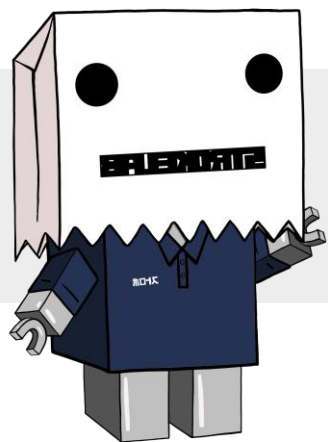


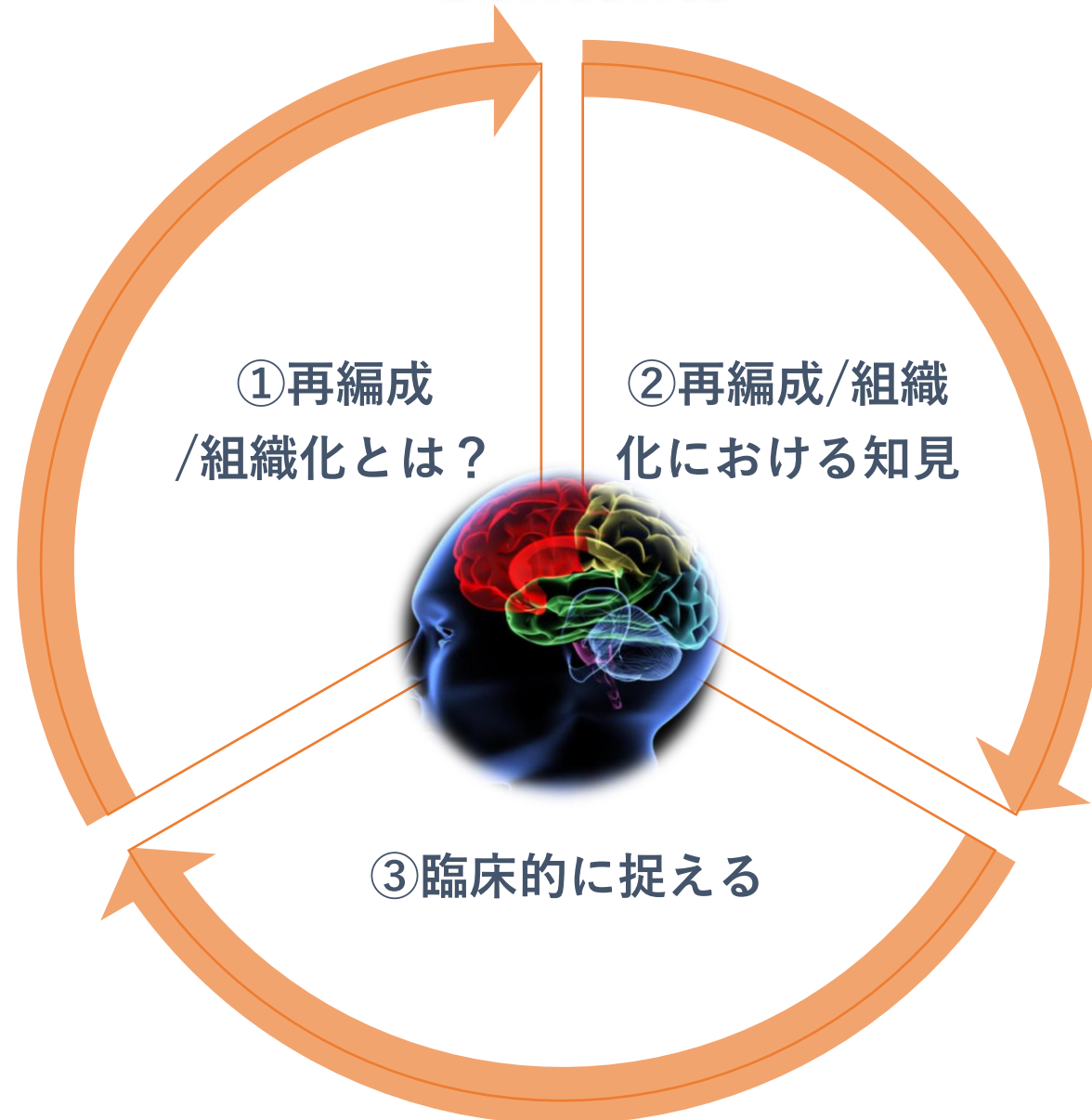


Reorganization

再編成 / 再組織化



Contents



introduction

- ✓ 脳損傷後(脳卒中etc.)の機能回復過程において、機能・構造を変化させながら回復していく過程を“可塑性”と呼ぶ
- ✓ “可塑性”により引き起こされる回復メカニズムには、局所的变化と中枢神経系の再編成/組織化が存在する。



introduction

- 浮腫の改善(数週間～2ヶ月)
- ペナンプラの改善(数時間～数週間)
- 機能乖離の改善(数日間～数ヶ月間)
- シナプス活性強度・数の変化(数週間～数年間)
- Unmasking : 顕在化(直後～数ヶ月)
- Sprouting : 神経発芽(数週間～数ヶ月間)



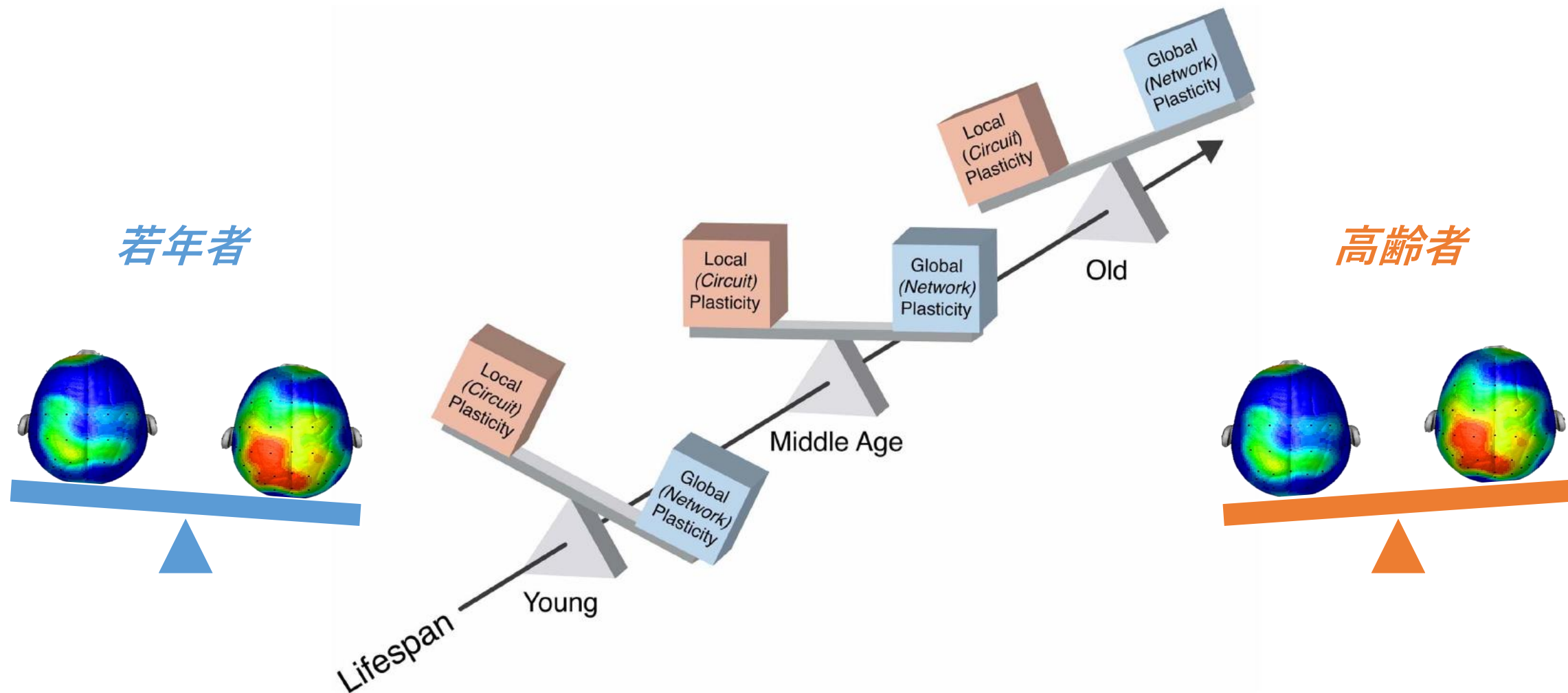
脳の局所的变化
(Local Plasticity)



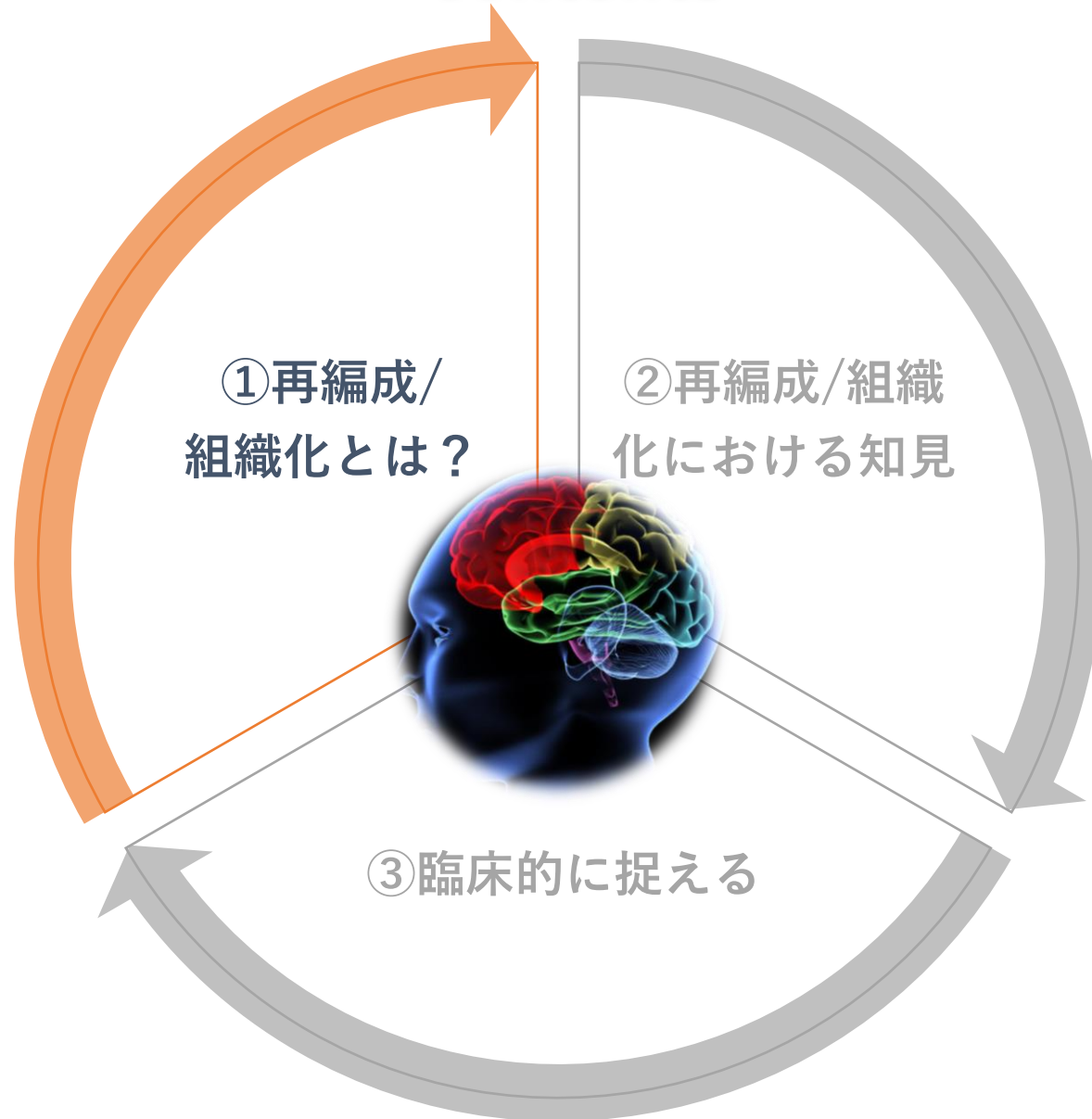
脳の再編成/再組織化
(Global Plasticity ≡ Reorganization)

年齢で異なる可塑性特性

- ✓ ヒトは、“加齢”というある種の可塑的变化を脳に起こしながら一生を送る。
- ✓ その加齢プロセスの年齢的段階において、神経可塑性の特性が異なることが報告されている。
- ✓ 若年者と高齢者に求める可塑的变化の意識が、アプローチする上で同等であることは考え直さなければならない。

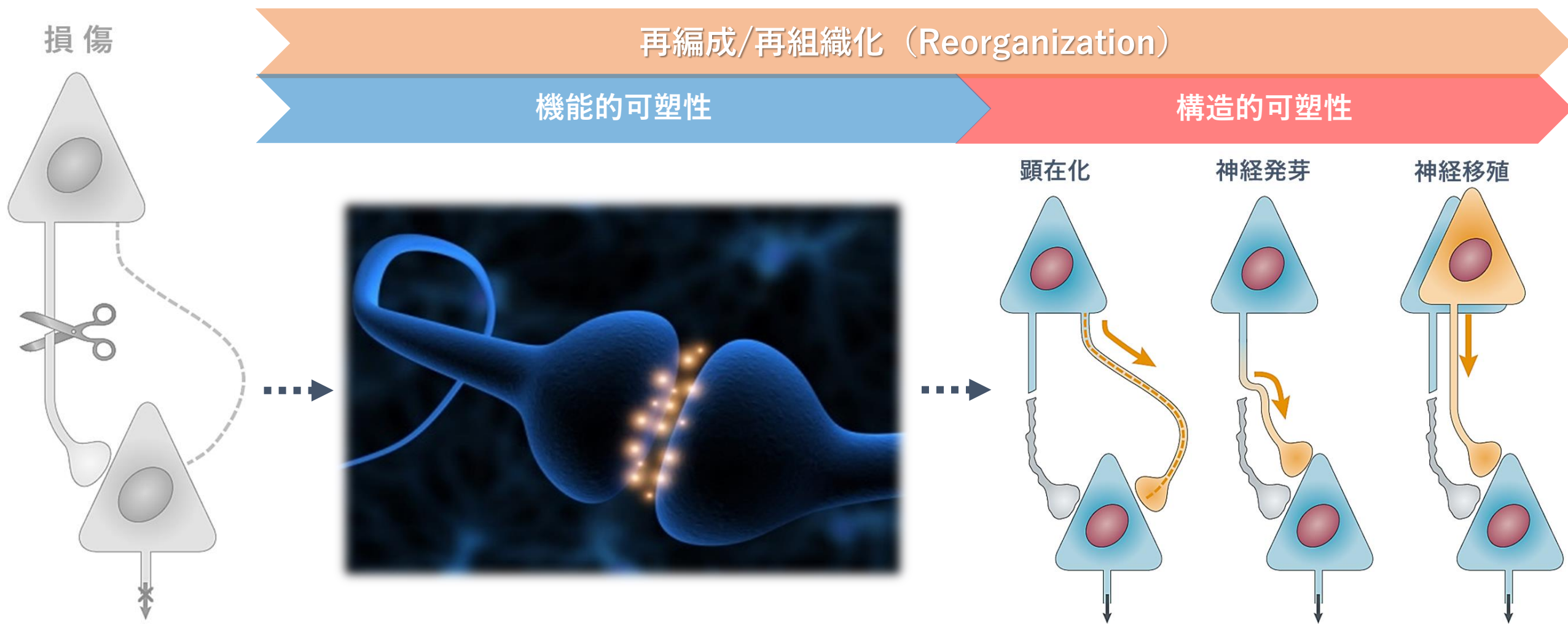


contents



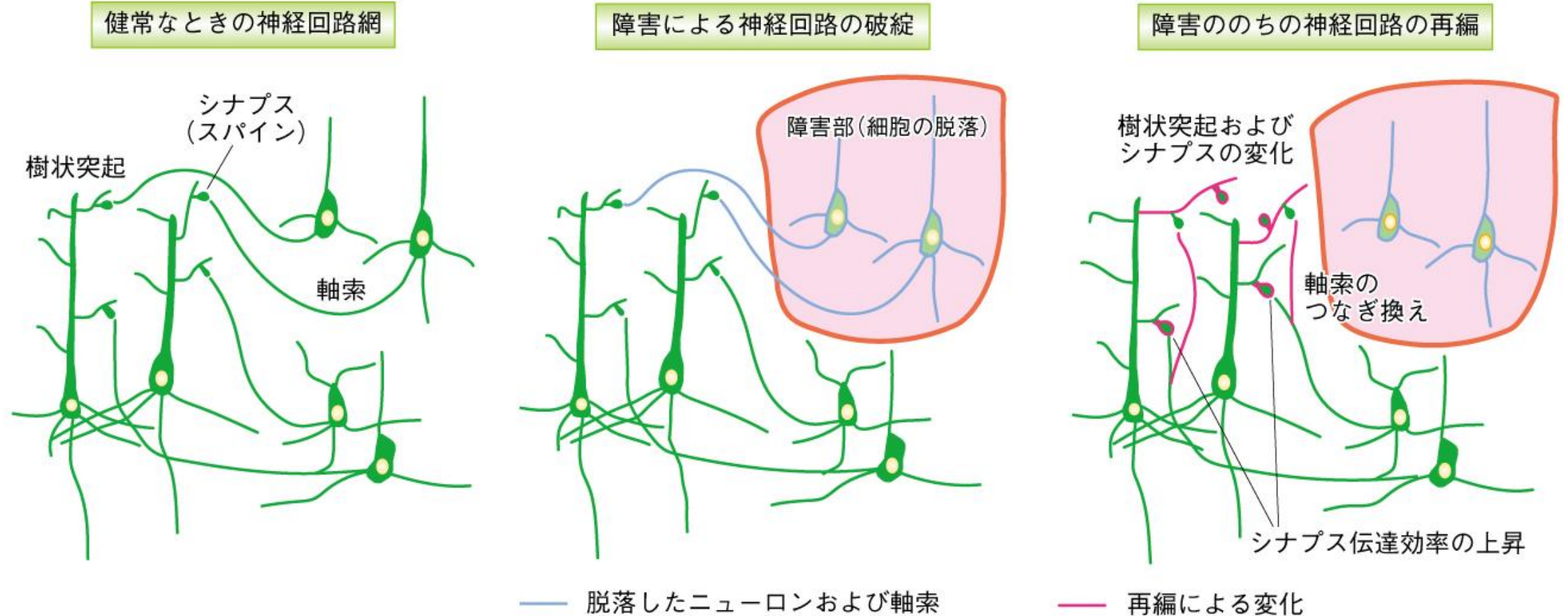
再編成 / 再組織化 (Reorganization) とは

- ✓ 脳の再組織化とは、**機能的可塑性から構造的可塑性までに至る、シナプス接続の変化(=可塑性)のプロセス**を指す。
- ✓ 顕在化(Unmasking)/神経発芽(Sprouting)/新生/消失などが繰り返され、正常では利用されていない経路の利用などにより、機能回復が生じている。



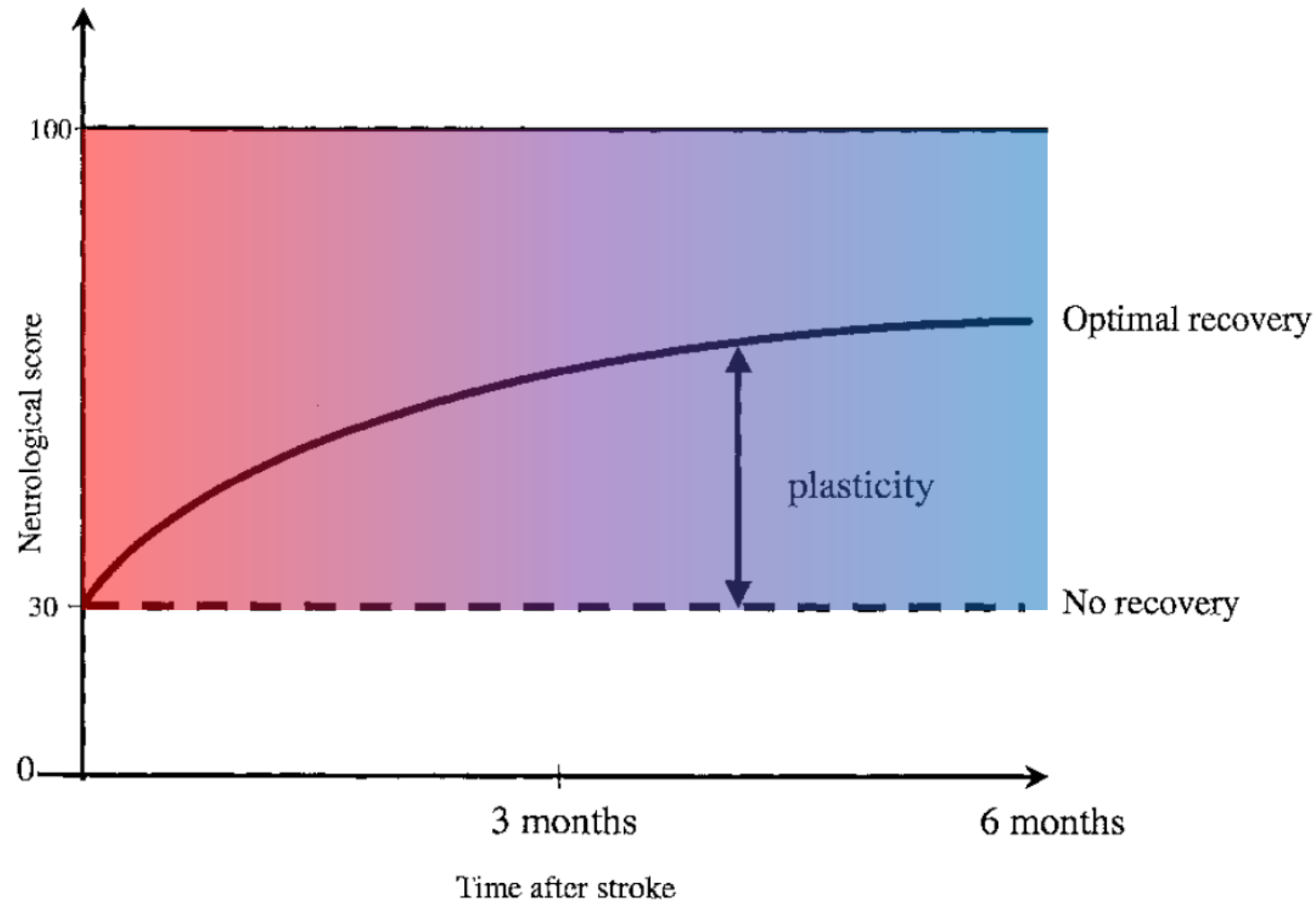
神経回路の再構成とは

- ✓ 変化のもとになったのは神経回路の接続の再編と考えられる。これまでの研究により、ニューロンの軸索や樹状突起、シナプスの接続、さらには、神経伝達効率の変化など、さまざまなレベルの可塑的な変化が神経回路の再編にかかわることがわかってきた



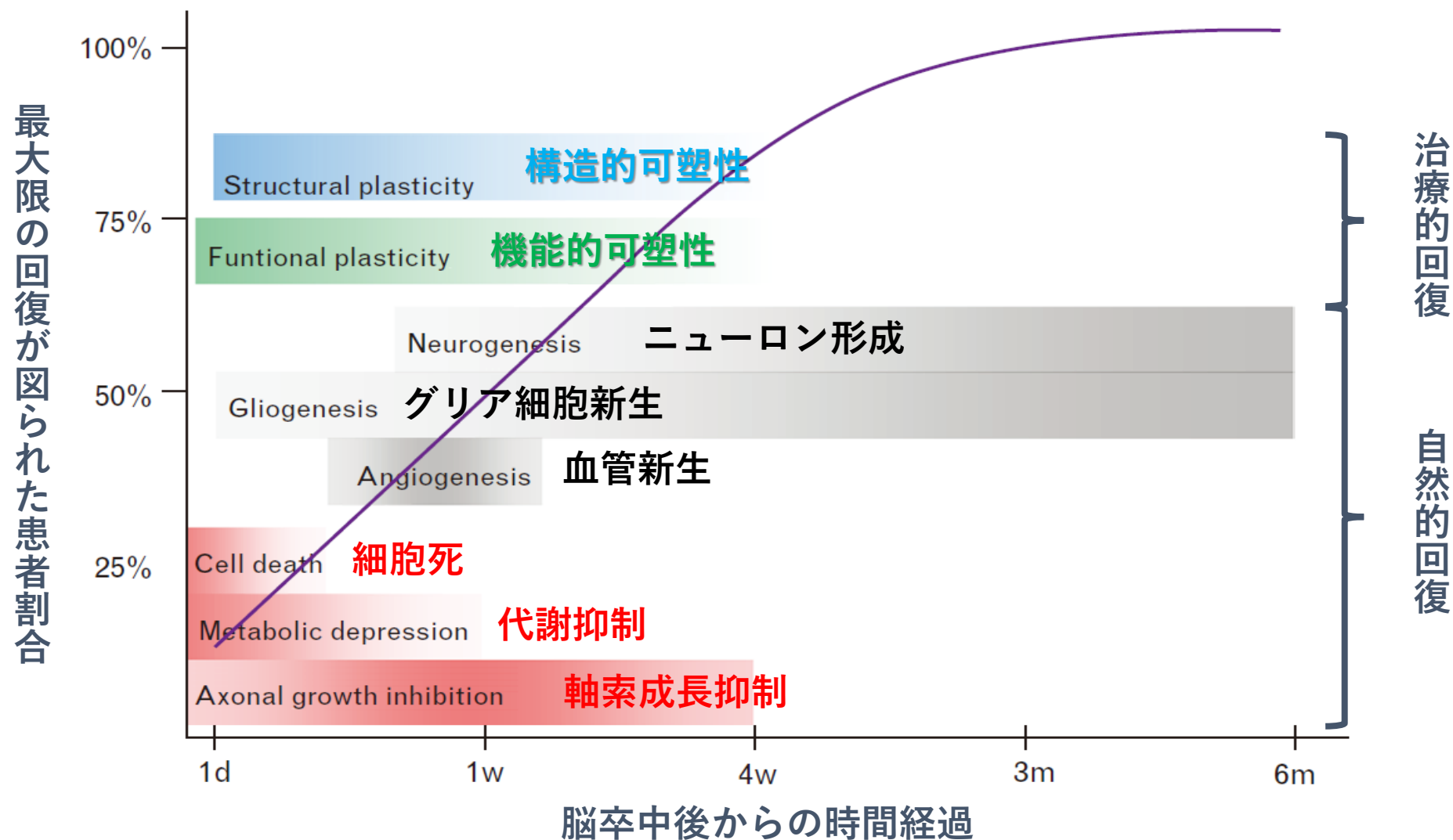
神経の機能回復経過

- ✓ 脳におけるイベント(脳卒中etc.)が発生した時点から、神経生理学的な回復は始まっている。
- ✓ 局所的変化(自然回復)と中枢神経系の再編成/再組織化が混在・移行しながら経過をたどる。



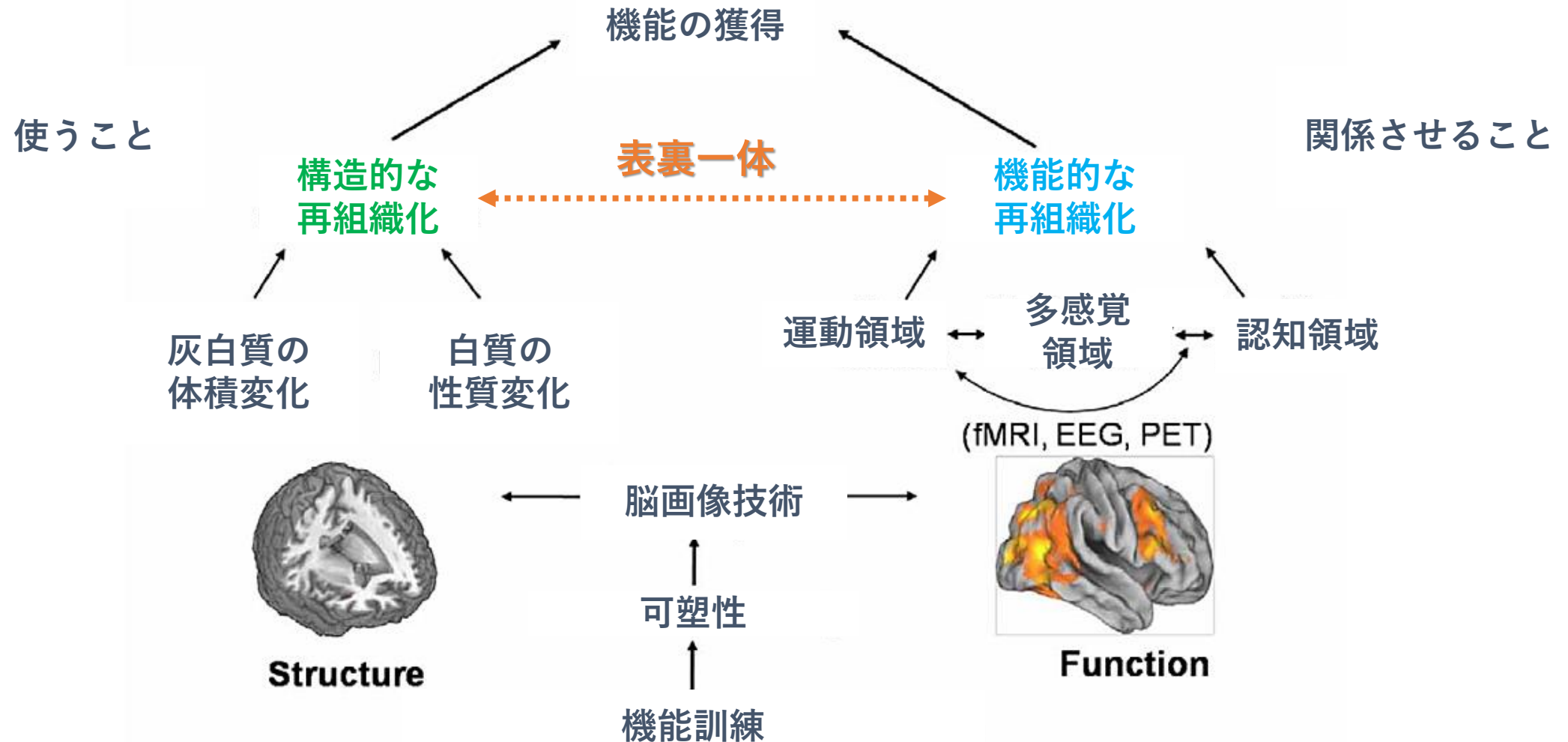
機能回復経過の中身

✓ 最大限の回復を図るには、“自然的に導かれる回復” + αセラピストが“治療的な回復を促せるか？”にかかっている。



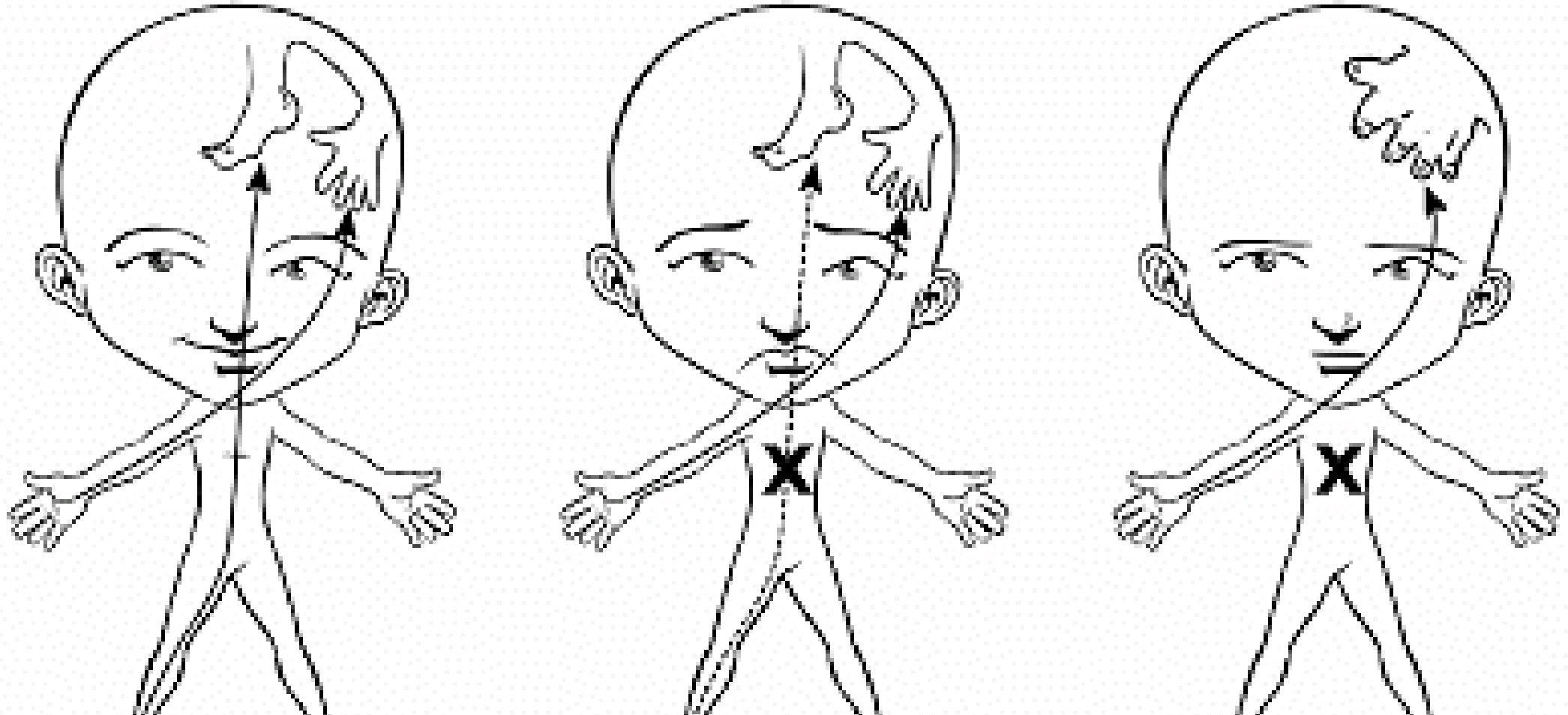
損傷レベルから回復を考える

- ✓ 再編成の可能性は、**構造的な再組織化と機能的な再組織化の両面から考える**必要性がある。
- ✓ いくら機能的再組織化(可塑性)を目的として、運動/感覚/認知的側面からの治療を展開し、それが仮に効果的に実施できていたとしても、構造的な規模(欠損etc.)に限界があれば、機能回復にも限界があることが推測される。

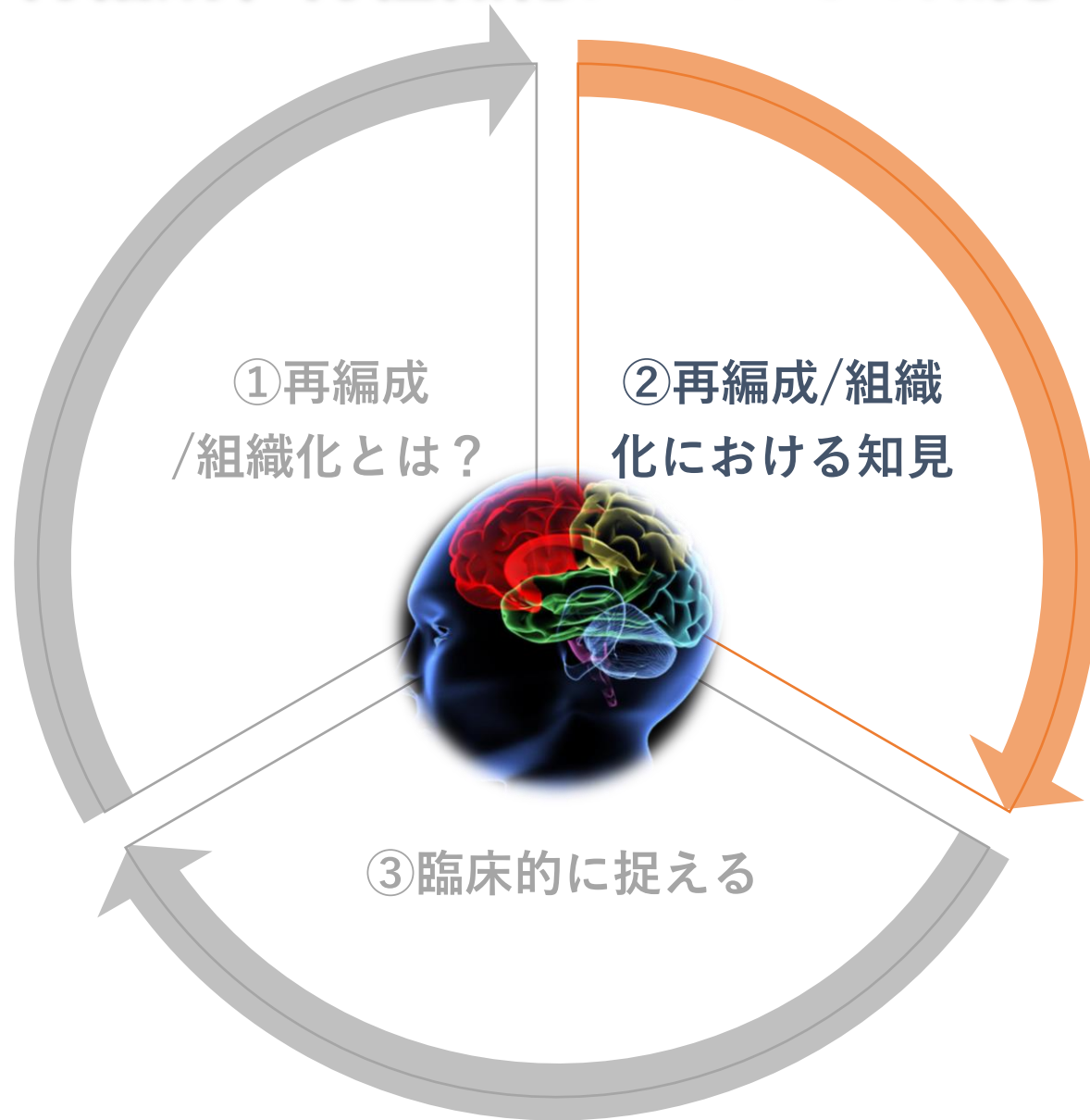


脳の再マッピング

- ✓ 前述したように、脳の広範囲に及ぶ構造的欠損や完全脊髄損傷例などの場合、機能回復としての再組織化が起こることはなく、**脳領域変化としての再組織化(Re-Mapping)**が生じる。

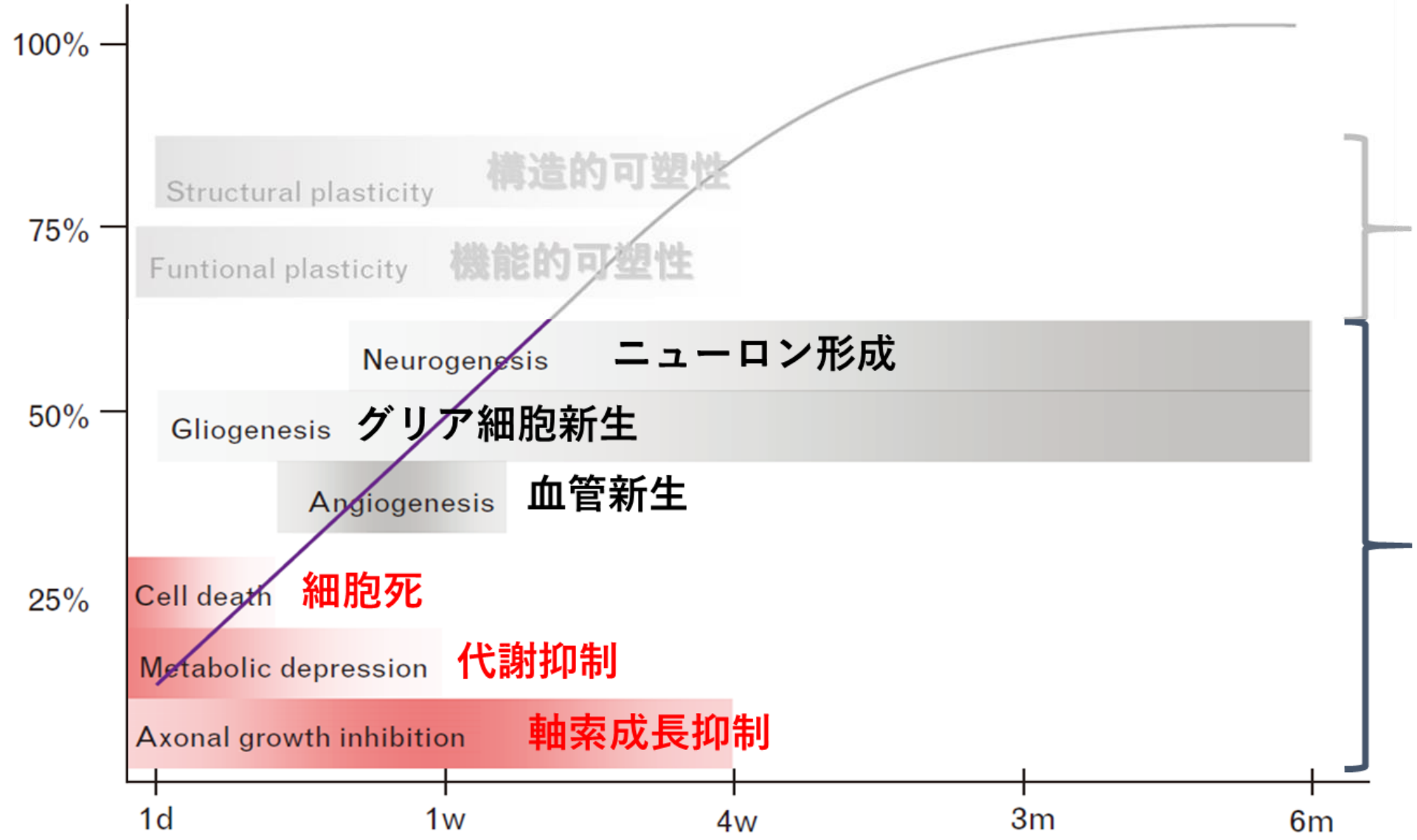


再編成 / 再組織化についての知見



自然回復

最大限の回復が図られた患者割合



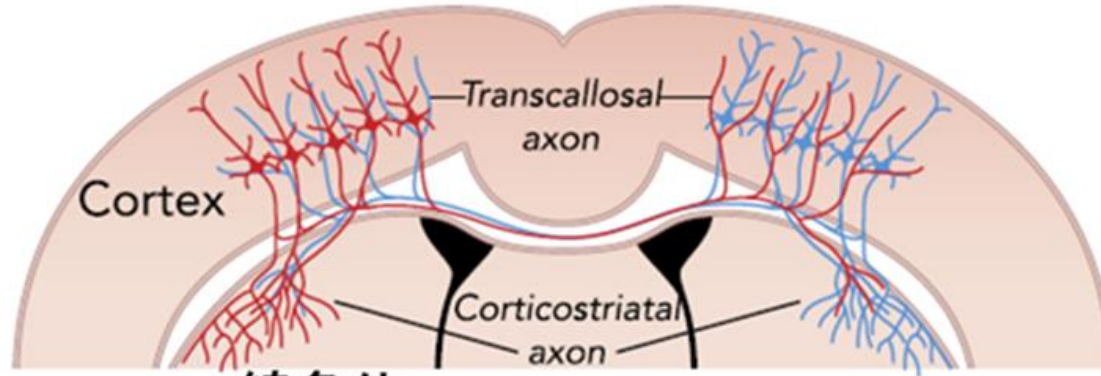
治療的回復
自然的回復

脳卒中後からの時間経過

脳卒中と自然回復

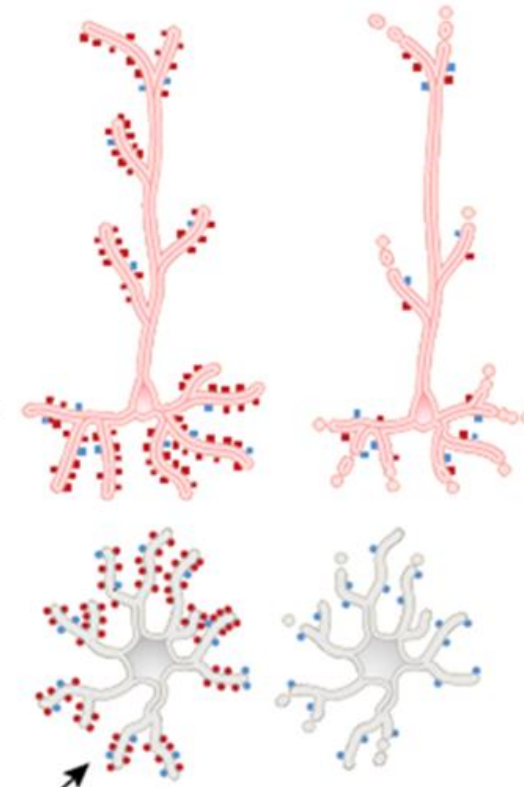
- ✓ 脳卒中後, 病巣の血流/代謝は低下し, **損傷半球からの神経活動・対側半球抑制は途絶or低下**する。
- ✓ 死滅していない近傍の虚血皮質(ペナンブラ領域)においても, 皮質活動性の低下をきたす。

脳卒中前



脳卒中前

脳卒中後



同側皮質ニューロン

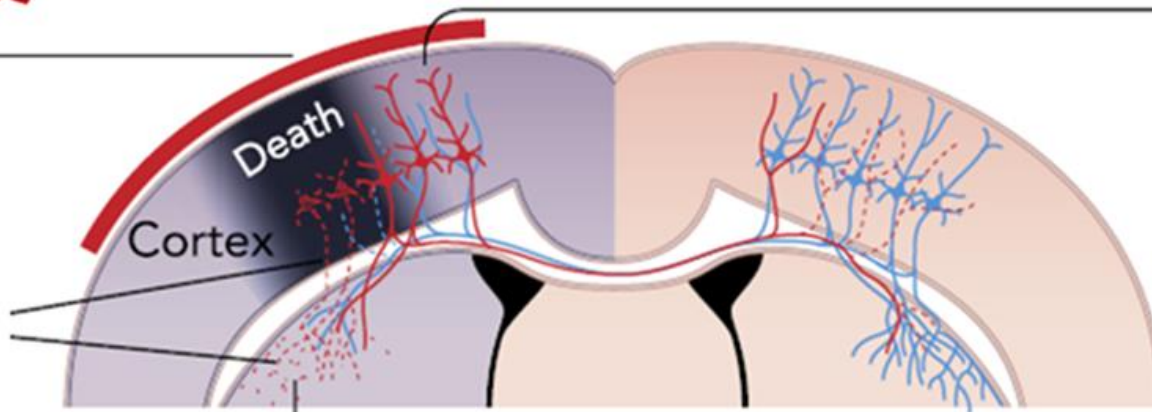
Synapses from:
● 同側皮質
● 反対側皮質

同側線条体ニューロン

Synapses from:
● 同側皮質
● 反対側皮質

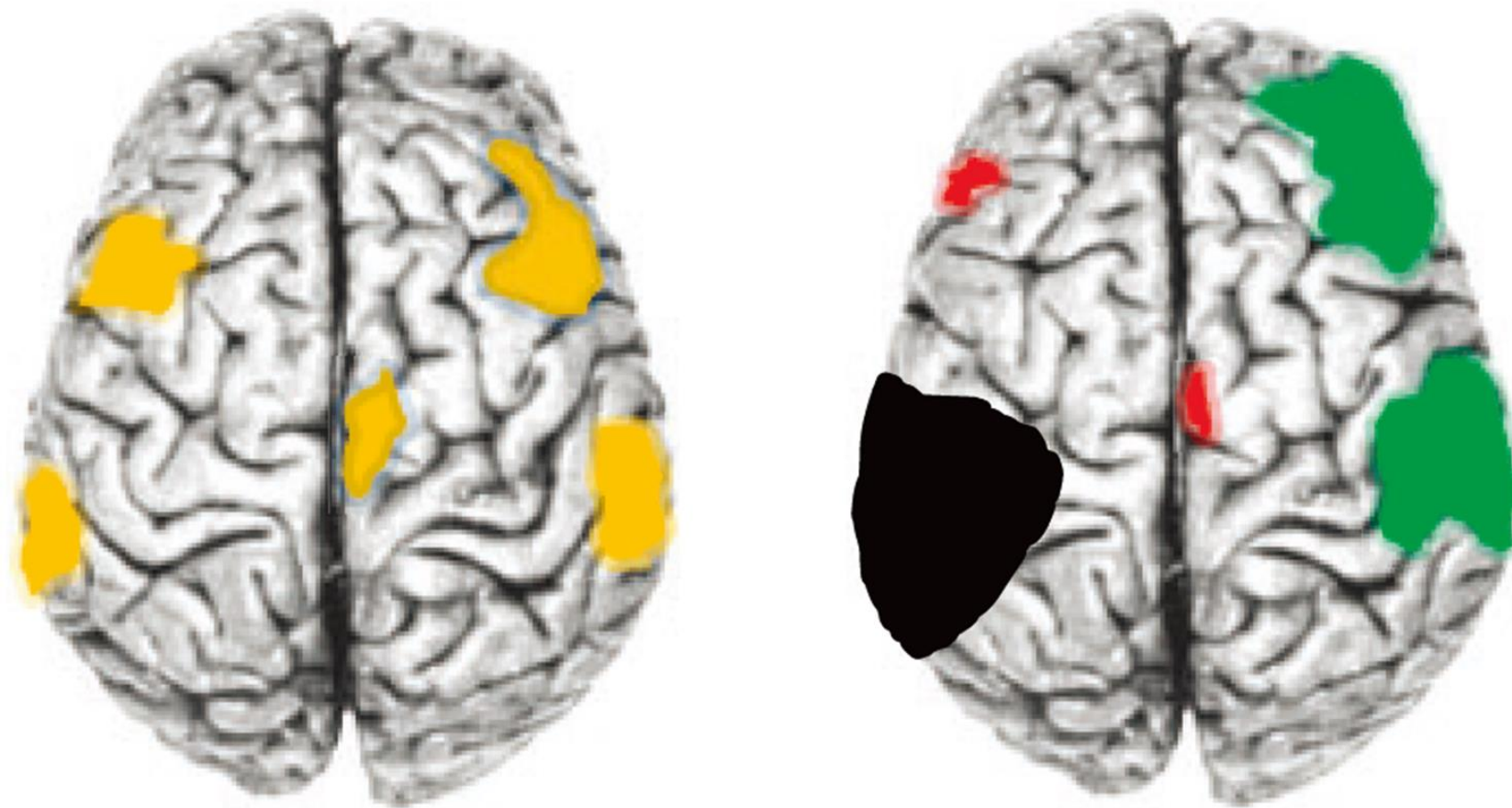
脳卒中後

血流低下
代謝低下
脱神経
破壊された神経活動

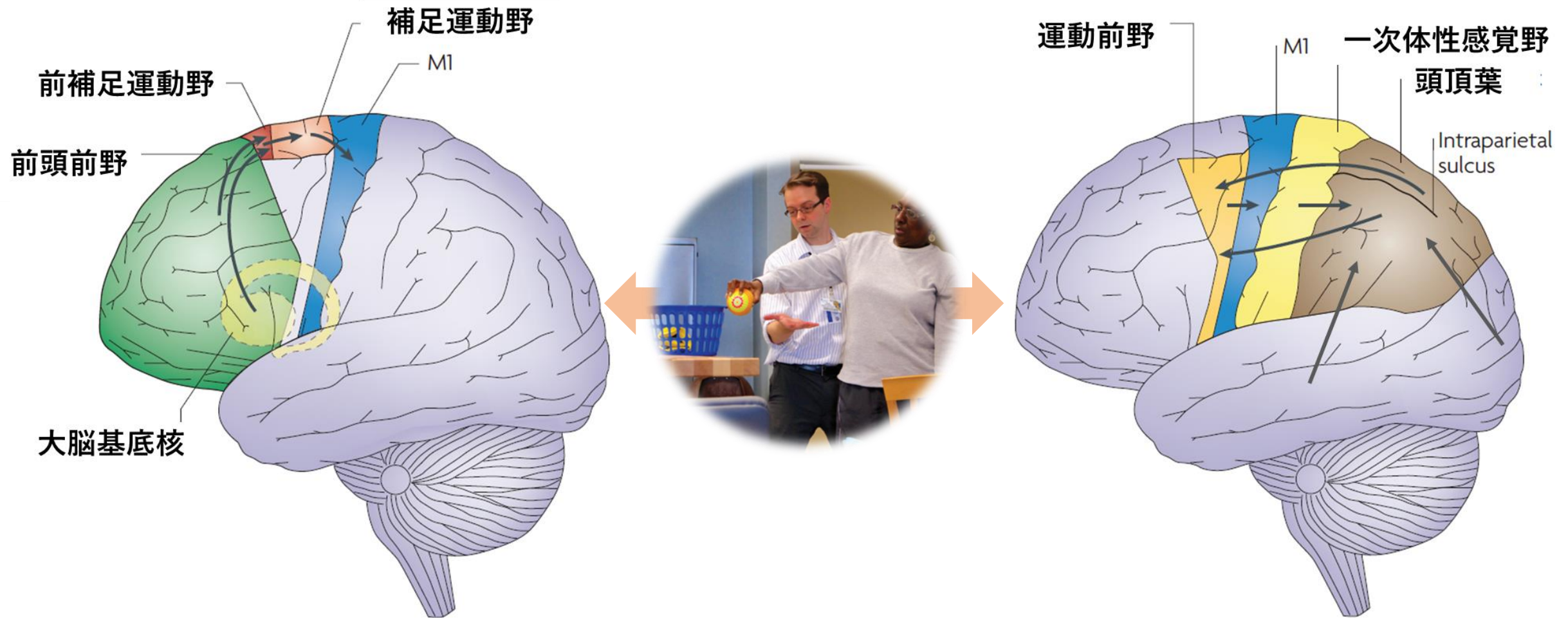


機能乖離

- ✓ 脳卒中を始めとした中枢神経系障害により、半球間の抑制バランスが崩れることが知られている(半球間抑制).
- ✓ 半球間という抽象的観点では不十分で、損傷した病巣がその他の皮質部位とどのような接続性をもっているのか？
によって、遠隔的に損傷がないにも関わらず、関連皮質の過剰な活動性や低下を認める(機能解離：Diaschisis).



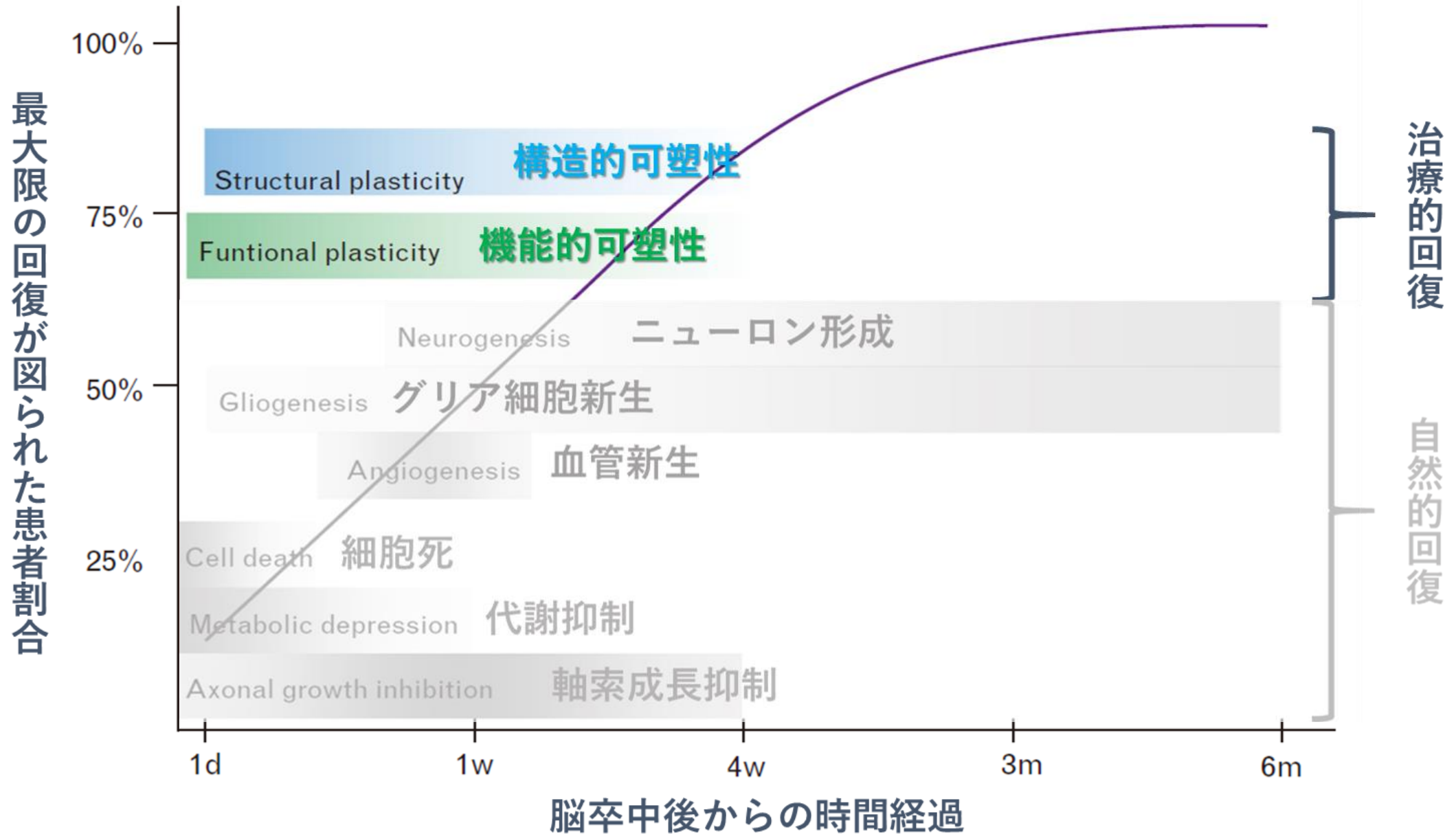
脳内の機能的接続性



- 内的欲求から始まる前頭葉で計画された運動は、前補足運動野(Pre-SMA)⇒補足運動野⇒M1へと投射

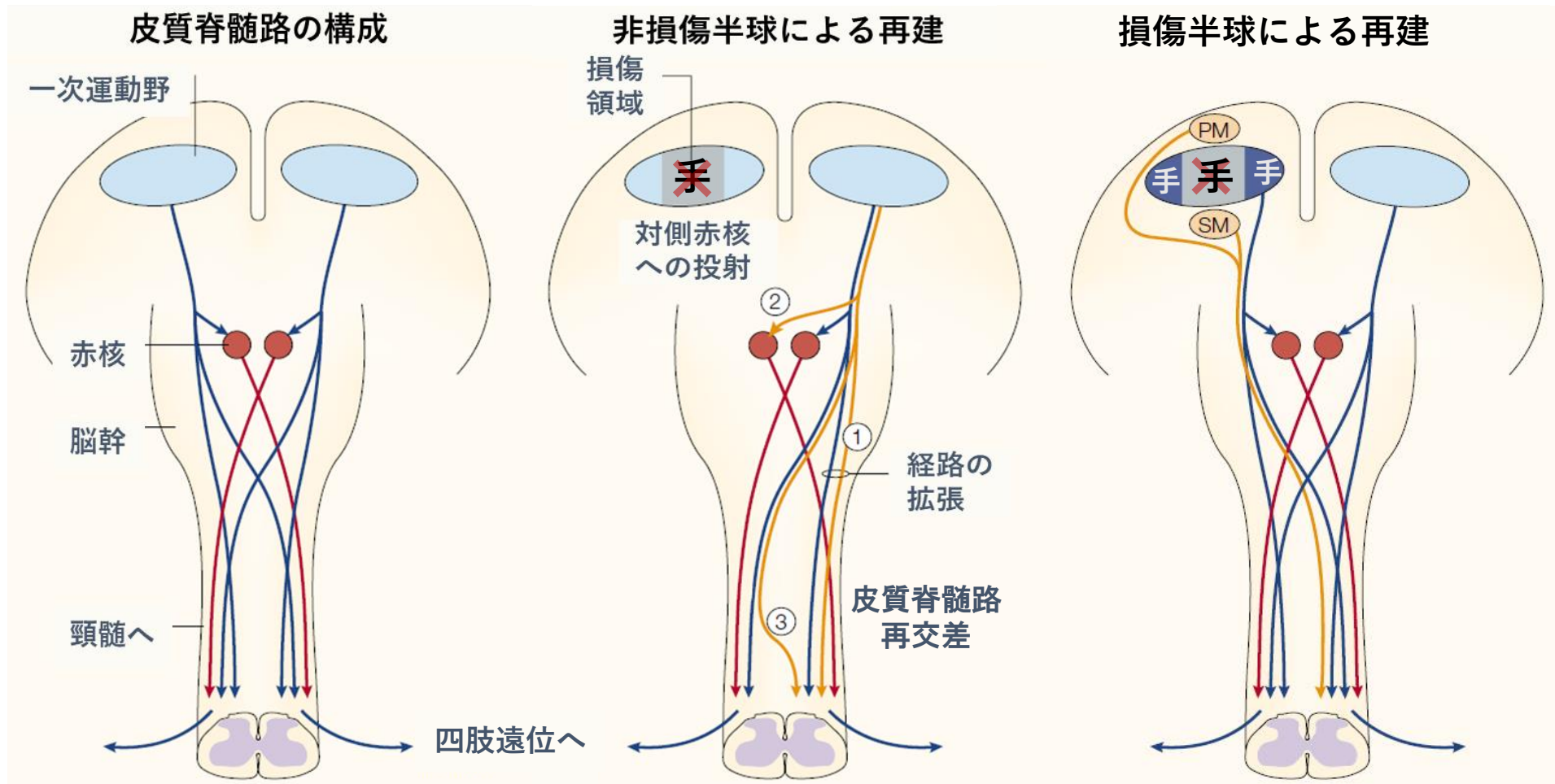
- 諸感覚情報に基づく頭頂葉で計画される運動は、腹側運動前野(PMv)⇒M1へと投射

治療的回復



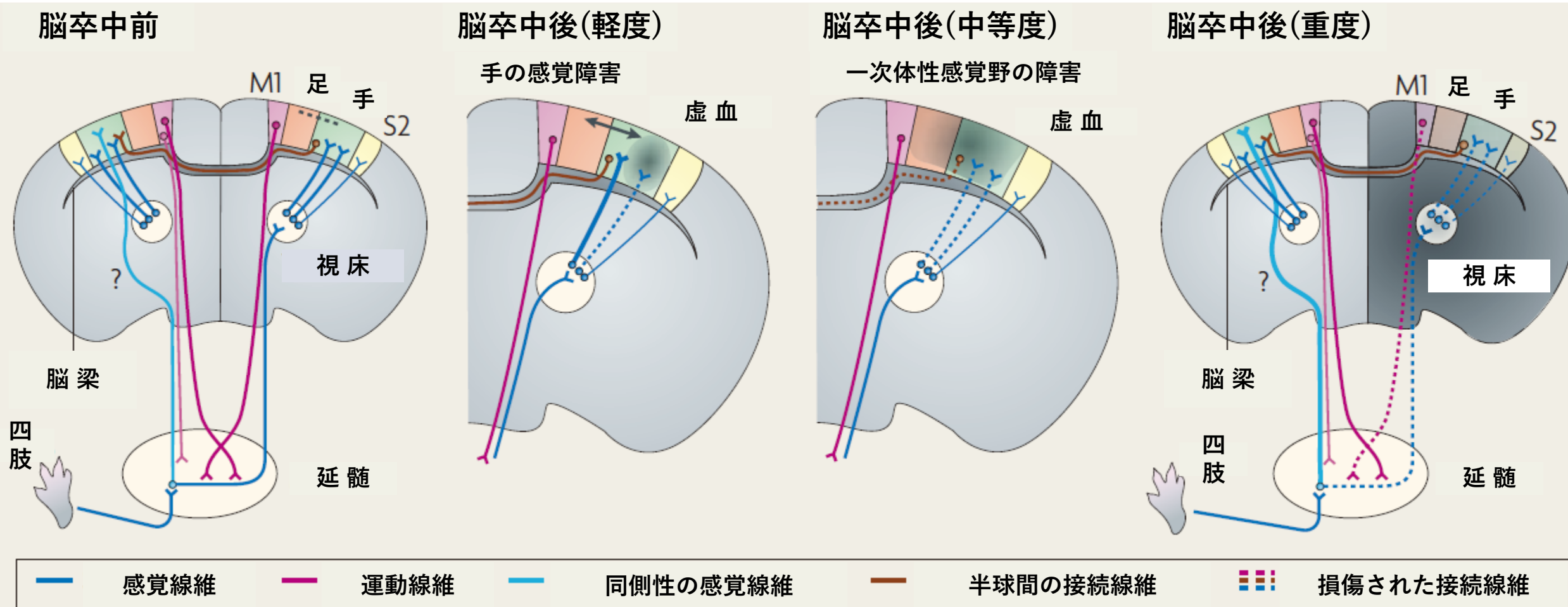
非損傷半球/損傷側半球における神経の再組織化

- ✓ 自然的回復のプロセスに加え、死滅した神経細胞分を補完するためには治療的回復過程(≒セラピー)が必要となる。
- ✓ 損傷側半球においては、隣接する皮質領野が代替的に損傷領域が保持していた機能を請負うように再組織化される。また、運動前野や一次体性感覚野からも代償的な下行線維が活性化され、損なわれた皮質脊髄路線維を補完する。
- ✓ 非損傷側では、①同側下行路の拡張②反対側赤核への投射線維形成③外側皮質脊髄路の再交叉があるとされている。



再組織化に必要な感覚運動の循環

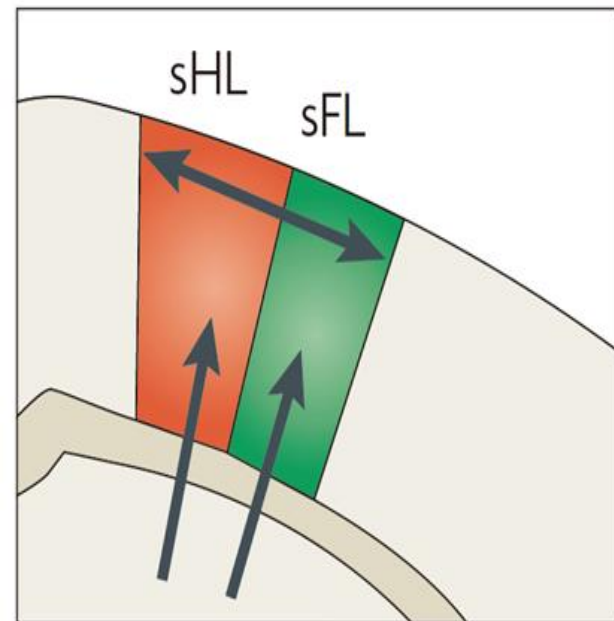
- ✓ 運動システムの再組織化には、感覚システムの再組織化が必要要件になってくる。
- ✓ したがって、損傷程度によってどのような感覚を協調するのか？また広範囲の病巣であるならば、非損傷側半球における同側線維を意識してアプローチする視点も必要になってくる。



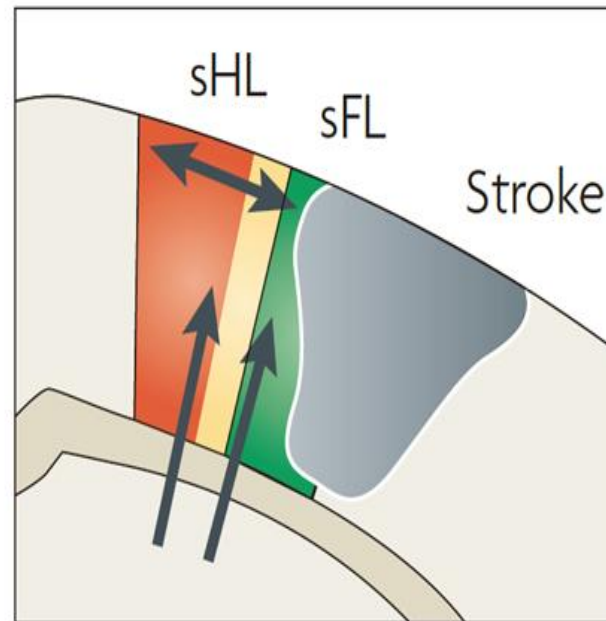
神経の機能回復経過損傷半球における感覚システムの再組織化

- ✓ 脳卒中発症後における一次体性感覚野の経時的変化を報告した研究では、隣接領野での代替的機能代償を認めた。
- ✓ 損傷エリアへの感覚入力は、**体性感覚皮質の機能的地図に影響(再組織化)を及ぼす可能性がある**ことが示唆される。
- ✓ しかしながら、損傷エリアが広範囲の場合においては代替するエリアを欠くため、隣接領野での代償は難しい。

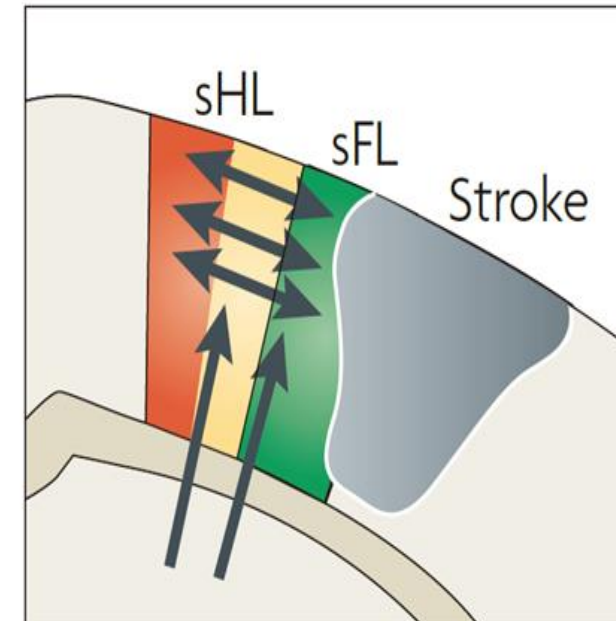
Before stroke



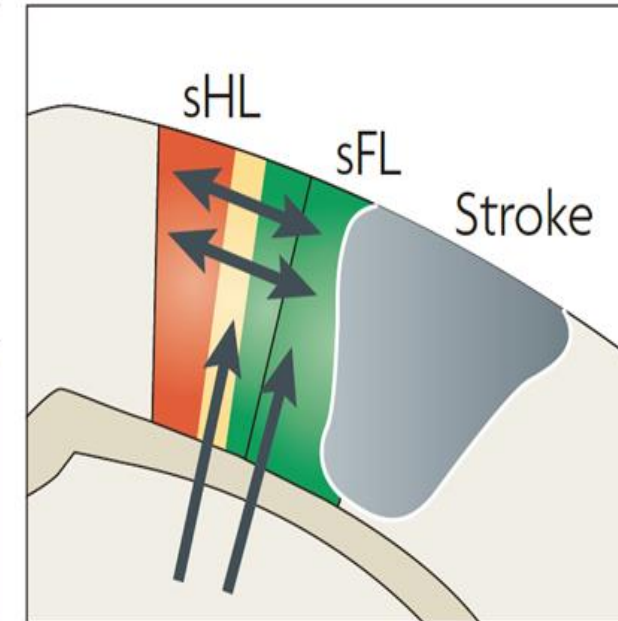
Hours to 1 week after stroke 1-4 weeks after stroke



1-4 weeks after stroke

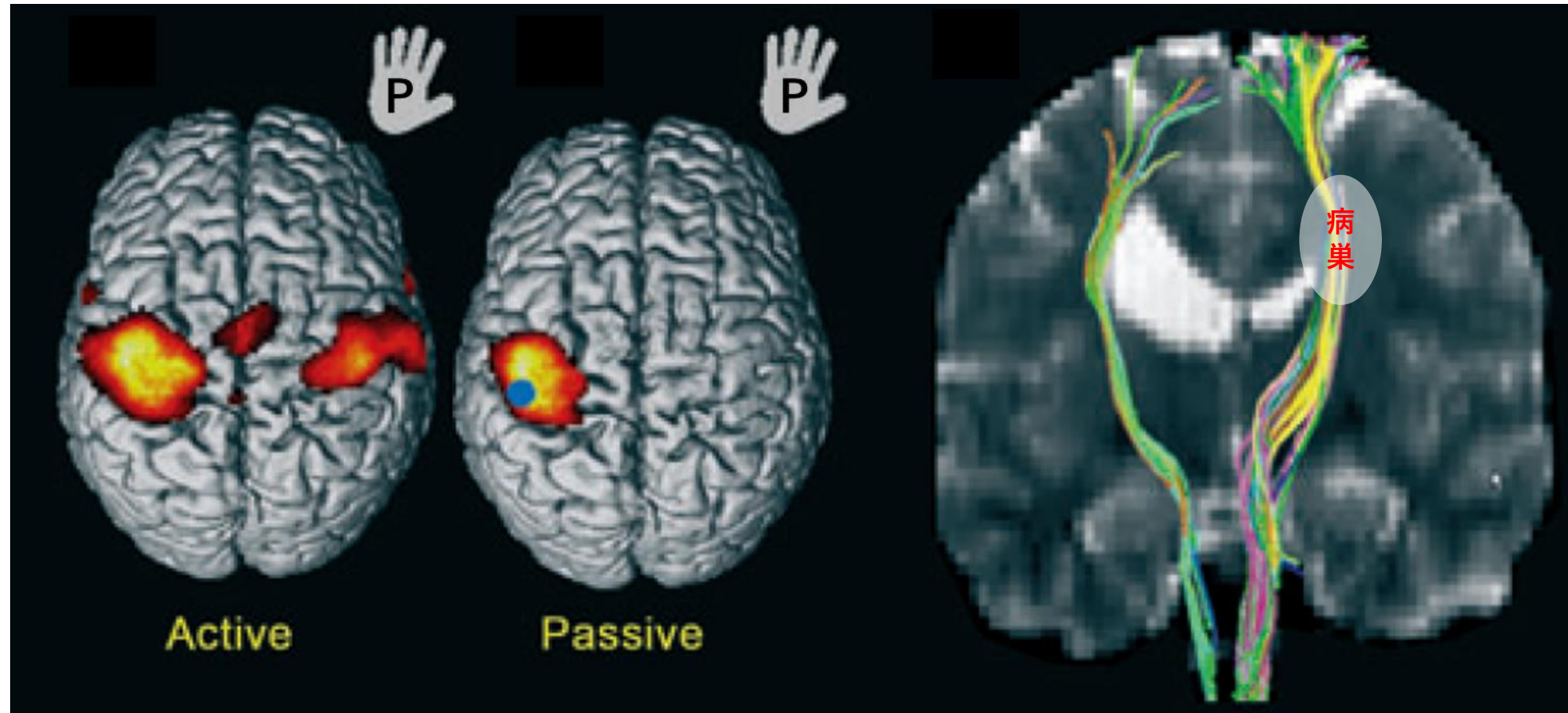


4-8 weeks after stroke



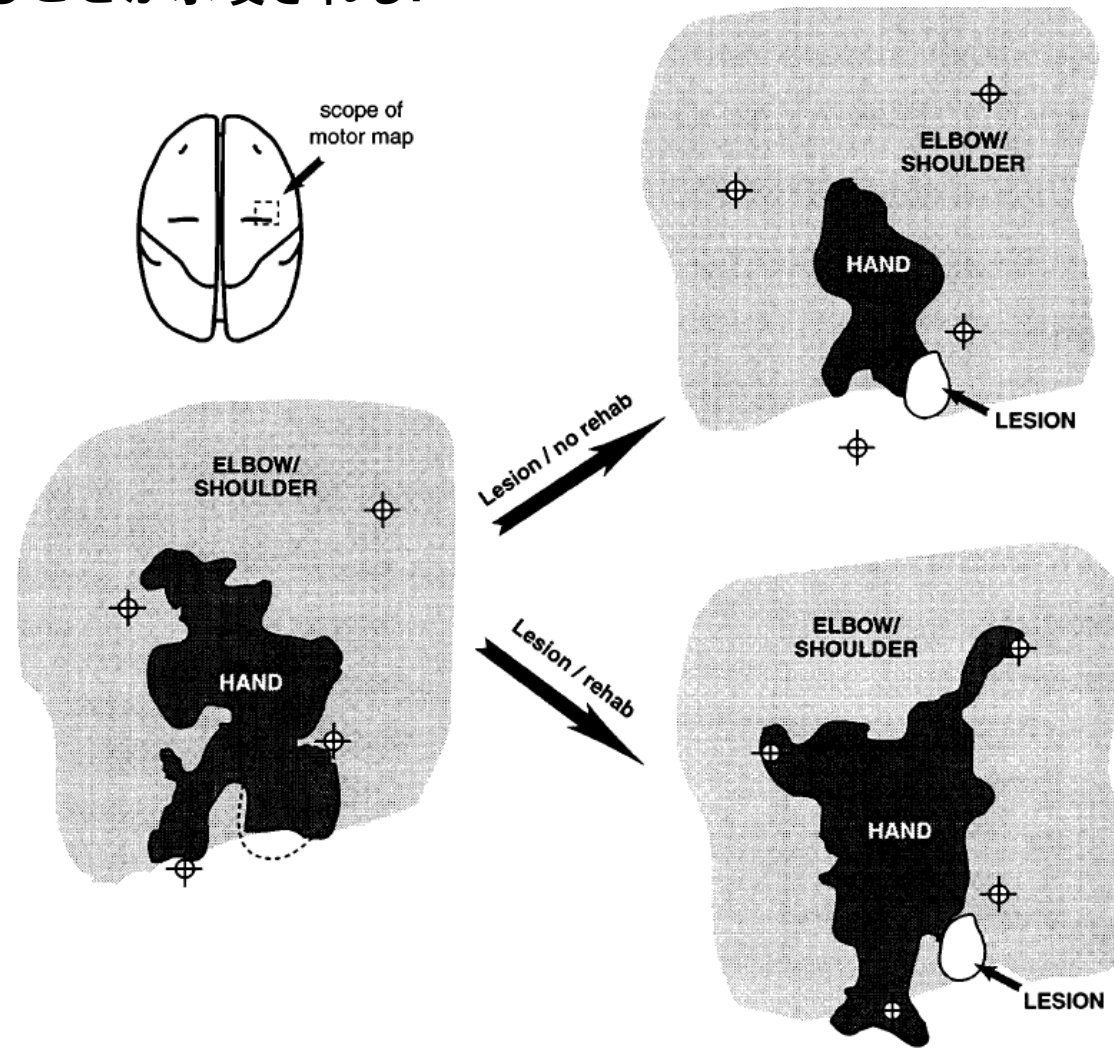
非損傷半球における感覚システムの再組織化

- ✓ 麻痺側の手に対して、能動的動作(Active Movement)と受動的動作(Passive Movement)を用いた報告において、能動的動作は受動的動作と異なり、両側での一次体性感覚野を中心とした活性化を認めた。
- ✓ また、対側線維による再組織化が、受動的動作と比較して顕著に認められた。

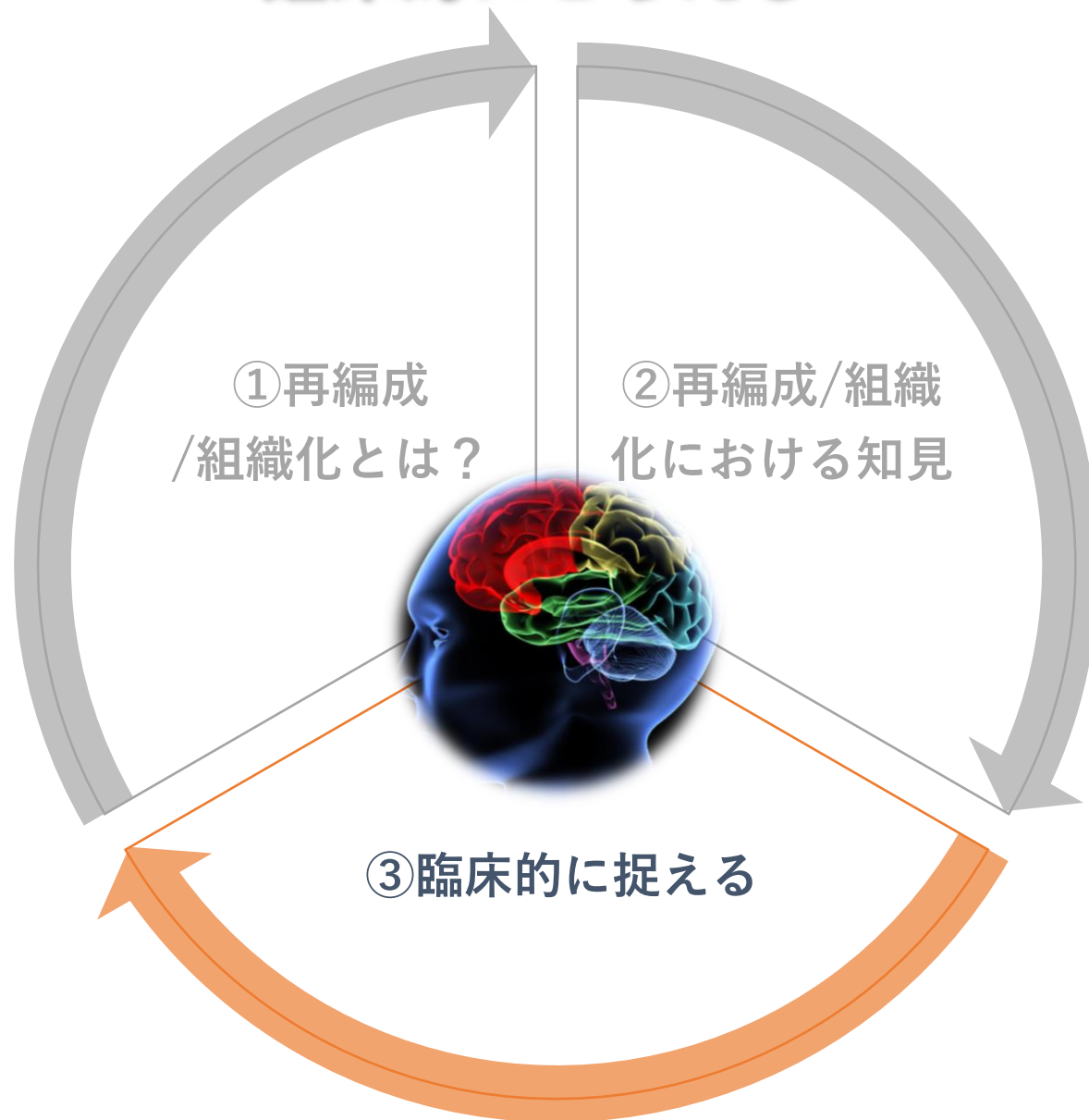


再組織化とリハビリテーション

- ✓ 再組織化における治療的回復を促すうえで「リハビリテーション」は重要な役割を担っている。
- ✓ 脳損傷後の「リハなし」と「リハあり」では、障害領域の拡大・縮小に大きな影響を与え、必然的にその後の機能的経過にも大きく関わってくることが示唆される。

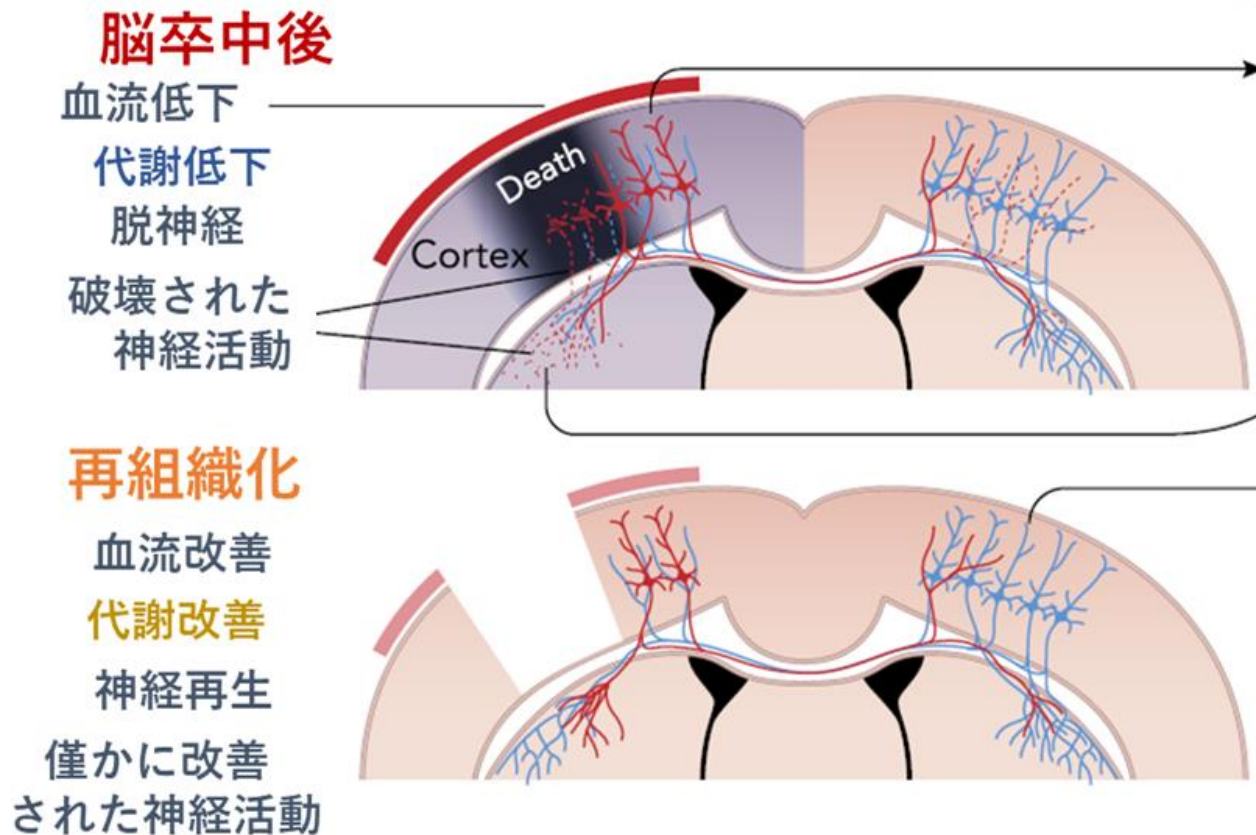


臨床的にとらえる



神経の復旧を助けるのか？ 阻害するのか？

- ✓ 脳損傷後の 自然的回復経過において、損傷半球からの対側半球への抑制活動は低下する。
- ✓ この時期において、非損傷側半球を過剰に使用させる治療・動作戦略は損傷側半球への抑制を高めることに繋がる。
- ✓ 代償的戦略のもとで脳が再組織化されれば、損傷脳の積極的な活性化へと至ることが困難になることも推測される。



プロセスで考えるアプローチ



- 非麻痺側の不適切な治療
→ 過度な使用/動作の訓練

- 麻痺側の不適切な治療
→ 不使用/感覚入力の不足
→ 非損傷側半球からの抑制

- 非麻痺側の不適切な治療の継続
→ 過度な使用/動作の学習

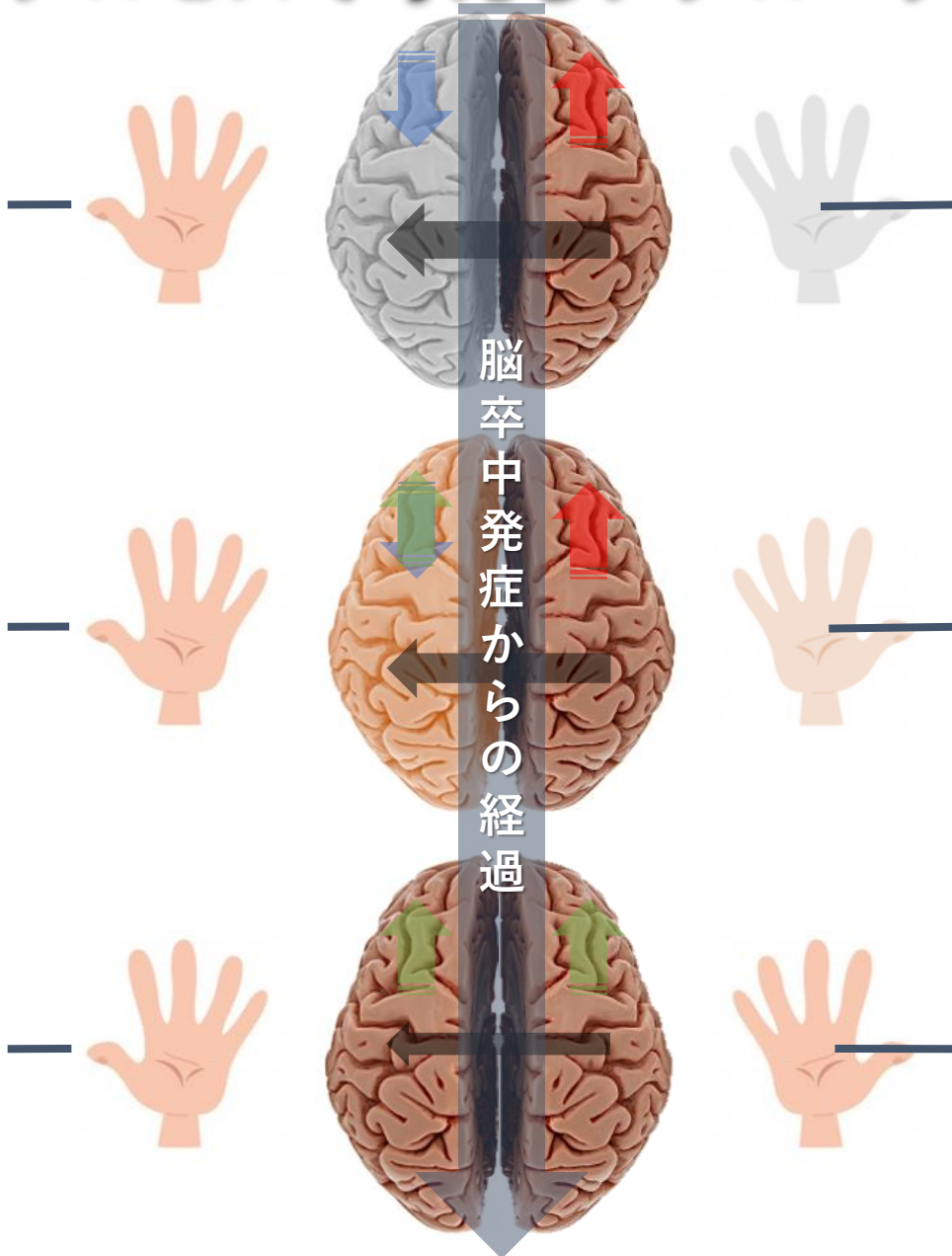
- 麻痺側不適切治療の継続
→ 不使用/感覚入力不足に伴う不活性化の遷延
→ 非損傷側半球からの抑制の高まり

- 非麻痺側の不適切な治療の定着
→ 過度な使用/動作での再組織化

- 麻痺側不適切治療の定着
→ 不使用/感覚入力不足に伴う身体イメージの喪失
→ 非損傷側半球からの抑制の高まり

プロセスで考えるアプローチ

脳卒中発症からの経過



- 非麻痺側の適切な治療
→ 過剰な使用/支持の回避

- 麻痺側の適切な治療
→ 使用/感覚入力
→ 非損傷側半球からの最小限の抑制

- 非麻痺側の適切な治療の継続
→ 過度な使用/動作の回避

- 麻痺側の適切な治療の継続
→ 使用/感覚入力に伴う活性化
→ 非損傷側半球からの抑制の軽減

- 非麻痺側の不適切な治療の定着
→ 適切な使用/動作での再組織化

- 麻痺側の適切な治療の定着
→ 使用/感覚入力に伴う身体イメージの改善
→ 非損傷側半球からの抑制の軽減

Discussion

