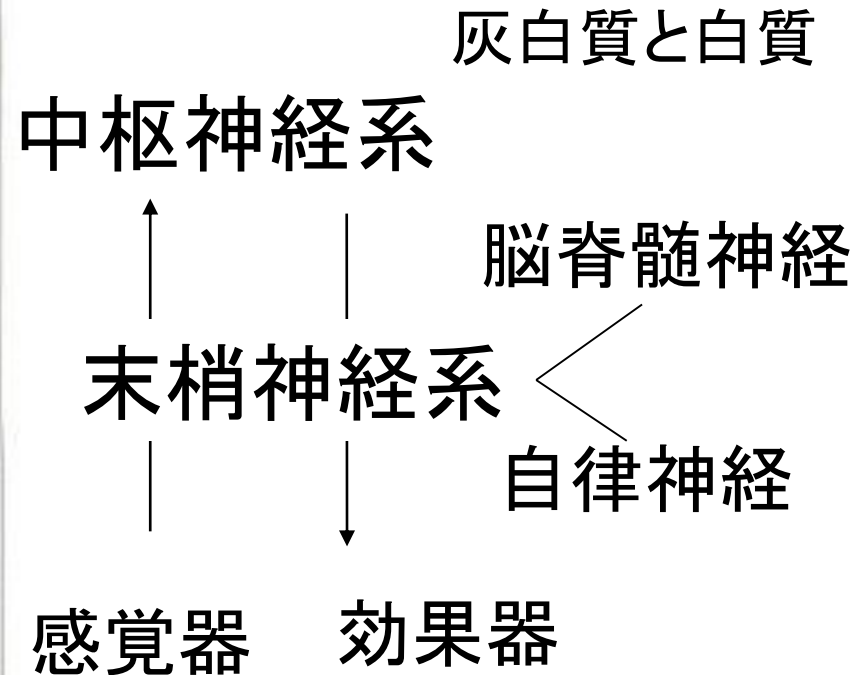
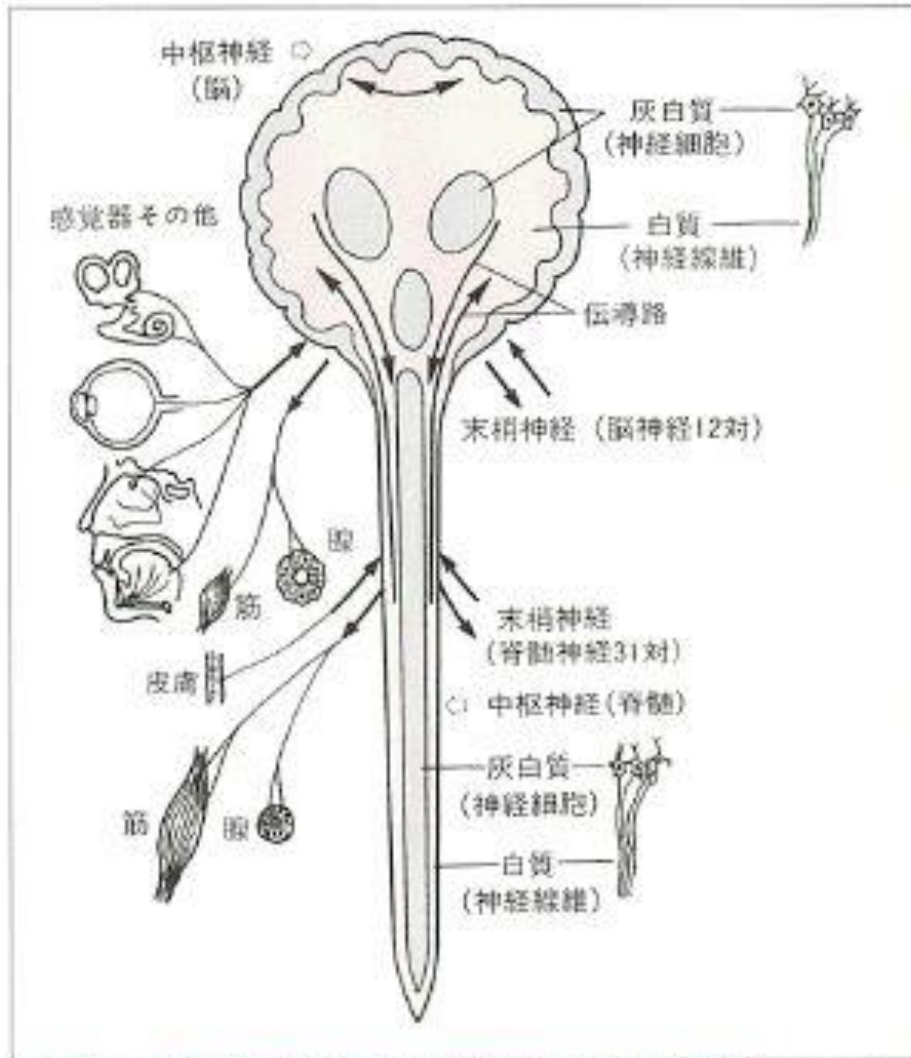


# 第10回 神経系

日紫喜 光良

# 神経系の概要



▲図10-1 神経系の興奮の伝達 (中枢神経系の灰白質と白質)

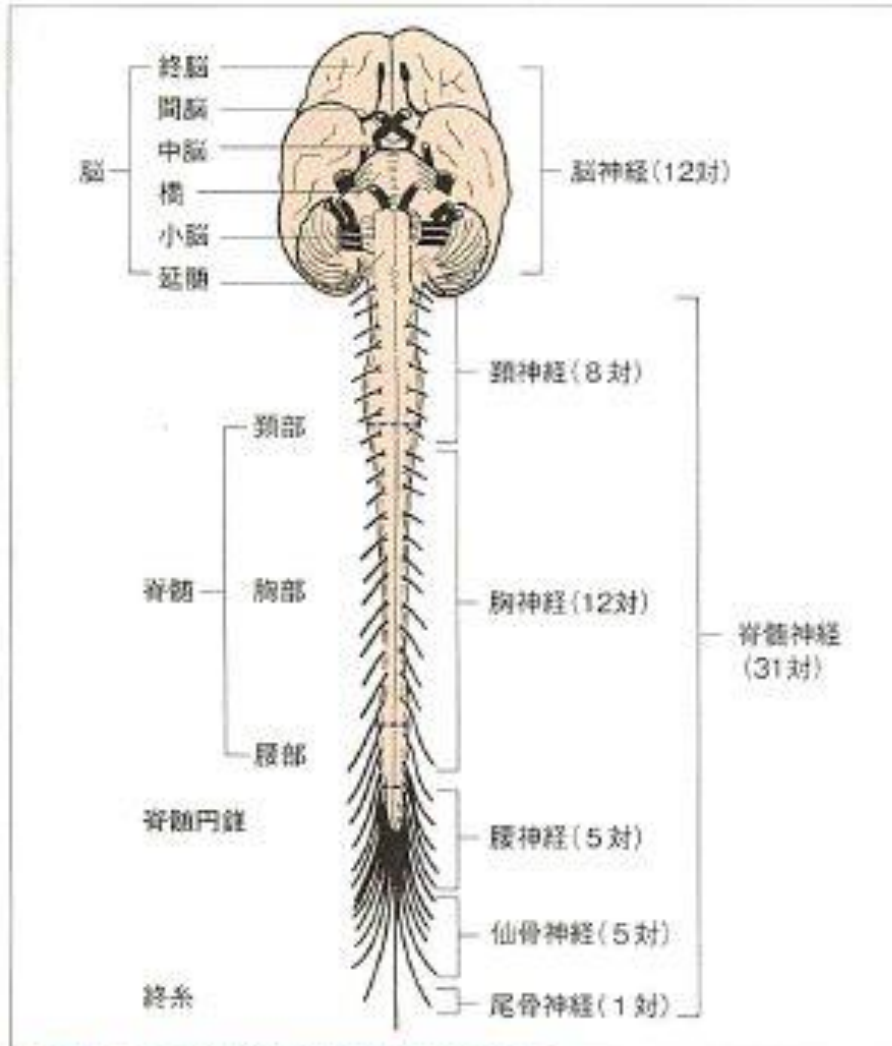
# 中枢神経系と 末梢神経系(とくに脳脊髄神経)

中枢神経

-脳

終脳  
間脳  
中脳  
橋  
小脳  
延髄

-脊髄

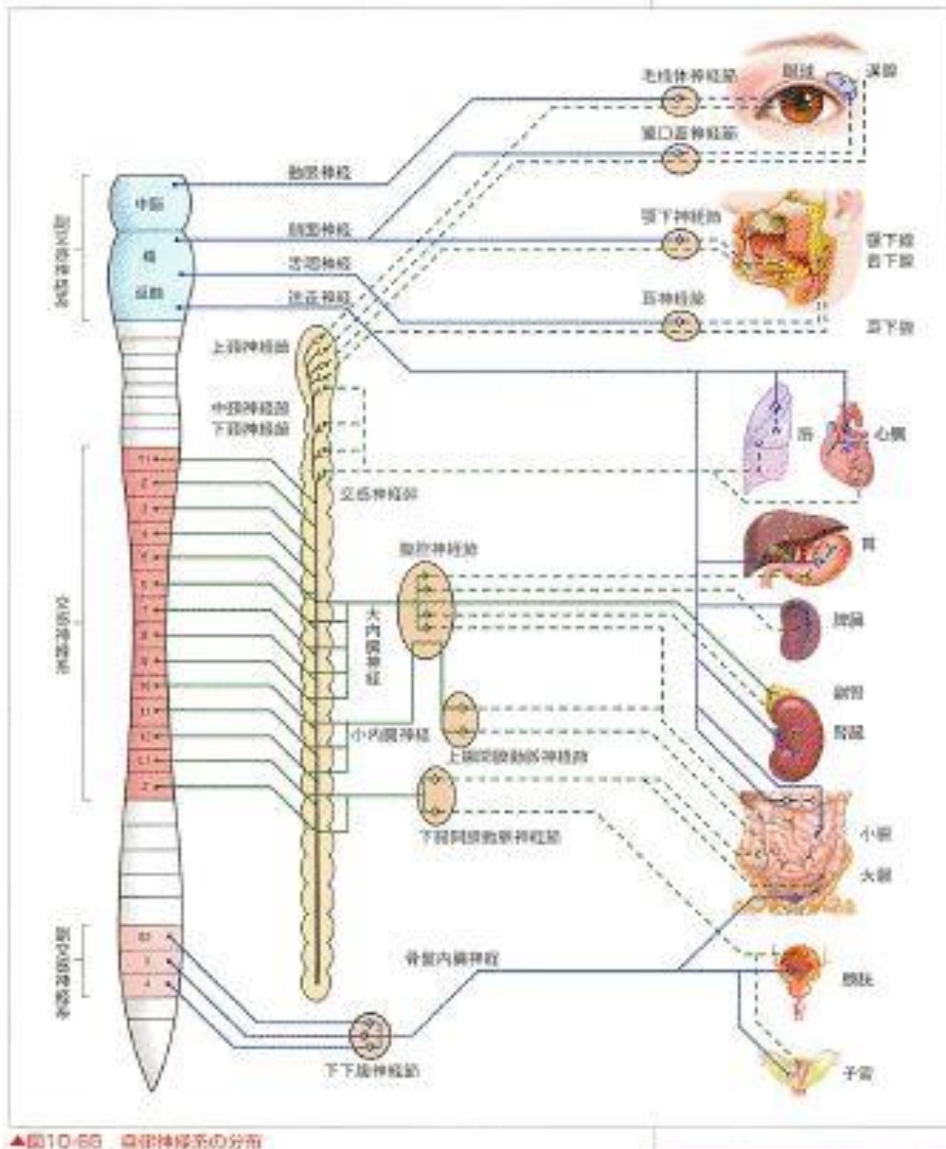


脳脊髄神経

脳神経  
脊髄神経

▲図10-2 神経系(中枢神経系と末梢神経系)

# 自律神経系



中枢神経系

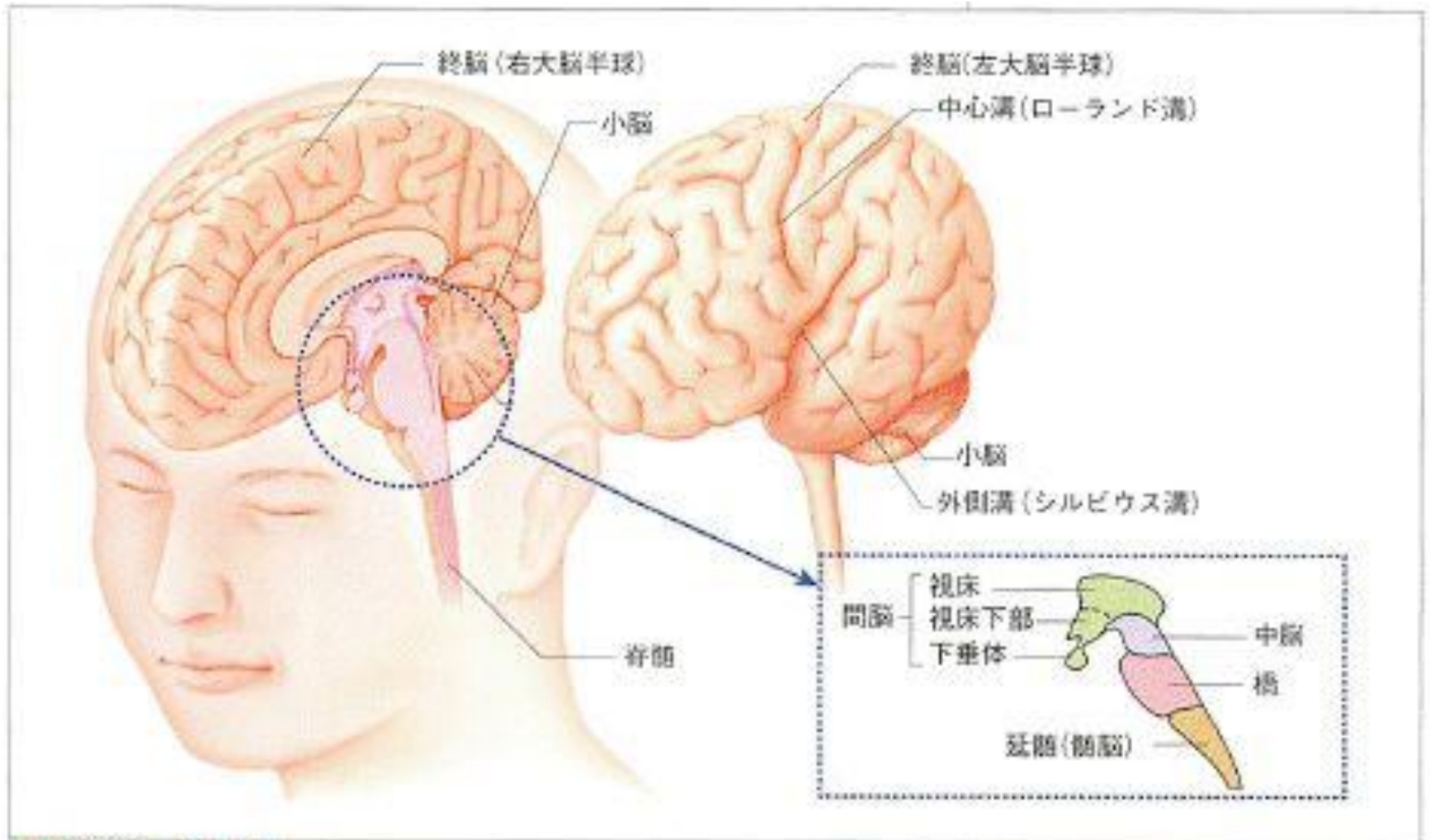
自律神経節

効果器

交感神経系

副交感神経系

# 脳の区分



▲図10-16 脳の区分

# 初期発生と神経系

- 受精後ただちに: 卵割開始
- 受精後3日: 桑実胚
- 7-8日: 着床
  - 胚盤胞
    - 内部細胞塊: 胎児へ
    - 栄養外胚葉: 胎盤などへ
- 9日: 羊膜腔、卵黄囊、胚盤形成
  - 胚盤: この時点では外胚葉と内胚葉
- 16日: 脊索と中胚葉
  - 中胚葉は、外胚葉が窪んでできる「原始線条」とよばれる溝の底から分化してできる
  - 脊索が中胚葉からできる。
- 17-18日: 神経板形成
  - 脊索が誘導する
- 19日: 外胚葉に神経溝(脊索に沿った溝)形成
- 21日: 神経管形成。羊膜腔側に残った外胚葉は皮膚に。
- 21日ごろ: 中胚葉より体節形成
- 30日までに: 杯盤が卵黄囊を取り囲む。
  - 卵黄囊→腸

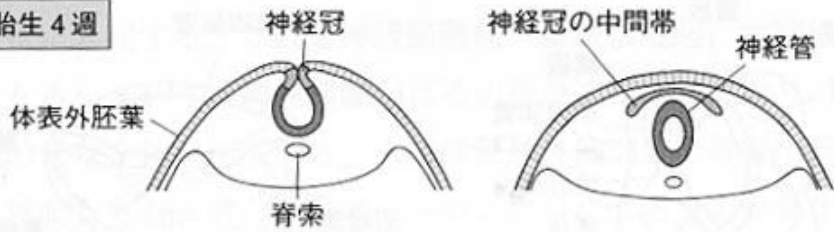
「解剖生理学」242頁図10-3, 4も参照

# 脳・神経の発生

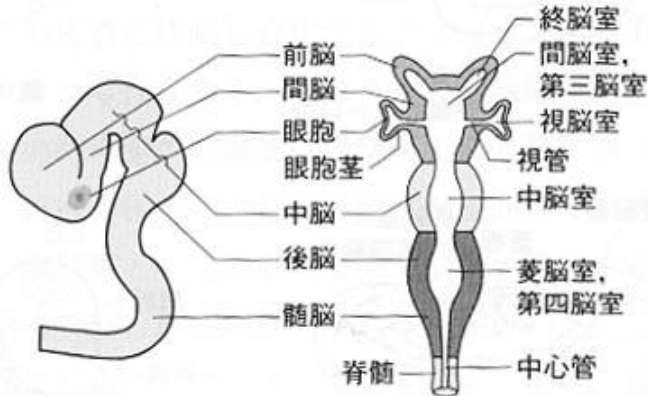
- 神経誘導と神経管形成
  - 中胚葉による誘導
  - 神経管形成
    - 神経上皮細胞：突起をもつ
- 脳の発生



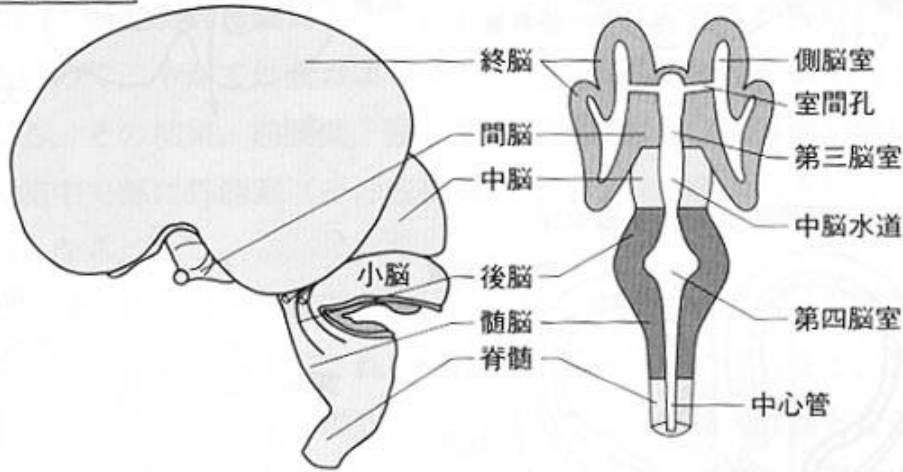
胎生 4 週



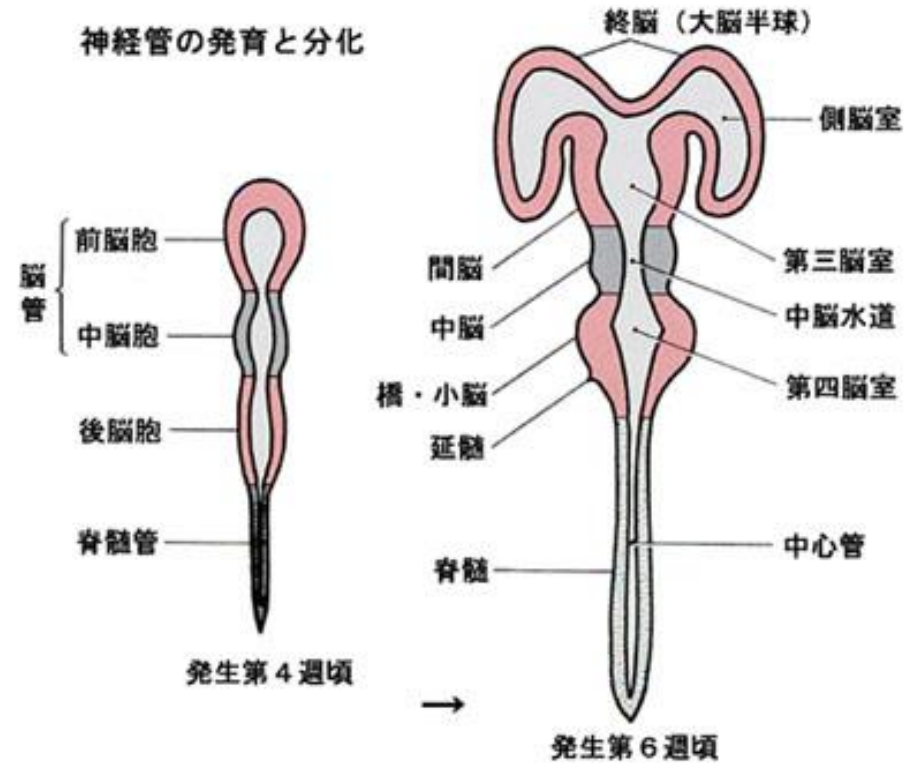
胎生 6 週



胎生 13 週



### 神経管の発育と分化



「解剖生理学」242頁図10-3, 4も参照



# 脳の発生

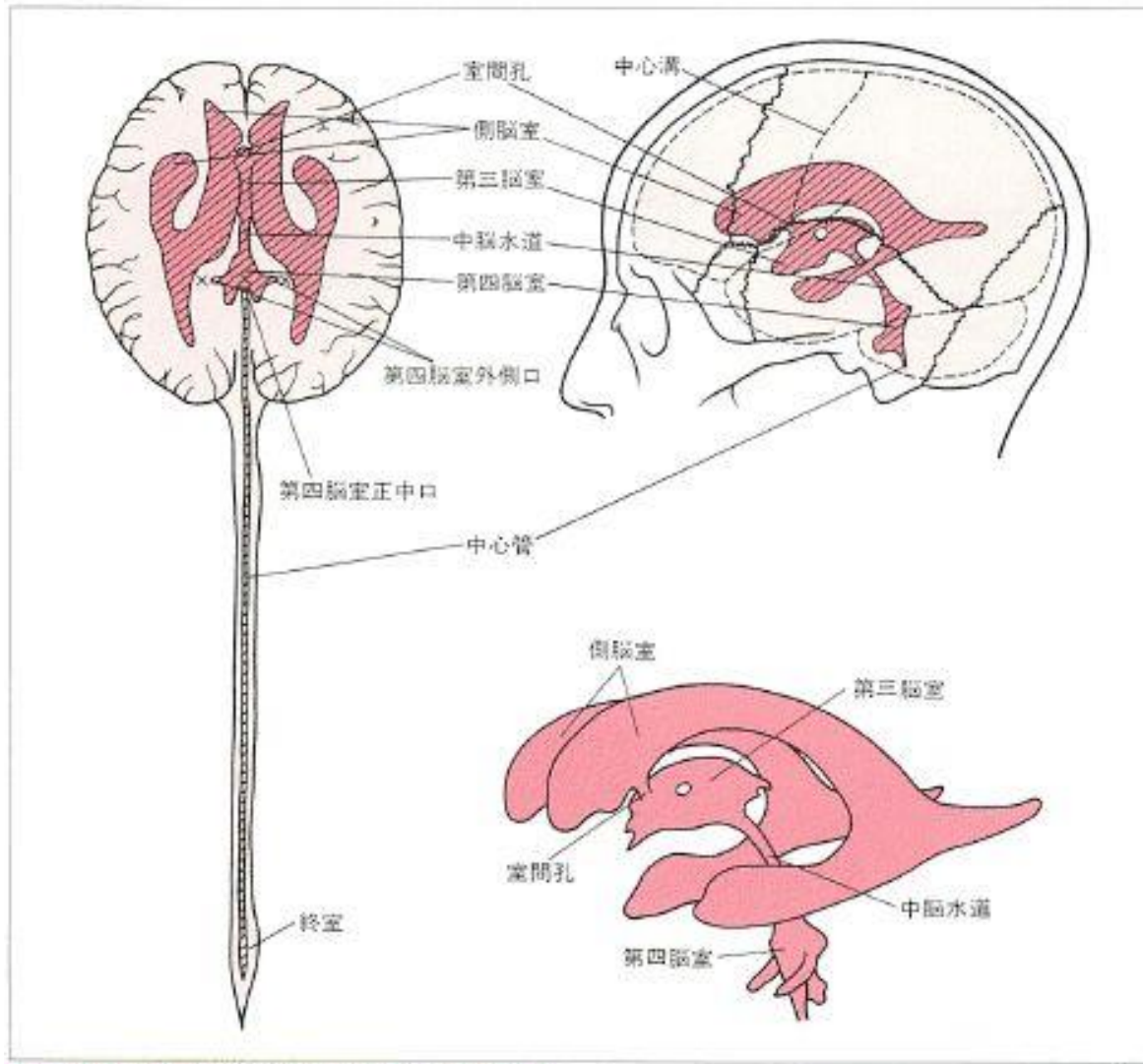
- 神経管の頭側が膨らんで脳胞となる
- 第4週
  - 脳胞が屈曲をしだす。
  - 頸屈から先を脳と呼ぶ。
  - 頭部から順に、前脳、中脳、菱脳(後脳)とよぶ。
- 中脳には中脳屈といわれる屈曲がある。
- 菱脳は中心部で蓋板が発達するので蓋板だけみるとひし形をしている。
- 第6週に入ると、
  - 菱脳はさらに折れ曲がる。
  - 菱脳の前の部分は橋
  - 後ろの部分は延髄、となる
  - 前脳は頭部が左右に膨れ上がり終脳となる(後の大脳)
  - 前脳のうち盛り上がらない部分を間脳という。

# 脳の分化

前脳	終脳	→	新皮質、基底核、扁桃体、海馬、 <u>側脳室</u>
	間脳	→	視床、視床下部、視床上部、 <u>第3脳室</u>
中脳	中脳	→	中脳蓋、被蓋、 <u>中脳水道</u>
菱脳	後脳	→	小脳、橋、 <u>第4脳室</u>
	髄脳	→	延髄、 <u>第4脳室</u>

# 脳室系

脳脊髄液が流れる



▲図10-5 脳室系（左）と脳室側面（右）と脳室拡大図

# 脳室間の連絡

- 室間孔(モンロー孔)
  - 側脳室(左右)と第三脳室との間
- 中脳水道
  - 第三脳室と第四脳室との間
- 第四脳室は連続的に(脊髄の)中心管に続く
- 中心管の下端は終室

「解剖生理学」243頁図10-5

# 脳室とクモ膜下腔との連絡

- 外側孔
  - 第四脳室の左右
- 正中孔
  - 第四脳室の正中
- 外側孔、正中孔から脳脊髄液がクモ膜下腔に流れ出る。

# 髄膜

- 硬膜
  - 大脳鎌：大脳半球の間
  - 小脳テント：大脳と小脳の間
  - 硬膜静脈洞
- クモ膜
  - クモ膜下腔：脳脊髄液で満たされる
  - クモ膜顆粒：硬膜静脈洞（上矢状静脈洞）に突出
- 軟膜

「解剖生理学」244頁図10-6

# 脳脊髄液

- 脳室内の脈絡叢→脳室→第四脳室の左右外側口と正中口→クモ膜下腔→クモ膜顆粒→上矢状静脈洞内の血液へ
- 血清と比べて
  - タンパク濃度が著しく低い
  - 固形物の割合が著しく低い



# 神経細胞と情報伝達

- 静止電位:すべての細胞は外部に対し電氣的に負
- 活動電位:外部からの刺激による
  - シナプス伝達など
- 興奮伝導
  - 跳躍伝導:髓鞘のはたらき。有髓神経(100m/秒)
- シナプス伝達
  - シナプス:ニューロン間の接合部
  - 伝達物質
    - 興奮性:グルタミン酸など
    - 抑制性: $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)など

# 脊髄

- 椎骨との対応
  - 頸髄：C1-C6
  - 胸髄：C7-T9
  - 腰髄：T10-T12
  - 脊髄円錐：T12-L1またはL2
- 前根と後根
- 灰白質と白質
  - 灰白質：前柱と後柱（胸髄にはさらに側柱）
  - 白質：前索、側索、後索

# 脊髓反射

- 体性系
  - 屈曲反射
  - 交叉性伸展反射
  - 伸長反射
  - 膝蓋腱反射
- 自律系
  - 内臟反射

「解剖生理学」252頁、253頁図10-14

# 脳

- 大脳半球

- 脳梁: 白質
- 皮質: 灰白質
- 髓質: 白質
- 大脳核: 灰白質
  
- 側脳室
- 大脳縦裂で左右に分かれる。
  
- 脳溝: 中心溝(前頭葉)、外側溝(側頭葉)、頭頂後頭溝(後頭葉)

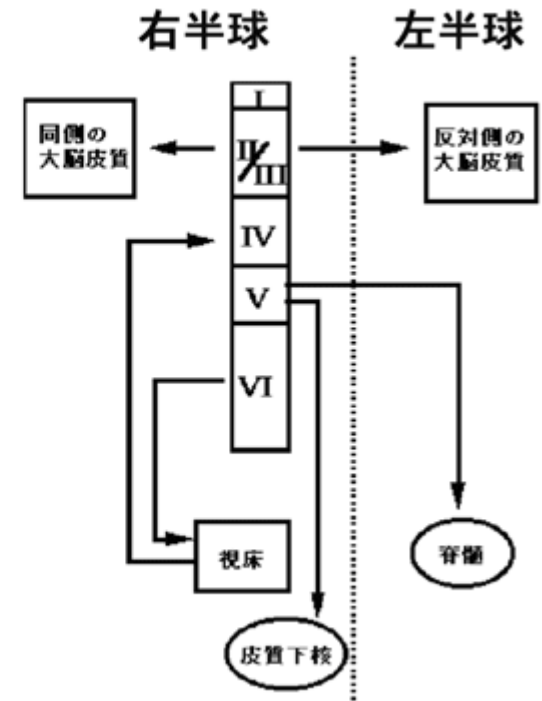
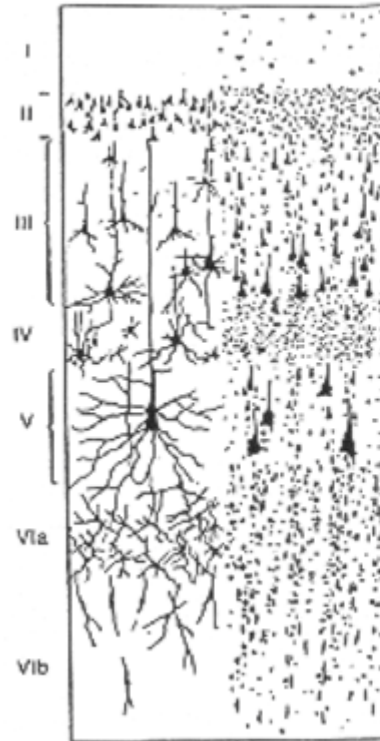
# 大脳皮質の層構造

表面

- 分子層
- 外顆粒層
- 外錐体細胞層
- 内顆粒層
- 内錐体細胞層
- 多形細胞層

深層

「解剖生理学」257頁図10-21



図は「大脳皮質における層構造形成に重要な役割を果たす酵素を発見」より

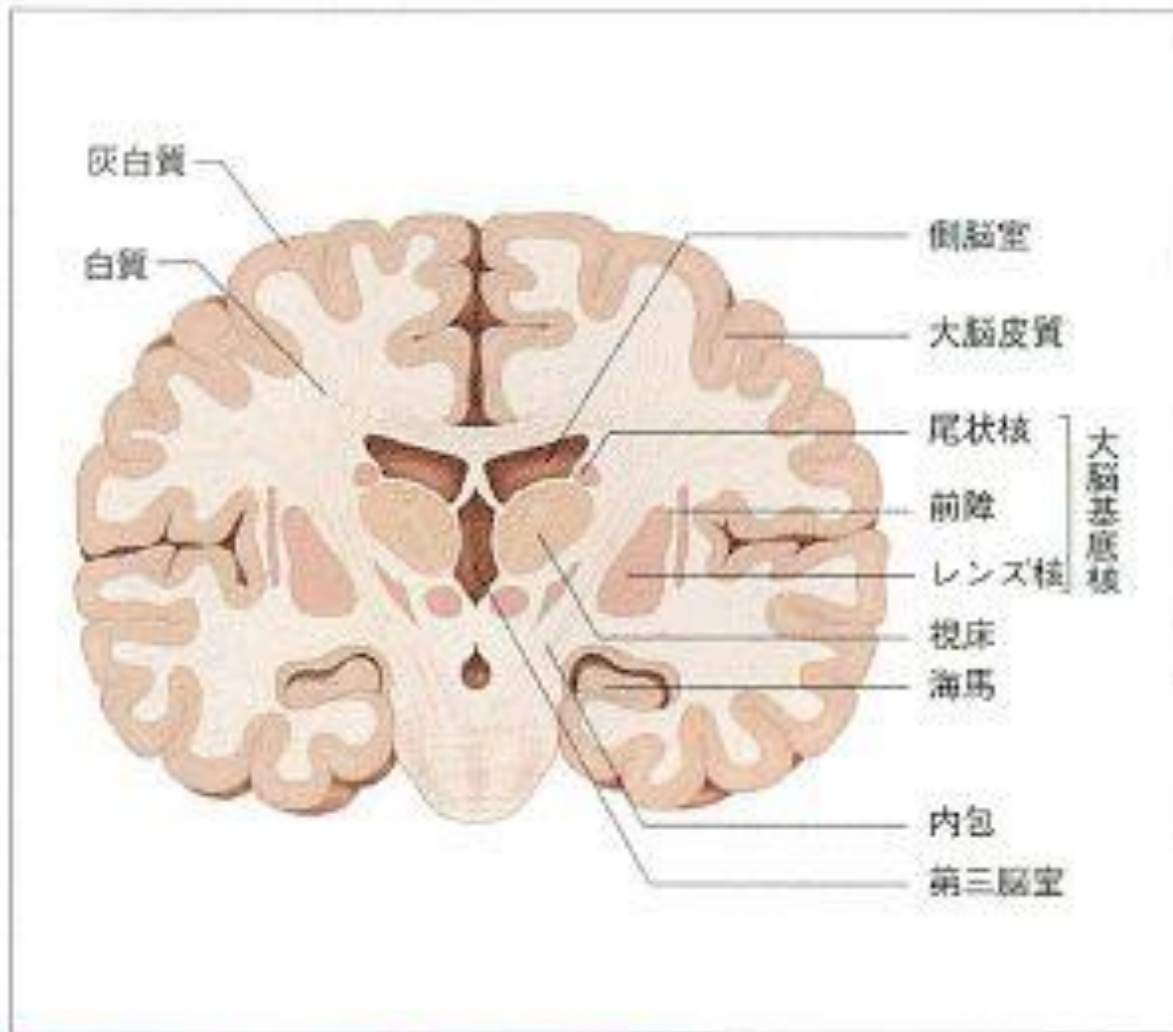
# 大脳核

- 尾状核
- レンズ核
  - 淡蒼球
  - 被核
- 前障
- 扁桃体
  
- 線条体＝尾状核＋被核

内包：視床、尾状核、レンズ核に囲まれた白質部。大脳皮質と連絡する運動繊維と知覚繊維のほとんどが集まって通る

大脳核の病変→不随意運動

# 大脳核の場所



▲図10-20 終脳の灰白質と白質（前頭断）



# 大脳皮質の機能局在

- 運動野
- 体性感覚野
- 視覚野
- 聴覚野
- 嗅覚野
- 味覚野
- 言語野
  - 運動性言語中枢
  - 聴覚性(感覚性)言語中枢
  - 視覚性言語中枢

# 大脳辺縁系

- 脳の内側、脳梁を囲む部位
  - 嗅脳
  - 帯状回
  - 齒状回
  - 海馬回
  - 海馬傍回
  - 扁桃体
  - 乳頭体 など
- 基本的な生命活動の調節
  - 食・飲行動、性行動、怒り、快・不快感、など

# 間脳

- 場所: 第三脳室を囲む
- 機能
  - 感覚(嗅覚以外)の中継
  - 自律神経系の中樞
- 視床
  - 視床上部
  - 視床後部
    - 内側膝状体(視覚の中継)
    - 外側膝状体(聴覚の中継)
- 視床下部
  - 場所: 第三脳室の床
  - 前方を「漏斗」と呼ぶ。
- 下垂体
  - 場所: 視床下部(漏斗)の続き

# 視床下部の機能

- 自律神経の最高中枢
  - 体温調節
  - 水代謝
  - 性欲
  - 食欲
  - 睡眠
  - 下垂体ホルモンの分泌調節機構

# 中脳

- 大脳脚
  - 大脳からの運動性伝導路
- 被蓋
  - 視覚反射、眼球運動、平衡・姿勢保持等の反射の中枢
- 中脳蓋
  - 上丘(視覚伝導路の中継)
  - 下丘(聴覚伝導路の中継)

# 橋

- 橋底部
  - 橋核
  - 錐体路
  - 皮質橋路
- 橋背部
  - 脳神經核(三叉神經、外転神經、顔面神經、内耳神經)
  - 網様体

# 延髄

- 錐体
- 菱形窩
- 網様体
  - 循環や呼吸運動の制御、「生命中枢」
- 脳神経核（下咽神経、迷走神経、副神経、舌下神経）
- 下小脳脚



# 脳幹網様体と意識・睡眠

- 網様体：多シナプス性ニューロン連絡網。白質と灰白質が錯綜
- 中脳、橋、延髄に網様体が存在
- 脳幹正中線上：上行性脳幹賦活系
  - セロトニン作動性ニューロン
  - 睡眠・覚醒・意識と関係
- 排尿中枢
- 循環中枢
- 呼吸中枢

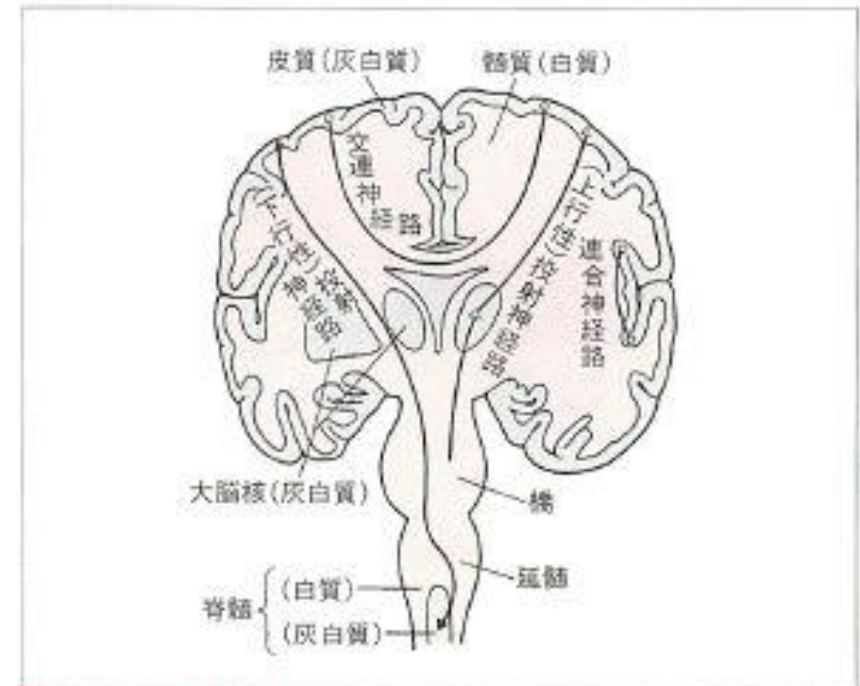
# 小脳

- 場所：後頭蓋窩、終脳後下方、橋と延髄の背側。第四脳室の天井
- 皮質（灰白質）と髓質（白質）
- 3層の皮質：分子層、プルキンエ細胞層、顆粒層
- 髓質：内部に小脳核を有する
- 小脳脚：中脳、橋、延髄と連結
  - それぞれ、上小脳脚、中小脳脚、下小脳脚で
- 椎体外路系中枢
  - 平衡、姿勢反射、随意運動の調整

「解剖生理学」270頁図10-38

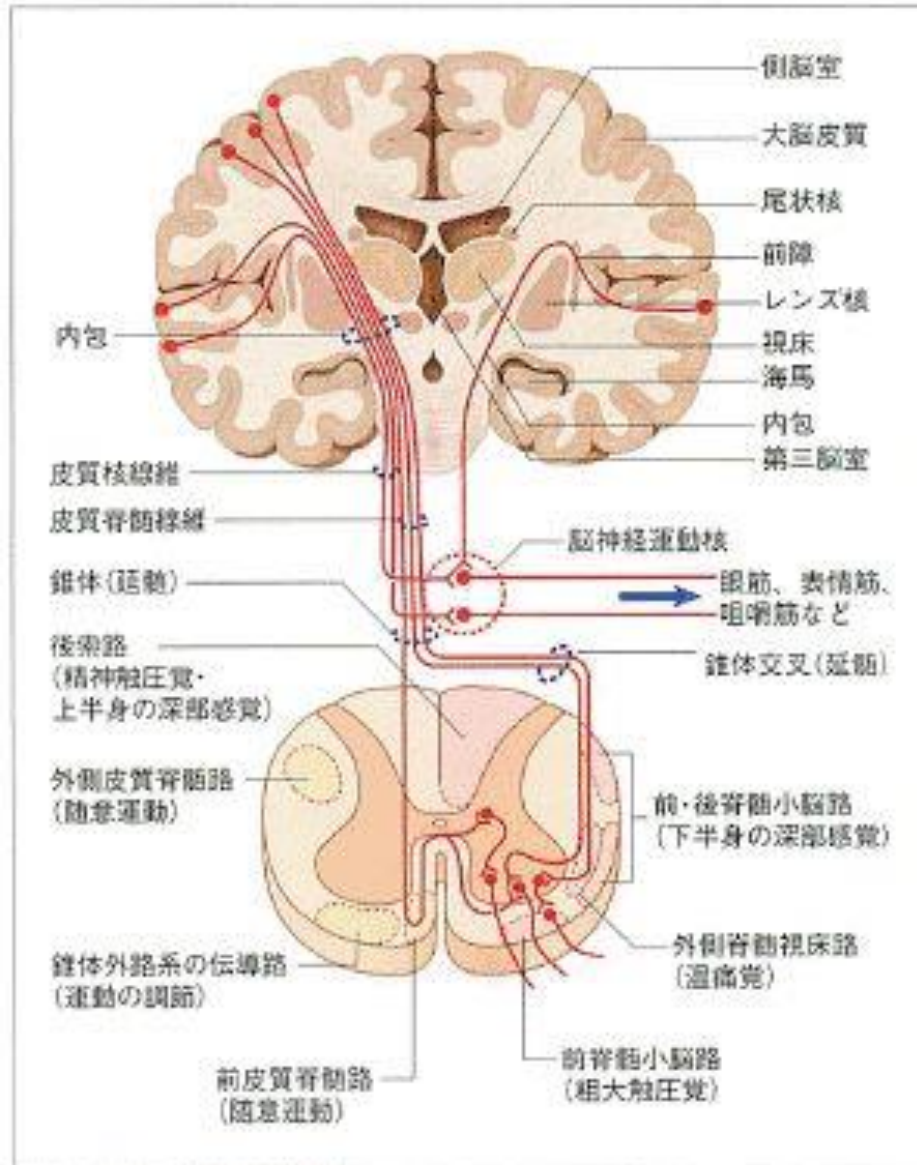
# 伝導路

- 連合神経路
- 交連神経路
- 投射神経路
  - 下行性(運動性)伝導路
    - 椎体路
      - 随意運動
    - 椎体外路
      - 反射的、不随意的に骨格筋を調節する
  - 上行性(感覚性)伝導路



▲図10-28 3種類の伝導路

# 錐体路



大脳皮質→脊髄

延髄の高さで交叉  
(左右切り替え)

大脳皮質→大脳基底核

内包  
中脳大脳脚

を通過して

脳神経運動核に至る

▲図10-39 錐体路の経路

# 下行性(運動性)伝導路:椎体路

- 椎体路
  - 皮質核路(皮質延髄路)
    - 大脳皮質運動中枢→内包→中脳大脳脚→脳神経の運動核
    - 眼球運動、咀嚼運動、表情運動、嚥下運動
  - 皮質脊髓路(狭義の椎体路)
    - 大脳皮質運動野→内包→中脳大脳脚→橋・延髄(椎体形成)→椎体交叉→反対側の脊髓側索→脊髓前柱細胞
    - 皮質核路以外の全身の骨格筋の運動
- 椎体路の交叉
  - 皮質核路
    - 反対側支配
      - 顔面神経→下部表情筋
      - 副神経→胸鎖乳突筋、僧帽筋
      - 舌下神経→舌筋
    - その他は両側支配
  - 皮質脊髓路:すべて反対側支配
  - 左内包レベルの病変では、右の顔面神経麻痺(右の下部顔面の麻痺)、右舌下神経麻痺、右上下肢の麻痺

# 下行性(運動性)伝導路:椎体外路

- 椎体外路
  - 皮質椎体外路
  - 線条体淡蒼球椎体外路
  - 小脳椎体外路
  - 中脳脊髓椎体外路
  - 末梢(椎体外路)系
- 機能:随意運動の開始・遂行
  - 不随意的
- 代表的な調節系
  - 大脳基底核系の線条体運動機構
    - 大脳皮質の感覚運動野 → 大脳基底核 → 視床 → 大脳皮質の感覚運動野
  - 小脳系
    - (入力系): 大脳 → 脳幹 → 小脳、脊髓・前庭 → 脳幹 → 小脳
    - (出力系): 小脳 → 中脳 → 視床 → 大脳

# 椎体外路の症状

- 大脳基底核の病変
  - 筋緊張(トーヌス)の亢進:筋固縮、ジストニア
  - 不随意運動:振戦、舞踏運動、ジスキネジア、ジストニア、アテトーゼ
  - 無動
  - 姿勢の異常
- 小脳の病変
  - 協調運動障害＝運動失調:ふらつき、酩酊様、筋トーヌスの低下

# 感覚性伝導路

- 視覚伝導路
- 聴覚伝導路
- 味覚伝導路
- 嗅覚伝導路
- 深部感覚伝導路
- 体性感覚(皮膚感覚)伝導路
  - 脊髄神経による
  - 脳神経による



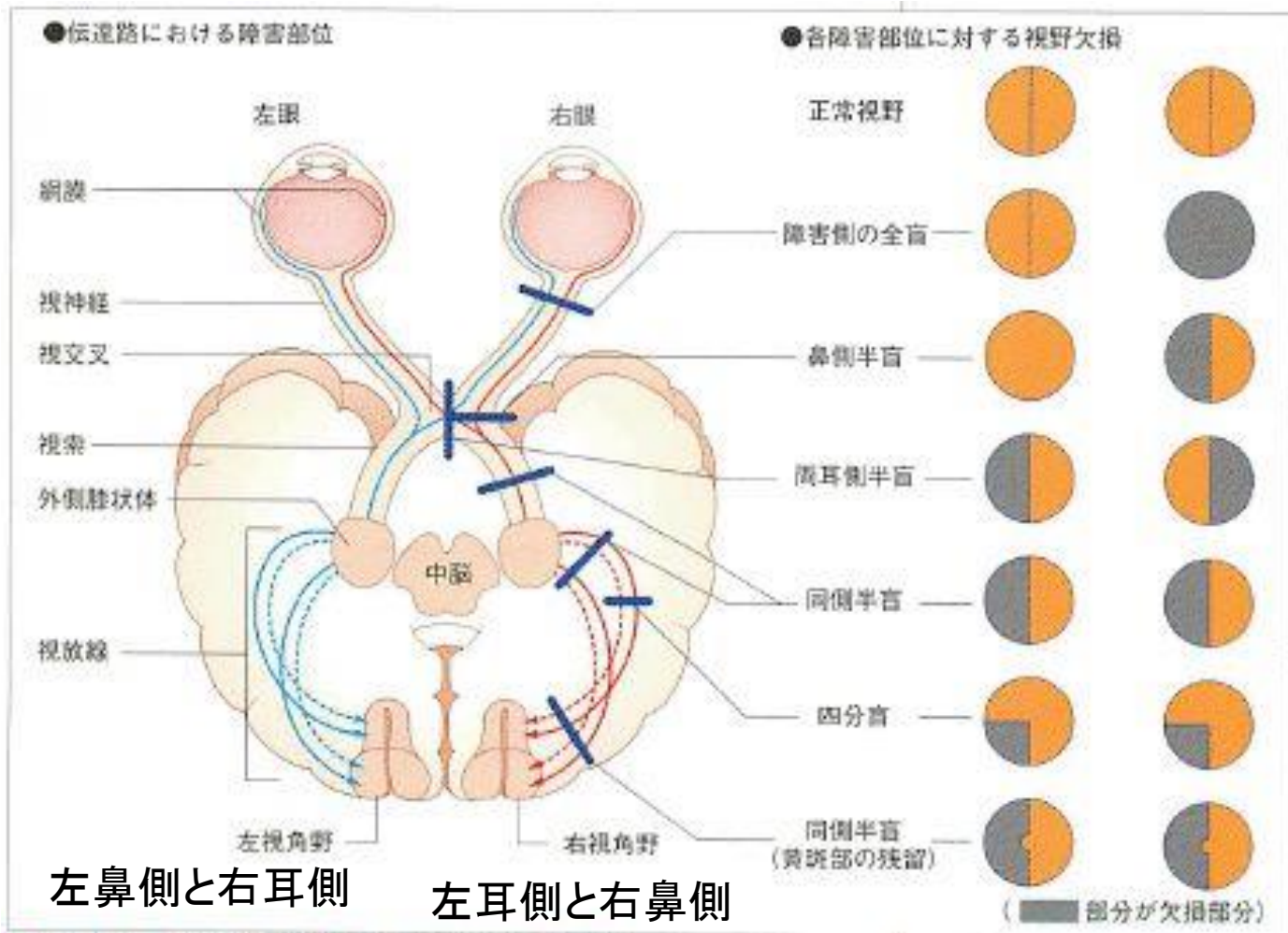
# 視覚器

- 眼球
  - 眼球壁
  - 水晶体
  - 硝子体
  - 眼房水
- 副眼器
  - 眼瞼
  - 結膜
  - 涙器
  - 眼筋
- 眼球壁
  - 外膜: 角膜、強膜
  - 中膜: 毛様体、虹彩、脈絡膜(ブドウ膜)
  - 内膜: 網膜(最も外側の1層は色素上皮層)

# 視覚伝導路

- 視細胞(杆状体、錐状体)→視神経乳頭(視神経円盤)→視神経→視神経交叉→上丘(中脳蓋の)→外側膝状体(視床後部の)→後頭葉の視覚野
- 視野の右側半分→網膜の左側に投影
- 視野の左側半分→網膜の右側に投影
- 視神経交叉(視交叉): 右(左)視野が左(右)視覚野に行くように、神経の束を半分交換
  - 左眼から→右視覚野に
- 障害部位と視覚欠損

# 視覚伝導路の障害



鼻側半盲

両耳側半盲

同側半盲

▲図10-41 視覚伝導路の障害 (P.274のNOTE参照)

# 平衡聴覚器

- 外耳
  - 耳介、外耳道
- 中耳
  - 鼓膜、鼓室、耳管
  - ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨
- 内耳
  - 骨迷路
    - 前庭、蝸牛、骨半規管
  - 膜迷路
    - 球形嚢、卵形嚢、蝸牛管

# 聴覚伝導路

- 蝸牛内のラセン器→ラセン神経節→蝸牛神経→外側毛体→下丘→内側膝状体→側頭部聴覚野

# 味覚器と味覚伝導路

- 味蕾
  - 主に舌（他に軟口蓋、口蓋垂、咽頭）
  - 舌の前2/3は顔面神経、後ろ1/3は舌咽神経で伝導
  - 延髄の孤束核→大脳皮質の味覚野

# 嗅覚器

- 嗅細胞
  - 鼻腔上部(嗅粘膜)
  - 嗅神経→(篩骨篩板)→海馬傍回、鉤の嗅覚野

# 外皮と体性感覚(皮膚感覚)の伝導

- 皮膚
  - 表皮、真皮、皮下組織
  - 感覚受容器
    - 触覚、圧覚、痛覚、温度感覚
    - 機械的受容器、温熱受容器、痛覚受容器
- 角質
  - 毛、爪
- 皮脂腺
- 脊髄神経による
  - 皮膚→1次ニューロン(脊髄神経節)→2次ニューロン(脊髄または脳幹)→3次ニューロン(視床)→(内包)→大脳皮質感覚野
  - 反対側に交叉
    - 2次ニューロン(脊髄後柱または延髄後索核)を出て
- 脳神経による
  - 三叉神経
    - 顔面部の皮膚→三叉神経節→三叉神経知覚核→視床→大脳皮質の知覚野
  - 舌咽神経
  - 迷走神経



# 皮膚感覚の伝達路

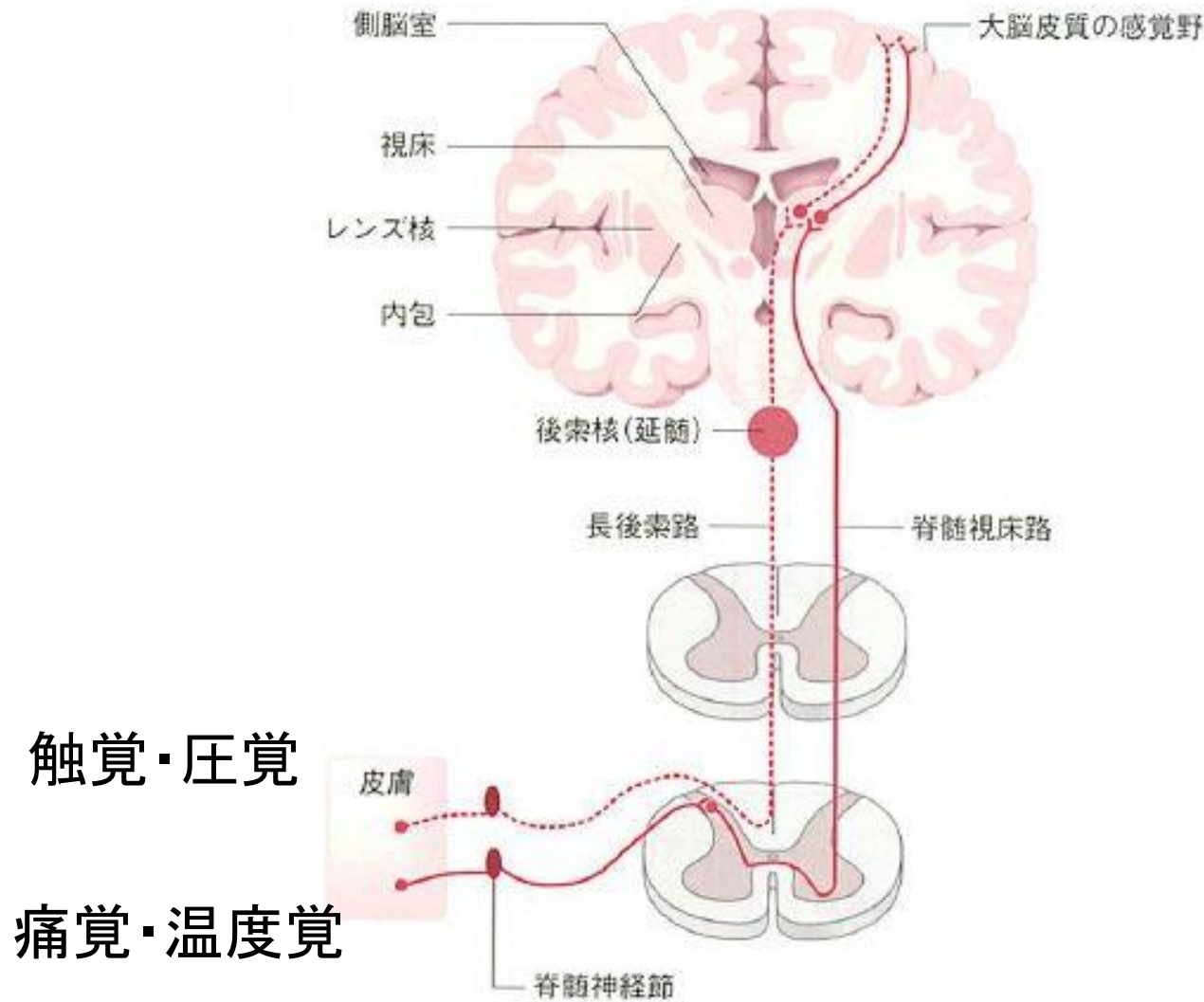


図10-43

# 末梢神経：脳神経(12対)

- I: 嗅神経
- II: 視神経
- III: 動眼神経
- IV: 滑車神経
- V: 三叉神経
- VI: 外転神経
- VII: 顔面神経
- VIII: 内耳神経
- IX: 舌咽神経
- X: 迷走神経
- XI: 副神経
- XII: 舌下神経

動眼(III)、滑車(IV)、外転(VI)神経：眼球の運動

三叉(V)神経→眼神経、上顎神経、下顎神経

顔面(VII)神経→表情筋を支配

味覚→舌の前2/3は顔面神経(VII)、後ろ1/3は舌咽神経(IX)

発声→迷走神経(X)(反回神経)

# 脳神経の主要機能まとめ

	感覚機能	運動機能	自律神経機能
嗅	嗅覚		
視	視覚		
動眼		眼球運動、眼瞼挙上	瞳孔・レンズの調節
滑車		眼球運動	
三叉	顔面・口鼻腔、外耳道の感覚	咀嚼、会話	
外転		眼球運動	
顔面		表情運動、会話	涙液・唾液分泌
蝸牛	聴覚・平衡機能		
舌咽	咽頭・喉頭の感覚	咽頭・喉頭の運動(嚥下、会話)	唾液分泌
迷走	喉頭・咽頭の感覚	喉頭・咽頭の運動(嚥下、発声・会話)	心血管・内臓の運動、外分泌
副		肩挙上、首の回旋	
舌下		舌運動(嚥下、会話)	

# 末梢神経：脊髄神経（31対）

- 頸神経（8対）
- 胸神経（12対）
- 腰神経（5対）
- 仙骨神経（5対）
- 尾骨神経（1対）
- 前根：運動神経線維
- 後根：知覚神経線維
- 椎間孔を出てからは前枝と後枝に再編成
- 前枝は脊髄神経叢（胸神経以外）を形成

# 主な末梢神経

	感覚領域	運動
橈骨神経	手背の拇指側	前腕、手首、指の伸展
正中神経	拇指、拇指球、第2・3指の掌側	指と手の屈曲
尺骨神経	第4・5指の掌側、小指球	小手筋(小指の外転、指の内転)
大腿神経	大腿の前面、下腿の内側	股関節の屈曲や膝の伸展
総腓骨神経	大腿外側	足の背屈

# 自律神経

- 途中でニューロンを交代：自律神経節
- 交感神経
  - 節前ニューロン：T1～L2から
  - 交感神経幹にはいる
- 副交感神経
  - 節前ニューロン：脳（中脳・延髄）、S2～S4から