

知識×臨床



脳外臨床

臨床推論

—  
002

👑 VIP MEMBER 👑

# 脳画像を臨床に (バランス)

実際の脳画像から評価とリハビリを考える

2026年4月10日 20:00~

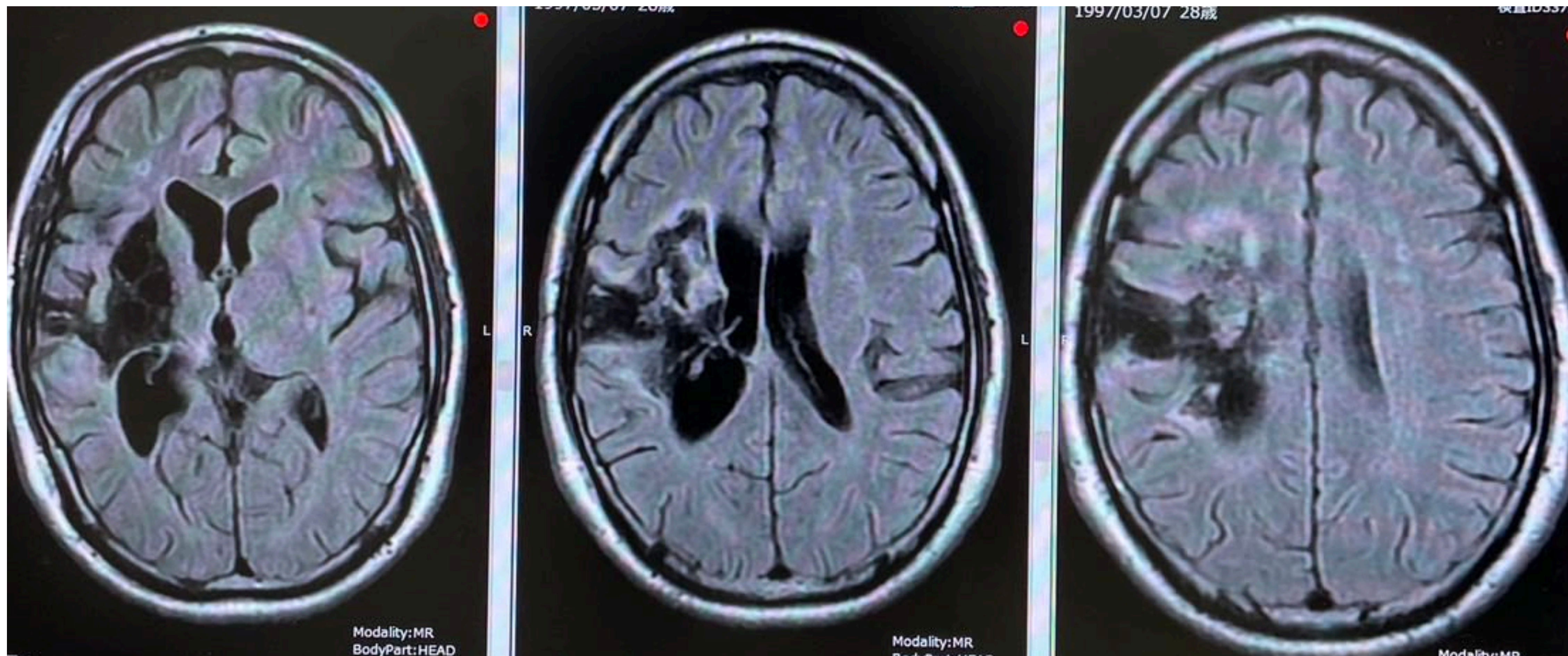
そのリハビリ、脳画像と一致している？  
臨床でしか使えない脳画像の見方

▼  
BRAIN

# NEUROIMAGING

# この患者様はバランス機能は良くなる？

動的バランスが悪いんです・・・理由を教えてください



# どうやって支持基底面に留めているの？

バランスには大きく3つの側面がある

## 静的バランス

座位や立位姿勢時のバランス

<目的>

姿勢保持

<時間スケール>

遅い（持続）

<主役>

感覚統合

## 動的バランス

立ち上がりや歩行時のバランス

<目的>

予測しながら動く

<時間スケール>

中間

<主役>

予測+制御

## 反応的バランス

外乱などに対するバランス

<目的>

外乱対応

<時間スケール>

速い（反射）

<主役>

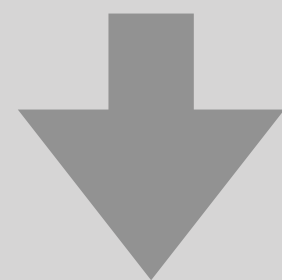
自動反応

# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

重心の移動  
随意運動



運動野

# ① 感覚入力と選別

= 外界・身体・重力の3軸情報

## 視覚（外界座標）

視覚基準：世界を基準にした位置

- ・床・壁・天井・物体
- ・地面が水平かどうか

網膜 → 外側膝状体

→ 一次視覚野 → 頭頂葉

（背側視覚路）

<役割>

自己運動の検出

空間認識

## 前庭感覚（重力座標）

重力基準：力に対する方向

- 上下の基準
- 頭の傾き

半規管・耳石器 → 前庭神経

→ 前庭神経核

<役割>

頭部加速度

重力方向の検出（絶対基準）

## 体性感覚（身体座標）

身体基準：自分の体の中での位置

- 関節角度
- 筋の伸び・荷重位置

筋紡錘・腱器官・関節受容器

後索系／脊髄小脳路

<役割>

身体位置・荷重

運動感覚

# ① 感覚入力と選別

= 外界・身体・重力の3軸情報

## 視覚（外界座標）

網膜 → 外側膝状体  
→ 一次視覚野 → 頭頂葉  
(背側視覚路)

<役割>

自己運動の検出

空間認識

## 前庭感覚（重力座標）

半規管・耳石器 → 前庭神経  
→ 前庭神経核

<役割>

頭部加速度

重力方向の検出（絶対基準）

## 体性感覚（身体座標）

筋紡錘・腱器官・関節受容器  
後索系 / 脊髓小脳路

<役割>

身体位置・荷重

運動感覚

視床（VPL・外側膝状体）

# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、  
前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

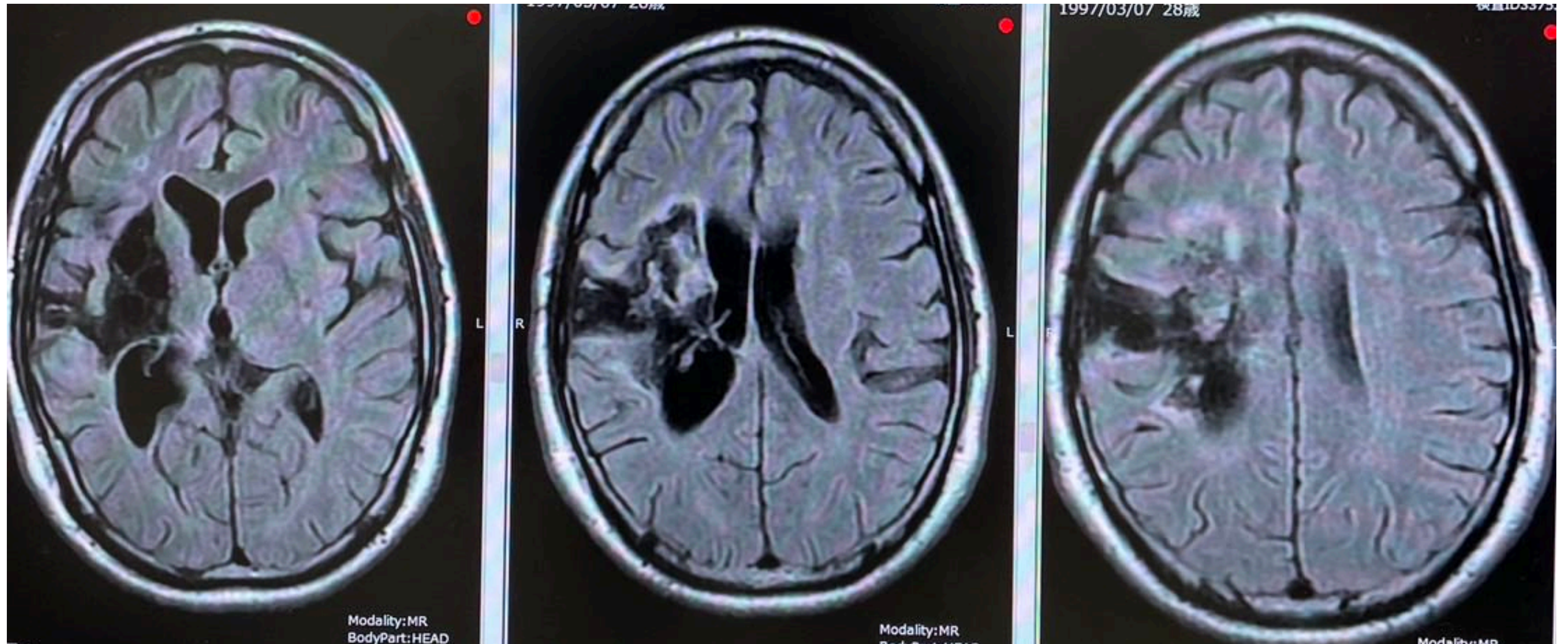
重心の移動  
随意運動



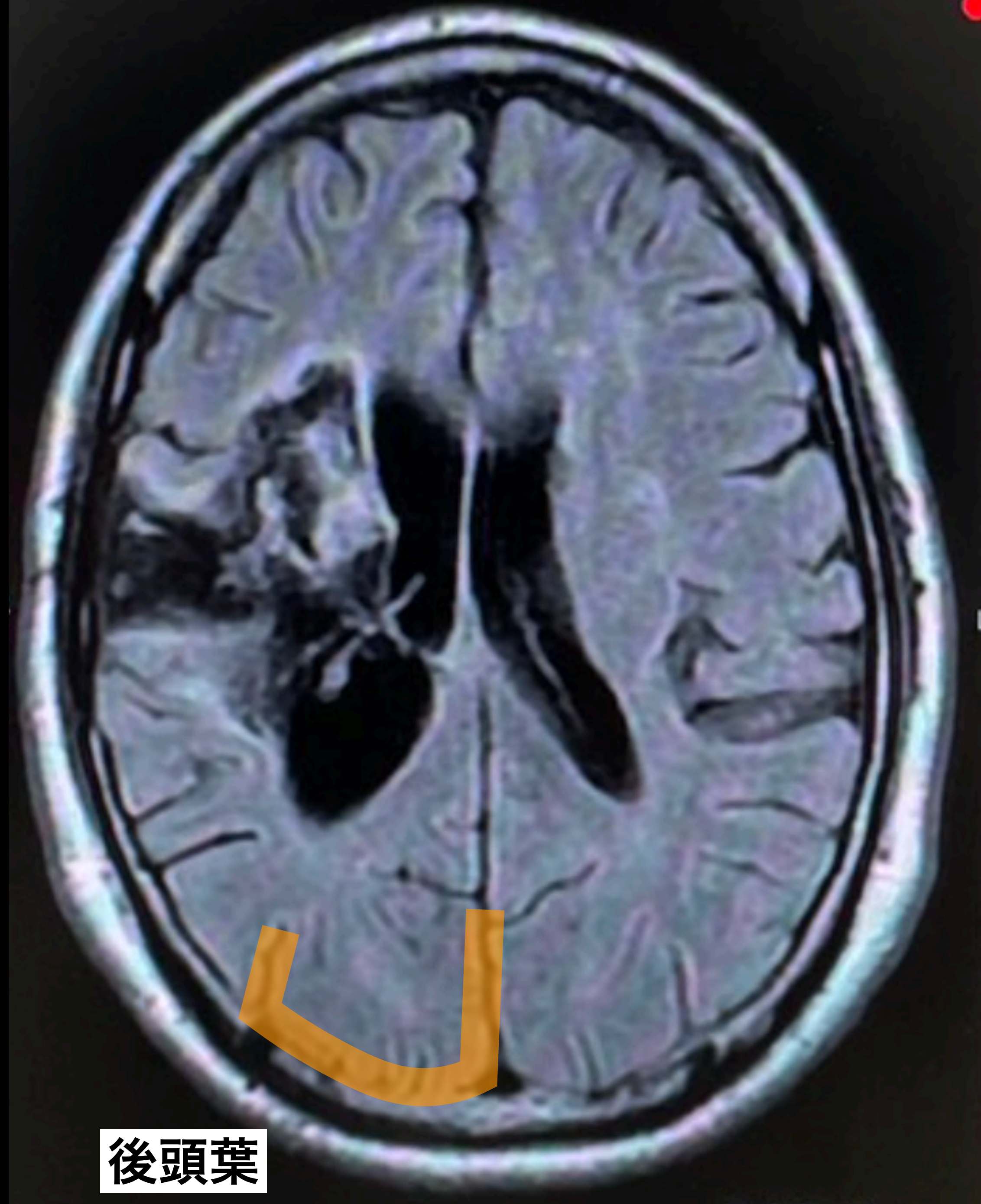
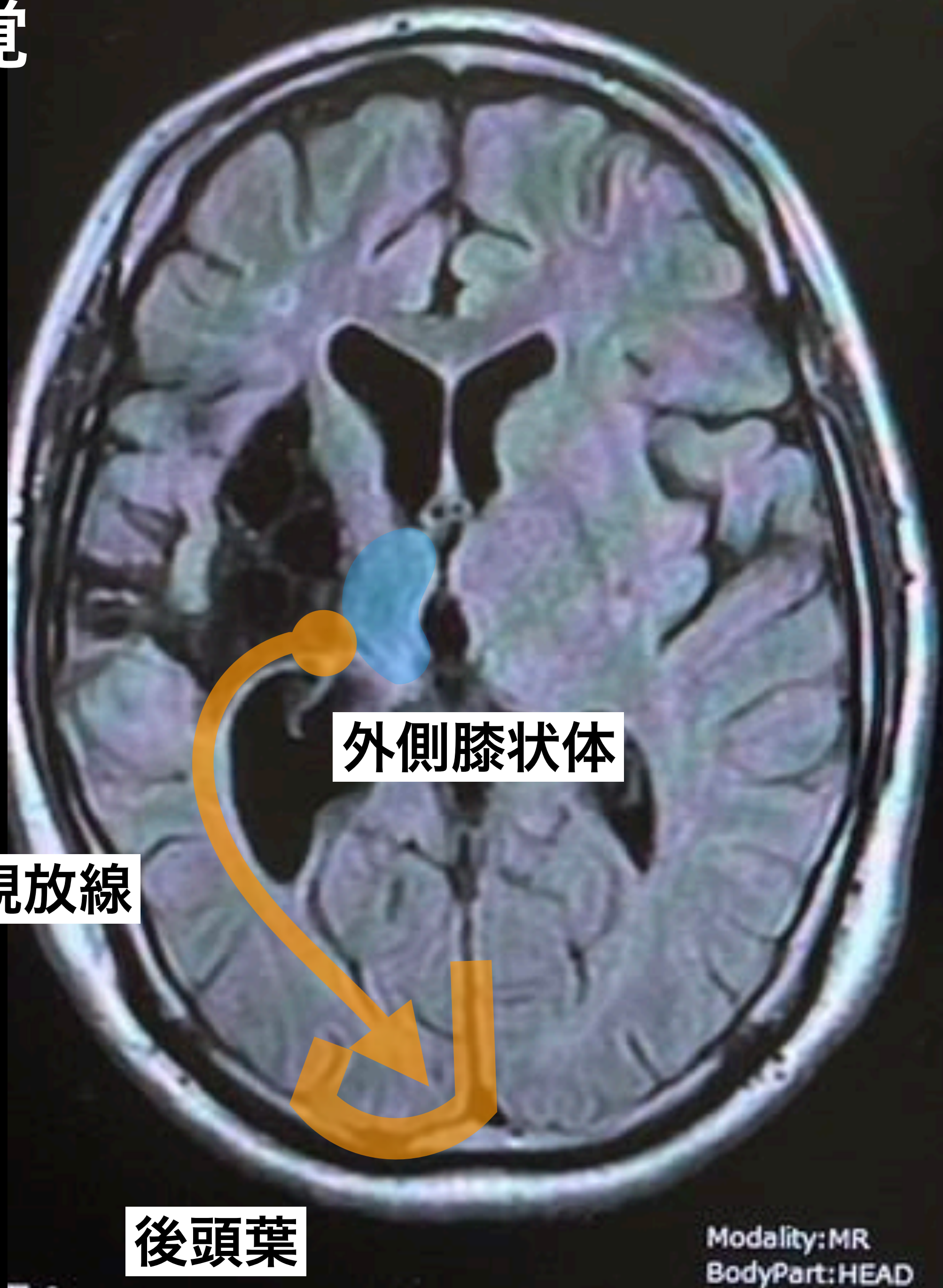
運動野

動的バランスが悪いんです・・・理由を教えてください

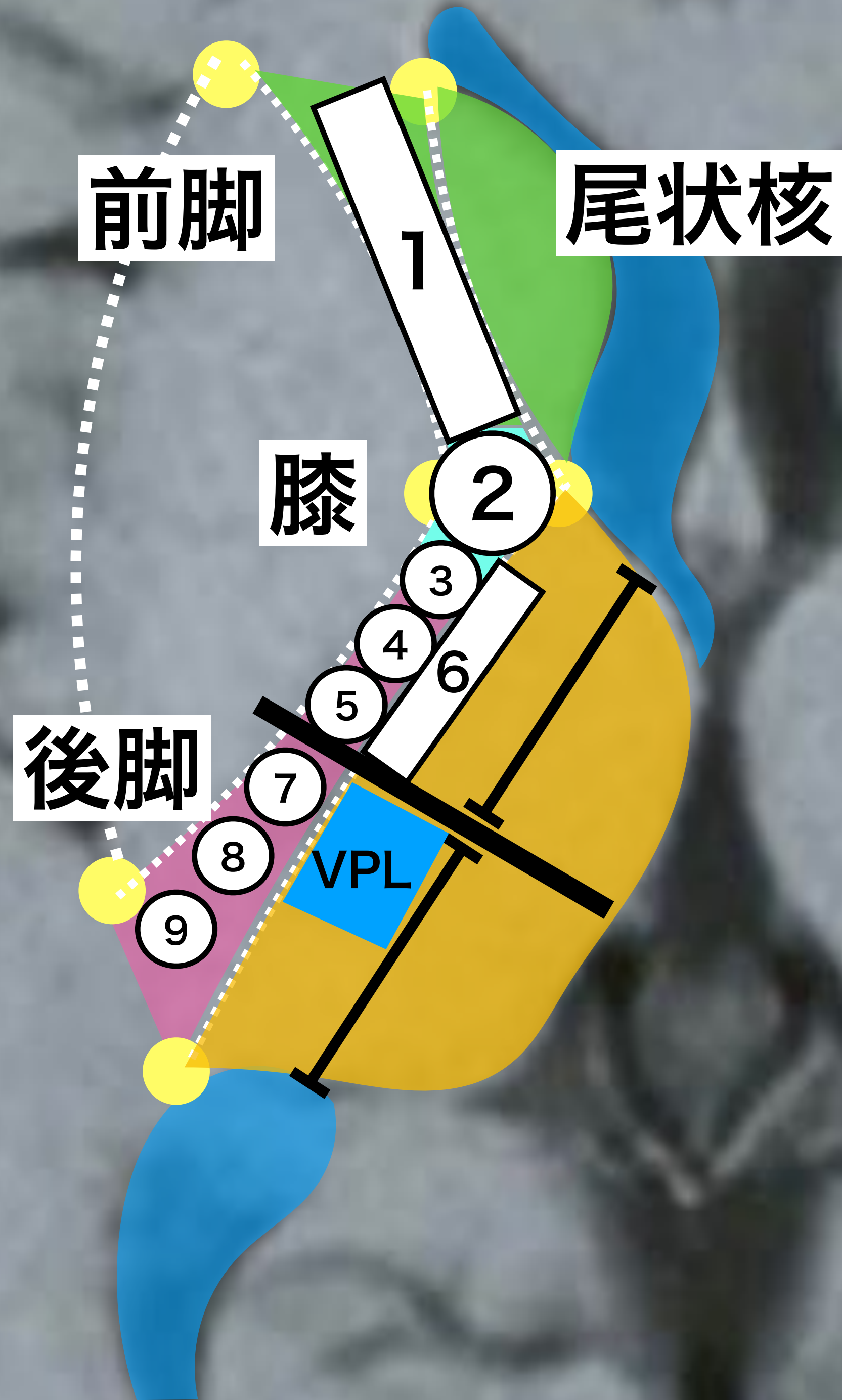
# 感覚入力はどのスライド？



# 視覚



# 体性感覚・前庭覚



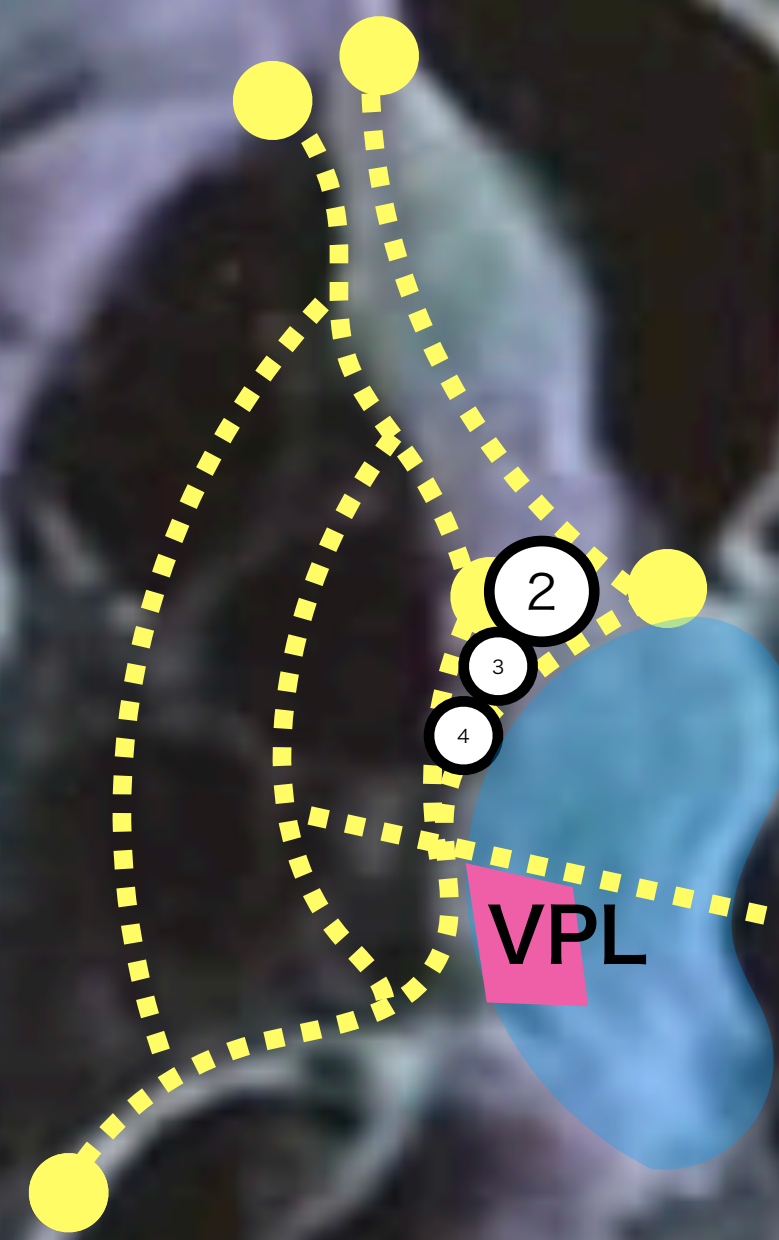
- ①前頭橋路
- ②皮質延髓路
- ③皮質脊髓路 (上肢)
- ④皮質脊髓路 (体幹)
- ⑤皮質脊髓路 (下肢)
- ⑥皮質橋網様体路
- ⑦皮質延髓網様体路
- ⑧視床皮質路
- ⑨側頭橋路
- 頭頂橋路
- 後頭橋路

# 感覚入力はどう？

VPLは残存しているのか？  
(必要な感覚を選べるのか？)

<視床の役割とは？>

- ① ゲーティング (選別)  
必要な感覚だけ通す・ノイズは抑制  
例：バランスに不要な触覚はカット
- ② 増幅・抑制 (gain control)  
状況に応じて感覚の強さを変える



# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

重心の移動  
随意運動



運動野

# ②傾きの知覚化

傾きに気付ける人と傾きに気がつかない人がいるのはなぜ？

**傾きはどうやって知覚化されるの？** →傾きを感じるのは：前庭覚

キャリブレーション（精度の調整）

前庭小脳

感覚

前庭器官（内耳） → 前庭神経 → 前庭神経核 → 反射（眼球・姿勢）

↑ ↓  
(統合)

↓  
視床VPL → **島皮質**

解釈・認知

知覚

前庭の知覚化

「傾いている」

「動いている」

(意識に上る前庭感覚)

感覚間の整合性チェック

視覚 vs 前庭

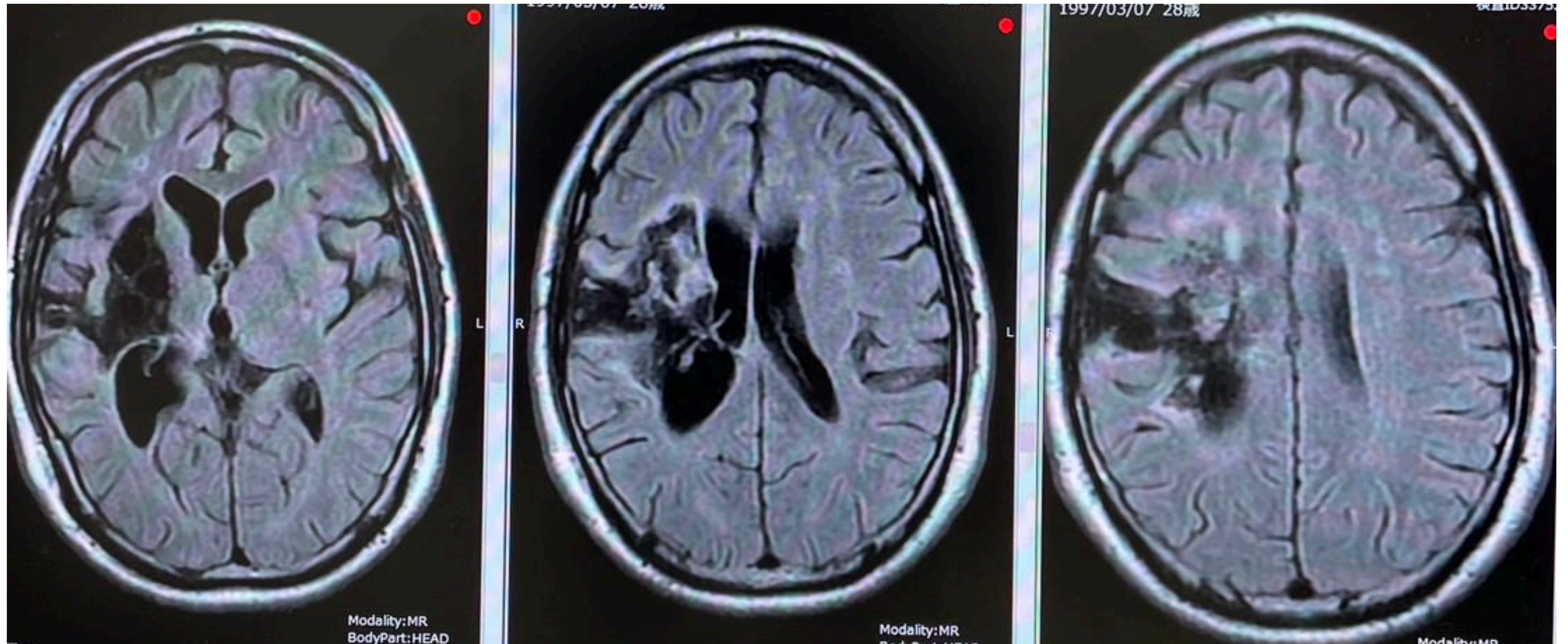
体性感覚 vs 前庭  
(情報に矛盾がないか)

→ 頭頂葉  
後頭葉  
側頭葉  
高次感覚野

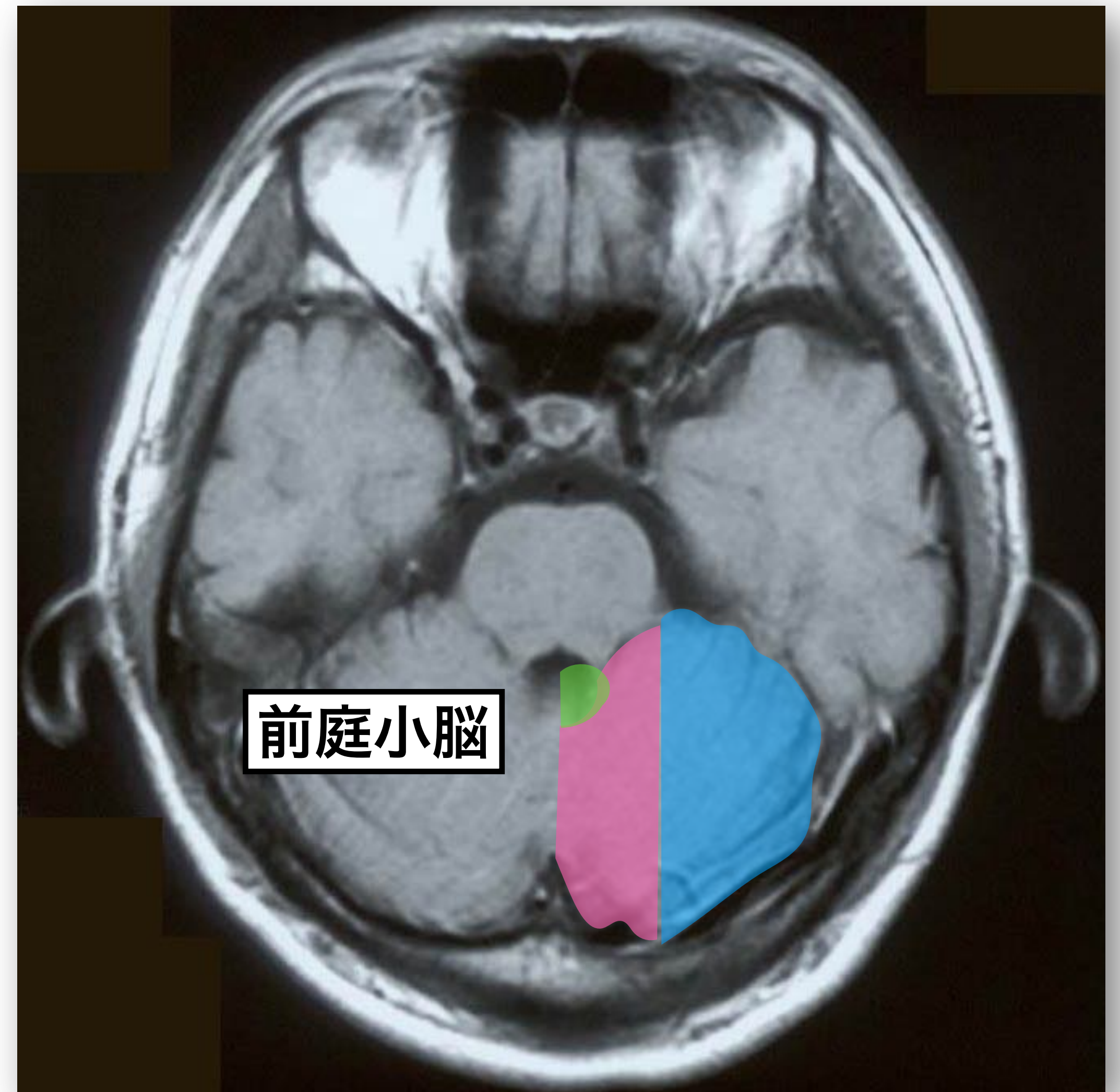
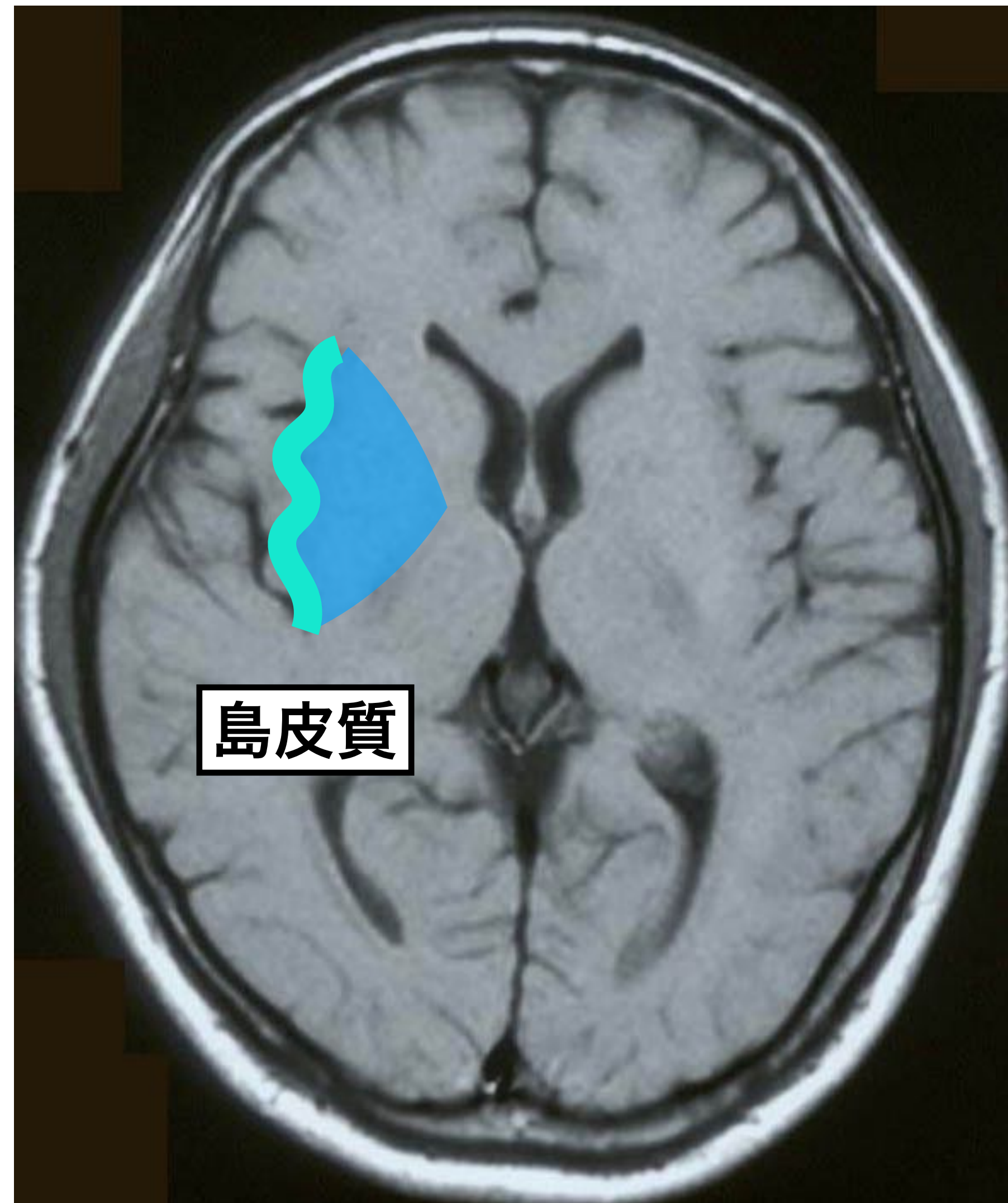
行動のために  
情報を解析

動的バランスが悪いんです・・・理由を教えてください

# 傾きの知覚化はどのスライド？

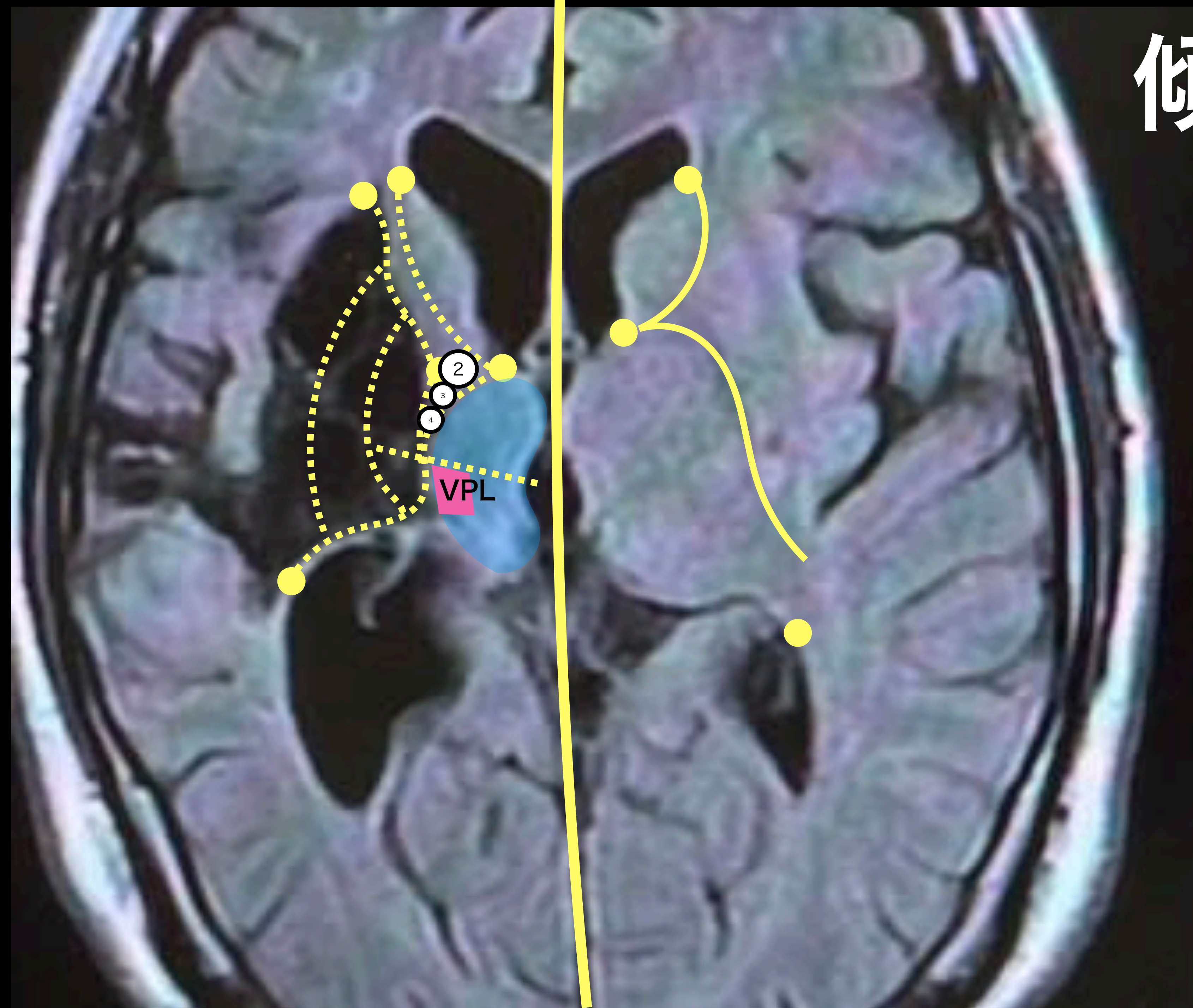


# 傾きの知覚とは？



# 傾きの知覚化

島皮質は残存しているのか？  
(傾きを意識できるのか？)



# 傾きの知覚化

島皮質は残存しているのか？  
(傾きを意識できるのか？)

前庭の知覚化

「傾いている」

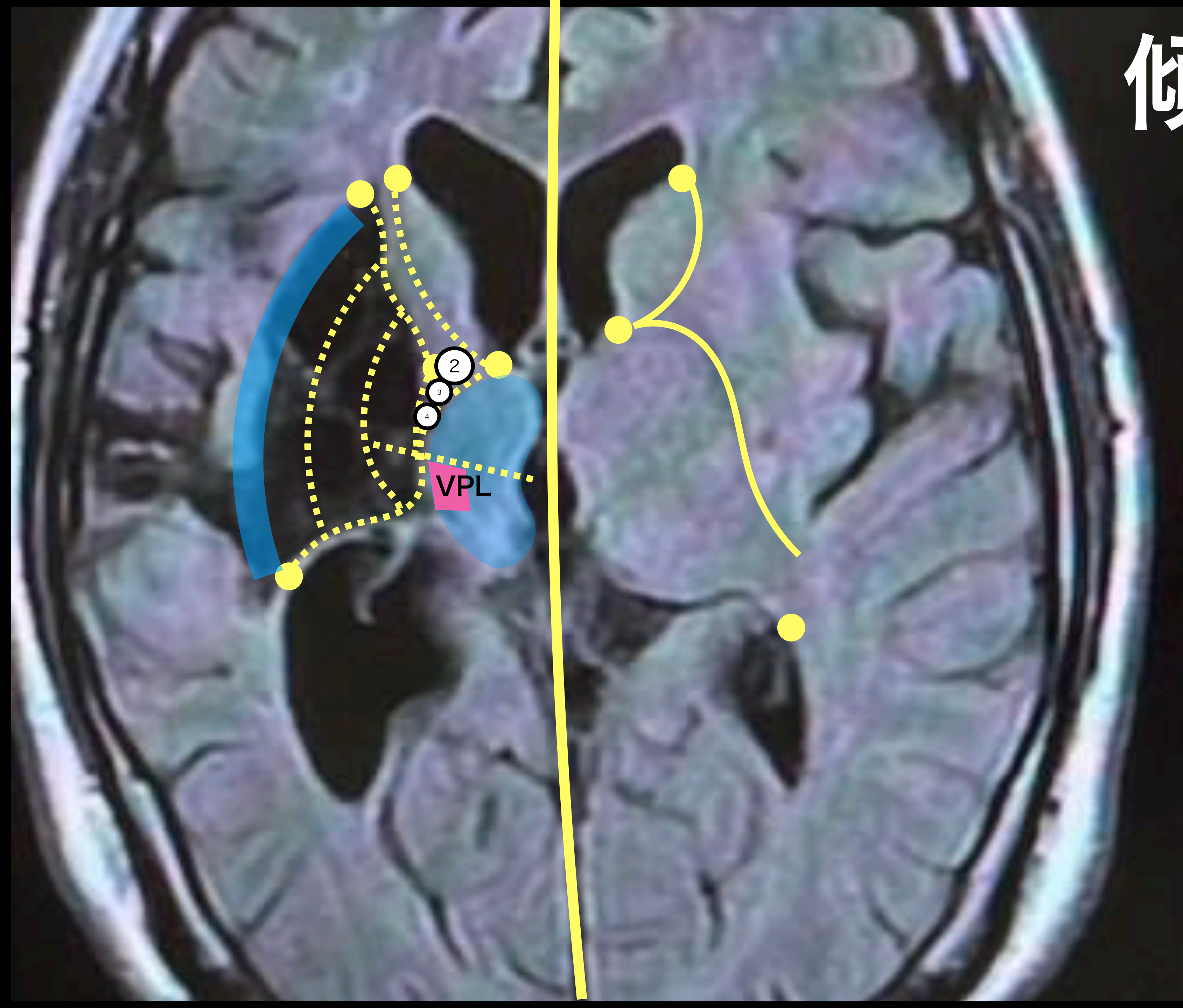
「動いている」

(意識に上る前庭感覚)

感覚間の整合性チェック

視覚 vs 前庭

体性感覚 vs 前庭  
(情報に矛盾がないか)

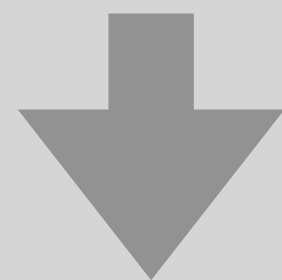


# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

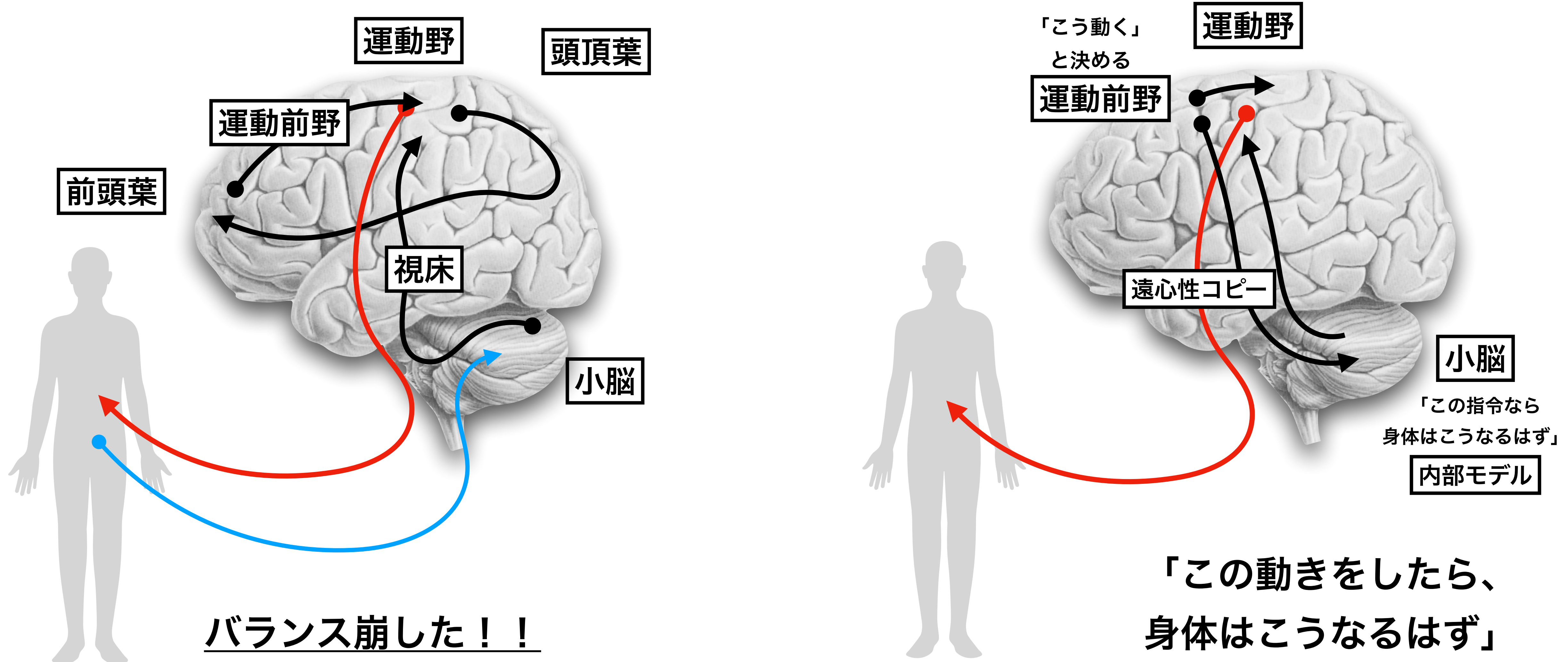
重心の移動  
随意運動



運動野

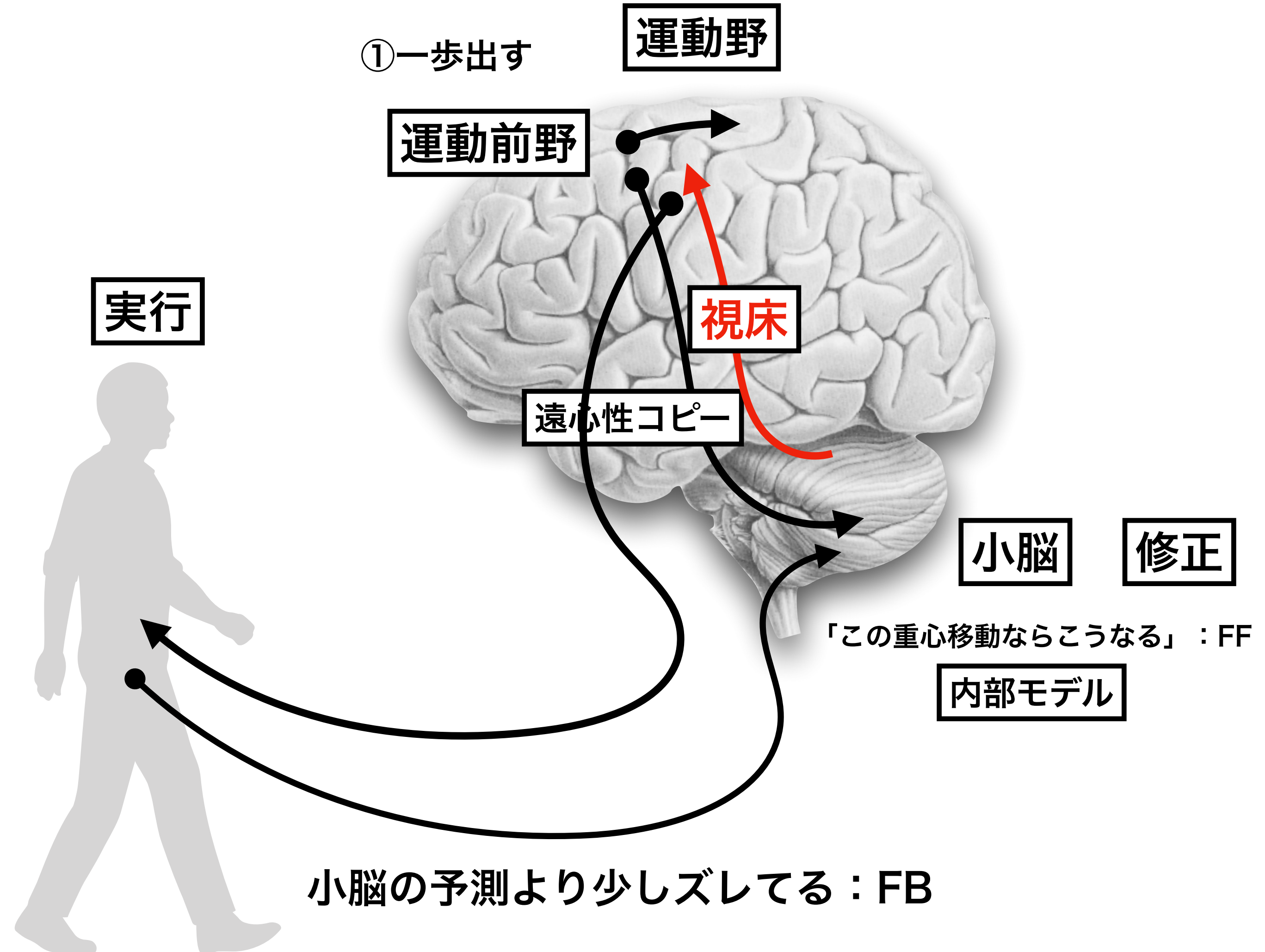
# ③予測と誤差修正

「予測と現実のズレを検出して、動きをその場で修正する仕組み」



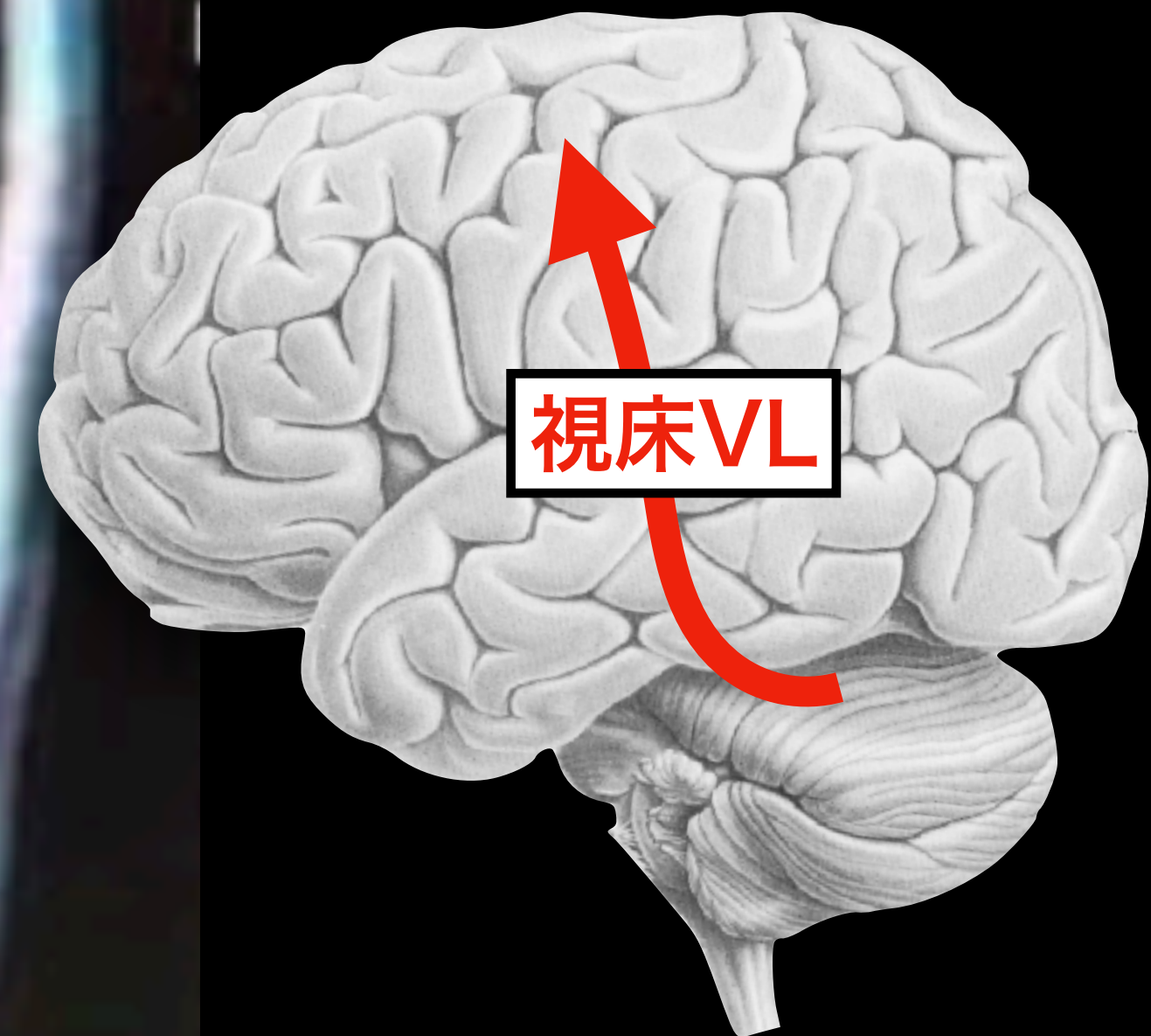
# ③予測と誤差修正

「予測と現実のズレを検出して、動きをその場で修正する仕組み」



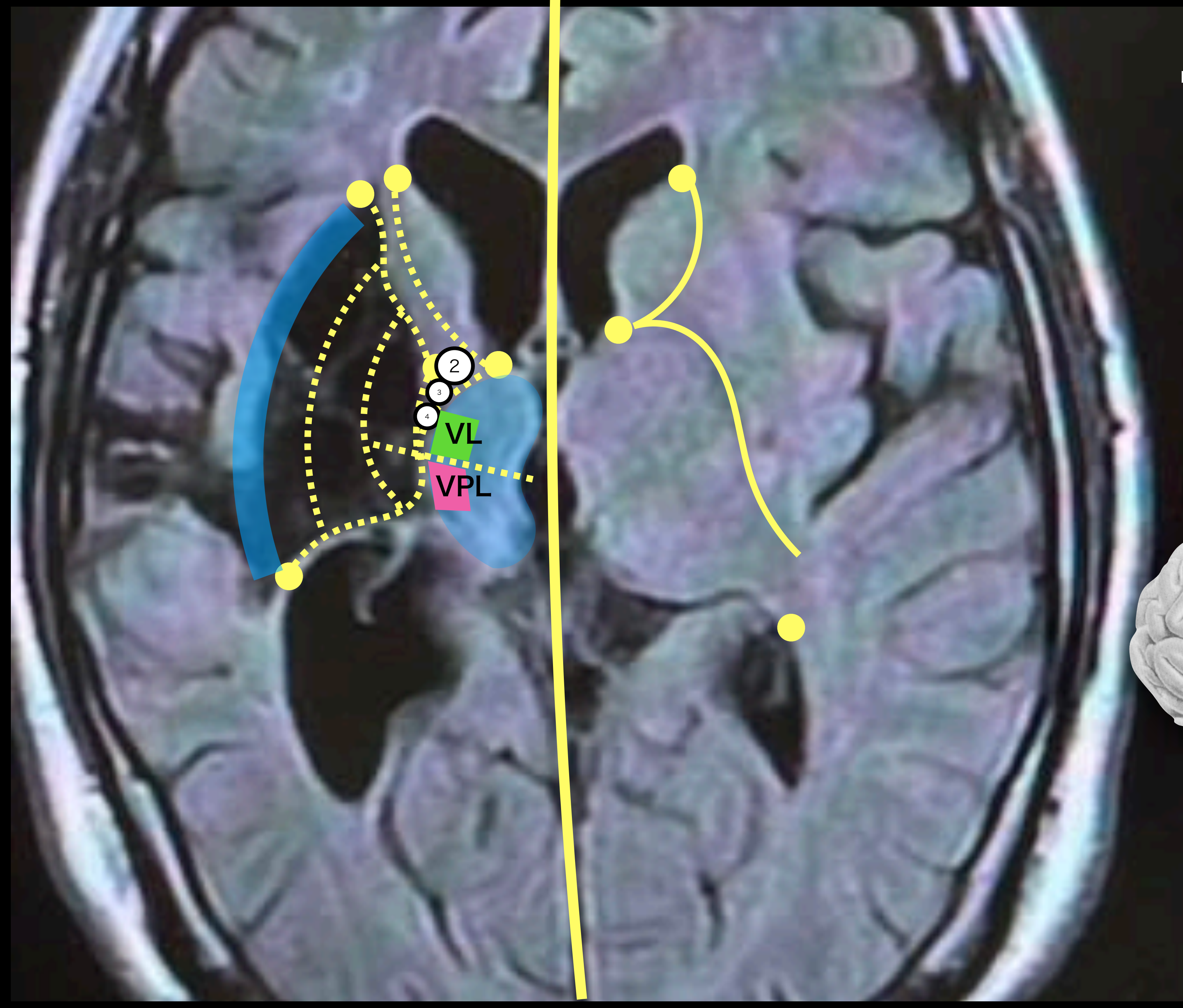
# 予測と修正

VLは残存しているのか？  
(予測情報を元に動く)



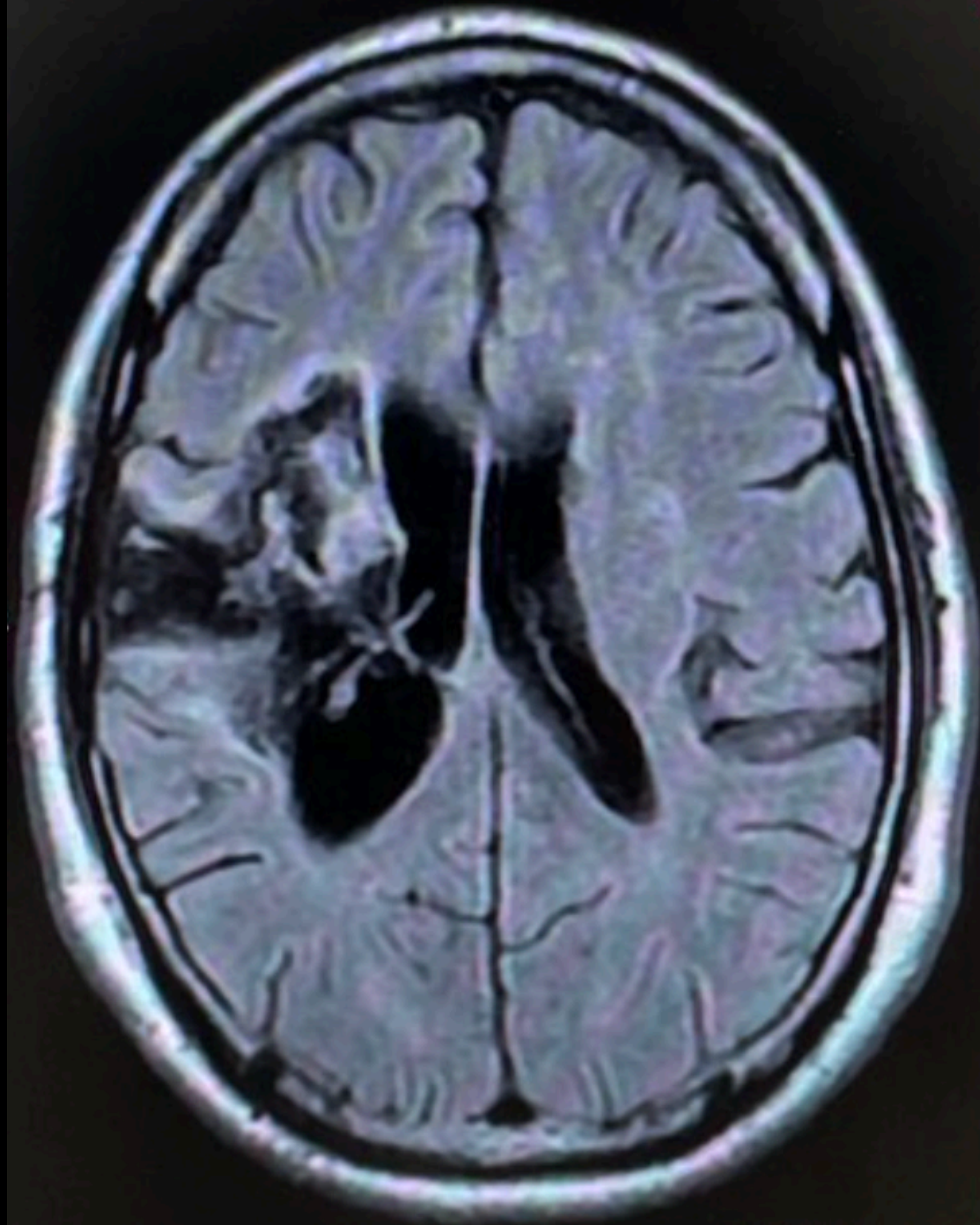
「この重心移動ならこうなる」 : FF

内部モデル

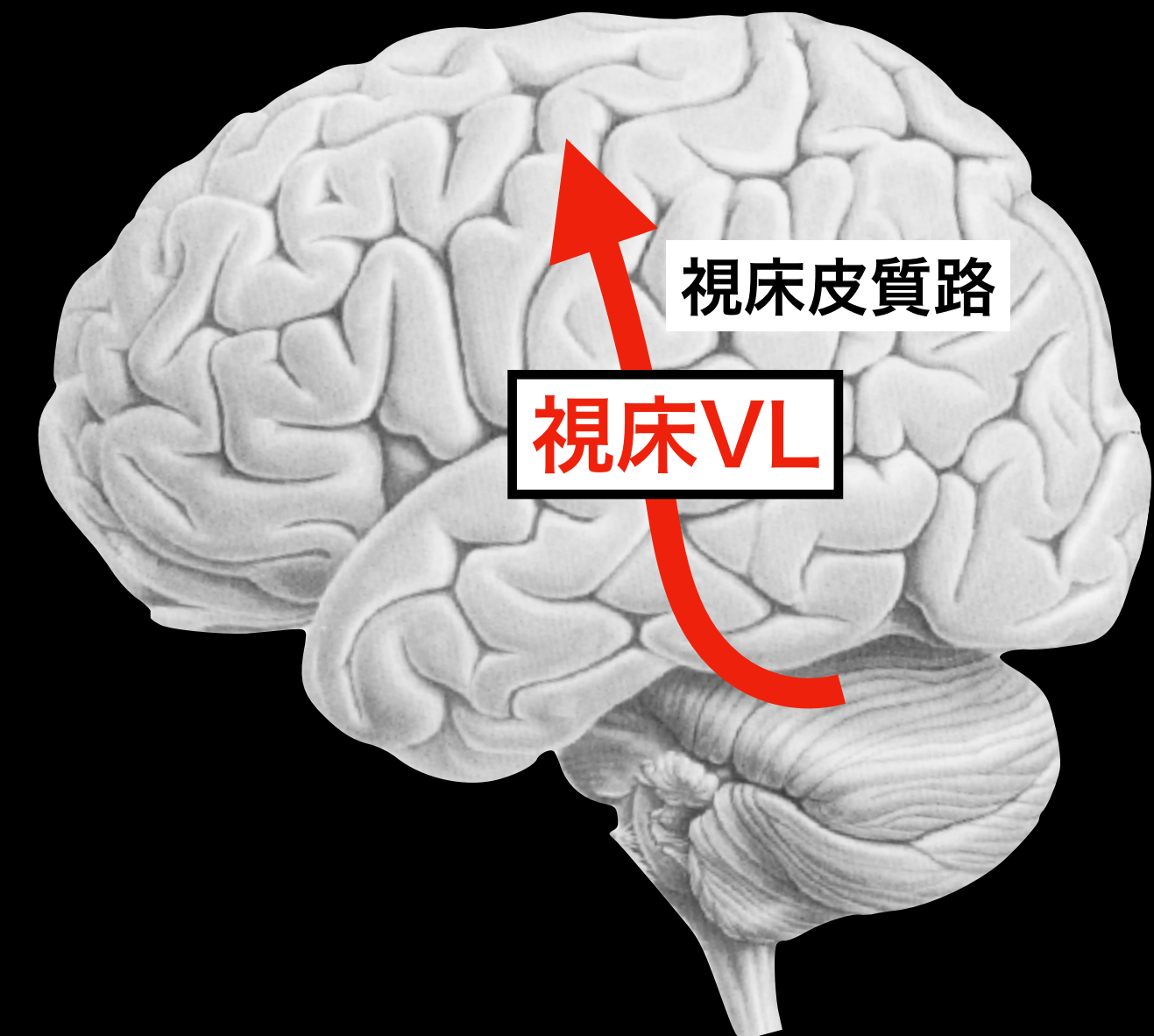


# 予測と修正

VLは残存しているのか？  
(予測情報を元に動く)



Modality:MR



「この重心移動ならこうなる」 : FF

内部モデル

# 予測と修正

VLは残存しているのか？  
(予測情報を元に動く)

運動野

感覚野

角回

皮質網様体路

皮質脊髄路

視床皮質路

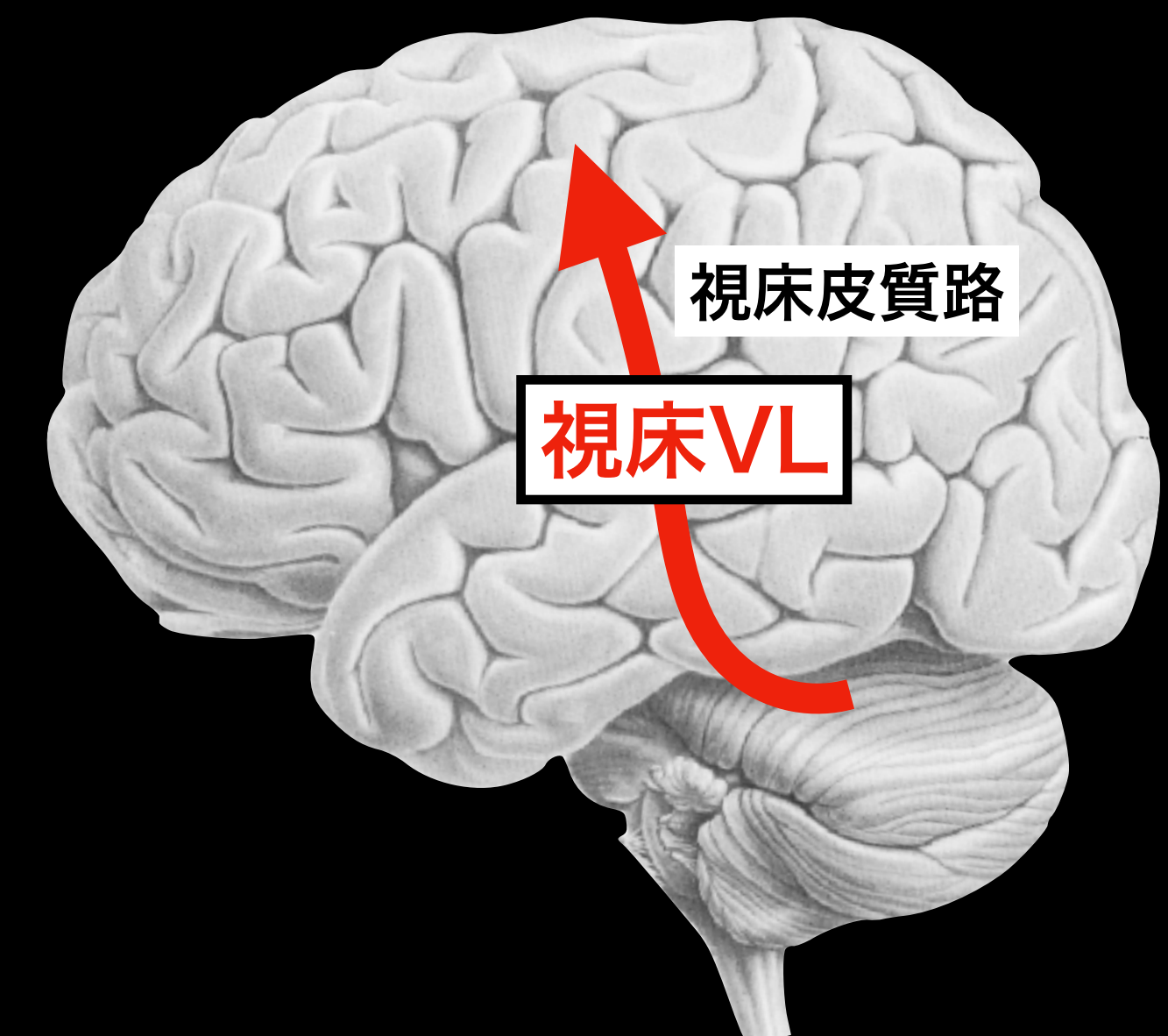
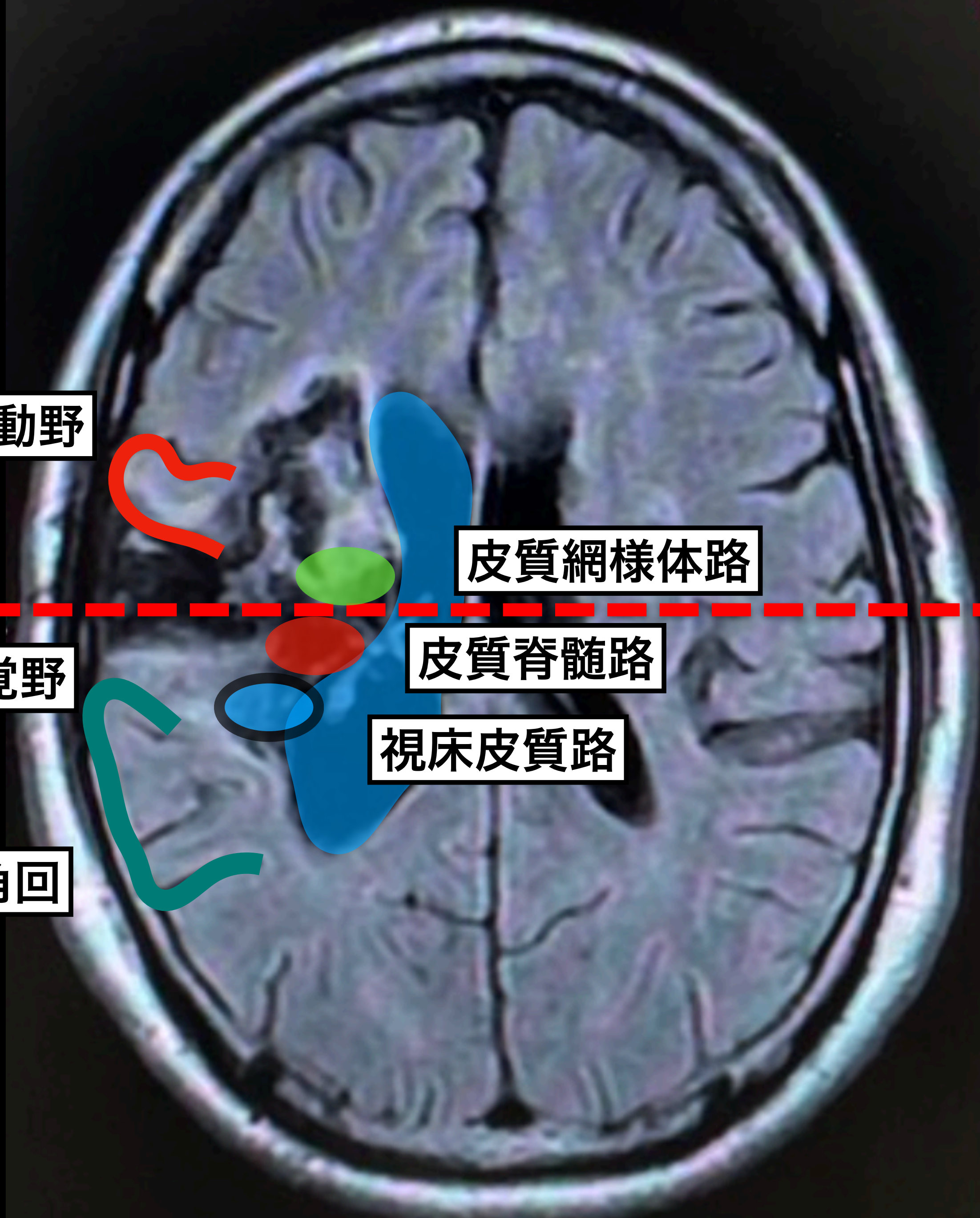
視床皮質路

視床VL

「この重心移動ならこうなる」 : FF

内部モデル

Modality:MR



# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

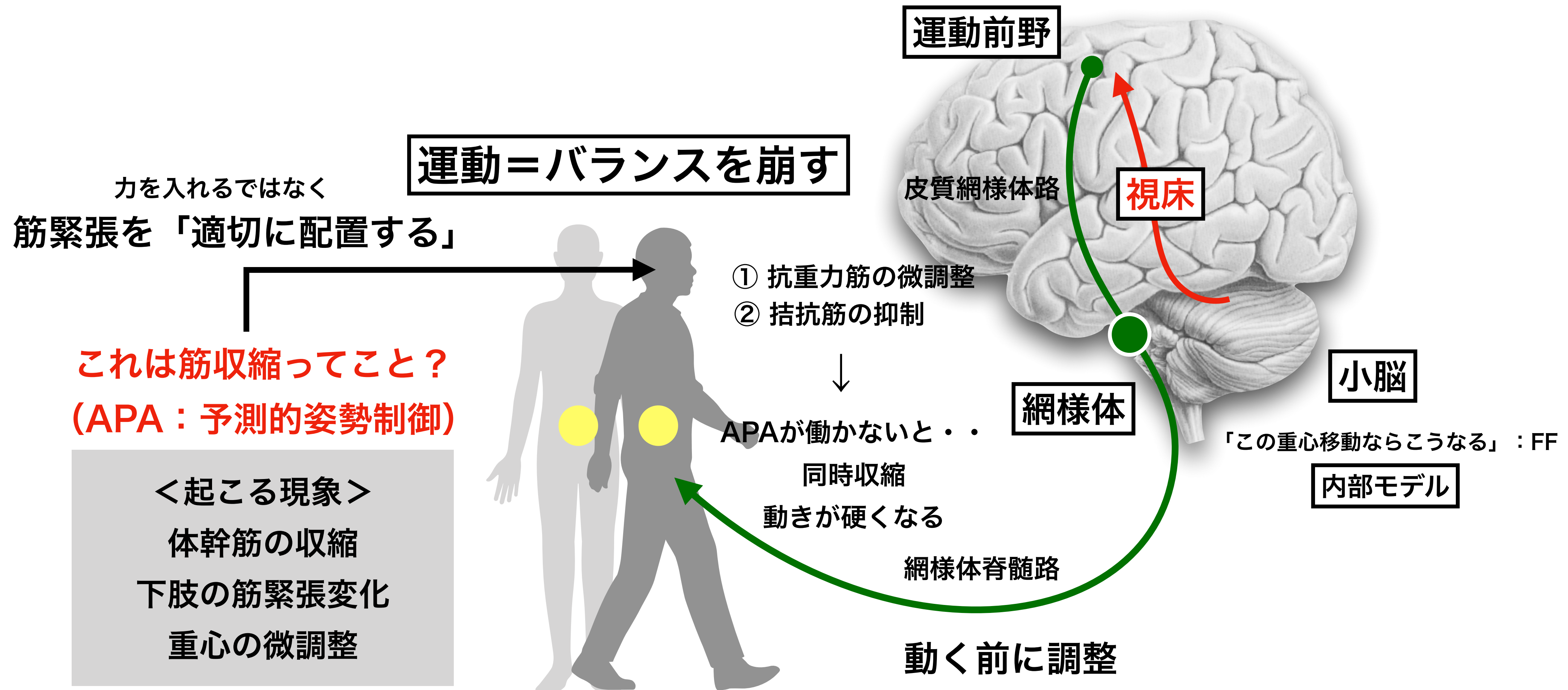
重心の移動  
随意運動



運動野

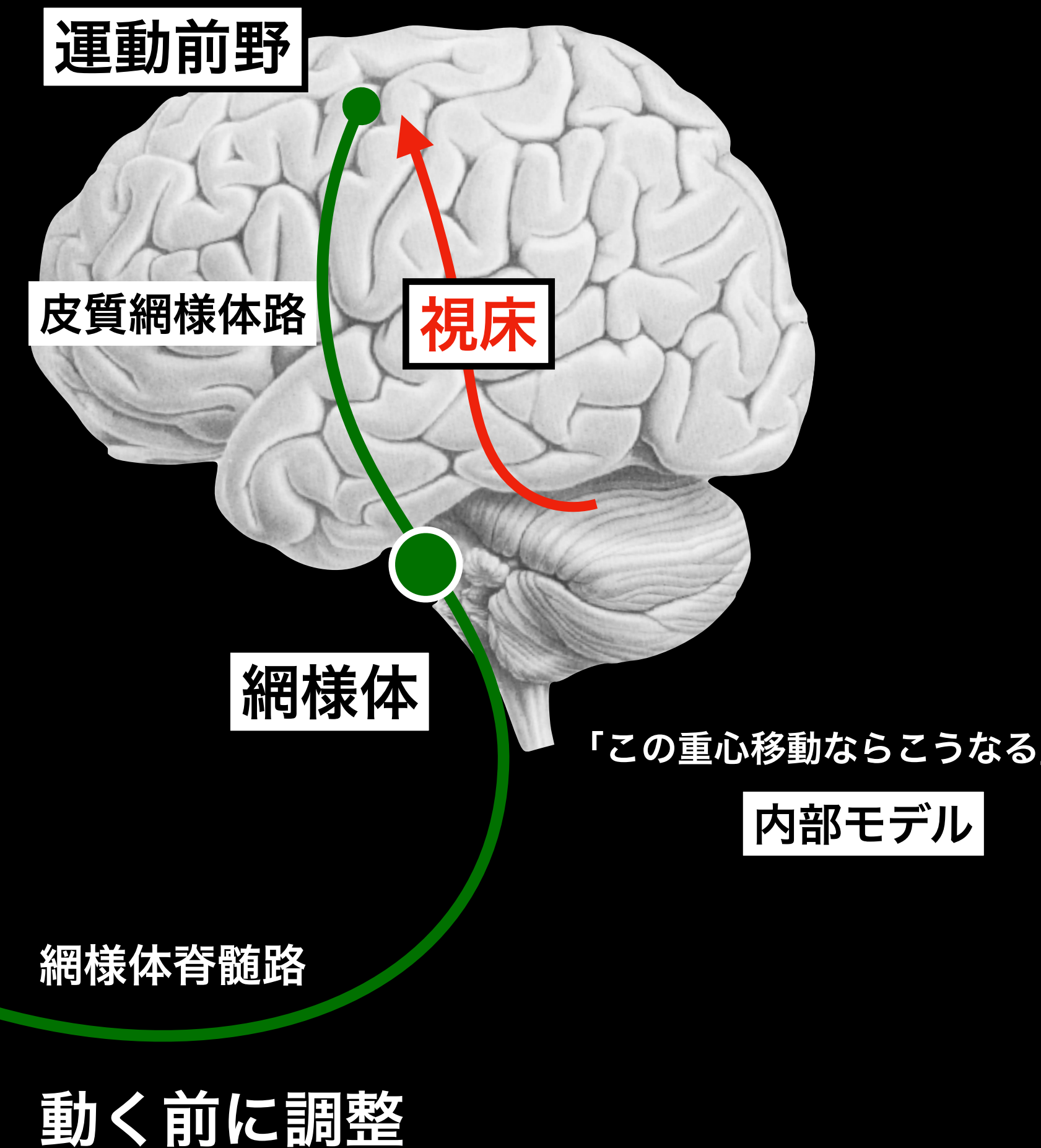
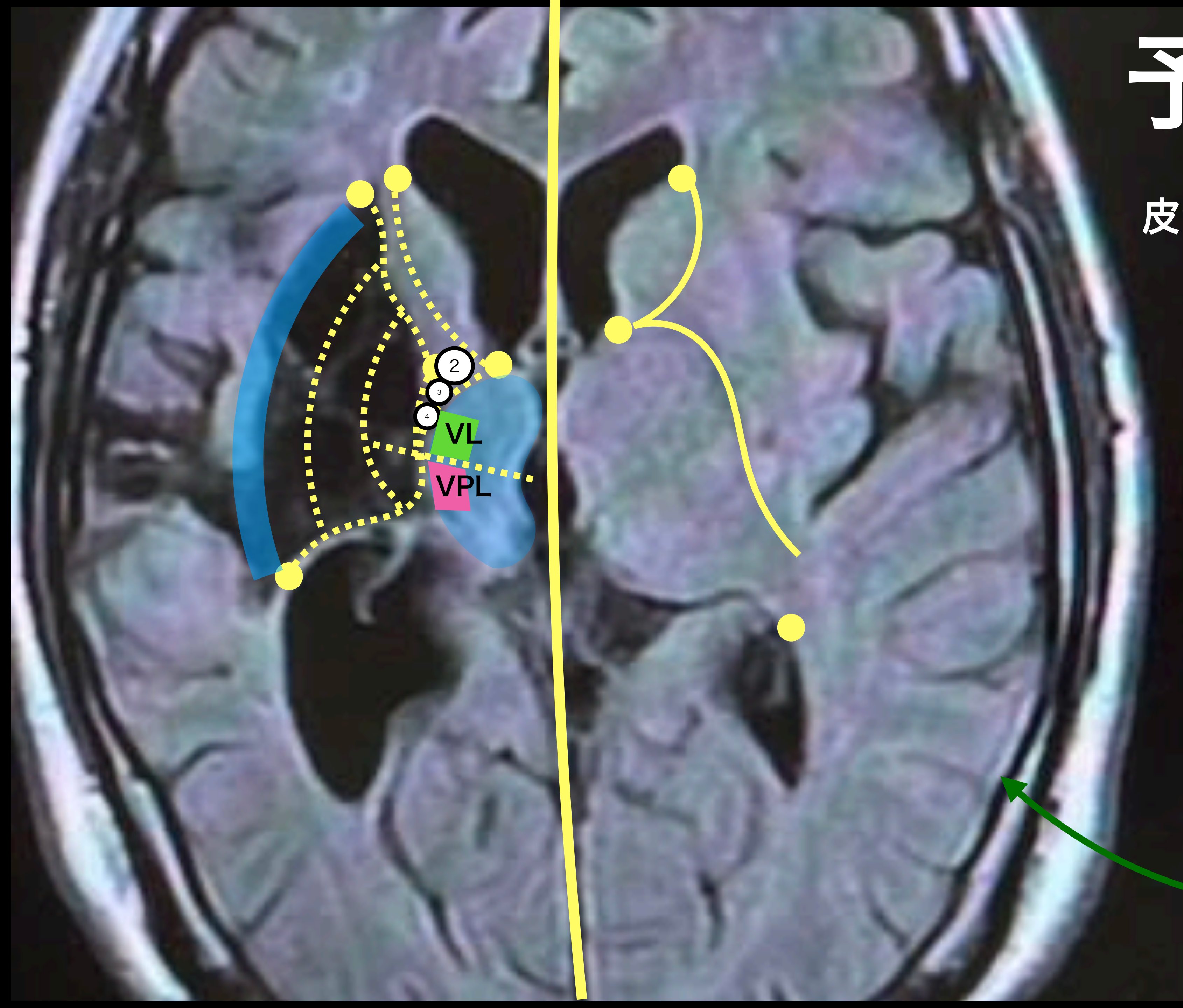
# ④予測と筋緊張の制御

「予測的姿勢制御：運動が起こる前に、姿勢が崩れないよう筋緊張を先に再構成する仕組み」

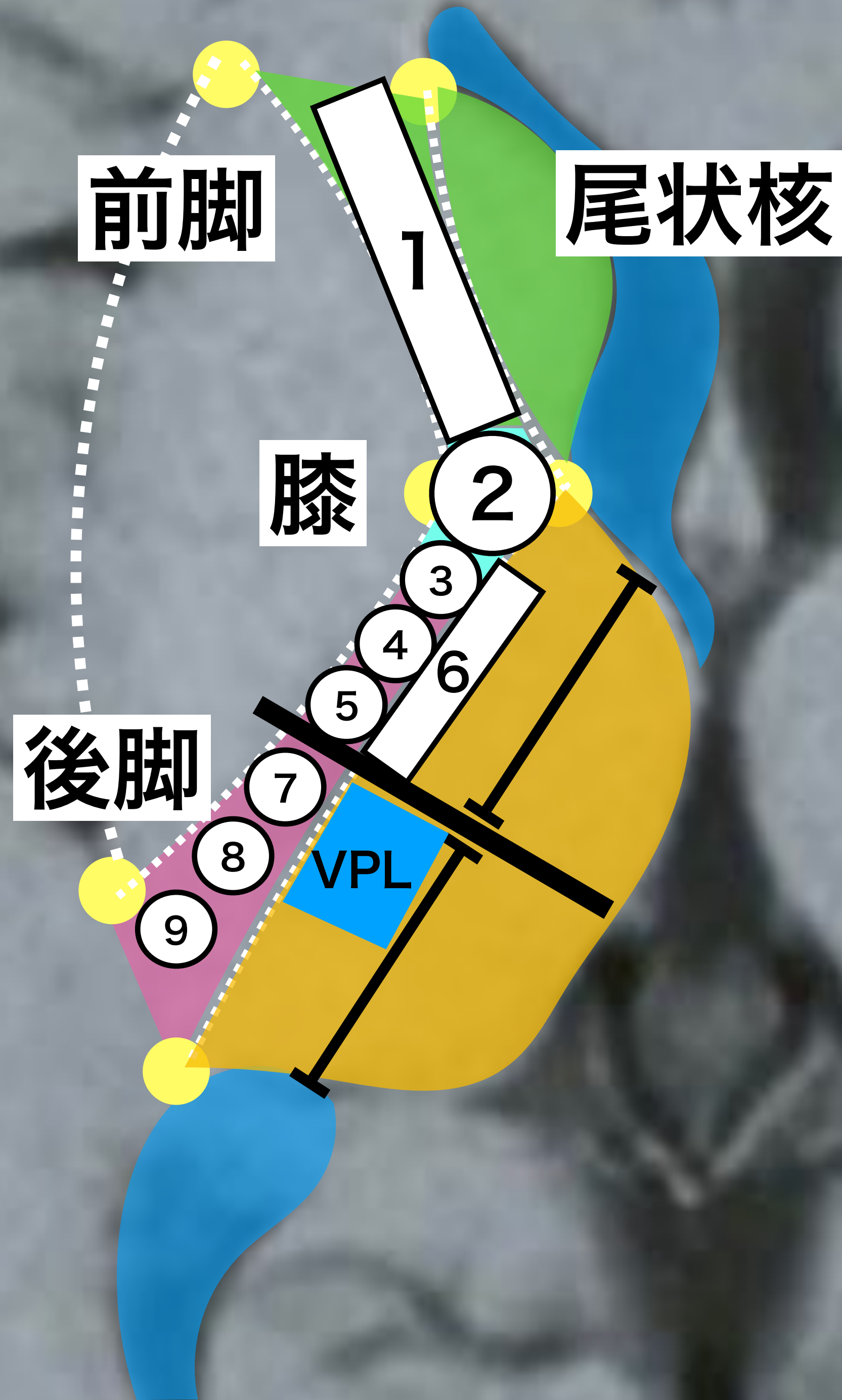


# 予測と筋緊張

皮質網様体路は残存しているのか？



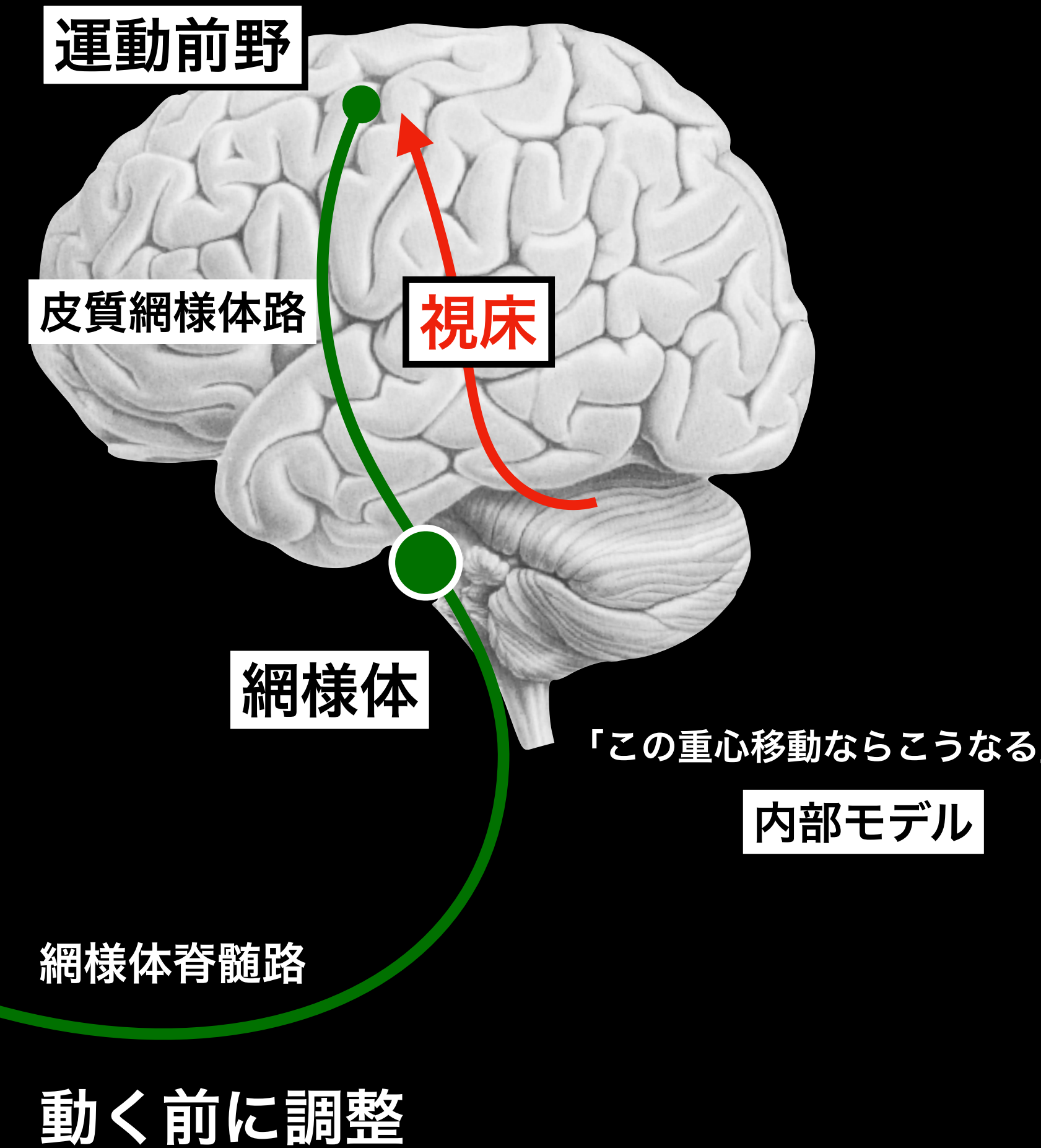
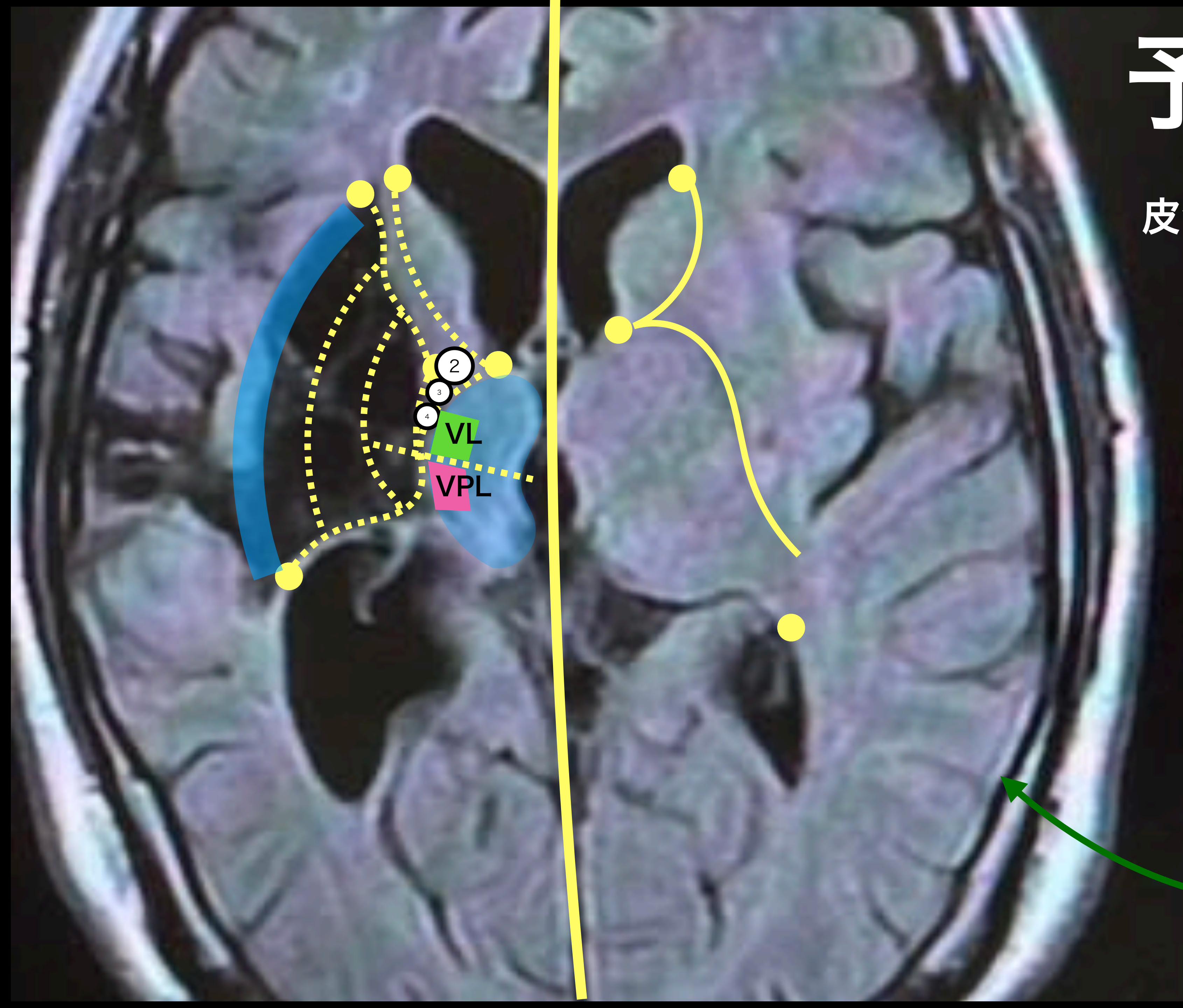
# 体性感覚・前庭覚



- 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皮質橋網様体路
- ⑦皮質延髓網様体路
- ⑧視床皮質路
- ⑨側頭橋路
- 頭頂橋路
- 後頭橋路

# 予測と筋緊張

皮質網様体路は残存しているのか？



# 動的バランスとは？

「視床で選別・同期された感覚を、島皮質で主観化し、小脳で誤差修正し、前頭葉で予測制御・実行する“多層ループ型システム”

つまり、動的バランスは大きく5つの問題から成り立つ

感覚選別  
の問題



視床

傾きの  
知覚化



島皮質

予測と  
誤差の修正



小脳

重心の予測・  
筋緊張・FF



運動前野

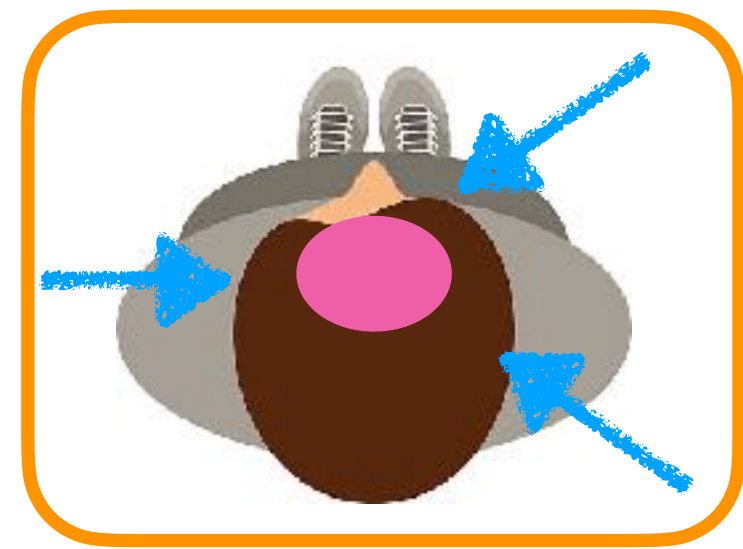
重心の移動  
随意運動



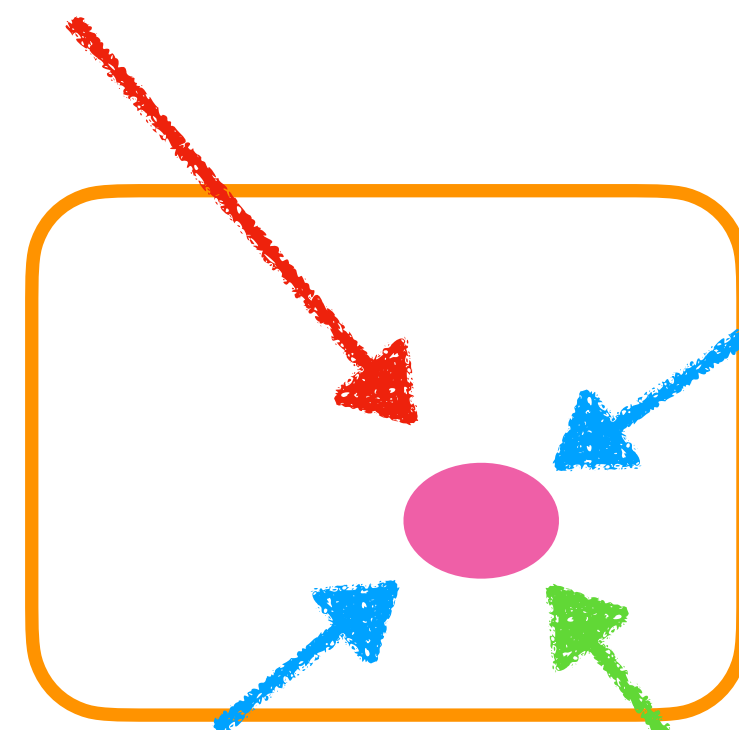
運動野

# どうやって支持基底面に留めているの？

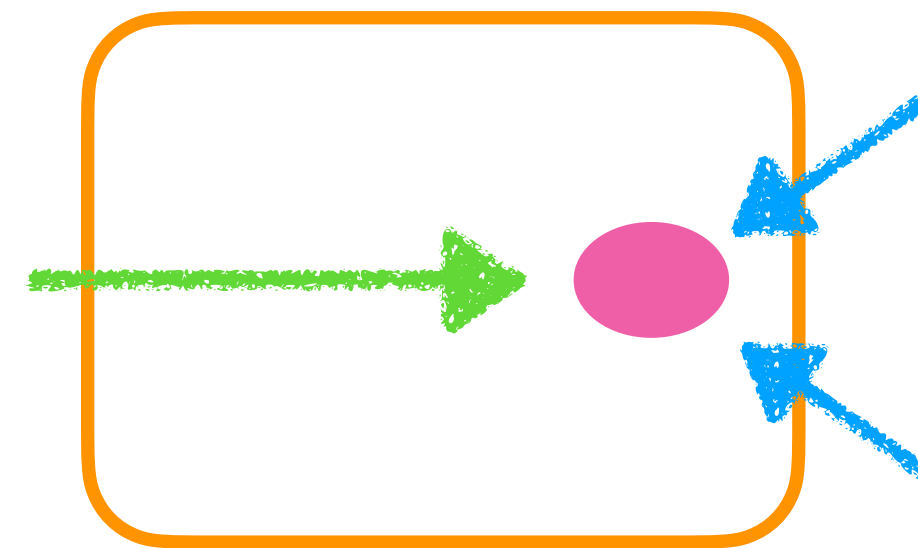
□ 支持基底面    ● 圧中心com    → 立ち直り    → 外乱・外力    → 随意運動



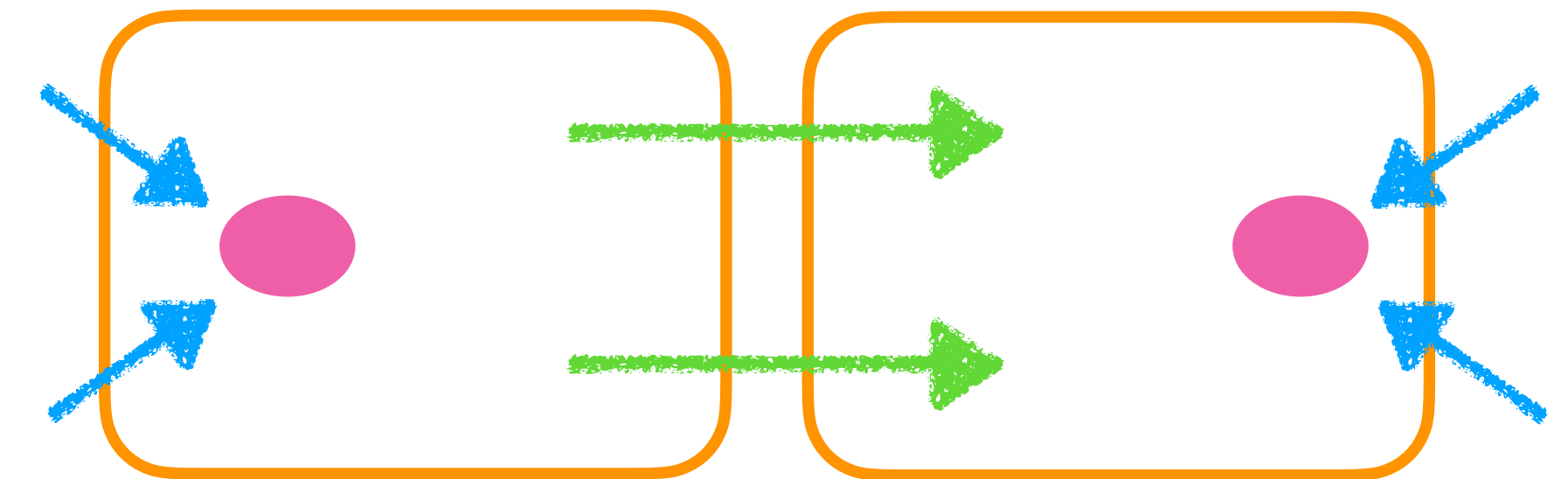
① 静的条件



② 外乱負荷時

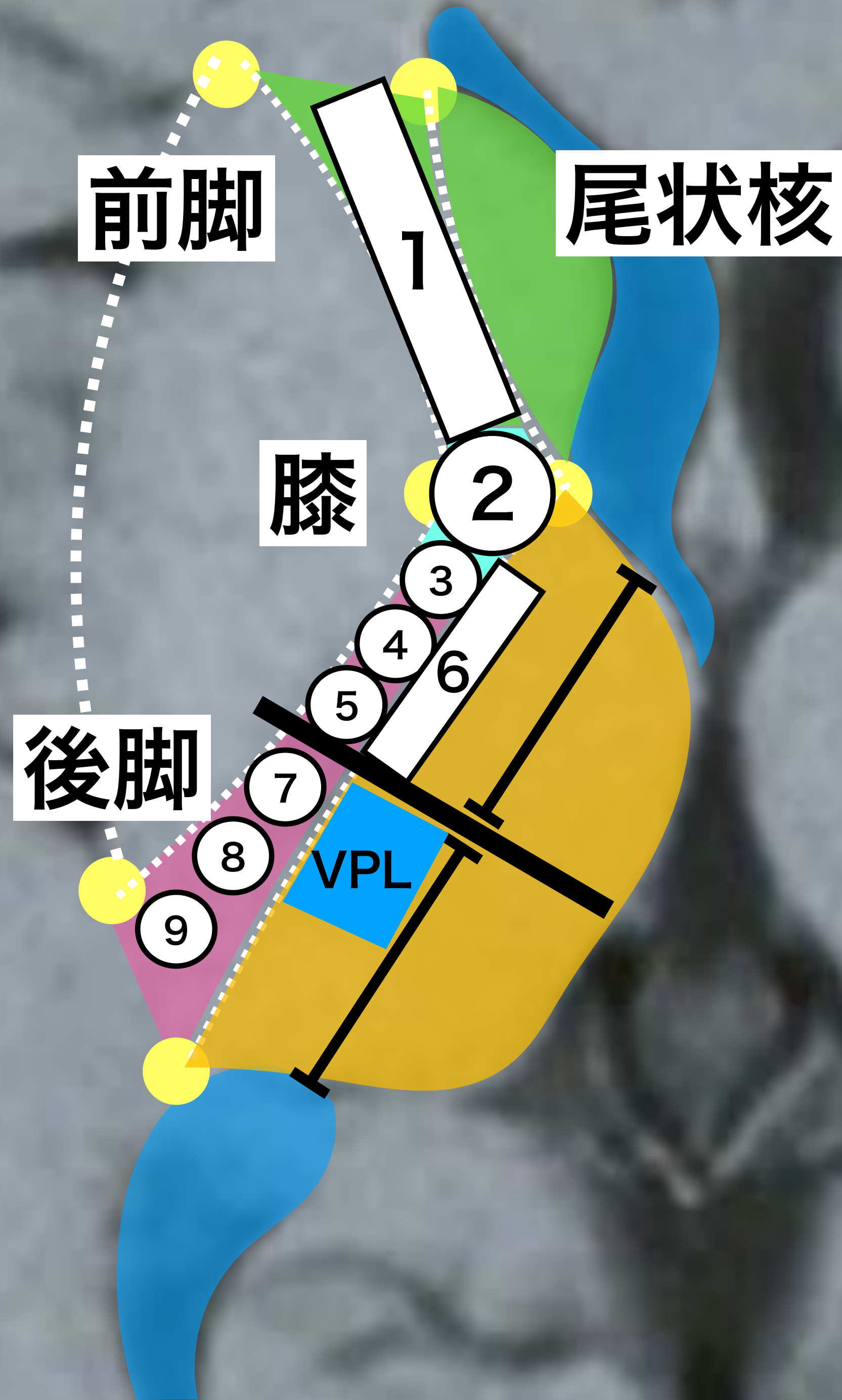


③ 随意運動時



④ 左右のウェイト  
トランスファー時

# 体性感覚・前庭覚

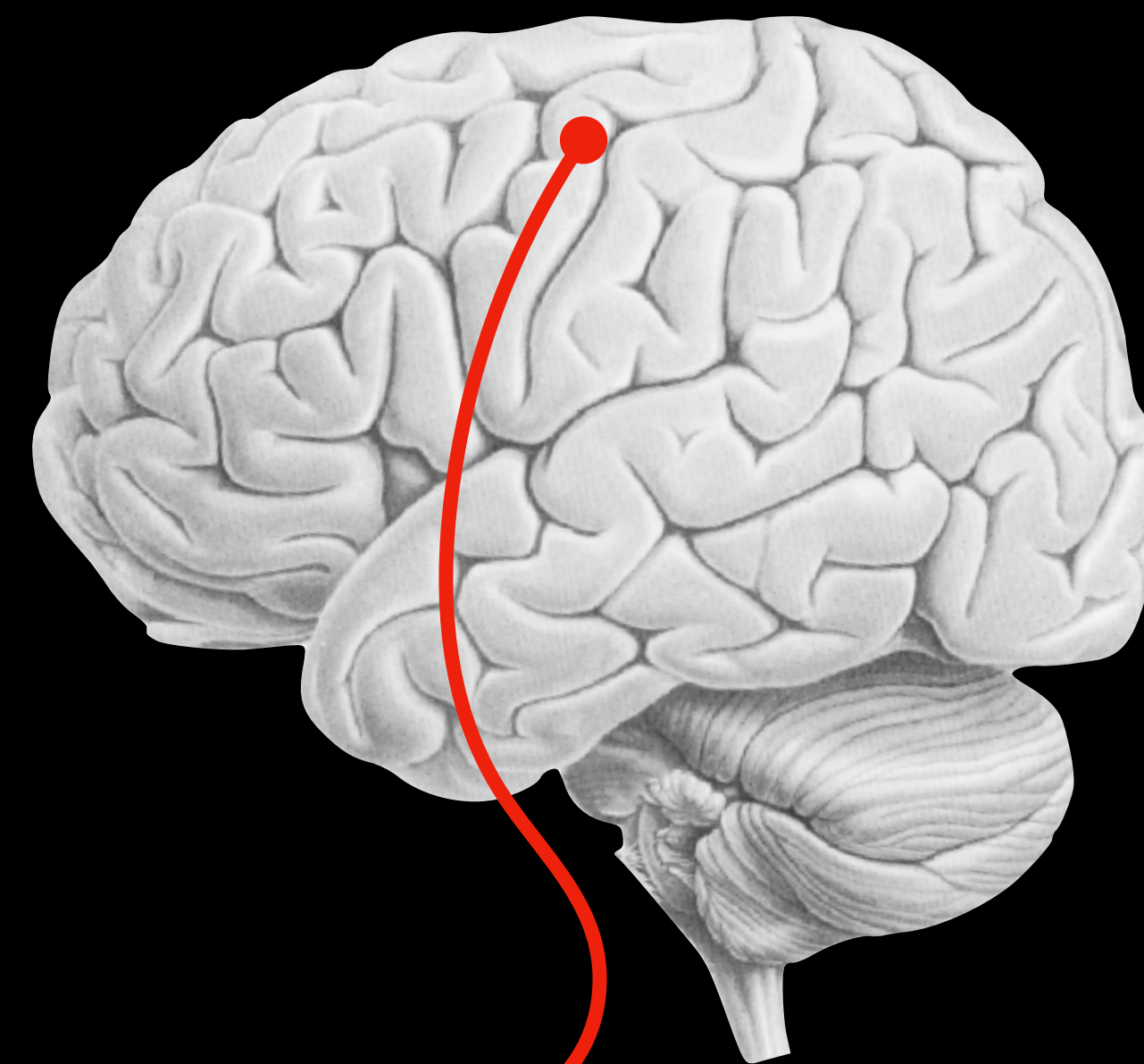


- ①前頭橋路
- ②皮質延髓路
- ③皮質脊髓路 (上肢)
- ④皮質脊髓路 (体幹)
- ⑤皮質脊髓路 (下肢)
- ⑥皮質橋網様体路
- ⑦皮質延髓網様体路
- ⑧視床皮質路
- ⑨側頭橋路
- 頭頂橋路
- 後頭橋路

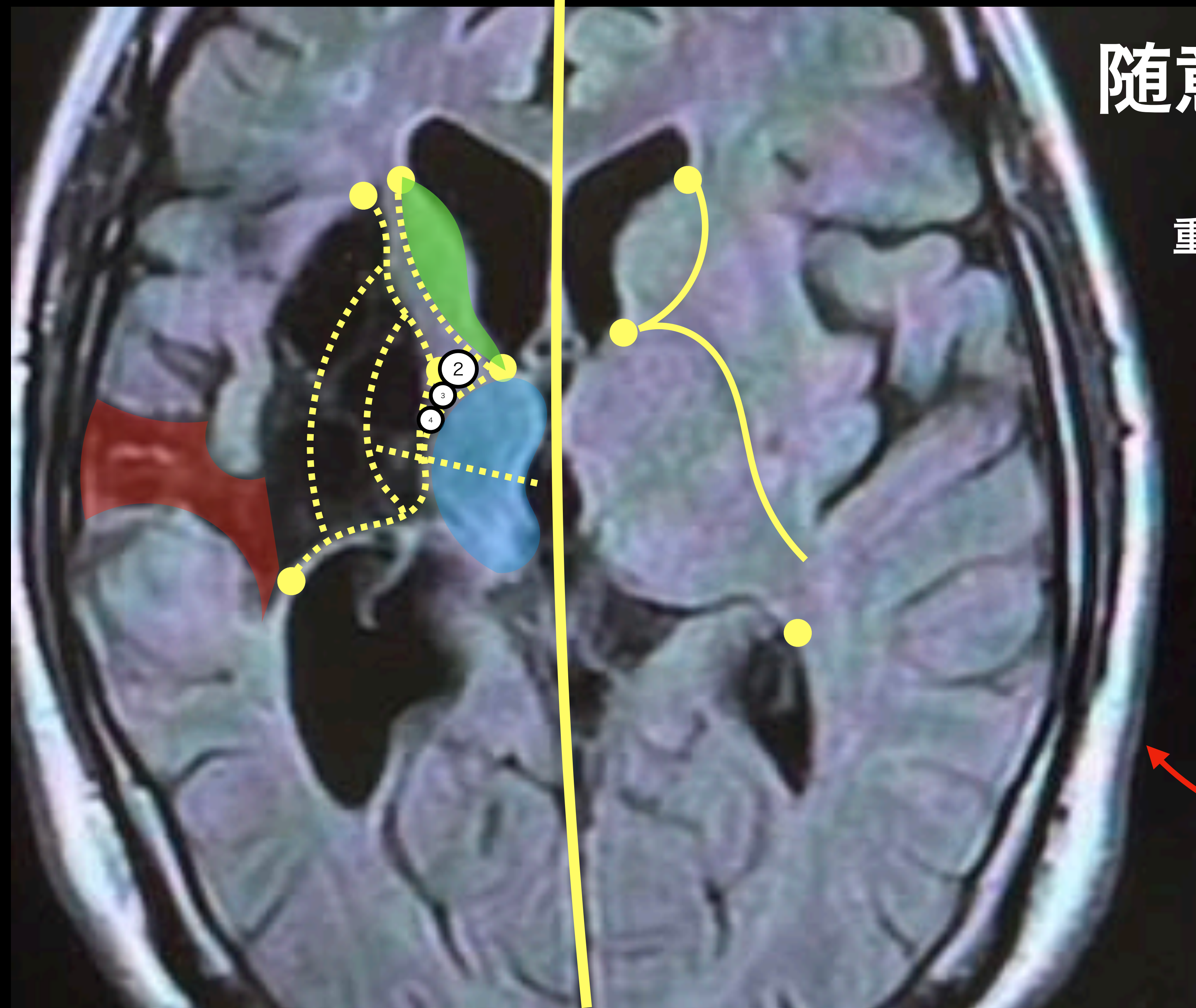
# 随意運動と重心移動

重心移動のための皮質脊髄路は？

運動野

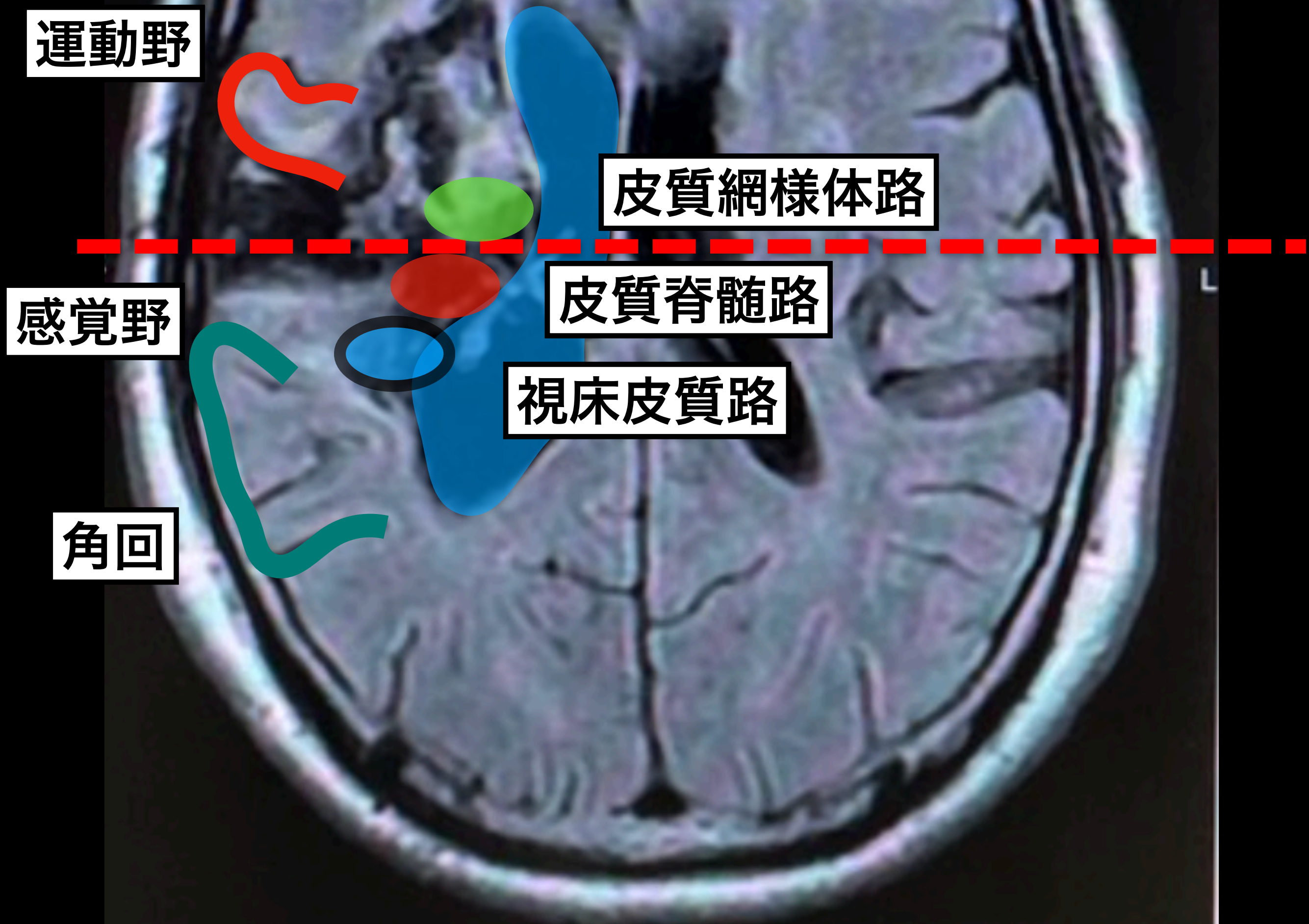


皮質脊髄路



# 随意運動と重心移動

重心移動のための皮質脊髄路は？



Modality:MR

