

# 神経障害理学療法学

担当：網本和

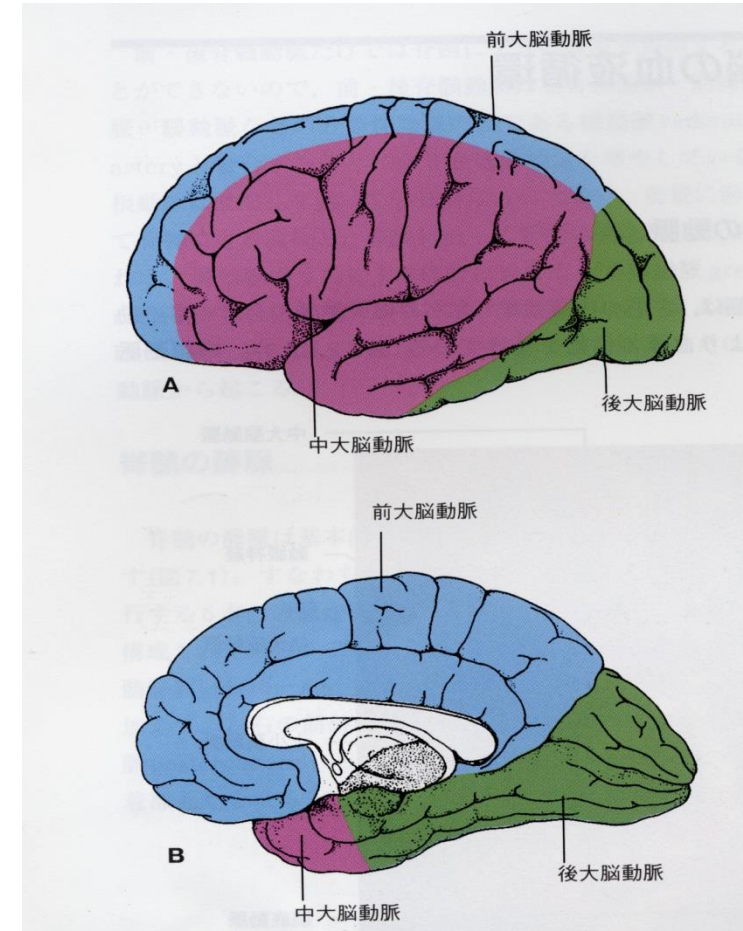
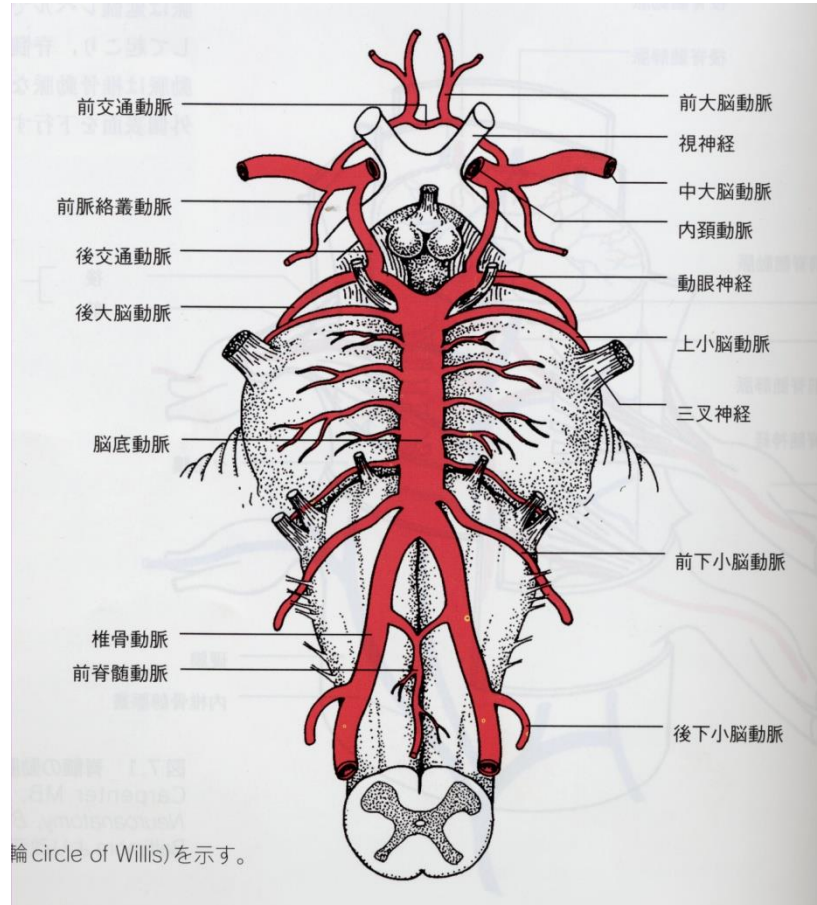
# 講義内容

- 1. 神経理学療法総論
- 2. 中枢神経系の構造と機能
- 3. 脳障害の病態と評価
- 4. 回復のメカニズム・予後予測
- 5. 嚥下障害
- 6. 応用行動分析

# 本講義の目標

- 脳損傷例に関して、急性期から慢性期までの評価と治療が一貫して施行できるようになること。
- 適切なリスク管理と各種の治療技術を習得できること。

# 脳の血管（脳底動脈と支配領域）



# 脳の水平断面

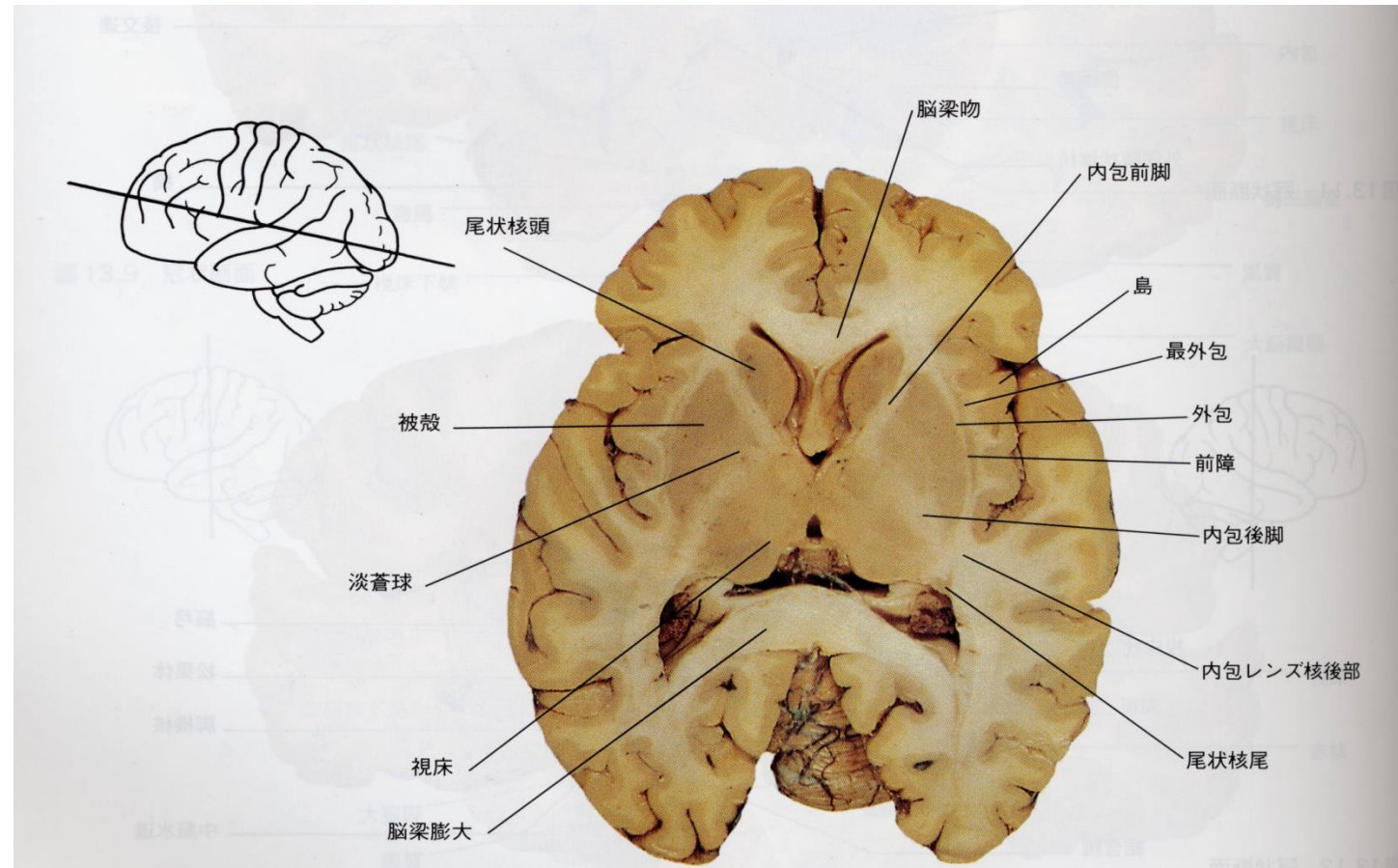
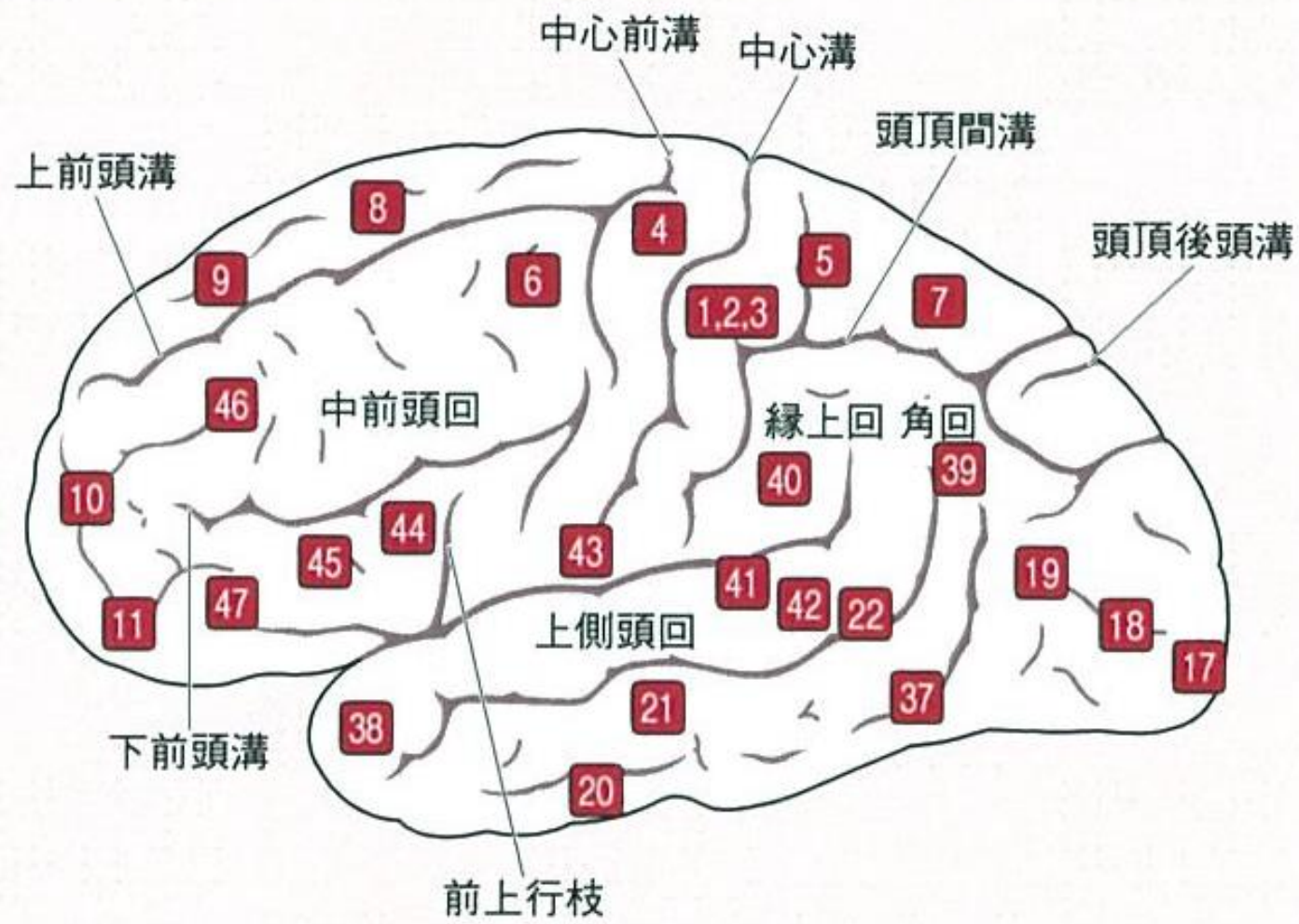
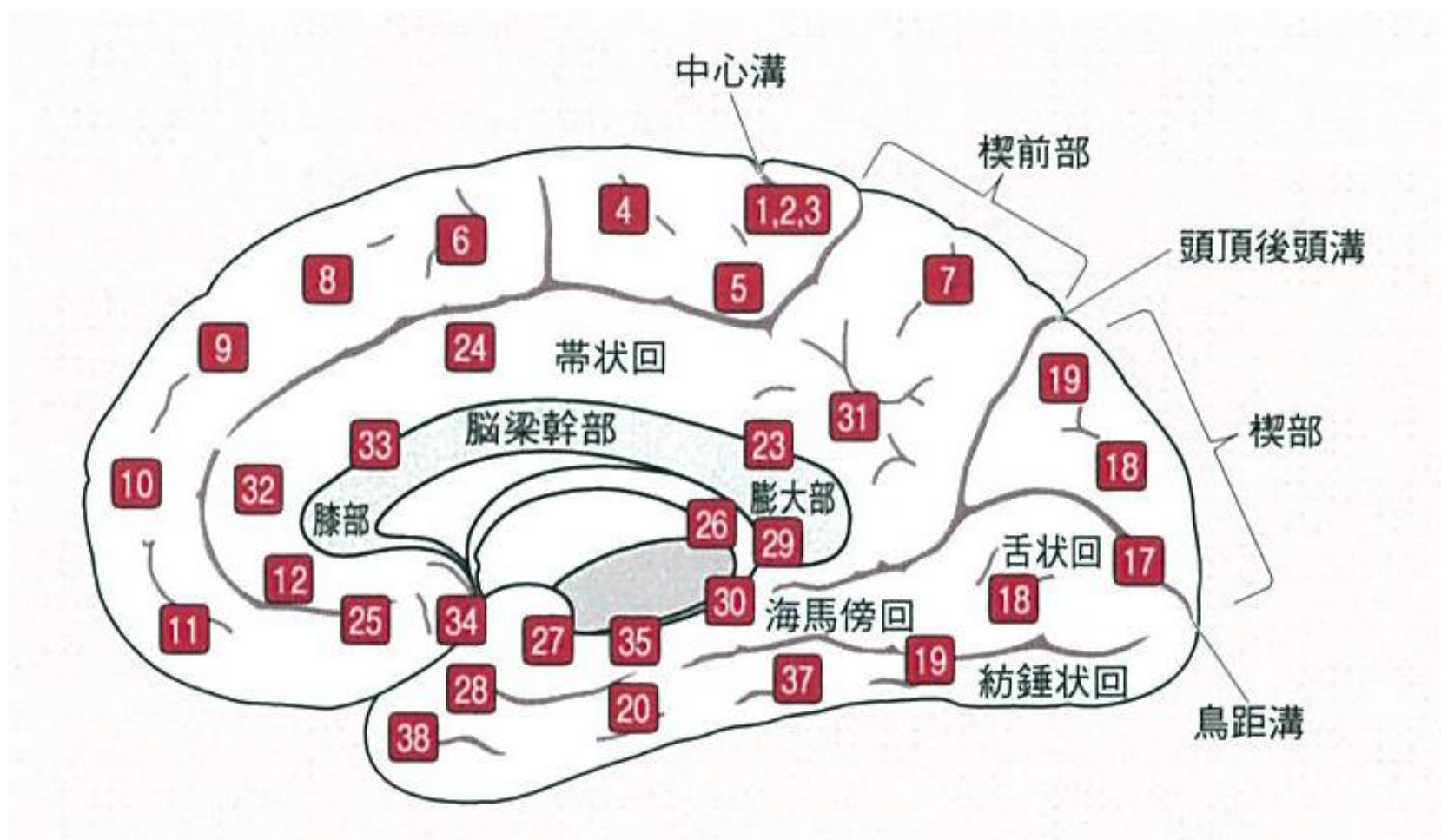
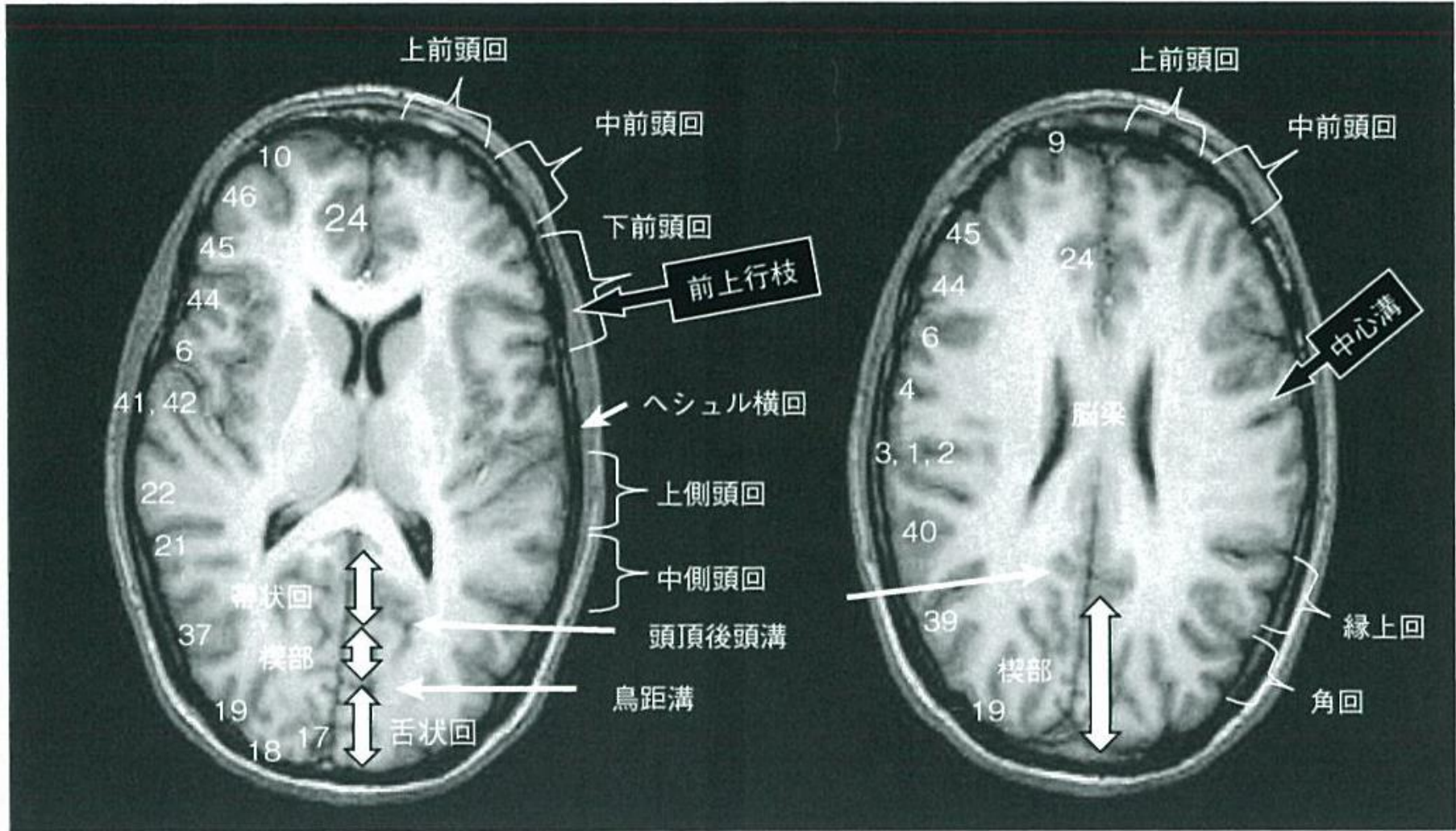


図 13.14 脳の水平断面 horizontal section







# 中枢神経系の構造と生理 (VTR参照)

## 神経系の発生と区分

- 大脳
- 脳幹
- 小脳
- 脊髄

## 神経系を構成する細胞

神経細胞

興奮の伝導

支持細胞

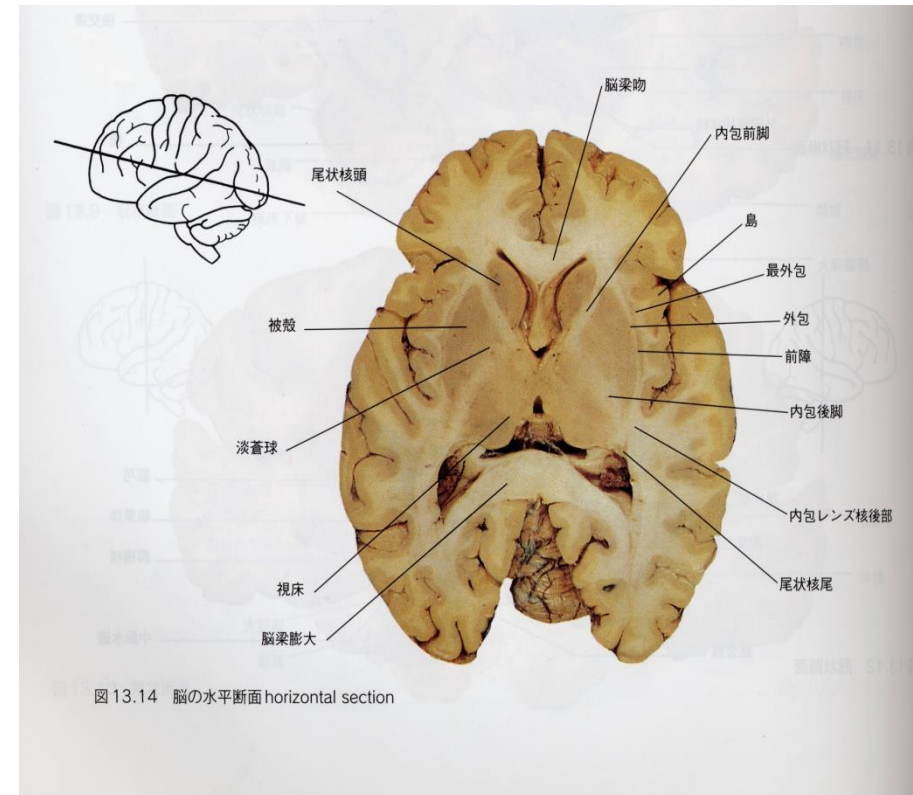
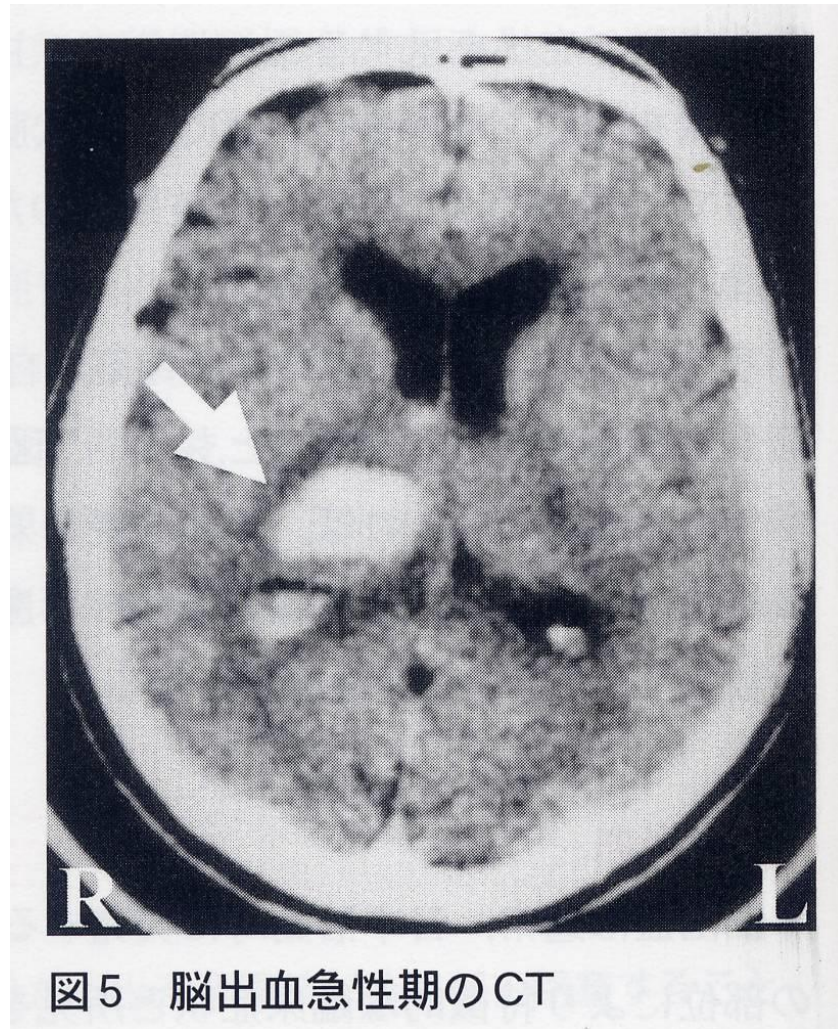
# 脳血管障害の分類

- 脳内出血
- 脳梗塞
- くも膜下出血
- TIA
- 高血圧性脳症

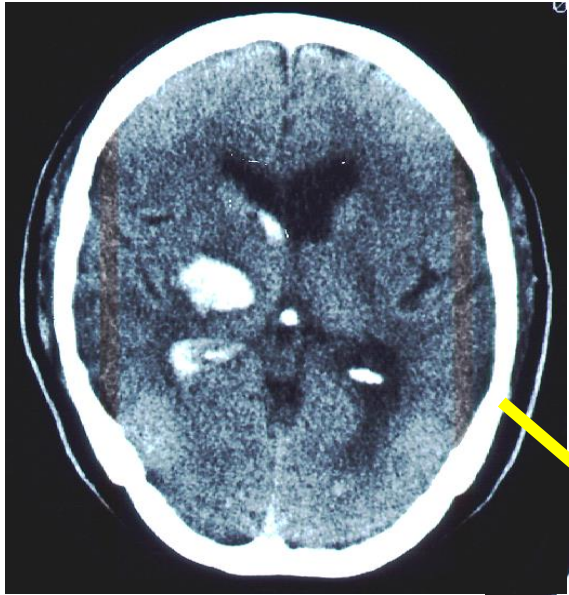
# 脳内出血 (Hemorrhage)

- 外側型 (被殻 putaminal) : 頻度40% 外科的適応あり、脳室穿破すると予後不良
- 内側型 (視床 thalamic) : 頻度20%、視床下部に伸展すると予後不良
- 橋出血
- 小脳出血
- くも膜下出血

# 右視床出血例のCT



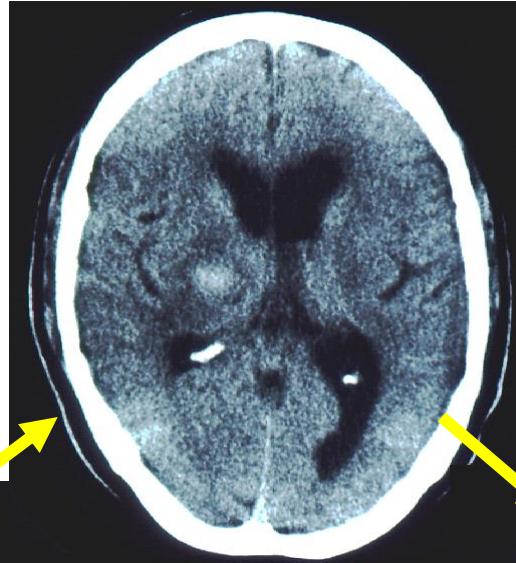
# 脳出血CT画像の経時的変化



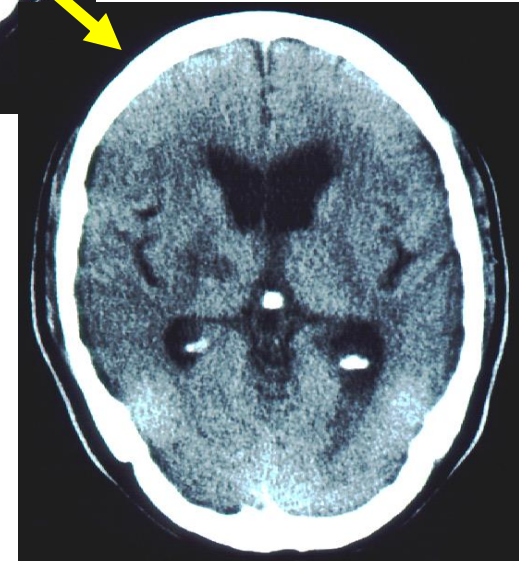
視床出血  
発症当日



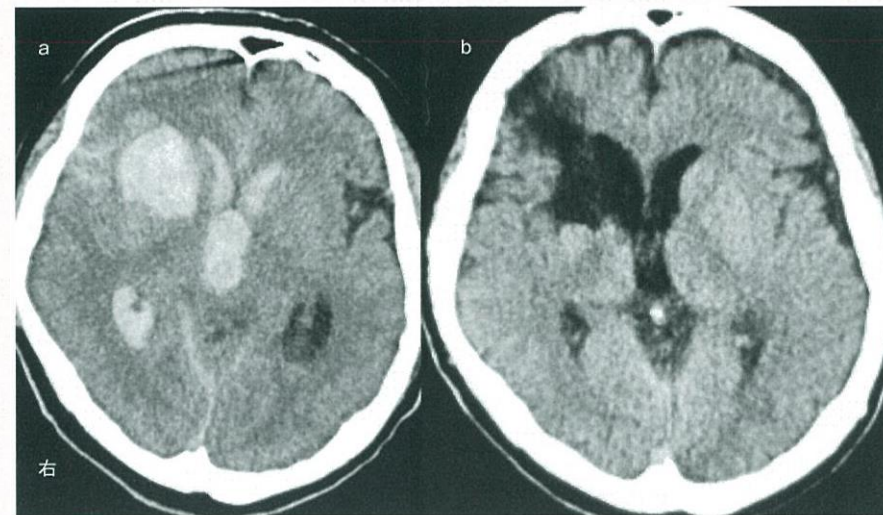
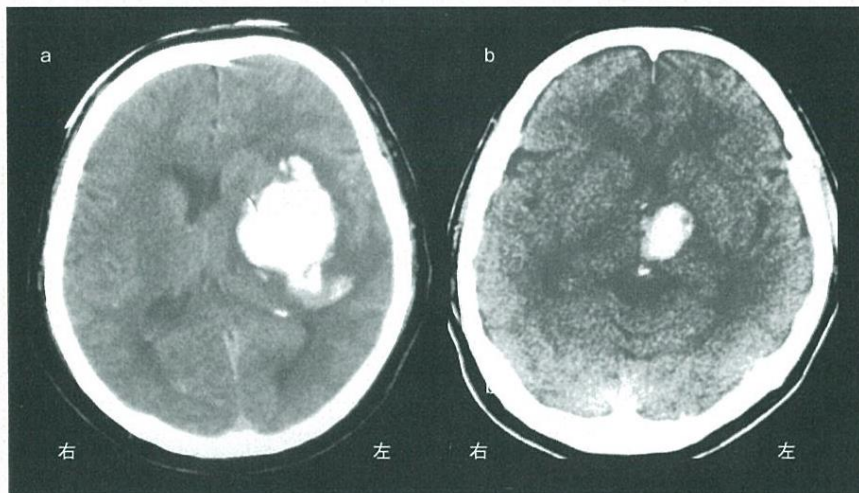
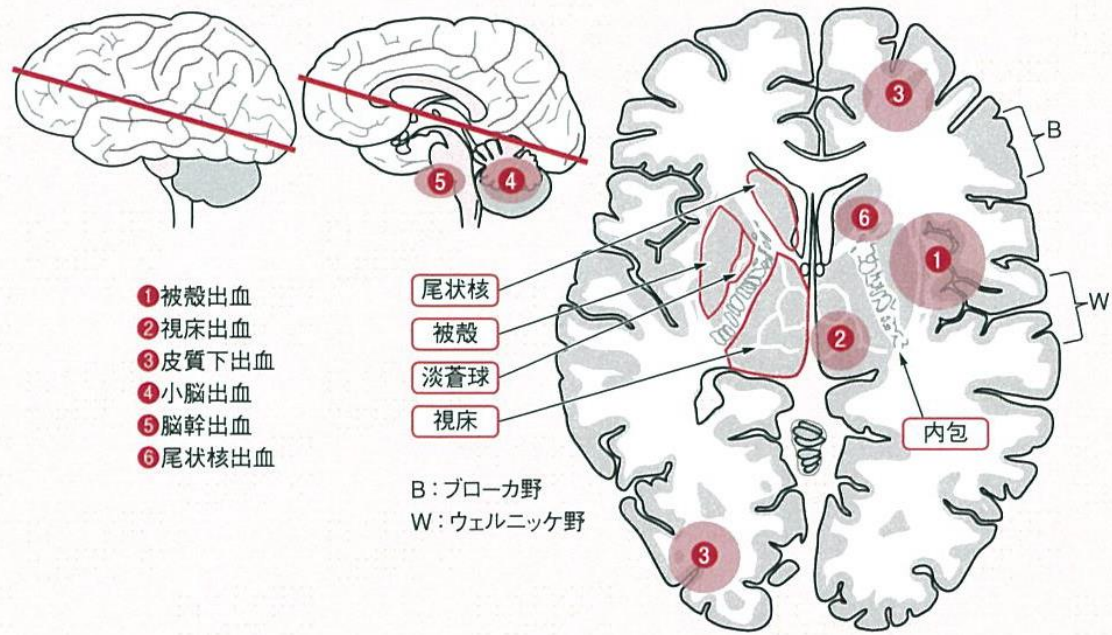
5日目；浮腫出現

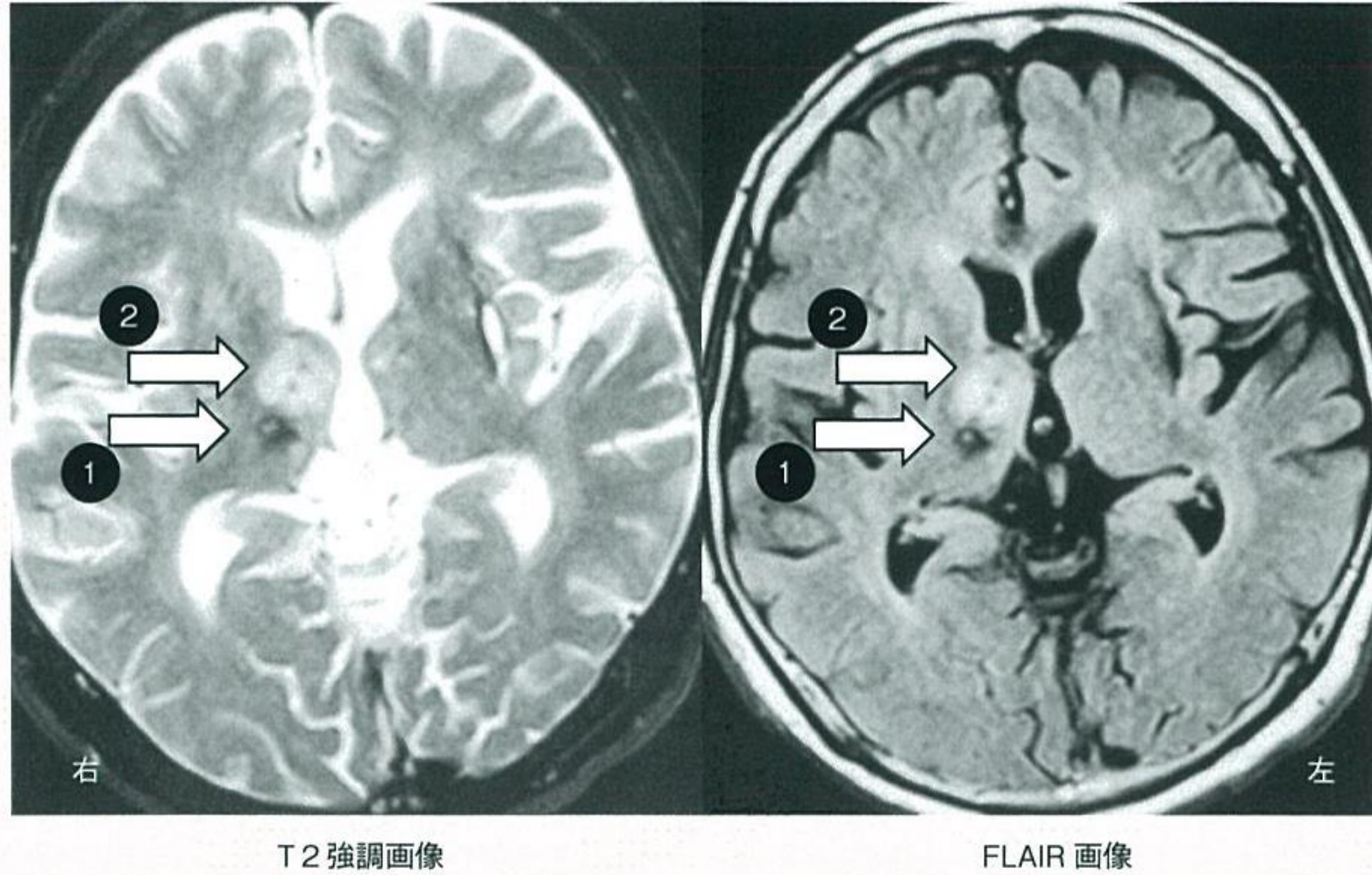


2週間目  
血腫が  
吸収され  
つつある



1ヶ月目；血腫と浮腫が消退後  
損傷部位が黒くなる





**図5** 60歳女性. 3年前に右視床出血(①⇨)を発症し, 1ヵ月前に右視床梗塞(②⇨)を発症した  
①は外側核群の損傷で, ADL上は大きな影響はなかったが, ②が発症したことで前核が障害され, 記憶障害が顕著になった.

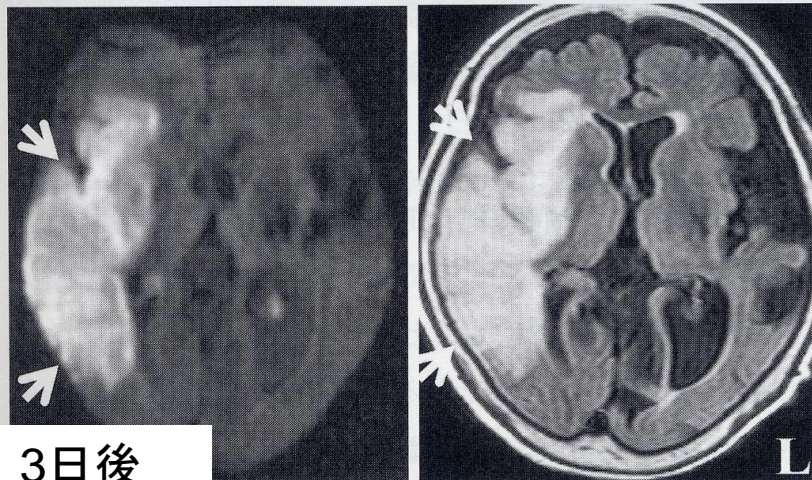
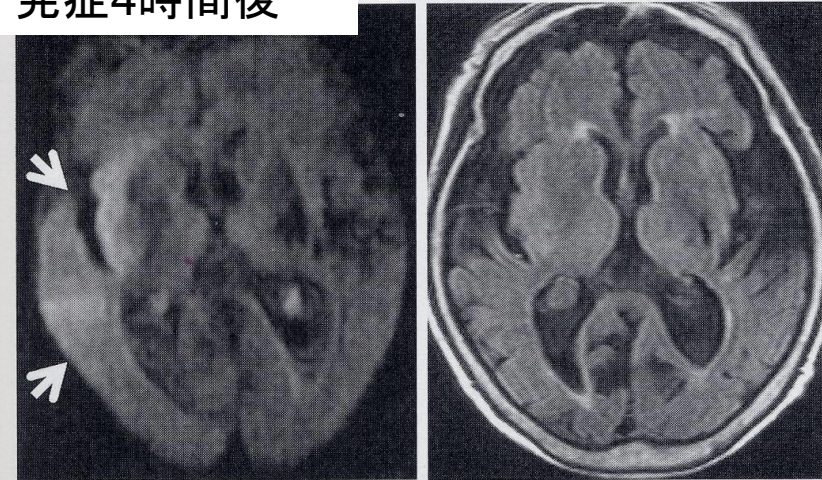
# 脳梗塞 (cerebral infarction)

- アテローム血栓性：発生頻度 30%
- 心原性塞栓性：20%
- ラクナ：40%
- その他
- 脳梗塞全体の死亡率は5~16%

# アテローム血栓性 (atherothrombotic)

- 動脈硬化による血行力学的変化
- 症状の進行は緩徐
- 意識障害は軽度
- 髄液清澄
- 抗血小板薬
- 抗凝固薬

発症4時間後



3日後

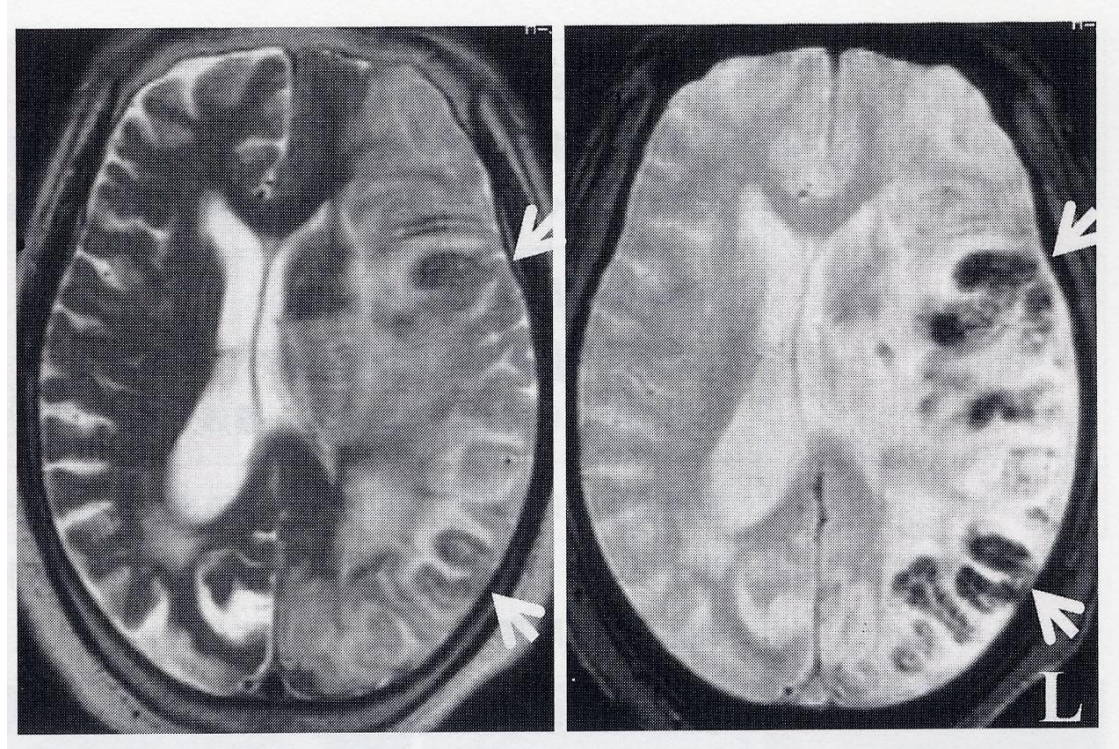
図2 アテローム血栓性梗塞急性期のMRIとMRA

# ラクナ梗塞 (lacunar)

- 1.5 mm以下の小さな梗塞
- Pure motor hemiparesis
- Pure sensory hemiparesis
- 無症候性のことも多い

# 心原性脳塞栓 (cardio-embolic)

- 心房内血栓など栓子  
が大きな動脈を閉塞
- 急激症状完成
- 再開通すると出血性  
梗塞
- 心疾患を背景とする
- 抗血小板・抗凝固薬  
は**禁忌**

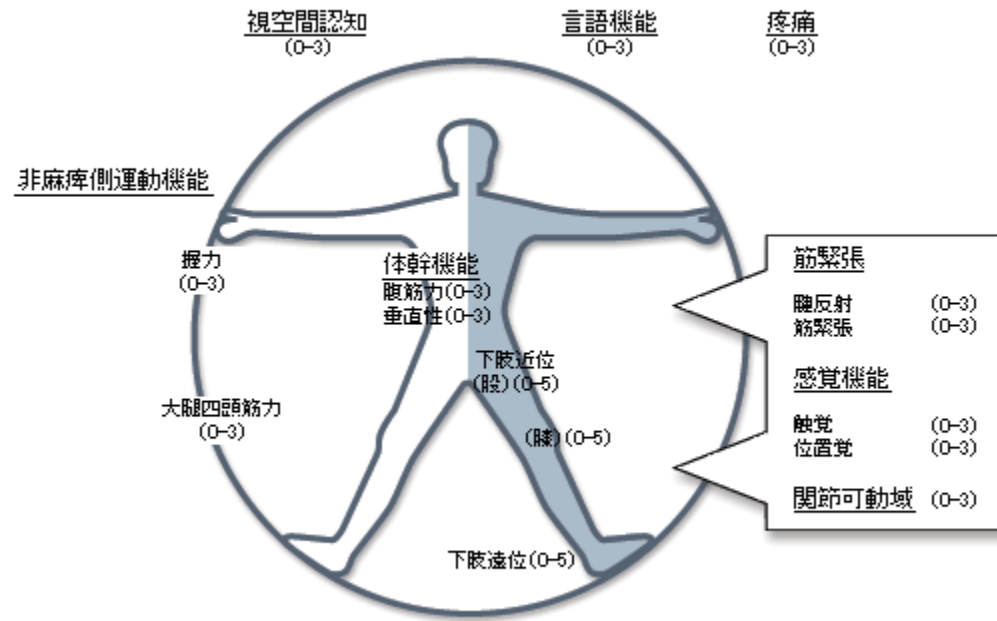


# 脳損傷例の評価（1）

- 意識障害（GCS, JCS）
- 画像情報
- 現病歴（発症前ADL含む）
- 神経学的所見 vital sign含む
- 関節可動域
- 筋緊張
- 運動麻痺

# 脳損傷例の評価（2）

- SIAS→実際の手続き
- FIM
- Barthel Index
- 姿勢反応
- 起居移動動作



# SIAS

- 麻痺側運動機能
  - 上肢近位テスト (Knee-Mouth Test) 0～5
  - 上肢遠位テスト (Finger-Function Test) 0～5
  - 下肢近位テスト (Hip-Flexion Test) 0～5
  - 下肢近位テスト (Knee-Extension Test) 0～5
  - 下肢遠位テスト (Foot-Pat Test) 0～5
- 非麻痺側機能
  - 非麻痺側大腿四頭筋力 0～3
  - 非麻痺側握力 0～3

# SIAS

- 筋緊張
  - 上肢腱反射（上腕二頭筋反射および上腕三頭筋腱反射） 0～3
  - 下肢腱反射（膝蓋腱反射およびアキレス腱反射） 0～3
  - 上肢筋緊張/下肢筋緊張 0～3
- 感覚機能
  - 上肢触覚/下肢触覚 0～3
  - 上肢位置覚/下肢位置覚 0～3

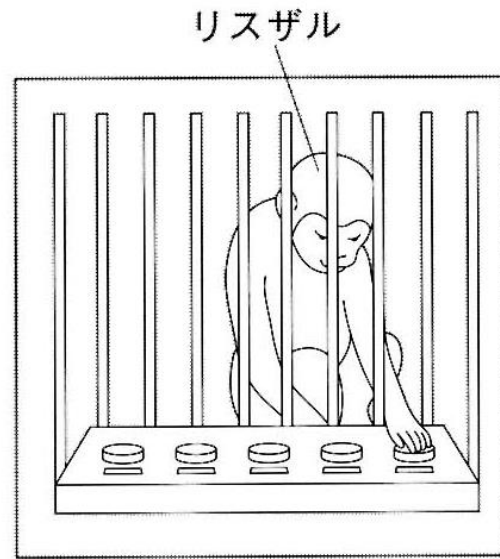
# SIAS

- 関節可動域
- 上肢関節可動域 0～3
- 下肢関節可動域 0～3
- 疼痛 疼痛 0～3
- 体幹機能
- 腹筋力 0～3
- 垂直性テスト 0～3
- 視空間認知 視空間認知 0～3
- 言語機能 言語機能 0～3

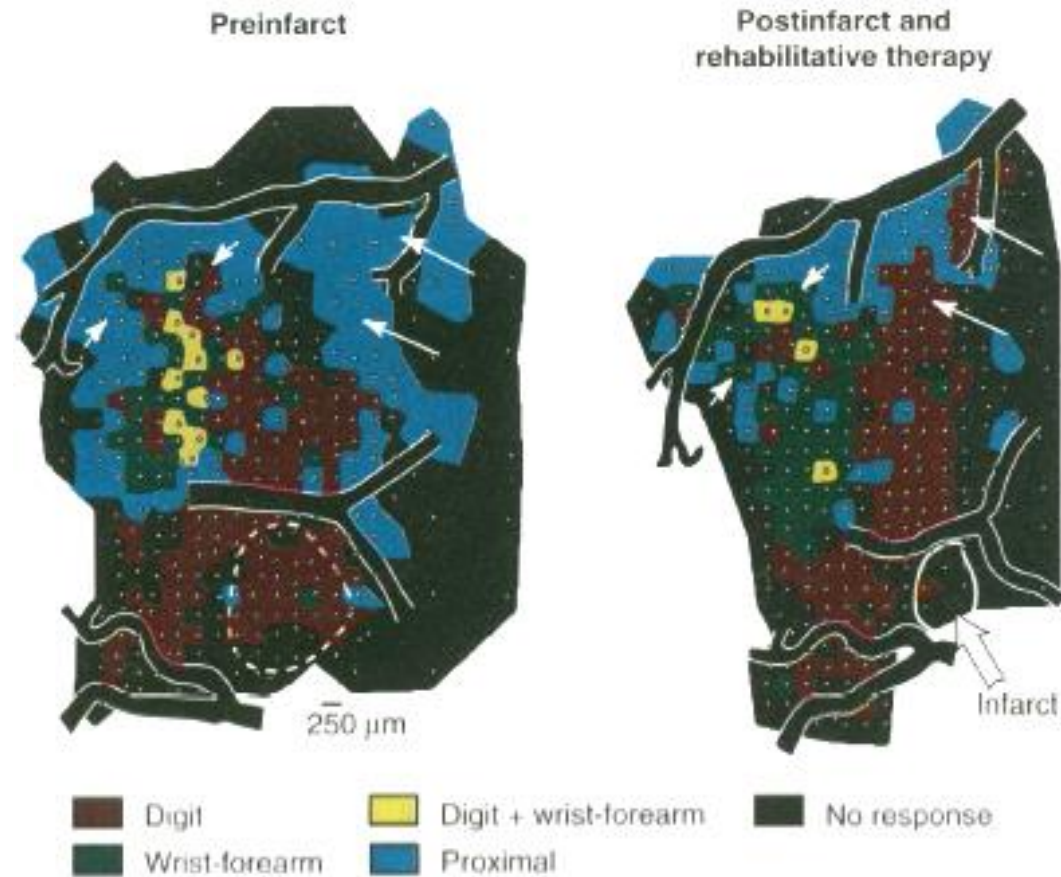
# 脳の可塑性

( Nudo RJ et al. Science 1996)

- Nudo RJ et al. (Science 1996)リスザルの実験
- 人工的脳梗塞で手指領域を破壊
- その後トレーニングによって周辺領域が拡大



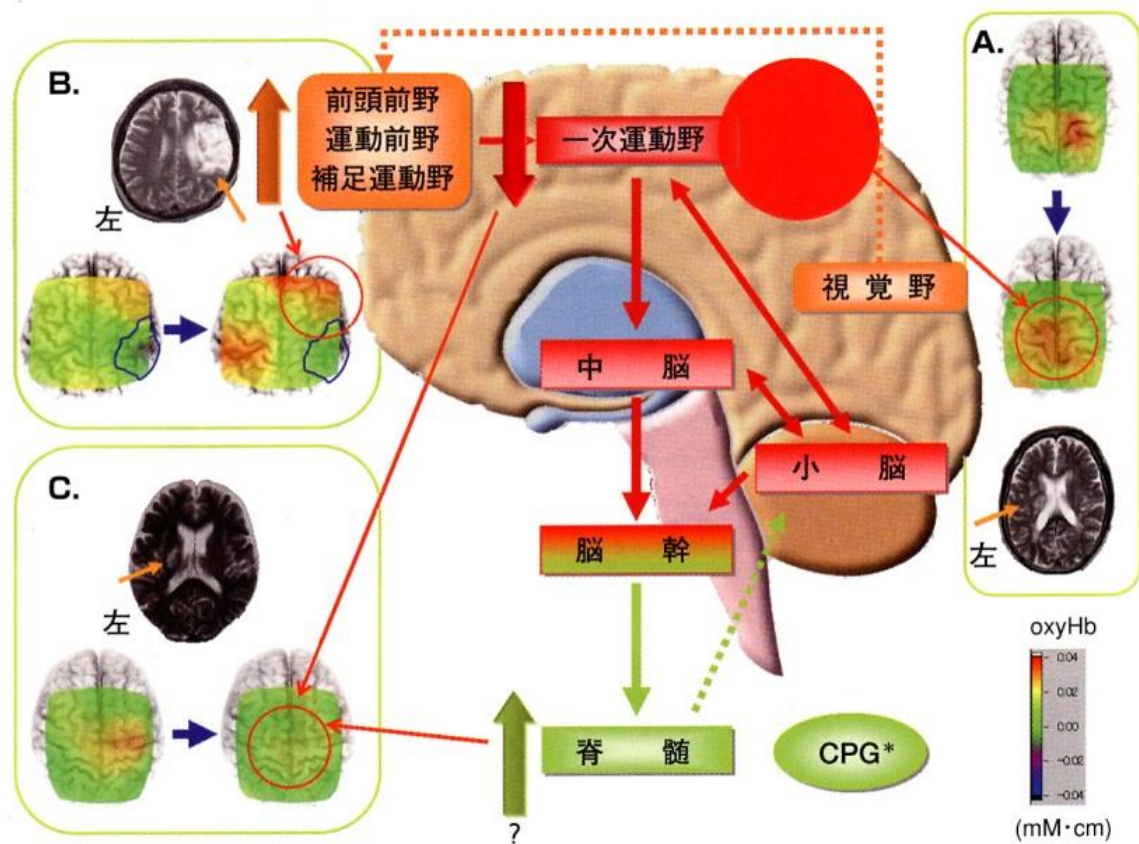
難易度の段階的設定



梗塞後にリハビリを行ったところ、  
手(平均11%)と手首-前腕領域(平均53.7%)  
の拡大が見られた。

# 脳の可塑性2

Mivai I et al. Annals of Neurology 52:188-194 (2002)



A. 皮質下の梗塞では歩行機能改善に伴い**感覚運動野**の活動が**対称的**になる

B. 中大脳動脈領域の広範囲な梗塞では、歩行機能改善に伴い、**運動前野**の活動が増加する

C. 自動的な歩行が可能になると**感覚運動野**の活動が**低下**する

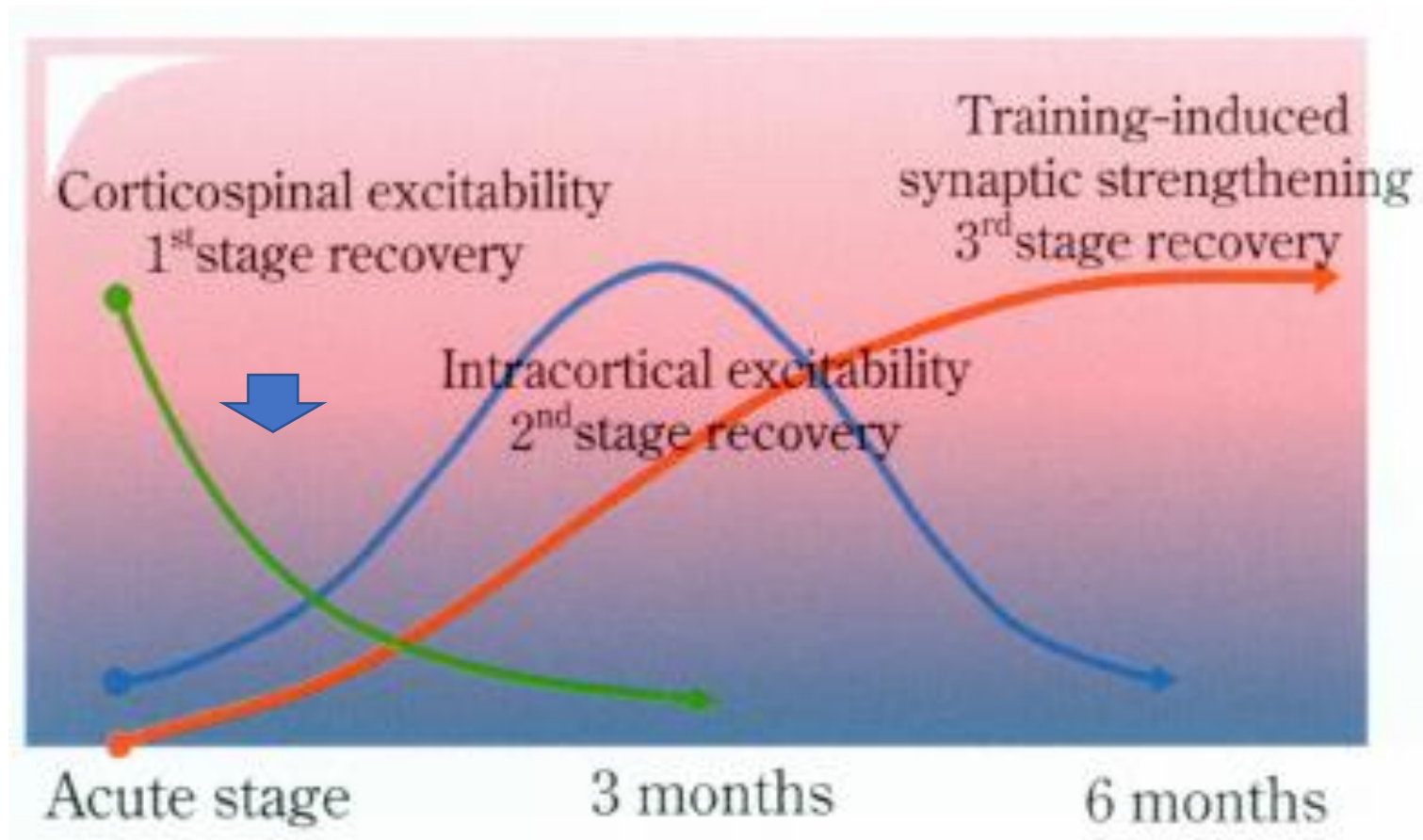
# 脳損傷後の回復理論（再組織化）

- Unmasking：抑制的に近接する組織の脱抑制
- Diaschisis：「機能中断（解離）」神経結合する遠隔組織の影響の回復

機能中断（解離）とは、片側の大脳皮質が障害されると、反対側の大脳皮質対応部位も障害される遠隔効果のこと。

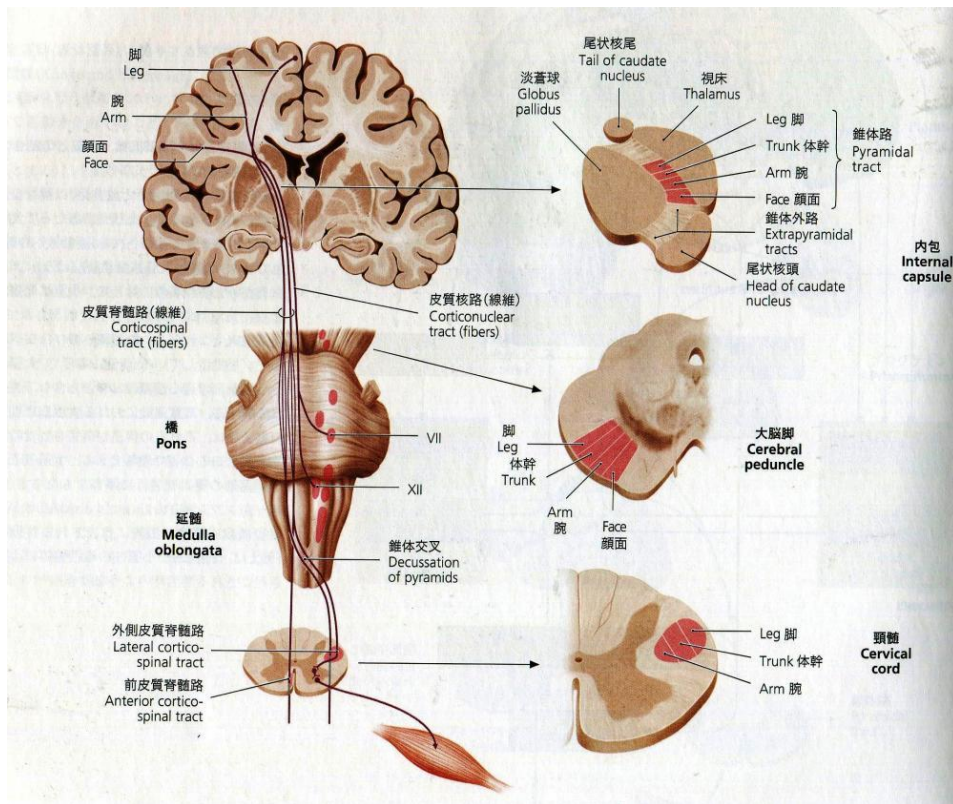
- Vicariation：機能代行—隣接する組織の神経的代償
- Sprouting：神経発芽 対応する反対側の大脳皮質による代償

# 運動麻痺回復ステージ理論 (Swayne 2008)



原寛美 Jpn.J. Neurosurg 21:516-526, 2012

# 残存皮質脊髓路の興奮性に依拠する回復 (1st stage recovery)



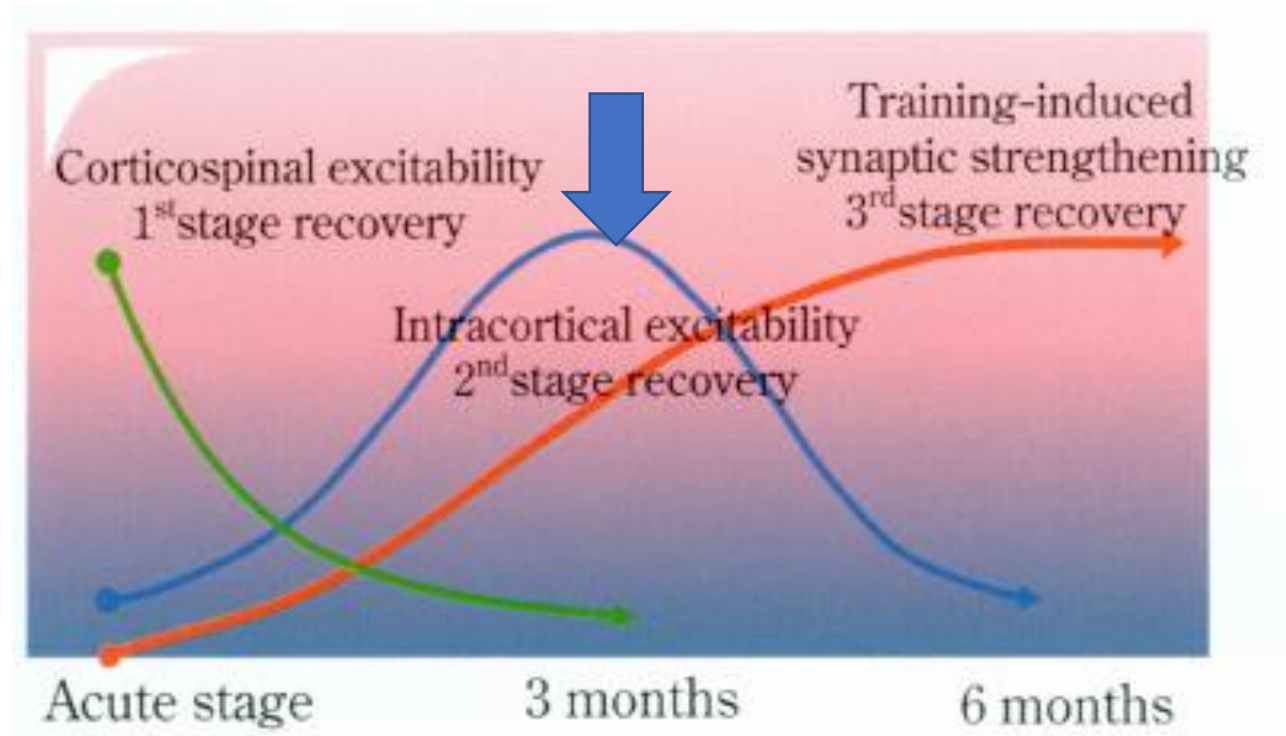
- 残存している皮質脊髓路の刺激による麻痺回復促進の時期  
→発症後3か月までに興奮性消失  
この興奮性消失はWaller変性による



電気刺激 (High Voltage)

ミラーセラピー

# 運動麻痺回復ステージ理論 (Swayne 2008)



## 皮質間ネットワークの興奮性に依拠する回復 (2<sup>nd</sup> stage recovery)

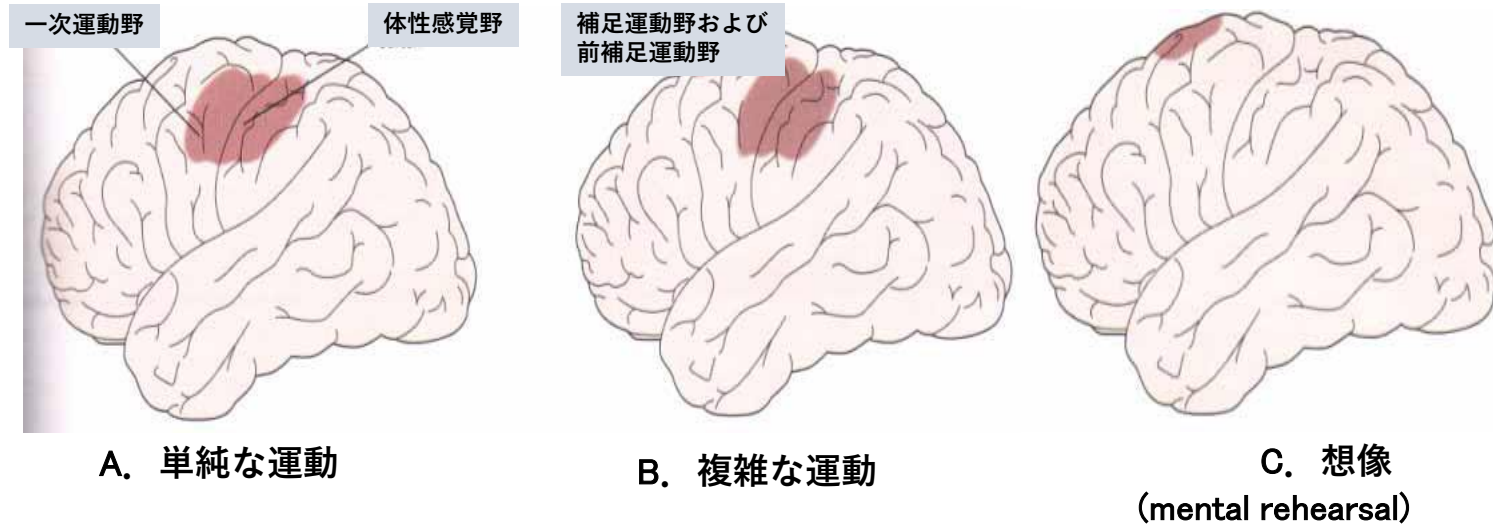
- 皮質間の新しいネットワークが再構築される時期
- →発症後3か月をピークとする→6か月までに消失
- 皮質間の抑制解除 (disinhibition) による回復



課題指向型(task-oriented)トレーニング  
(CIMTの課題など)

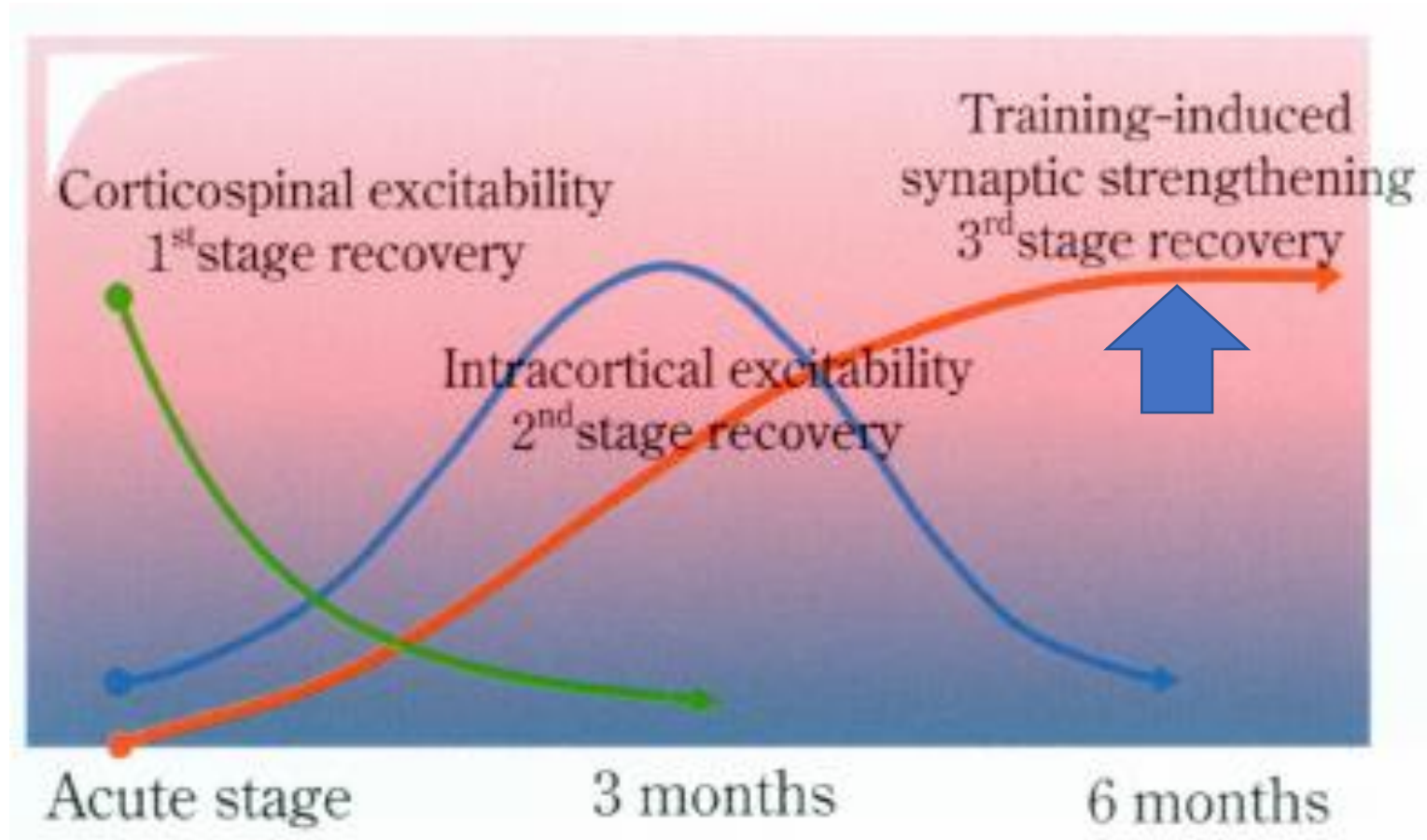
# 単純・複雑・想像によるシーケンス (指運動)

## <各課題による局所的大脳血流量>



1. 計画性を必要とする時、補足運動野や前補足運動野が活動。
2. 課題が無意識的に行えると補足運動野の活動が低下する。  
(課題実行の神経制御；補足運動野 → 一次運動野)

# 運動麻痺回復ステージ理論 (Swayne 2008)



## シナプス伝達効率向上に依拠する回復 (3<sup>rd</sup> stage recovery)

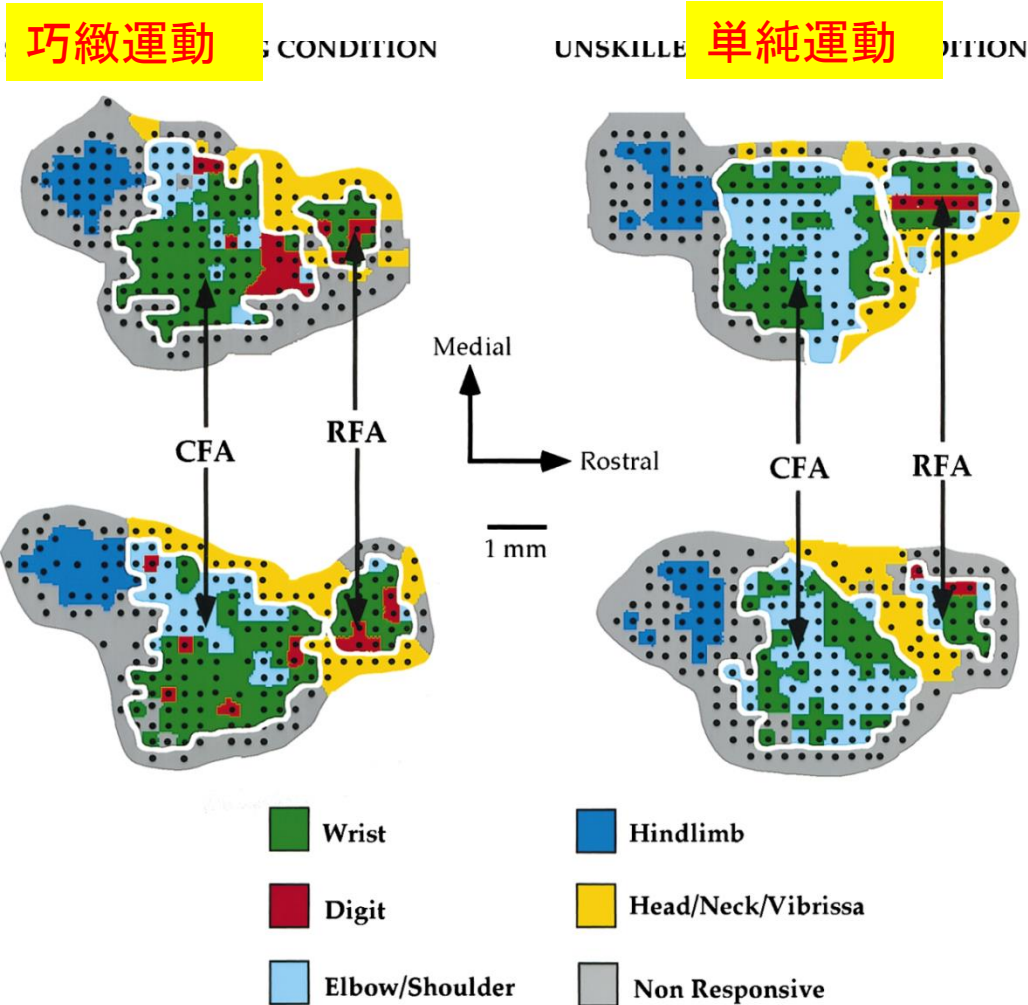
- シナプス伝達の効率化→6か月以降
- 第二ステージで再構築された代替ネットワークの強化



反復経頭蓋磁気刺激(rTMS)  
課題特異的(指向型)トレーニング

# 単純な運動の繰り返しだけでは再組織化は起こらない！

Kleim JA, et al. J. Neurophysiol.80:3321-3325, 1998.



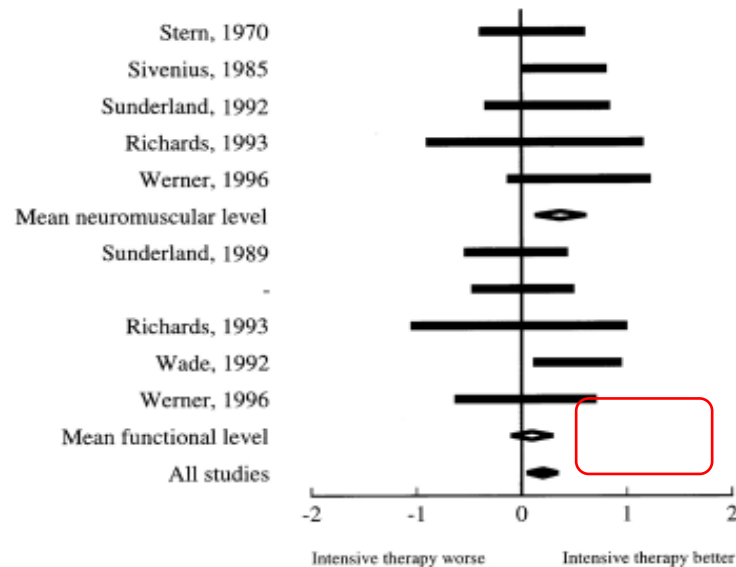
- ラットの実験
- 巧緻性リーチ動作：回転する円盤の上から餌をとる課題
- 単純運動：レバーを押すと餌が与えられる課題

CFA: 尾側前肢領域  
RFA: 吻側前肢領域

# トレーニング量の重要性

Gert Kwakkel et al. Stroke. 1997;28:1550-1556

Ninety-five percent CIs of effect sizes for outcome of neuromuscular and functional parameters.



Gert Kwakkel et al. Stroke. 1997;28:1550-1556



Copyright © American Heart Association, Inc. All rights reserved.

- トレーニング量が重要←Kwakkel(1997, 2004)
- E群：48分 C群：23分
- 全体的にADLの向上が得られる
- 機能レベルは有意差なし

# 課題反復トレーニングの重要性

- 全体的治療アプローチ
- 複合型課題トレーニング（筋力強化・速度と距離を漸増する歩行バランス）
- 単一課題トレーニング（高さ・座面の異なる椅子からの起立課題）



## **Outcome Measure**

Walk speed  
Functional Ambulation Scale  
Timed up & go test  
Sit-to-stand: time  
Motor Assessment Scale  
FIM  
Barthel Index

French B, et al; J Rehabil Med 2010; 42: 9–15

Table IV. *Impact of repetitive task training on lower limb measures*

	<i>n</i>	Post-treatment effect size (95% CI)
Walking distance	130	WMD 54.59 (17.50, 91.68)
Walking speed	263	SMD 0.29 (0.04, 0.53)
Sit-to-stand	346	SE 0.35 (0.13, 0.56)
Functional Ambulation Classification	238	SMD 0.25 (0.00, 0.51)
Lower limb functional activity scales	176	SMD 0.20 (-0.10, 0.50)
Standing balance/reach	132	SMD 0.29 (-0.06, 0.63)

CI: confidence interval; SE: standardized effect; SMD: standardized mean difference; WMD: weighted mean difference.

# 脳卒中に対する理学療法のエビデンスは何か？

Veerbeek JM, et al. : PLoS ONE 9(2) 2014: e87987.  
doi:10.1371/journal.pone.0087987

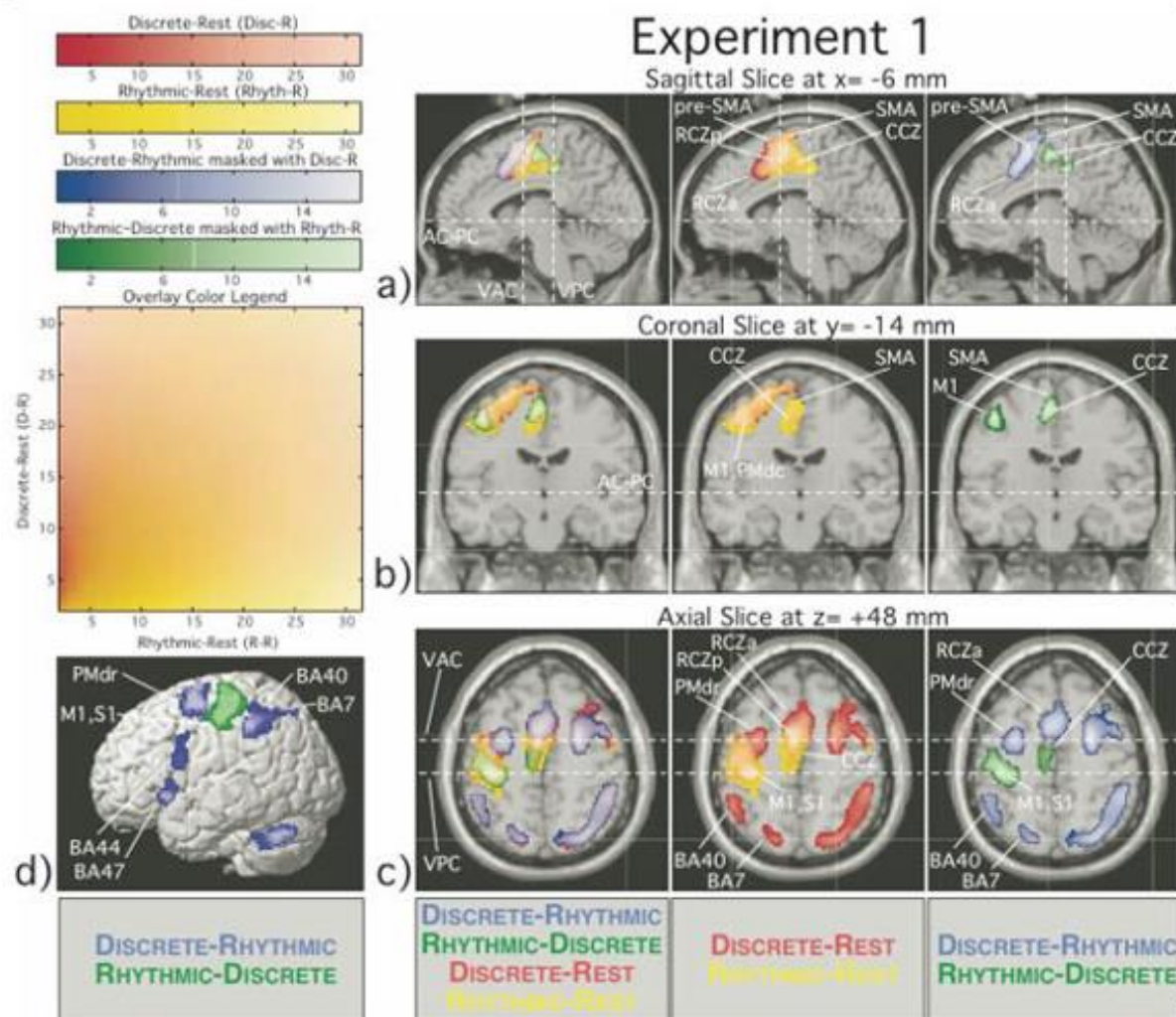
- 座位バランス
- 立ち上がり
- 立位バランス
- 多種の動作におけるバランストレーニング
- 体重支持型トレッドミル歩行
- 電気刺激付与ロボットアシスト歩行
- 荷重歩行
- ヴァーチャルリアリティ動作トレーニング
- 装具療法
- TENS

どんな具体的なアプローチが効果的か？

歩行能力に影響を及ぼすもの

# 周期運動よりも離散運動のほうが効果的

(Schaal S et al. Nat Neurosci 2004)



## 周期運動

→ 周期的な繰り返し運動。

例) 歩行, 噛む, 呼吸など

## 離散運動

→ 目標に向かう単独の動き

例) 腕を伸ばして物を掴む

スイッチを押すなど

## □ 結果

周期運動より, 離散運動を行う方が脳活動が大きい → 難易度が高い。

# 「目標設定の理論」

## 目標設定の基本原則

- 難易度の高い目標のほうが易しい目標よりパフォーマンスを高める
- 特定の明確で具体的な目標のほうが曖昧で大まかな目標よりもパフォーマンスを高める

前提: 課題は比較的単純なものであること、課題遂行のための基礎知識・基礎スキルがあること、目標へのコミットメントが得られている、フィードバックの仕組みがあること

## 目標がパフォーマンスに与える効果

- 直接効果: 人間のモチベーション過程に直接的な影響を与える(目標達成に向けた努力、注意の喚起、意識の覚醒、方向性の示唆、努力の持続性)
- 間接効果: 目標に到達するためのストラテジー、工夫の開発、新たな知識・スキルの獲得

## 目標の選択に影響を与える要因

- 自信・エフィカシー(特定の課題を達成できると信じる度合い、信念あるいは自信)が高いほど、高い目標を設定する
- 目標を達成したときの報酬(内的・外的)の予測が高いほど、高い目標を設定する
- 目標を与えられる場合は、組織の文化やノルマ、スタンダード、権限、などに影響される

# 小括

1. 脳卒中患者の運動機能と皮質領域との間には密接な関係がある.
2. 脳卒中患者の運動機能回復には、課題の頻度や内容(難易度など)が重要.
3. 課題の難易度はやや高く設定し、繰り返し行うことが大切. しかし、単調な練習には注意が必要