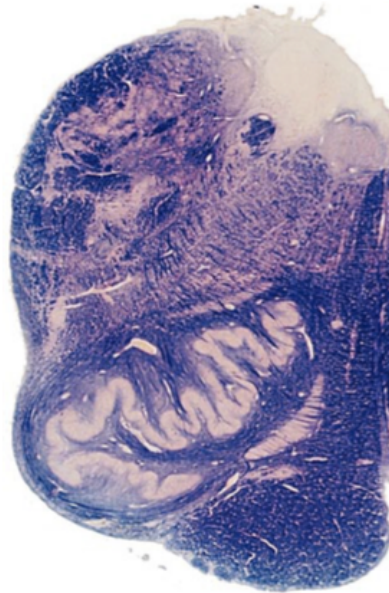


第5回 延髓 Medulla Oblongata



脳幹 Brain stem

3. 中脳

2. 橋

1. 延髓



脳幹 (Brain stem) = 延髓+橋+中脳

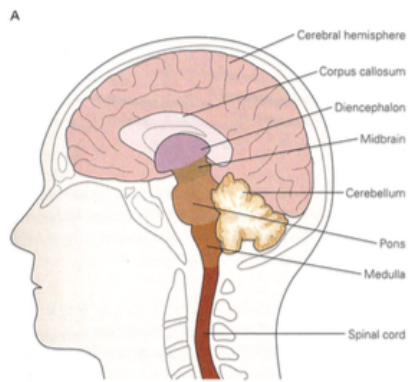
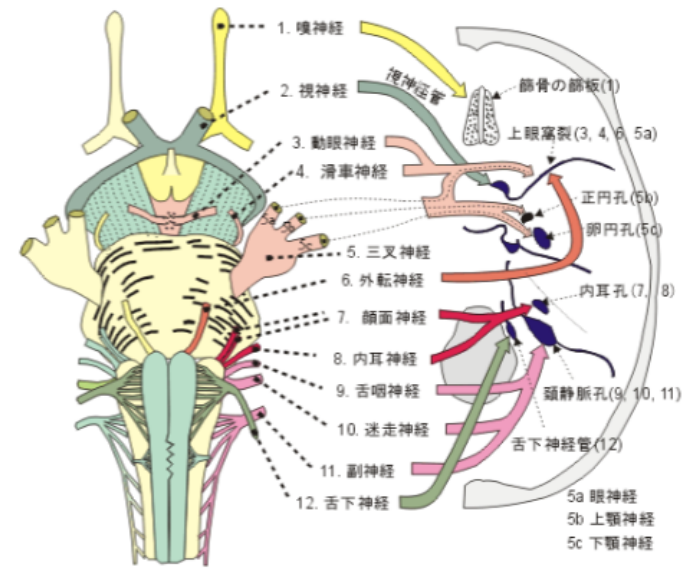


Figure 1-3 The main divisions are clearly visible when the brain is cut down the midline between the two hemispheres.
A. This schematic drawing shows the position of major structures of the brain in relation to external landmarks. Students of brain anatomy quickly learn to distinguish the major internal landmarks, such as the corpus callosum, a large bundle of nerve fibers that connects the left and right hemispheres.
B. The major brain divisions drawn in **A** are also evident here in a magnetic resonance image of a living human brain.



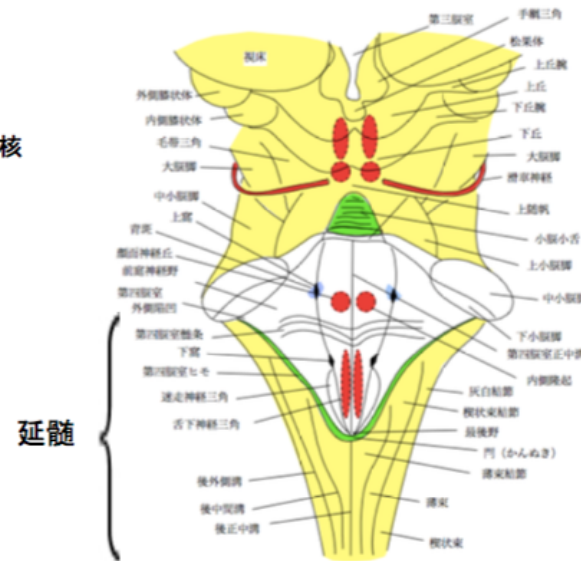
延髄 Medulla oblongata

1. 延髄の概念
2. 延髄の構造 (延髄の神経核)
3. 脳幹におけるカラム構造 (背側の神経核 (脳神経))
4. 延髄における反射に関わる神経回路

■ 延髄の位置 (脳幹の背側から)

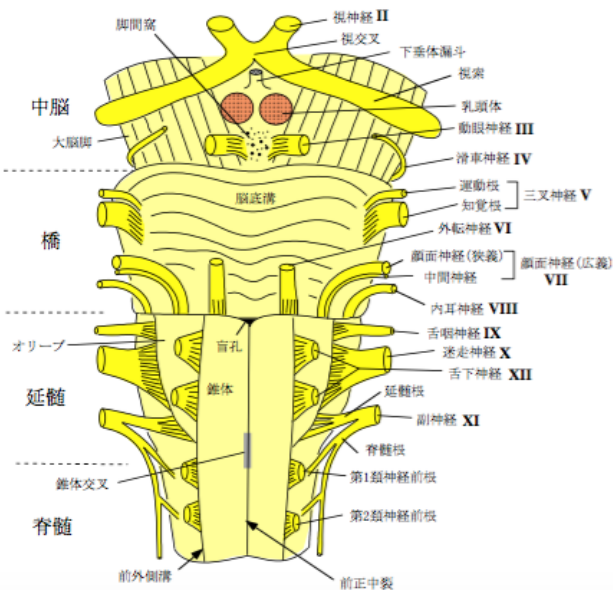
P.53

薄束結節：薄束核
楔状束結節：楔状束核



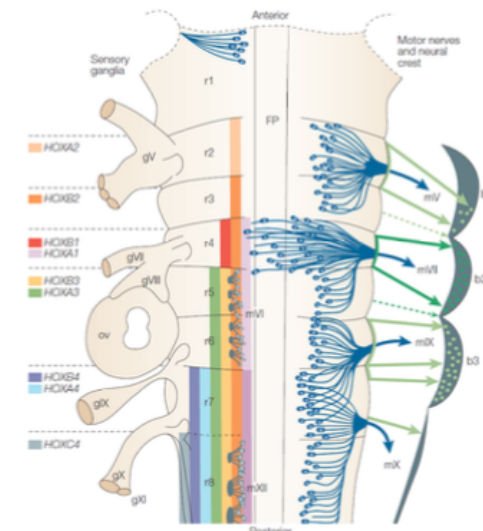
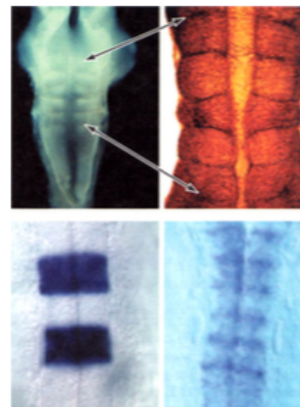
延髄の位置 (脳幹における)

P.53



脳神経で言えば、IX~XIIが出ている

菱脳の分節は脳神経分化に対応する



延髓 medulla oblongata

P.213

■ 下方で脊髄に、上方で橋に連なる

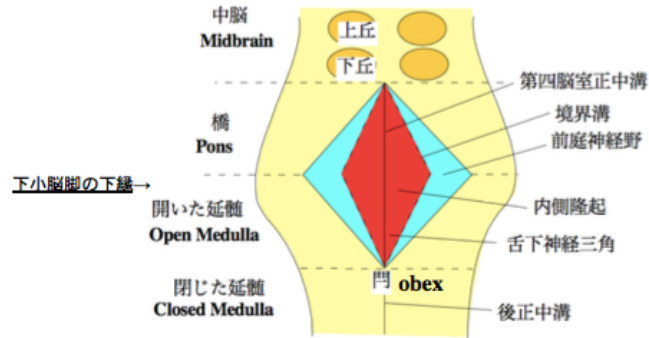
■ 延髓の区分

1) 開いた延髓

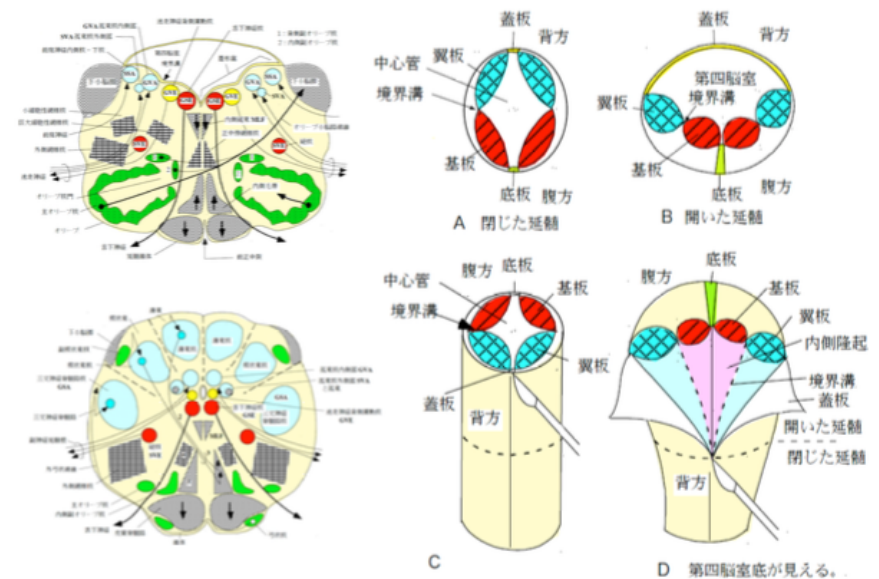
第4脳室が発達するため背側が外側に開く

2) 閉じた延髓

下半分は閉じており、脊髄に似ている



開いた延髓（上半部）と閉じた延髓（下半部） P.55, 61

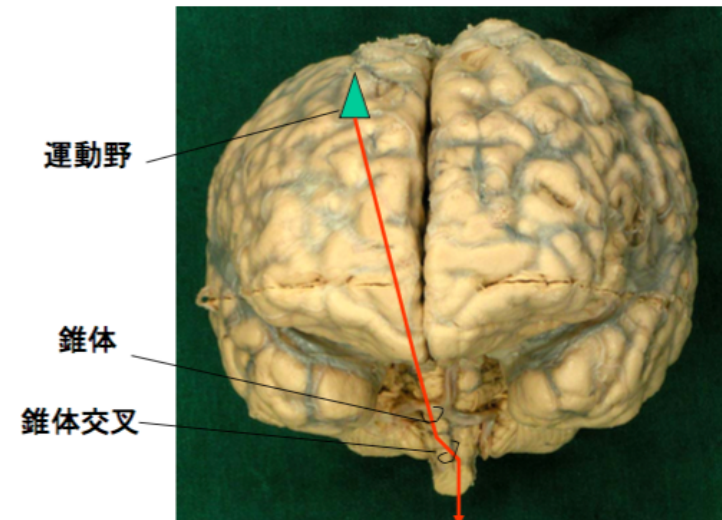


延髓の主な構造

1. 錐体
2. 後索核
3. 下オリーブ核
4. 弓状核 (省略)
5. 副楔状束核
6. 延髓網様体
7. 脳幹における脳神経核
8. 延髓における脳神経核

1. 錐体 pyramid

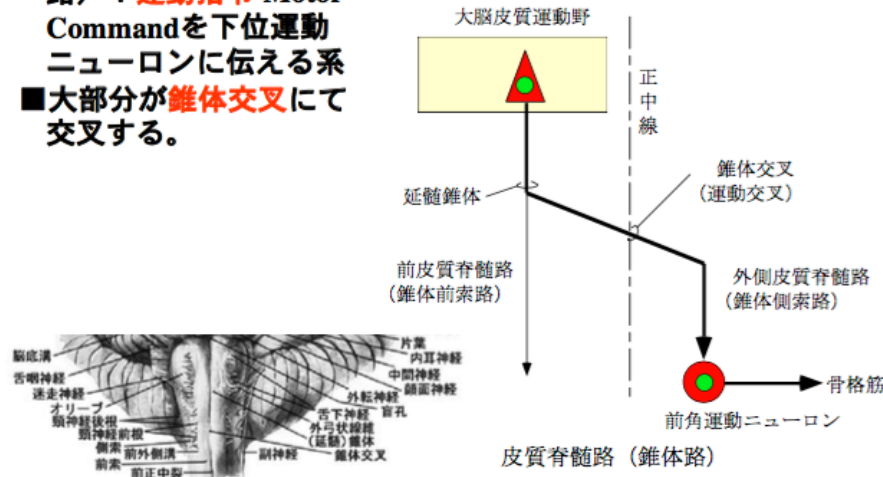
■ 皮質脊髄路線維 (= 錐体路線維) が下行する。



延髄錐体を皮質脊髓路(錐体路) 線維が下行する。

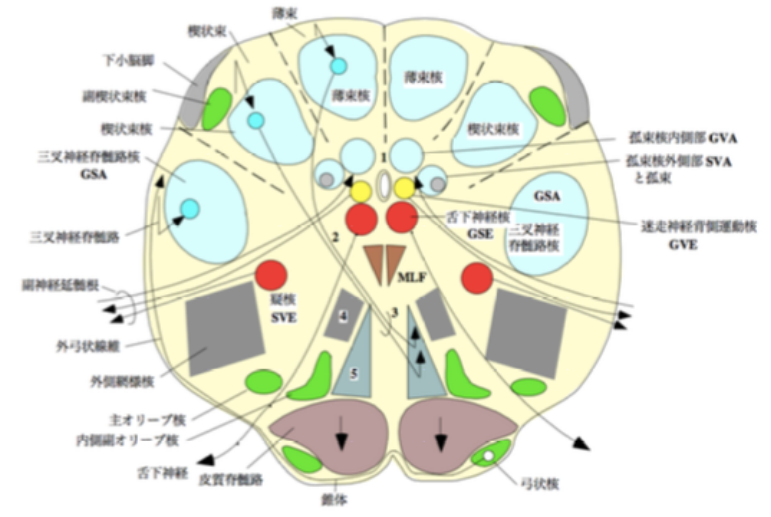
■皮質脊髓路(錐体路) : 運動指令 Motor Commandを下位運動ニューロンに伝える系
 ■大部分が錐体交叉にて交叉する。

P.54



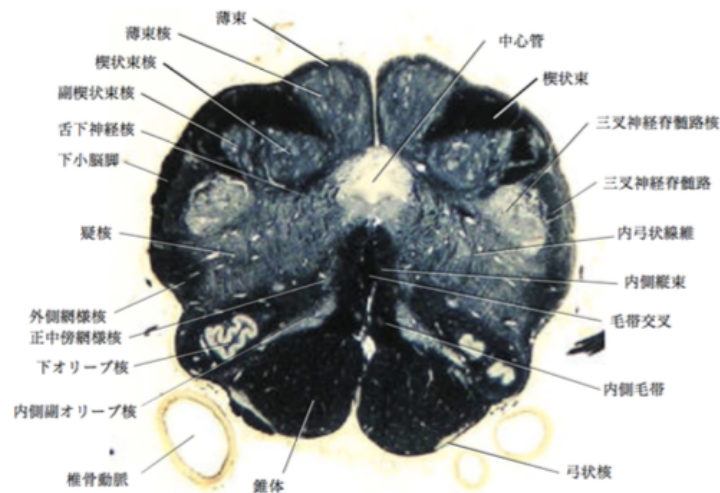
延髄下部における皮質脊髓路 (錐体路) の占める位置

P.55



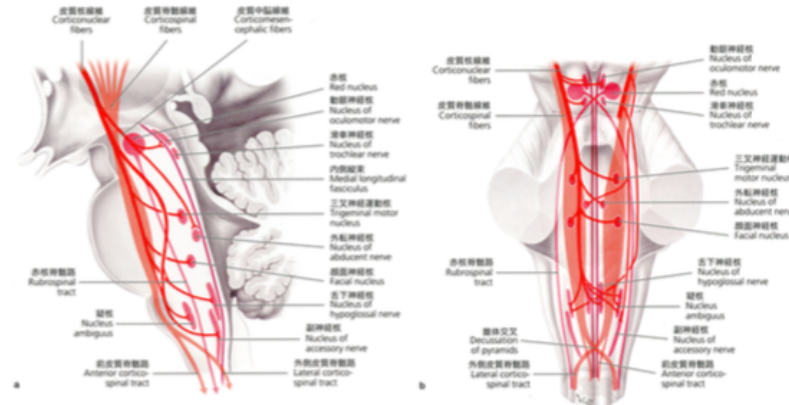
延髄下部における皮質脊髓路 (錐体路) の占める位置

P.229



錐体路 = 皮質脊髓路 + 皮質核路

皮質核(球)路



プロメテウス解剖学アトラス

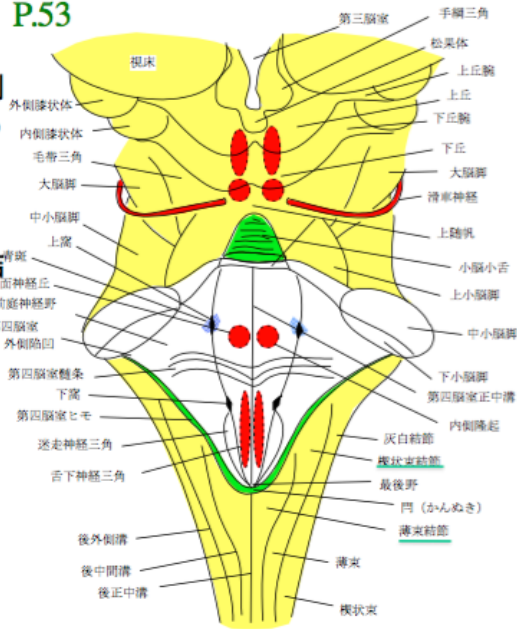
2. 後索核

P.53

■ (頭部を除く) 体の識別性触圧覚と意識にのぼる深部感覚の中継核

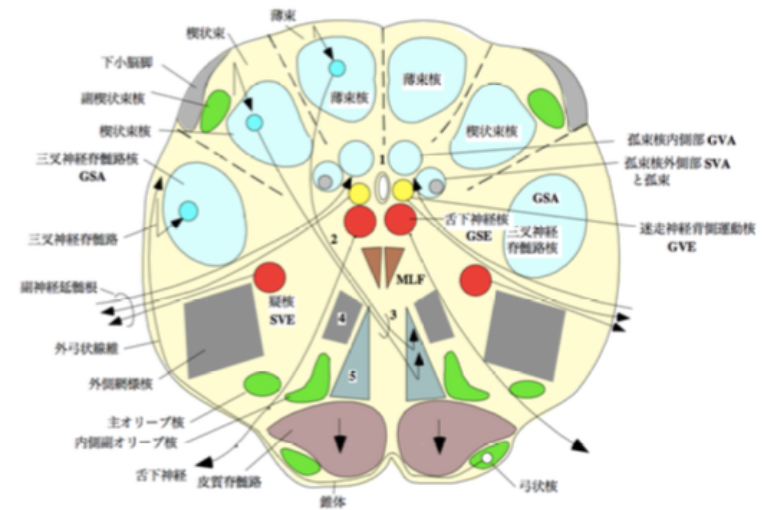
■ 後索核の区分

- 1) 薄束核：薄束結節
- 2) 楔状束核：楔状束結節



薄束核と楔状束核は反対側の内側毛帯を上行する。

背側にある=感覚の神経核 (求心性)



後索内側毛帯系

P.54

■ 高度な体性感覚を伝える感覚路

- 1) 識別性触圧覚 (マイスナー小体)
- 2) 意識にのぼる深部感覚 (ゴルジ腱器官、ルフィニ小体)
- 3) 振動覚 (パチニ小体)

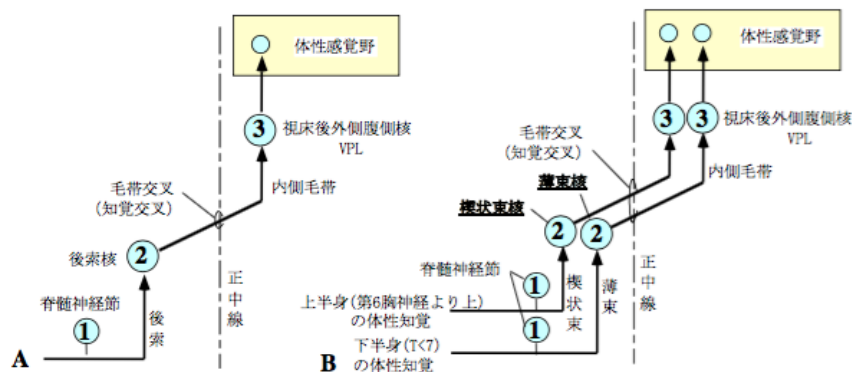
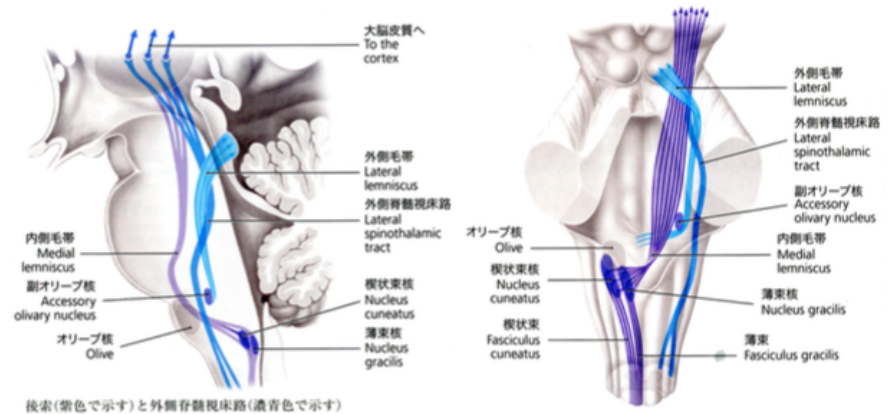


図3 後索内側毛帯系 (A 一般型、B 上半身と下半身に分けて)

後索核の位置と内側毛帯の走行



プロメテウス解剖学アトラス

ところで・・・感覚の種類

■内臓感覚

自律神経によって伝えられる
刺激そのものは意識にはのぼらない場合が多い
ex) 尿意、飢餓

■体性感覚

- 皮膚感覚 受容器が皮膚にある
- 深部感覚 受容器が筋、腱、関節にある
- 特殊感覚 受容器が1つの臓器になっている

感覚の種類

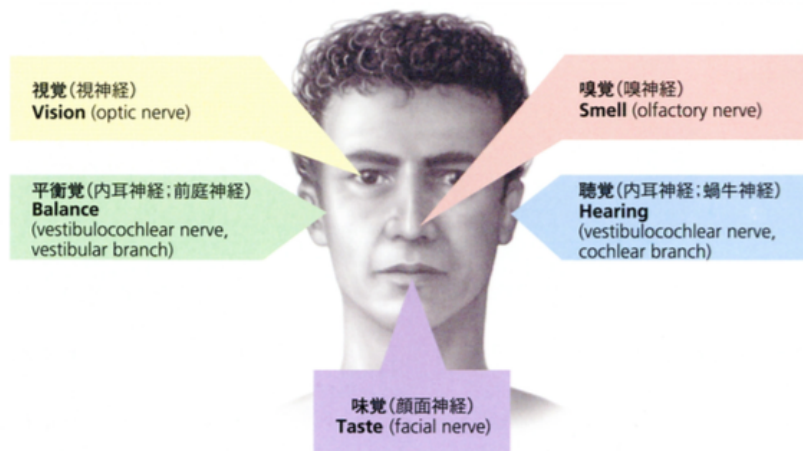
一般感覚 general sensation



プロメテウス解剖学アトラス

感覚の種類

特殊感覚 special sensation



特殊感覚の種類

プロメテウス解剖学アトラス

感覚の種類

■内臓感覚

自律神経によって伝えられる
刺激そのものは意識にはのぼらない場合が多い
ex) 尿意、疼痛(頭痛)

■体性感覚

- 皮膚感覚 受容器が皮膚にある
 (触圧覚、温度覚、痛覚)
- 深部感覚 受容器が筋、腱、関節にある
 (体の姿勢、動きなどを感覚、筋・腱紡錘)
- 特殊感覚 受容器が1つの臓器になっている
 (味覚、嗅覚、聴覚、平衡感覚、視覚)

ただし味覚、嗅覚は特殊臓性に分類される
(味覚は孤束核外側部に入力するのでSVA)

後索内側毛帯系

P.54

■ 高度な体性感覚を伝える感覚路

- 1) 識別性触圧覚 (マイスナー小体)
- 2) 意識にのぼる深部感覚 (ゴルジ腱器官、ルフィニ小体)
- 3) 振動覚 (パチニ小体)

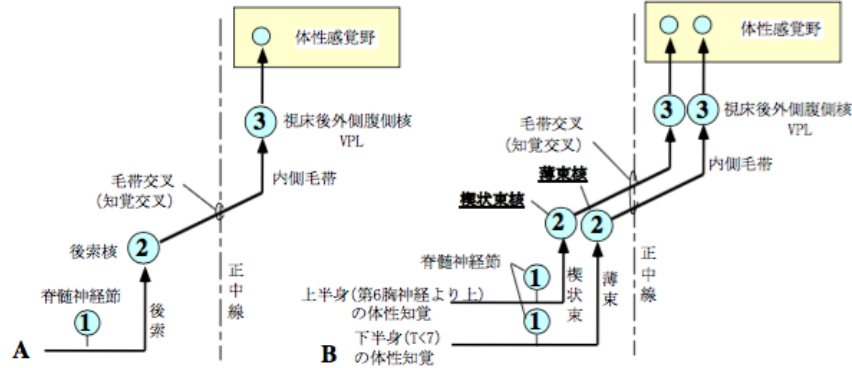


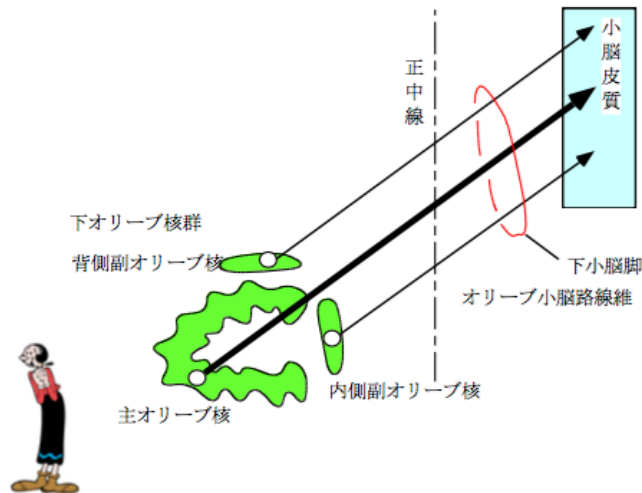
図3 後索内側毛帯系 (A 一般型、B 上半身と下半身に分けて)

オリーブ核は延髄外側面にオリーブ olive という隆起を与える。

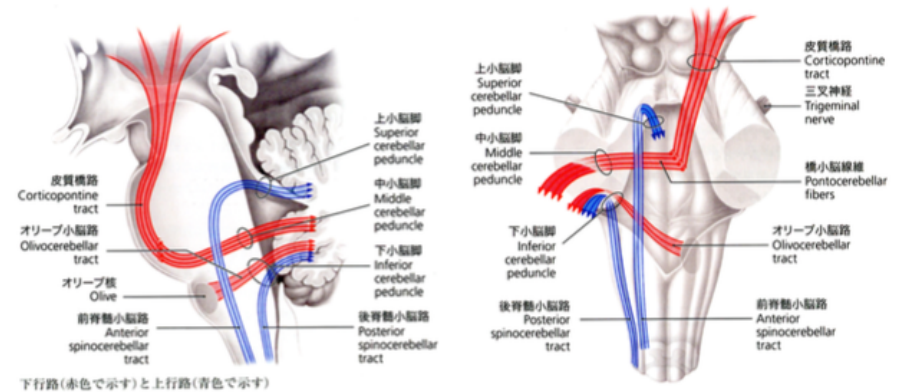


オリーブ核は反対側の小脳皮質へ投射する

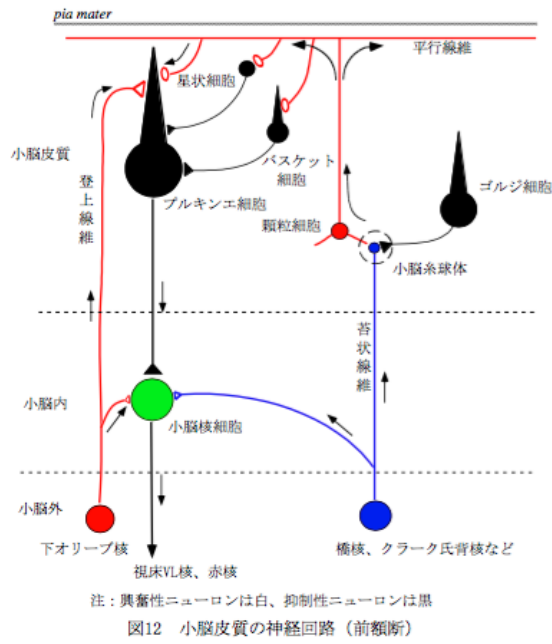
P.56



オリーブ核は反対側の小脳皮質へ投射する

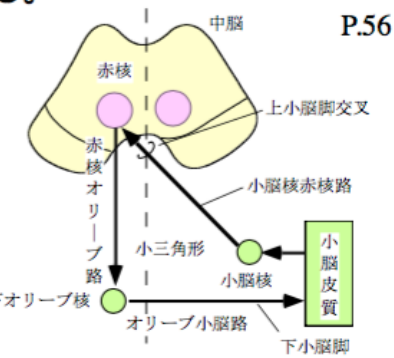


下行路(赤色で示す)と上行路(青色で示す)



赤核・オリーブ・小脳路系

- 赤核とオリーブ核と小脳は結合して三角形を形成する (小三角形)。
- オリーブ核は赤核とともに小脳運動制御系を担う。
- 交叉が二回あるので元に戻る。
 $(-1) \times (-1) = 1$

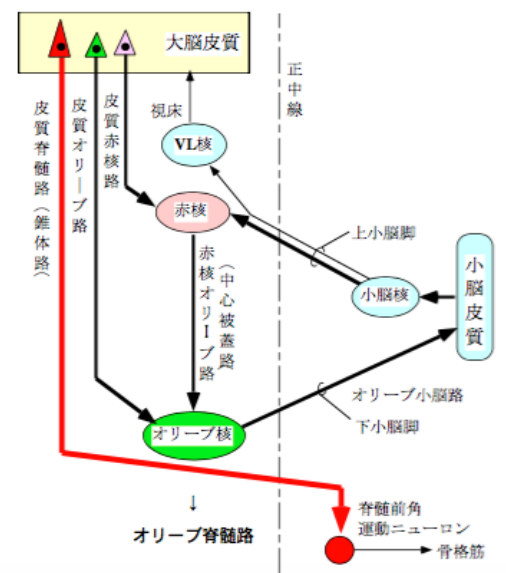


オリブ小脳路 olivocerebellar tract
 ↓
 小脳赤核路 cerebellorubral tract
 ↓
 赤核オリブ路 rubro-olivary tract
 ↓
 オリブ小脳路

図7 赤核・オリーブ・小脳路系

大脳皮質からの投射 (下オリーブ核の入出力)

- 入力線維 Input
 - ① 皮質オリブ路
 - ② 赤核オリブ路 (中心被蓋路)
- 出力線維 Output
 - ① オリブ小脳路



5. 副楔状束核 accessory cuneate nucleus

- 上半身の (意識にのぼらない) 深部感覚の中継核

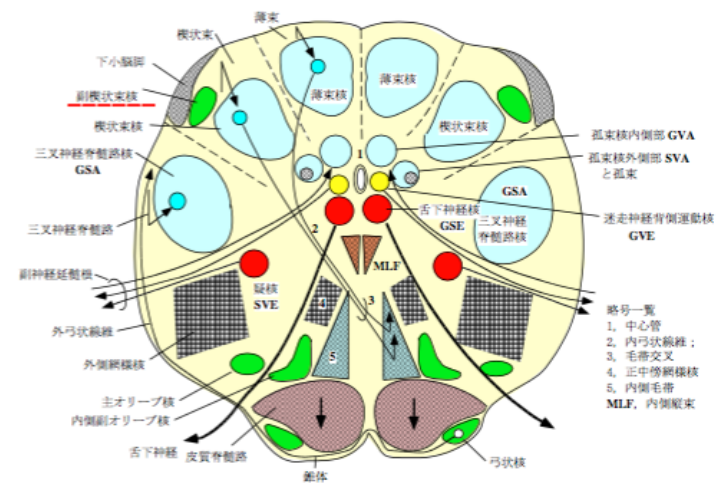


図4 延髄下部 (closed medulla 閉鎖延髄) を通る断面

副楔状束核はクラーク氏背核と相同 P.57

- 副楔状束核: 上半身の(意識にのぼらない)深部感覚の中継核
- クラーク氏背核(胸髄核): 下半身の(意識にのぼらない)深部感覚の中継核 (P. 44, 図3-11)

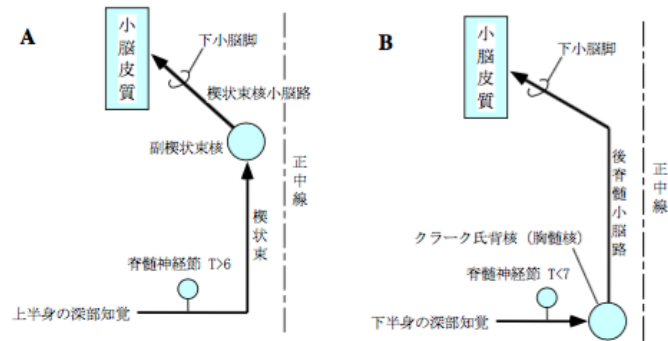


図11 (意識に昇らない) 深部感覚を伝える神経回路 (A 上半身、

延髄網様体

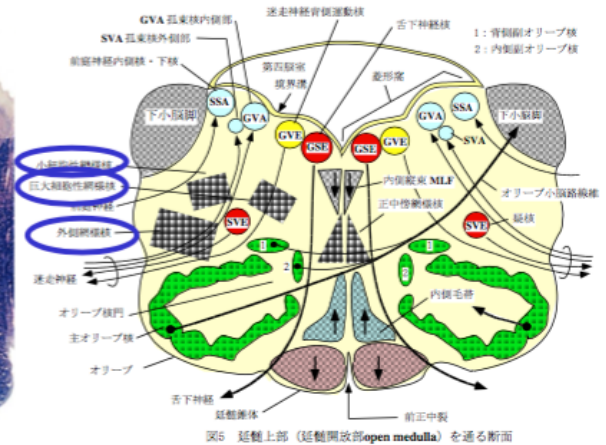
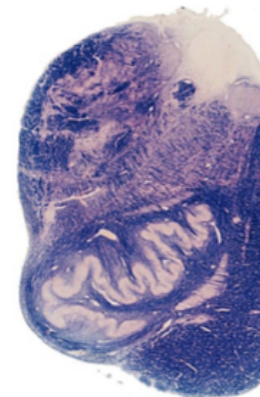
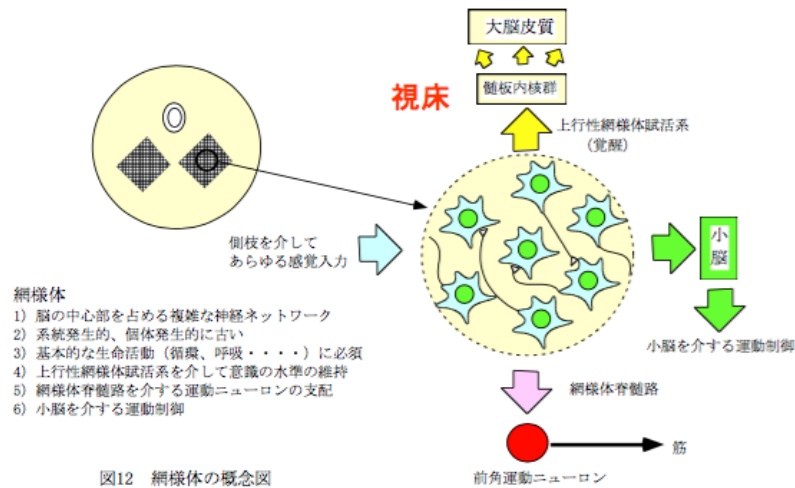


図5 延髄上部(延髄開放部open medulla)を通る断面

延髄網様体 medullary reticular formation P.58



- 網様体
- 1) 脳の中心部を占める複雑な神経ネットワーク
 - 2) 系統発生的、個体発生的に古い
 - 3) 基本的な生命活動(循環、呼吸...)に必須
 - 4) 上行性網様体賦活系を介して意識の水準の維持
 - 5) 網様体脊髄路を介する運動ニューロンの支配
 - 6) 小脳を介する運動制御

図12 網様体の概念図

延髄網様体 medullary reticular formation P.59

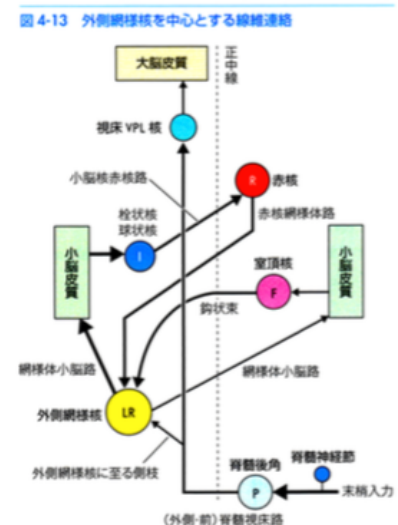


図4-13 外側網様核を中心とする線維連絡

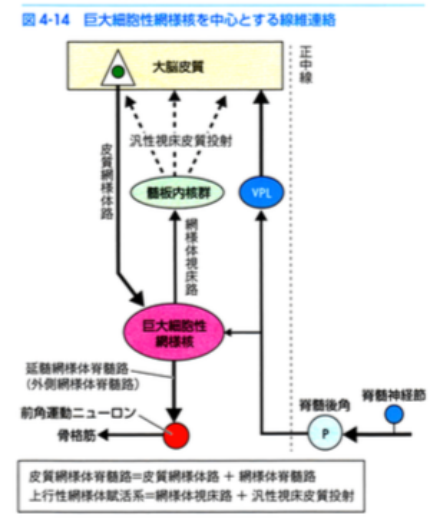
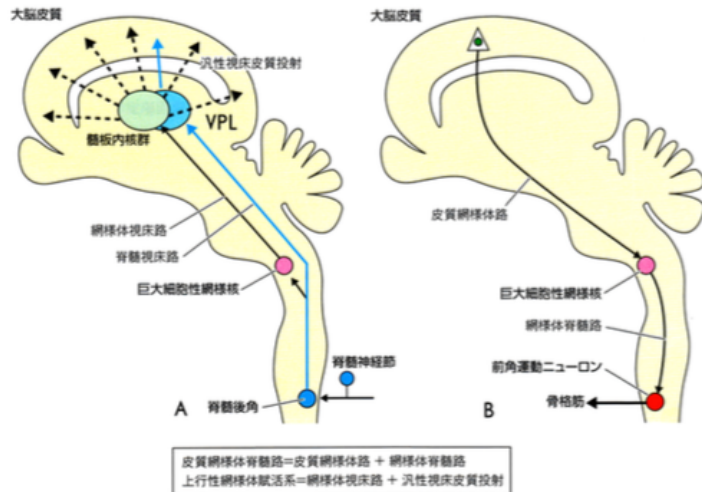


図4-14 巨大細胞性網様核を中心とする線維連絡

皮質網様体脊髄路=皮質網様体路 + 網様体脊髄路
 上行性網様体賦活系=網様体視床路 + 汎性視床皮質投射

延髄網様体 medullary reticular formation P.59

図 4-15 上行性網様体賦活系(A)と皮質網様体脊髄路(B)



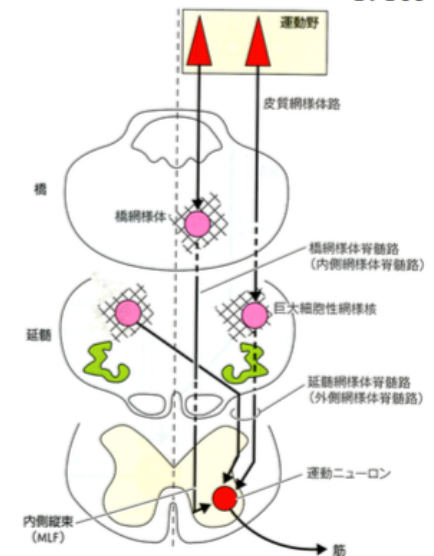
3 網様体脊髄路 reticulospinal tract

図 11-17 皮質・網様体・脊髄路 P. 160

多くの成分は非交叉性
皮質を経由しない知覚入力が入ってくる
自律的姿勢制御

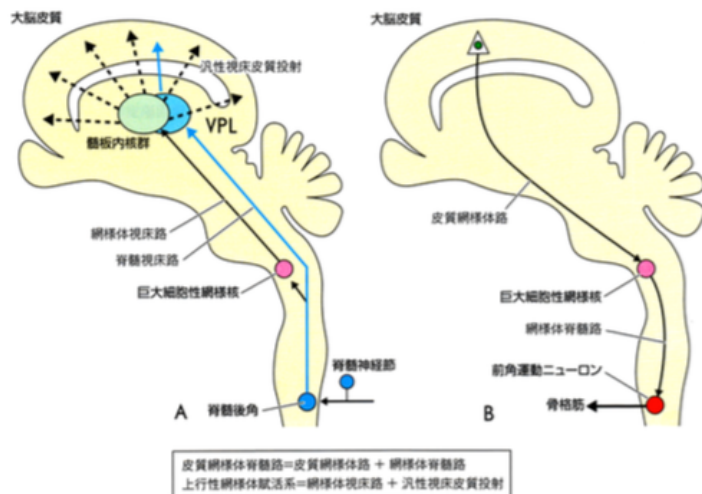
網様体には様々な場所から入力がある。

大脳基底核、小脳など



延髄網様体 medullary reticular formation P.59

図 4-15 上行性網様体賦活系(A)と皮質網様体脊髄路(B)



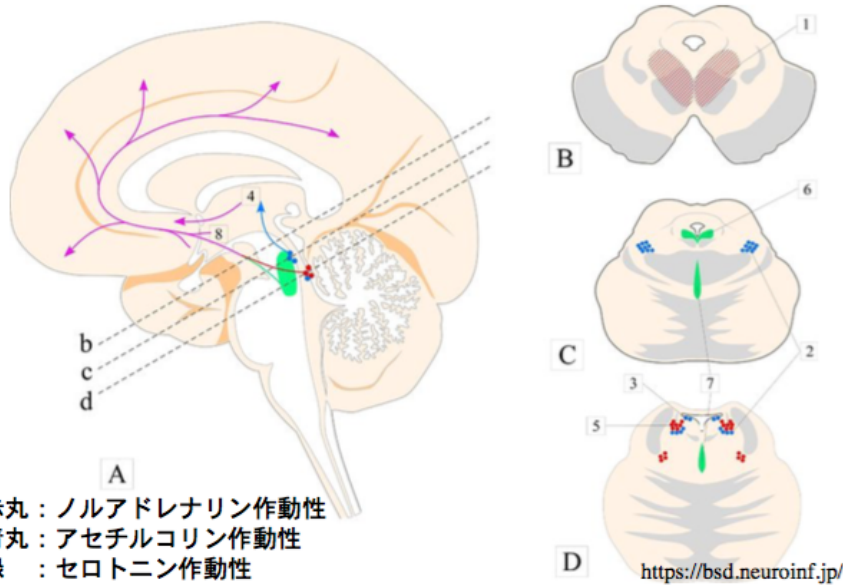
脳幹網様体賦活系 reticular activating system in brainstem P.59

覚醒状態を維持する脳内機序である。当初網様体内部のニューロンと考えられていた。

現在では、以下のニューロン群が視床や大脳皮質を通じて、覚醒状態を維持・調節する機構として考えられている。

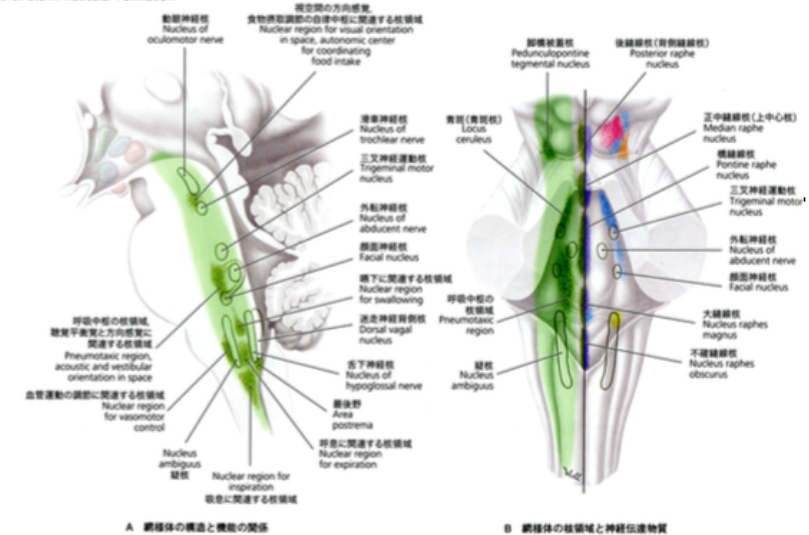
- (1) 中脳橋被蓋に細胞体を持ち軸索を網様体経由で前脳に送るモノアミンおよびアセチルコリン作動性ニューロン群。
- (2) 視床下部外側野から生じてそこで(1)に合流するヒスタミン、オレキシン、メラニン凝集ホルモンといった伝達物質を含むニューロン群。
- (3) 前脳基底部から生じてそこで(1)(2)に合流するアセチルコリン作動性ニューロン群等。

脳幹網様体賦活系 P.59 reticular activating system in brainstem



脳幹：網様体

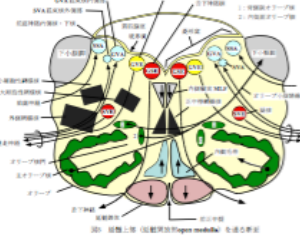
Brainstem: Reticular Formation



プロメテウス解剖学アトラス

網様体 medullary reticular formation

- ・脳幹（中脳、橋、延髄）を長軸方向へ伸びる
- ・神経線維網と神経細胞とからなる。
(灰白質と白質との混成体)
- ・神経細胞群だけを指すと網様核と呼ぶ。



延髄の網様核

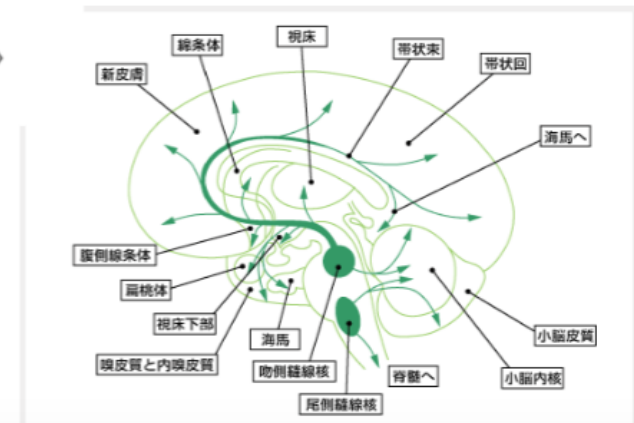
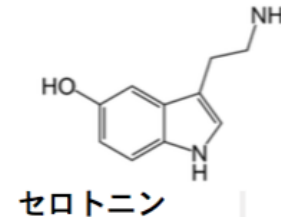
- 外側核群
- 内側核群 (巨大細胞性網様核、小細胞性網様核)
- 縫線核群 (Raphe nucleus)

- ・網様体は脳幹の中心部を占める複雑な神経ネットワーク

- ①ノルアドレナリン、セロトニン、ドーパミン、アセチルコリン
といったシグナル系の違いで機能的に区別される。
- ②シグナル分子（神経伝達物質）の違いによって、具体的な神経核が同定できる。
ex. 縫線核=セロトニン (P. 58)

網様核

- 外側核群
- 内側核群 (巨大細胞性網様核、小細胞性網様核)
- 縫線核群 (Raphe nucleus)

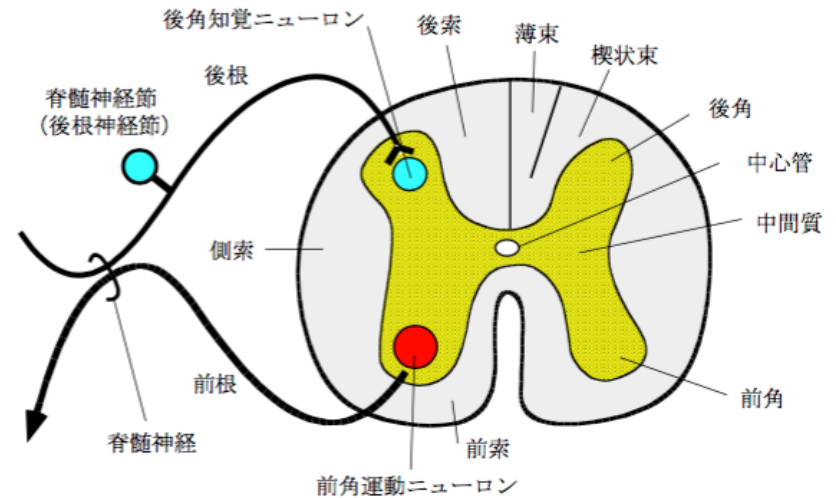


■網様体の機能

P. 59, 図4-13, 4-14, 4-15

- ①上行性網様体賦活系
あらゆる感覚路から入力、大脳皮質と連絡し覚醒させる
(意識レベルの調節(活性化))
- ②網様体脊髄路
運動ニューロンとの連絡により、骨格筋の緊張を制御し、姿勢、体位を保つ反射に関与
- ③生命維持機能
自律神経系と連絡し、内蔵機能調節に関わる
(呼吸中枢、血管運動中枢)

Bell- Magendieの法則



脳幹における脳神経核のカラム構造 (脊髄と対比して)

P.60

神経線維の分類 {
 General-----Special
 Somatic-----Visceral
 Afferent-----Efferent

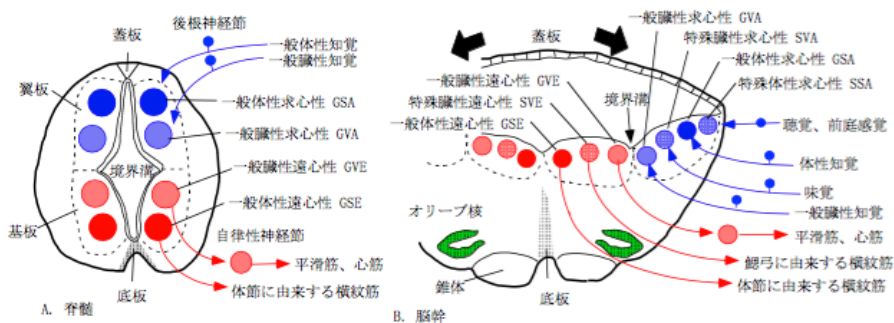
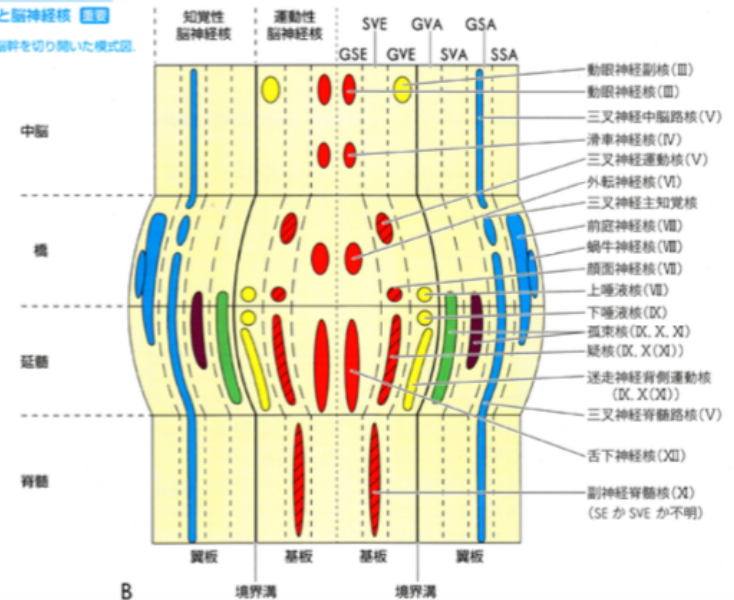


図16 脊髄と脳幹における神経核のカラムの配置

P.63

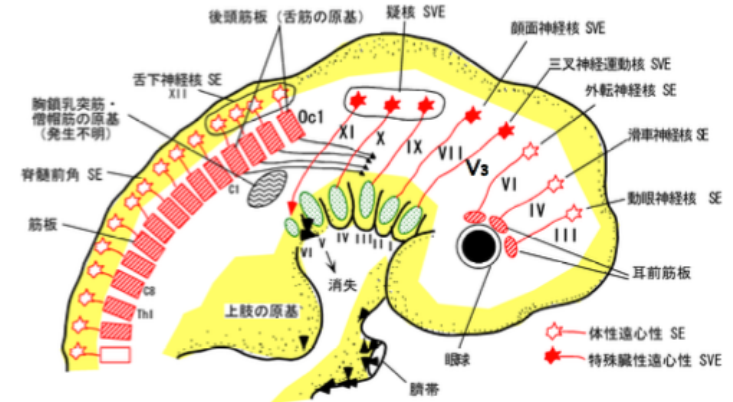
図 4-20 脳神経と脳神経核 (目)
 背腹正中線に沿って脳幹を切り開いた模式図



遠心性＝運動核

- 一般体性遠心性神経核 **general somatic efferent(GSE)** (もしくは**SE**)
骨格筋で筋節由来の筋を支配
- 特殊臓性遠心性神経核 **special visceral efferent(SVE)**
横紋筋で鰓弓由来の筋を支配
(三叉神経運動核、顔面神経核、疑核)
- 一般臓性遠心性神経核 **general visceral efferent(GVE)**
平滑筋、心筋、腺を支配

- 一般体性遠心性神経核 **general somatic efferent(GSE)=SE**
骨格筋で筋節由来の筋を支配
- 特殊臓性遠心性神経核 **special visceral efferent(SVE)**
横紋筋で鰓弓由来の筋を支配
(三叉神経運動核、顔面神経核、疑核)



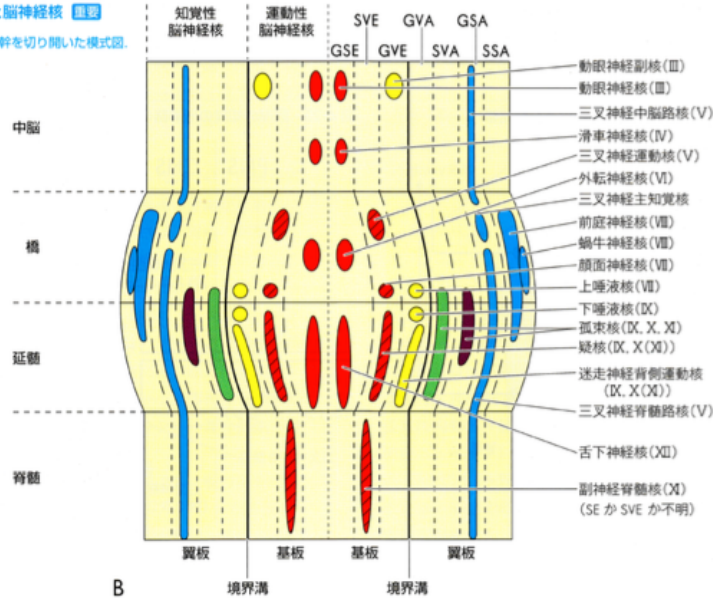
鰓弓	筋	支配神経	支配神経核
第1鰓弓	咀嚼筋	下顎神経	三叉神経運動核
第2鰓弓	表情筋	顔面神経	顔面神経核
第3鰓弓	茎突起咽頭筋 咽頭上部の筋	舌咽神経	疑核上部
第4鰓弓	咽頭下部の筋 輪状甲状筋	迷走神経	疑核中部
第5鰓弓	消失		
第6鰓弓	喉頭の筋	反回神経	疑核下部

求心性＝感覚核

- 一般臓性求心性神経核 **general visceral afferent(GVA)**
内臓の知覚支配
(孤束核内側)
- 特殊臓性求心性神経核 **special visceral afferent(SVA)**
嗅覚、味覚のみ
(嗅球、孤束核外側)
- 特殊体性求心性神経核 **special somatic afferent(SSA)**
視覚、聴覚、平衡覚のみ
(外側膝状核、前庭神経核、蝸牛神経核)
- 一般体性求心性神経核 **general somatic afferent(GSA)**
痛覚、温度覚、触覚、深部覚などの体性知覚支配

図 4-20 脳神経と脳神経核 重要

背側正中線に沿って脳幹を切り開いた模式図。



延髄における神経核

■ 運動性脳神経核

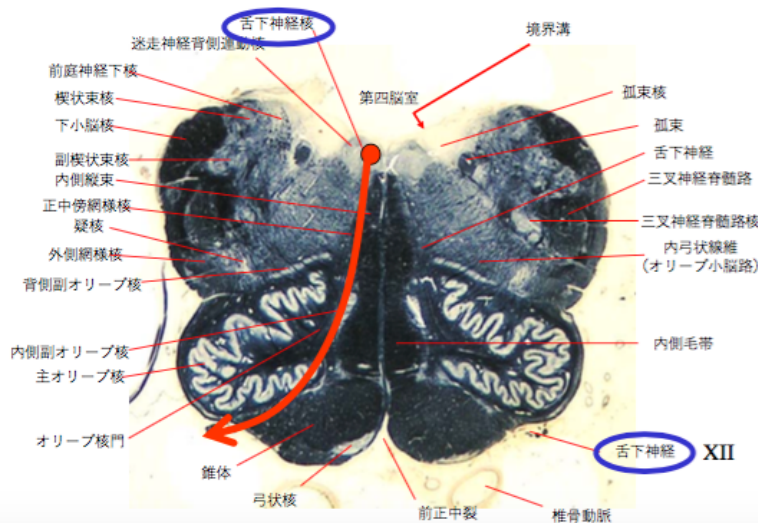
- ① 舌下神経核 GSE
- ② 疑核 SVE
- ③ 迷走神経背側運動核 GVE
- ④ 下唾液核 GVE

■ 知覚性脳神経核

- ① 三叉神経脊髄路核 GSA
 - a) 内側部 (尾側部)GVA
 - b) 外側部 (吻側部)SVA

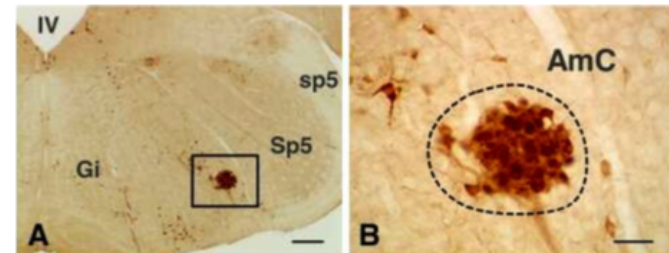
① 舌下神経核 hypoglossal nucleus (GSE)

■ 舌筋を支配する。舌筋は骨格筋なのでGSE。



② 疑核 ambiguus nucleus (SVE) (舌咽神経、迷走神経)

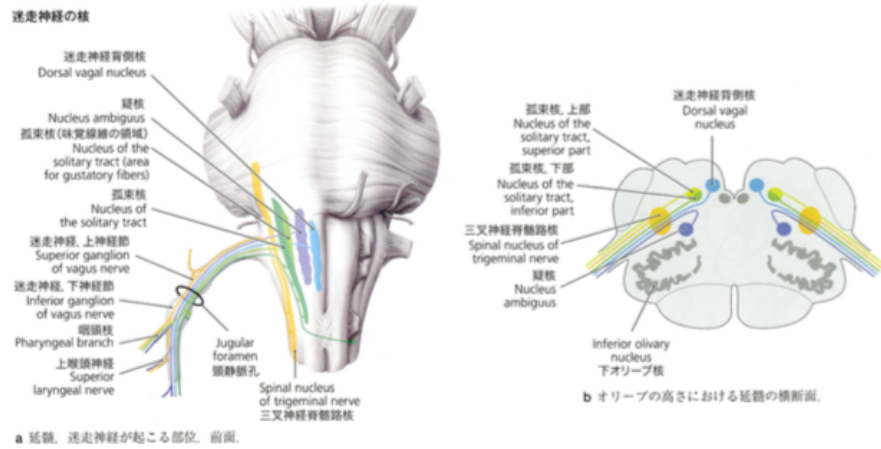
第3 鰓弓、第4 鰓弓、第6 鰓弓に由来する横紋筋を運動支配する。



ワサビ過酸化酵素を食道に注入すると、疑核ニューロンが逆行性に標識される。

食道横紋筋を支配する疑核ニューロン

迷走神経を構成する神経核

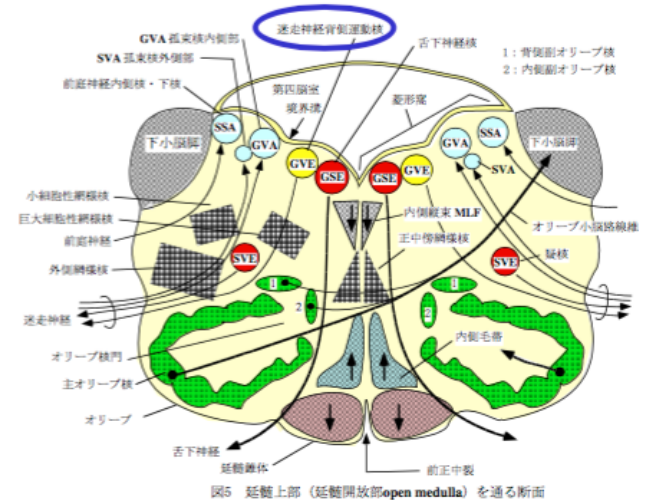


プロメテウス解剖学アトラス

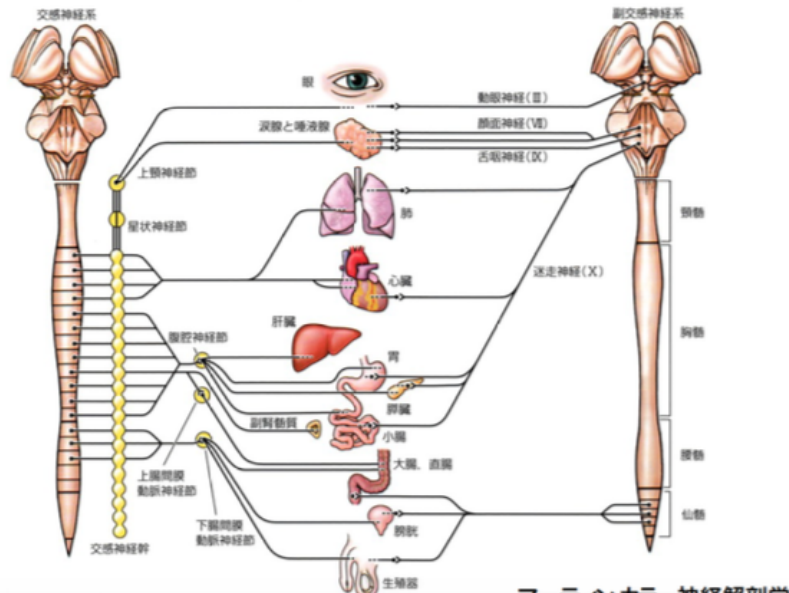
③迷走神経背側運動核 dorsal motor nucleus of vagal n.

■胸腹部臓器を副交感性支配する (GVE)。

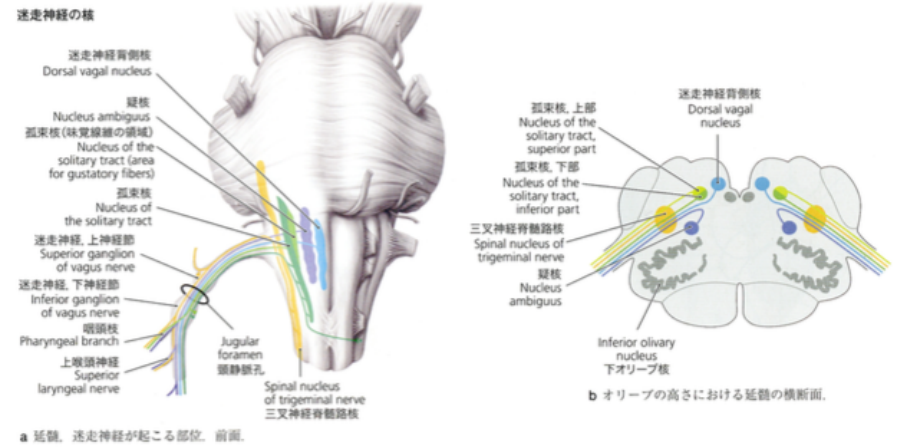
P.62



自律神経系まとめ



迷走神経を構成する神経核



プロメテウス解剖学アトラス

④ (上) 下唾液核

GVE (平滑筋や腺に入力)
= 自律神経系の支配

効果器: 各種唾液腺
(上唾液核は涙腺を支配)
(下唾液核は耳下腺を支配)
+ 涙腺、鼻腔粘膜の腺など



Haines atlas

④ (上) 下唾液核

副交感性

頭部のいくつかの腺組織の臓性遠心性

中間神経と舌咽神経

唾液分泌

(消化に関する反射)
孤束核内側の支配下

刺激: 食べ物などによる味覚、機械的刺激

GVE (平滑筋や腺に入力)
= 自律神経系の支配

効果器: 各種唾液腺
(上唾液核は涙腺を支配)
(下唾液核は耳下腺を支配)
+ 涙腺、鼻腔粘膜の腺など

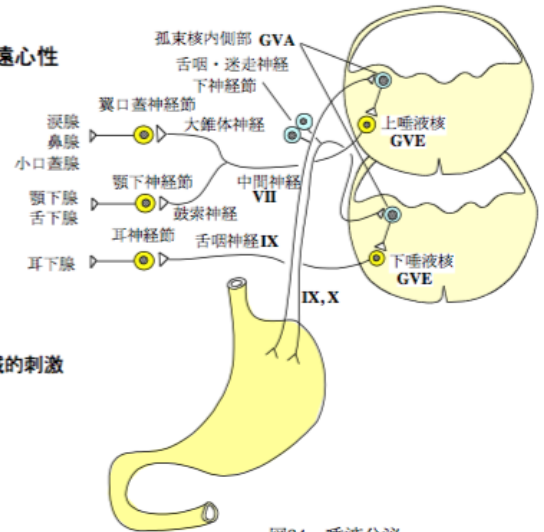
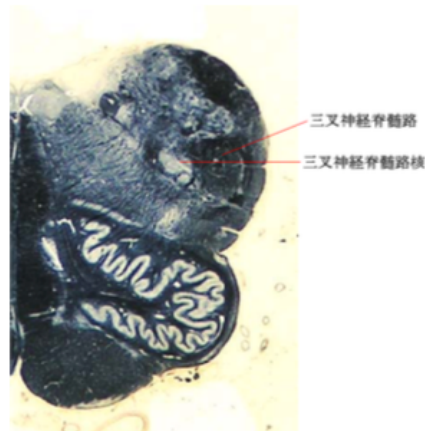
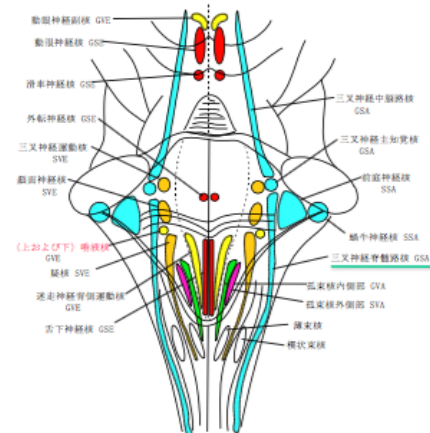


図24 唾液分泌

■ 知覚性脳神経核

① 三叉神経脊髄路核 spinal trigeminal tract nucleus (GSA)



① 三叉神経脊髄路核 Spinal trigeminal nucleus

■ 三叉神経脊髄路核 (GSA) は顔面の温痛覚と粗大な触圧覚を視床VPM核(ventral posteromedial nucl.) へ伝える。

■ 三叉神経主知覚核 (GSA) は顔面の識別性触別性触圧覚を視床VPM核へ伝える。

P. 64

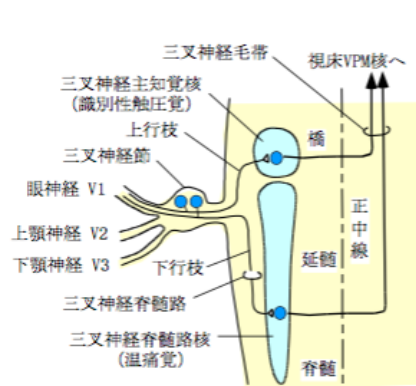


図21 三叉神経主知覚核と脊髄路核

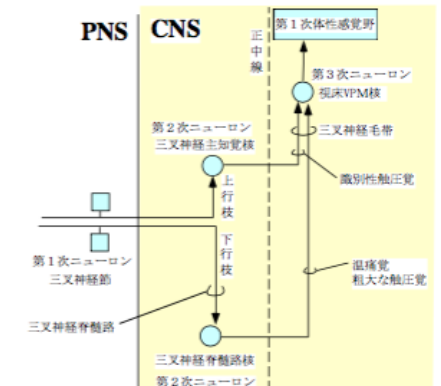
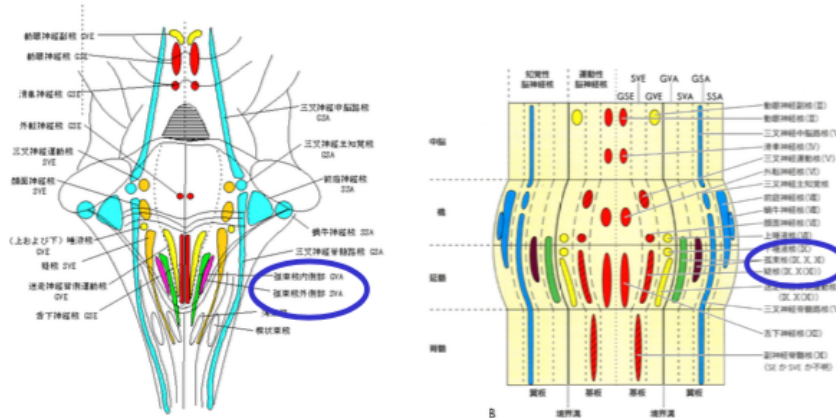


図22 頭部の知覚の伝導路 (三叉神経毛帯系)

②孤束核 solitary nucleus

- a) 孤束核の内(尾)側部：内臓の臓性知覚（一般臓性知覚 GVA）
- b) 孤束核の外(吻)側部：味覚（特殊臓性知覚 SVA）



②孤束核 solitary nucleus

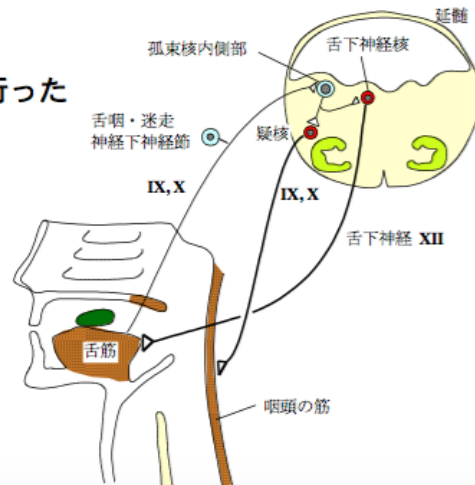


孤束核内側部からの繊維は舌下神経核・疑核に投射する

P. 65

嚥下反射

ある程度のノドの方へ行った
食べ物を飲み込む反射



孤束核内側部からの繊維は上下唾液核に投射する

唾液分泌

刺激：食べ物などによる味覚、機械的刺激

GVE（平滑筋や腺に入力）
＝自律神経系の支配

効果器：各種唾液腺

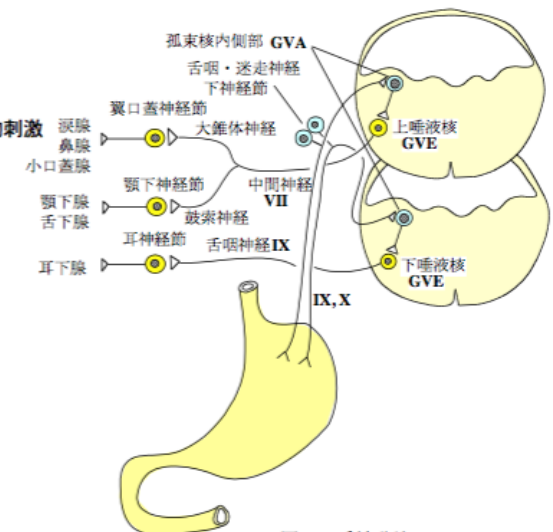


図24 唾液分泌

P.65

内臓反射 visceral reflex の神経回路(p. 65-67)

■舌咽神経や迷走神経を經由してくる一般内臓知覚は、**孤束核内側部**から周辺の脳神経核や網様体投射する二次線維により、さまざまな反射弓を形成する。

(1) 消化に関する反射

- ① 嚥下反射 swallowing reflex (図4-23)
- ② 唾液分泌 salivation reflex (図4-24)
- ③ 咽頭絞扼反射 gag reflex (図4-25)
- ④ 嘔吐反射 vomiting reflex (図4-26)

(2) 呼吸に関する反射 (図4-27,8)

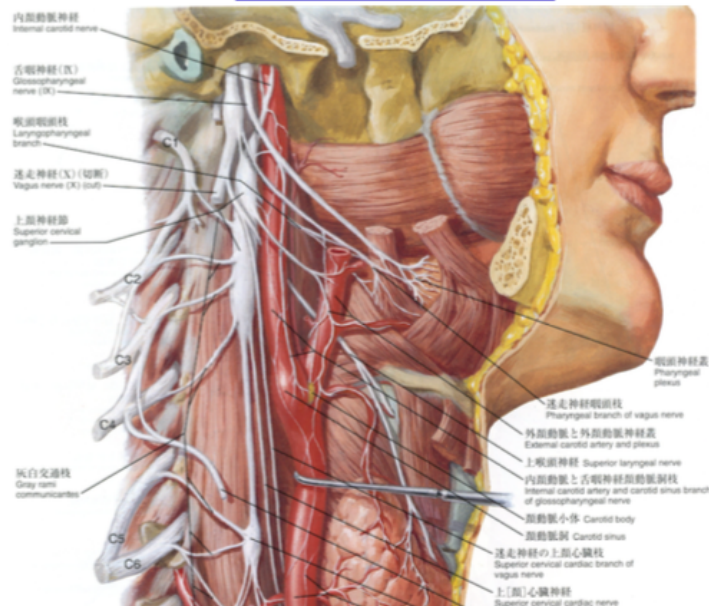
- ① せき (咳) 反射 (咳嗽反射) cough reflex
- ② 化学受容器反射 chemoreceptor reflex

(3) 循環に関する反射 (図4-29)

- ① 減圧反射 (圧受容器反射) baroreceptor reflex

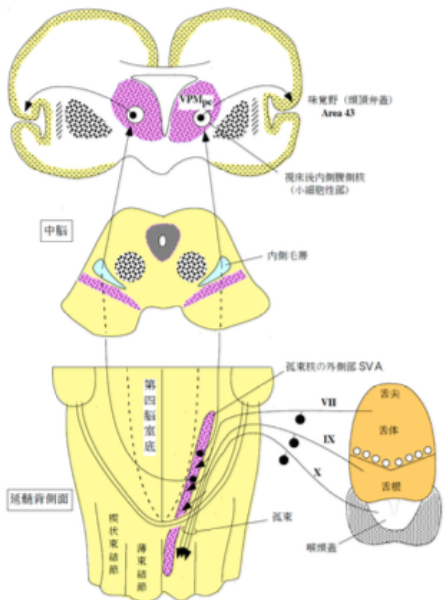
頸動脈小体と頸動脈洞

p. 67、図4-28,29



孤束核外側部は味覚の入力を受ける

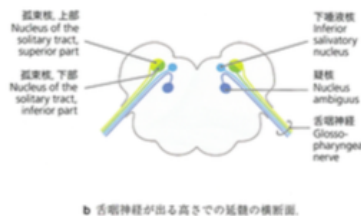
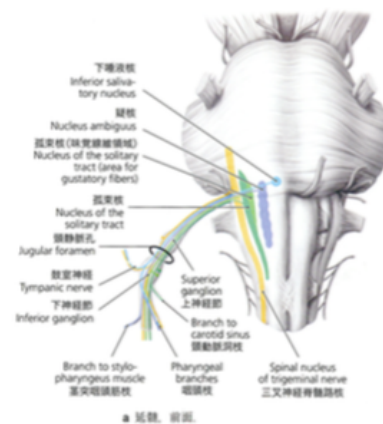
P. 177



疑核からの遠心性線維、孤束核への求心性線維は舌咽神経と迷走神経の繊維束に加わる

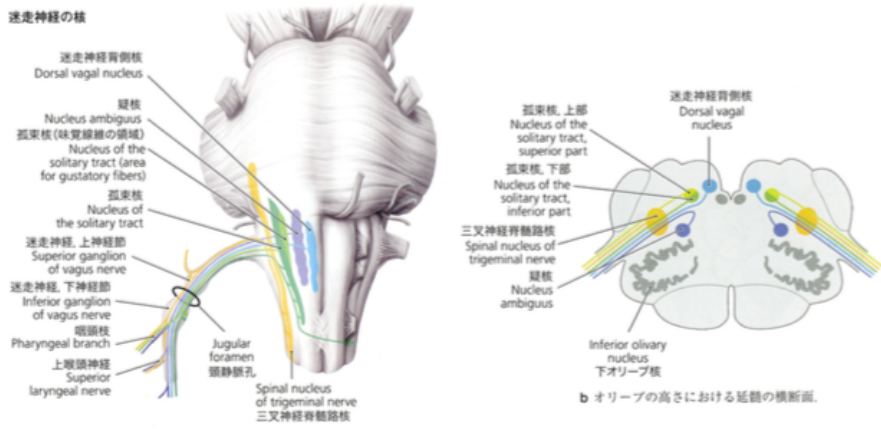
4.10 脳神経: 舌咽神経 (CN IX)

Cranial Nerves: Glossopharyngeal (CN IX)



b 舌咽神経が出る高さでの延髄の横断面

疑核からの遠心性繊維、孤束核への求心性繊維は
舌咽神経と迷走神経の繊維束に加わる



プロメテウス解剖学アトラス

■延髄の障害

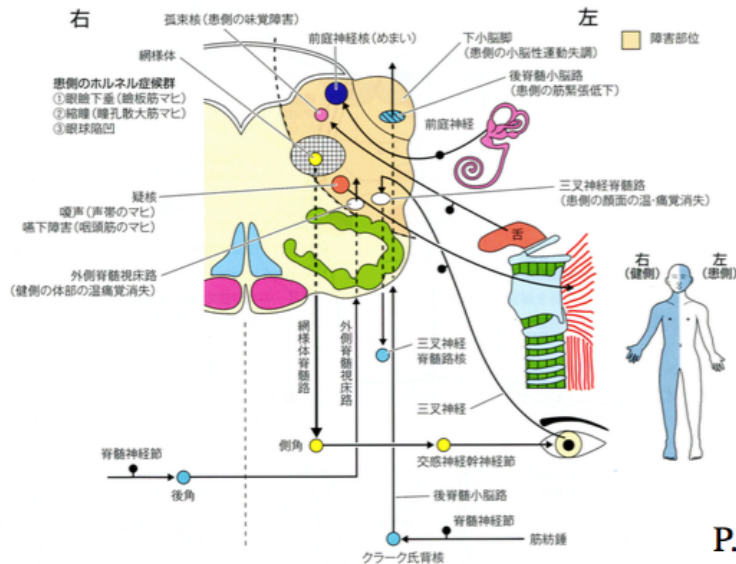
延髄領域の血管障害によって神経が障害を受ける

- 延髄外側で梗塞 → Wallenberg症候群 (知覚解離)
- 延髄内側で梗塞 → Dejerine症候群 (運動に障害)

内側と外側では神経核や走行する神経線維が異なるので
症状が異なる

■延髄外側症候群 (Wallenberg 症候群)

図 12-16 延髄外側症候群(ワレンベルグ症候群)



B 外側延髄症候群 (Wallenberg 症候群)

	症状	障害部位
患側	小脳失調	下小脳脚
	筋緊張低下	後脊髄小脳路
	舌半分の味覚障害	孤束核
	軟口蓋麻マヒ、嚔下困難、嚔声	疑核
	眼振、めまい、吐き気、嘔吐	前庭神経核
	半側顔面の温痛覚脱出 (知覚解離)	三叉神経脊髄路
健側	ホルネル症候群 (交感神経系の障害)	網様体脊髄路
	(頭部を除く) 半身の温痛覚の脱出	外側脊髄視床路



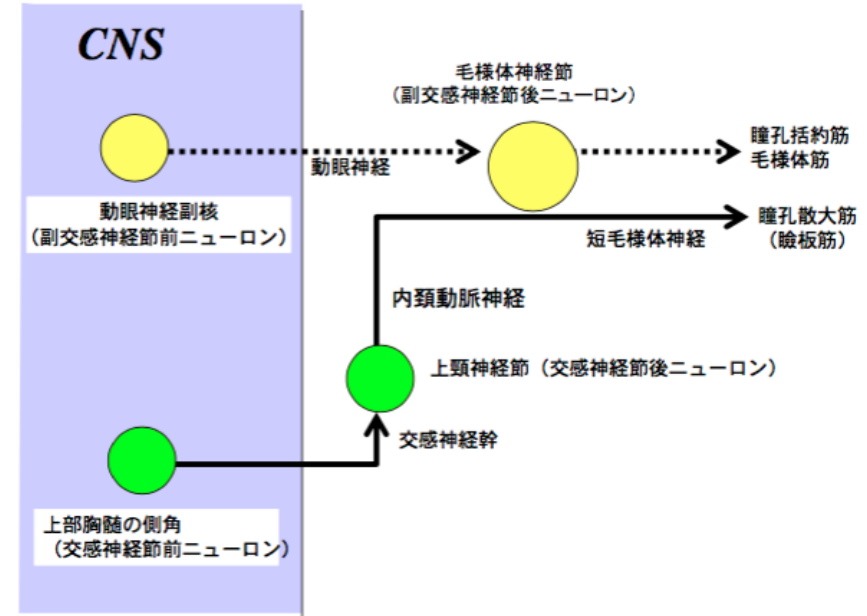
運動機能に症状が出るが
運動麻痺は起きない (錐体路に影響がない)

ホルネル症候群



<http://vetmri.exblog.jp/>

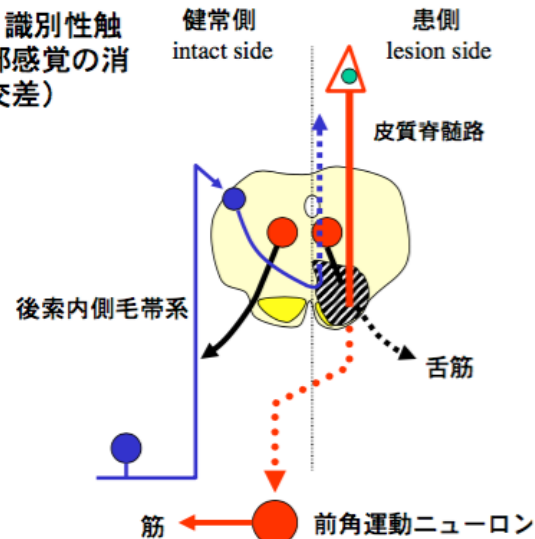
■内眼筋の神経支配 (参考)



■延髄内側症候群 (Dejerine 症候群)

- 1) 患側の舌下神経マヒ
- 2) 健側の (頭部を除く) 識別性触圧覚と意識にのぼる深部感覚の消失 (内弓状線維→毛帯交差)
- 3) 健側の半身運動マヒ

交代性マヒ



A 内側延髄症候群 (Dejerine 症候群)

	症状	障害部位
患側	舌半分の萎縮と運動マヒ	舌下神経
健側	(頭部を除く) 半身の識別性触圧覚と深部感覚の脱出	内側毛帯
	半身の運動麻痺	錐体路



舌下神経マヒは患側に舌が曲がる。