を下行する。

## 機能として

- 頭部と眼球を動かす定位反応が誘発される。
- 対側の頸部筋の運動ニューロンに対しては興奮性、  
同側の運動ニューロンに対して抑制性



運動(肘を曲げて下さい)

脳の命令

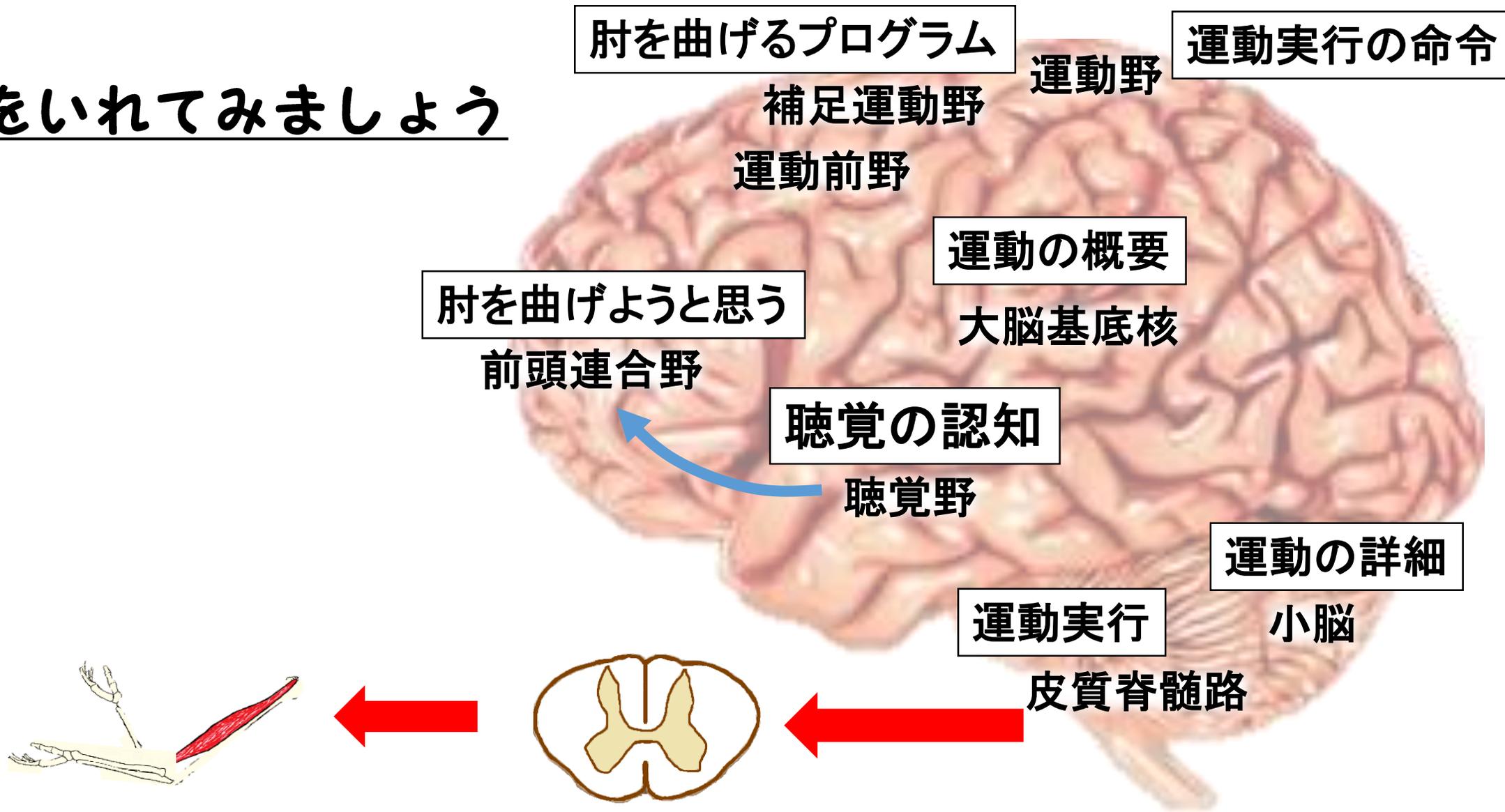
違いは？



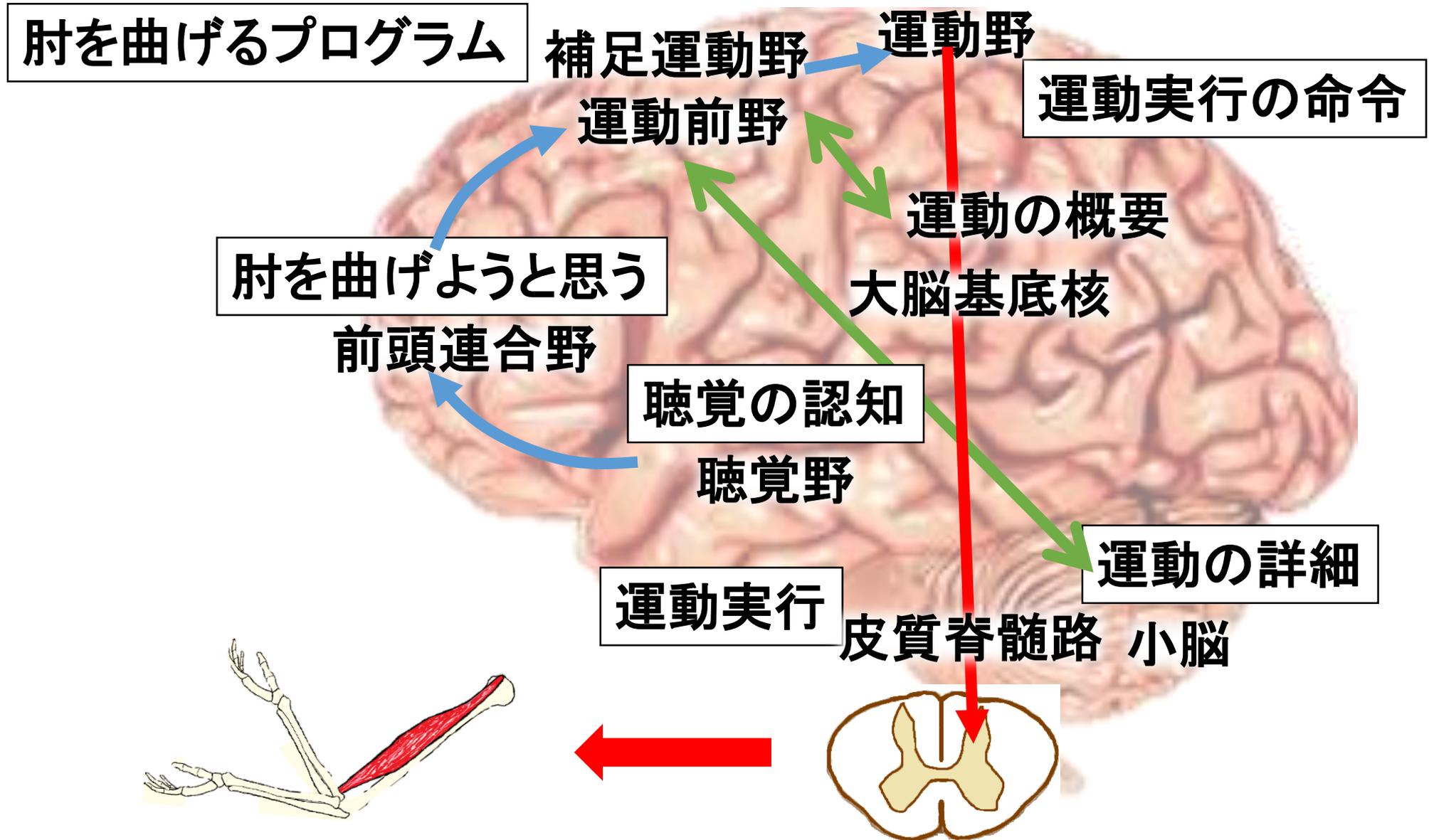
動作(水を飲む)

# 運動(肘を曲げて下さい)時の命令までの流れ

矢印をいれてみましょう



# 運動(肘を曲げて下さい)時の命令までの流れ



# 水を飲む時の脳の命令

矢印を  
いれて  
みましょう



上肢を動かすプログラム

運動実行の命令

補足運動野  
運動前野

運動野

位置の確認

運動の概要  
大脳基底核

頭頂連合野

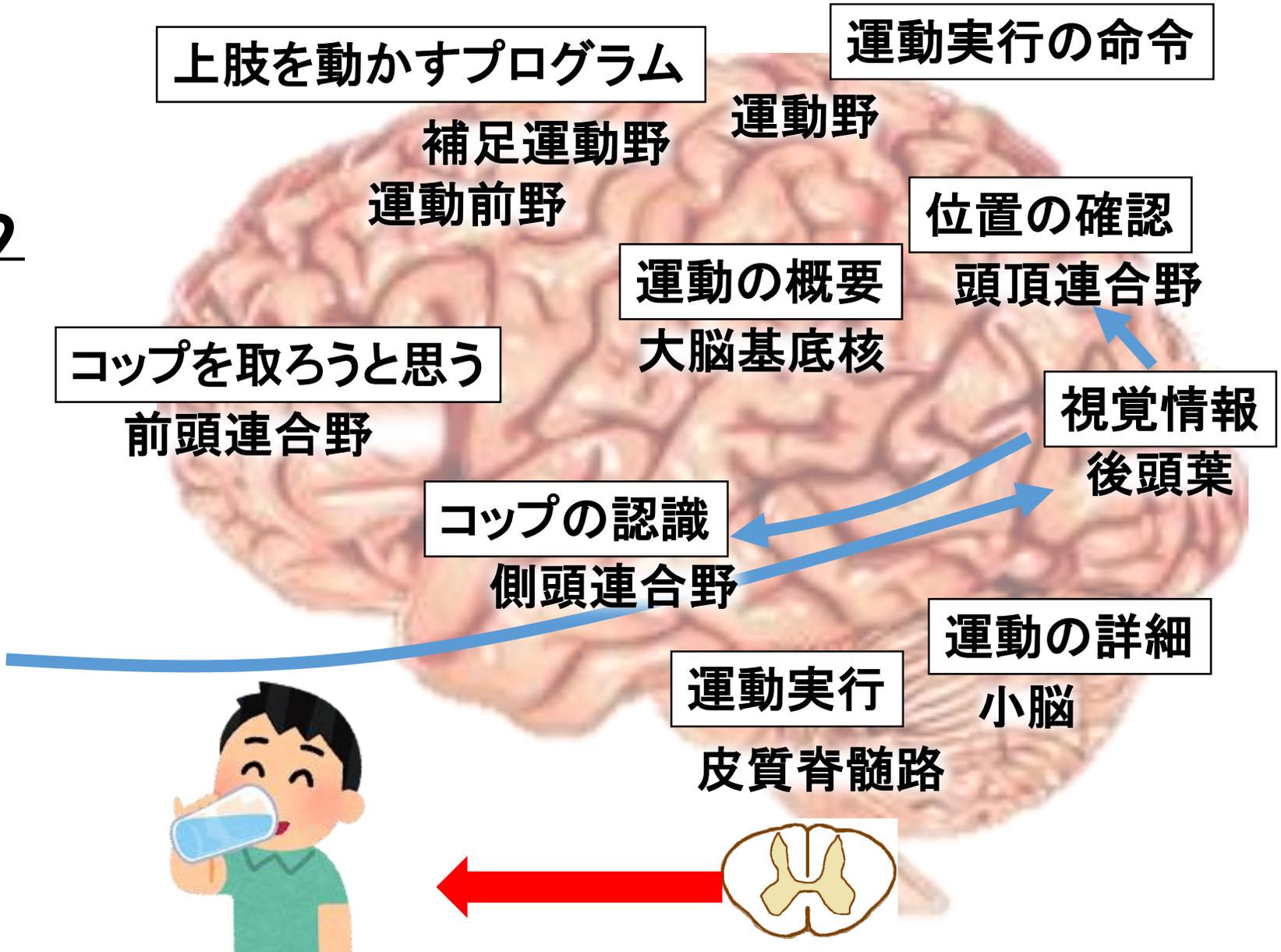
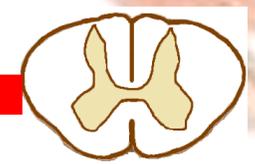
コップを取ろうと思う  
前頭連合野

視覚情報  
後頭葉

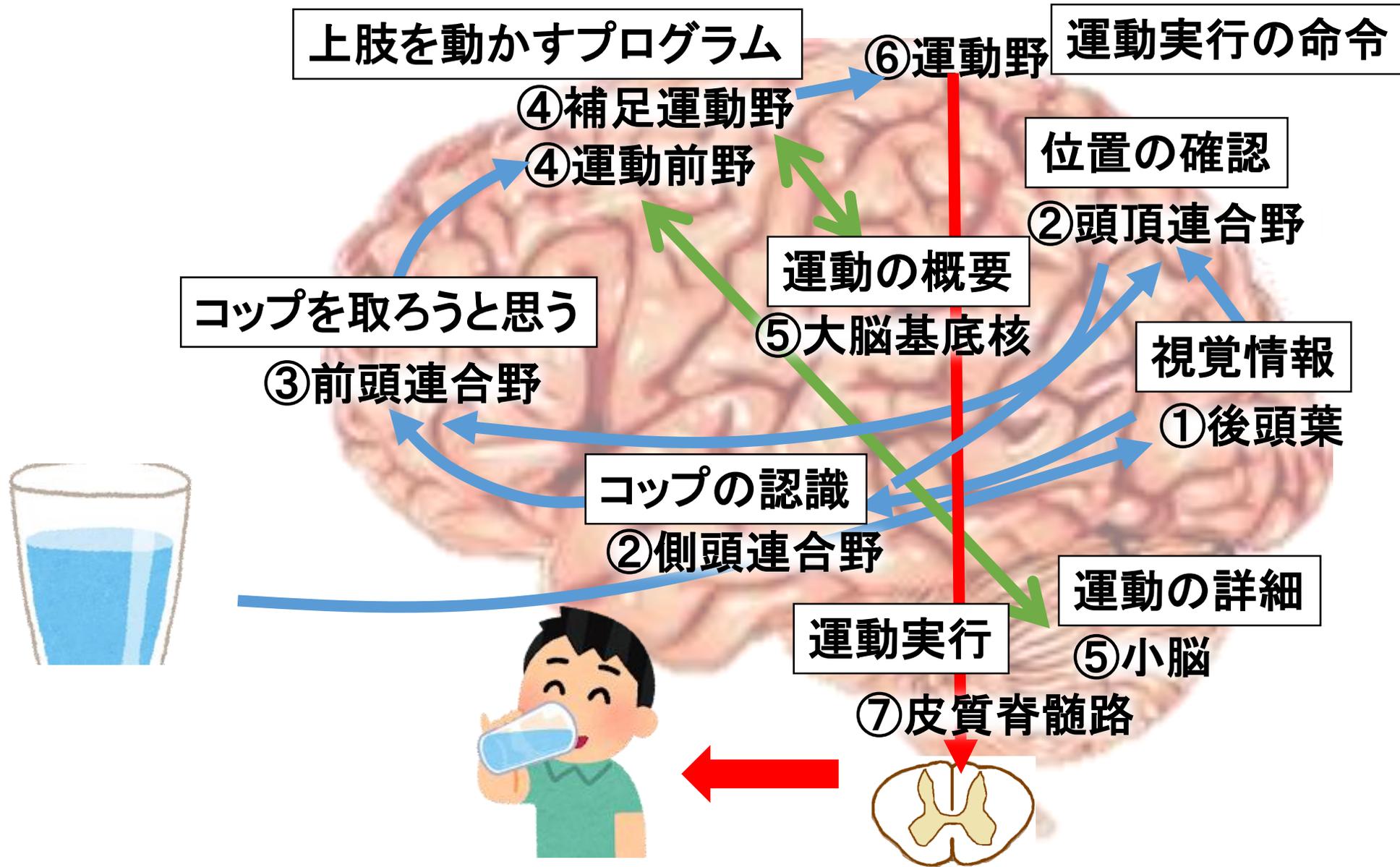
コップの認識  
側頭連合野

運動の詳細  
小脳

運動実行  
皮質脊髓路



# 水を飲む時の脳の命令：視覚から



運動(膝を伸ばして下さい)

脳の命令

違いは？

動作(起立)



# 下肢運動(膝を伸ばして下さい)時の命令の流れ

膝を伸ばすプログラム

運動実行の命令

矢印をいれて  
みましょう

補足運動野  
運動前野

運動野

運動の概要

大脳基底核

膝を伸ばそうと思う

前頭連合野

聴覚の認知

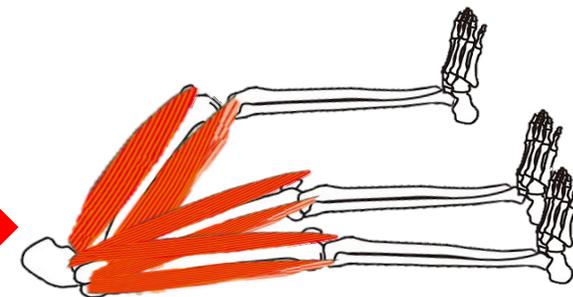
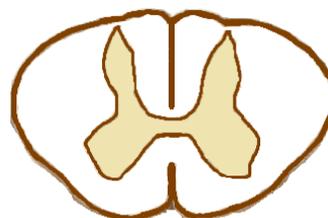
聴覚野

運動の詳細

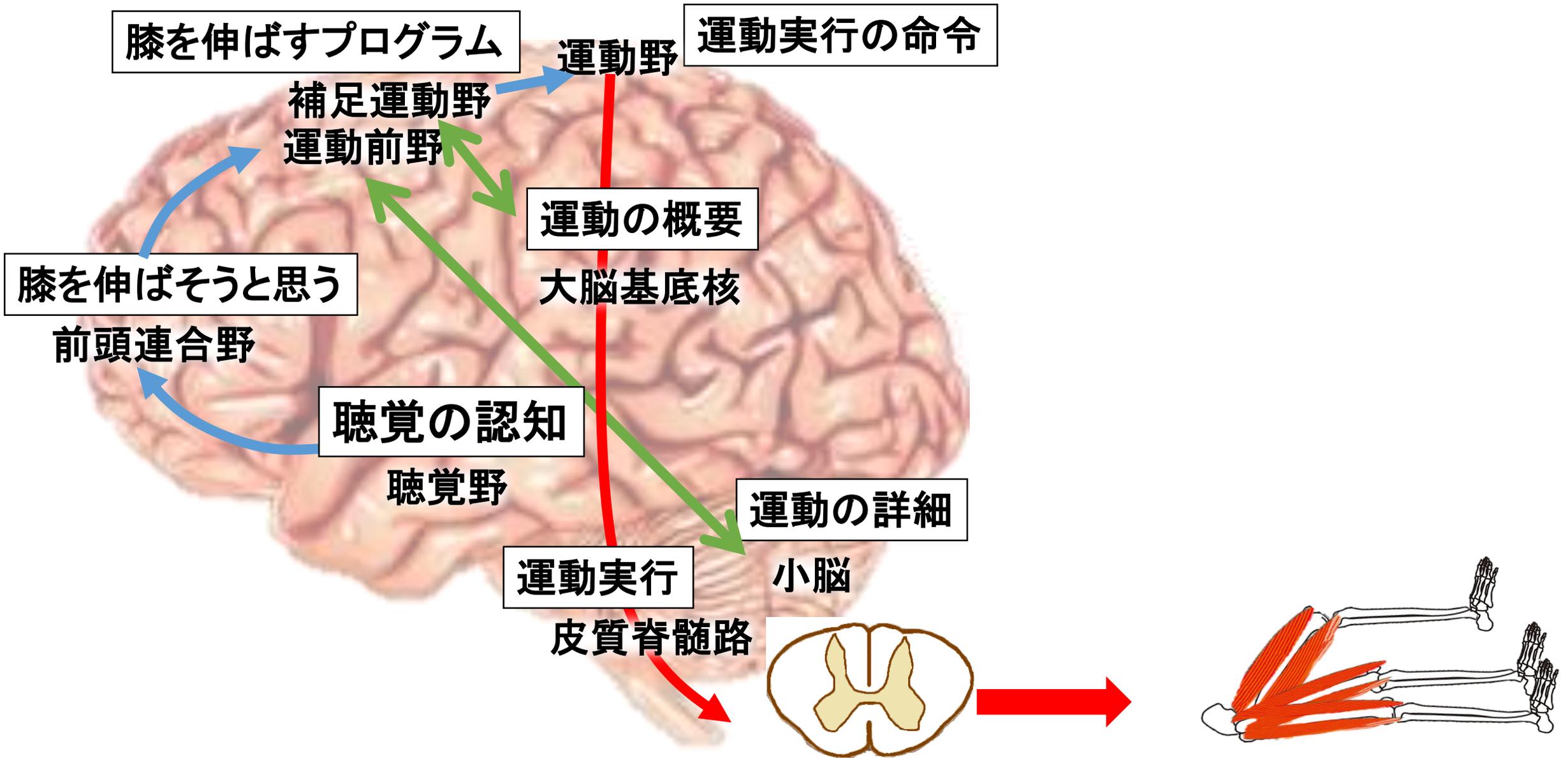
運動実行

小脳

皮質脊髄路

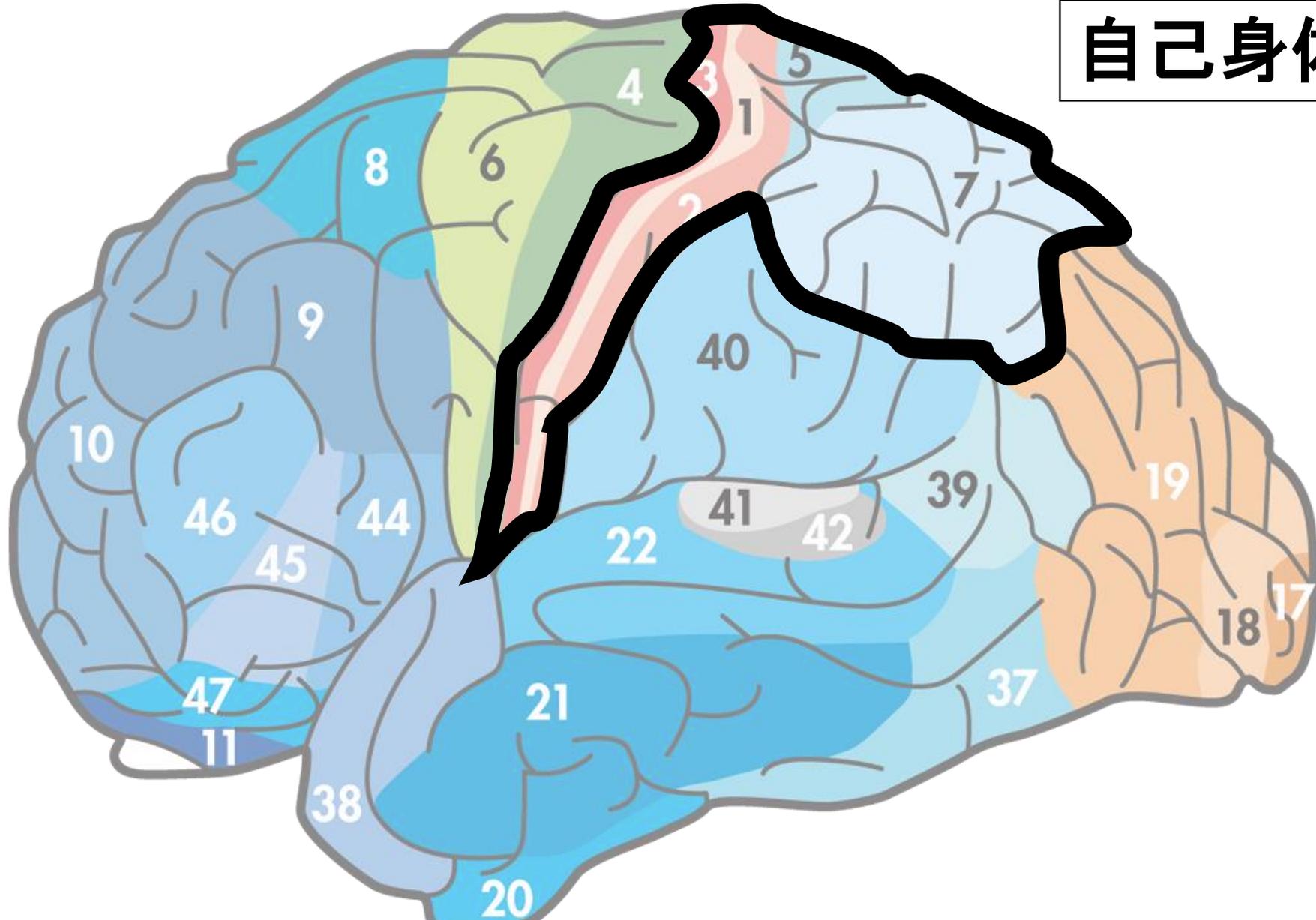


# 下肢運動(膝を伸ばして下さい)時の命令の流れ



# 立ち上がり動作

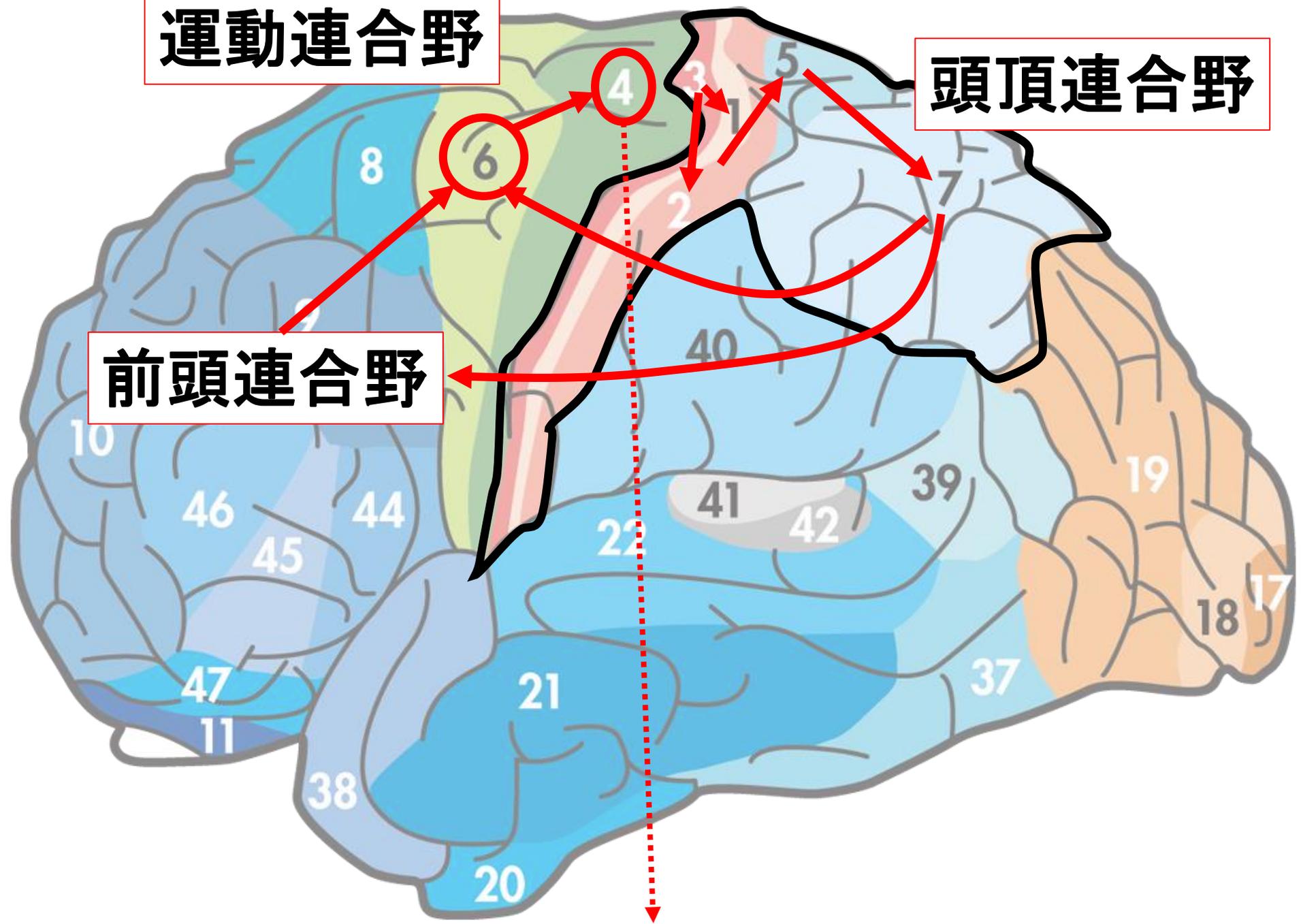
自己身体



運動連合野

頭頂連合野

前頭連合野



# 起立動作時の脳の命令：I

矢印を  
いれて  
みましょう

立ち上がろう取ろうと思う

前頭連合野

下肢を動かすプログラム

補足運動野  
運動前野

運動実行の命令

運動野

位置の確認

頭頂連合野

運動の概要

大脳基底核

視覚情報

周囲への認識

後頭葉

側頭連合野

運動の詳細

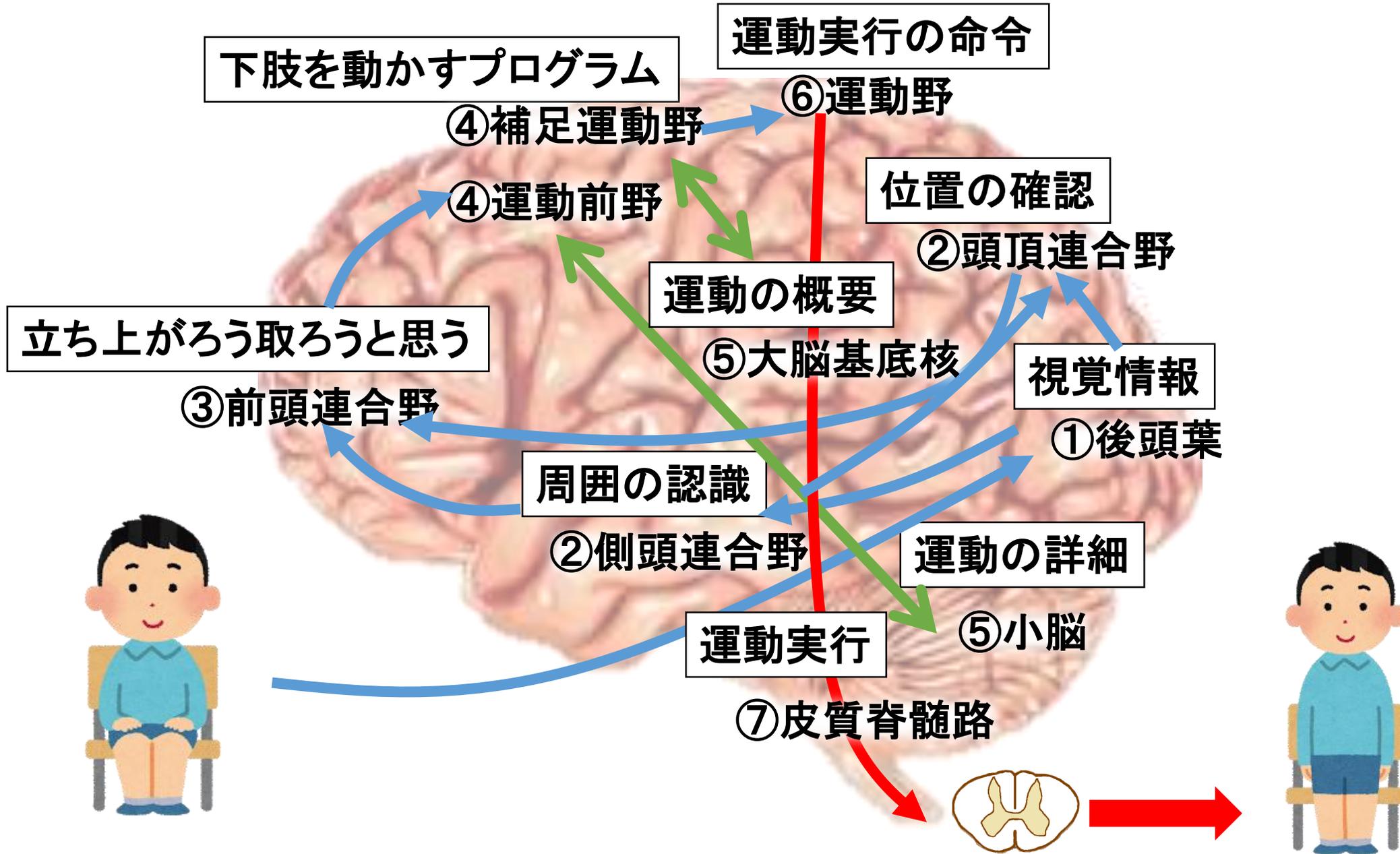
小脳

運動実行

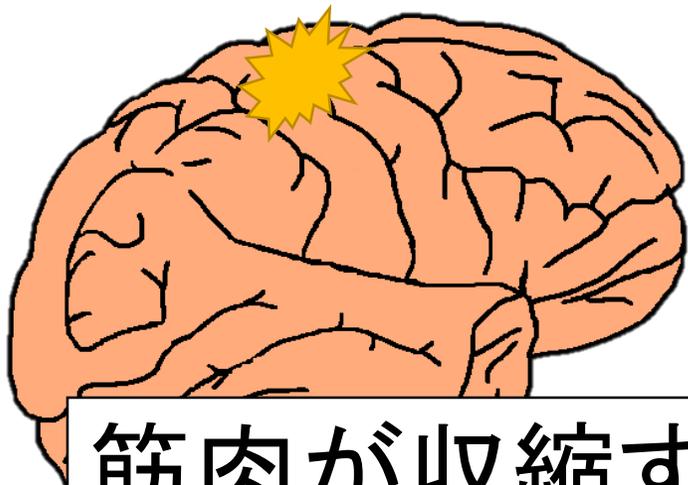
皮質脊髄路



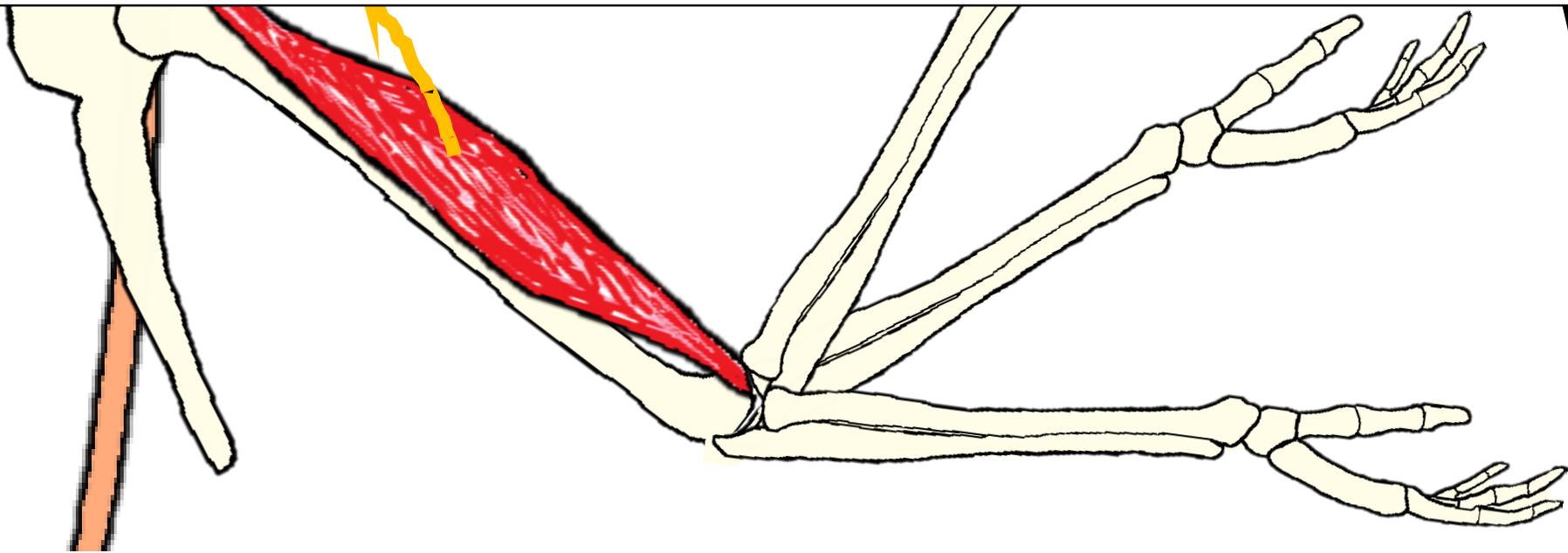
# 起立動作時の脳の命令：I 視覚







筋肉が収縮する。  
その収縮は、  
どのような脳の命令で収縮しているのか？



それ何！？触診のヒントになることから

テーマ：脊髄の役割

6月28日(水)20:00～

・神経細胞 ・伝導路 ・反射