

小児における視知覚の発達 (姿勢制御の発達との関係性)について



学校法人 薫英学園

大阪人間科学大学



社会福祉法人 愛徳福祉会

大阪発達総合療育センター

大阪人間科学大学

保健医療学部 作業療法学科

辻 薫

大阪発達総合療育センターリハビリテーション部 顧問

アジア小児ボバース講習会講師会 専任講師



社会福祉法人 愛徳福祉会
大阪発達総合療育センター

自己紹介

①大阪発達総合療育センター

南大阪小児リハビリテーション病院、リハビリテーション部
作業療法士として約35年間勤務

②乳幼児から成人期まで、多様な障がい対象

成長発達する過程に保護者と伴走

③両親援助、育児支援、多職種連携アプローチ×作業療法とボバース概念

ただいま生活行為向上マネジメントを推進中



効果的なプログラムの検証を行い、
根拠に基づく作業療法とボバースアプローチを
さらに発展させたい・・・



学校法人 薫英学園
大阪人間科学大学

本日の研修目的:

1. 脳性麻痺、PVLなどの治療において、
生後12か月までの視知覚発達と姿勢制御・運動制御の
関連性を考える
2. 個別のセラピー場面でのハンドリングや課題設定の
治療的アイデアについて検討する

脳性麻痺の発生状況

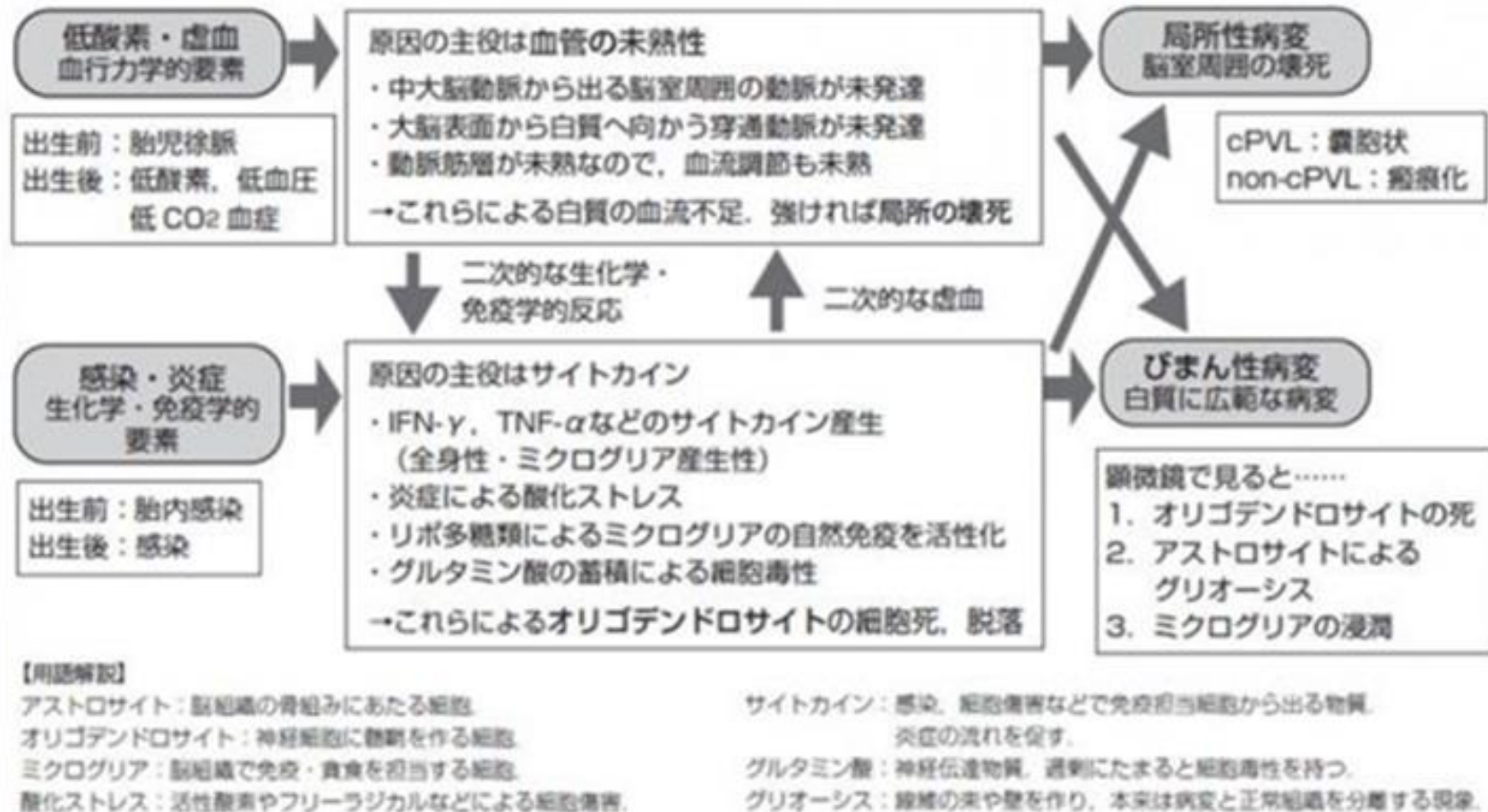
[最近の発生状況 (European Cerebral Palsy Study)]

発生率: 2~2.5人 / 1000人

多胎妊娠	11.8%
28週未満の超早産	10.9%
28~31週	16%
32~36週	18.3%

未熟児白室障害	42.5%
大脳基底核病変	12.8%
皮質/皮質下病変	9.4%
奇形	9.1% (小脳など)

脳室周囲白質軟化症の病態生理



P V L : 脳室周囲白質軟化症

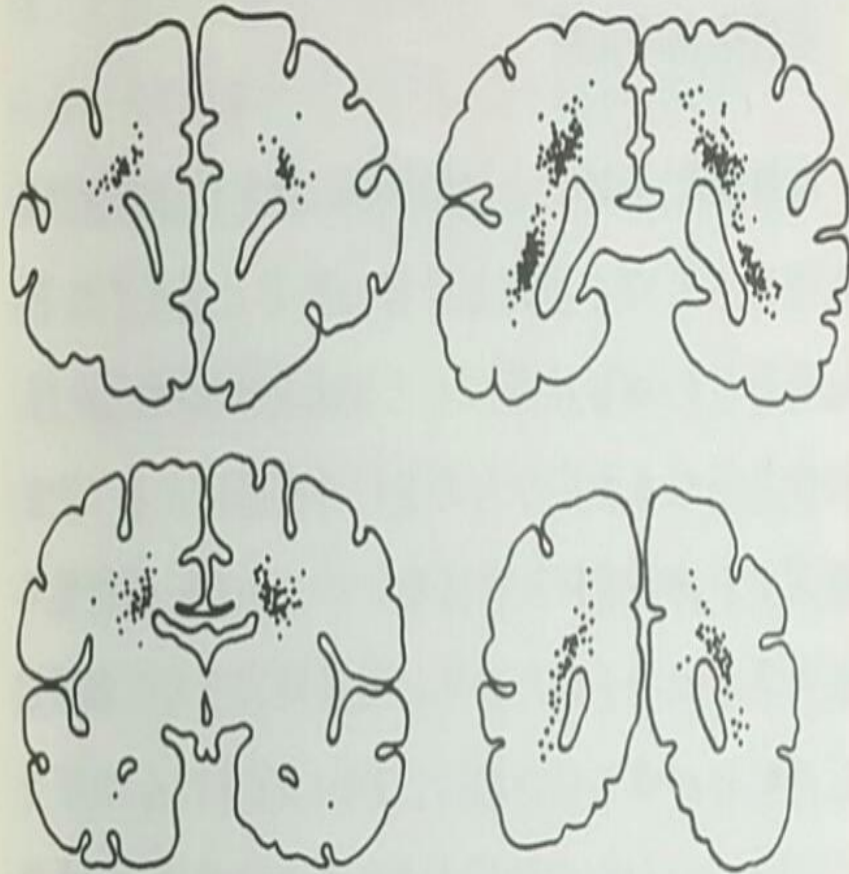


図4 脳室周囲白質軟化の好発部位

高嶋幸男「低酸素性虚血性脳障害」佐藤潔他編『胎児・新生児の神経学』メディカ出版、1993年、427ページ

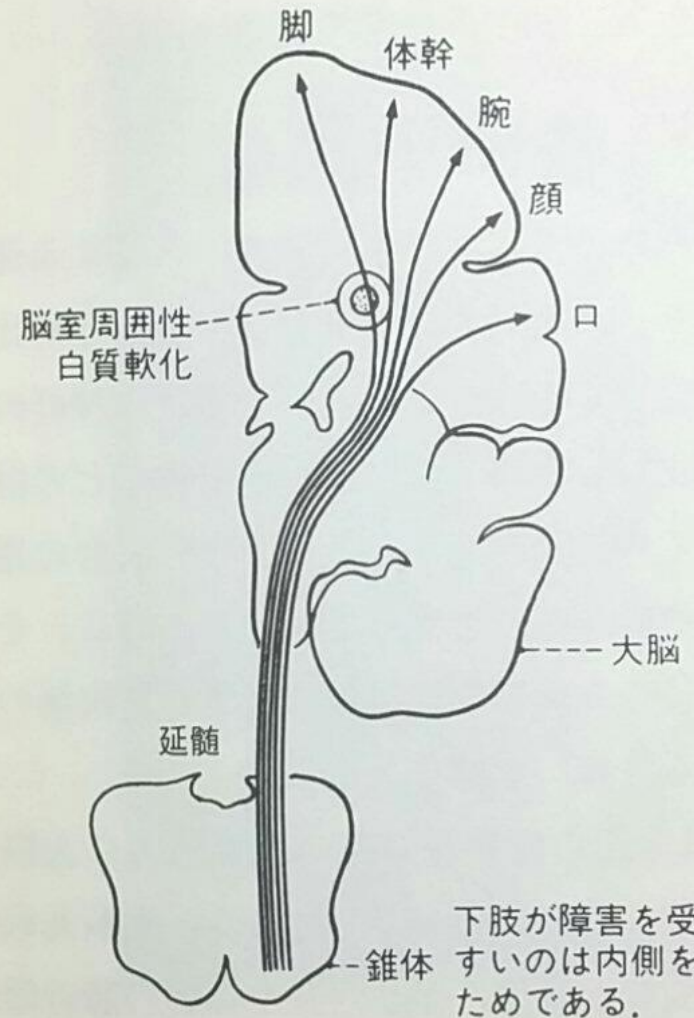


図5 脳室周囲白質軟化による運動神経線維の障害⁽¹⁾

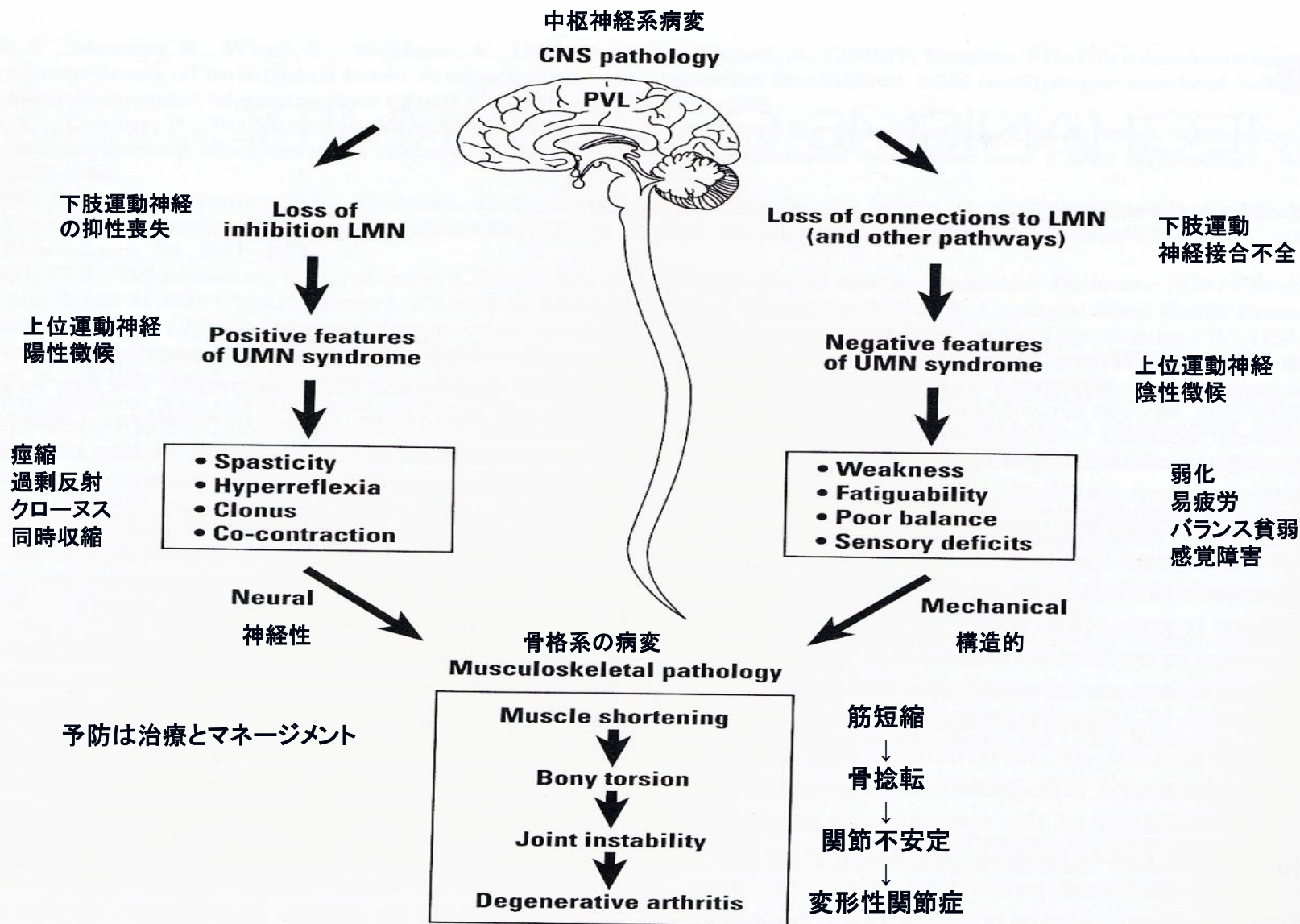


Fig. 8.1. Postulated mechanisms responsible for progressive neuromusculoskeletal pathology in children with cerebral palsy. (Reproduced by permission from Graham and Selber 2003.)

The interaction of the positive and negative features of the upper motor neuron syndrome result in a combination of both neurological and mechanical changes in muscle contributing to fixed contractures, bony torsion and joint instability, which may ultimately lead to premature degenerative arthritis.

脳性まひ児の発達

[定型（正常）発達]

- ・無傷の中枢神経
- ・胎児期の運動によって準備された中枢神経系ネットワーク
- ・胎児期に準備された身体（皮膚・関節運動・筋緊張）
- ・二足直立姿勢・歩行の獲得へ最適な感覚-運動を通して重力環境での運動や姿勢保持に適応
- ・様々な姿勢保持やバランスと選択的な運動による機能の獲得

[脳性まひ・早産児の発達]

- ・損傷を受け未成熟な中枢神経
- ・重力・硬質環境への身体準備不十分
- ・偏り限定された感覚-運動経験
- ・正常から逸脱した中枢神経ネットワーク
- ・固定による姿勢保持とバランス代償固定
- ・日常的な非対称姿勢や特有の運動反復
→ 身体の関節運動制限、拘縮、変形

早産PVL(脳室周囲白質軟化症)では

視覚認知障害を呈し、

視覚情報処理過程の能力に障害を受け、

視覚物体認知や視空間認知能力、視覚記憶に問題を来たす

(Fazzi E et al,2009)

後部視床脚や視床枕、外側膝状体と頭頂葉との大脳後部の
コネクションに頻繁に損傷が起こる

(Hoon AH et al,2002;Behrens TE et al,2003)

頭頂葉

前頭葉

緣上回

角回

後頭葉

前頭眼野

第三次視覺野

第二次視覺野

第一次視覺野

MT 野 相当部位

(側頭－後頭接合部)

小腦

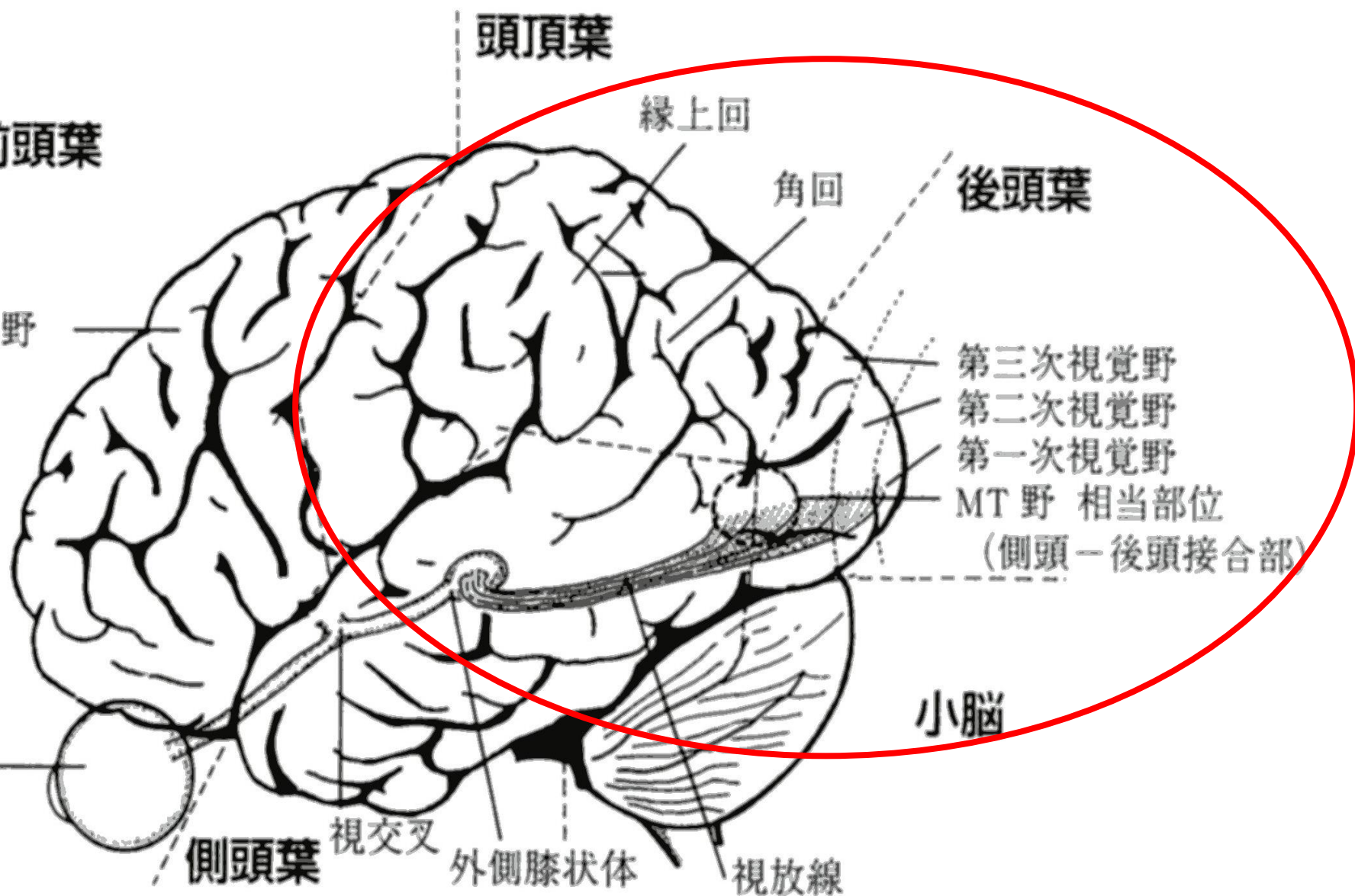
眼球

側頭葉

視交叉

外側膝状体

視放線



脳性まひ児の眼科的問題

105 名の子どもの調査

- 43 % 遠視
- 16 % 近視
- 40 % 乱視
- 53 % 斜視 (早産児に多い)
- 86 % 立体視ができない
- 80% 微細なサッケード運動の難しさ

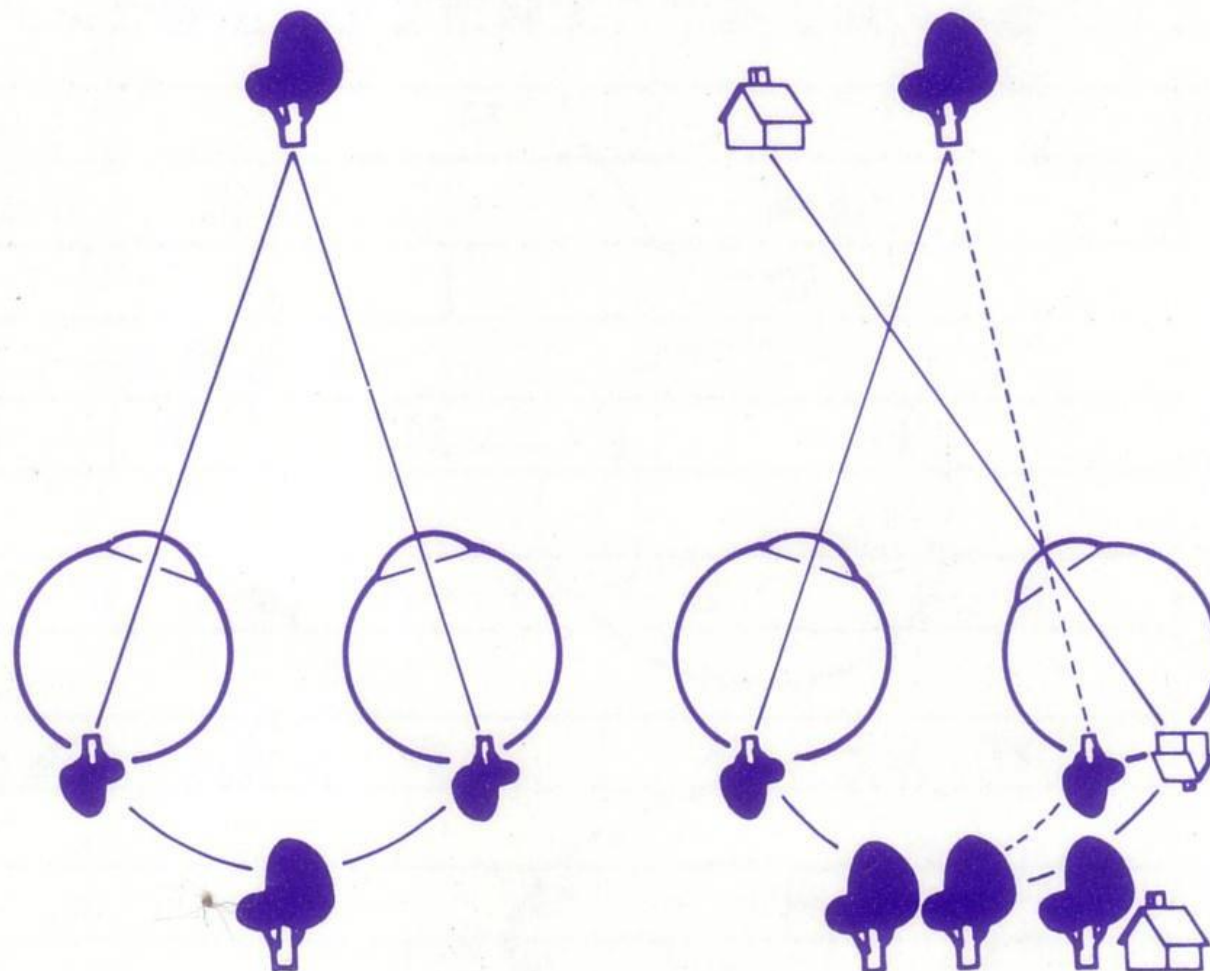
小児眼科
視能訓練
対象領域



ボバース
アプローチ

Kozeis 2006,2007

図 6 ●斜視による複視



正常な目

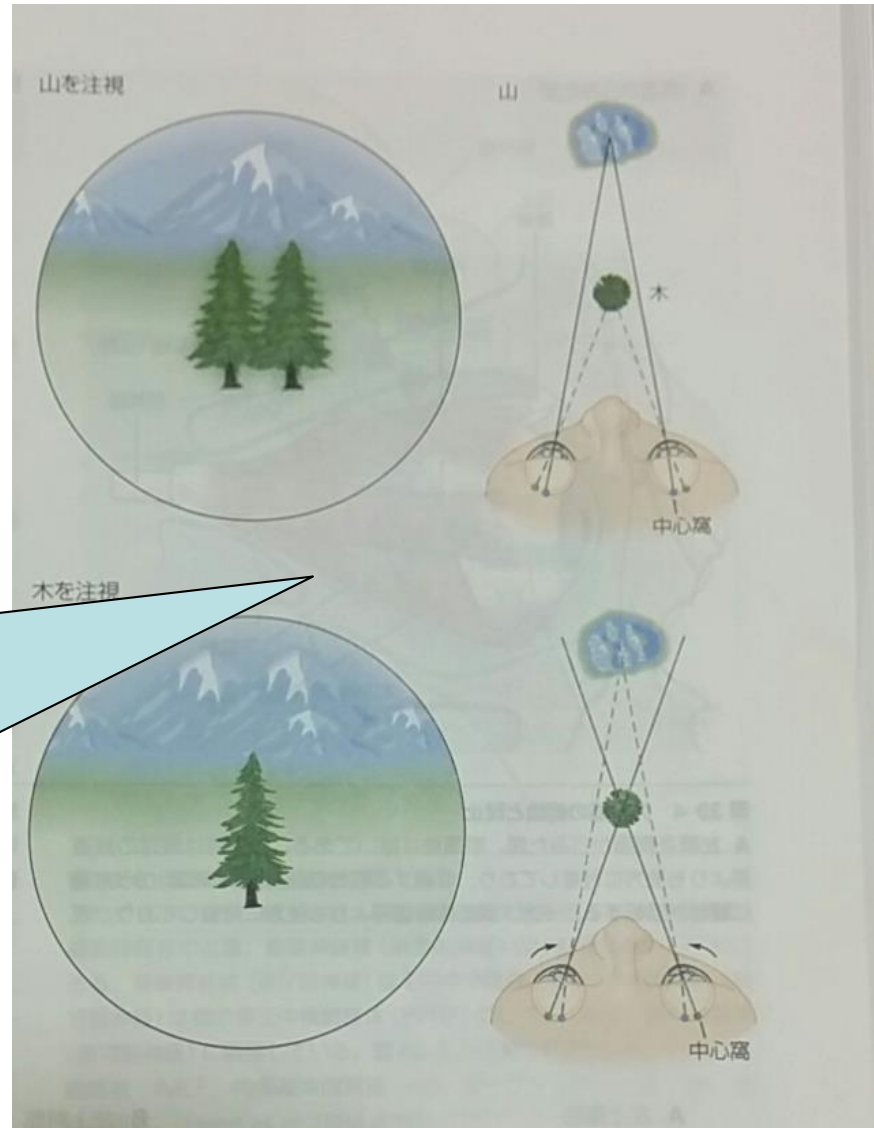
複視 混乱視
右眼が内斜視

両眼でピントを調節する：輻輳困難

- ・両側調節
- ・奥行知覚
- ・3次元知覚
- ・距離調節
- ・位置関係

身体の座標軸と関係

カンデル神経学より



脳性まひに共通する視覚情報処理の問題

網膜上での光学的情報の受容困難（眼科的問題）

網膜上での像の焦点調節

脳への神経インパルスの伝達障害

未熟児網膜症の場合 損傷の範囲、位置、進行程度による

両眼調節困難（単眼視と代償的頭部回旋）

さまざまな距離での眼筋収縮、弛緩調節欠如

注視の持続困難（眼振）

視野障害（欠損・半盲）

情報処理障害（重篤であれば皮質性視覚障害）



姿勢制御・運動制御の障害

頭部コントロール・眼球コントロール・瞳孔調節・瞬き

両方の経路で障害が起こりやすい

Where Pathway (dorsal visual pathway)

第1次視覚野から背側を通して頭頂連合野へ
対象物がどこにあり、どのように動いているか
どのような立体構造をしているかを解釈する経路

⇒ 視覚と運動、空間関係の統合、周辺視、移動時の方位

What Pathway (ventral visual pathway)

第1次視覚野から腹側を通して側頭連合野へ
対象物がどのような形をしているか
どのような色、それが何か、言語と関連し解釈する経路

⇒ 視知覚、視覚と言語の統合

中心視システム 周辺視システム

大脳皮質	What系	Where系
対象とする情報	形、色、キメ	運動、位置、空間
反応速度	遅い	速い
情報の取込み	狭い、高解像度 低コントラスト	広い、低解像度 高コントラスト
視線移動パターン	探索的	予測的
注意	意識的	無意識的
運動システムとの連携	弱い	強い

CHOR:手の接触指向性反応

頭頸部のコントロール

左右両側手の接触性オリエンテーション

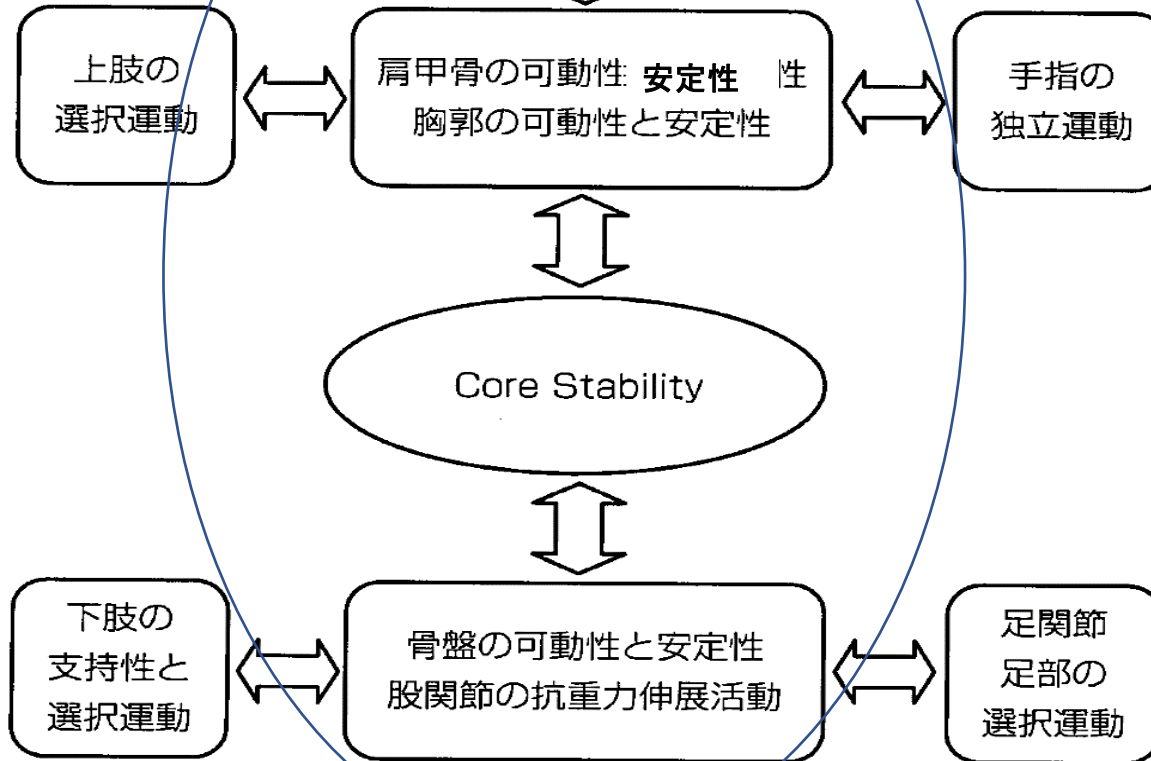


図7-9 コア・コントロール (core control)

支持基底面 足底からの情報



支持基底面 (Base Of Support)

- 対象物に接触し、身体の重量や圧を受ける面
- 重心移動に伴う圧の変化、基底面積の変化を感じ取る
- 固有受容覚と触識別覚を含んでいる
- 人が抗重力に適応しているか分析できる

Movement Control

運動制御



Postural Control

姿勢制御

遠位部の運動性

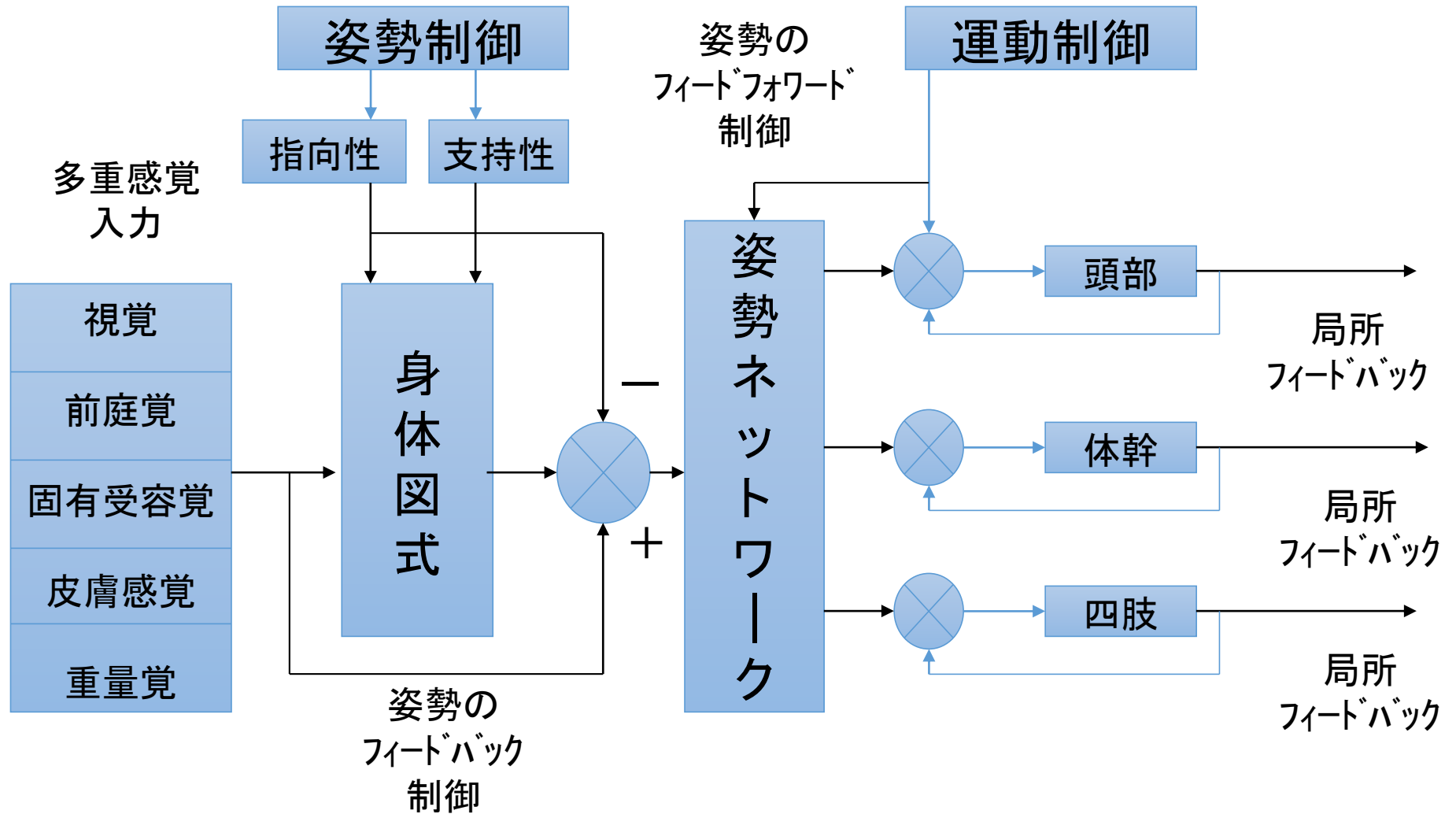
眼・手・足



抗重力活動と
中枢部および近位部の
安定性

Neural Control

(Massion: Postural Control System. Curr Opin Neurol 4; 877-887, 1994)



グループ討議 Ⅰ

視知覚の問題と姿勢制御に関連して、
セラピーを進めていくうえで気になること、
解決したい課題はありますか？

自己紹介から
それぞれ発言していただき、
各グループから一つ、チャットにあげてください。

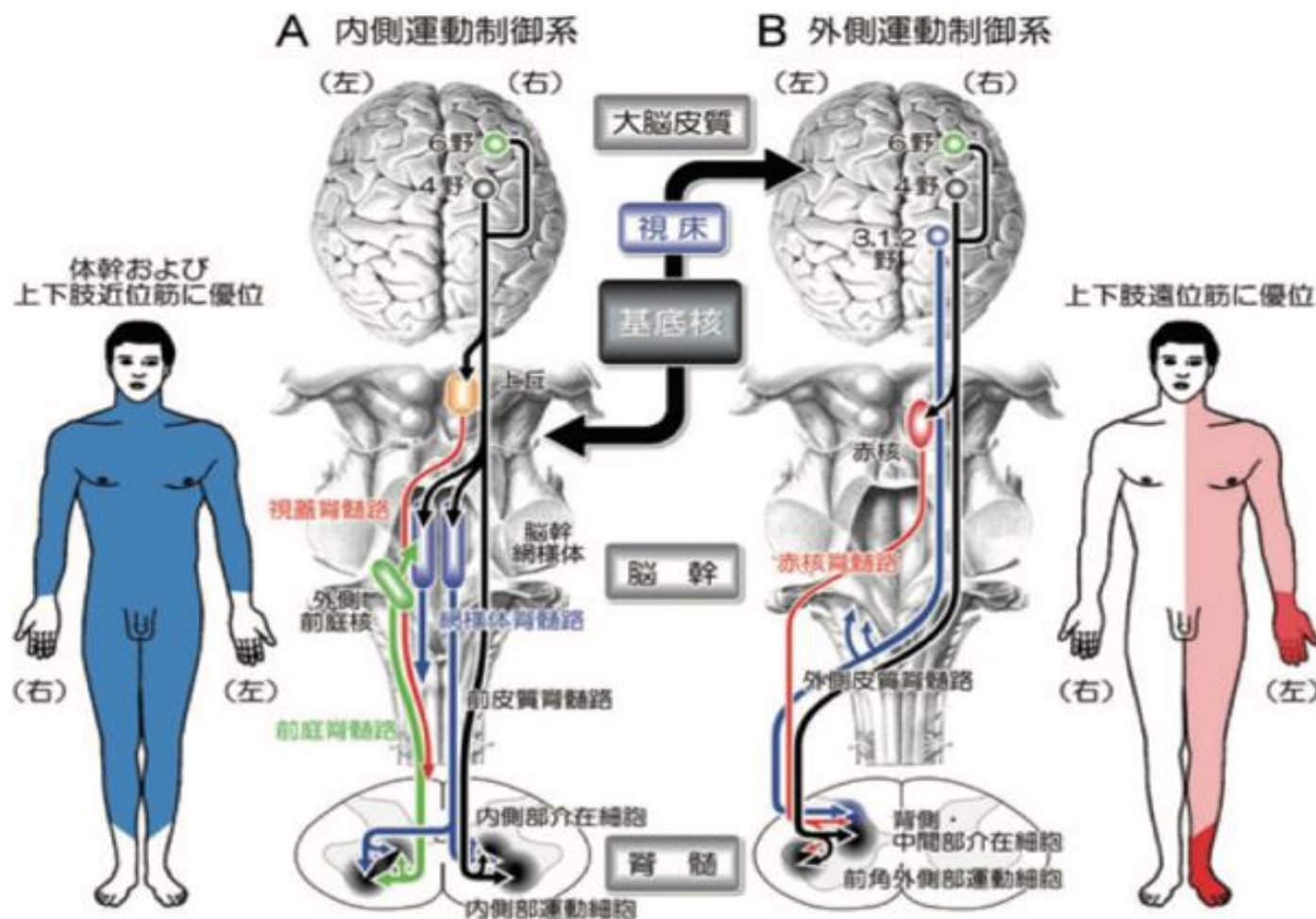
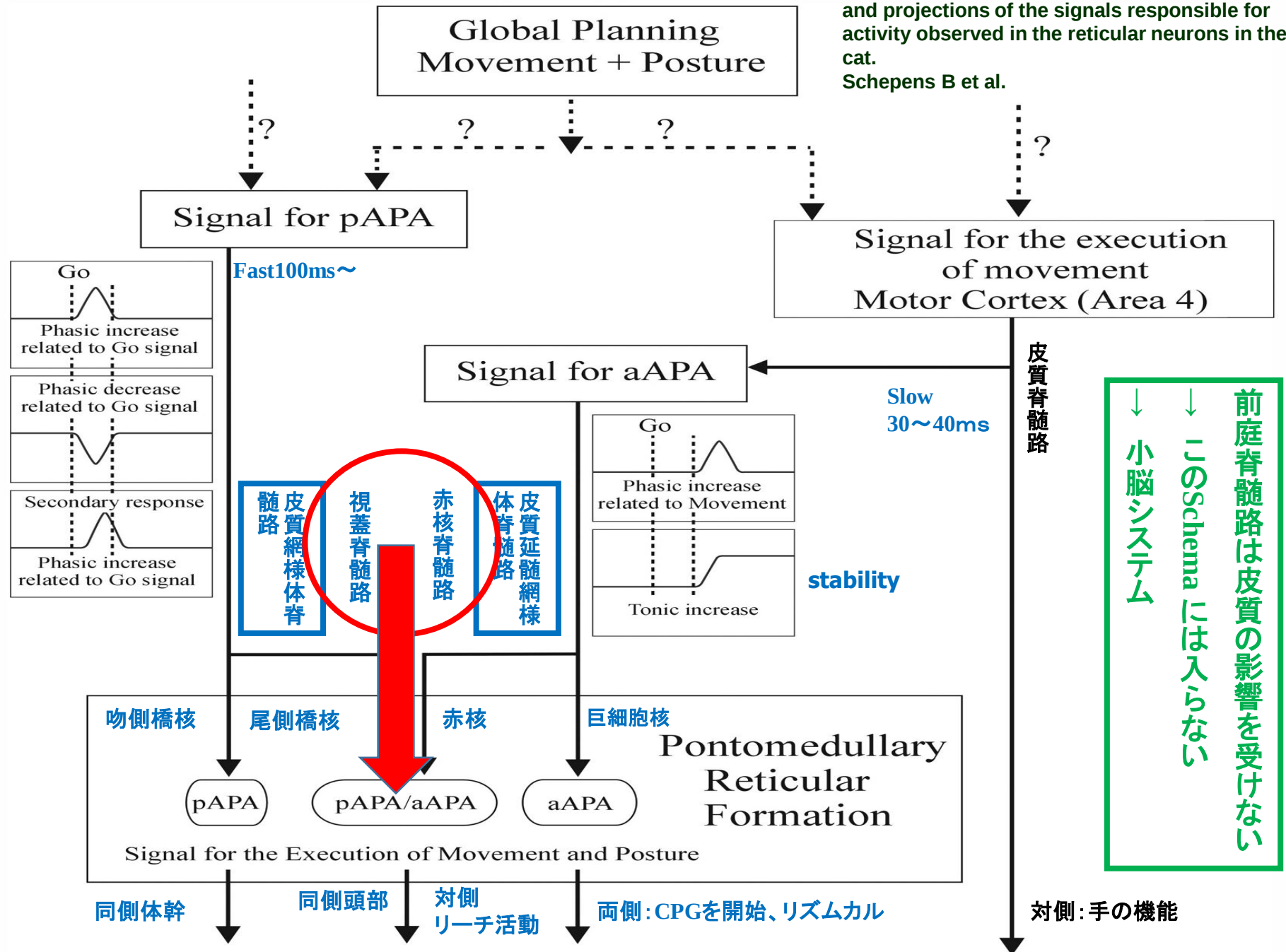


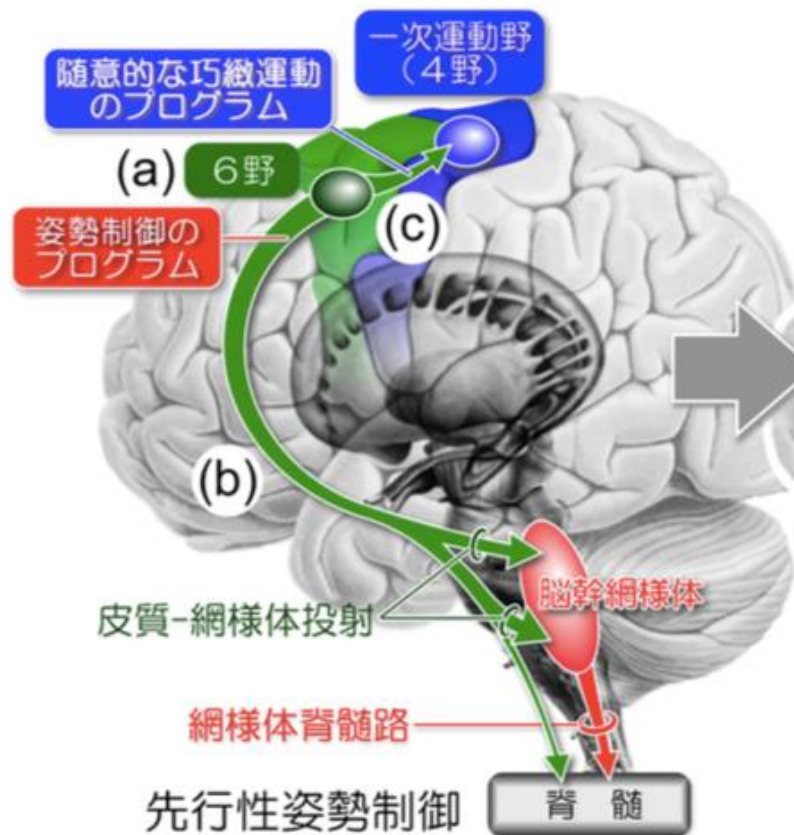
Fig. 2 内側運動制御系 (左) と外側運動制御系 (右)

大脳基底核は、大脳皮質と脳幹への投射系を介して、各々、外側および内側運動制御系の活動を調節する。内側運動制御系は、両側の頭・頸部、体幹、上下肢の近位筋の運動に関与する (青色)。外側運動制御系は、対側、とくに、手・足の遠位筋による運動を制御する。詳細は本文参照。

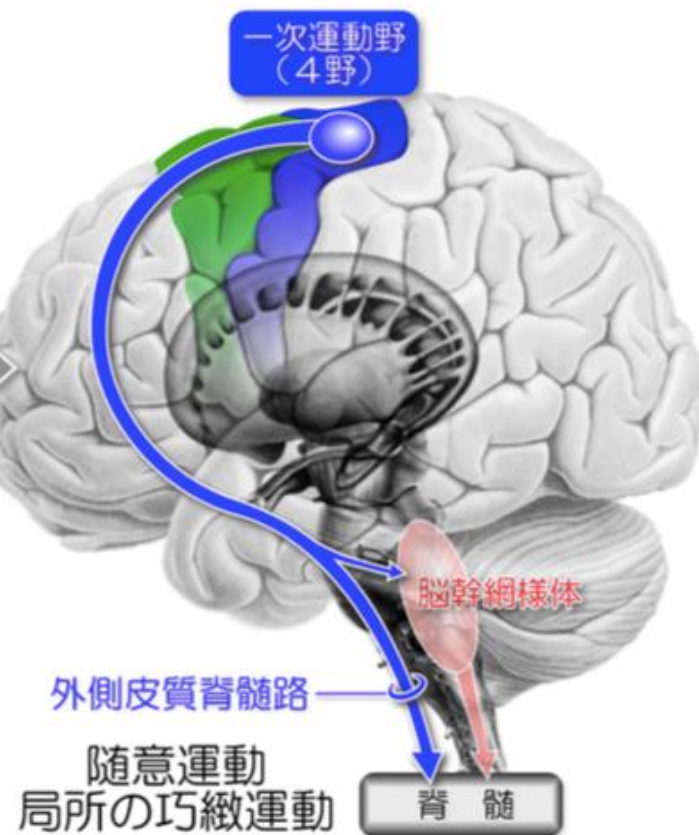
Summary figure illustrating possible origins and projections of the signals responsible for activity observed in the reticular neurons in the cat.
Schepens B et al.



A 姿勢制御プログラムの実行

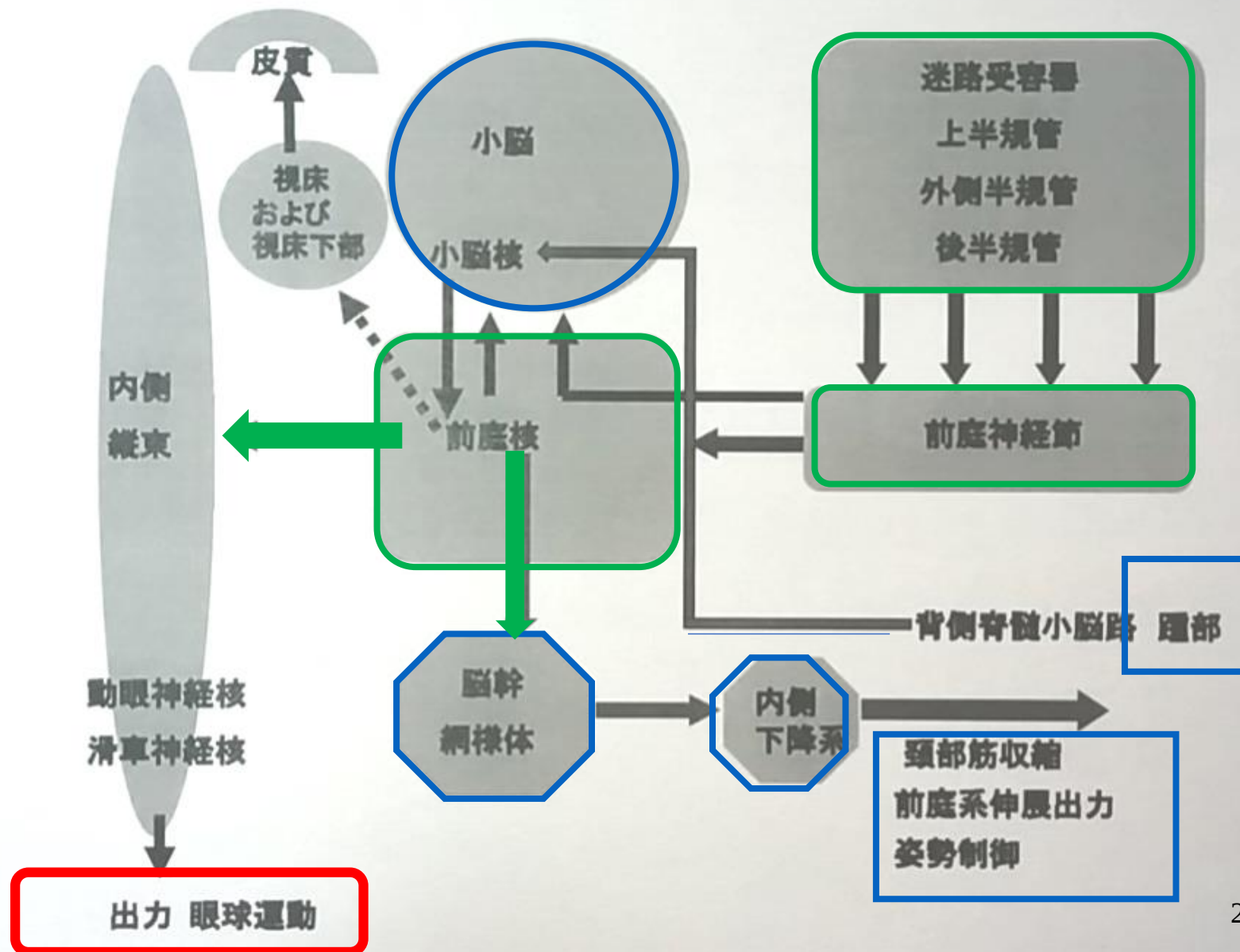


B 随意運動の実行





眼球運動制御システム(前庭-頸運動系)



前庭動眼反射

頭の位置が変化しても中心窩に映っている指標を常に保持するために必要な頭の回転と反対側に向かう、ゆるやかな眼球運動である。

三半規管から前庭神経核を介して生じた信号が、
対側の傍正中橋網様体 (PPRF) に伝えられ、眼球運動が発現する。
その発達は早く、新生児からみられる。

引用文献：小児眼科のABC最新の診断・治療的アプローチ

小口芳久編著 日本依新報社

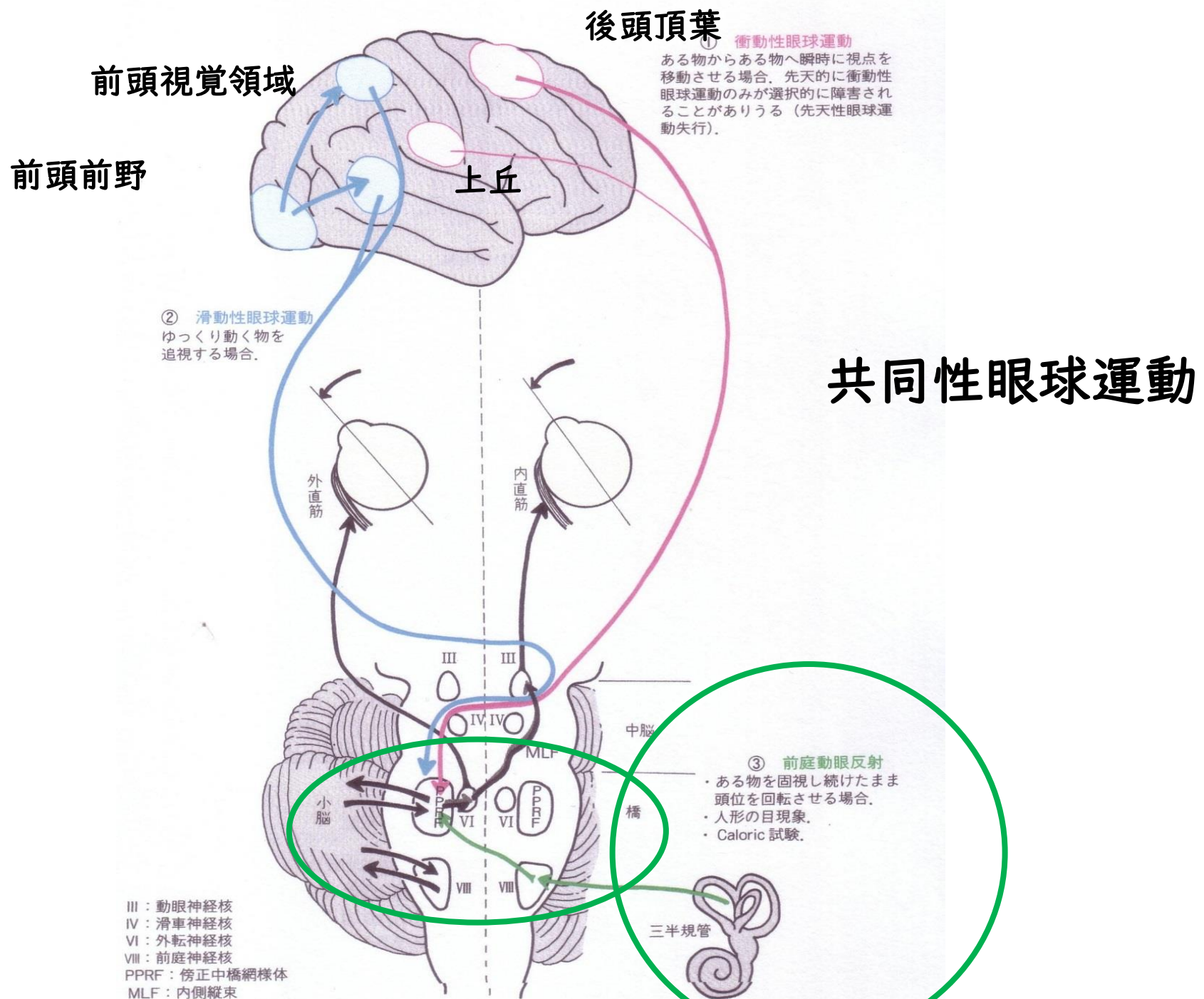
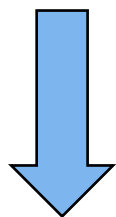


図1 水平眼球運動の神経経路

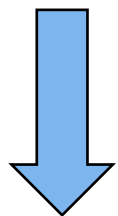
発達早期の開始が望ましい

- 1) 6か月までに優位に先行する視機能発達
- 2) 6か月以降の視機能と手の発達の統合を早期介入
- 3) 立位歩行が始まると連合反応や非対称姿勢が強まる
→ 歩行すると保育所や幼稚園に移行
家庭や集団生活での
基礎的環境整備（ユニバーサルデザイン）と
合理的配慮（アコモデーション）を提案し、
生活マネジメントが必要となる

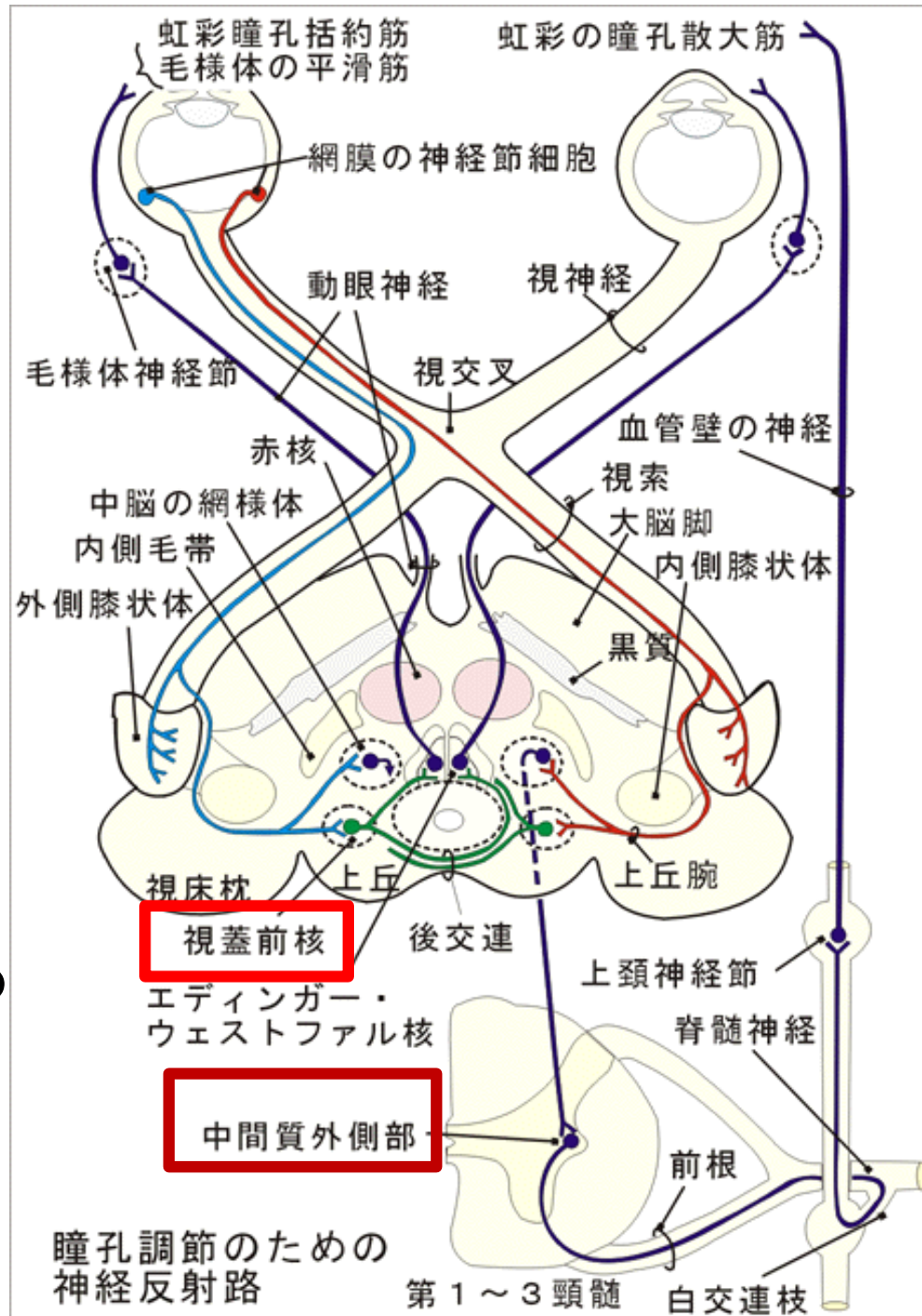
瞳孔調節の 神経反射経路



視蓋脊髓路 間質核脊髓路



頭頸部・肩甲帯・上肢との



先行する視機能の発達と姿勢制御を関連付け 機能的意義を理解し早期から準備

人形の目反応・瞳孔調節・眼瞼反射

眼底、視神経の髄鞘化

生後2、3ヶ月：見え方の違いで物を区別する

弁別・選択

生後4ヶ月：立体視ができる

平面から立体、二次元から三次元

生後8ヶ月：対象物を視覚記憶できる

指向性と模倣

生後12ヶ月：隠された物を探し出せる

因果関係と予測的運動

注視・追視
両眼視

視覚記憶

認知・探索

皮質視覚野の髄鞘化

視知覚・認知学習の発達

注視・追視機能の発達促進

弁別と選択

光学的情報処理の発達

生後2、3ヶ月頃：

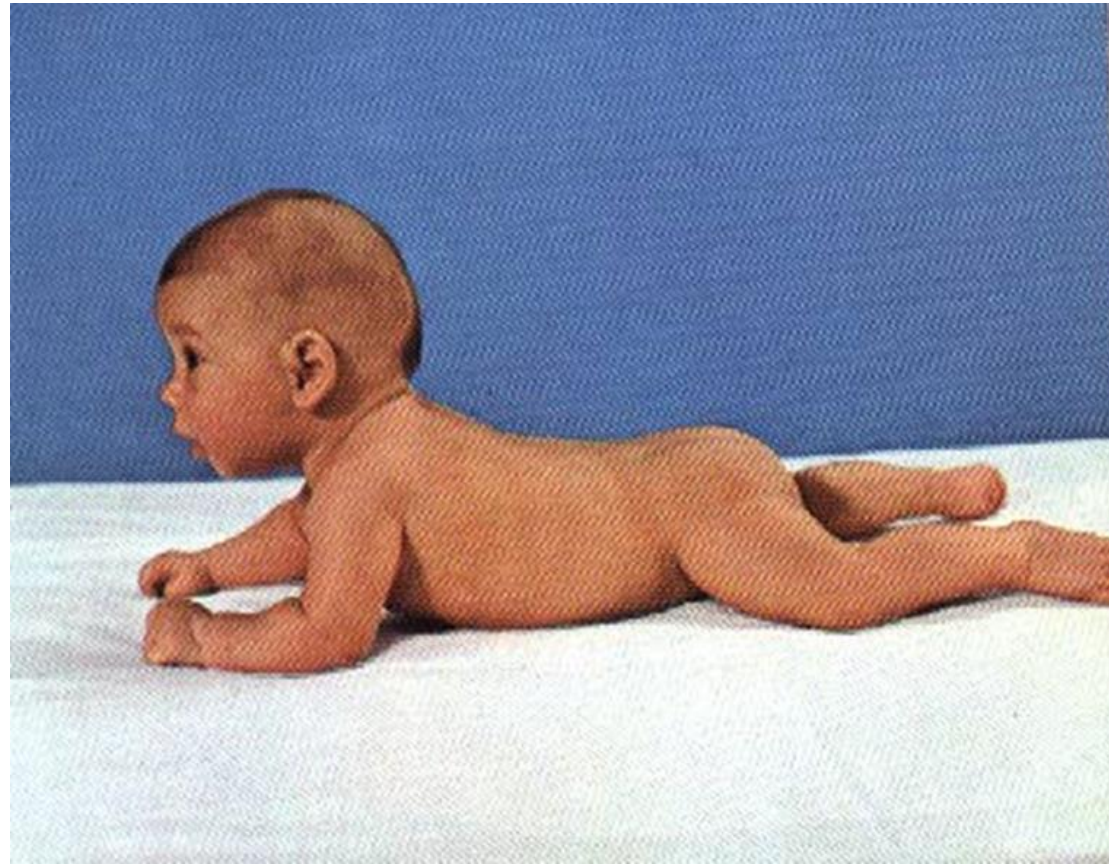
腹臥位で両側同時前腕支持が安定

臥位での両側同時体幹筋活動向上

股関節外転外旋伸展可動域の拡大

結果→頭が正中位で保持できる→眼球定位→なじみのある顔

弁別する



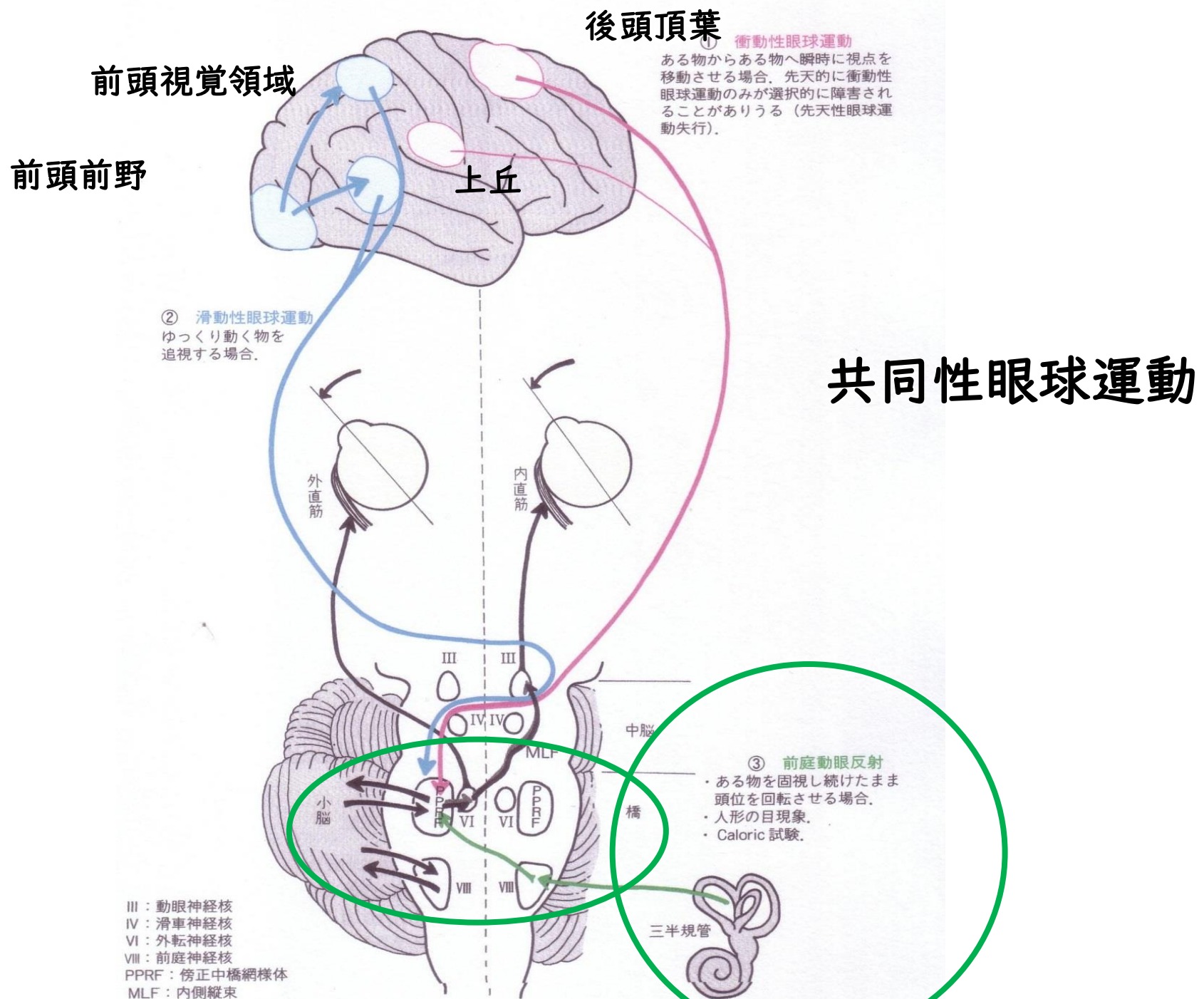
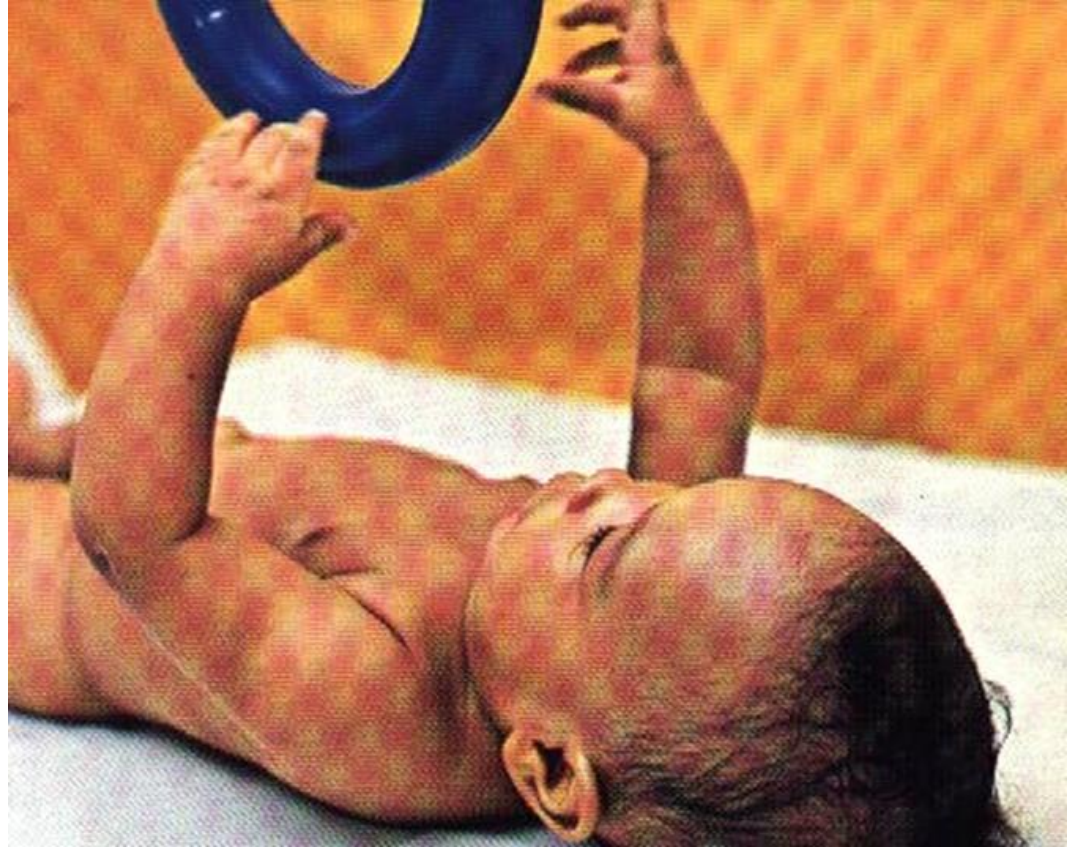


図1 水平眼球運動の神経経路

両眼視機能の発達促進 二次元から三次元へ



生後4か月頃:

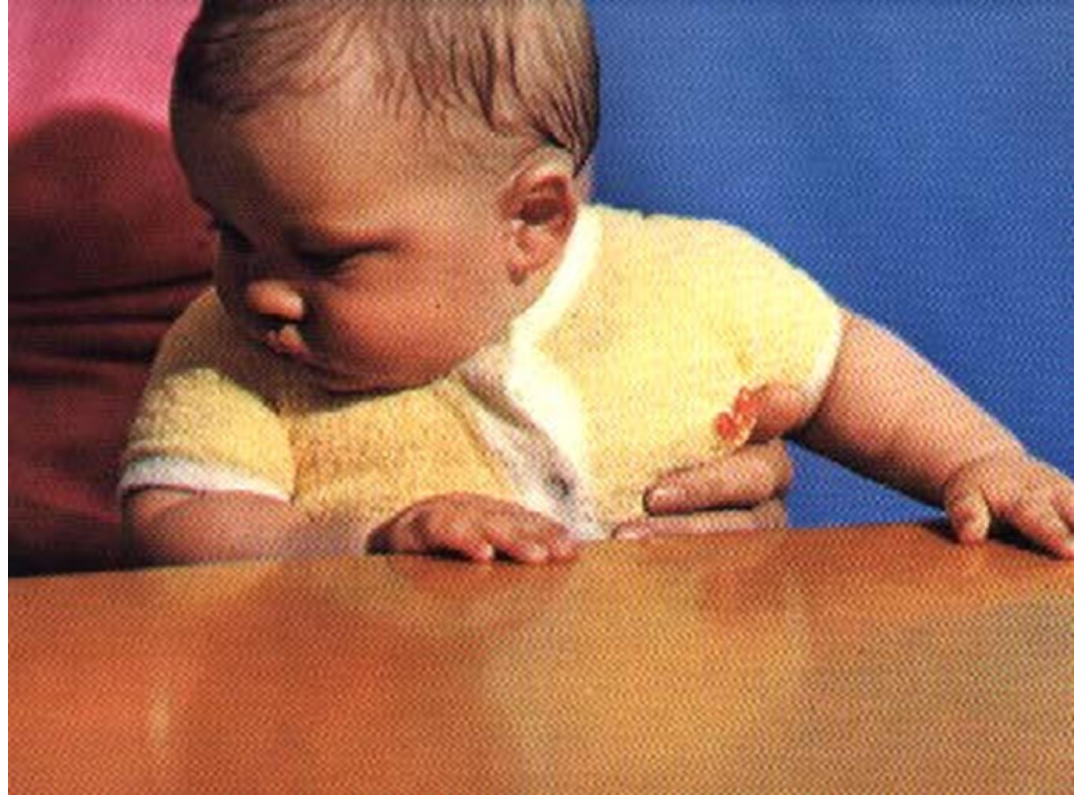
背臥位で両側肩甲骨周辺が安定

臥位での両側同時体幹筋活動向上→正中位指向

安定した支持面で上肢が空間保持

結果→頭部中間位で安定→両側同時のリーチと把持
→眼球輻輳・拡散運動のコントロール→立体視がはじまる

視覚記憶の発達促進



生後8か月頃:

座位が安定、股関節外転外旋可動域拡大

座位での両側同時体幹筋活動向上→抗重力筋活動増大

覚醒と集中が向上し、連続した視覚情報の取り込みが可能

結果→視覚記憶領域の発達→お気に入り

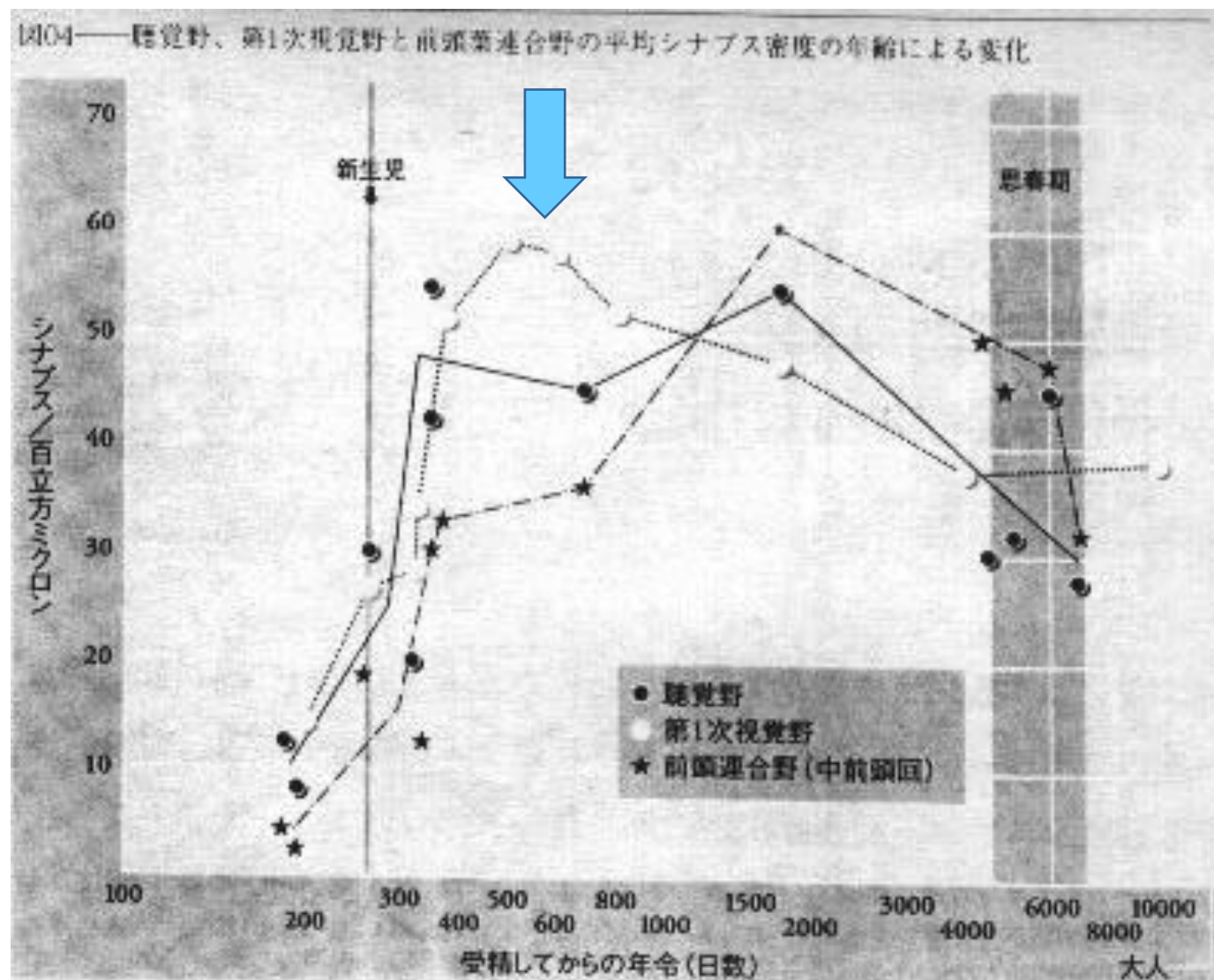
視覚記憶の強化＋視覚認知学習

ものを見て記憶するための内部表現

(脳内のネットワーク)は、what pathwayの終わり近く側頭連合野
前方部で処理される

側頭連合野は視覚イメージ、視覚記憶の貯蔵部位

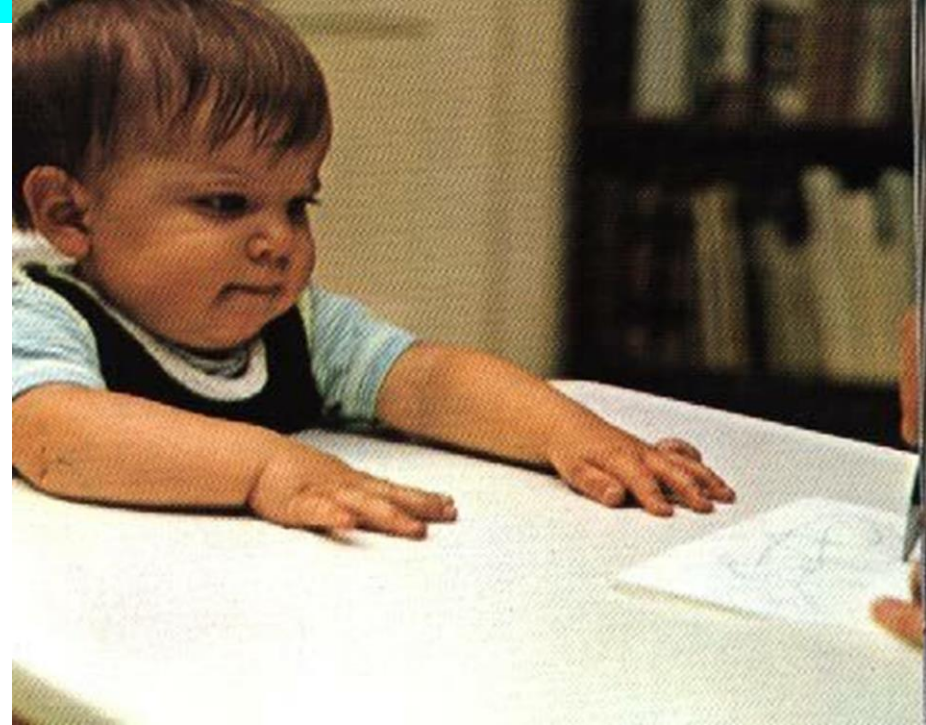
視覚発達敏感期



視覚認知・探索の発達促進

視覚発達の敏感期

因果関係の理解



生後12か月頃

座位では両側上肢は机上面に軽く接触

肘が十分に伸展し前腕安定s

結果→遠近、上下左右両側空間へ注視点移行が可能

→ものをどのように扱っているかに注目

→動きの結果にも注意できる→ミラーニューロンの発達

注意の移動に関わる神経システム

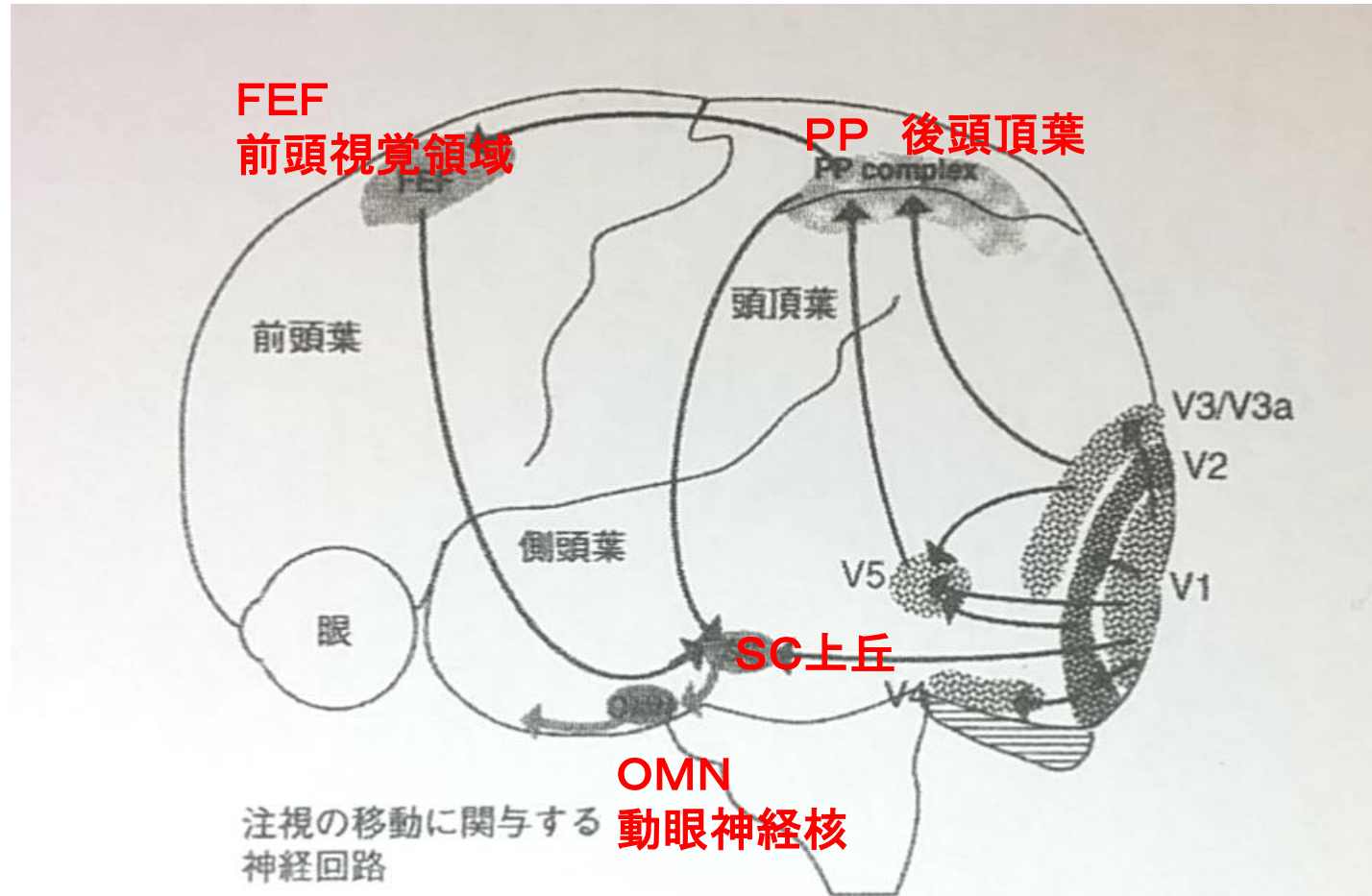
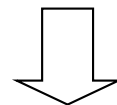


図 8.1 注意の移動を行なうための組織的に配列された回路

FEF = 前頭視覚領域, SC = 上丘, OMN = 動眼神経核, PP = 後頭頂葉

視覚的注意：衝動性眼球運動＝空間制御

- ・ 注意は2つの空間位置を移動させる
- ・ 視覚的注意の空間範囲を広げたり
絞り込んだりできる



空間位置に注意を向け、注意の開放、
転換、収束を制御する後部ネットワーク

頭頂後部、上丘、視床

輻湊運動の神経回路

(非共同性眼球運動)

両眼の注視点を眼前の1点に向かってよせる運動で、主に側頭葉（19, 22野）より起こり
(両側支配)、中脳レベルの皮質下中枢に伝えられ、そのまま動眼神経核を支配し、両眼の内直筋を収縮させる

MRF: 内側縦束

PPRF: 傍正中橋網様体

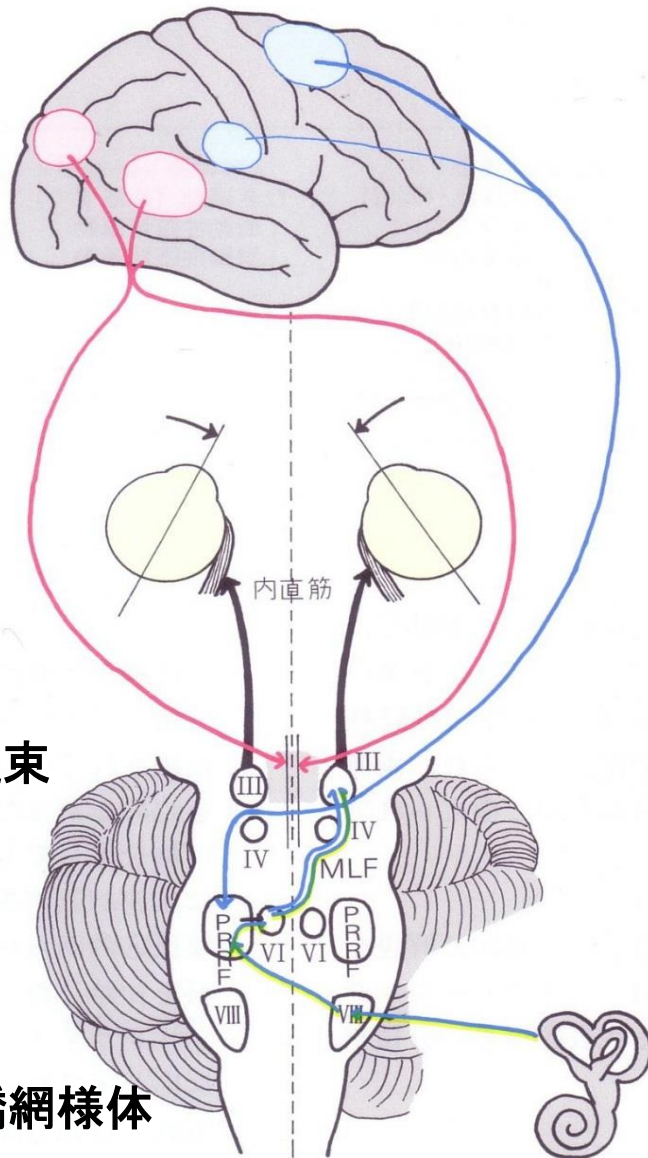
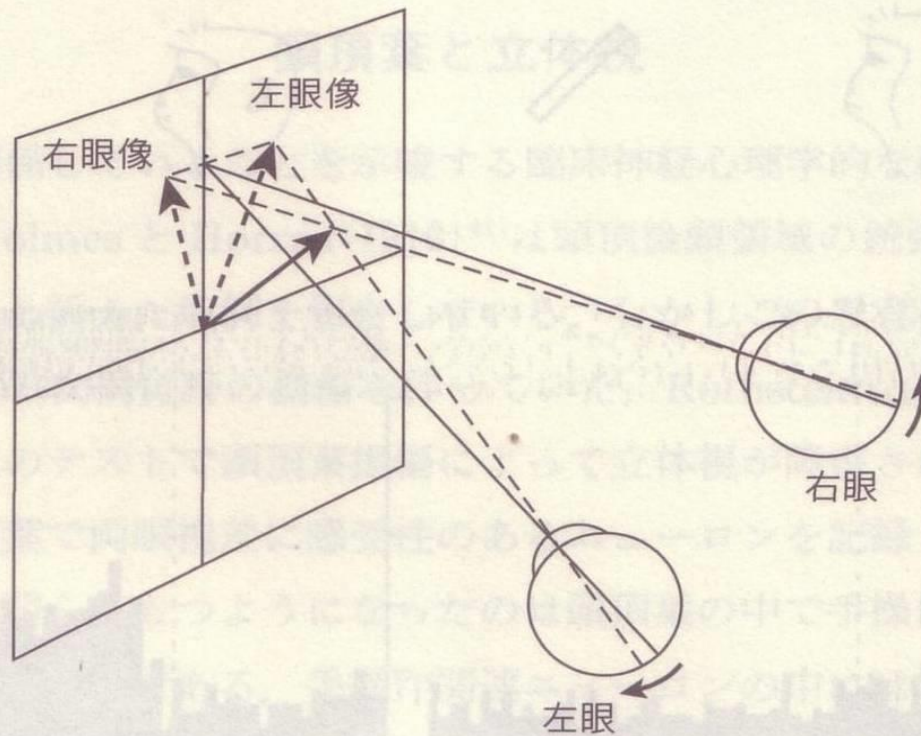


図4 輻湊運動の神経経路

輻湊による内転の経路（赤線）とむき運動（青線）、前庭動眼反射（緑線）による内転の経路は異なる。したがって、たとえばMLFの障害では、むき運動による内転はできないが、輻湊に伴う内転は可能である。

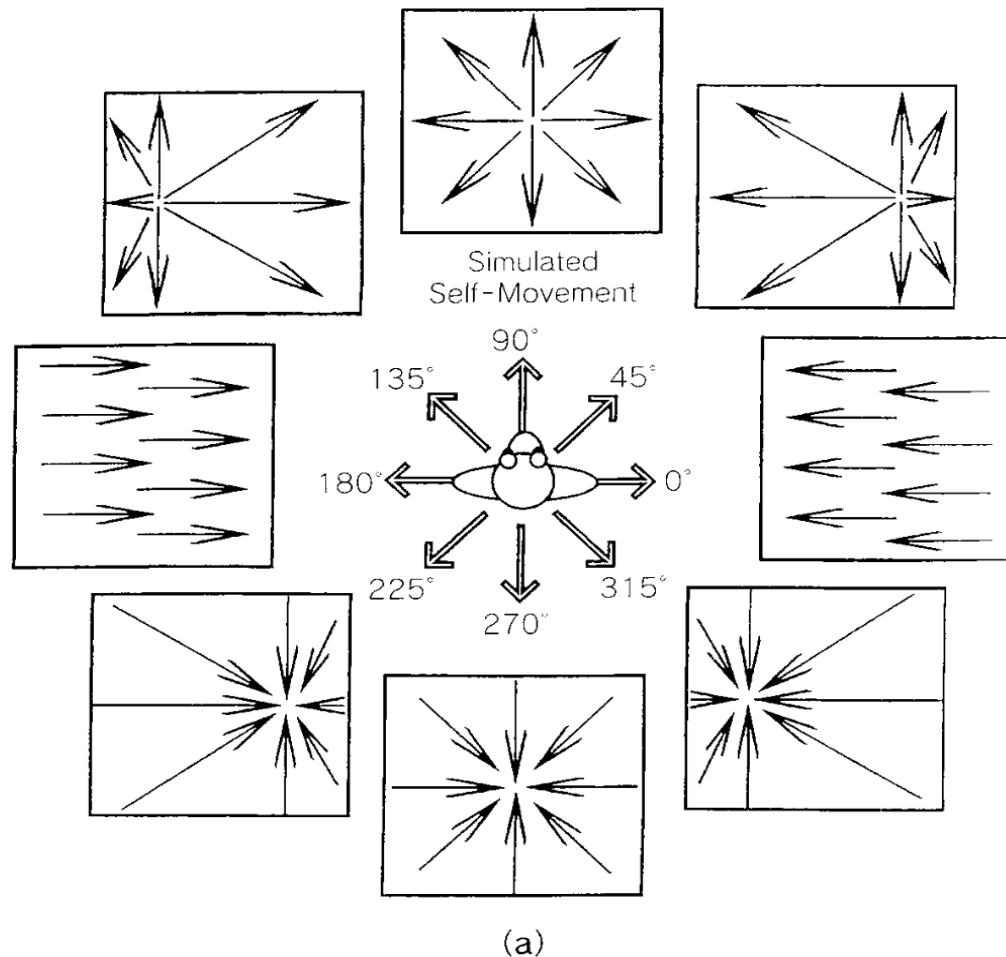


(c)

図 12 長軸方位選択性ニューロンの反応(続き)

c: 方位視差の模式図。矢状面で前後の傾きによって左右の網膜像に傾きの差が生じることを示す。

方向や奥行きを感知する
ニューロンの反応



運動方向の知覚

運動における
周辺視野での
視覚情報の流動
との関係

オプティカルフローに
反応するニューロン

周辺が動く と 運動錯覚

図 10 オプティカル・フローに反応するニューロン

a: オプティカル・フローのパターンと自己運動の方向との関係、
と下は放射状フローで前後の動き、左と右は平面的フローで左右の
動き、中間は両者の合成で斜めの動きに対応する。b: MSTd 野
オプティカル・フロー感受性ニューロンの反応を a に示すパター
の位置に並べた図。左斜め前方向への自己運動が最適の刺激。
(Duffy 1998³⁶¹)

発達の意義を説明し日々の生活で実践



両眼視、輻輳機能と抗重力姿勢制御の発達



12か月頃までの姿勢・運動制御の組織化と
視覚運動の統合が視覚認知発達の基礎となる

空間における身体の定位反応
頭部体幹の正中軸の確立
頭部と眼球コントロールの安定



中心視(what)と周辺視(Where)の同時処理、
注視、追視、能動的選択的注意を促進する

学習基礎能力として 視知覚認知発達のをみる必要があるか

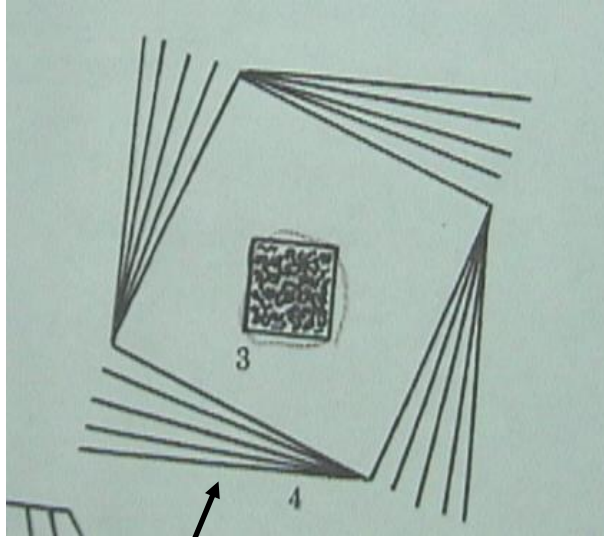
視知覚とは、

視覚刺激を感知し、弁別し、以前の経験と照合させて解釈する能力

- ①視覚と運動の協応 視覚を身体の運動と協応させる能力
- ②図地弁別 刺激に注意の焦点をあてたり移行できる能力
- ③形の恒常性 網膜上の像の変化にもかかわらず特定の形、位置、大きさの特性は変化せずに知覚する能力
- ④空間における位置 事物の空間的な関係を知覚する能力
- ⑤空間関係 2個以上の事物と自分の位置関係や事物相互間の位置関係を知覚する能力

「形の恒常性」

1回目

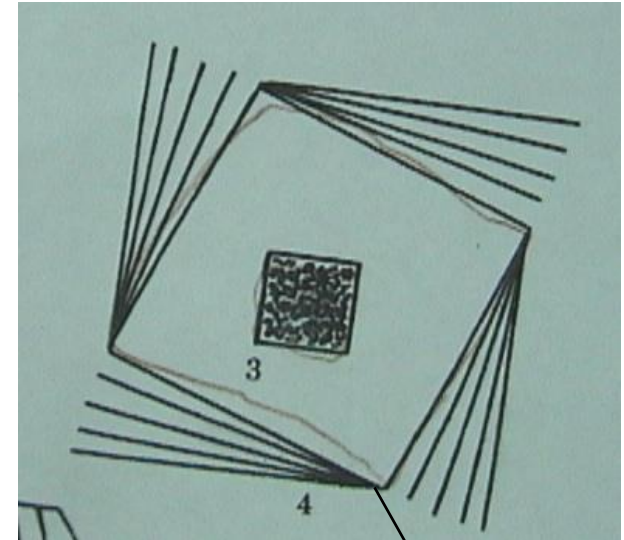


大きな正方形を
探していない

体幹・頭部を中間位保持でき、
座位、立位での姿勢の傾きを調整し、
連続して安定した視覚誘導と中心視に
よる手の運動を助ける

持ちやすい筆記具、椅子、立位台、斜面台
最小限のハンドリング

2回目

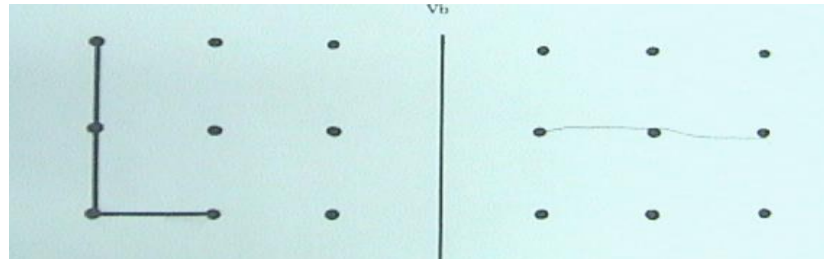


2つの正方形を
正確にとらえた

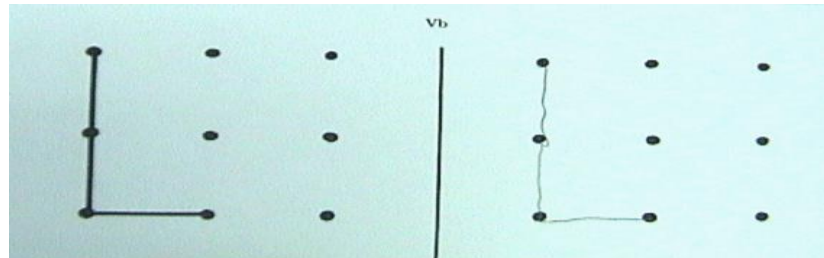
「空間關係」

点と点の位置関係を視覚確認し形をイメージ(記憶)
点の方向と線の方向の位置関係を理解

目 次



2 回 目

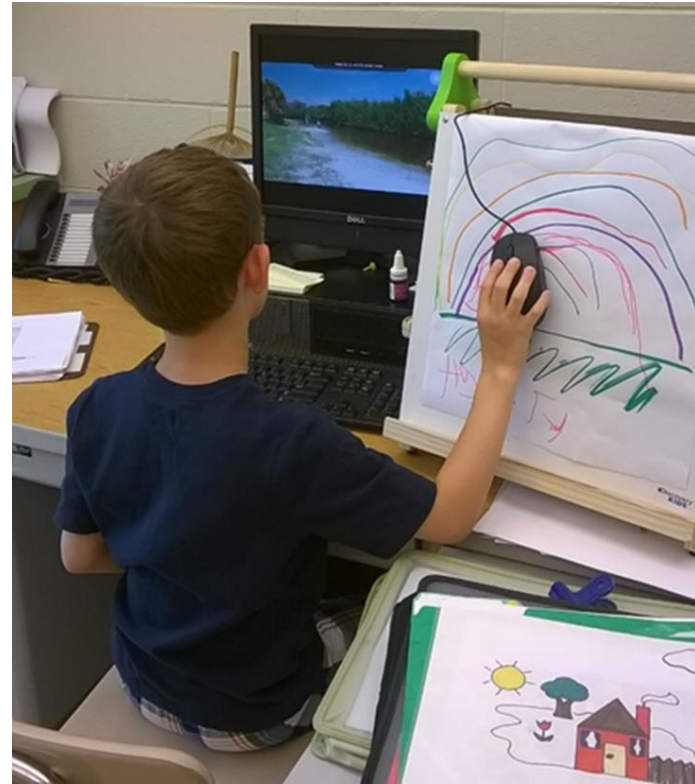


- 点の色を変える
- 点を大きくする
- 点の距離を適度に広げる
- 点を具体物に変える

点と点の位置に
合わせて、
手の運動方向を
切りかえられる

垂直、水平の眼球運動と線の方角を視覚確認しながら、
手の選択的運動方向を調整する練習が必要
複雑図形の模写は12歳くらいまでかかる(方眼紙に展開図)

視覚情報変化に注意集中しやすい合理的配慮も 姿勢・運動制御・眼球制御から考える

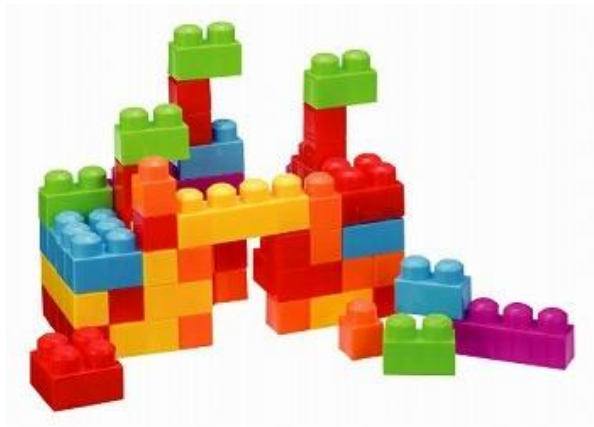


生活環境や課題遂行時の合理的配慮

セラピー場面の紹介

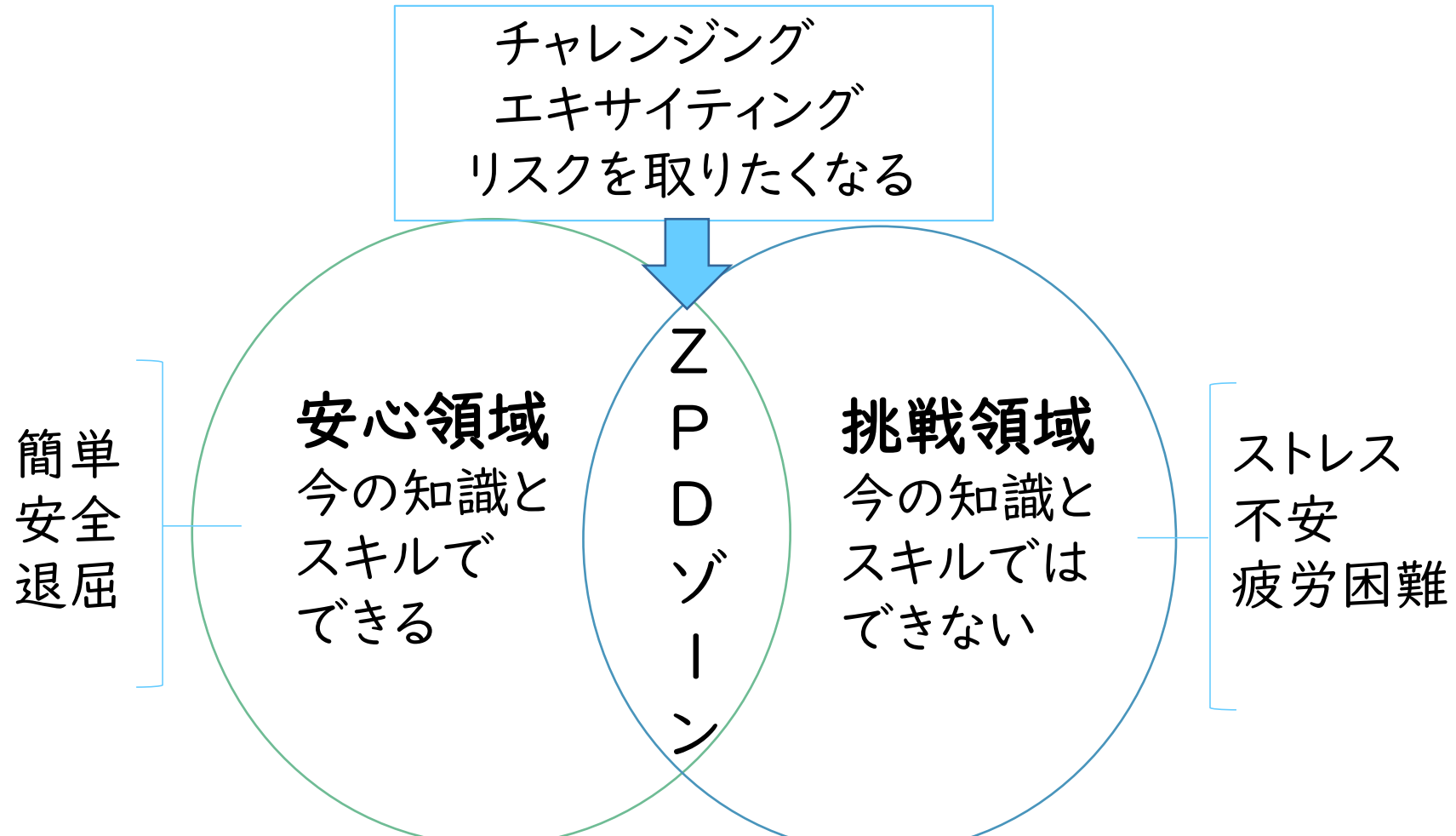
グループ討議 2

視覚情報処理と姿勢運動制御の同時情報処理を成功させるセラピーの工夫を考えてみよう



セラピーでは、

最近接発達領域に挑戦： レフ・ヴィゴツキー心理学



Zone of Proximal Development

よりアクティブなセラピー場面での工夫

努力性の利き手使用で反対側上肢の過度な緊張亢進

→コア筋の働きを促通

⇒利き手同側体幹の安定性を高める

(延髄網様体脊髓路系)

→直接手を触るのではなく、肘頭から肩甲帯安定補助

肩外旋、肘伸展、前腕回外方向への

選択的運動が出やすいように補助

⇒上肢の接触性オリエンテーションによる姿勢制御

非利き手の参加を促し、

両手同時使用が可能となるよう体幹筋活動を助ける

両側同時使用による左右両側間の情報統合処理

視知覚の発達には、

①抗重力活動による姿勢・運動制御の促進:

選択的眼球運動と両側上肢操作の成功につながる

②環境への配慮:効果の持続と反復と自己調整

頭部と眼球運動の定位や移動が持続される環境設定の工夫
スタンディングフレーム、立位台、座位保持椅子など

③視覚的注意と手の体性感覚への注意への配慮:

部屋の照明, 設定位置、姿勢定位、コントラスト
屋内と屋外での視覚情報の変化

③知覚対象の工夫と段階づけ: その子にとってちょうど良い

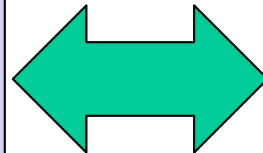
見やすい、扱いやすい、形、重さ、素材、色

④練習方法の工夫:生活マネジメントの計画と実行、振り返り

わかりやすい提示、日常生活での繰り返し、段階付け

現実的具体的目標指向アプローチを行う ＝子ども自身が能動的視覚学習者である

- 課題を遂行するための
姿勢・運動制御の臨床推論
BOS、適切なアライメント
ポジショニング
シーティング、環境調整
- スキルを改善したり、
獲得するための
機能的要素への働きかけ
身体への感覚情報
視野内に置かれる手
麻痺側上肢の使用
更衣時の手足の運動
姿勢設定



- 一日のスケジュール
 - 生活文脈
 - 生活マネジメント
- 病院・施設
家庭
保育所（園）・幼稚園
児童デイサービス
学校・放課後児童デイ
職場・作業所
地域活動

参考図書



脳性まひ児の家庭療育 第3版
梶浦一郎・鈴木恒彦 監訳
医歯薬出版



脳性麻痺のリハビリテーション実践ハンドブック
梶浦一郎・鈴木恒彦 編集
市村出版

本日のまとめ

- ①脳性麻痺、PVLでは、視知覚認知や目と手の協応の発達リスクが予測される乳児早期からの姿勢・運動制御と眼球運動制御を同時に考える
- ②トップダウンとボトムアップから、子どものできている強みを伸ばし弱みを補う個別の配慮を就学につなぐ

引用文献：

- ・ 視覚機能の発達障害 その評価と援助 R.P. Erhardt 監訳 紀伊克昌 1997
- ・ A Vision of the Brain Semir Zeki 1993
(脳のヴィジョン 河内十郎 訳 1995 医学書院)
- ・ 視覚の謎 症例が明かす<見るしくみ> 本田 仁視 著 1998 福村出版
- ・ 脳損傷による視覚障害のリハビリテーション 平山 和美 監訳 2004医学書院
- ・ こどもの目の健康のために 湖崎 克 大阪眼科協会
- ・ 小児眼科のABC 最新の診断・治療的アプローチ 小口 芳久著
日本医事新報社 1995
- ・ 感覚生理学 Robert F. Schmidt 編 1980 金報堂
- ・ 生存と自己のための知覚 岩崎照子 監修 協同医書出版社 2000
- ・ アクテョブビジョン 眼球運動の心理・神経科学 本田 仁視 監訳 2006
- ・ カンデル神経科学 金澤一郎 日本語版監修 メディカル・サイエンス・インターナショナル2014
- ・ 乳児の視覚と脳科学 視覚脳がうまれる J.アトキンソン著 北大路書房 2005
- ・ 英国ボバース講師会議によるボバース概念：神経リハビリテーションの理論と実際、
紀伊克昌監訳、ガイアブックス、2013