

➤ 1時間でわかる臨床でしか使えない脳卒中リハビリ

小脳と運動学習

① 運動学習とは？

② 遠心性コピーとは？

③ プルキンエ細胞と内部モデル

④ 長期抑圧と長期増強とは？

臨床と知識を繋ぐ

脳外臨床大学校

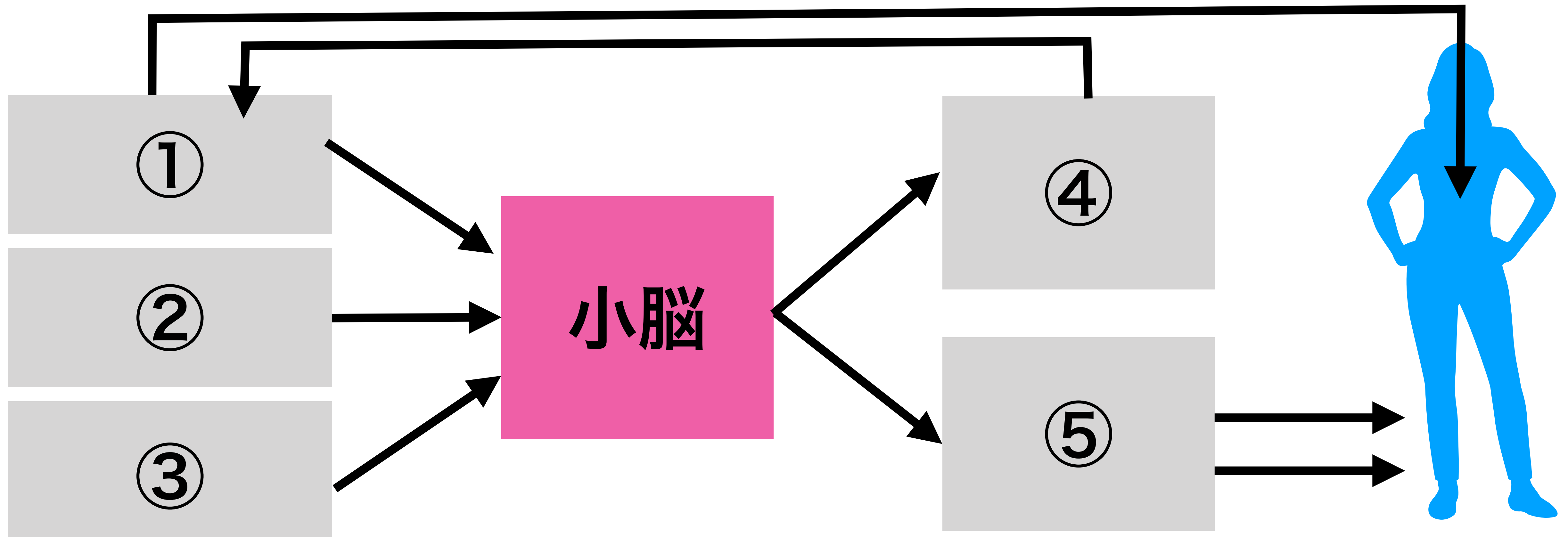
講師：脳外臨床研究会 会長
作業療法士 山本秀一郎



小脳の役割とは？

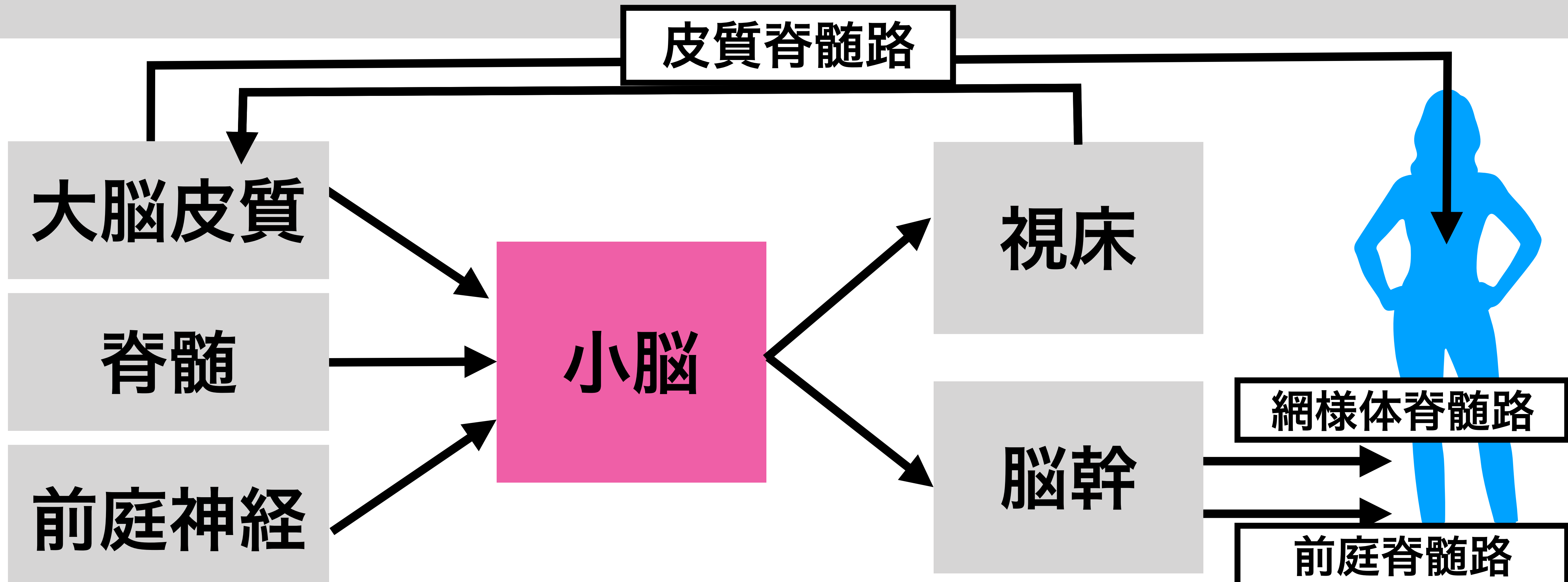
小脳とは？

大脳皮質・脊髄・前庭神経系からの情報を受け、身体各器官の運動機能を調整している



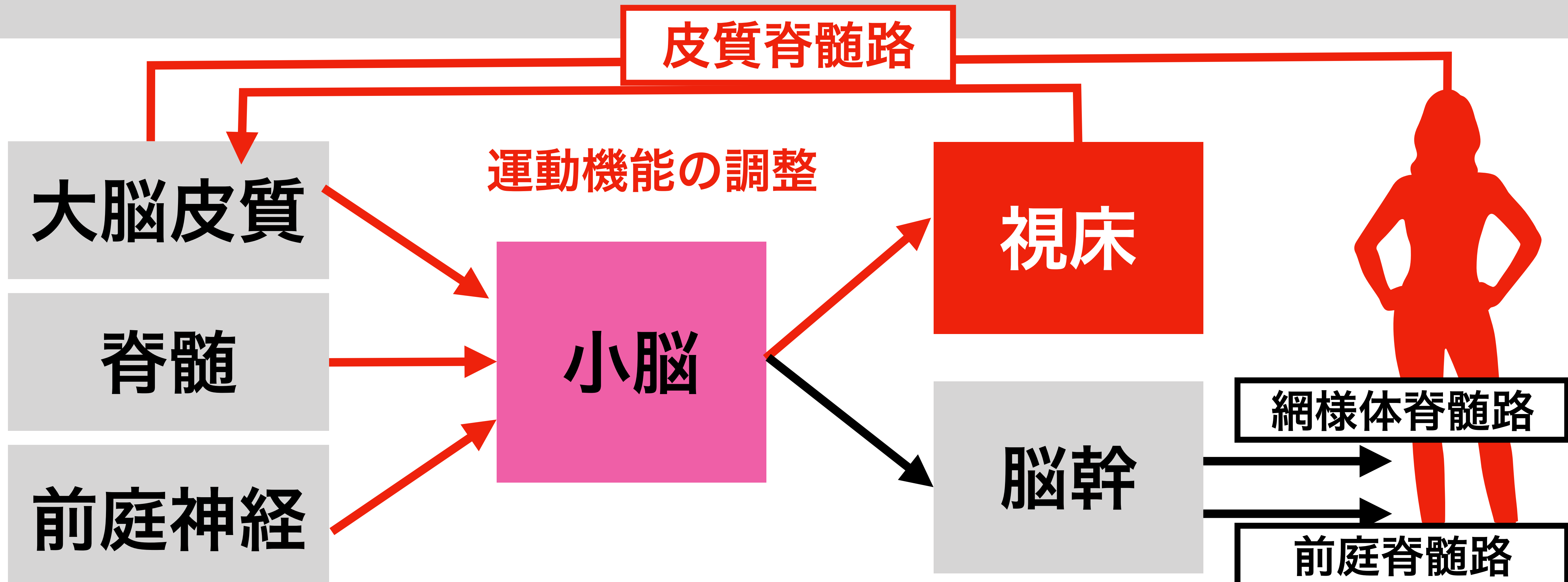
小脳とは？

大脳皮質・脊髄・前庭神経系からの情報を受け、身体各器官の運動機能を調整している



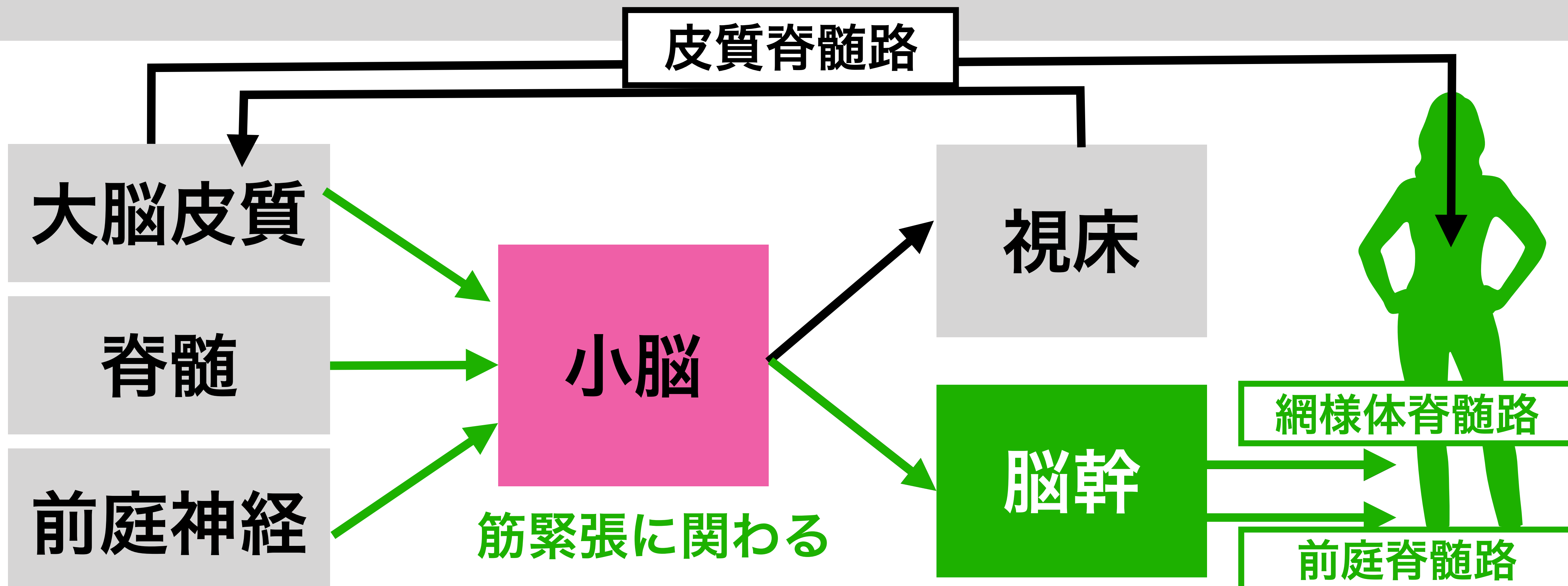
小脳とは？

大脳皮質・脊髄・前庭神経系からの情報を受け、身体各器官の運動機能を調整している



小脳とは？

大脳皮質・脊髄・前庭神経系からの情報を受け、身体各器官の運動機能を調整している



臨床と知識を繋ぐ

脳外臨床大学校

小脳障害

運動失調ってどんな症状

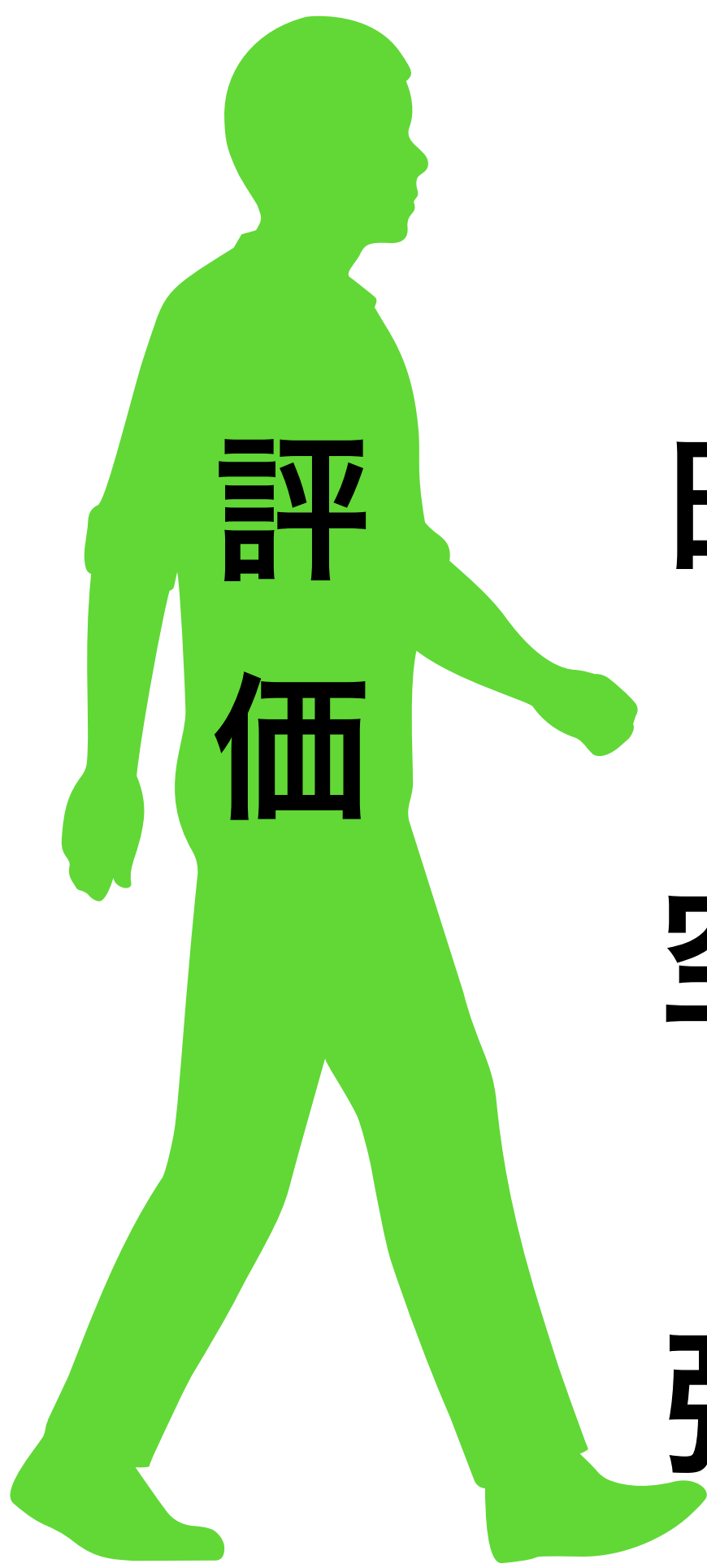
運動失調とは？



随意運動における協調性の評価

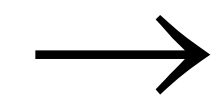
『随意運動における空間的・時間的な秩序と

配列が保たれた状態とは』



評価

時間的秩序



筋収縮のタイミング



回内外試験

空間的秩序

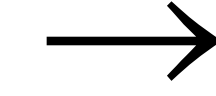


筋収縮の組み合わせ



鼻指鼻試験

強さの配列



筋出力



MMT

運動学習の種類

～何をどう覚えるのか？～



運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

＜手順＞

スイング動作
粗大動作

＜協調性＞

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力



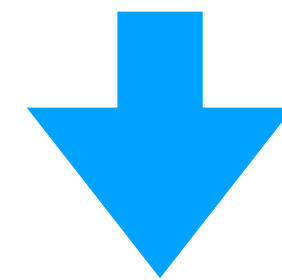


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

＜手順＞

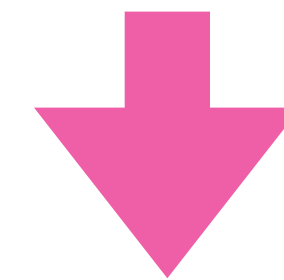
スイング動作
粗大動作



大脳基底核

＜協調性＞

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力

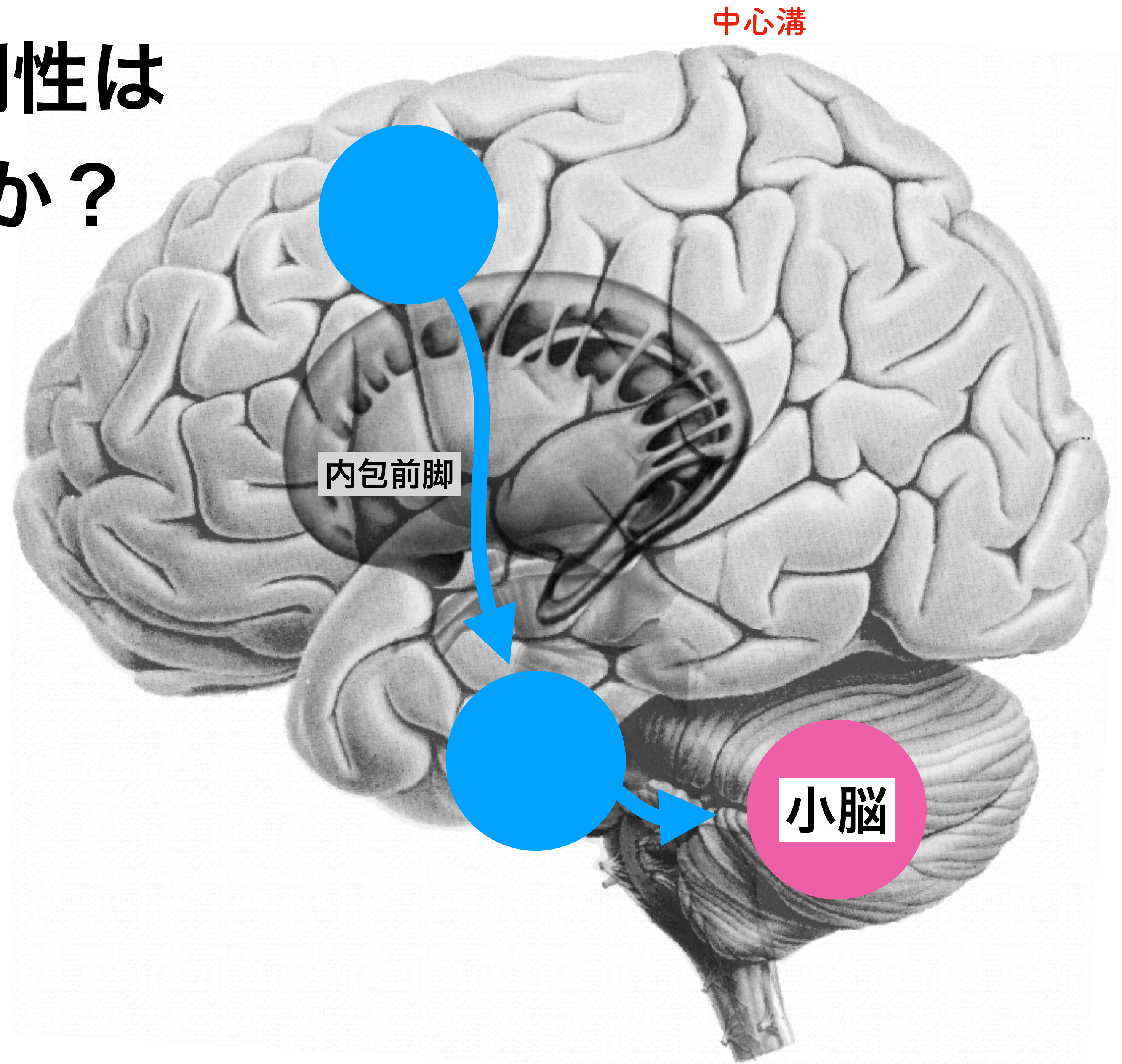
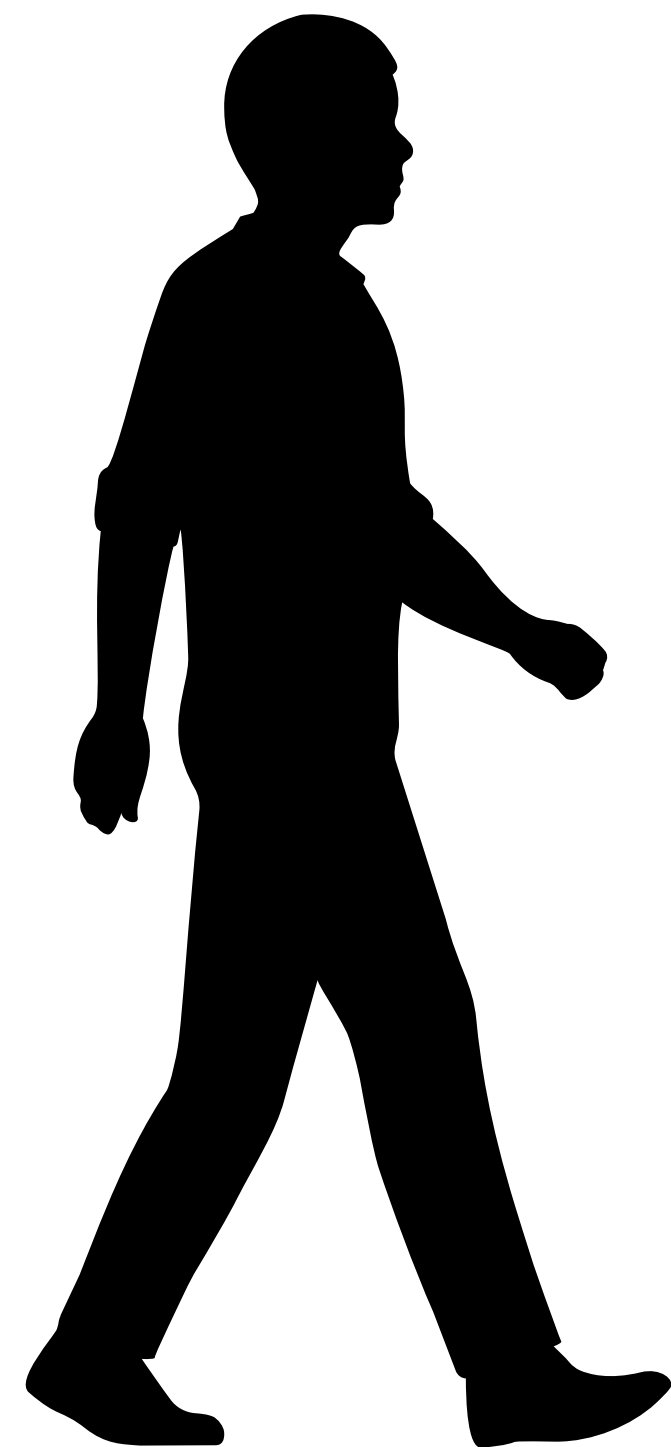


小脳

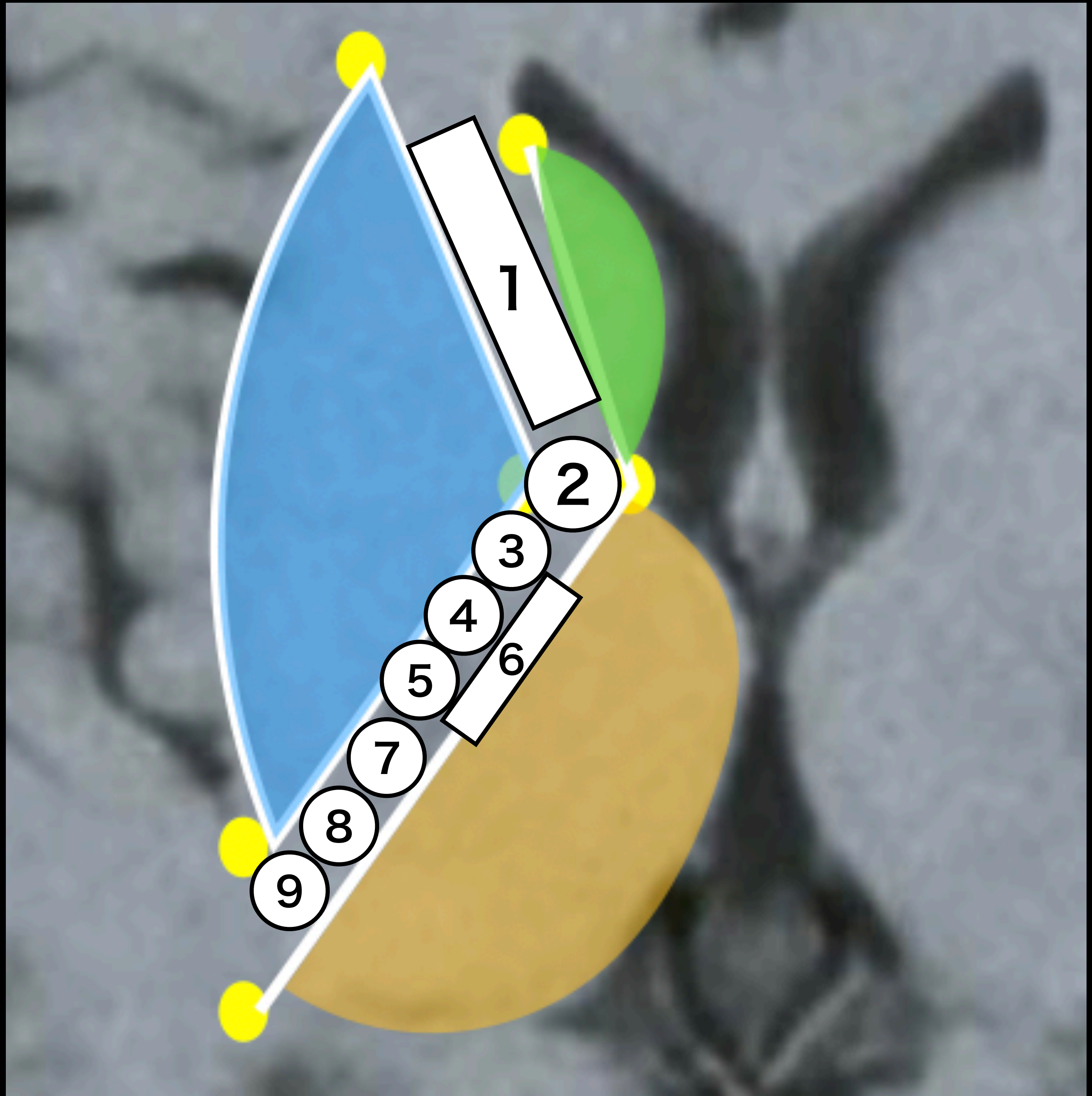
小脳はどのようにして

協調性をコントロールしているの

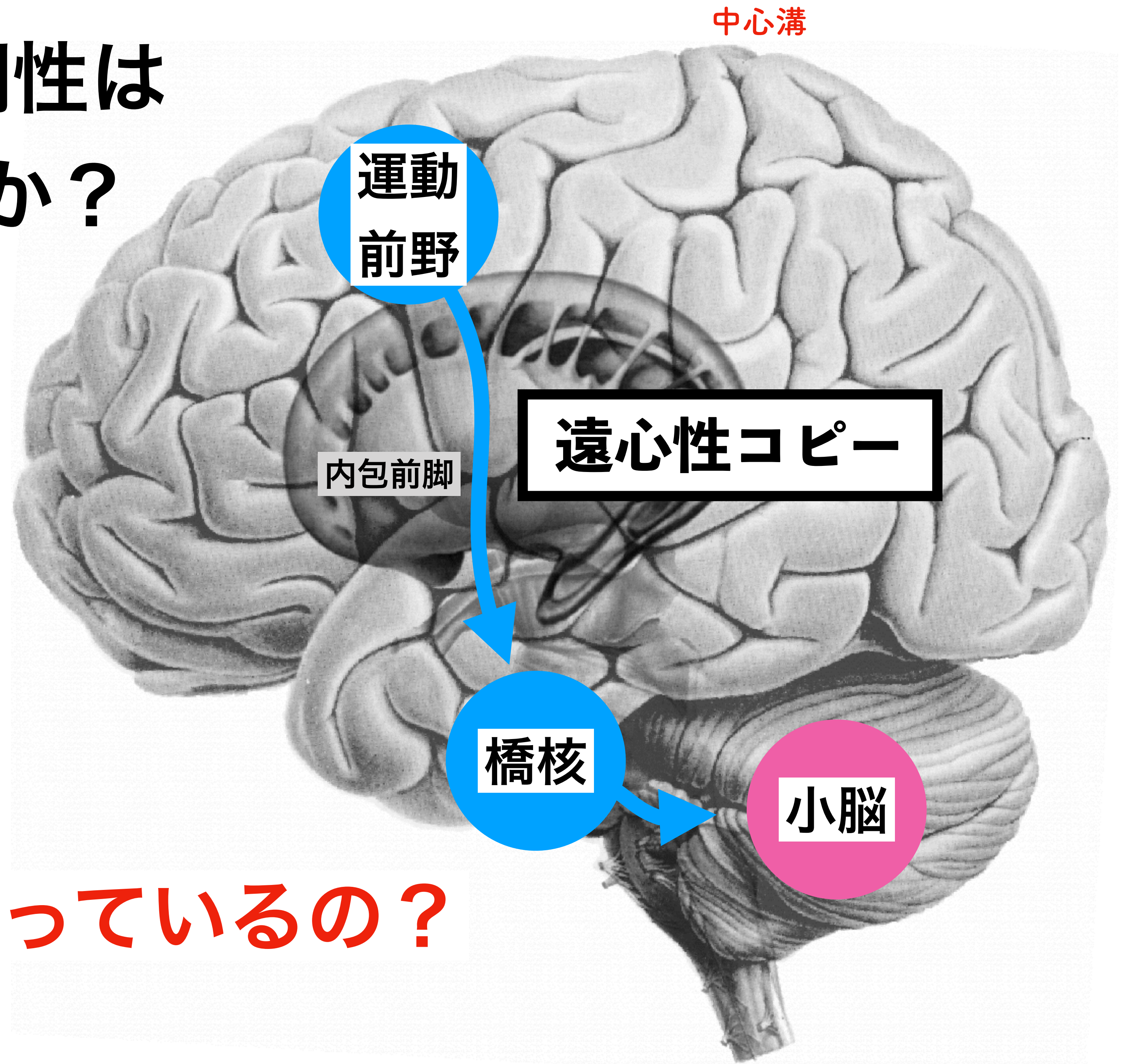
どうやって協調性は 獲得されるのか？



- ①前頭橋路
- ②皮質延髓路
- ③皮質脊髓路（上肢）
- ④皮質脊髓路（体幹）
- ⑤皮質脊髓路（下肢）
- ⑥皮質橋網樣体路
- ⑦皮質延髓網樣体路
- ⑧視床皮質路
- ⑨側頭橋路
- 頭頂橋路
- 後頭橋路



どうやって協調性は
獲得されるのか？



どんな情報を送っているの？

どんな情報を送っているの？

中心溝

運動前野

内包前脚

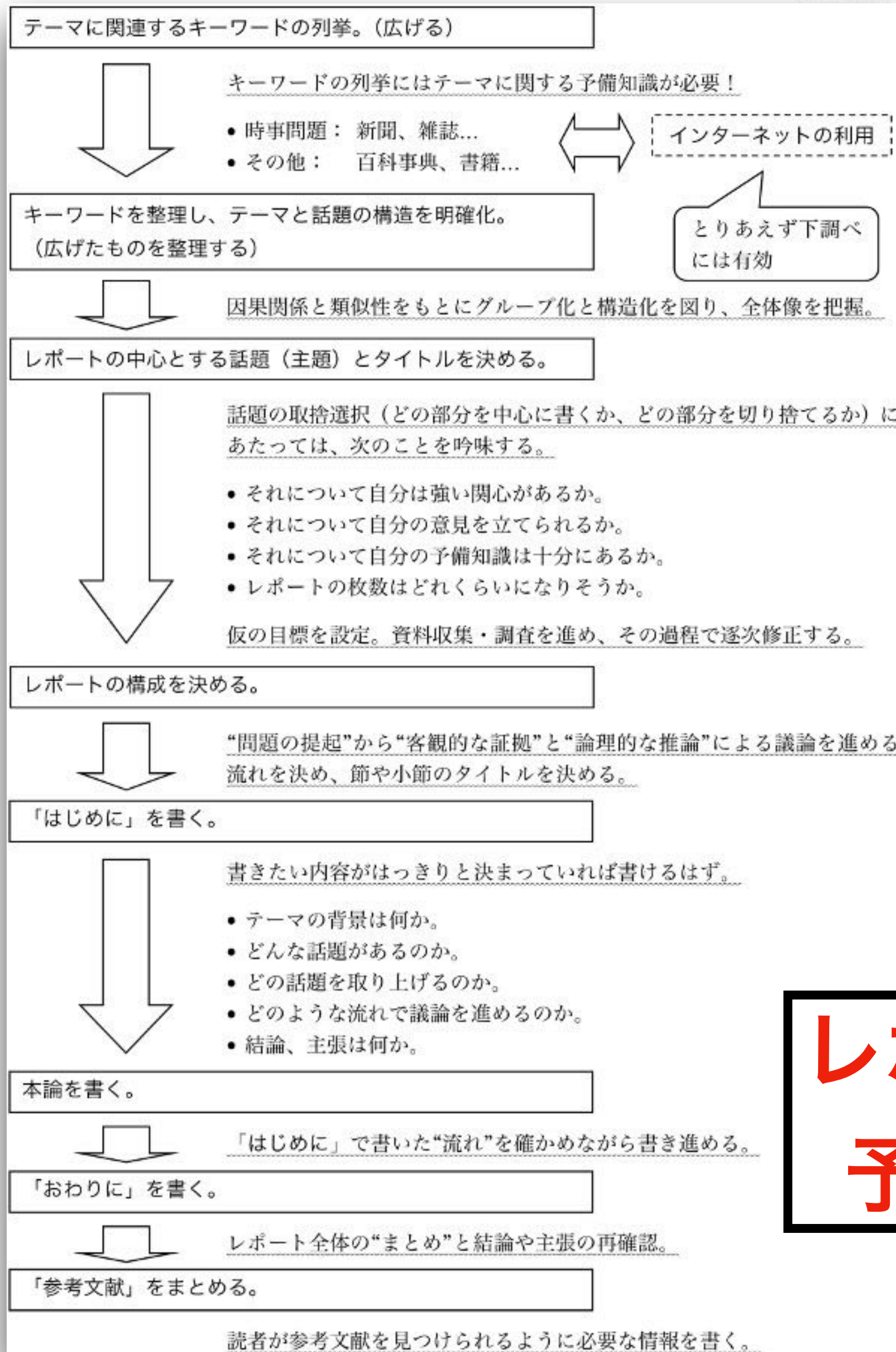
遠心性コピー

橋核

小脳

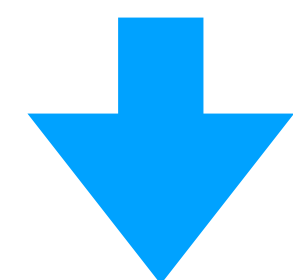
レポート
予定表

*運動を実行する時に作成される運動指令信号のコピーである

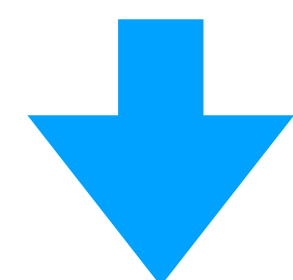


どんな情報を送っているの？

なんのために
送るの？



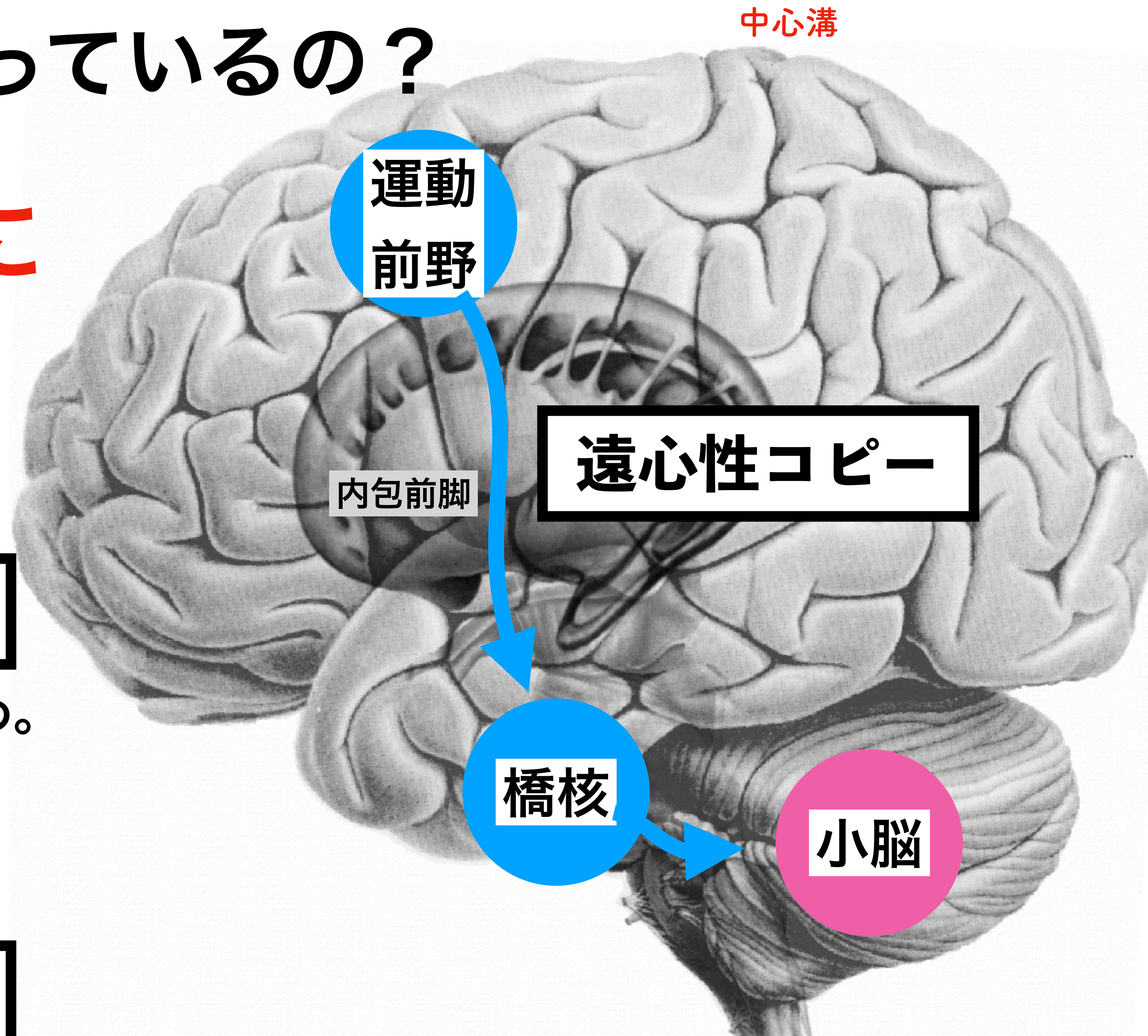
FB (修正)



するため。

何を使って？

無意識の固有感覚



*運動を実行する時に作成される運動指令信号のコピーである

この仕組みのことを何という？

中心溝

教師あり学習

無意識の固有感覚

運動前野

内包前脚

遠心性コピー

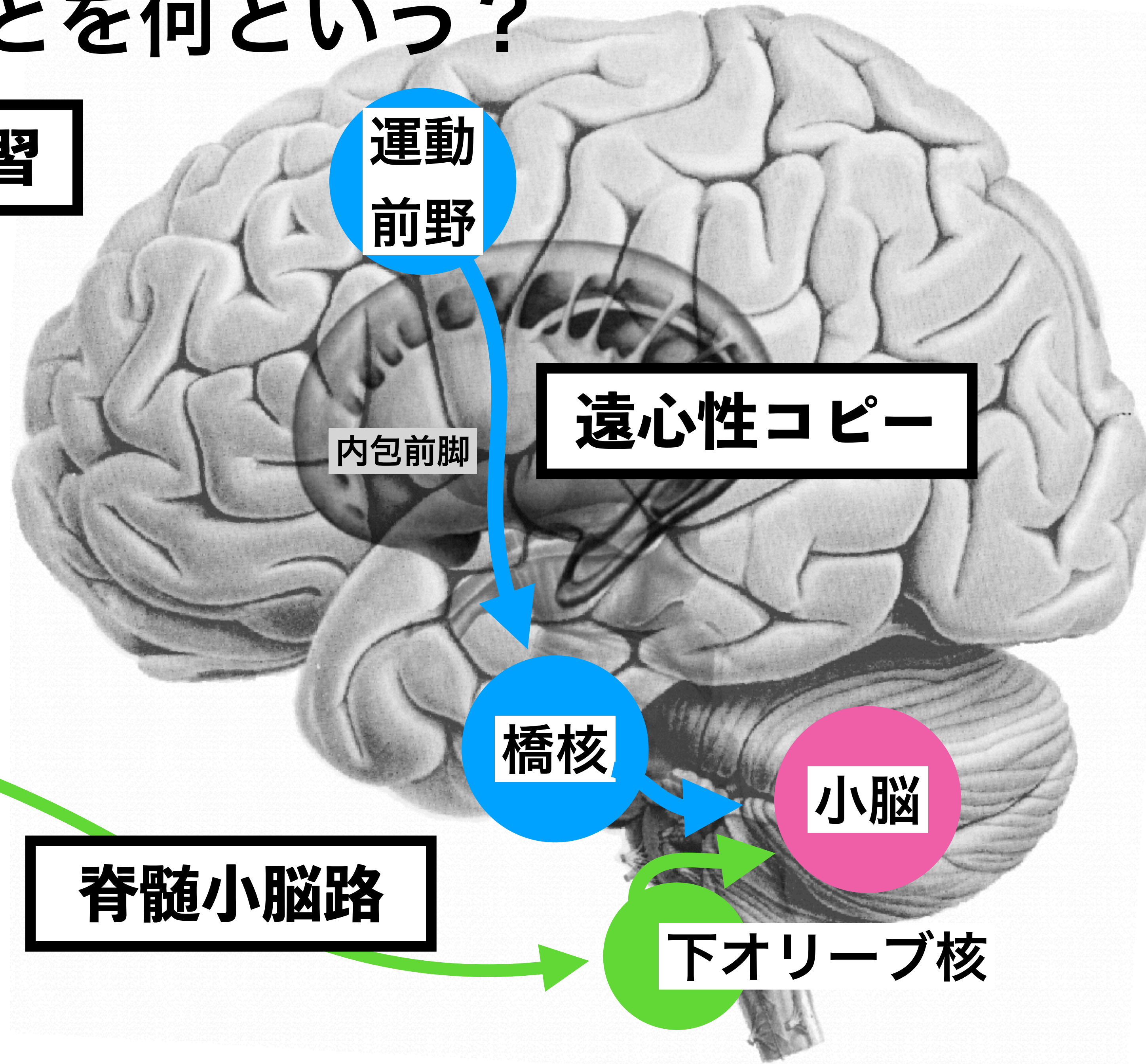
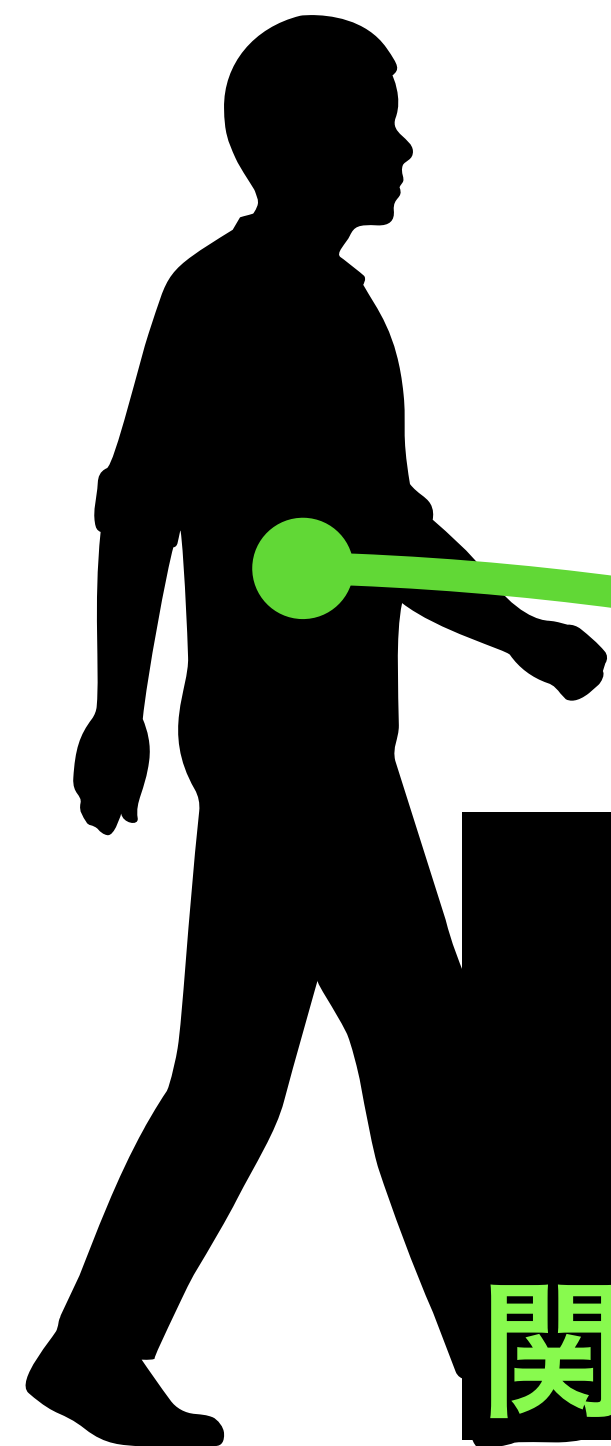
橋核

小脳

脊髄小脳路

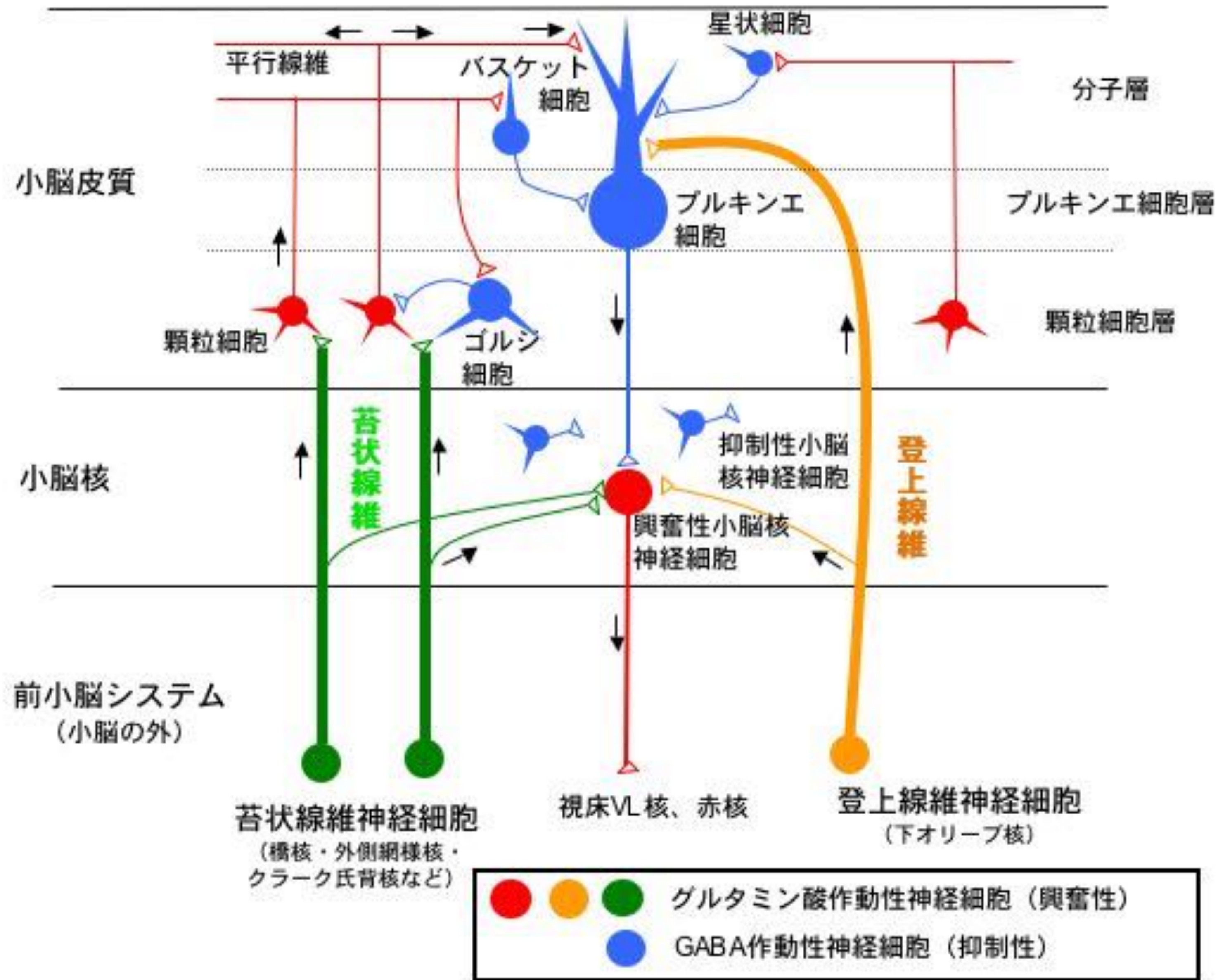
下オリーブ核

筋紡錘
腱紡錘
関節受容器

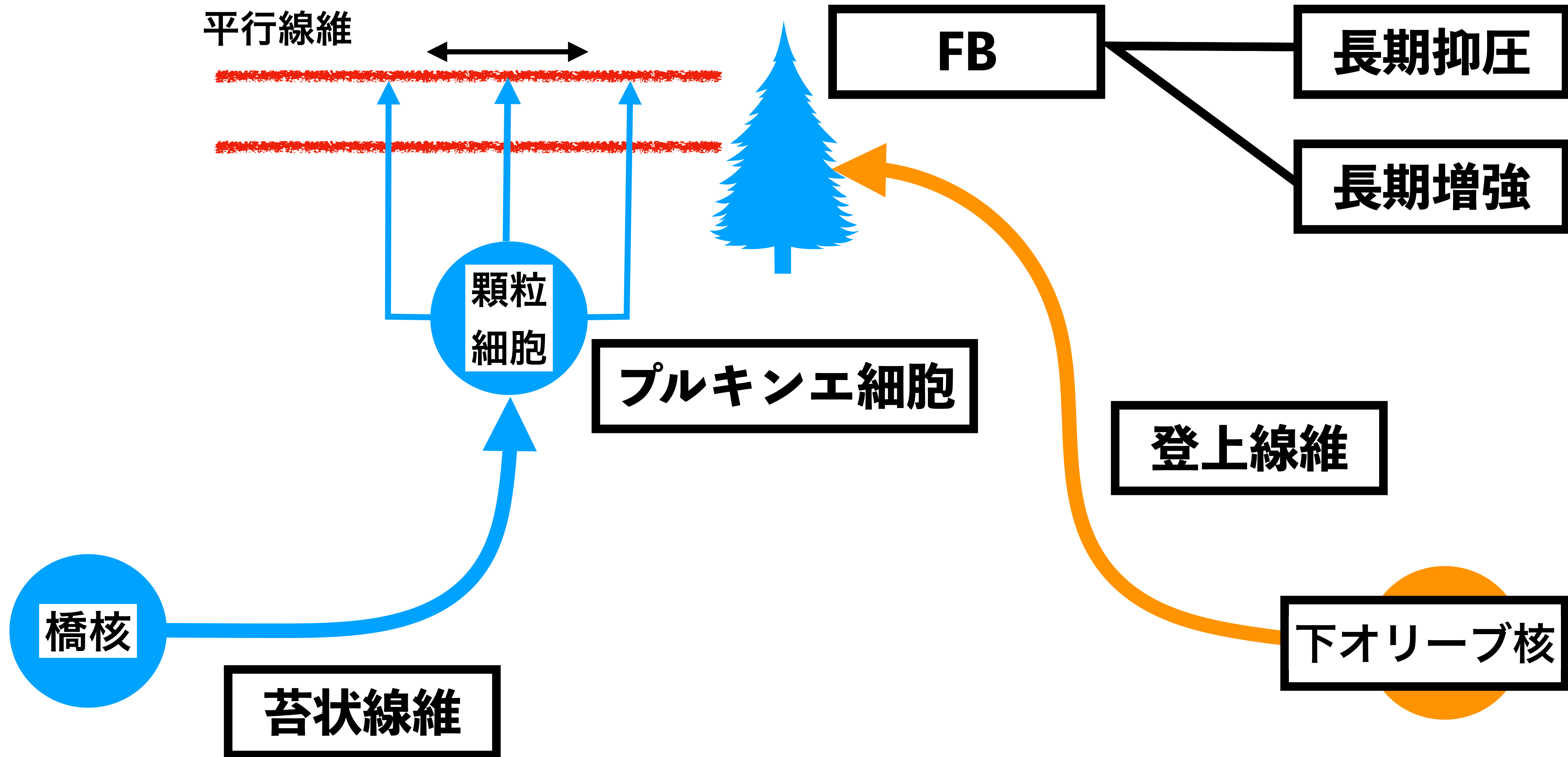


協調性を獲得するために
小脳内部では何をしてる？

どうやって調整しているの？



どうやって調整しているの？



長期増強と長期抑圧

神経と神経を繋ぎ

神経の伝達をスムーズ且つ一定にすること

長期増強

神経と神経の関係を抑制し
神経の伝達を遮断することを

長期抑圧

長期増強と長期抑圧

ド

レ

ニ

ニ

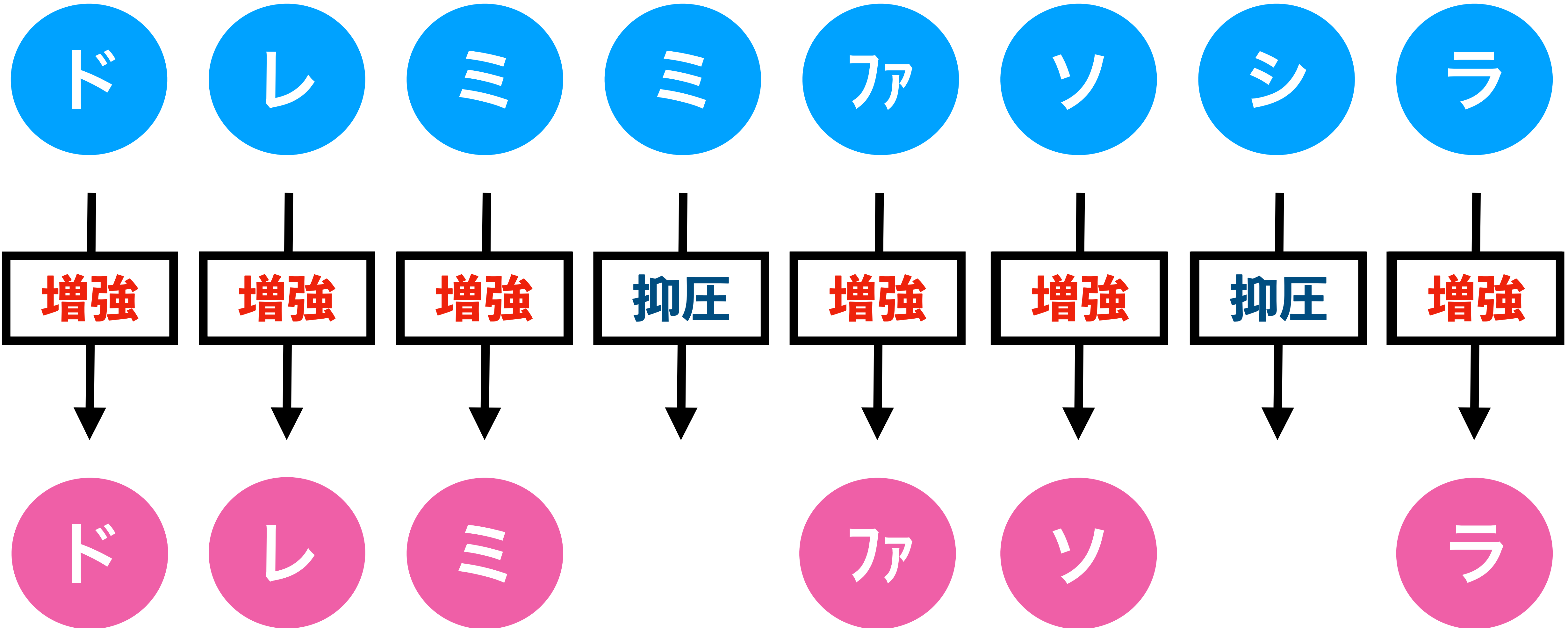
ファ

ソ

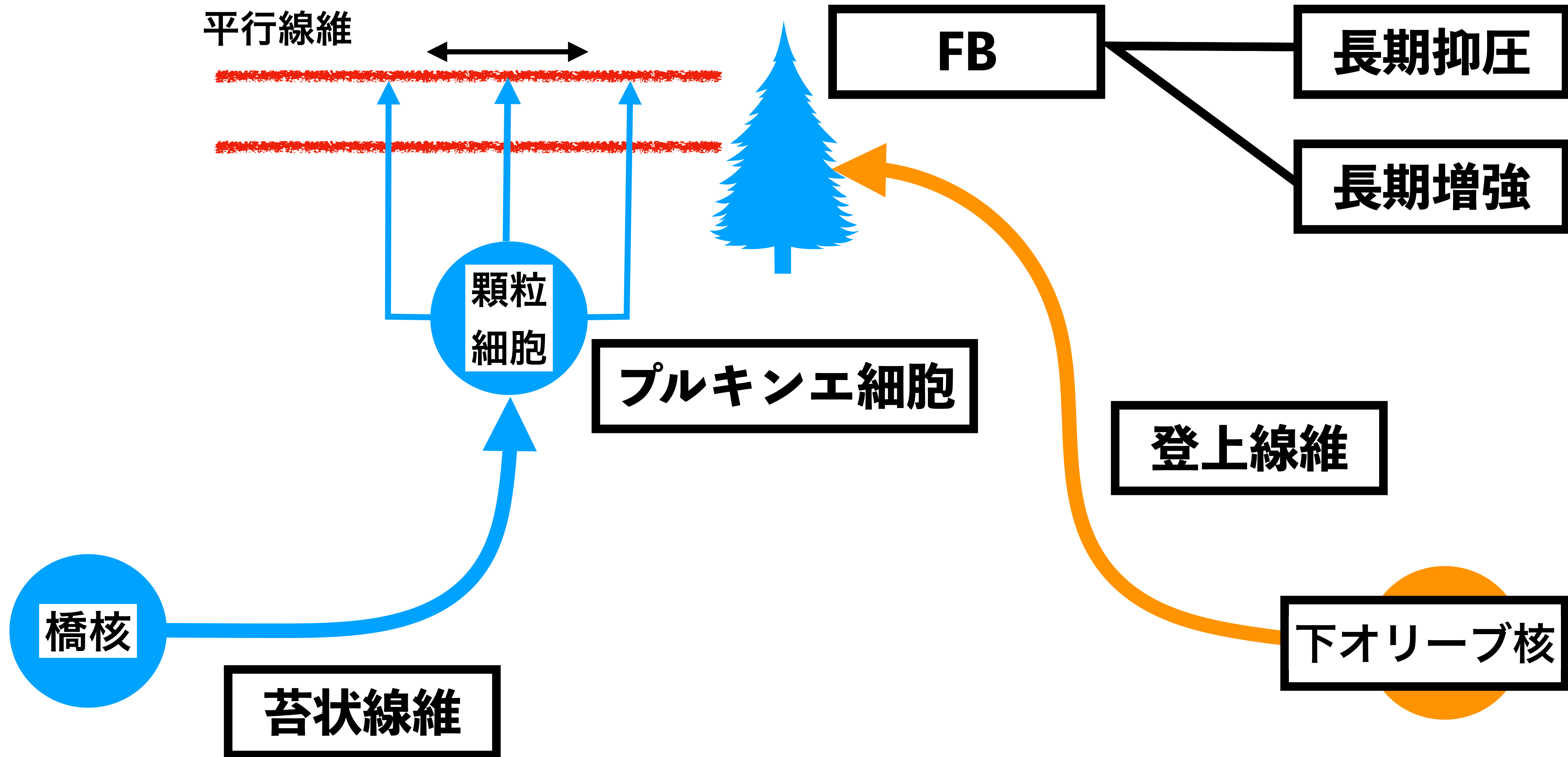
シ

ラ

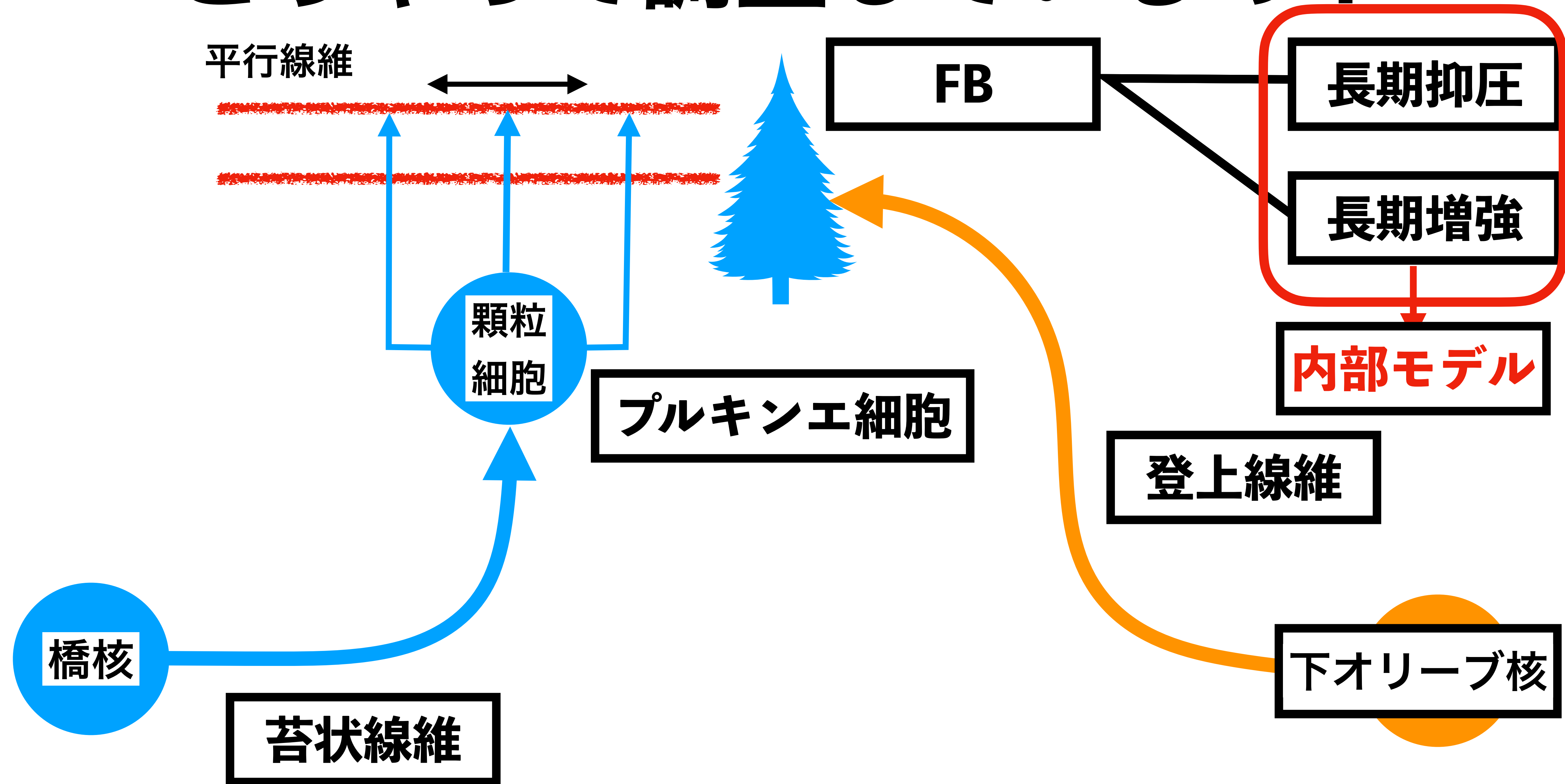
長期増強と長期抑圧



どうやって調整しているの？



どうやって調整しているの？



何か似てると思いませんか？

どのようにして抑制しているの？



コーヒーを取りたい

大脳皮質

線条体 (被殻 + 尾状核)
基底核の入り口

淡蒼球外節

視床下核

間接経路

①コーヒー



直接経路

淡蒼球内節
黒質網様部

視床

直接経路というのはブレーキを緩めて、運動をさせてあげる経路である

抑制をやめる、脱・抑制という!!

STOP!!

間接経路というのはブレーキを強めて、運動を止める経路である。

抑制を強める、つまり抑制強化という!!

②抹茶ラテ



基底核と小脳は何が違う？

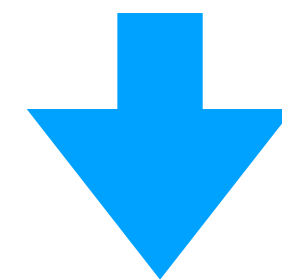


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

<手順>

スイング動作
粗大動作

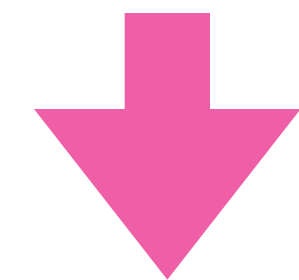


大脳基底核

予測と誤差

<協調性>

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力

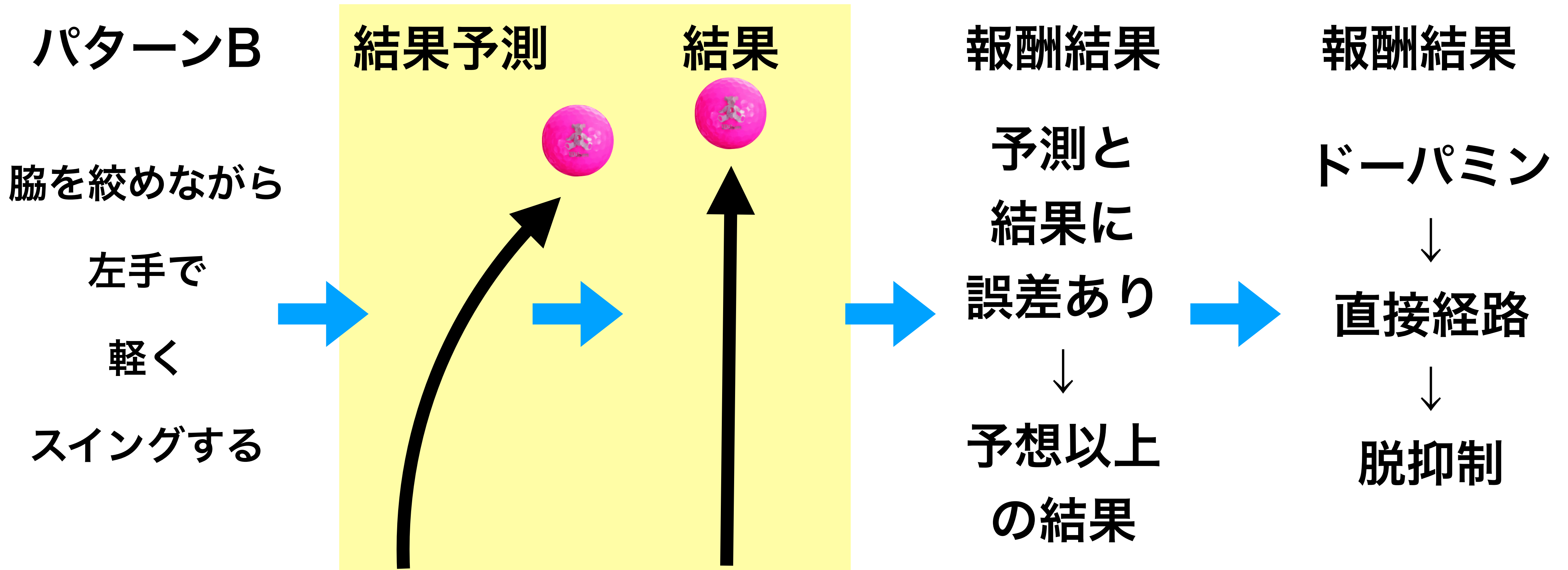


小脳

必要なこと

基底核の運動学習に必要なこと

基底核の運動学習（手順の獲得）は、強化学習（報酬予測）である。



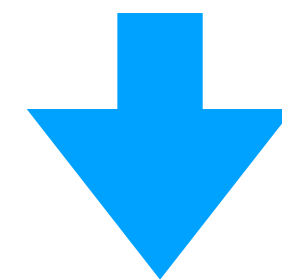


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

<手順>

スイング動作
粗大動作

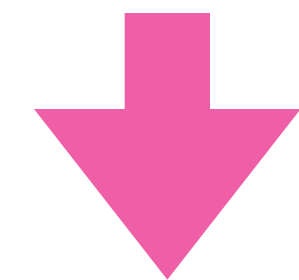


大脳基底核

予測と誤差

<協調性>

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力



小脳

固有感覚

この仕組みのことを何という？

中心溝

教師あり学習

無意識の固有感覚

運動前野

内包前脚

遠心性コピー

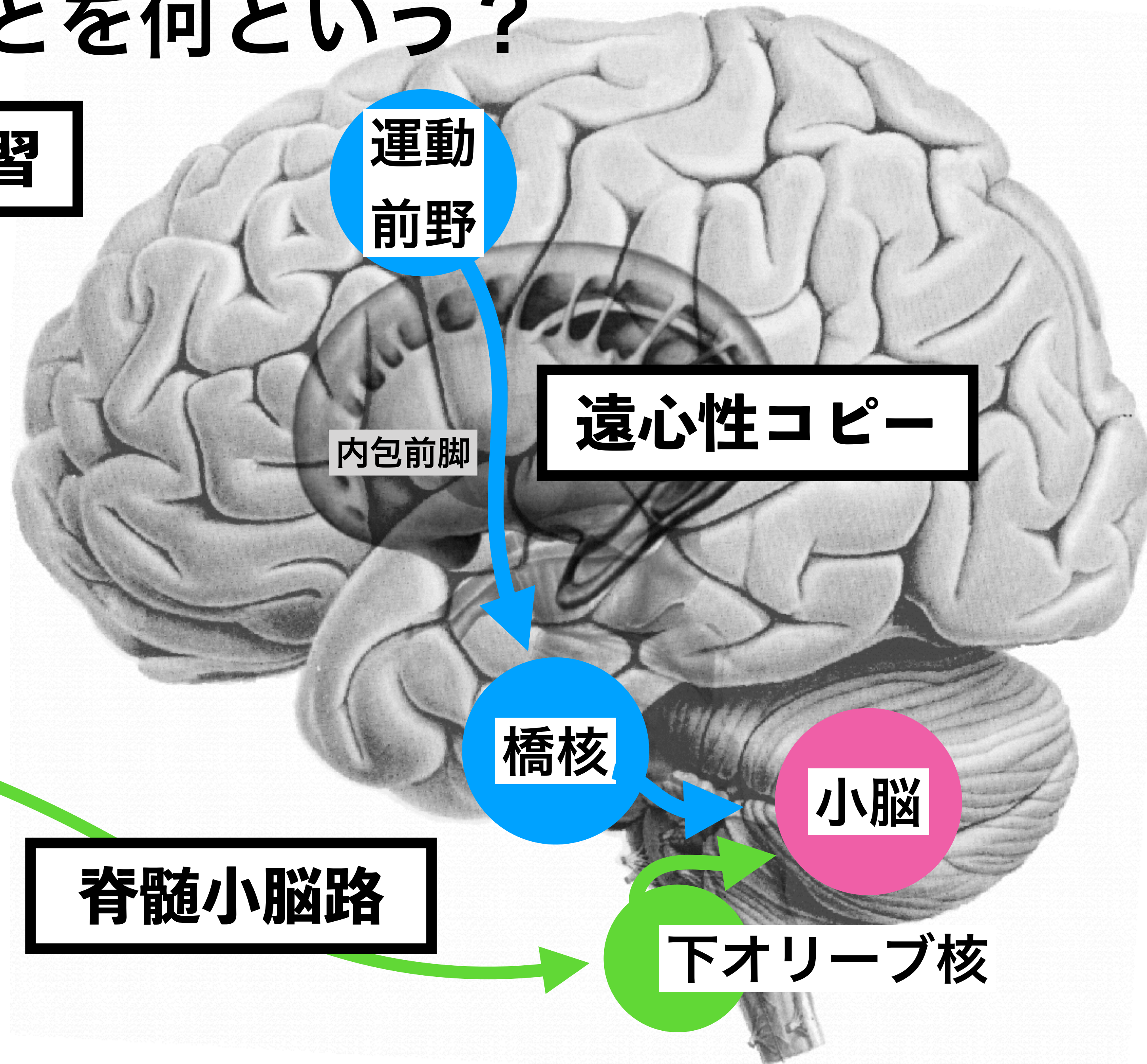
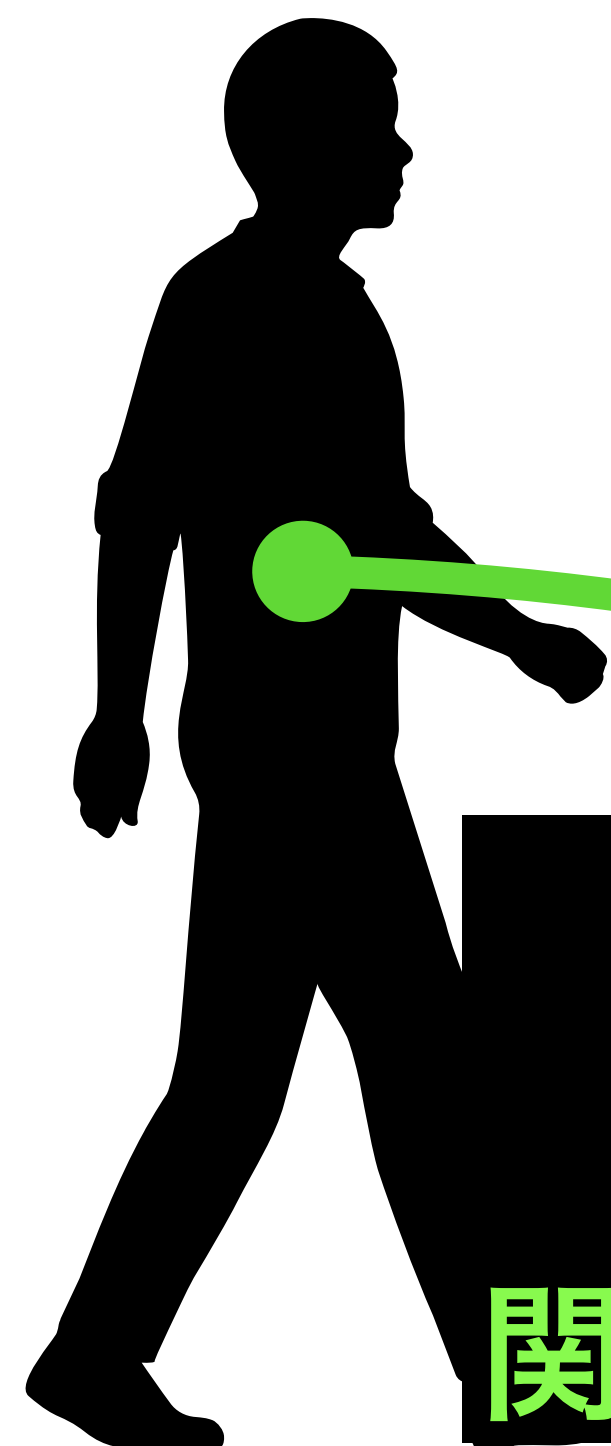
橋核

小脳

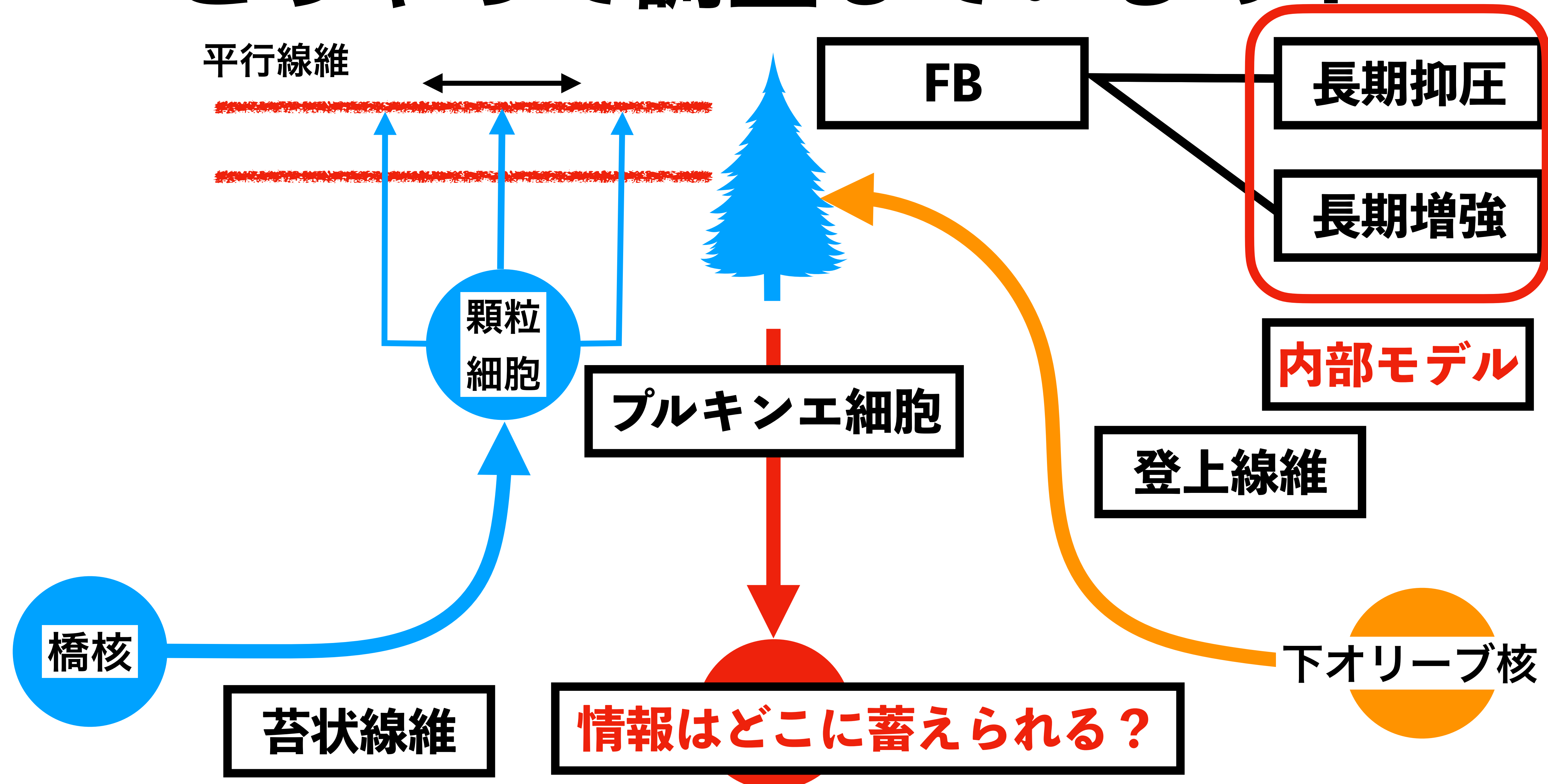
脊髓小脳路

下オリーブ核

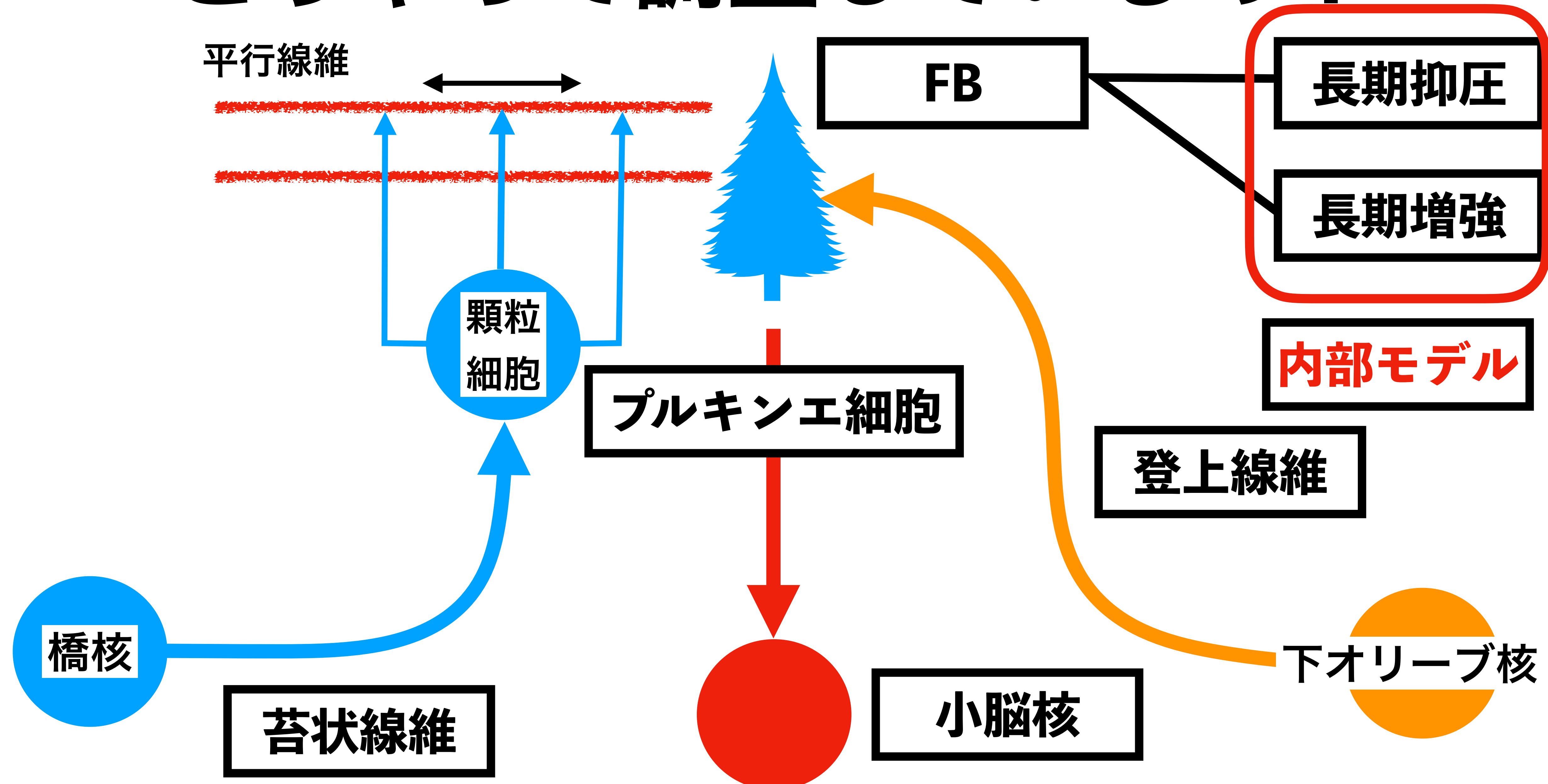
筋紡錘
腱紡錘
関節受容器

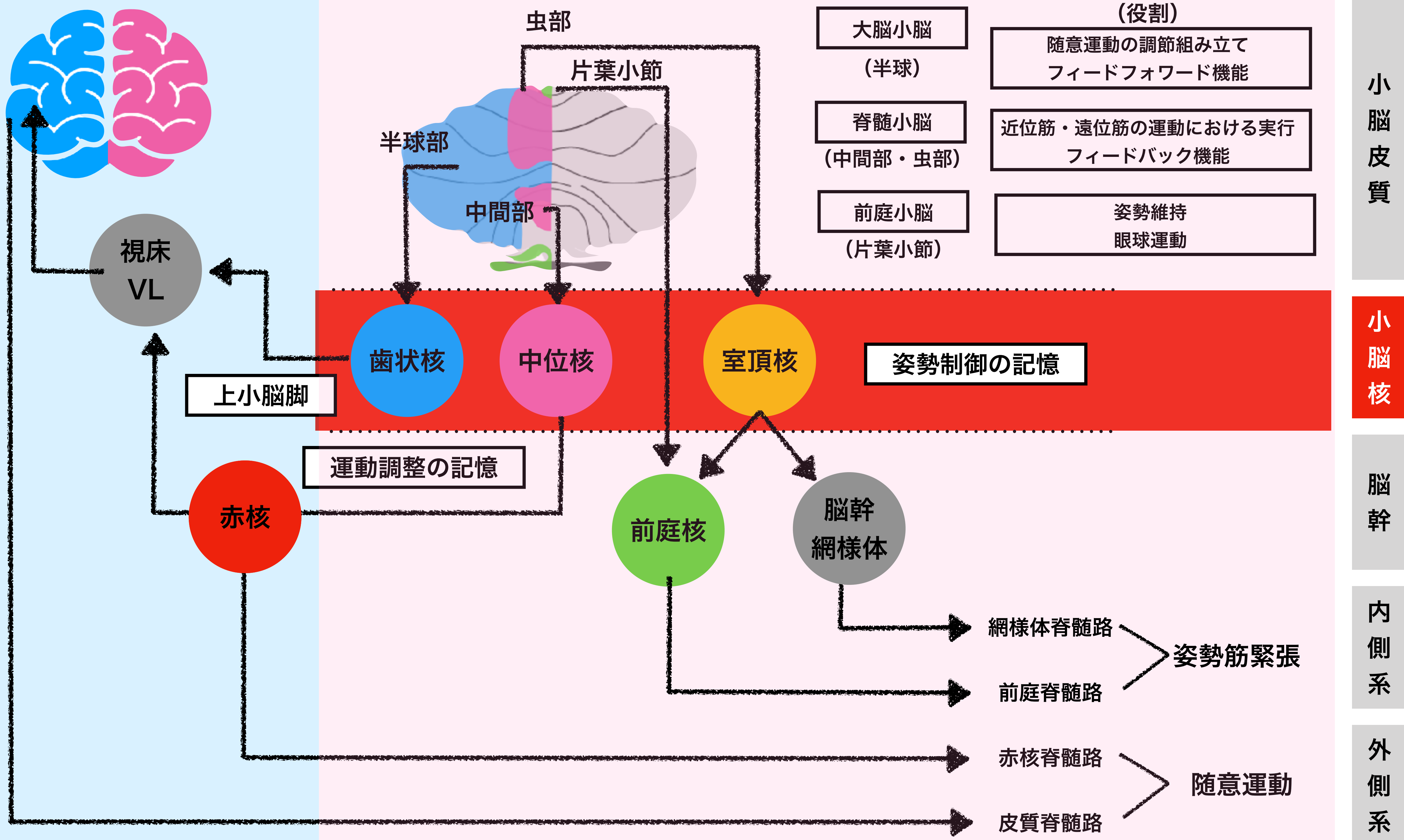


どうやって調整しているの？



どうやって調整しているの？





小脳の運動が学習を誘発する 臨床での4つのポイントとは？！

①

②

③

④

小脳の運動が学習を誘発する 臨床でのポイントとは？！

- ① 目的運動が明確である（運動前野＋遠心性コピー）
- ② 深部感覚情報が正しい（筋・関節のアライメントを含めて）
- ③ 長期増強・長期抑圧を使い分ける
- ④ 反復が必要