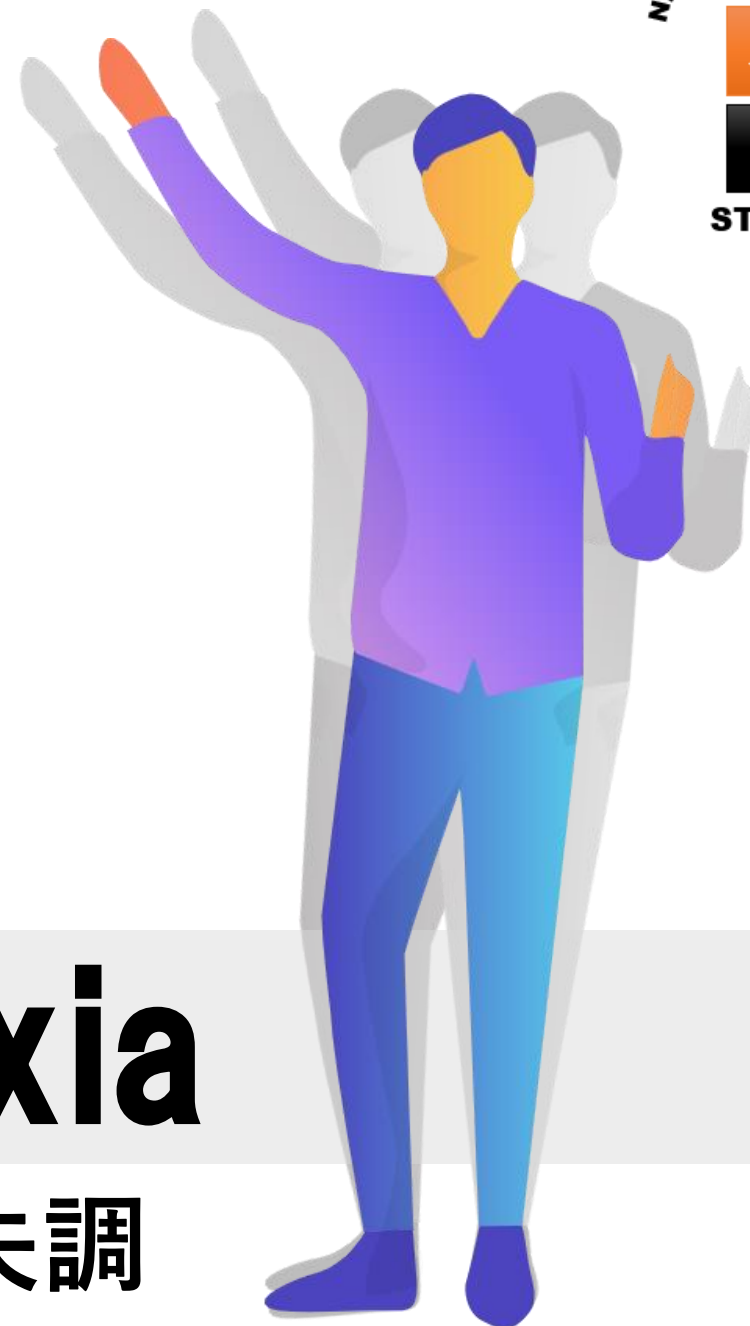
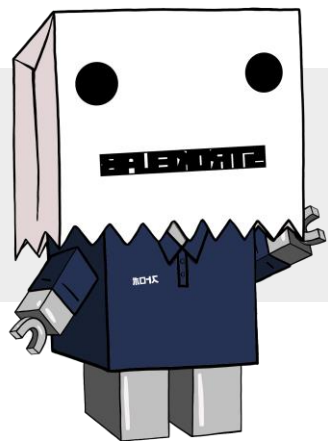


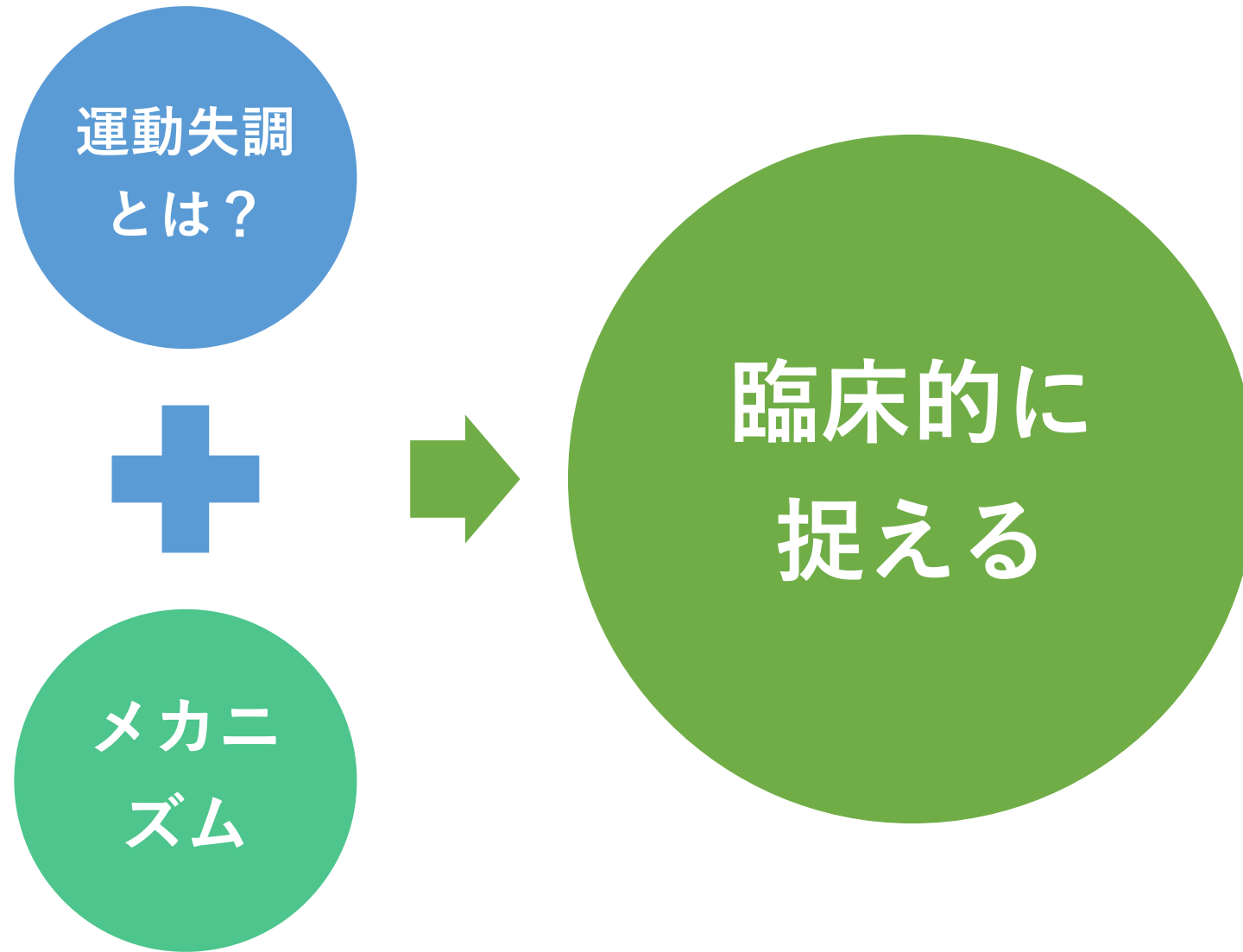


Ataxia

運動失調

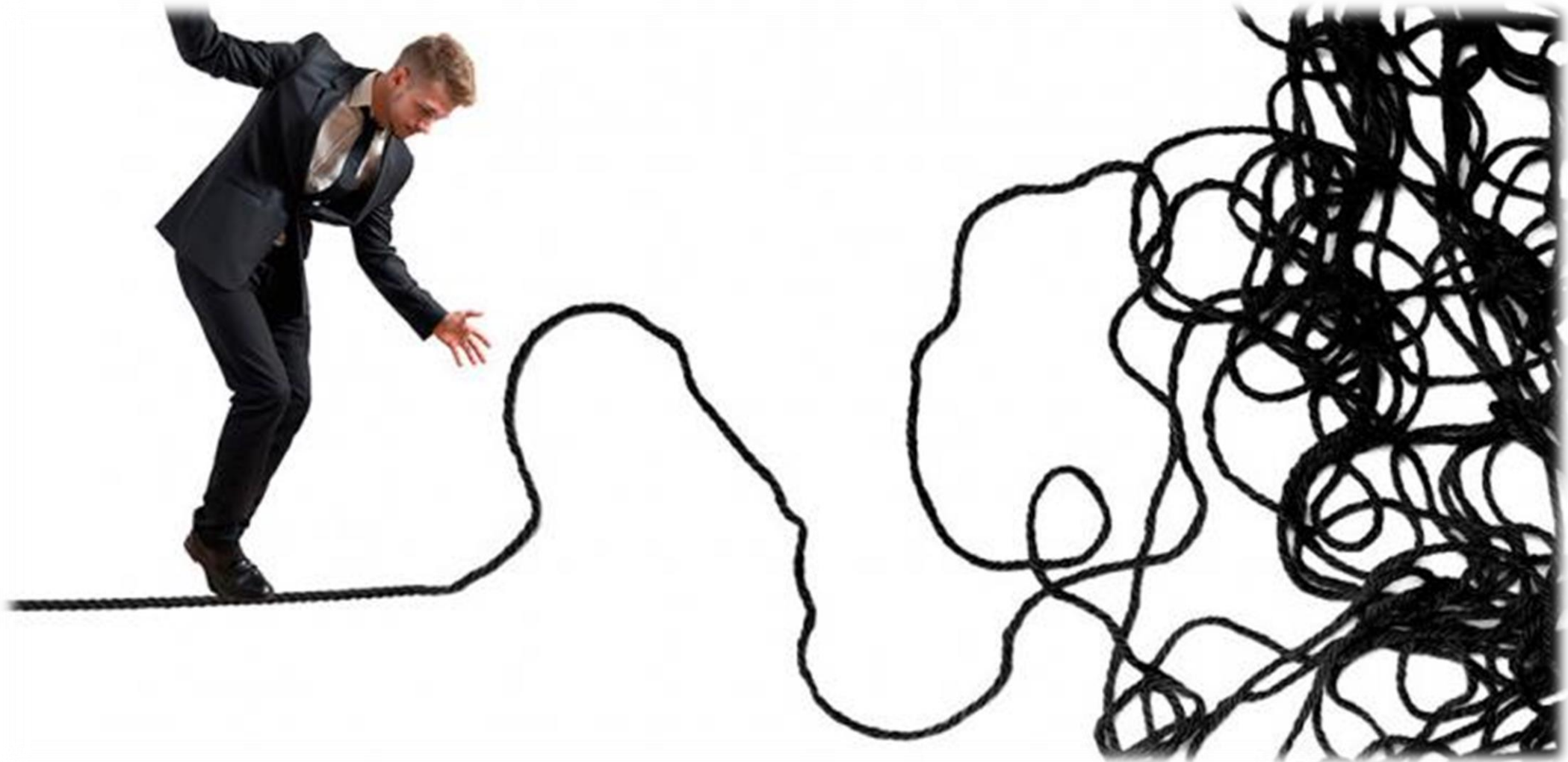


Contents



introduction

- “失調”という言葉一つをとっても 様々なタイプの失調が存在し、そのメカニズム/症状背景は異なる
- セラピストがメカニズム/症状背景をどのように解釈し、アプローチするかによって機能予後にも影響し得る



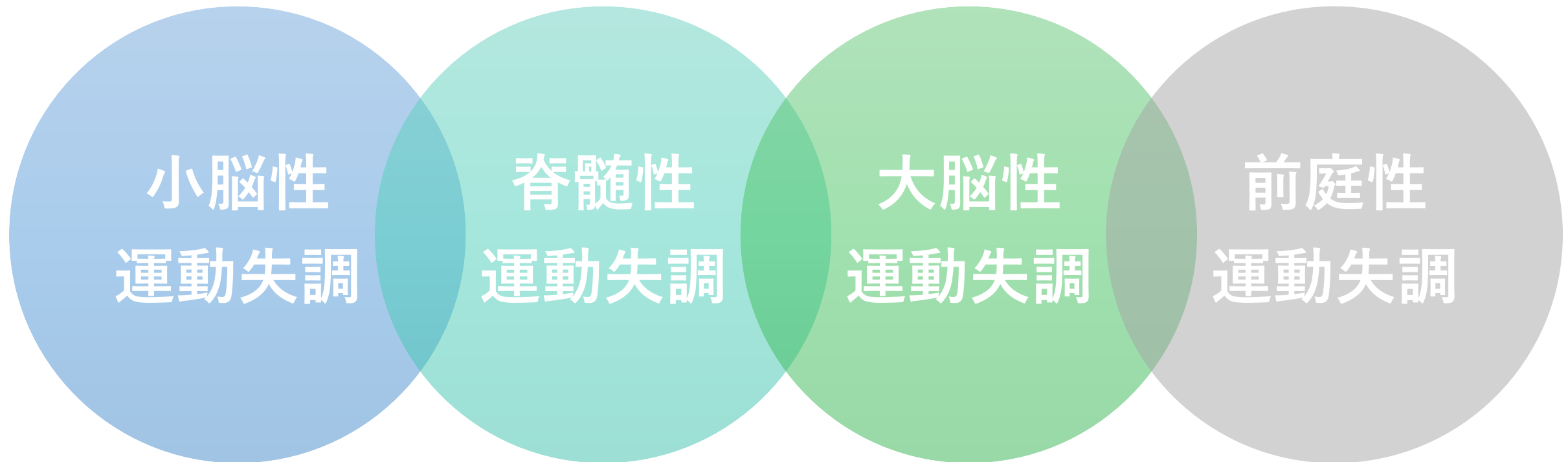
運動失調とは？

- 運動失調(Ataxia)は、運動麻痺がないにも関わらず、運動の正確さ/協働筋と拮抗筋の協調障害/協働筋から拮抗筋へのスムーズな運動変換の障害などを生じた状態を指す



失調の種類

□ 責任病巣の違いにより，小脳性運動失調・脊髄性運動失調・大脳性運動失調・前庭性運動失調に区別される



異なる病巣

- ・ 大脳小脳
- ・ 脊髄小脳
- ・ 前庭小脳

小脳性

- ・ 脊髄後索

脊髄性

- ・ 上頭頂小葉

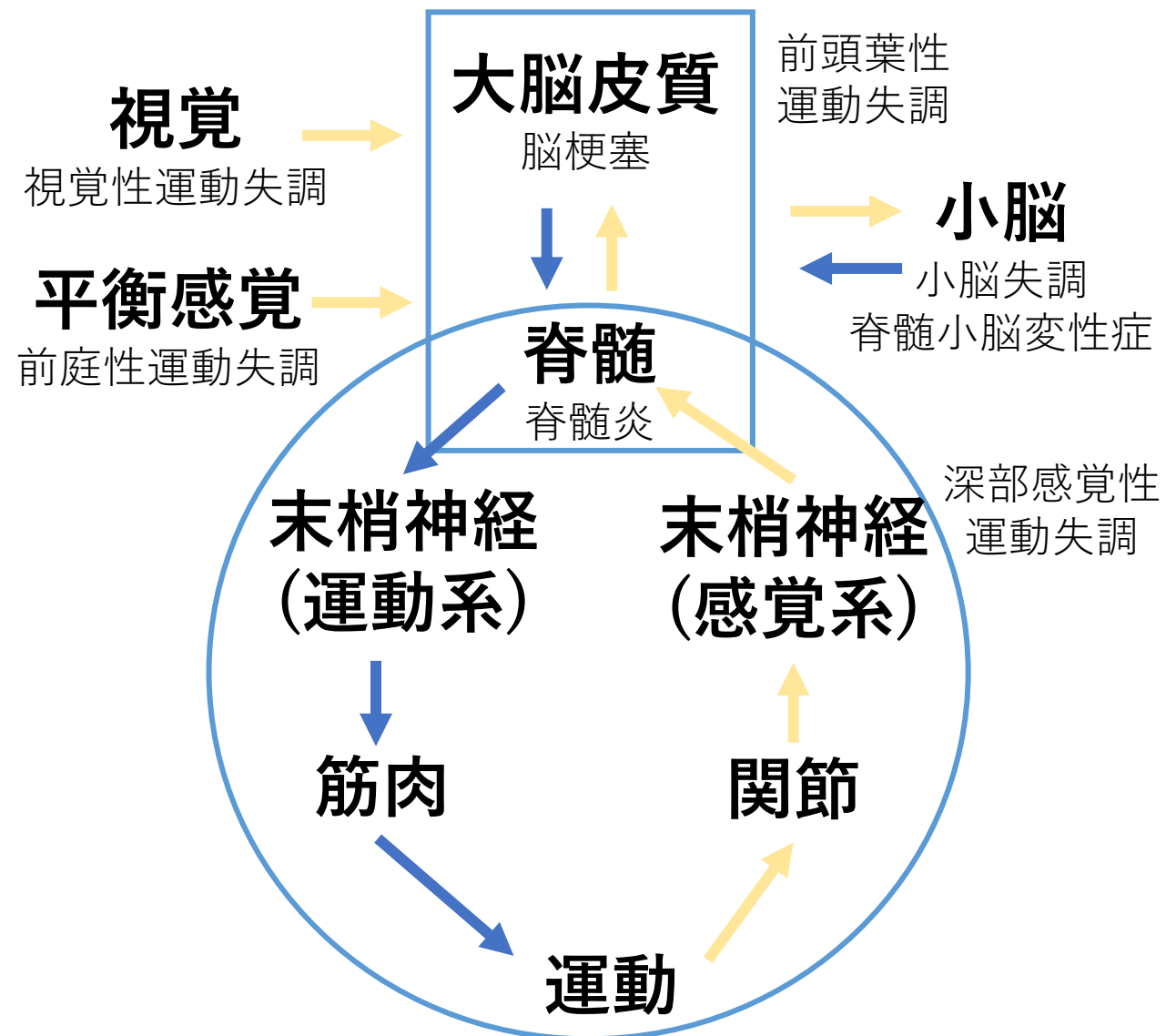
大脳性

前庭性

- ・ 前庭器

運動失調を生じる病変部位

- それぞれの末梢感覚器(深部感覚、視覚、前庭系)からの情報は上行し、大脳・小脳で処理して、運動を司る
- この経路のいずれかの障害によっても運動失調は生じる

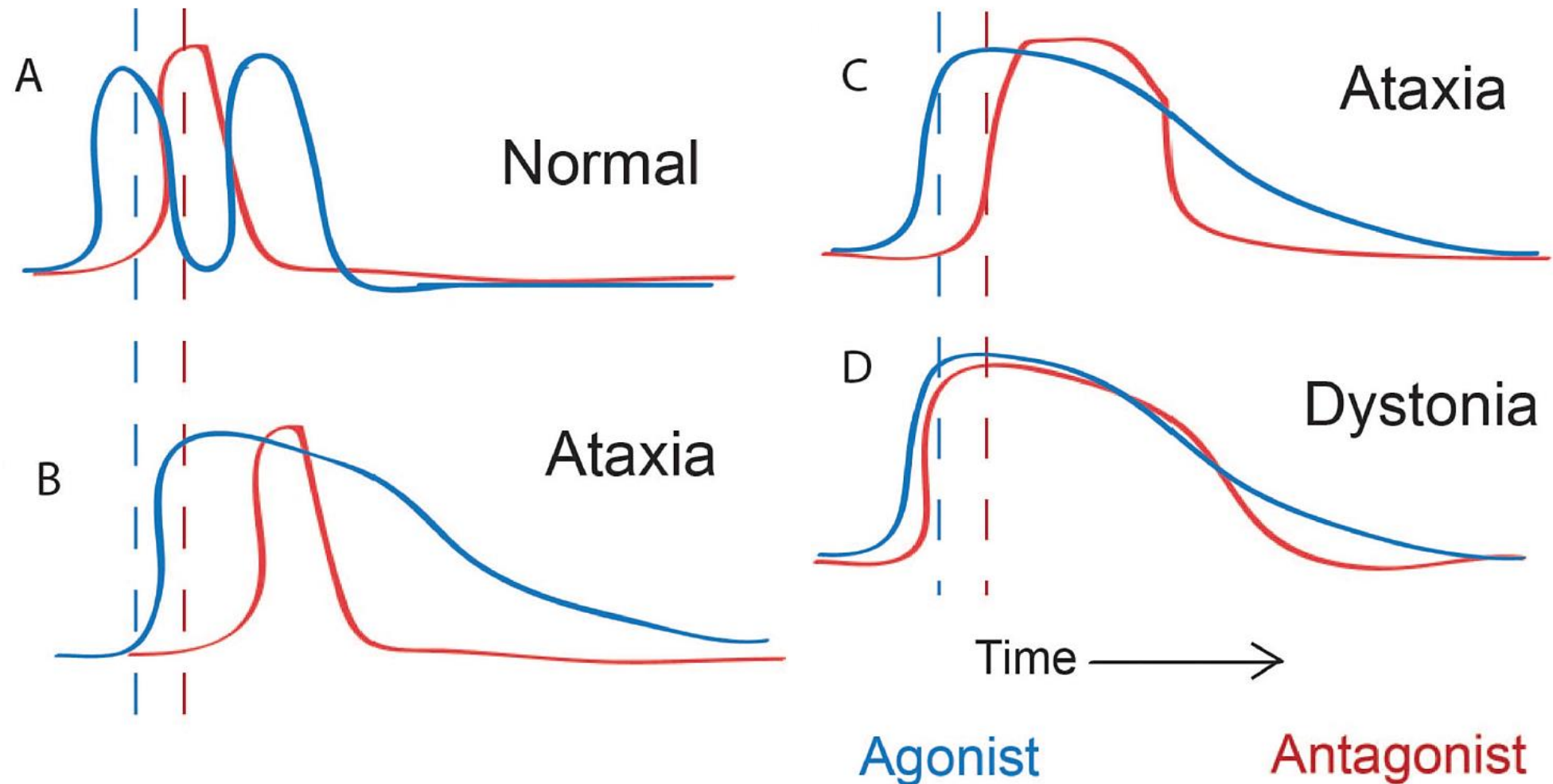


運動失調の特徴

	小脳性運動失調	前頭葉性運動失調	脊髄性運動失調	前庭性運動失調
眼振	+	—	—	+
言語障害	構音障害	—	—	—
四肢失調	+	— or +	—	—
振戦	運動時 企図振戦	—	粗大な揺れ	—
深部感覚障害	—	—	+	—
Romberg徴候	—	—	+	—
歩行	酩酊歩行	Magnetic gait (すり足)	踵打歩行	一側へのふらつき
歩幅	不規則		不規則	規則的
閉眼前後歩行	障害側へふらつく			星型歩行
主な疾患	脊髄小脳変性症 小脳梗塞 小脳出血 急性アルコール中毒 Ataxichemiparesis	前頭葉での多発脳梗塞 正常圧水頭症 前頭葉腫瘍 慢性硬膜下血腫	脊髄炎 脊髄梗塞 多発性神経根炎 脊髄腫瘍	前庭神経炎 薬物中毒 聴神経腫瘍

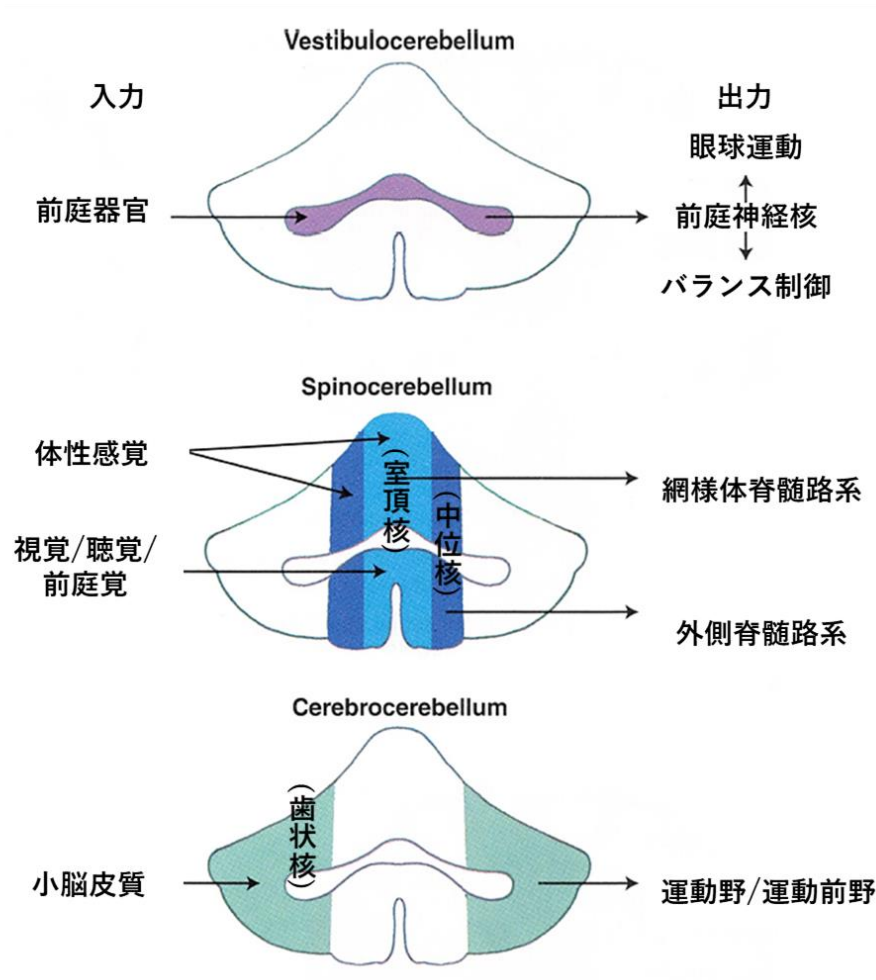
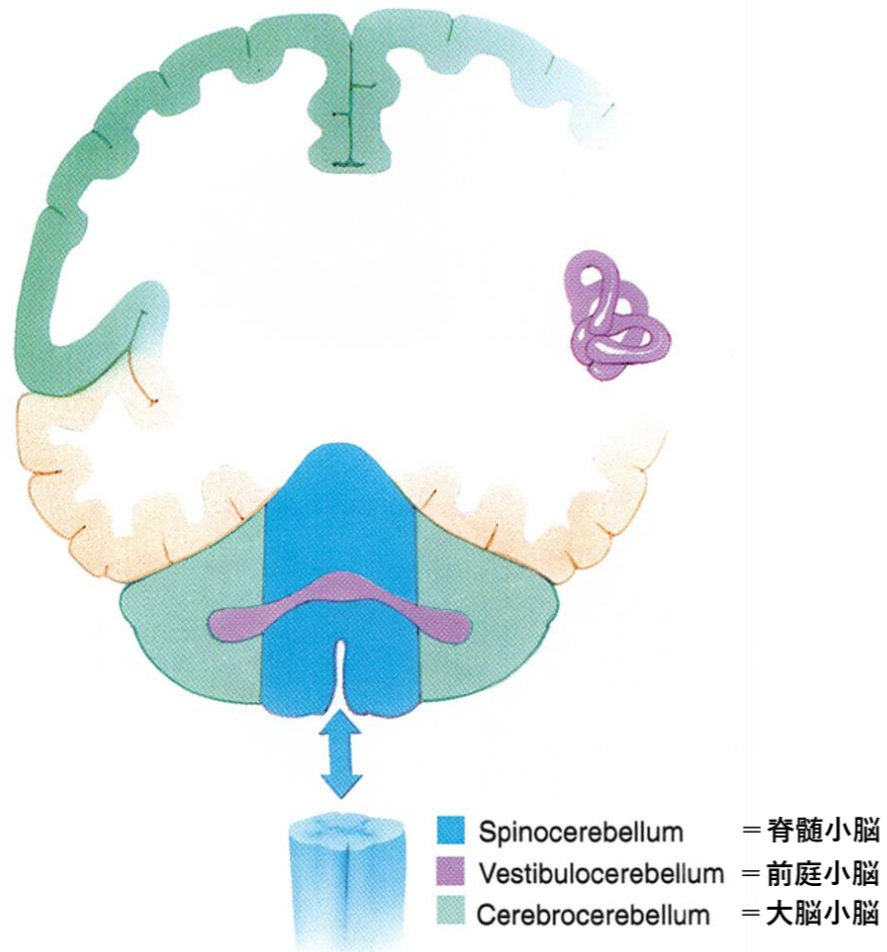
運動失調が与える影響

- 運動失調は、主動作筋と拮抗筋の収縮タイミング・協調関係を著しく乱し，動作を拙劣にする
- ジストニアも運動失調と同様に協調運動を乱す要因となるが，メカニズムが異なる



小脳性運動失調 (Cerebellar Ataxia)

- 小脳性運動失調は、小脳における神経信号の入出力・処理に問題が生じた結果として発生する
- 小脳内における解剖分類での病巣によって呈する症状は異なるとされる



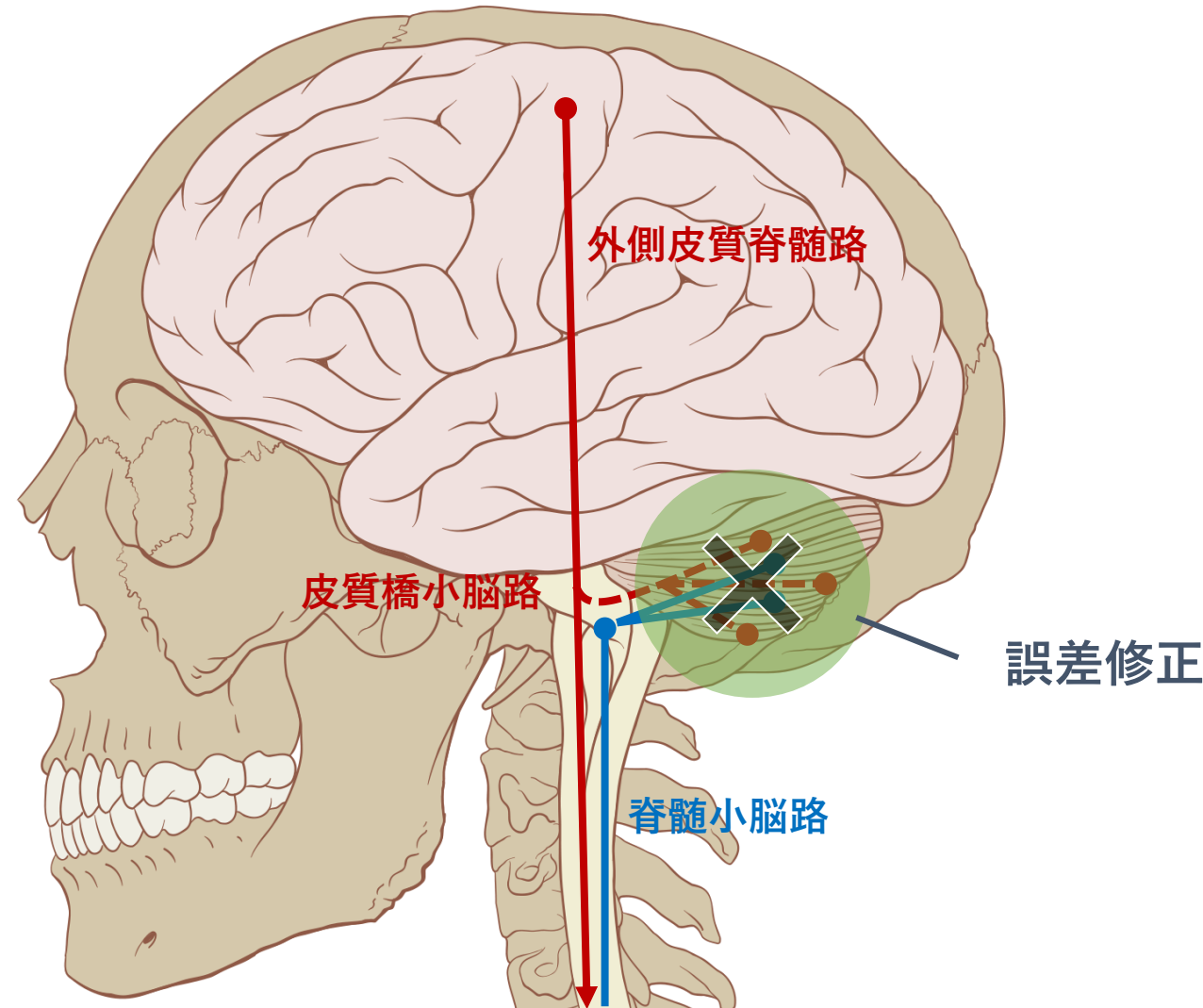
- 前庭動眼反射の異常
- 滑動性眼球運動の異常 (衝動性眼球運動での代償)
- 平衡異常/バランス障害
- 失調性歩行
- 測定異常(Dysmetria)
- 運動分解
- 反復運動拮抗障害
- 筋緊張低下
- 注意方向性眼振

小脳性運動失調の一般的な運動徴候

Effector	Sign	Description
Oculomotor 眼球運動	Dysmetric saccades	Over- or undershoot of saccades to a target 衝動性眼球運動の測定障害
	“Saccadic” smooth pursuit	Pursuit of smoothly moving targets (e.g., sinusoid or triangular waveforms) characterized by the eyes lagging behind the target and catching up using saccades 滑動性眼球運動の遅れと衝動性眼球運動による代償的捕捉
	Downbeat nystagmus in primary position	Involuntary oscillation of the eyes with the fast phase downward 下眼瞼向き眼振：無意識的な下向きの眼球の振動（前方視時）
Limb 四肢	Gaze-evoked nystagmus	Involuntary oscillation of the eyes when looking to the side. The fast phase is in the opposite direction to the gaze (i.e., back to the primary position) When moving back to the primary position a rebound nystagmus with the fast phase in the opposite direction 眼球運動に対して反対方向への眼振
	Dysmetria	Over- or undershoot of limb movements to a target. These can be hyper- or hypometric 四肢の測定障害
	Tremor	Involuntary oscillation of the limb. Frequency is 3–7 Hz. Can be seen during movement (kinetic tremor) or when holding a posture (postural tremor). Rest tremor is not seen. Increase in tremor when approaching a target is termed intention tremor and is caused by visual feedback delays compounding the ataxic, inaccurate movement 3-7Hzの動作時振戦, 姿勢保持振戦, 企図振戦
	Dyssynergia	Poor coordination of multijoint movements. This is often accompanied by a “decomposition of movement” where multijoint movements are broken down into a series of single joint movements 運動分解を伴う多関節協調障害
	Disidioadochokinesia	Slowness when undertaking rapidly alternating limb movements 反復拮抗運動障害
Balance and gait バランス 歩行	Titubation	3–7 Hz postural sway. Commonly seen with anterior-lobe atrophy in chronic alcoholics. The head and hips move in antiphase 3-7Hzの姿勢動揺
	Increased postural sway	Increased sway in standing and sitting. Predominant direction of sway and the stabilizing effects of vision vary with lesion location (see text for details) 座位や立位での動揺増加
	Instability during volitional movements	Poor coordination between a volitional movement and the accompanying postural adjustments 随意運動と姿勢制御の協調性低下

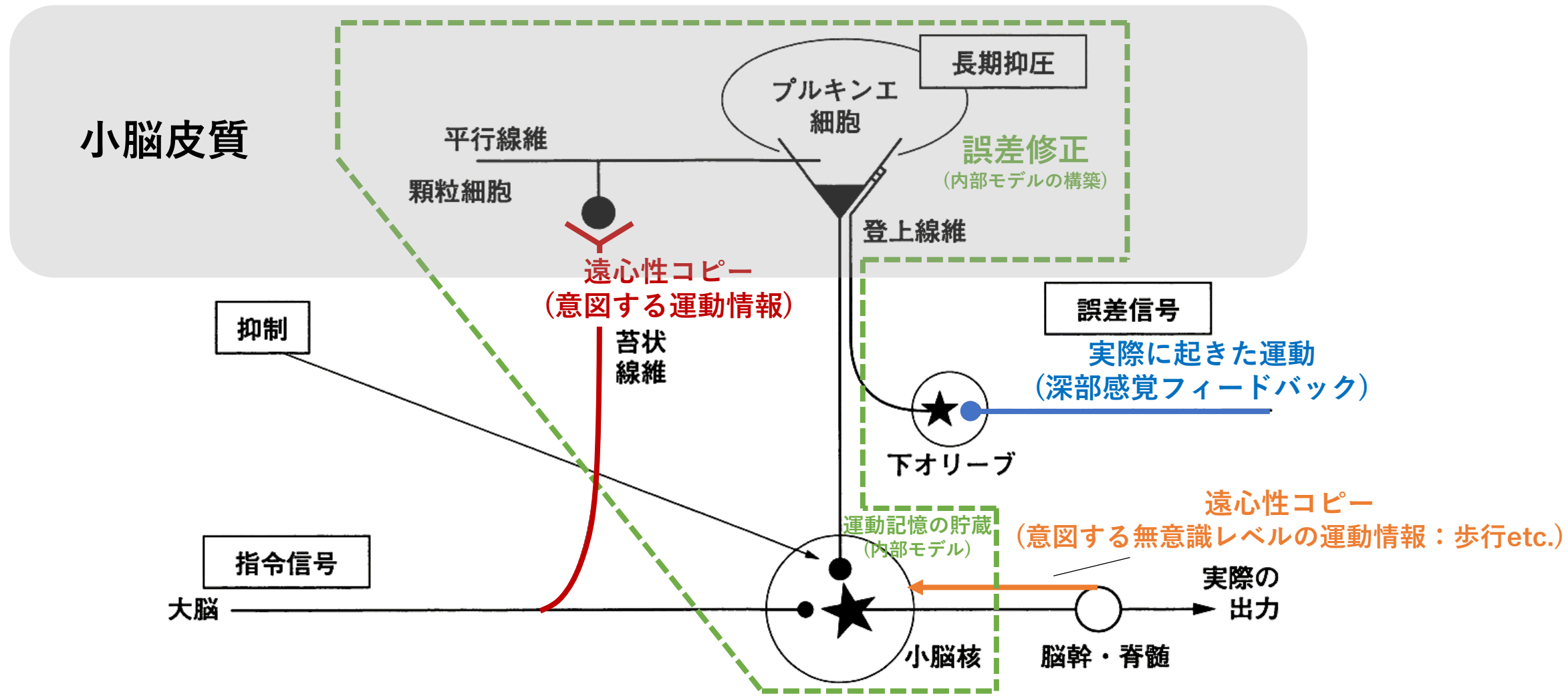
小脳性運動失調

- 小脳性運動失調におけるメカニズムは、小脳でのフィードフォワード・フィードバックのエラーに基いている
- 小脳の“**意図した運動**”と“**結果として起こった運動**”における予測・比較・照合を担う役割があることが理論的な背景



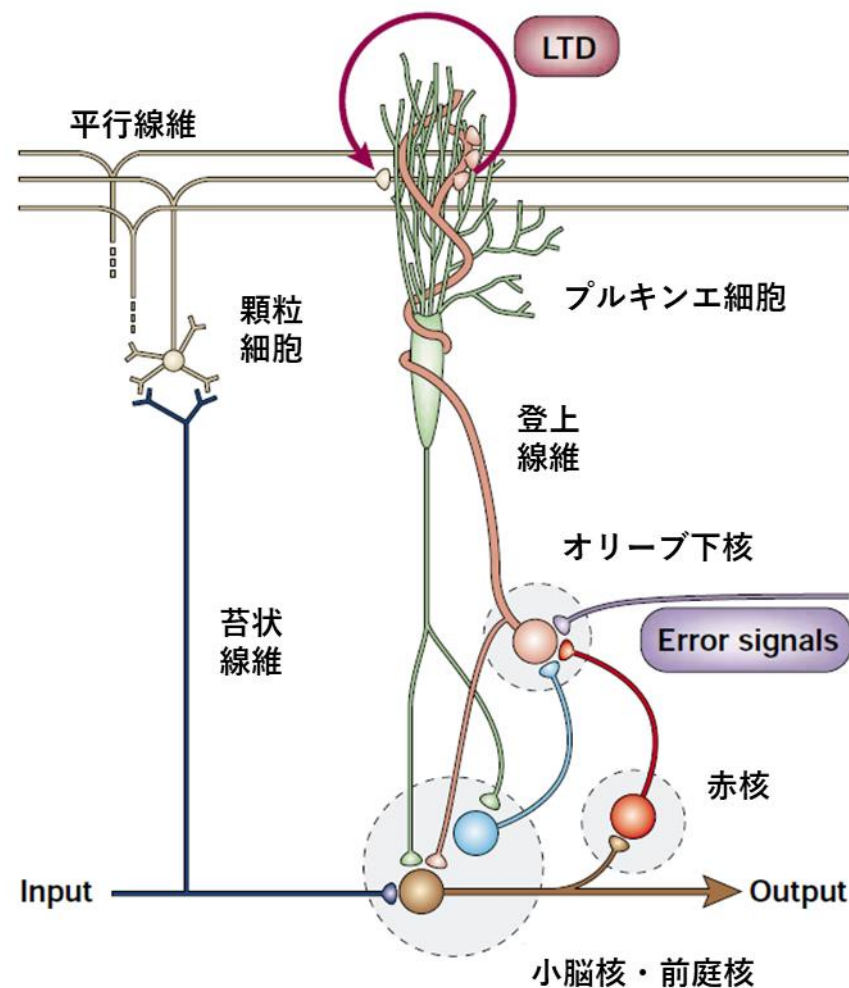
誤差修正メカニズム

- 一次運動野からの“**意図する運動**”は皮質橋小脳路を介して苔状線維/平行線維によりプルキンエ細胞に入力される
- 運動実行後，“**実際に起きた運動**”の情報は主に脊髄小脳路を通じて登上線維によりプルキンエ細胞に入力される
- “**意図する運動**”と“**実際に起きた運動**”を小脳皮質内で照合/修正することで円滑な運動遂行が行われている



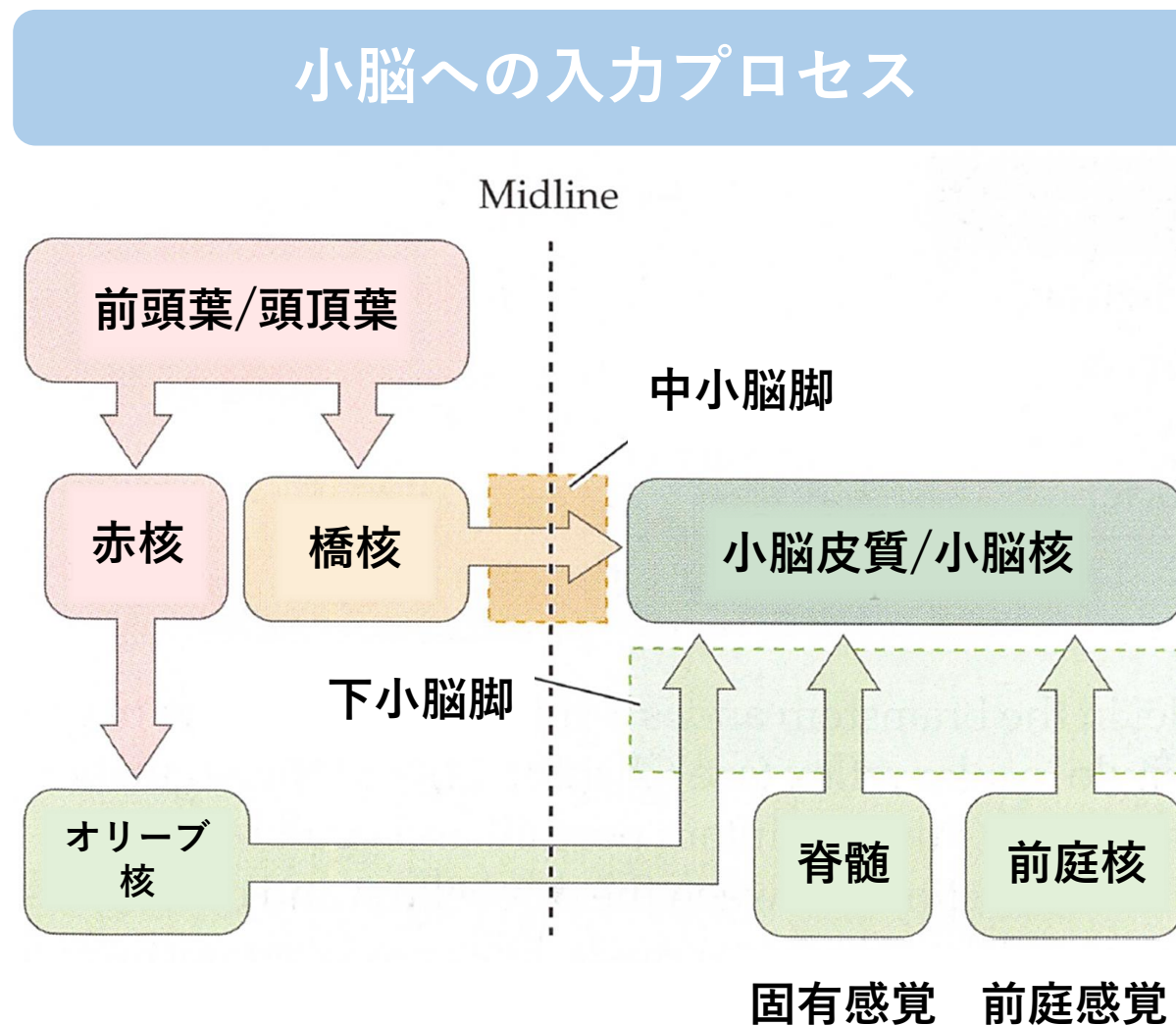
内部モデル

- “意図する運動”と“実際に起きた運動”の誤差を，プルキンエ細胞にて照合/修正しながら適切な運動記憶を蓄積していくことにより，内部モデルは構築されていく
- この小脳の内部モデルにおける運動記憶は，意図的・予測的な運動を実行する際の重要な情報源となり得る



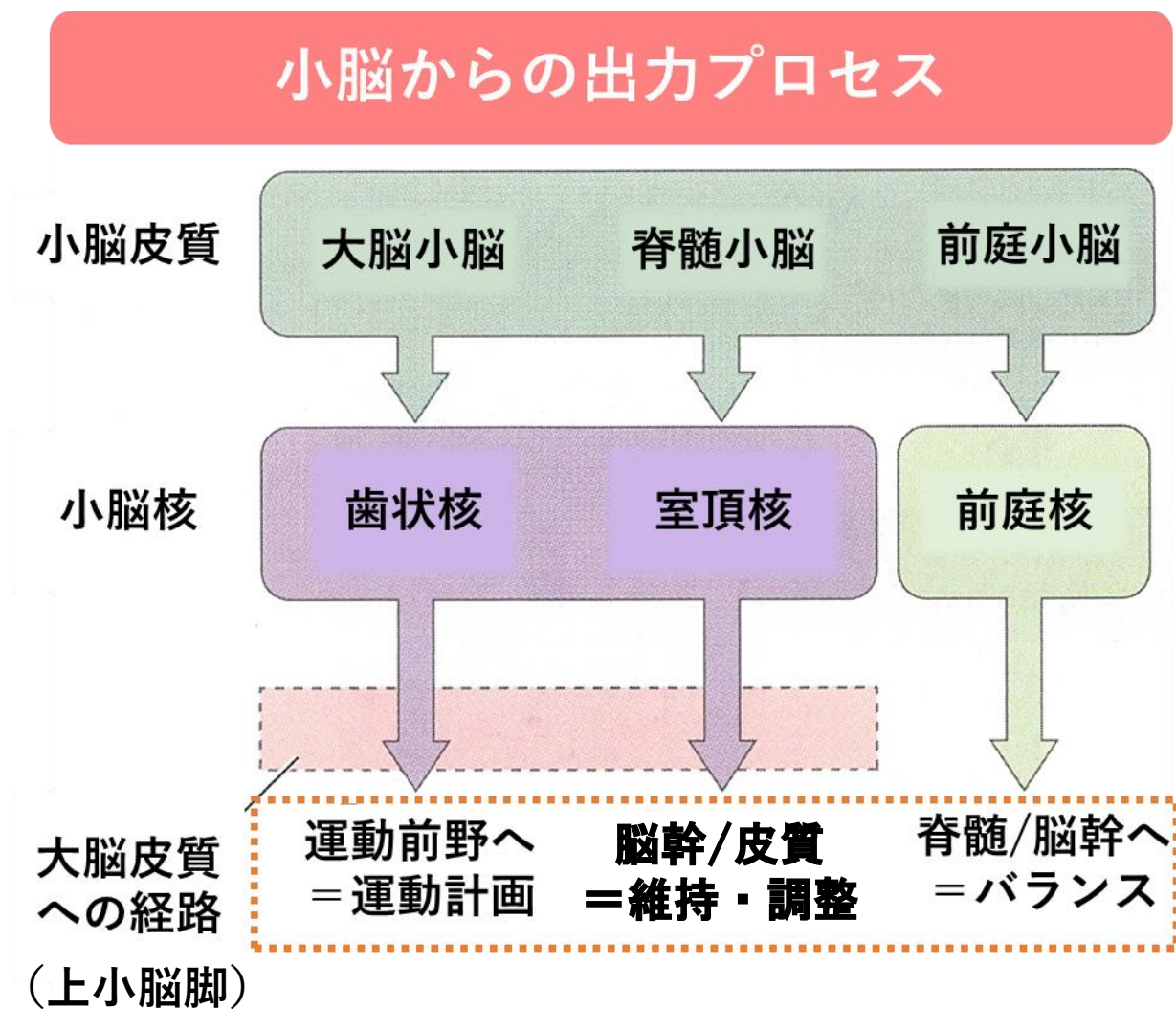
入力プロセスから見る失調の可能性

- 小脳内における病巣だけでなく、脊髄小脳・前庭小脳・大脳小脳へ提供している 感覚情報路の障害によっても誤差修正メカニズムに影響を与え、失調症状を呈する 可能性がある



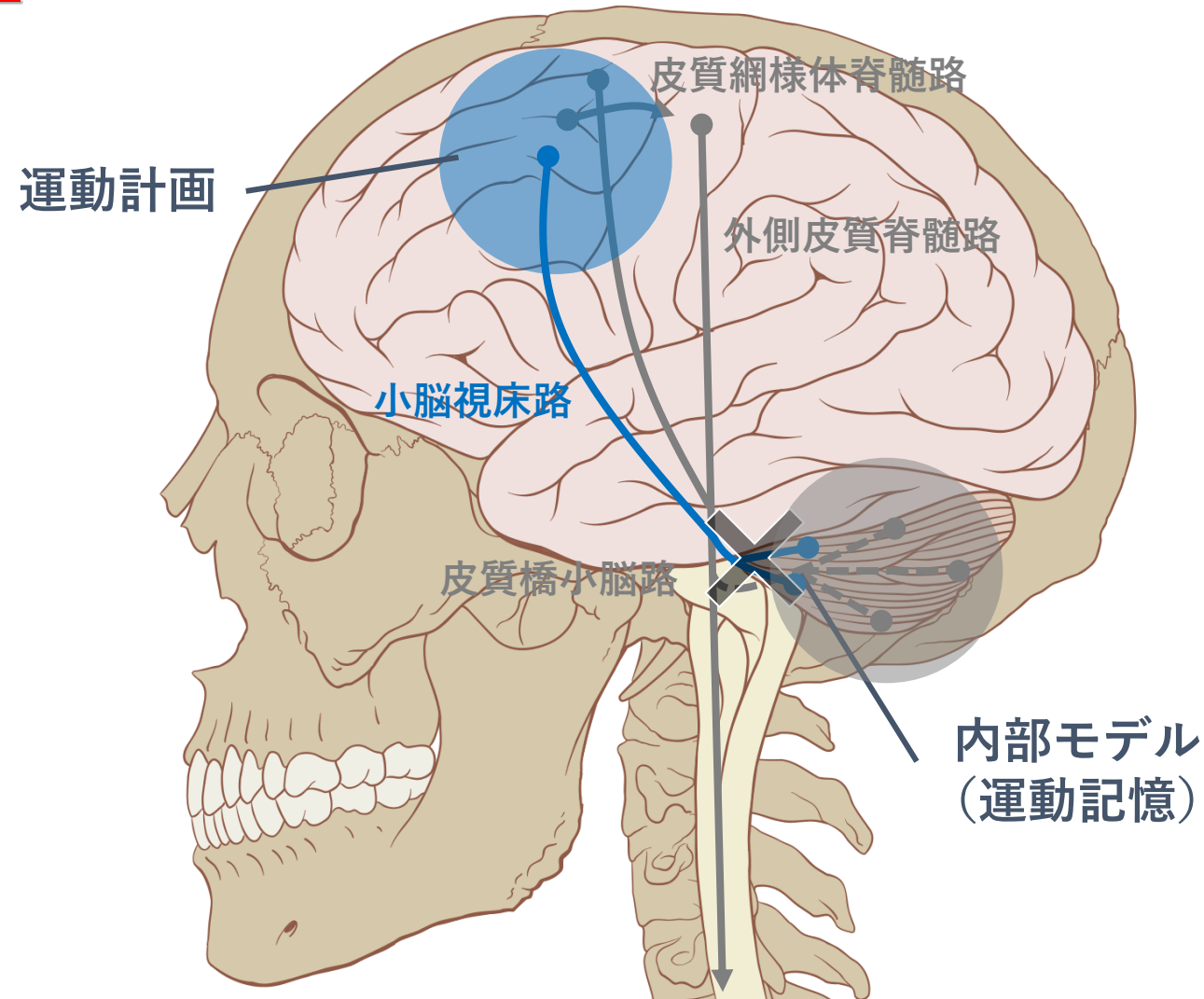
出力プロセスから見る失調の可能性

□ 入力プロセスからみた失調症状の可能性と同様，出力プロセスにおいても途中経路での障害は失調症状を誘発する



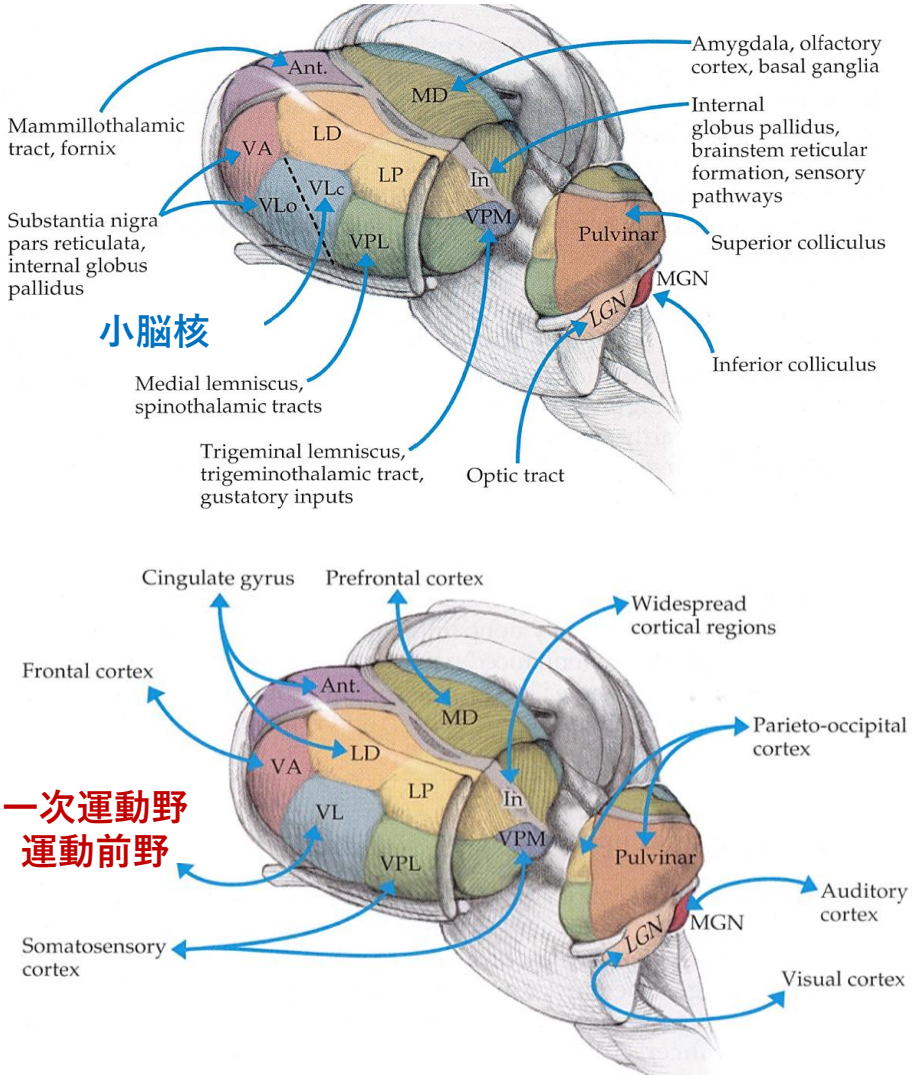
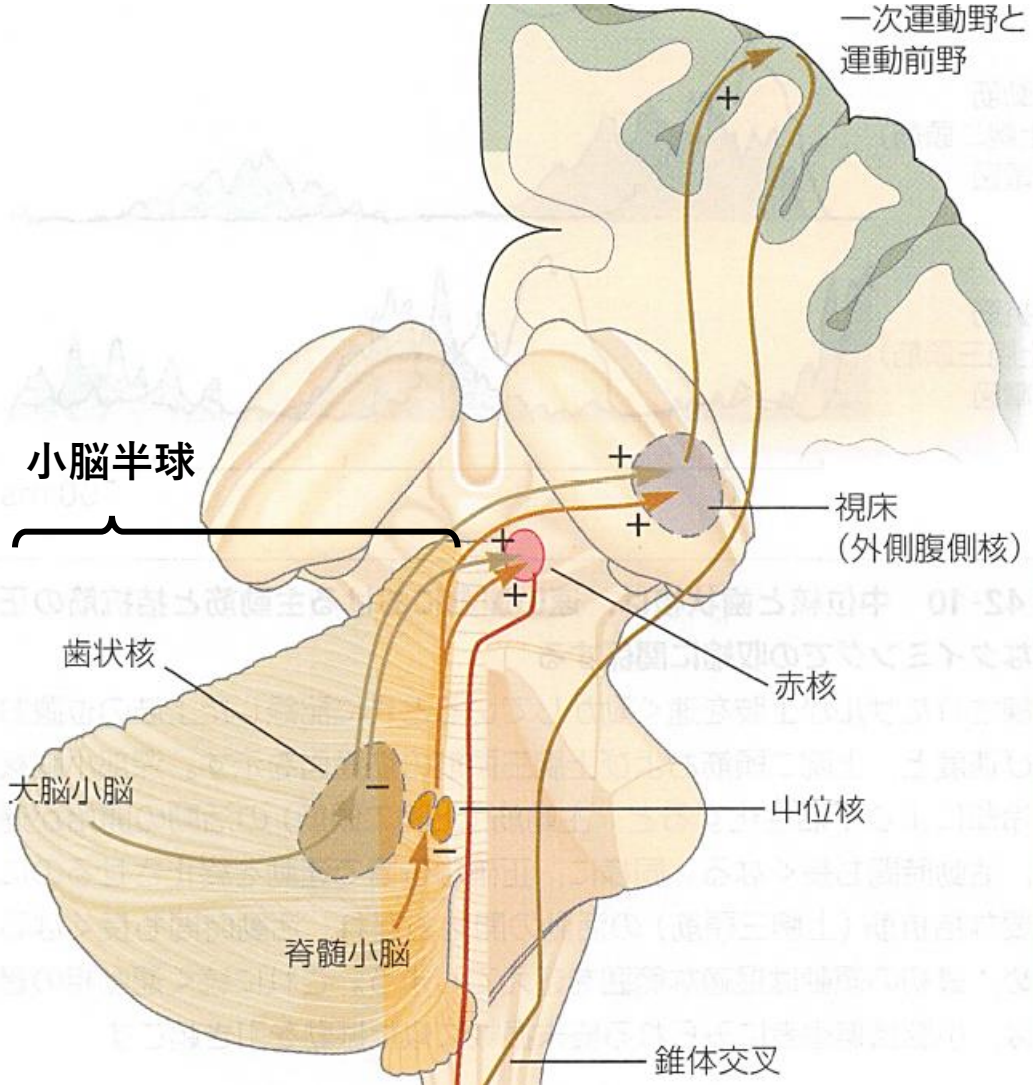
フィードフォワード機構の障害による運動失調

- 小脳内における誤差修正メカニズムのみならず，上小脳脚を介する小脳視床路の損傷においても失調症状を呈する
- 内部モデル(運動記憶)は，運動前野を中心にフィードフォワード情報を提供することで運動計画に関与するため，運動実行のエラーに影響を与える



小脳半球 (Cerebellar hemispheres) の損傷

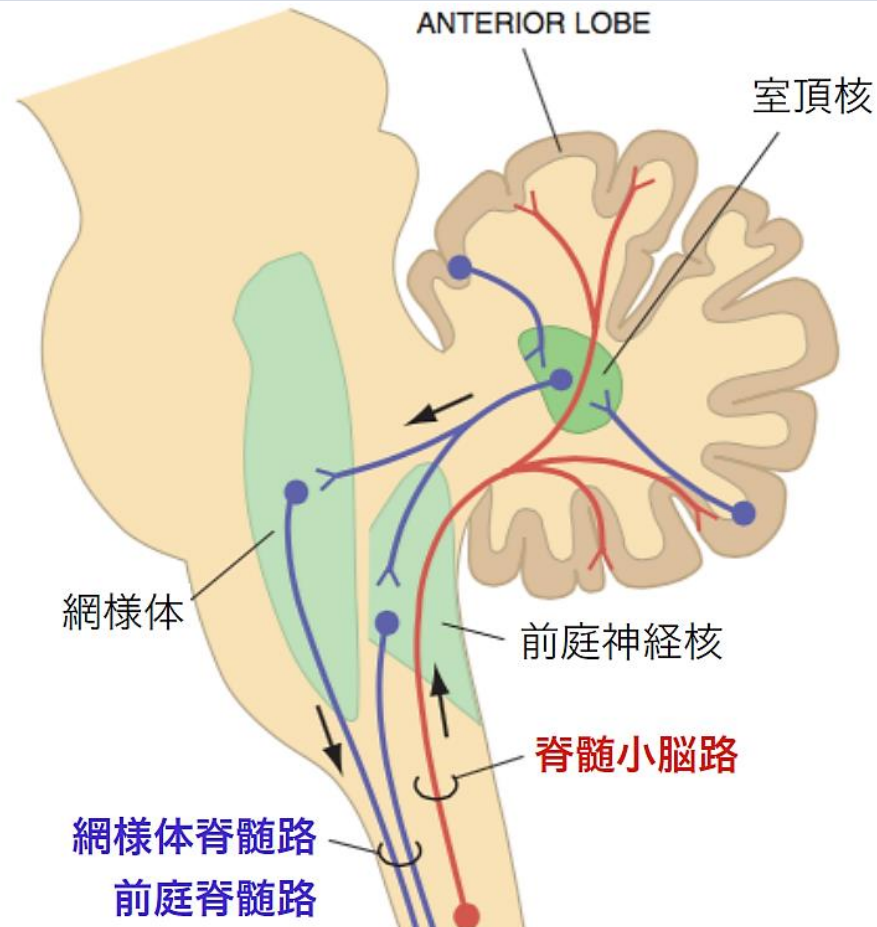
- 小脳半球の損傷によって、一般的には四肢の失調 (limb ataxia)が生じる
- 視床腹外側核を介して反対側の運動皮質へ投射しているため、損傷によって同側肢の失調症状が生じる



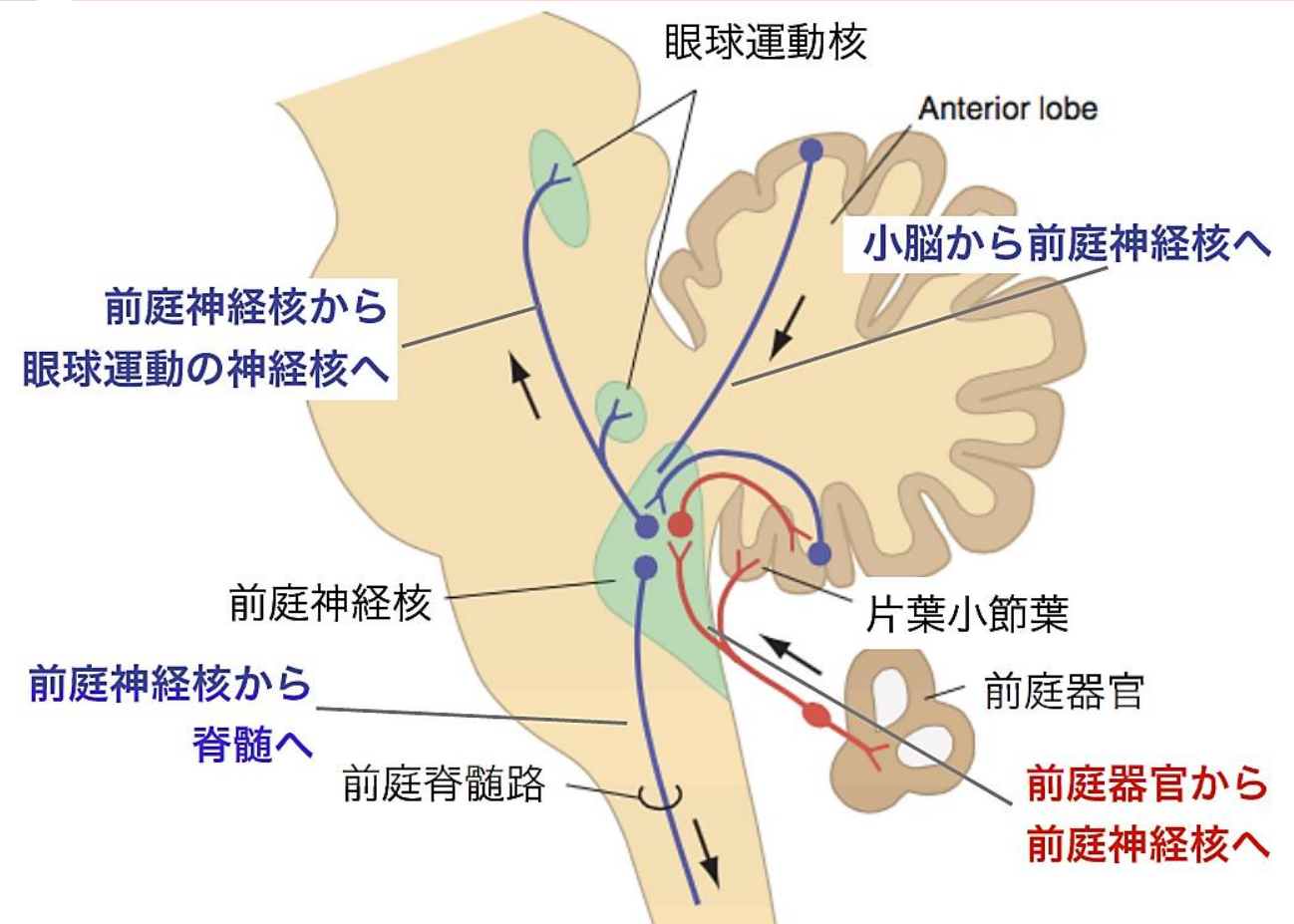
小脳虫部 (Cerebellar Vermis) の損傷

- 小脳虫部は脳幹への投射を持っており、この部位の損傷によって、バランス・歩行の失調 (balance/gait ataxia)と、衝動性眼球運動の測定障害 (Dysmetric saccades)が生じる
- 姿勢動揺は<1Hzで全方向性の動揺となる

バランス・歩行の失調

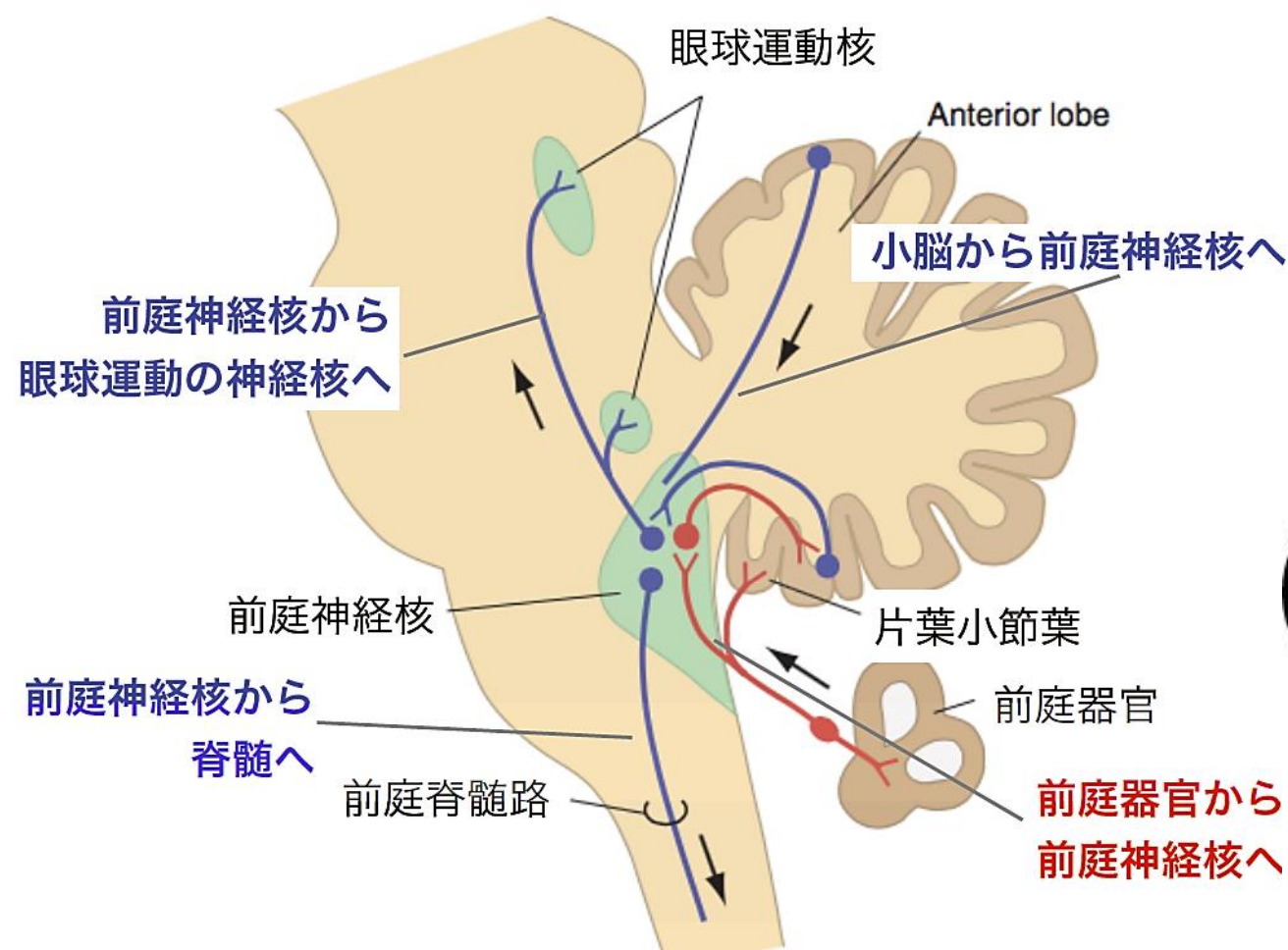


衝動性眼球運動の測定障害

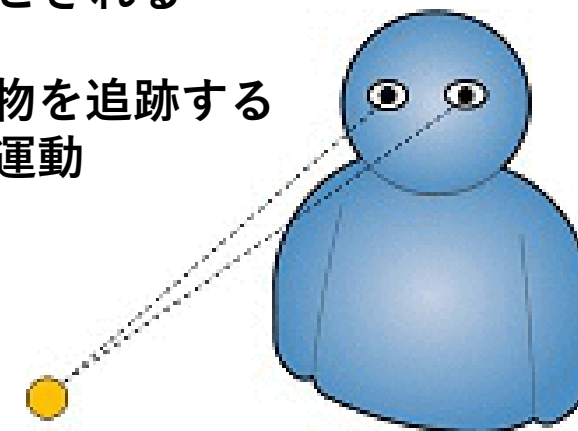


片葉小節葉 (Flocculonodular lobe) の損傷

- 片葉小節葉は、前庭システムの一部である前庭神経と前庭神経核との接続があるため前庭小脳とも呼ばれる
- この損傷によって **バランス・歩行の失調** (balance/gait ataxia) と、 **眼振様の滑動性眼球運動** (“Saccadic” smooth pursuit), **前庭動眼反射 (Vestibulo-ocular reflex) の出力減少**, **抑制減少** と適応障害が生じる
- 片葉・傍片葉の損傷によって、 **下眼瞼向き眼振 (downbeat nystagmus)** が出現するとされる



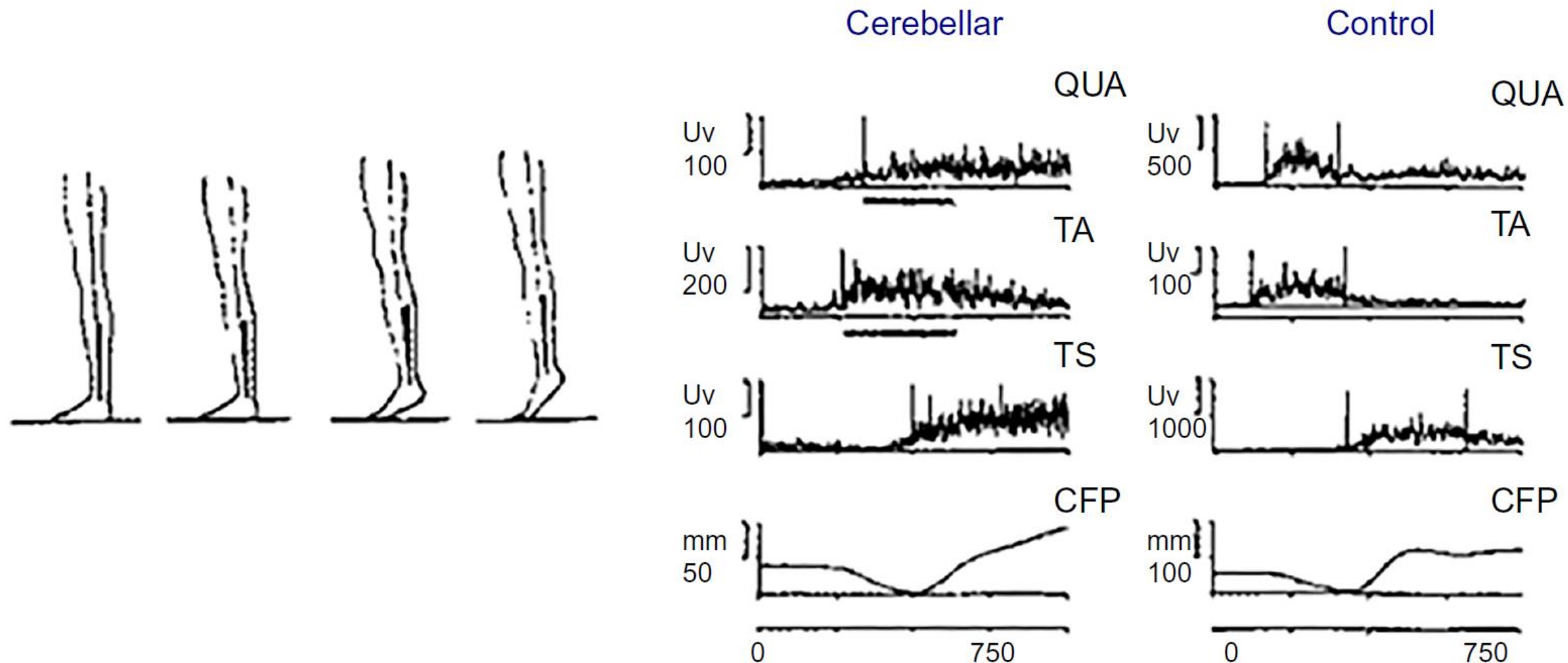
- 対象物を追跡する眼球運動



- 頭部振動による視線の動揺を補償するための微細な眼球運動

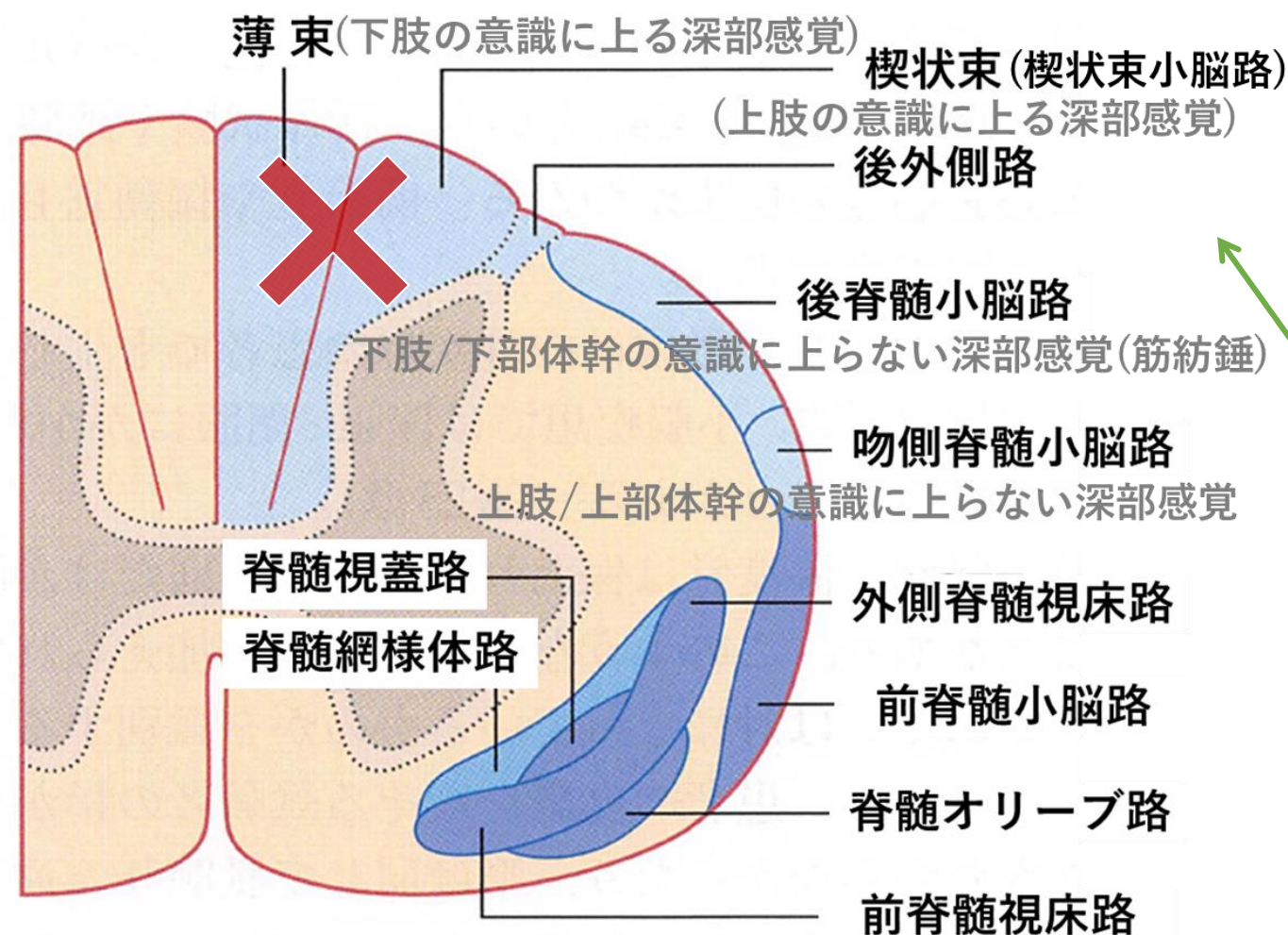
予測的姿勢制御の障害

- 随意運動に際して、それに先行する予測的姿勢制御が欠如，あるいはそのタイミングが遅延する
- 随意運動や外乱に対する反応はそれほど遅くはないが，振動の振幅等の予測的情報を利用できない
- 筋活動は過剰で長時間持続し，測定過大となる事が多いため，拮抗筋の活動がさらに要求される



脊髄性運動失調

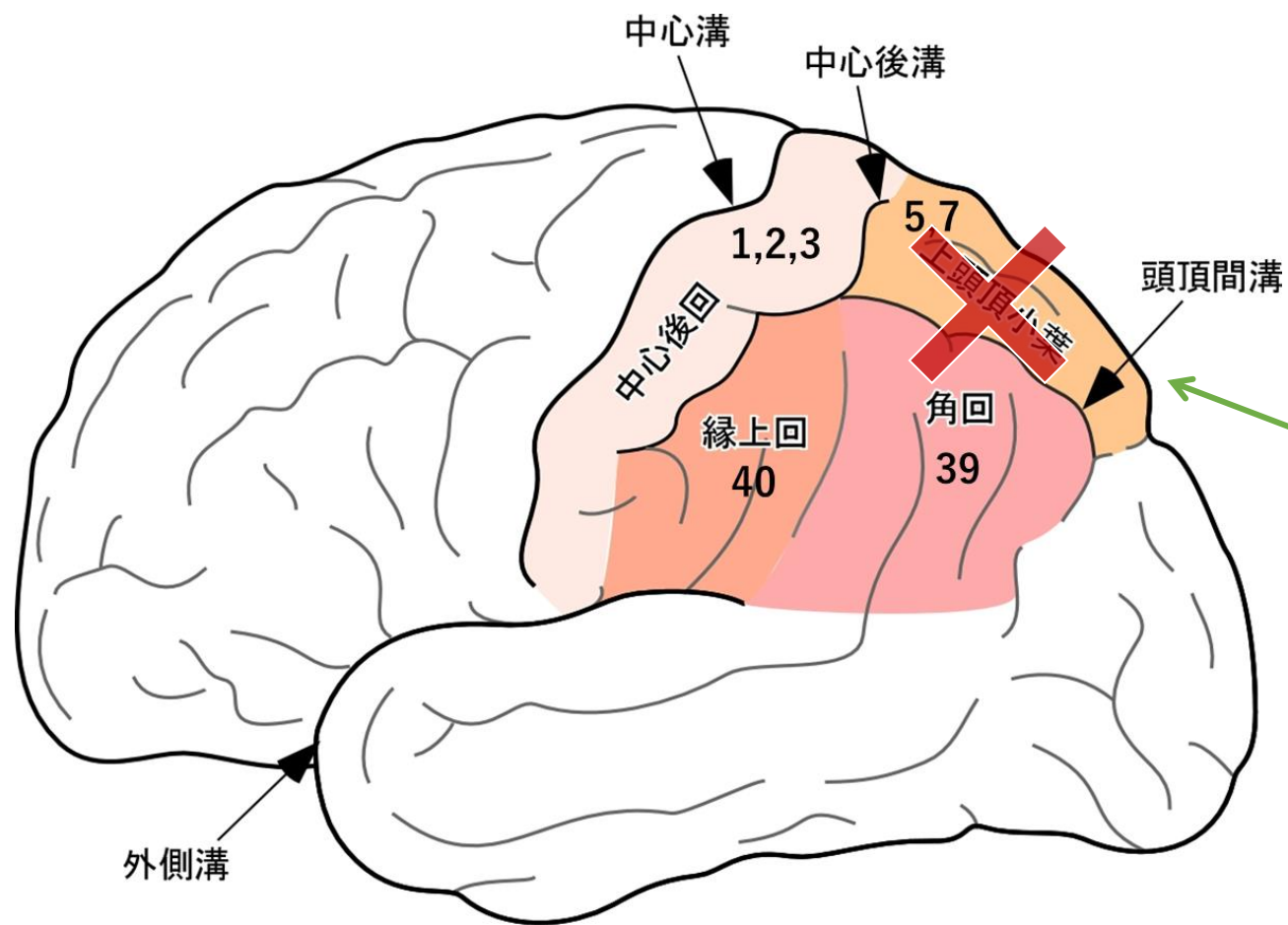
- 脊髄性運動失調は、**脊髄後索由来の深部感覚障害による運動失調**のこと指す
- したがって、それ以遠の末梢神経障害由来の深部感覚障害も同様の失調症状を呈することとなる
- **開眼時は深部感覚以外の他感覚を用いて代償できる**が、閉眼時は困難となり失調症状が増強するのが特徴である



- ロンベルグ兆候
- 失調性歩行
- Piano-playing Finger (pseudoathetosis)
- 閉眼時における測定異常 (Dysmetria)
- 閉眼時における Decomposition

視覚性運動失調

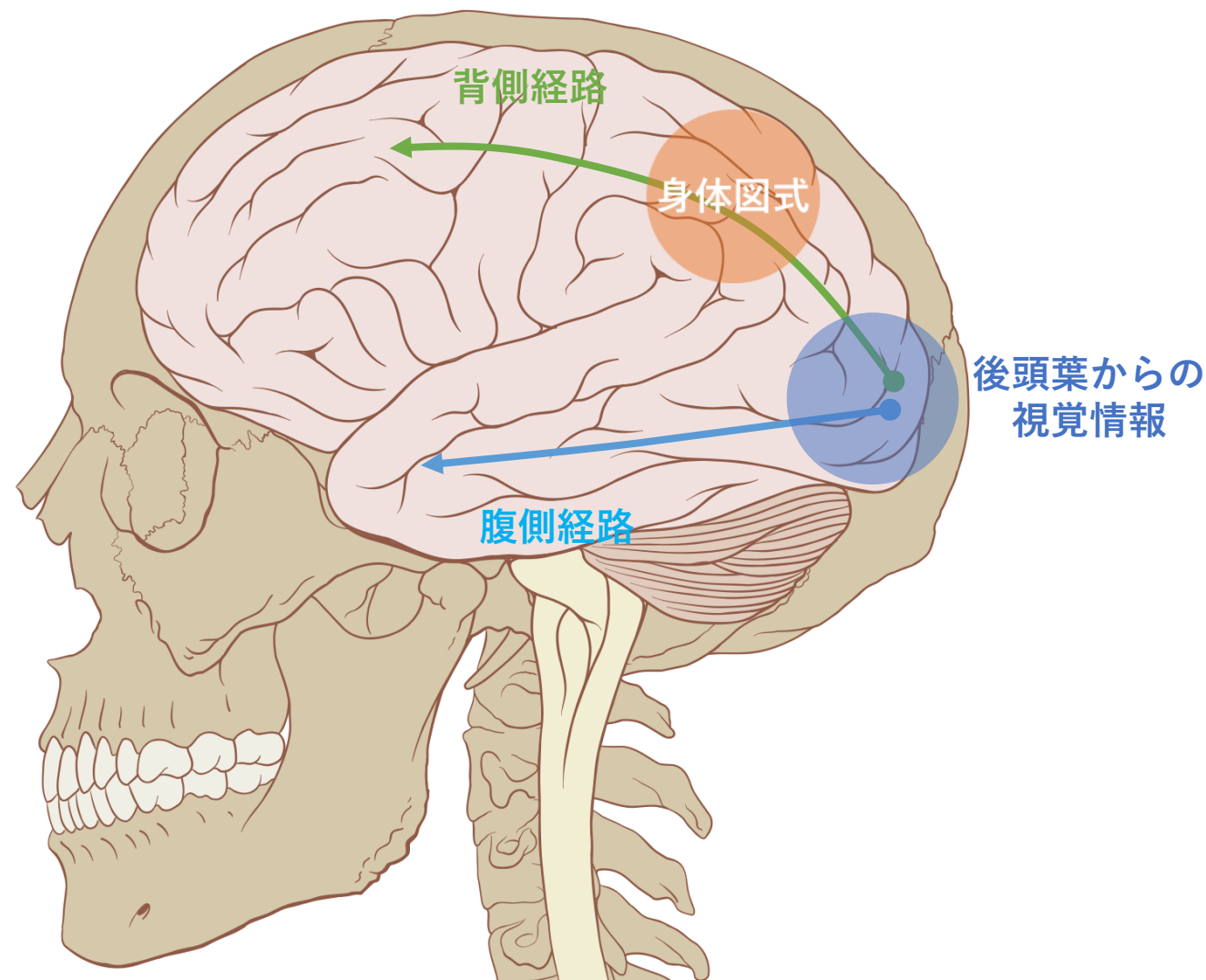
- 視覚性運動失調は、頭頂葉の上頭頂小葉を中心とした病変による視空間認識・身体図式等の影響を受ける失調
- 原則的に体性感覚の障害がないにも関わらず失調を認めるため、大脳皮質での処理/統合の問題が大きいとされる



- 測定異常
(小脳失調よりバラつきが目立つ)
- Hand-Eye Coordination不全

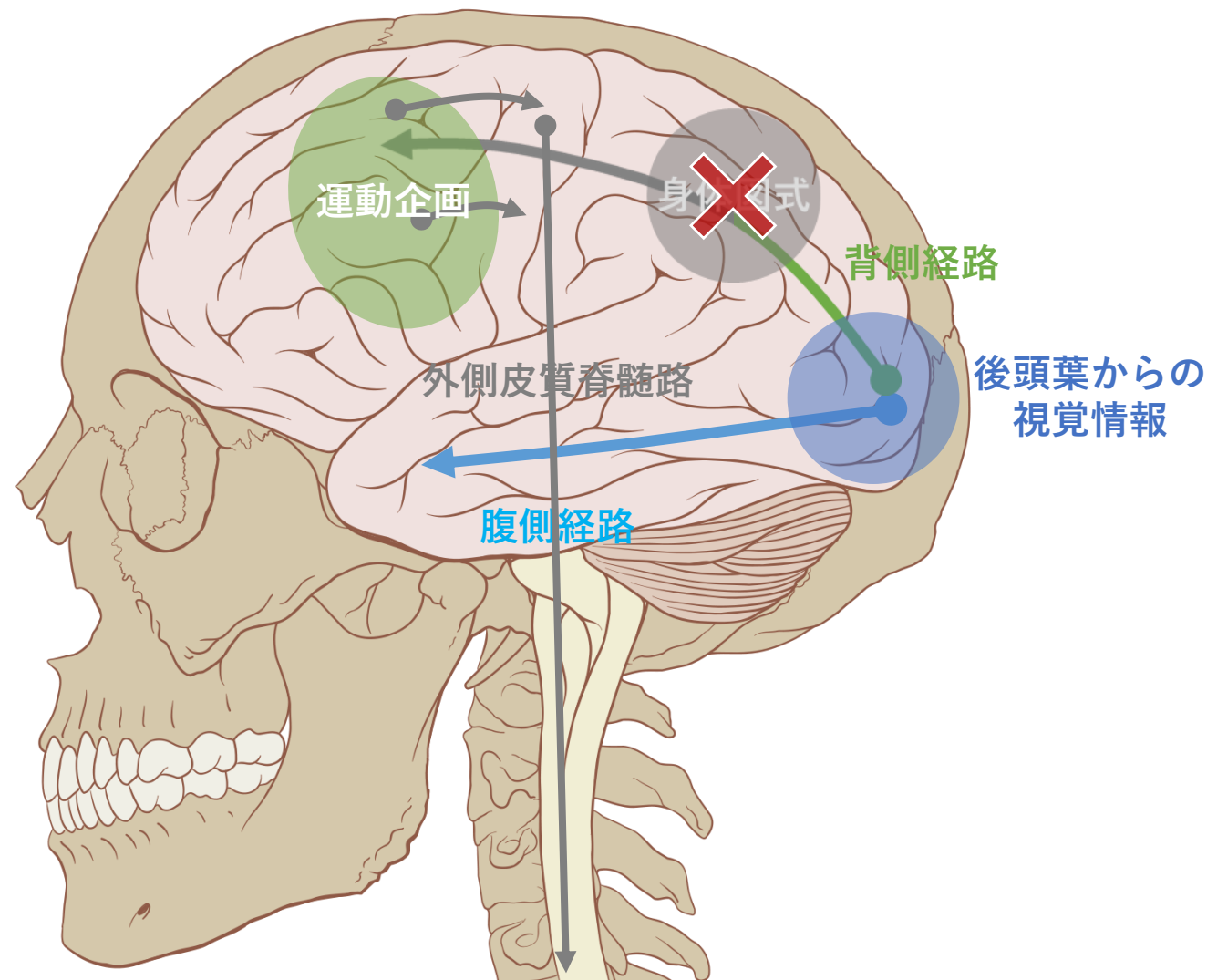
視覚性運動失調

- 視覚性運動失調におけるメカニズムの背景は、背側経路を中心とした身体運動における空間認識の歪みに起因する
- 背側経路は、視覚情報を身体運動に変換/貢献させるために作用しており、その過程で身体図式も動員されている



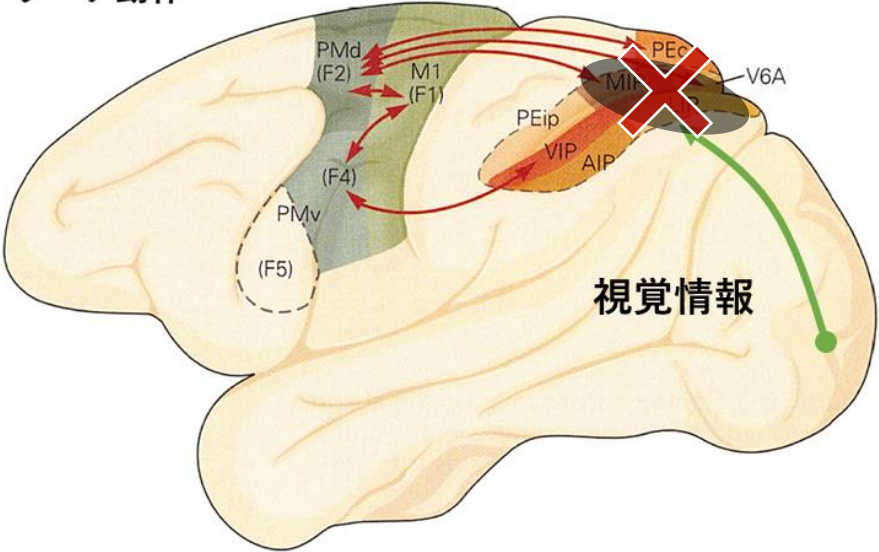
メカニズムの詳細

- 視覚情報(後頭葉)と自己身体に対する空間認知≡身体図式(頭頂葉)を比較/照合し、前頭葉に情報を伝達している
- 頭頂葉における損傷は、視覚情報に対する身体の空間的位置情報の意味づけを曖昧にし、失調症状を発生させる

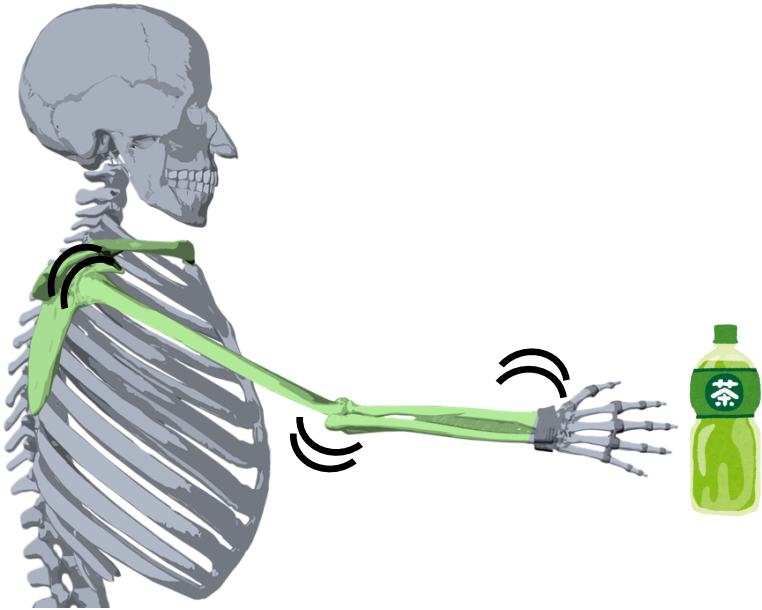


異なる身体運動への影響

リーチ動作

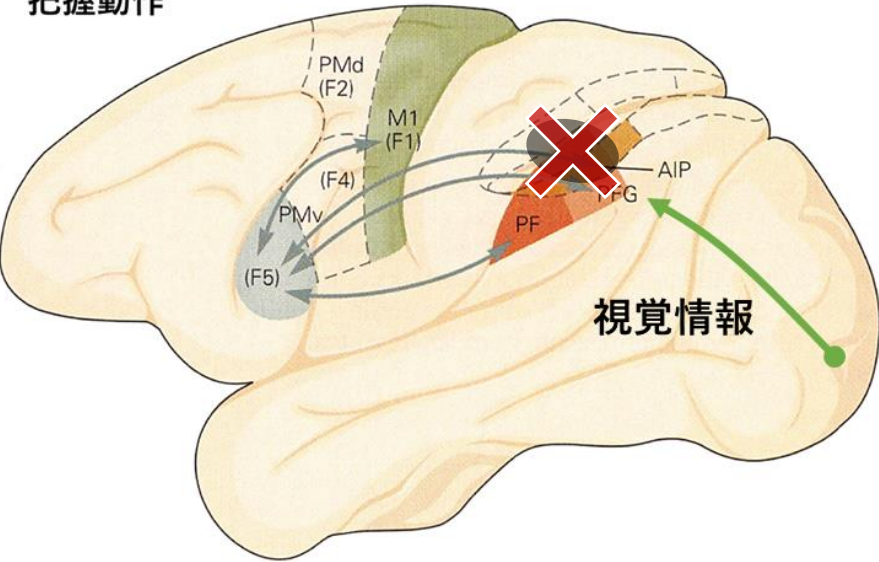


MIP野：内側頭頂間野
網膜座標での到達対象の位置コード化

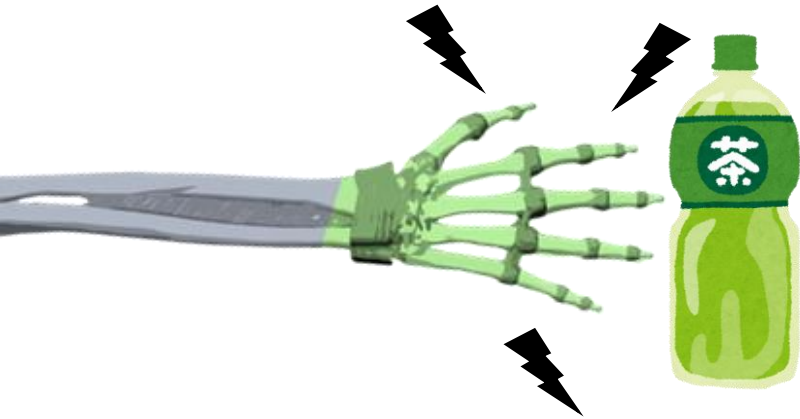


LIP野：外側頭頂間野
空間的位置を表現する網膜座標を保持

把握動作

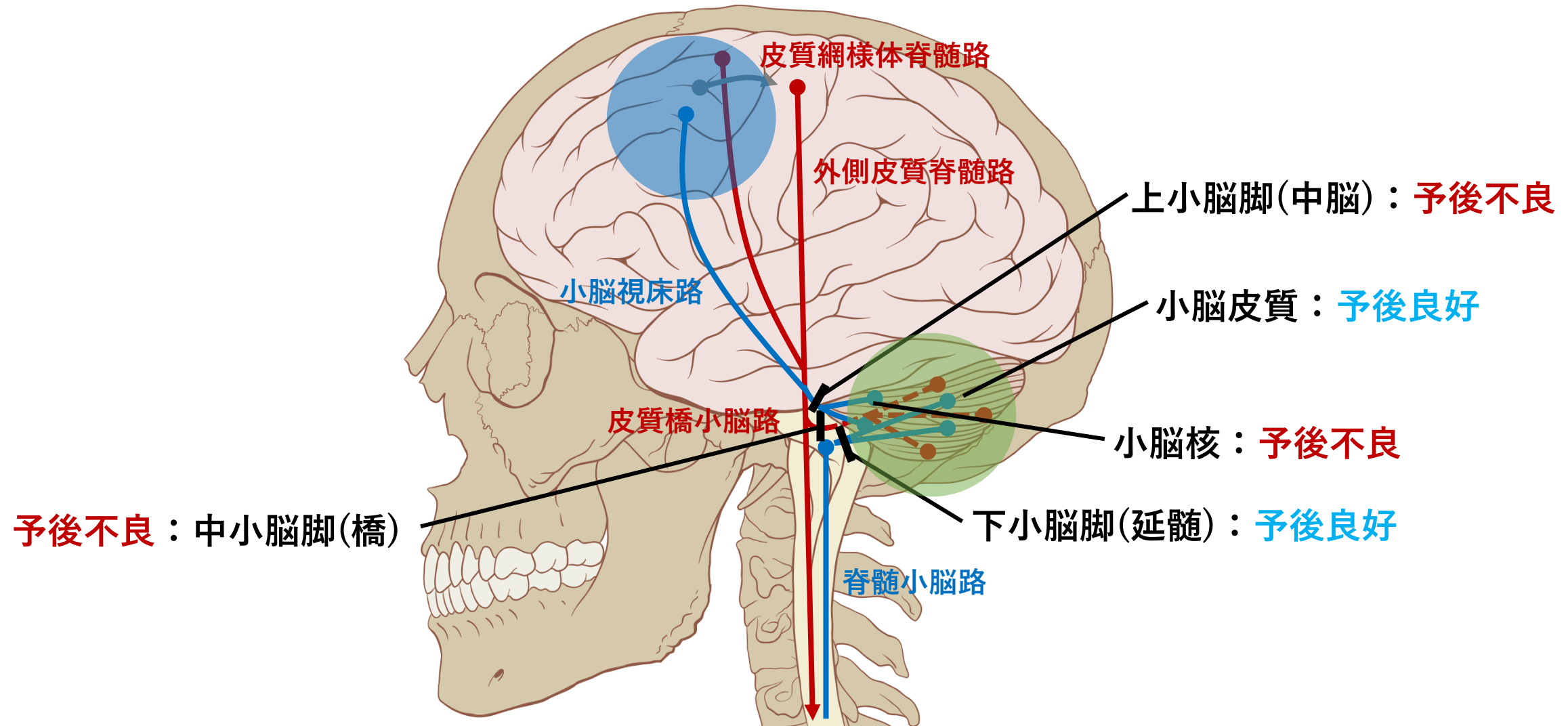


AIP野：前側頭頂間野
把持時に対象の形状/大きさ/向きに反応



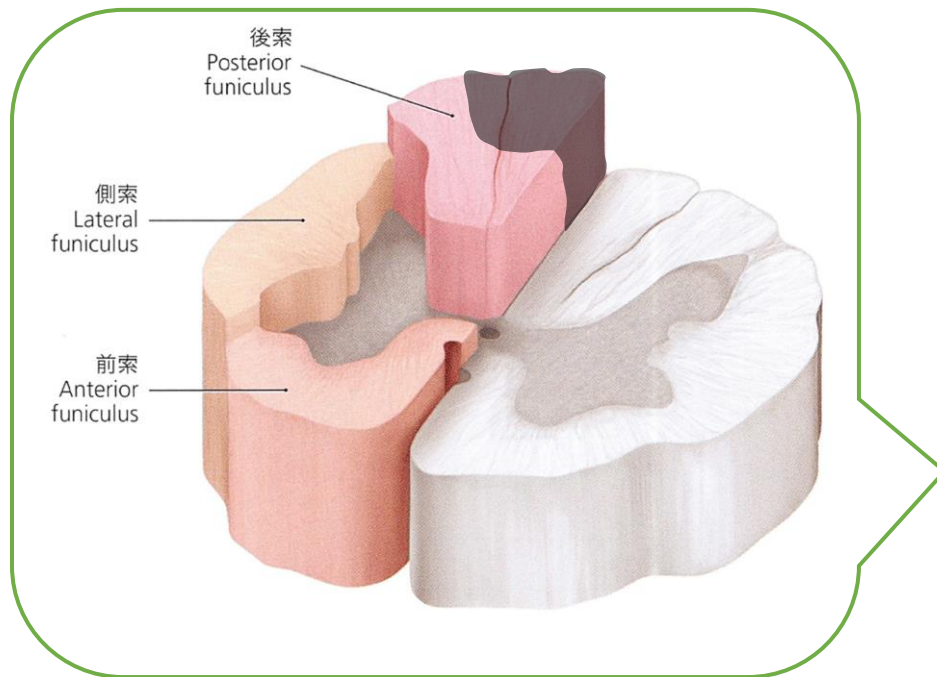
小脳性運動失調をどこで捉えるのか

- “指鼻指試験”などの検査バッテリーにて、小脳性運動失調の有無を評価することが我々セラピストの役割ではない
- 小脳性運動失調に対してアプローチしていくには、どこの病変により失調症状を呈しているのか？を推論しなければ効果的な機能改善へと繋げることは難しいかもしれない



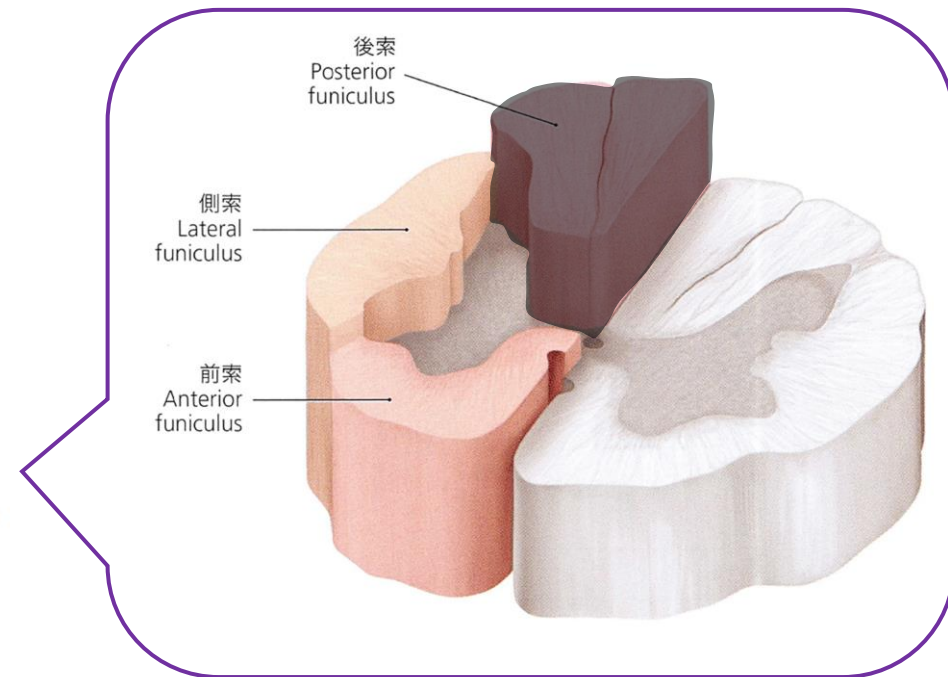
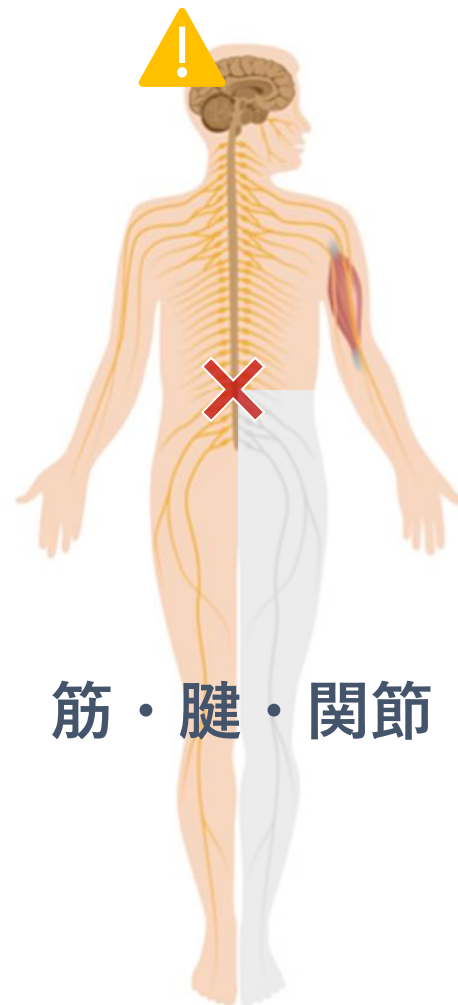
可塑的变化が望めるのかを考える

- 脊髄性運動失調の多くは脊髄損傷などの脊髄疾患によるものであり，機能改善の程度はその障害レベルに依存する
- 完全損傷の場合であれば深部感覚以外での感覚にて代償的な動作戦略を考えなければならないし，部分的な損傷であれば治療的戦略にて機能改善を図っていくことも見据えていいかもしれない



部分的な損傷/障害

可塑的变化を見込んだ治療的アプローチ

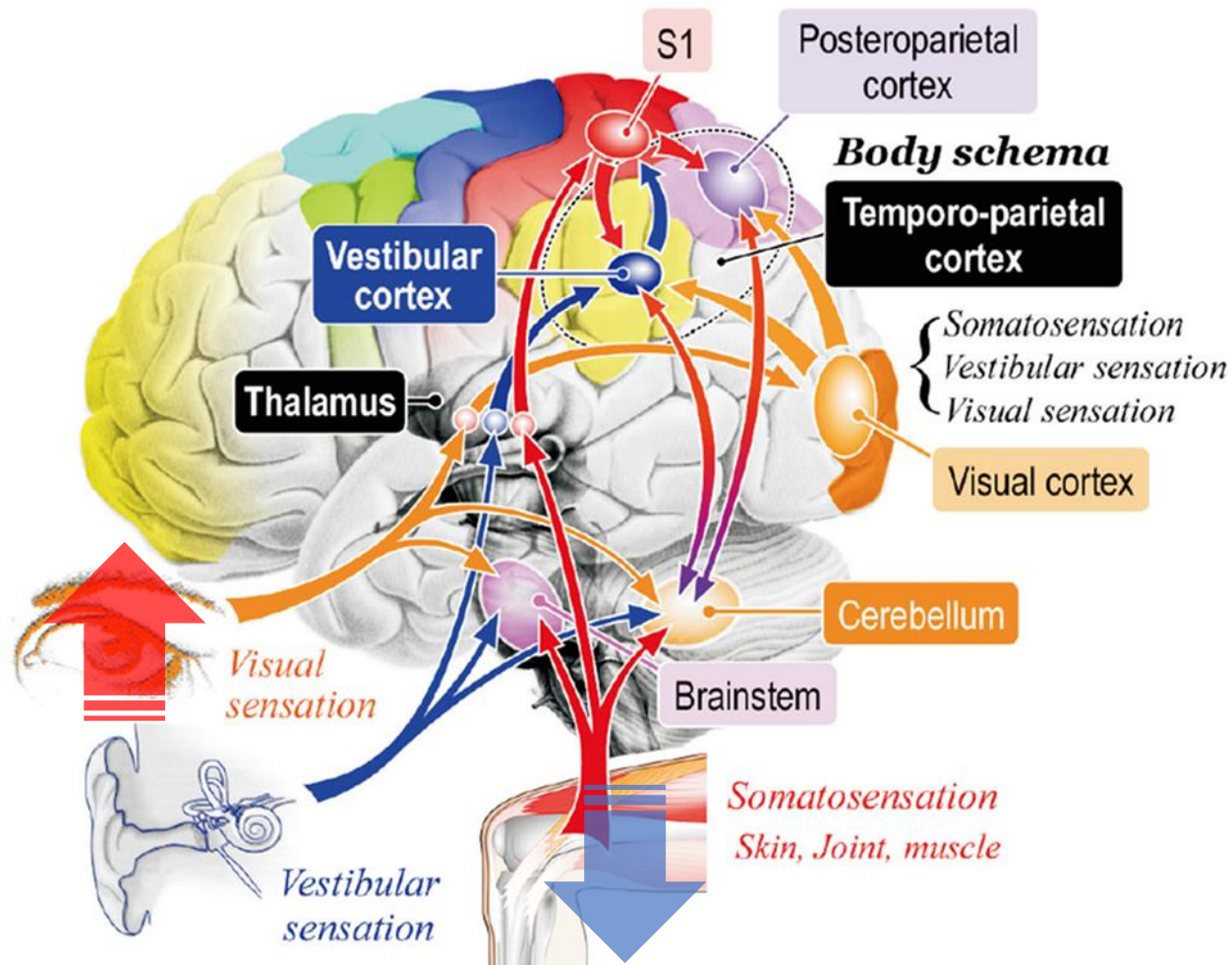


完全な損傷/障害

可塑的变化を見込まず，代償的アプローチ

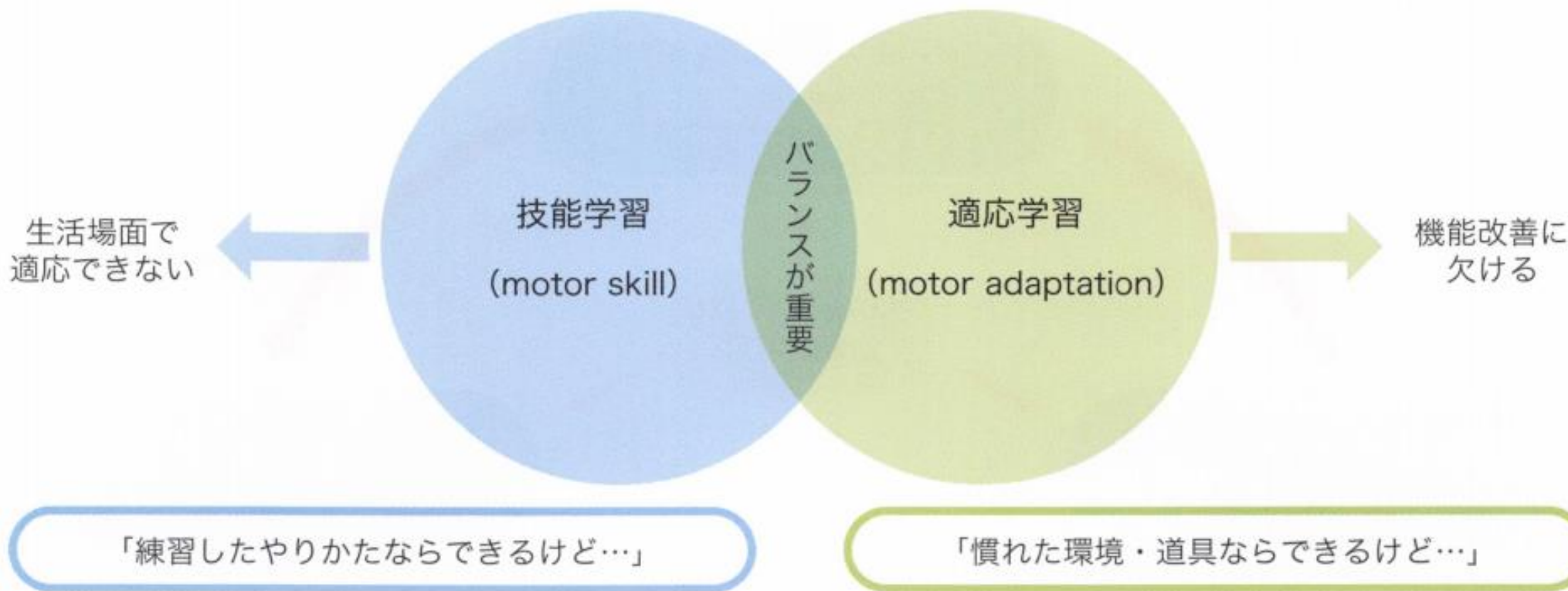
潜在能力を引き出す

- 可塑的な変化が望めるにも関わらず，早期より視覚に依存させた代償戦略は潜在能力に蓋をする可能性をもつ
- 深部感覚を使用しない学習を通じて 新たな身体図式を形成し，それに基づいた運動実行を用いる 可能性がある



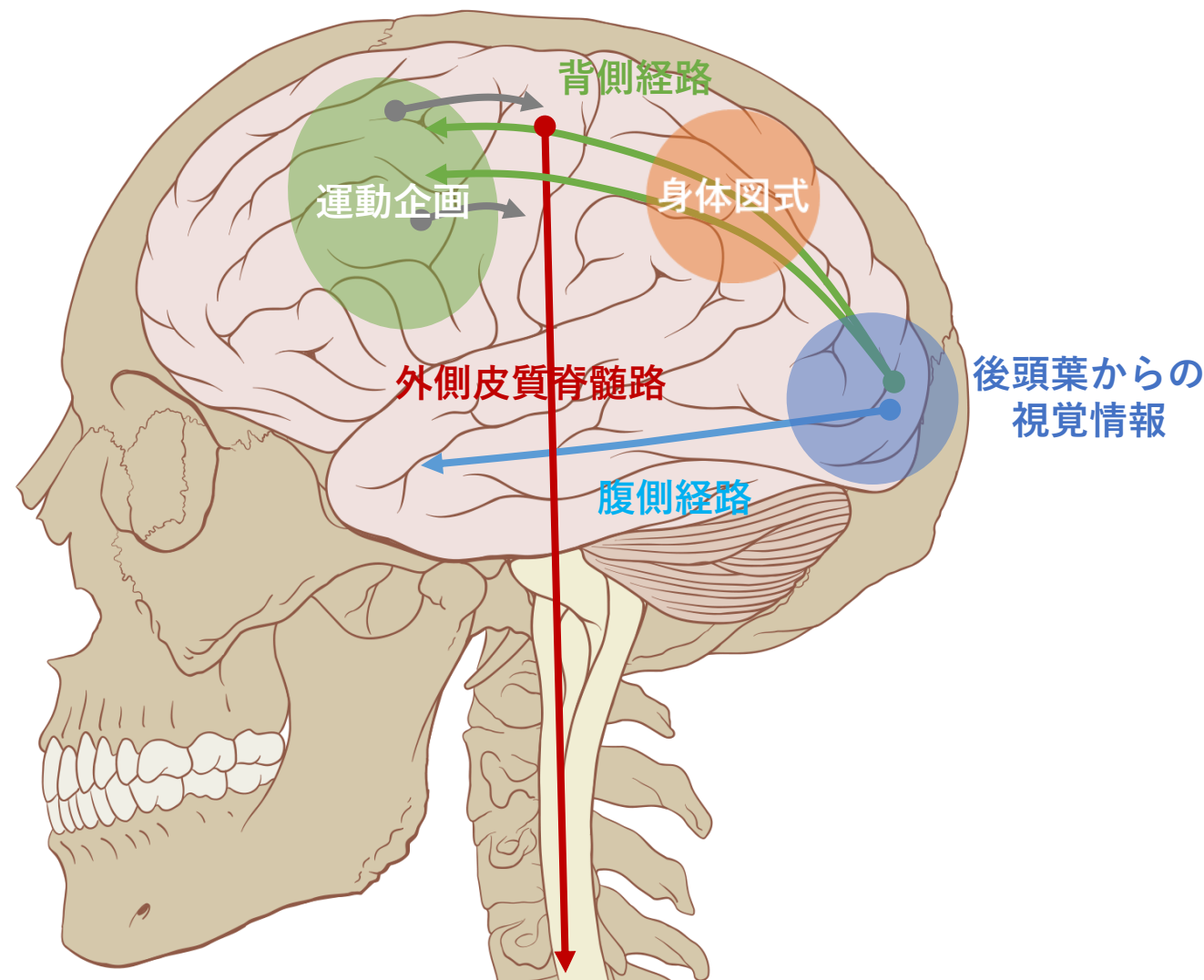
技能×適応

- 機能獲得を促すうえでは重要なポイント「技能」と「適応」である
- 技能学習(motor skill)とは、**最小限の労力と時間の中で環境下の目的を達成できる能力のこと**
- 適応学習(motor adaptation)とは**パフォーマンスを以前のレベルに戻すために条件が変わることによって生じた系統誤差を減少させる能力のこと**
- リハビリテーションにおける訓練場面や日常生活は技能と適応の両者が入り混じりながら学習が向上していく



動作パターンから治療戦略を考える

- 視覚性運動失調の主たる病態は、後頭頂葉損傷による身体図式の乱れ/崩れに伴う空間内での肢の定位不良である
- 治療戦略を練る際、動作において肢がどのような反応を示すのか？を把握することが臨床推論していく上で重要



近年におけるConnectivityの視点から

- 昨今のニューロサイエンスの発展により，脳内におけるConnectivityの報告も従来の定説とは変容してきている
- 小脳-頭頂葉間，側頭葉-小脳間などの新たなConnectivityの視点も報告されるようになってきている
- これらの研究報告を踏まえた上で，どのように自己の臨床展開に応用していくのか？を熟考することが重要である

