

組織学総論

第14回 感覚器系

2017年7月13日

金田 勇人 (Hayato Kaneda)
hayato@belle.shiga-med.ac.jp

感覚器系

1. 視覚器

2. 平衡聴覚器

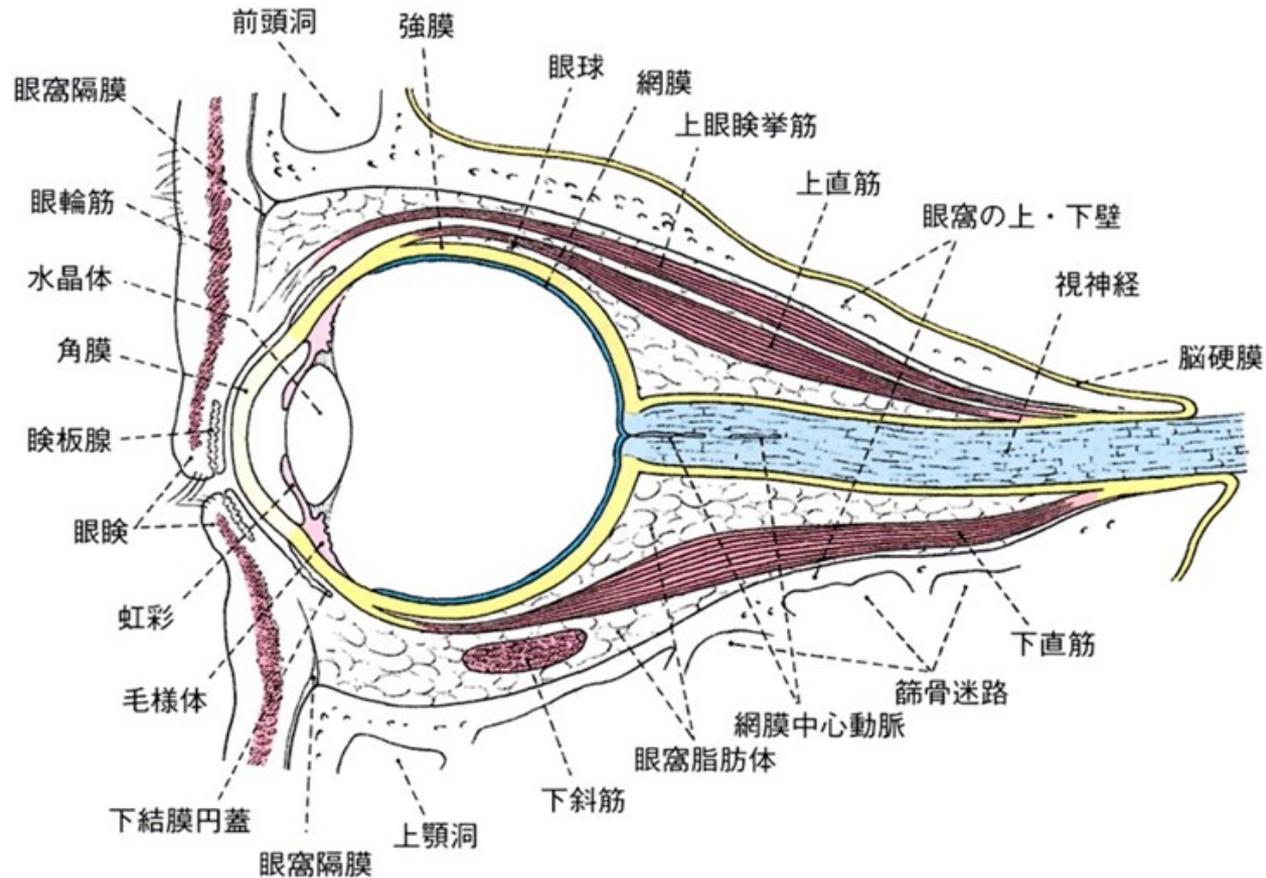
3. 味覚器

4. 嗅覚器

5. 皮膚

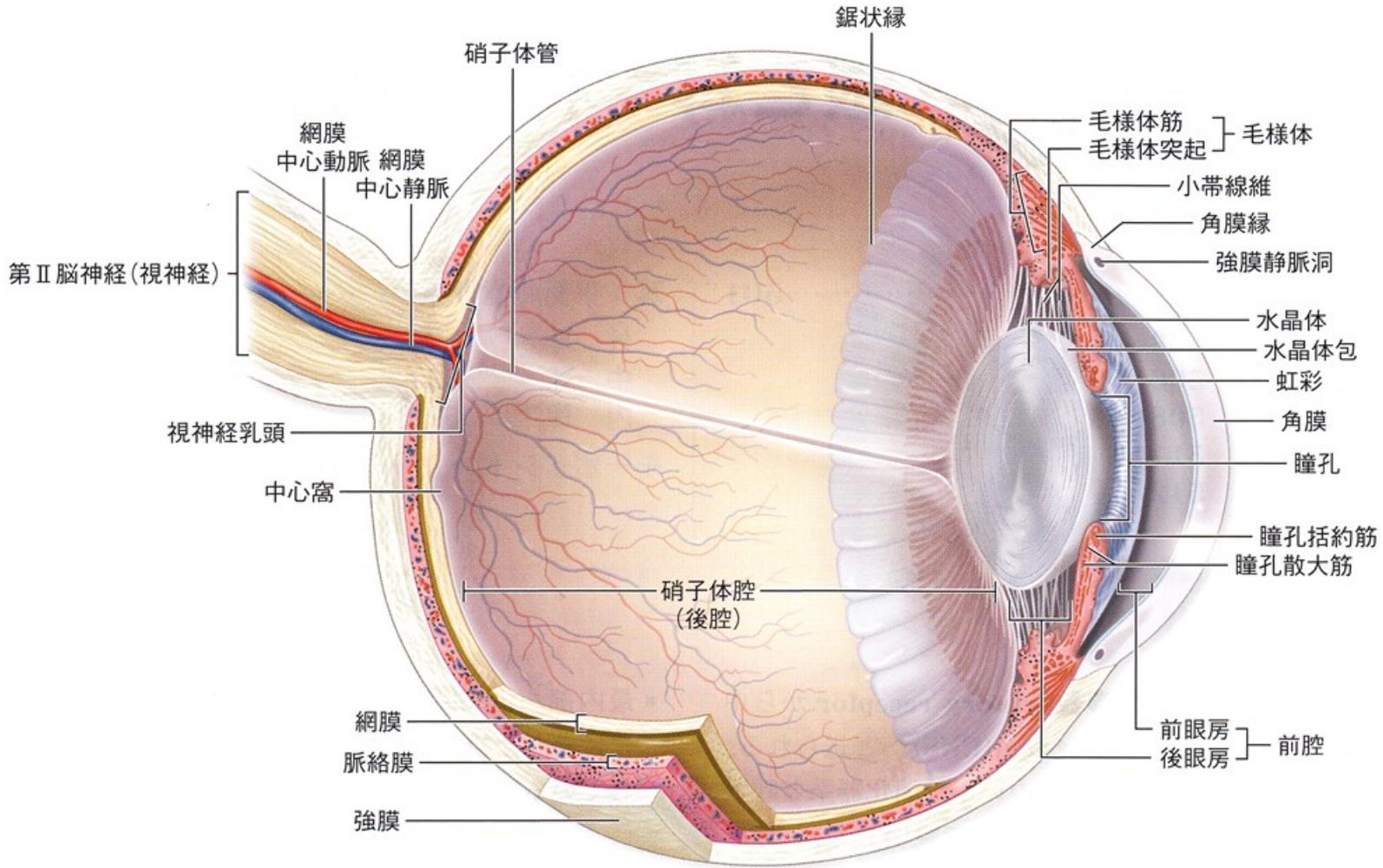
基本的にはジュンケイラ
組織学第4版の図を使用

視覚器



▶ 図 14-1 眼球とその付属器の縦断

眼球



眼球の壁は3層の膜

眼球

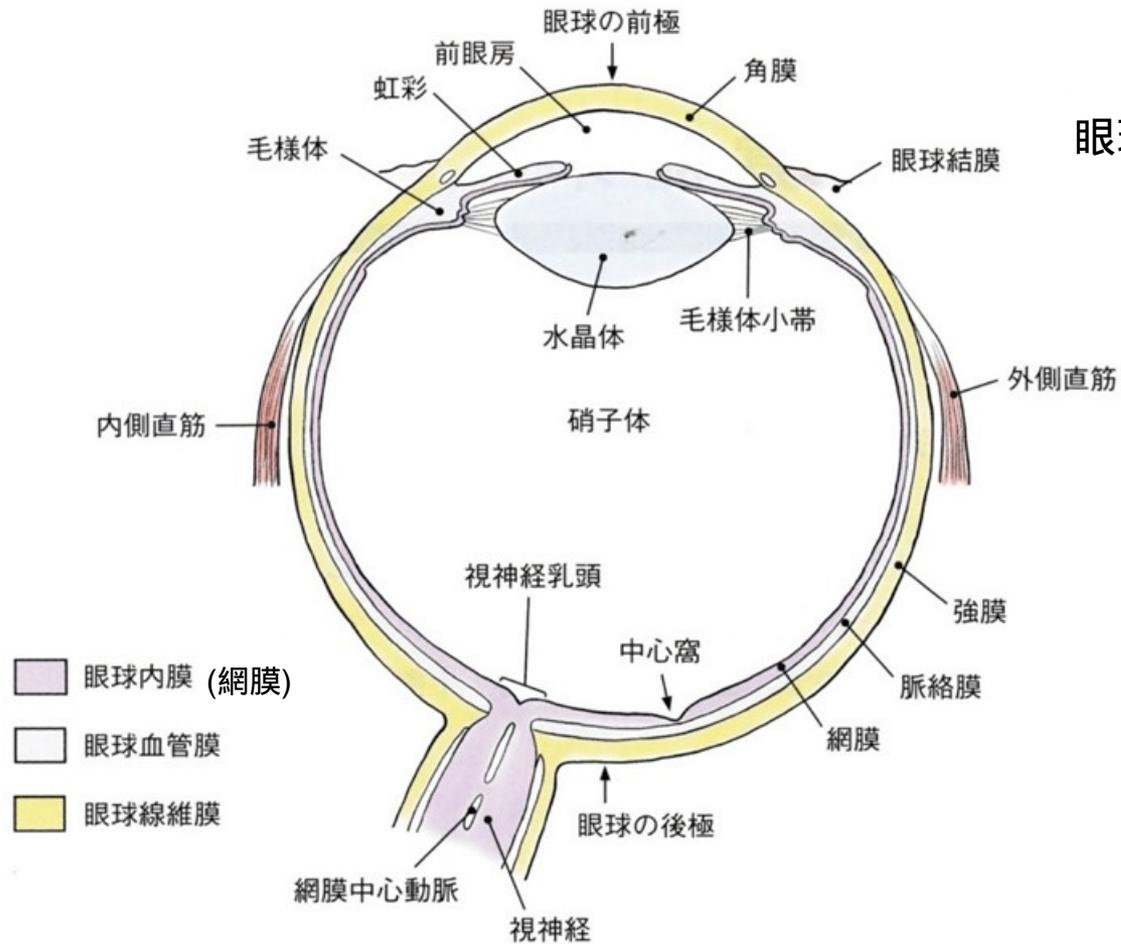
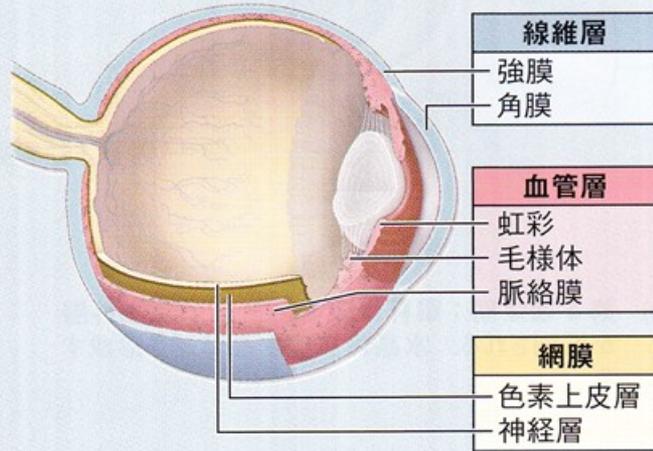


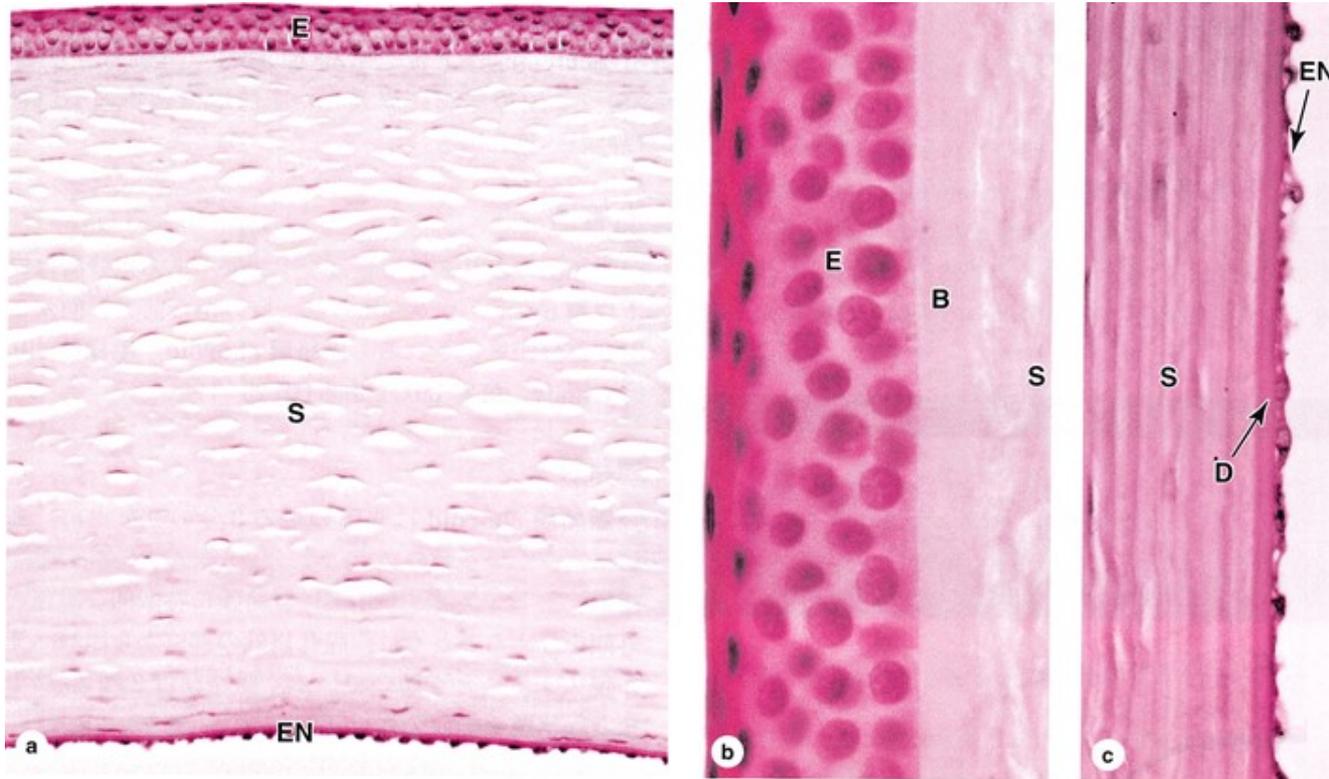
図 17-1 眼球の断面模型図 右眼を水平断して上からみたもの。眼球の壁の3層構造に注意しよう。

眼球壁の層構造

構造	構成要素	機能
線維層(外層)		
強膜	密線維性交織結合組織	眼球形態の維持, 繊細な内部構造の保護, 外眼筋への付着部位の提供
角膜	2層の上皮とその間の規則正しく配列した結合組織	眼球前部表面の保護, 入射する光の屈折
血管層(中層)		
脈絡膜	疎性結合組織; 血管に富む	網膜の栄養補給, 色素は余分な光を吸収
毛様体	毛様体平滑筋と毛様体突起; 分泌上皮で覆われている	水晶体に付着した堤鞏帯(毛様体小帯)を保持し, 水晶体の形を変えて遠近調節を行う, 上皮は眼房水を産生
虹彩	2層の平滑筋(瞳孔括約筋と瞳孔散大筋), 結合組織, 中央に瞳孔	瞳孔の大きさを変えることで, 眼球に入射する光の量を調節
網膜(内層)		
色素上皮層	色素上皮細胞	余分の光の吸収, 光受容細胞へのビタミンAの補給
神経層	光受容細胞, 双極神経細胞, 視神経細胞とミュラー細胞(支持細胞)	入射した光の検出; 光は神経信号に変換され, 脳に伝えられる



角膜



E: 角膜上皮(重層扁平上皮) S: 支質 EN: 内皮 B: ボーマン膜 D: デスメ膜

支質(角膜固有質)のコラーゲン繊維の層に挟まれて、
ケラトサイト(角膜実質細胞)が散在している

支質は血管が無く、栄養等は眼房水からの拡散に依存

毛様体と虹彩

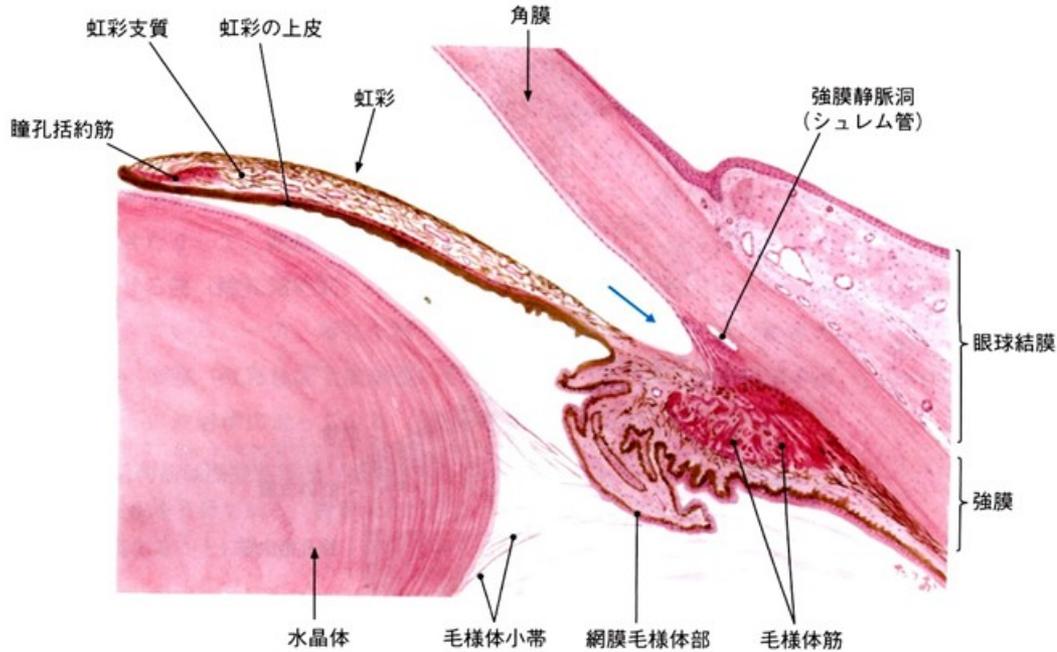
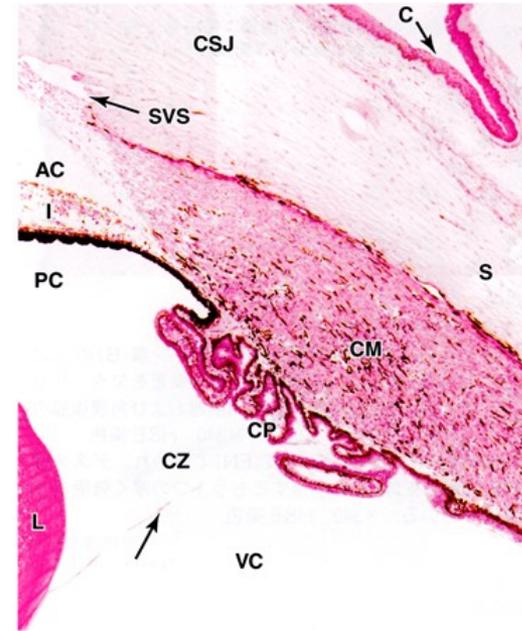


図 17-4 ヒト眼球の毛様体と虹彩 (ヘマトキシリン-エオジン染色) (×30)
 青い矢印の示す部分は虹彩角膜角隙 (フォンタナ腔) とよばれる。



CSJ: 角強膜接合部 S: 強膜 C: 結膜 SVS: 強膜静脈洞 (シュレム管) AC: 前眼房 I: 虹彩 CM: 毛様体平滑筋 CP: 毛様体突起 L: 水晶体 CZ: 毛様体小帯 PC: 後眼房 VC: 硝子体 矢印: 小帯線維の一部

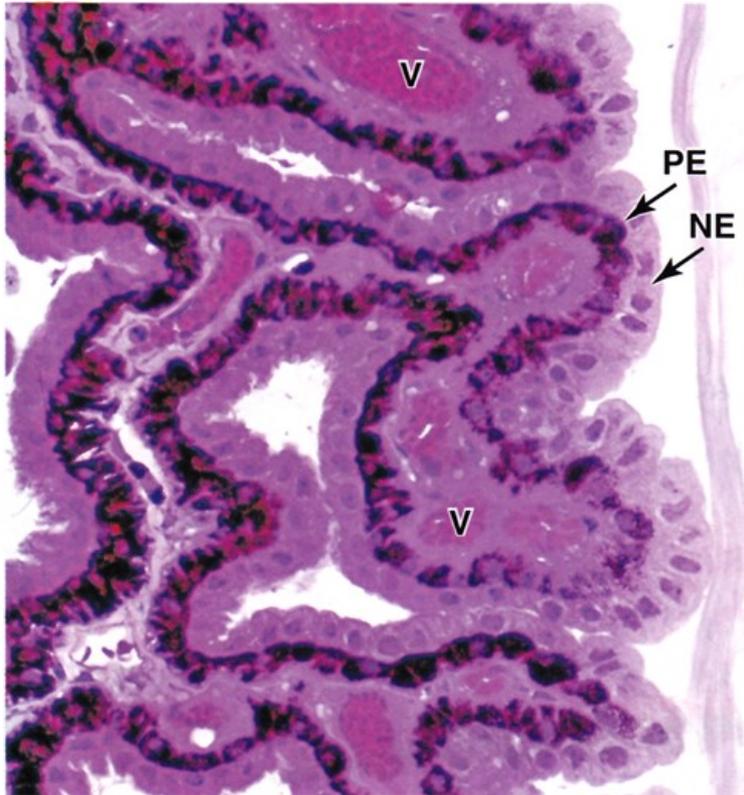
入門組織学改訂第2版

ジュンケイラ組織学 第4版

強膜静脈洞(シュレム管)に眼房水が流入する
 毛様体突起は眼房水を産生する
 眼房水は瞳孔を通過して前眼房へ流入する

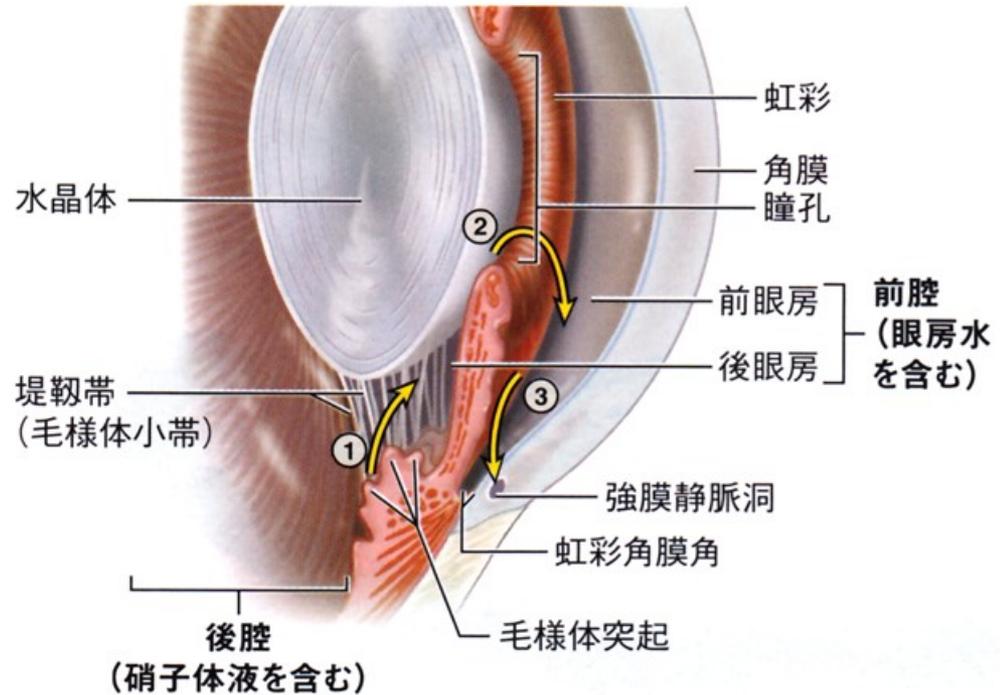
支質から血管を含む強膜へ移行する

毛様体突起の上皮と眼房水の流れ



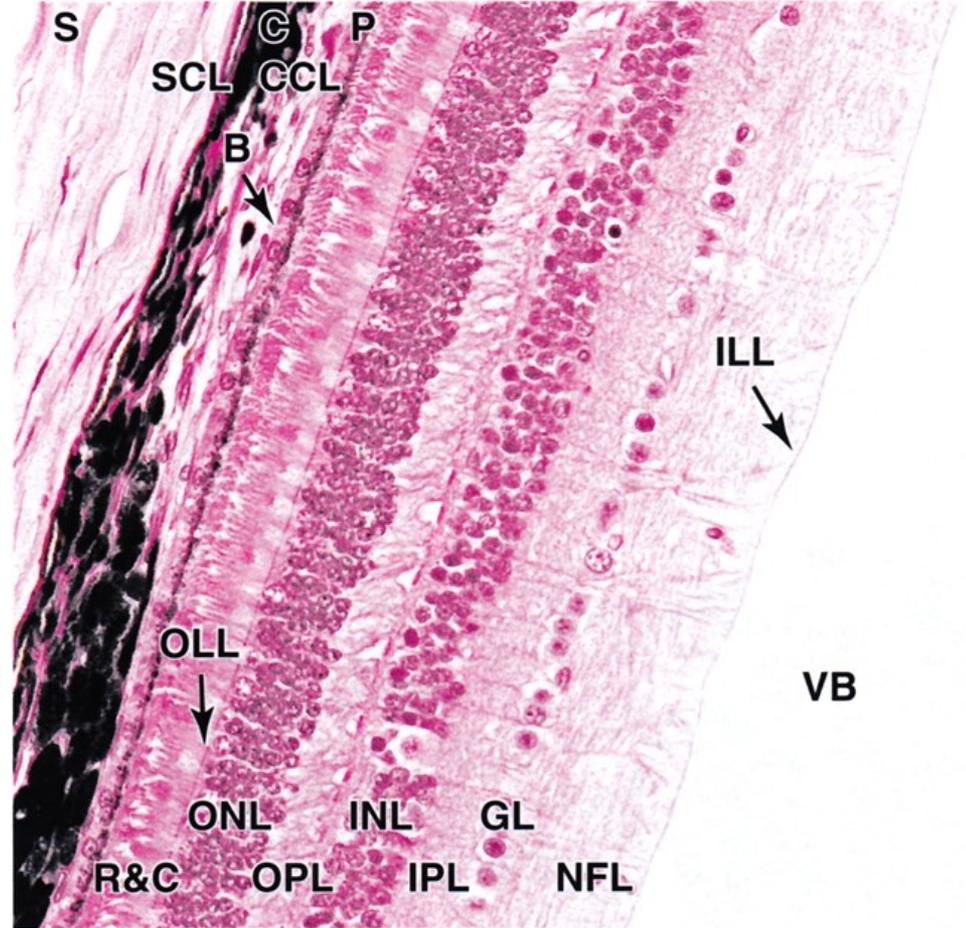
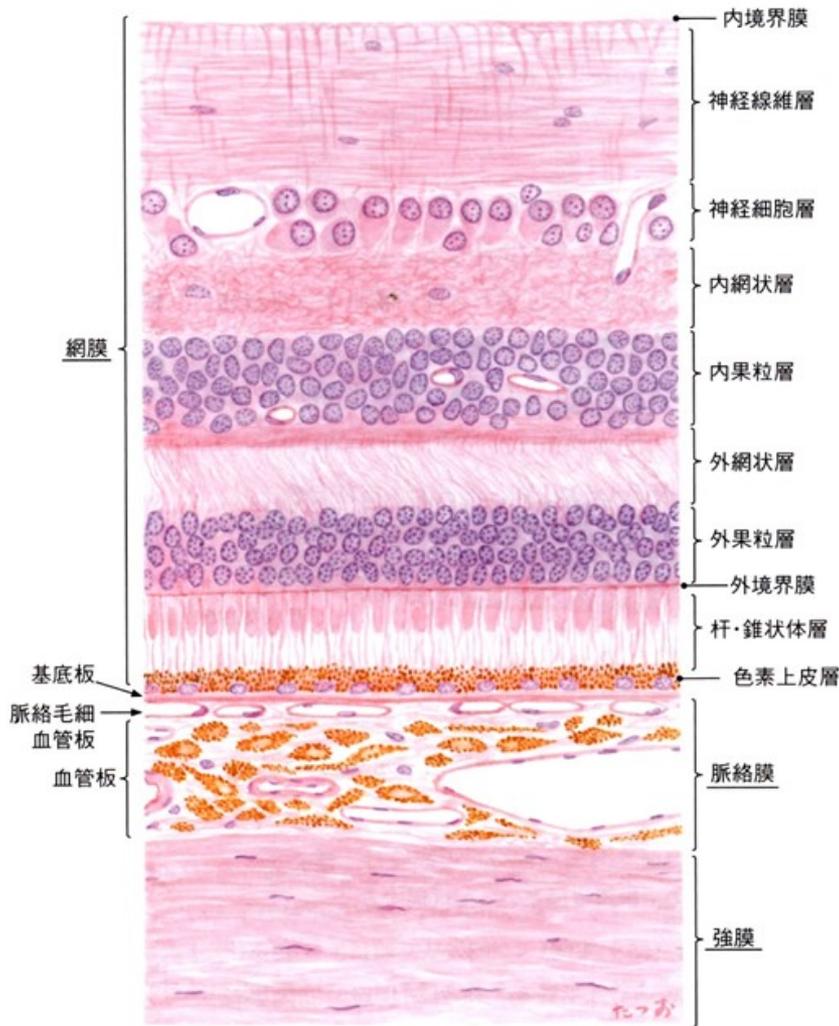
PE: 色素上皮 NE: 非色素上皮 V: 小血管

血管から出た液体成分が、これらの上皮細胞により毛様体突起から眼房水として分泌される



- ① 眼房水は毛様体突起から後眼房に分泌される。
- ② 眼房水は後眼房から出て瞳孔を通り、前眼房に向かう。
- ③ 過剰な眼房水は強膜静脈洞を経由して吸収される。

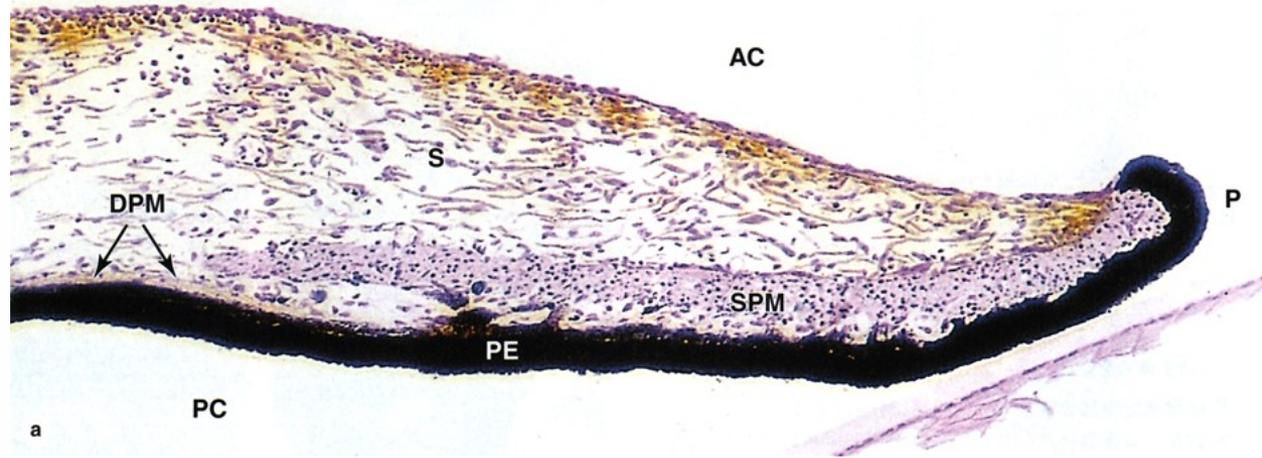
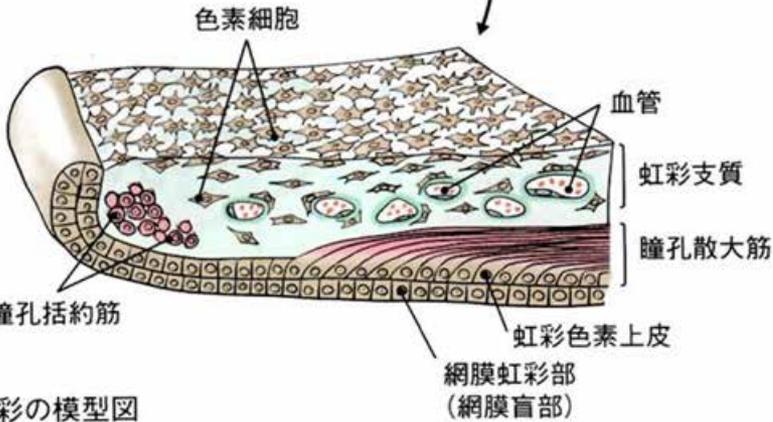
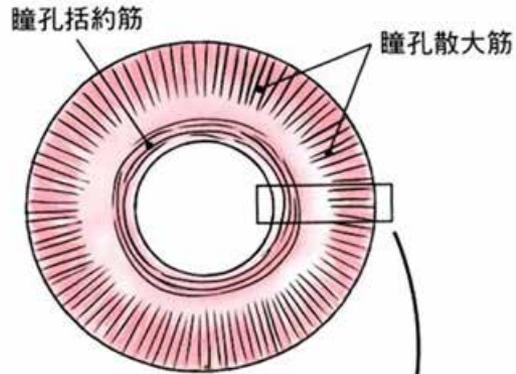
強膜・脈絡膜・網膜（眼球の壁）



S: 強膜 C: 脈絡膜 SCL: 脈絡上板 CCL: 脈絡膜毛細血管版
 B: ブルッフ膜 P: 色素上皮層 R&C: 錐体 ONL: 外顆粒層
 (錐体の細胞体) OLL: 外境界層 OPL: 外網状層(杆体、錐体の軸索
 がのび、INLの神経細胞の樹状突起とシナプスを形成)
 INL: 内顆粒層 IPL: 内網状層 GL: 視神経細胞層 NFL: 神経線維層
 ILL: 内境界層 VB: 硝子体

図 17-6 ヒトの網膜と脈絡膜（ヘマトキシリン-エオジン染色）（×400）

虹彩

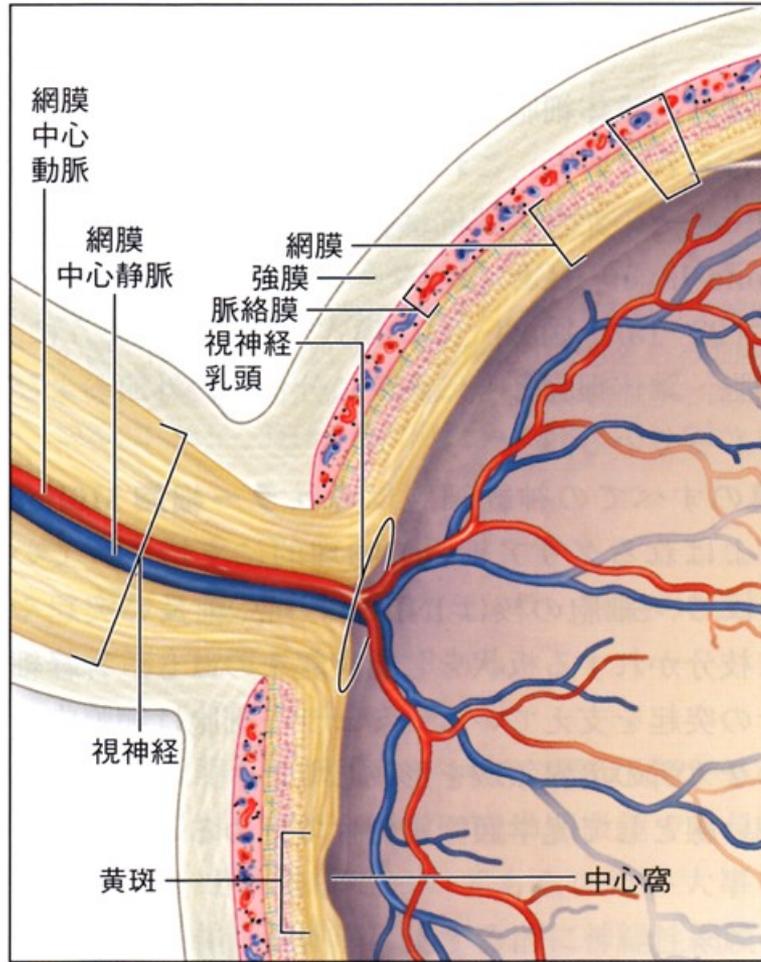


P: 瞳孔 AC: 前眼房 PE: 色素上皮 DPM: 瞳孔散大筋
SPM: 瞳孔括約筋 S: 支質

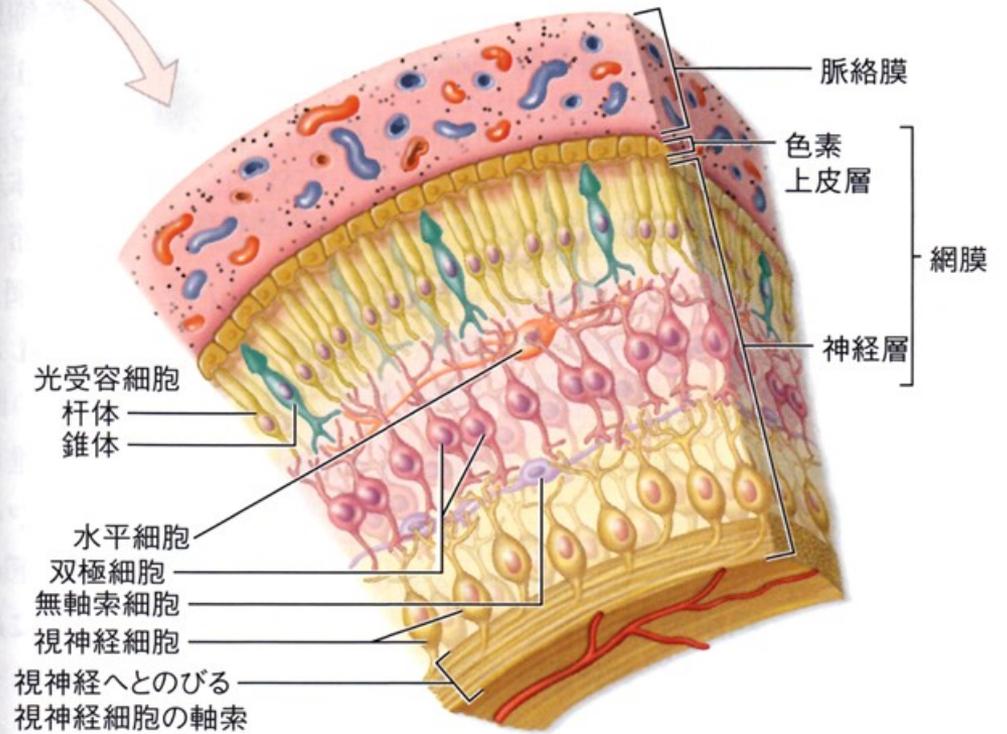
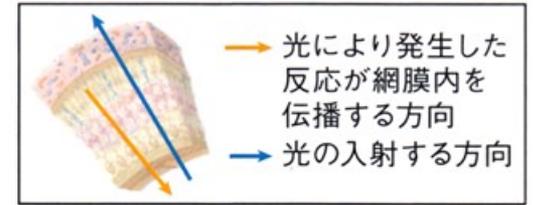
ジュンケイラ組織学 第4版

虹彩の模型図

網膜 2

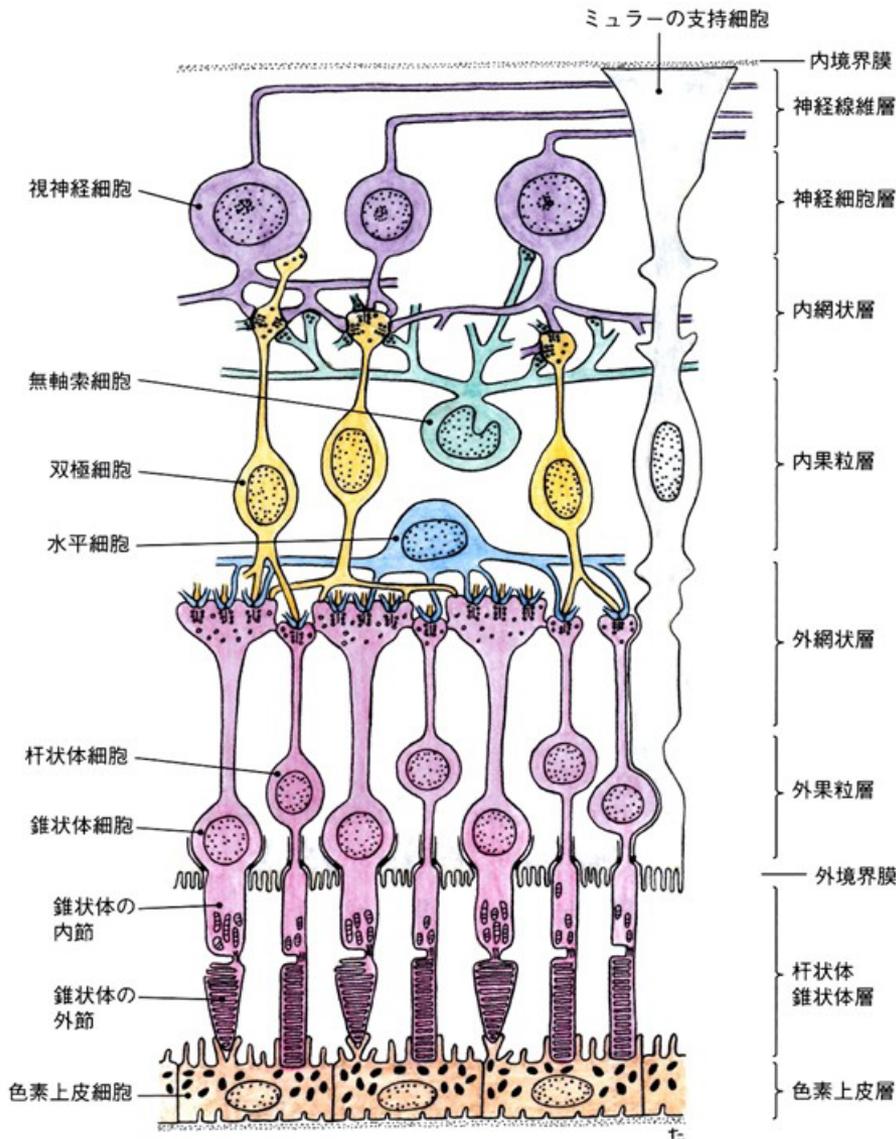


(a)



(b)

網膜



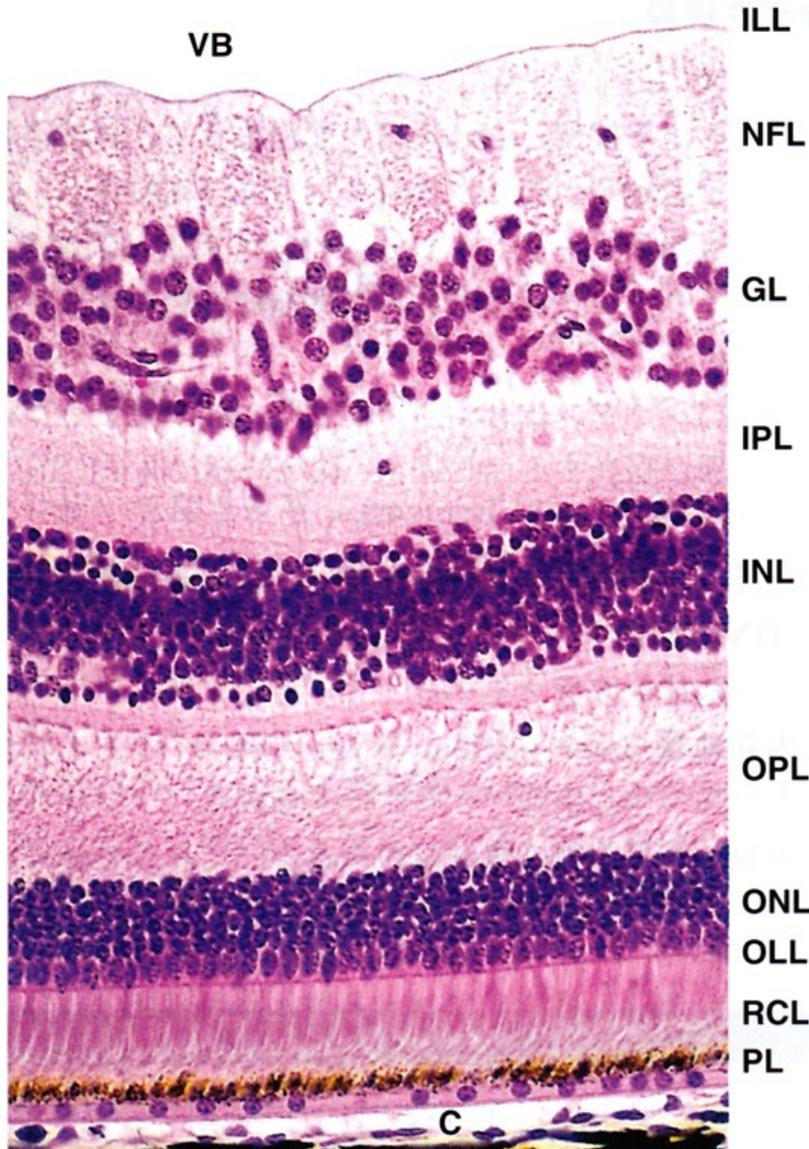
10層からなる

桿体: 明るさ ロドプシン
錐体: 色 ヨードプシン

レチナール(ビタミンA)の供給

網膜の細胞構築を示す模型図

網膜



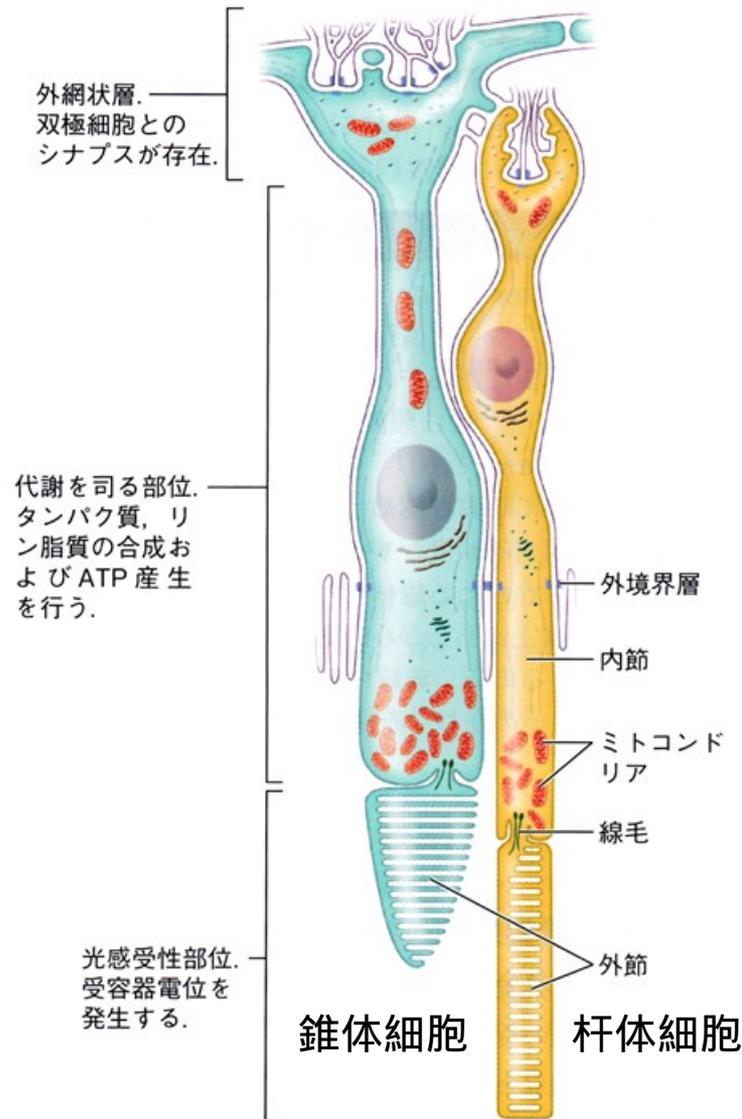
硝子体(VB)と脈絡膜(C)の間の網膜には、通常明瞭な9層からなる神経層と1層の色素層が区別できる。光の入射方向に従って順に記載すると以下ようになる：

- 内境界層(ILL)。
 - 神経線維層(NFL)：視神経乳頭で収斂して視神経を形成する視神経細胞の軸索が走っている。
 - 視神経細胞層(GL)：視神経細胞の細胞体があり、網膜中心近傍は末梢に比べて厚い。
 - 内網状層(IPL)：視神経細胞と次層に位置する双極神経細胞の突起およびシナプスが存在している。
 - 内顆粒層(INL)：杆体、錐体細胞からきた信号を最初に統合する数種類の双極神経細胞の細胞体がある。
 - 外網状層(OPL)：双極神経細胞と杆体・錐体細胞の突起およびシナプスが存在する。
 - 外顆粒層(ONL)：光を受容する杆体・錐体細胞の細胞体と核がある。
 - 外境界層(OLL)：杆体・錐体細胞を、介在するミュラー細胞につなぎ止めるための細胞間結合複合体からなる細い線である。
 - 杆体・錐体層(RCL)：光受容体が存在する杆体・錐体細胞の外節がある。
 - 非神経色素上皮層(PL)：色素上皮は神経性網膜の維持にとって重要ないくつかの補助的機能をもっている。
- ×130. H&E 染色。

桿体・錐体細胞



IS: 内節 OS: 外節 CS: 結合茎



錐体細胞 桿体細胞

杆体細胞

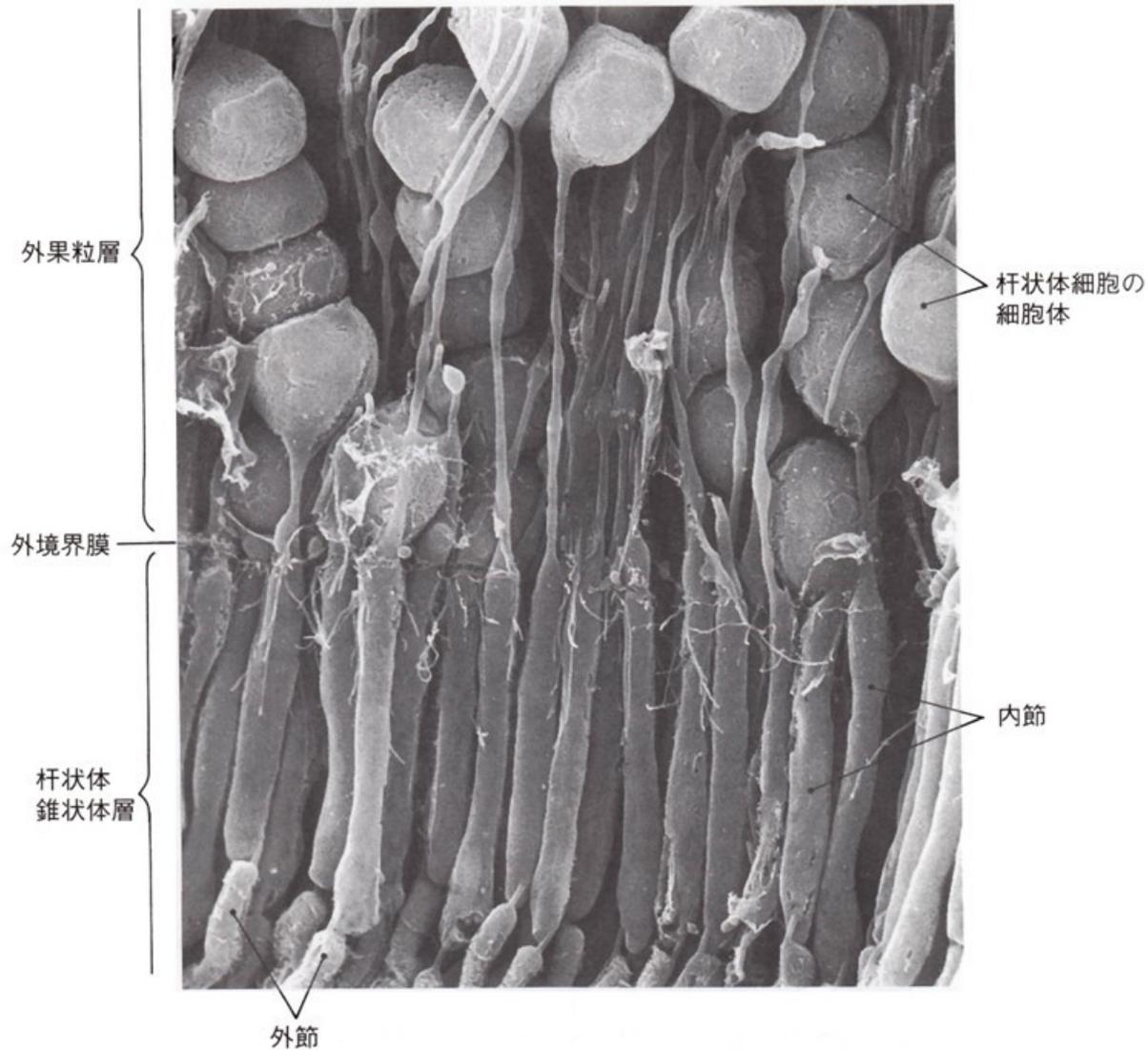


図 17-8 杆状体細胞の走査電子顕微鏡写真（ラット，網膜）

杆体細胞

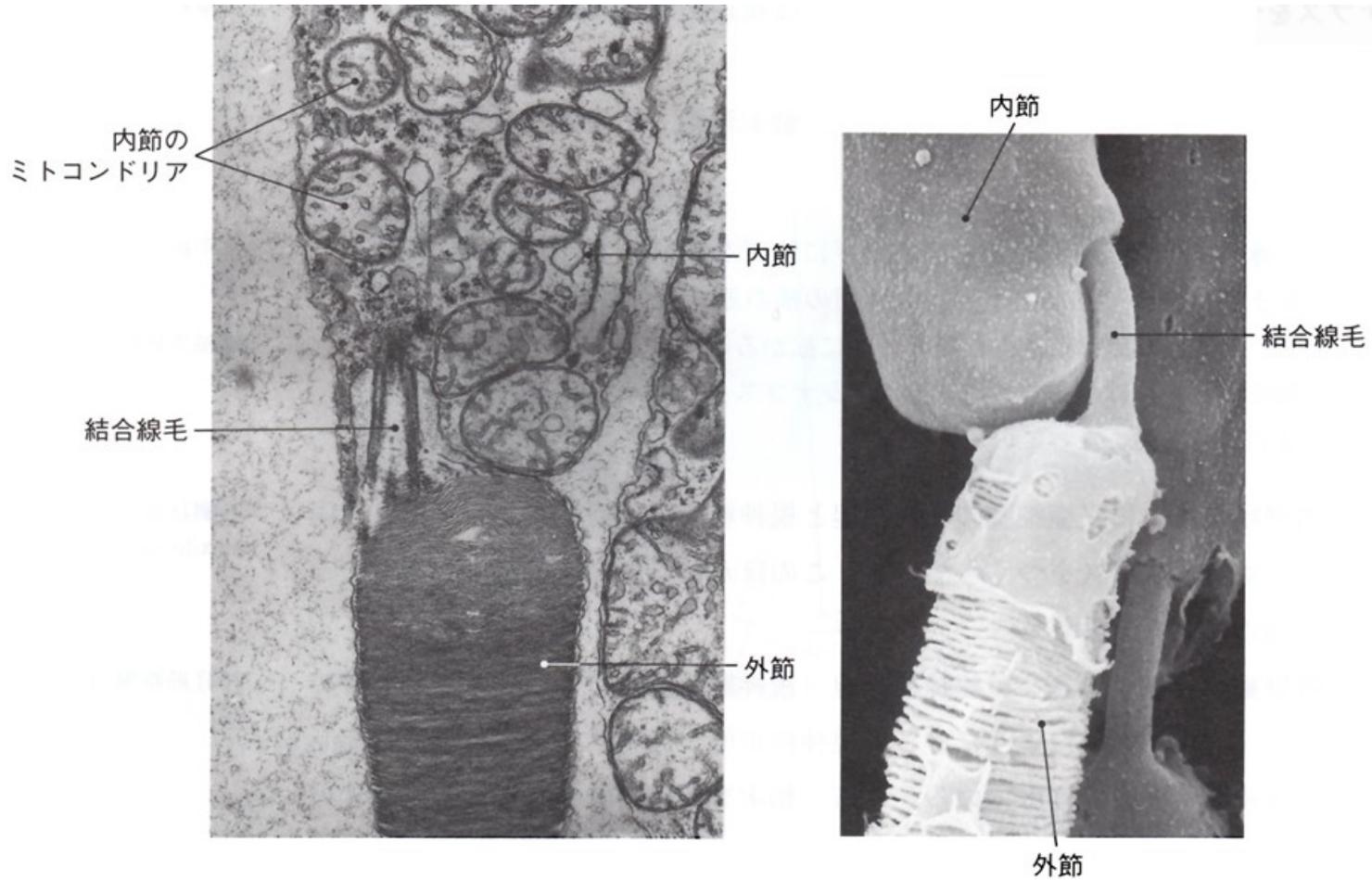
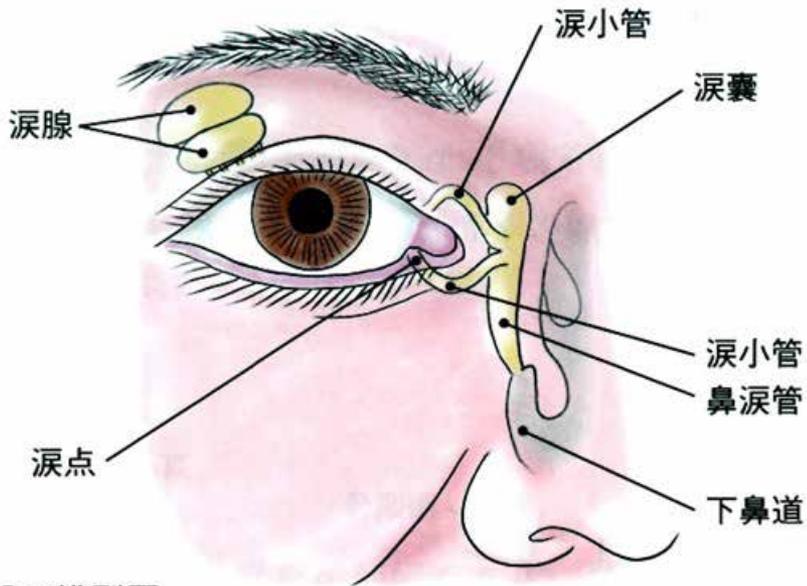


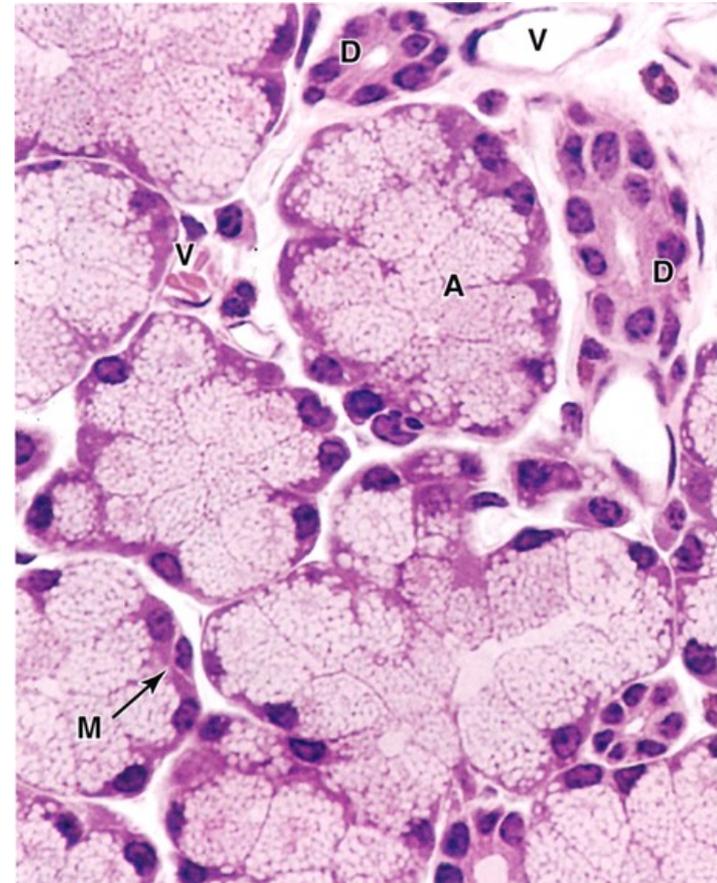
図 17-9 杆状体細胞の内節と外節 (左：ヒト網膜の透過電子顕微鏡写真, 右：ラットの走査電子顕微鏡写真) (左： $\times 14,000$, 右： $\times 13,000$)

涙器と涙腺



涙器の模型図

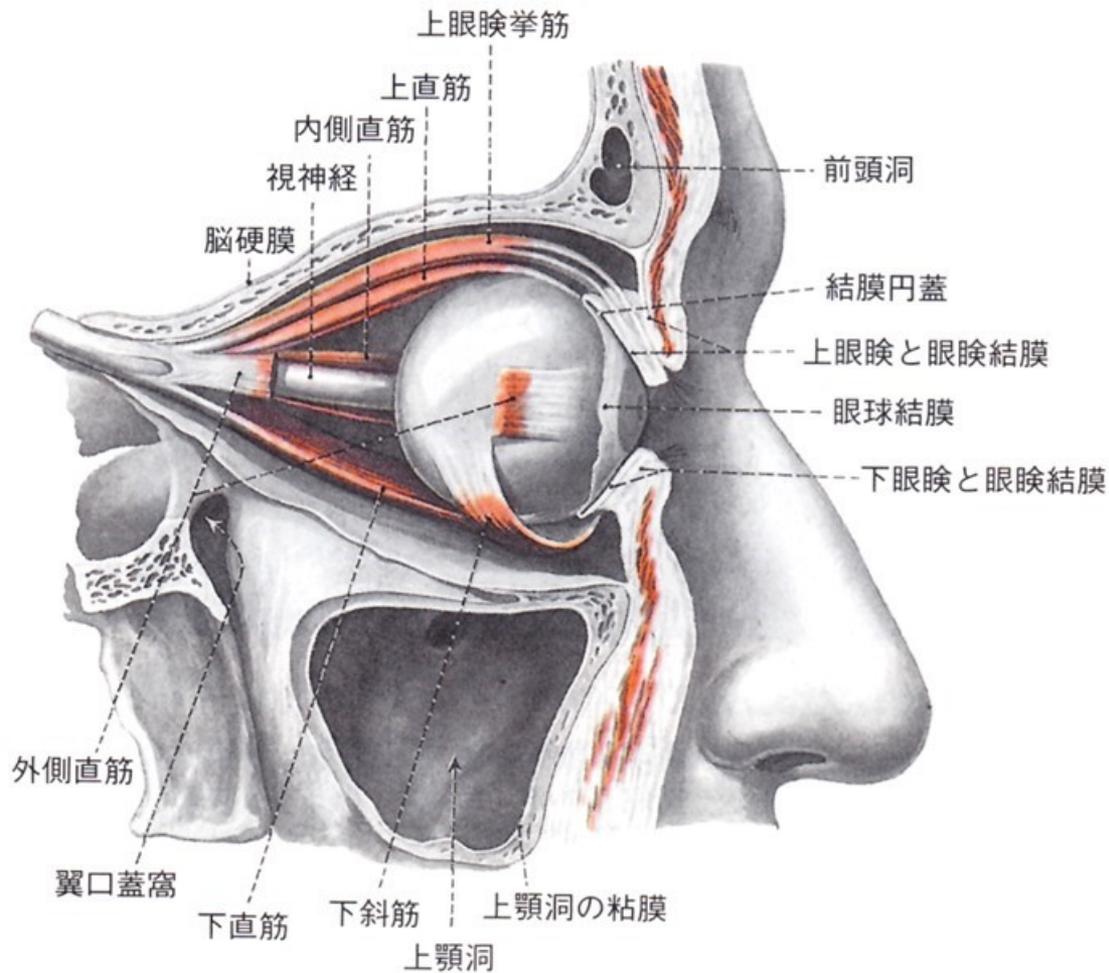
入門組織学改訂第2版



M: 筋上皮細胞 A: 涙房 V: 微小血管 D: 小葉内・小葉間導管

ジュンケイラ組織学 第4版

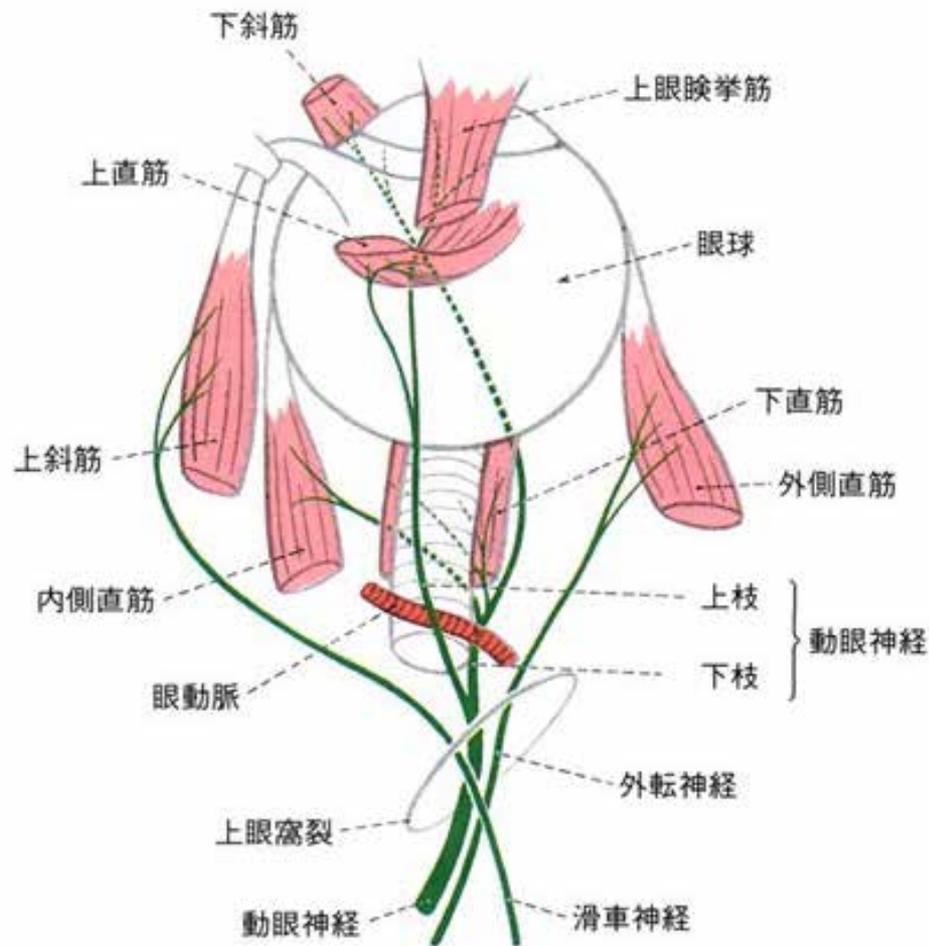
外眼筋



上直筋
下直筋
内側直筋
外側直筋
上斜筋
下斜筋

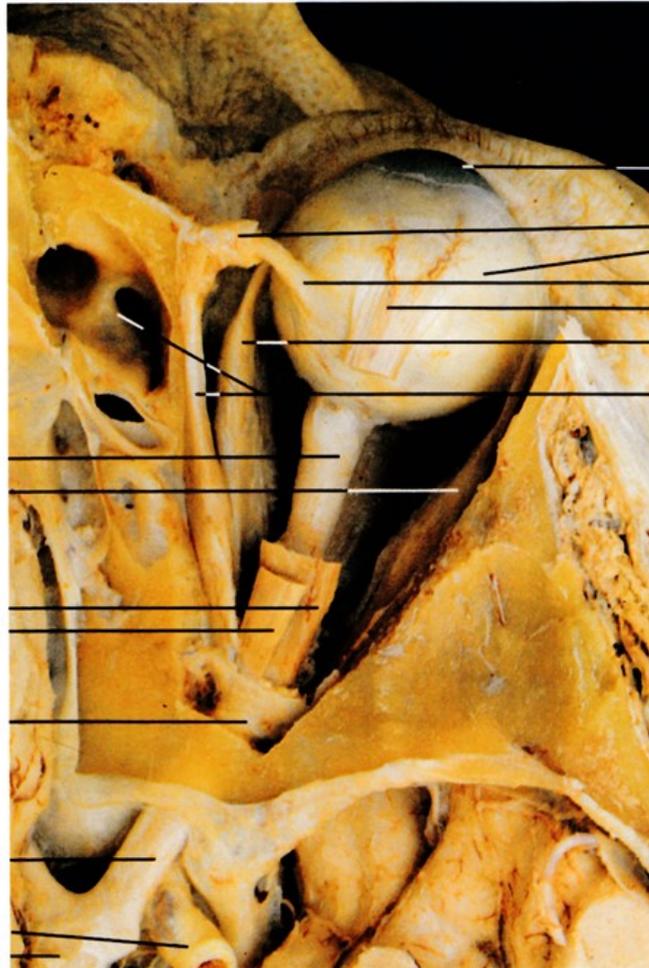
▶ 図 14-7 眼球を動かす筋
眼窩の外側壁を切除したところ。
外側直筋は中部が切除してある。

眼球を動かす筋と神経



▶ 図 14-9 眼球を動かす筋とその神経
右側の眼球を上から見る。

外眼筋

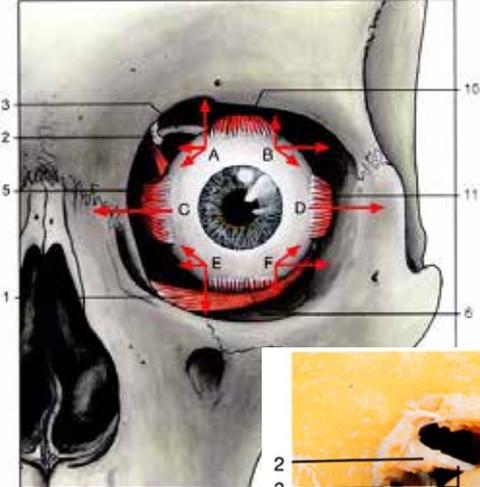


右眼球および眼筋(上面) 眼窩上壁を除去し, 上直筋および上眼瞼挙筋を切断.



右眼窩, 眼球および眼筋(上面)
上眼瞼挙筋を切断.

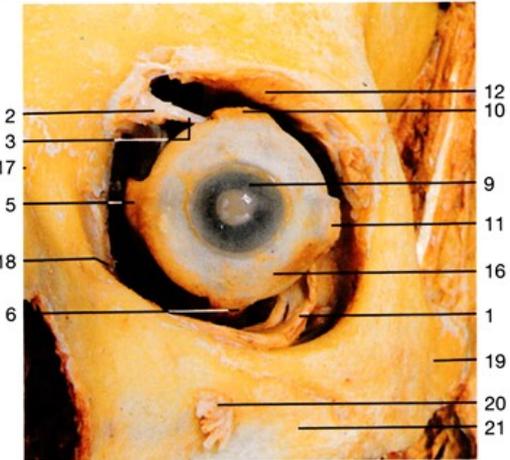
- 1 下斜筋 inferior oblique muscle
- 2 滑車 trochlea
- 3 上斜筋の腱
tendon of superior oblique muscle
- 4 上斜筋および篩骨蜂巣 superior oblique
muscle and ethmoidal air cells
- 5 内側直筋 medial rectus muscle
- 6 下直筋 inferior rectus muscle
- 7 視神経(頭蓋外部) optic nerve
(extracranial part)
- 8 視神経(頭蓋内部) optic nerve
(intracranial part)
- 9 角膜 cornea



眼筋の作用(前面)

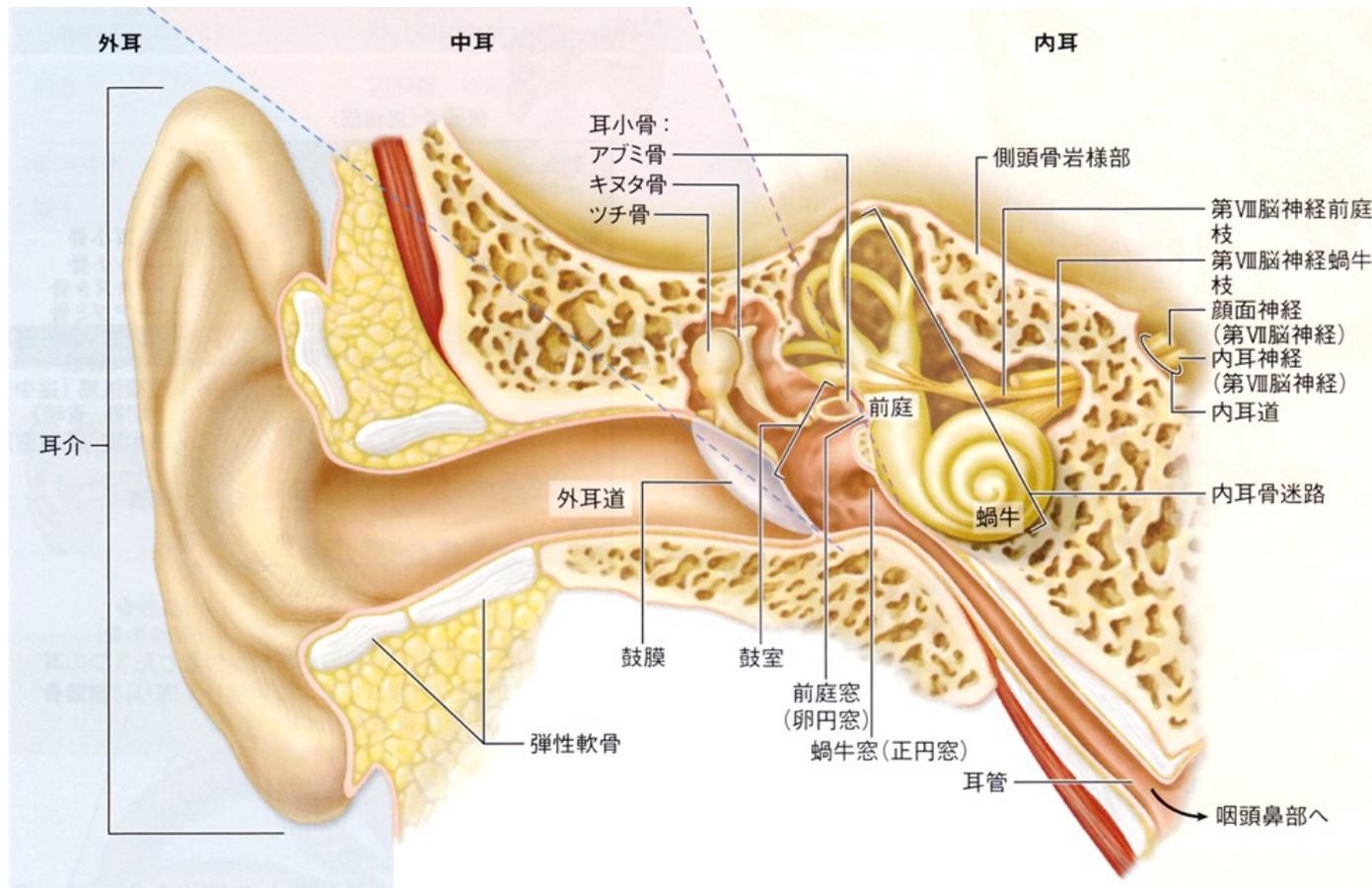
- A 上直筋 C 内側直筋 E 下直筋
- B 下斜筋 D 外側直筋 F 上斜筋

- 10 上直筋 superior rectus muscle
- 11 外側直筋 lateral rectus muscle
- 12 上眼瞼挙筋 levator palpebrae
superioris muscle
- 13 総腱輪 common tendinous ring
- 14 内頸動脈 internal carotid artery
- 15 視[神経]交叉 optic chiasma
- 16 強膜 sclera
- 17 鼻骨 nasal bone
- 18 鼻涙管 nasolacrimal duct
- 19 頬骨 zygomatic bone
- 20 眼窩下神経 infra-orbital nerves
- 21 上顎骨 maxilla



左眼窩, 眼球および眼筋(前面)
眼瞼, 結膜および涙器を除去.

耳：平衡聴覚器系



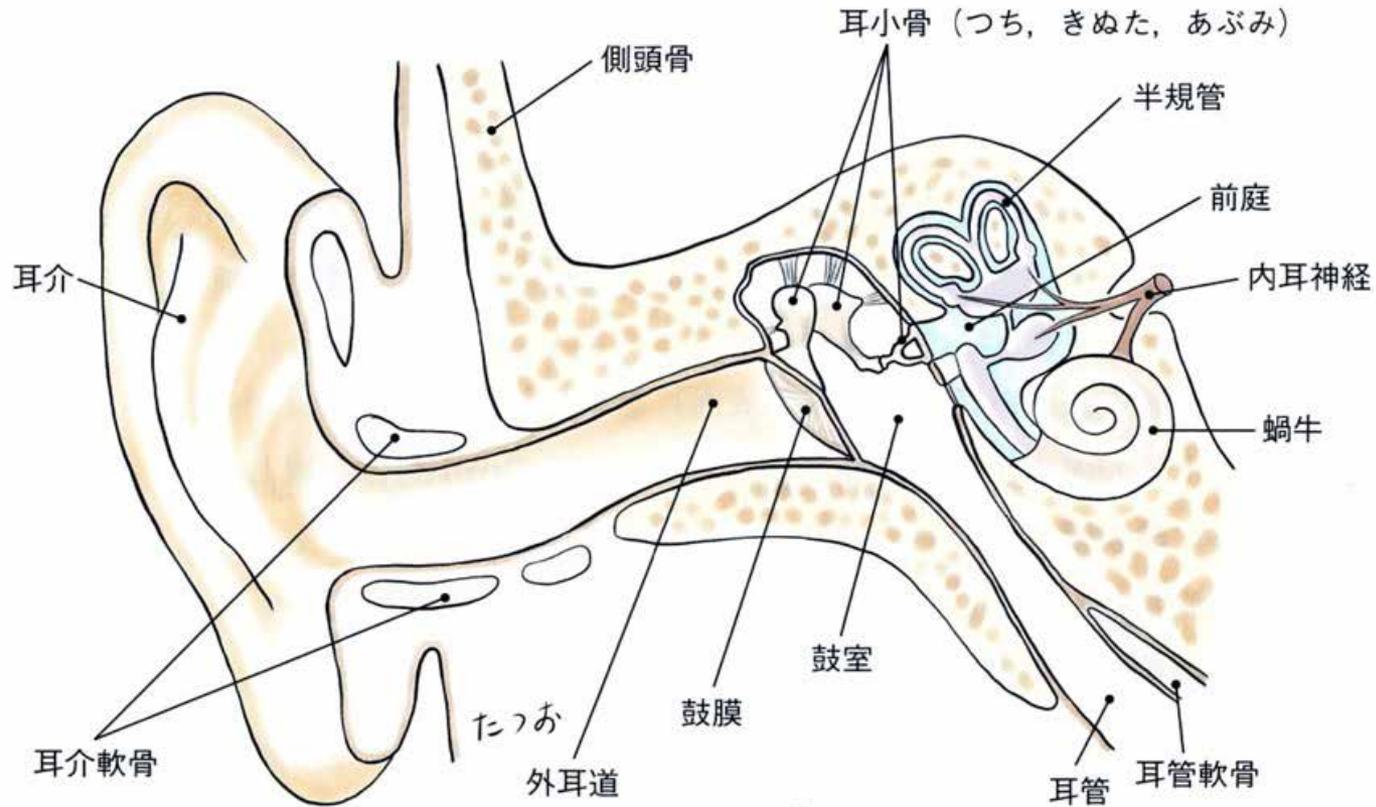
外耳、中耳、内耳から成る

外耳
耳介、外耳道

中耳
鼓膜、鼓室、耳管

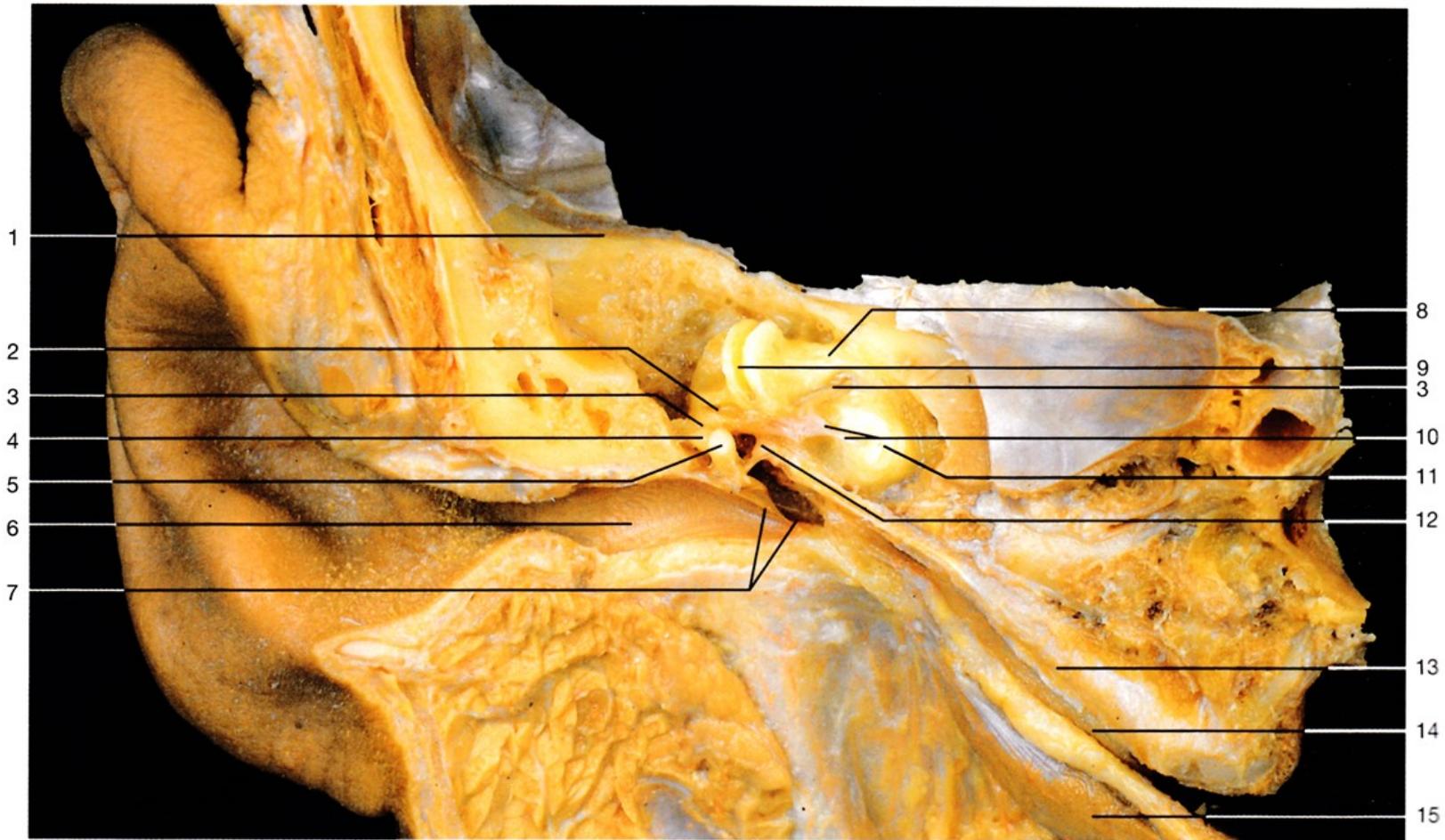
内耳
前庭、半規管、蝸牛など

耳：平衡聴覚器系



平衡聴覚器の構成を示す模型図

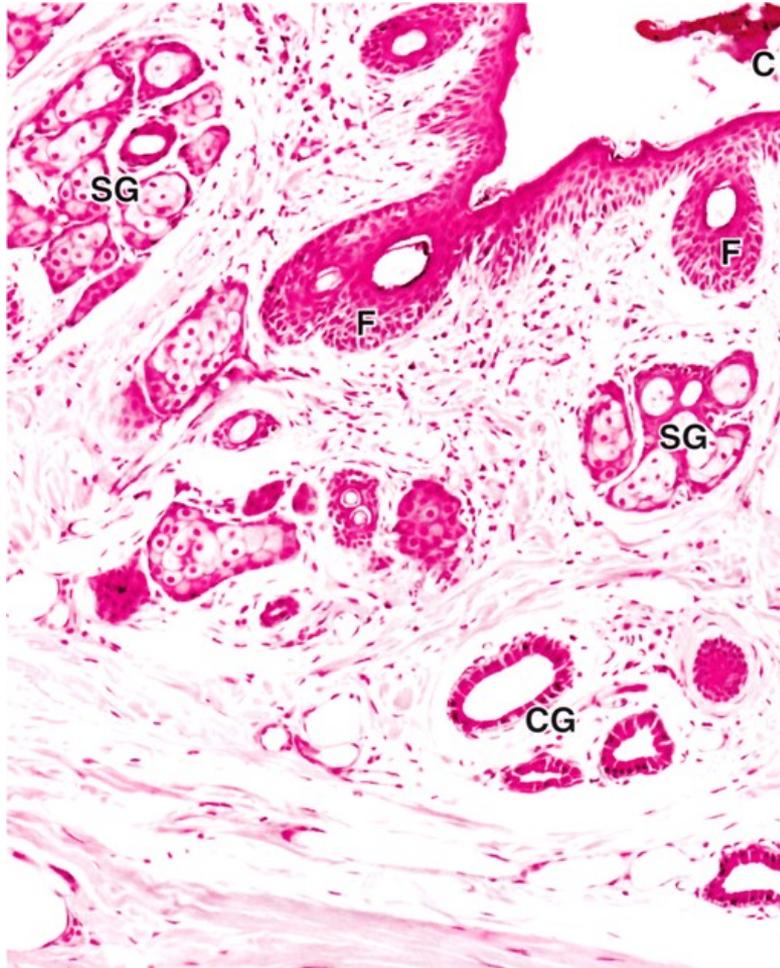
耳：平衡聴覚器系 3



右側頭骨の前頭断面(前から見る) 蝸牛と半規管を剖出, 半規管を開いてある.

- | | | |
|--|---|---------------------------------------|
| 1 室蓋壁 roof of tympanic cavity | 7 鼓室, 鼓膜
tympanic cavity, tympanic membrane | 11 蝸牛 cochlea |
| 2 外側骨半規管
lateral osseous semicircular canal | 8 内耳神経(VIII) vestibulocochlear nerve(n. VIII) | 12 アブミ骨 stapes |
| 3 顔面神経(VII) facial nerve(n. VII) | 9 前骨半規管
anterior osseous semicircular canal | 13 鼓膜張筋 tensor tympani muscle |
| 4 キヌタ骨 incus | 10 膝神経節, 大聾体神経
geniculate ganglion, greater petrosal nerve | 14 耳管 auditory tube |
| 5 ツチ骨 malleus | | 15 口蓋帆挙筋 levator veli palatini muscle |
| 6 外耳道 external acoustic meatus | | |

外耳道



F: 小毛包 SG: 皮脂腺 CG 耳道腺 C: 耳垢(じこう)

アポクリン汗腺が変化した
耳道腺が見られる

皮脂腺と耳道腺から分泌さ
れた口ウ状の耳垢は、保護
及び抗菌作用がある

鼓膜 中耳

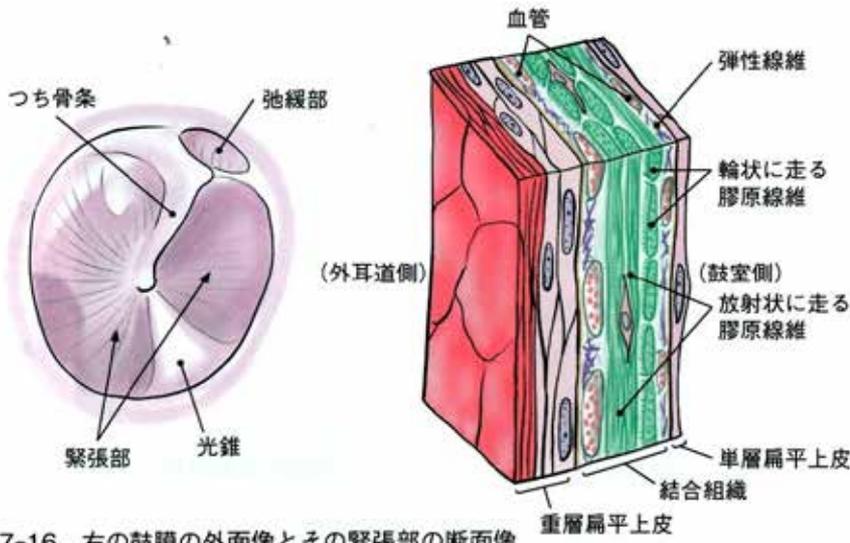
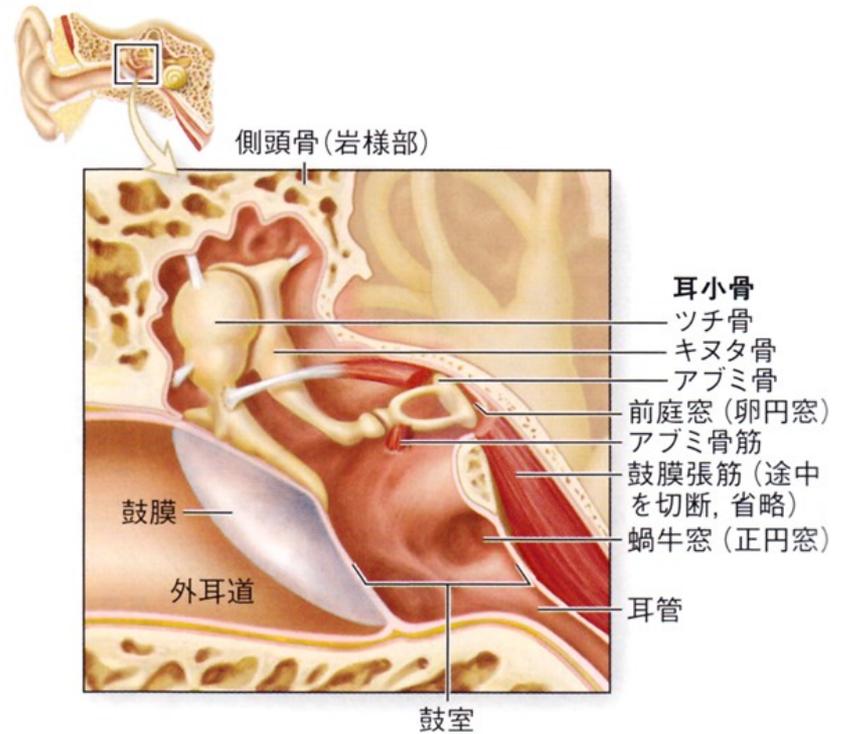


図 17-16 右の鼓膜の外画像とその緊張部の断面像

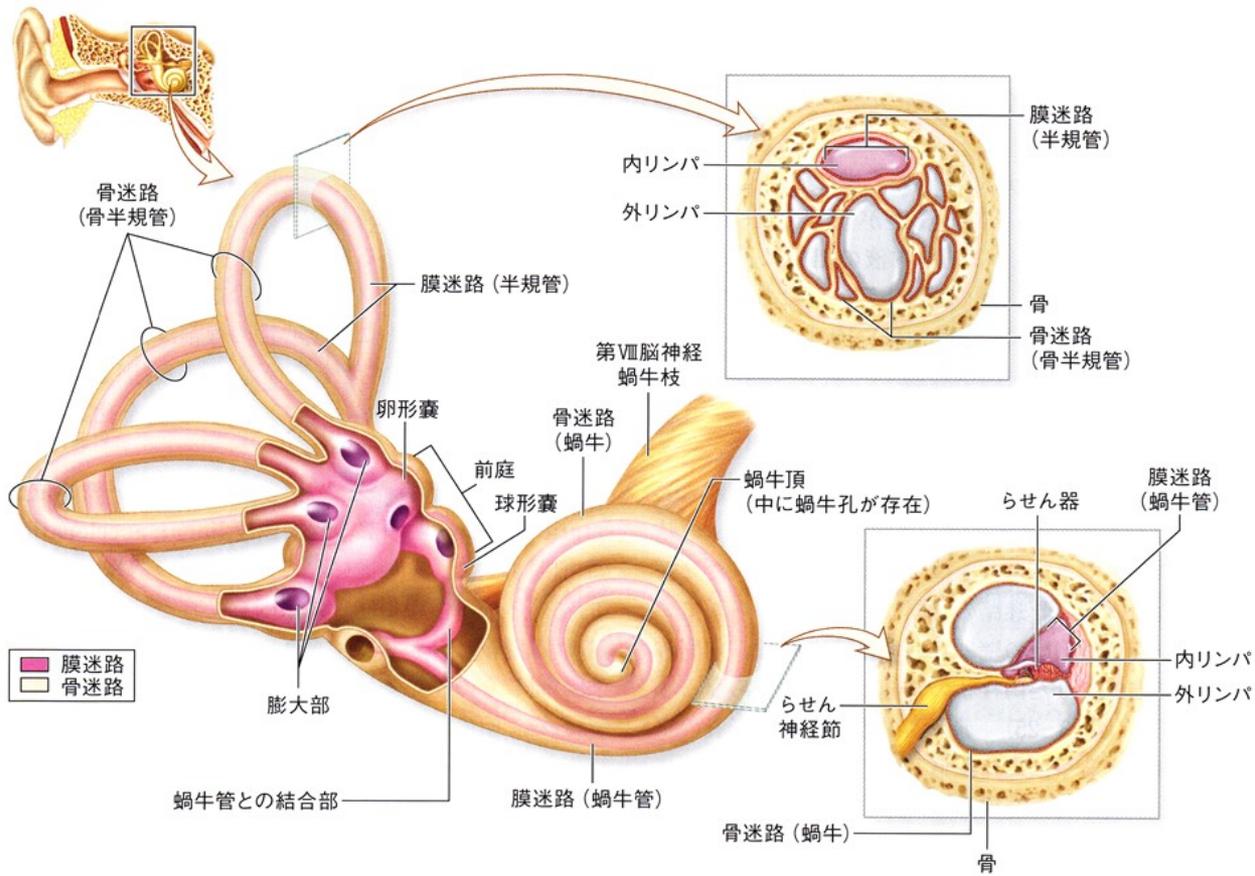
入門組織学改訂第2版



鼓膜で音波が共鳴して振動になり、耳小骨を経て増幅されて前庭窓から内耳に伝えられる

ジュンケイラ組織学 第4版

内耳



骨迷路的部位 (中に外リンパと膜迷路を入れる)	膜迷路的部位 (骨迷路内にあり, 中に内リンパを入れる)	感覚受容器の構造	主な機能
前庭	卵形嚢, 球形嚢	平衡斑	直線運動と頭部の静止位置の検出
骨半規管	半規管	膨大部枝	頭部の回転運動の検出
蝸牛	蝸牛管	らせん器	音の検出

内耳

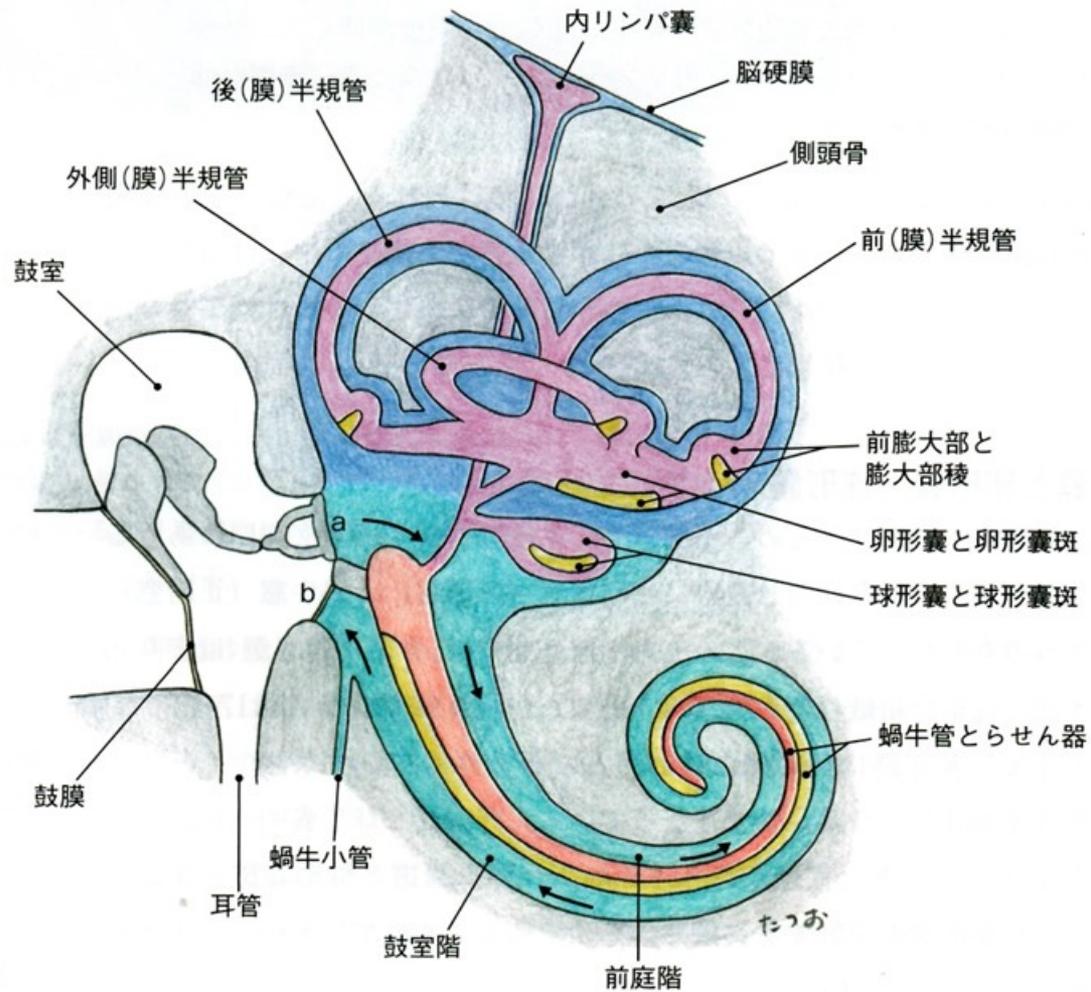


図 17-18 内耳の構造を示す模型図

音が伝わる時の外リンパの振動方向を矢印で示した。

a : 前庭窓 (卵円窓), b : 蝸牛窓 (正円窓)

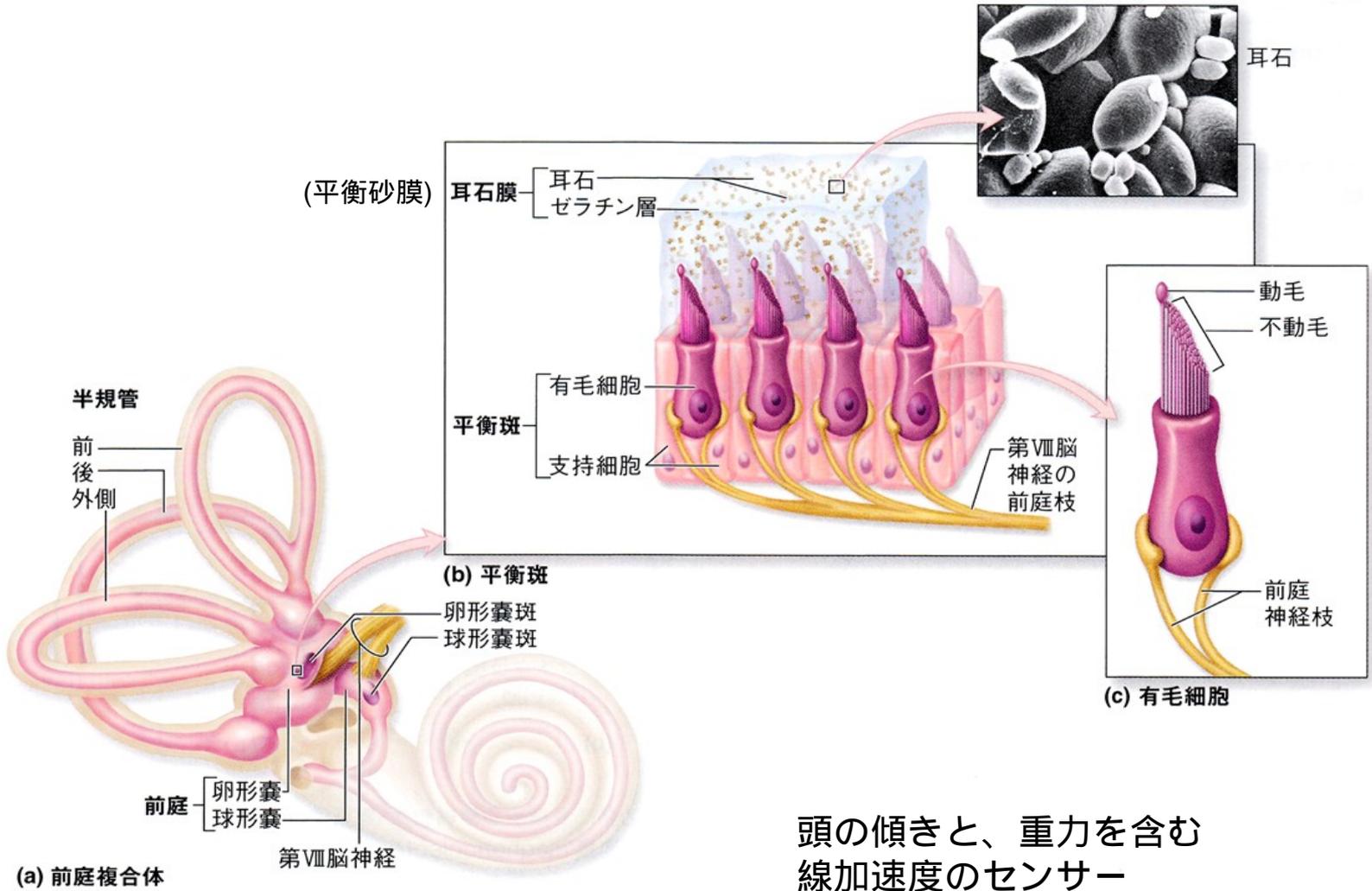
内耳



図 17-17 ヒトの内耳の実物の写真

(新潟大学 平野茂樹教授提供, 2013)

前庭の平衡斑



前庭の平衡斑

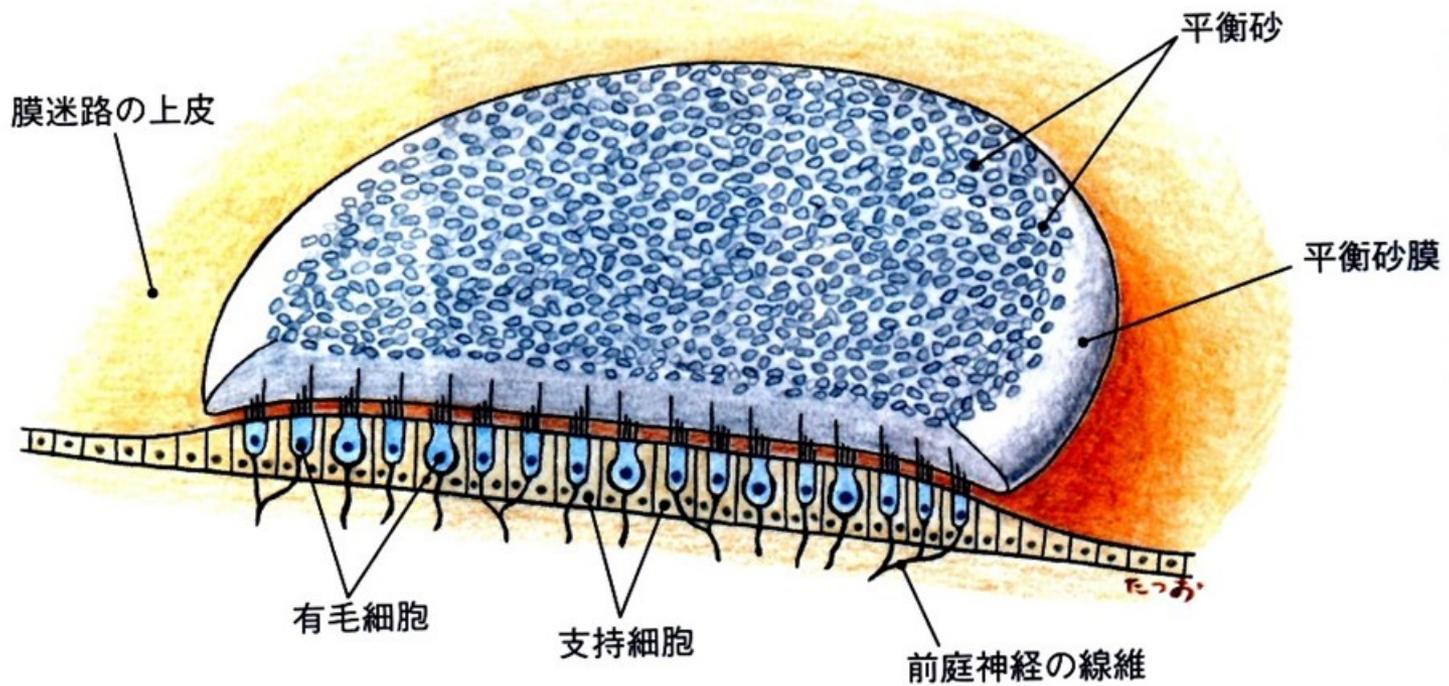


図 17-19 平衡斑（卵形囊斑）の構造を示す模型図

平衡覚を受容する

前庭の平衡斑

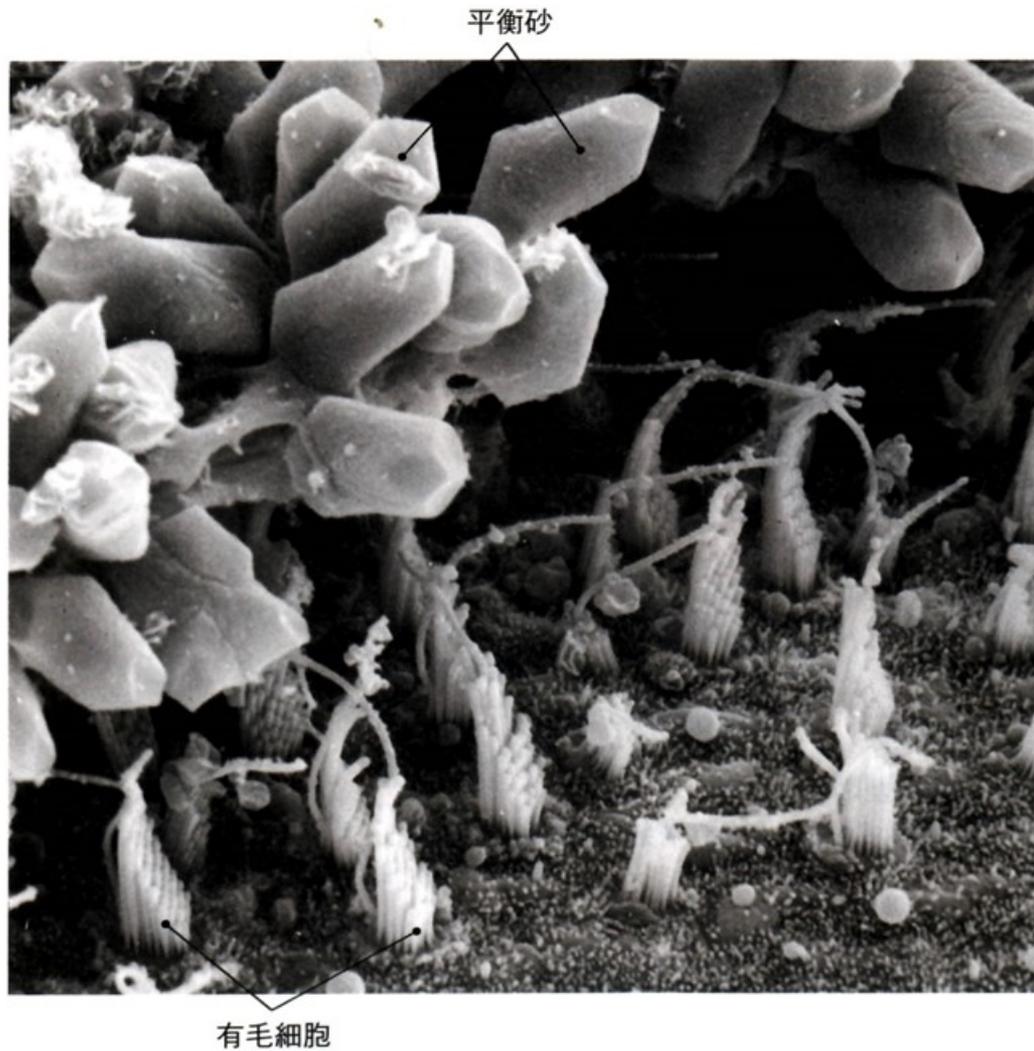
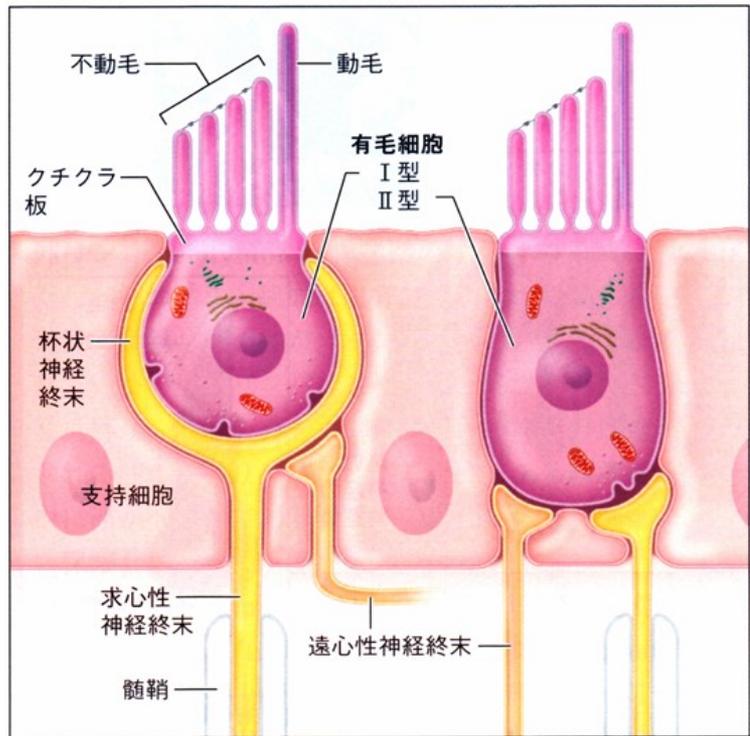
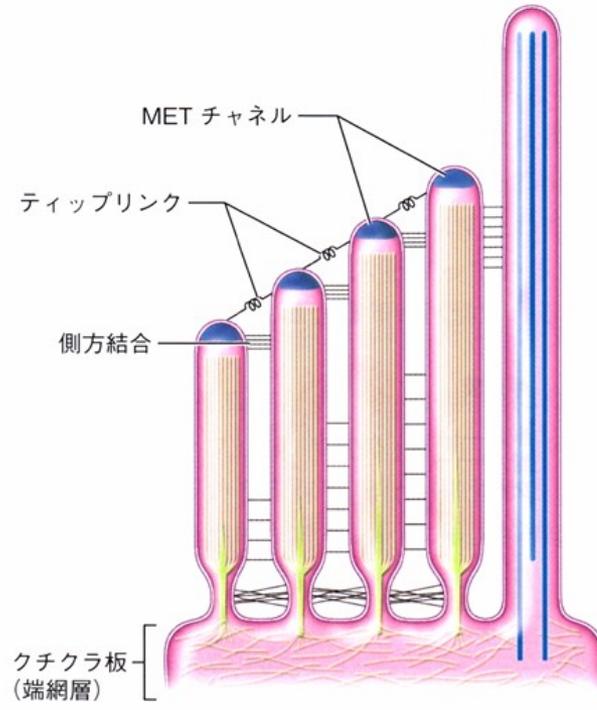


図 17-20 平衡斑（卵形囊斑）の表面の走査電子顕微鏡写真（マウス）（×3,000）

有毛細胞

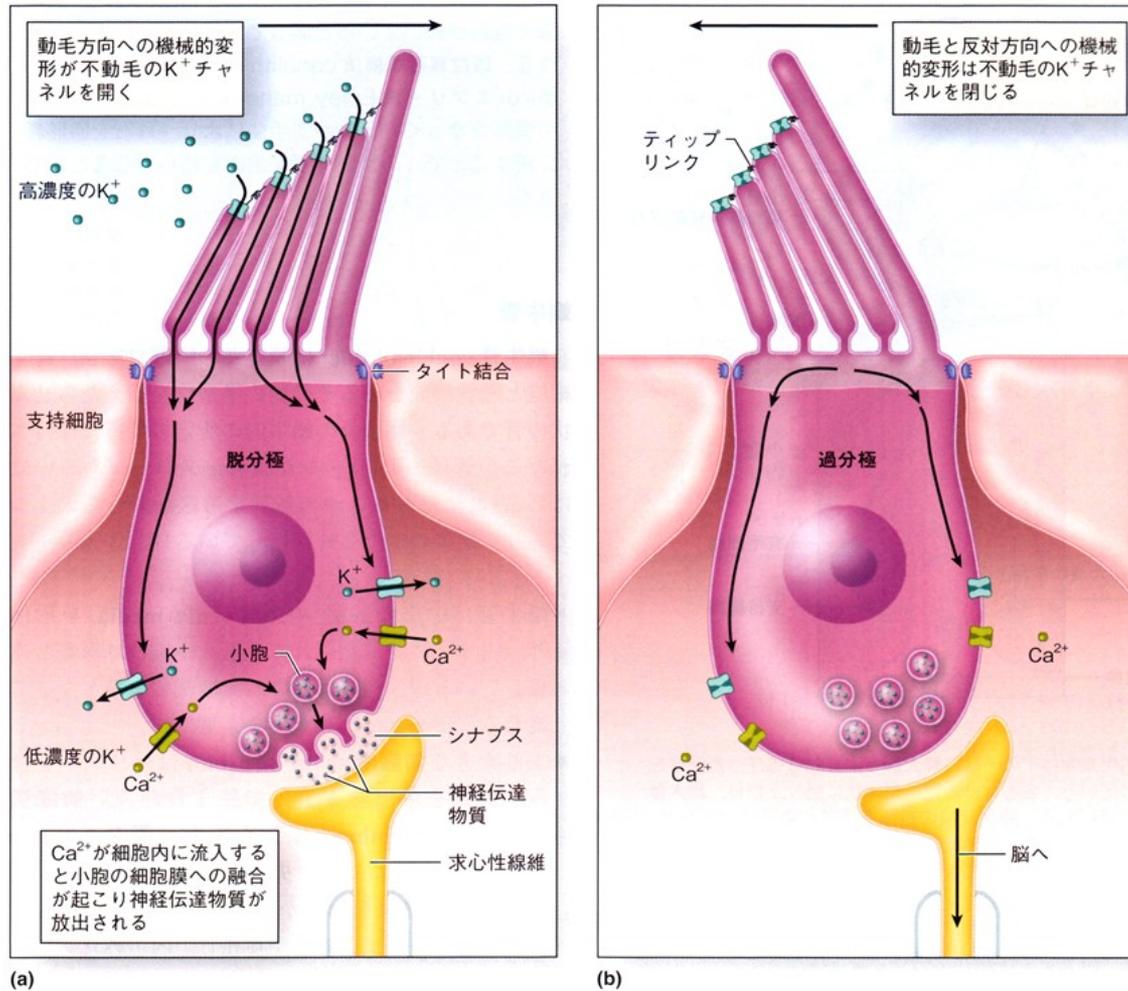


(a)



(b)

メカノ電気変換 機械刺激 - 電気信号変換



半規管と膨大部稜

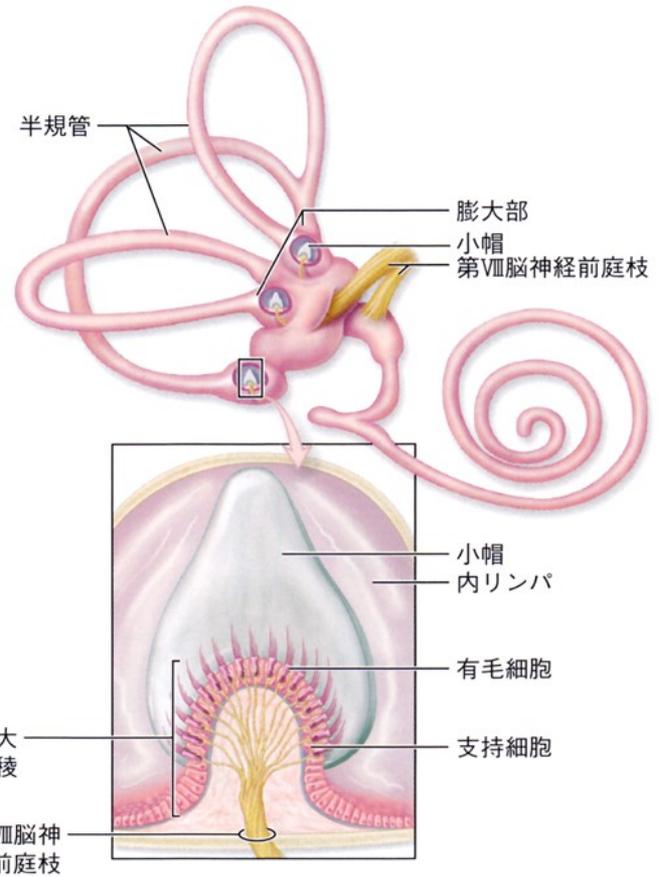
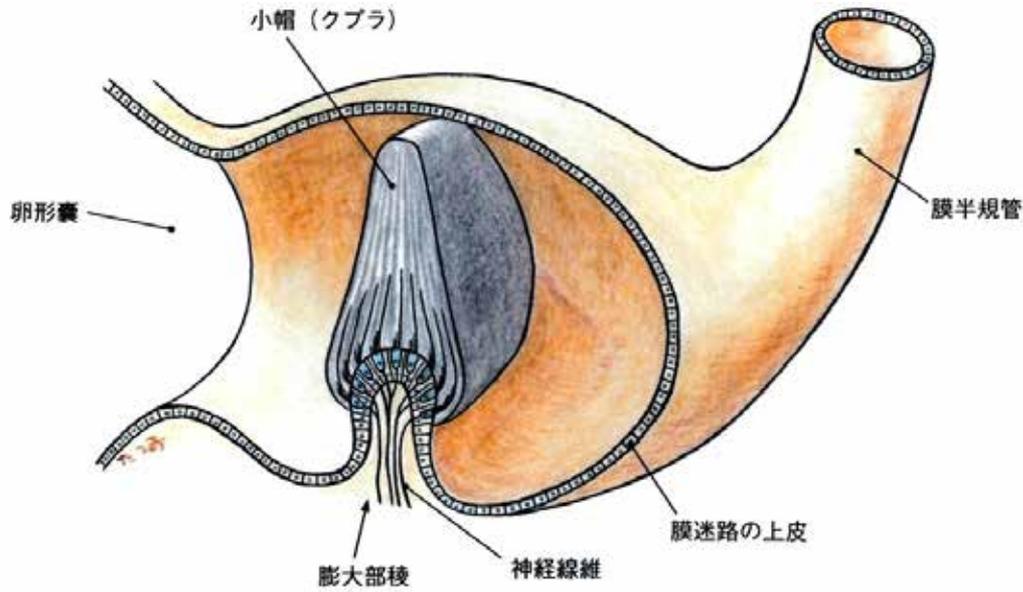


図 17-21 膨大部稜の構造を示す模型図

膨大部を切って中が見えるように描いてある。水色に着色したのは有毛細胞。

ジュンケイラ組織学 第4版

頭部の回転運動を検出

蝸牛 1

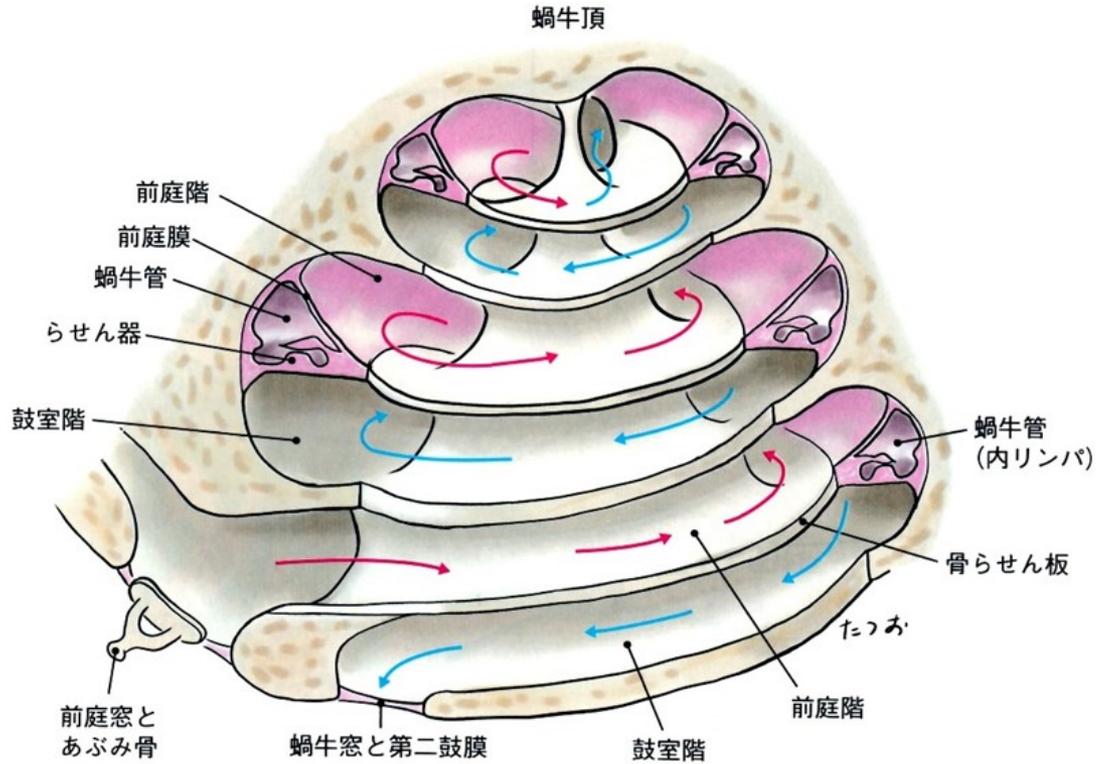


図 17-22 蝸牛管の構造を示す模型図

蝸牛管が $2\frac{3}{4}$ 回転している
前庭窓から始まる前庭階は、頂上の蝸牛孔で
鼓室階になって蝸牛窓で終わる

蝸牛 2

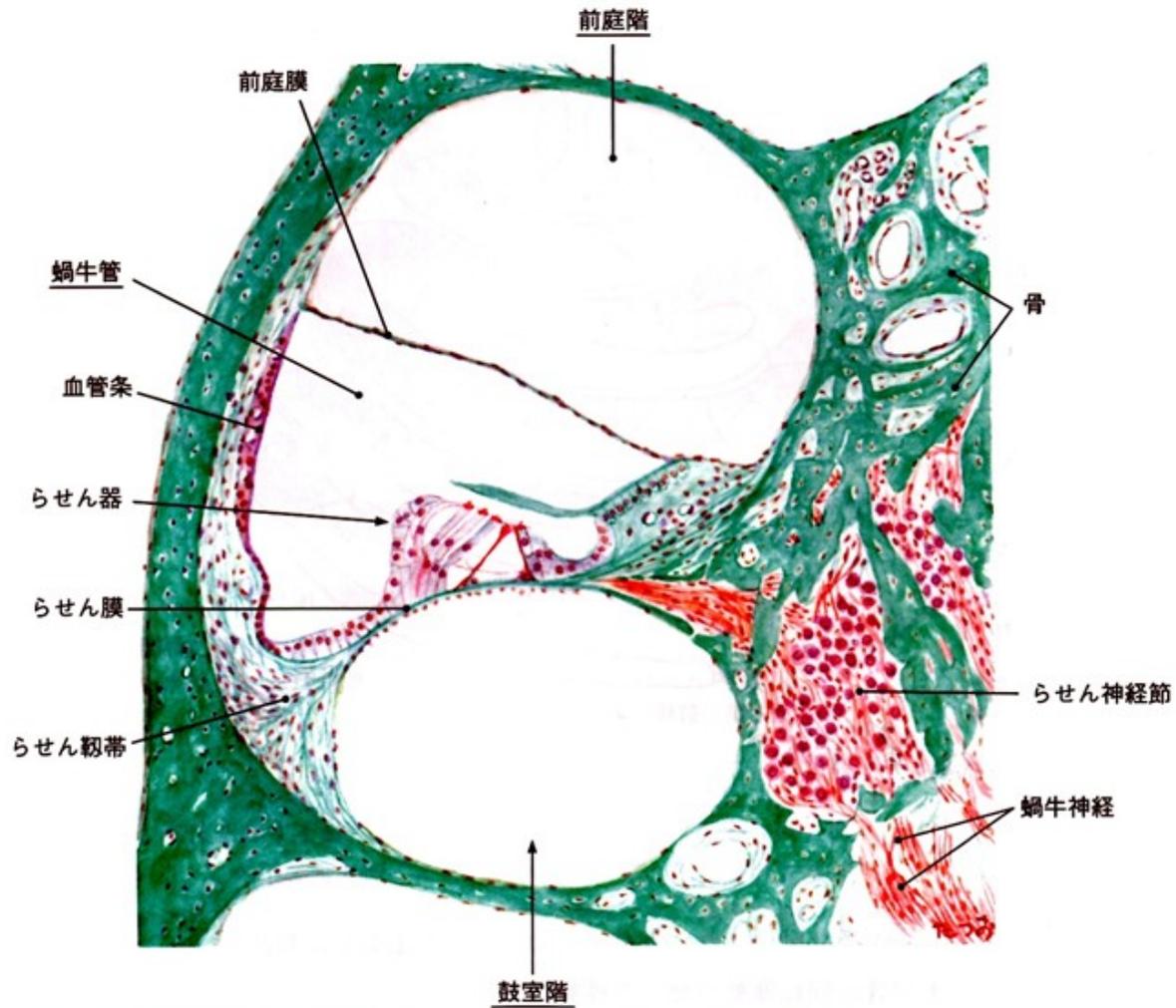


図 17-23 蝸牛の回転の横断面 (モルモット) (マッソン-ゴールドナー染色) (×100)

らせん器（コルチ器）

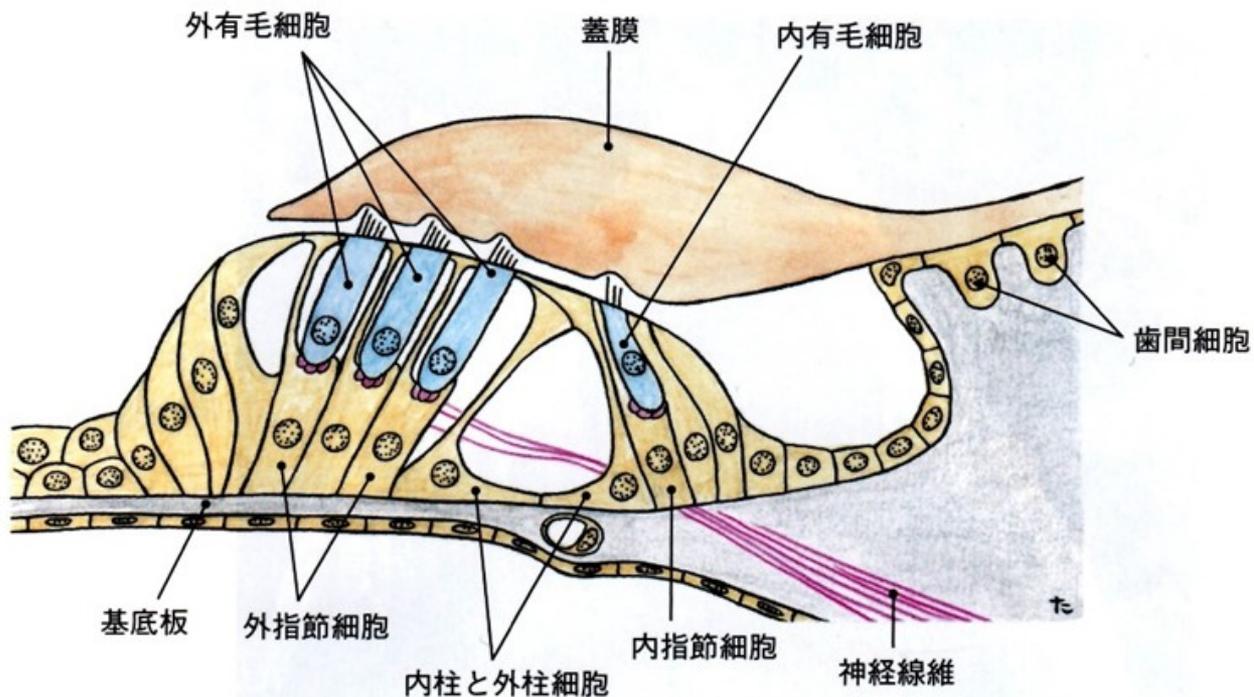
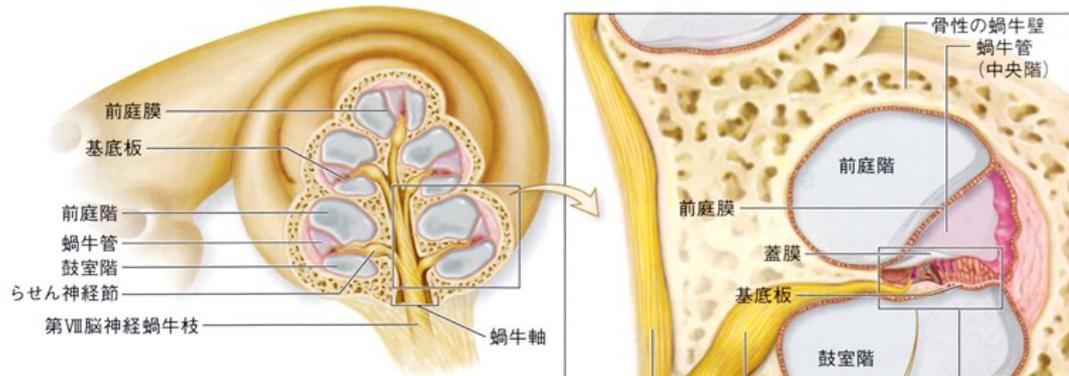


図 17-24 らせん器の構造を示す模型図

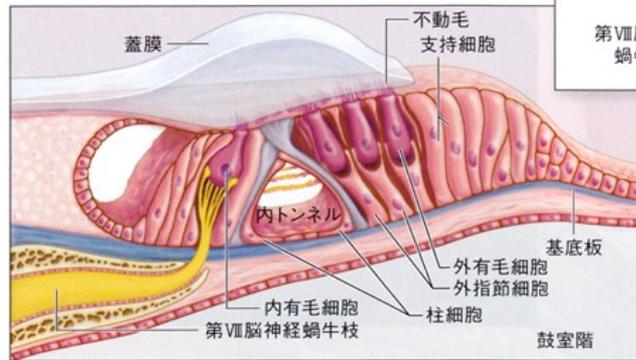
3-5列の外有毛細胞と1列の内有毛細胞で音を検知する

蝸牛 3

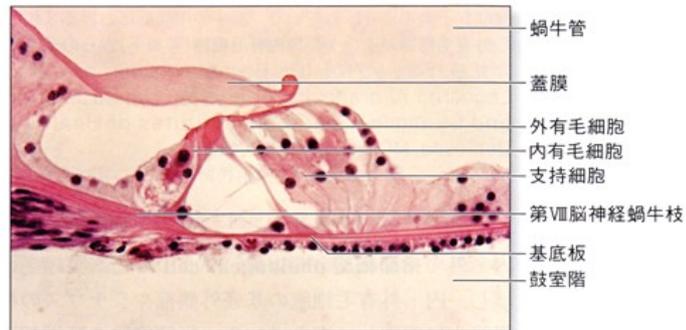


(a) 蝸牛の断面

(b) 蝸牛の拡大図



(c) らせん器



(d) らせん器

コルチ器の内・外有毛細胞の聴毛

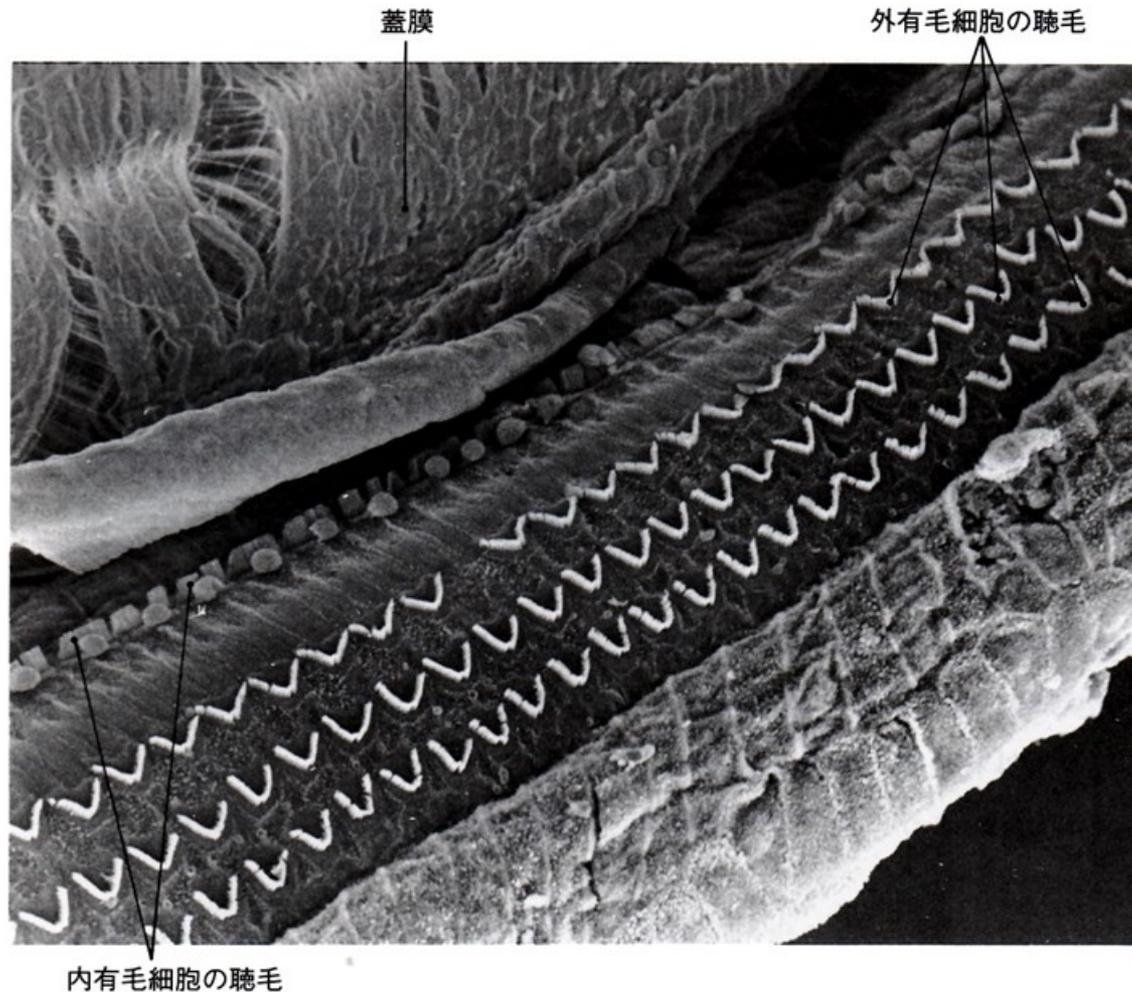


図 17-25 らせん器を斜め上からみた走査電子顕微鏡像 (モルモット) (×800)
蓋膜が少しめくられているので、1列に並んだ内有毛細胞と3列に並んだ外有毛細胞の聴毛がよくみえる。

外有毛細胞の聴毛

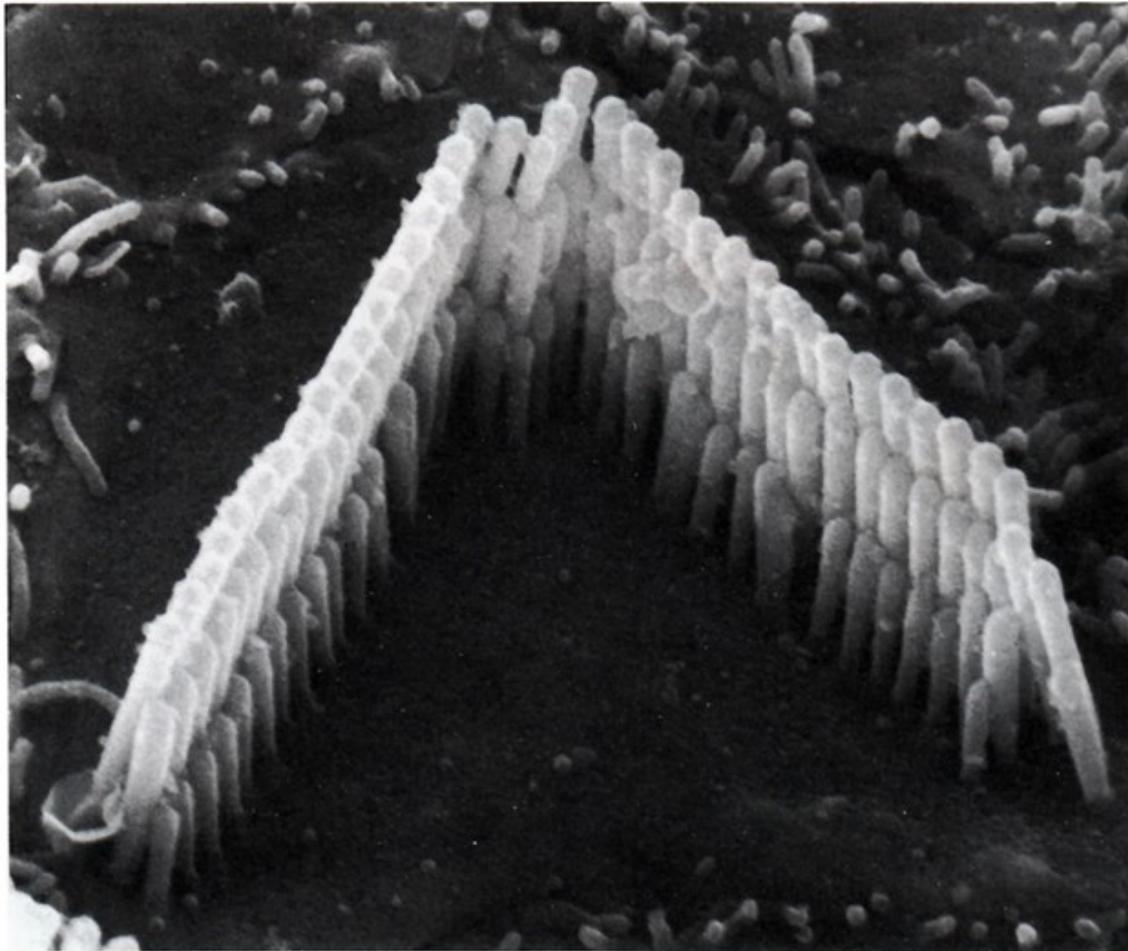
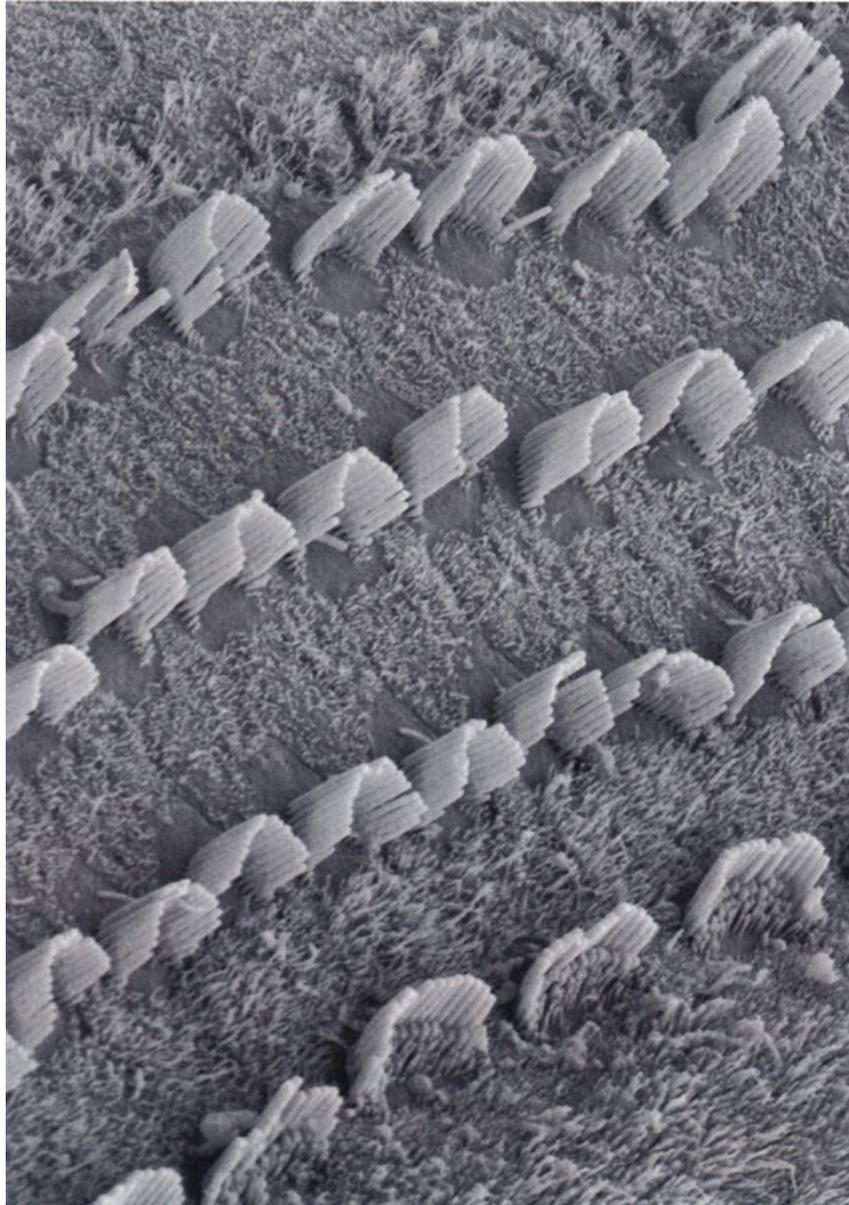
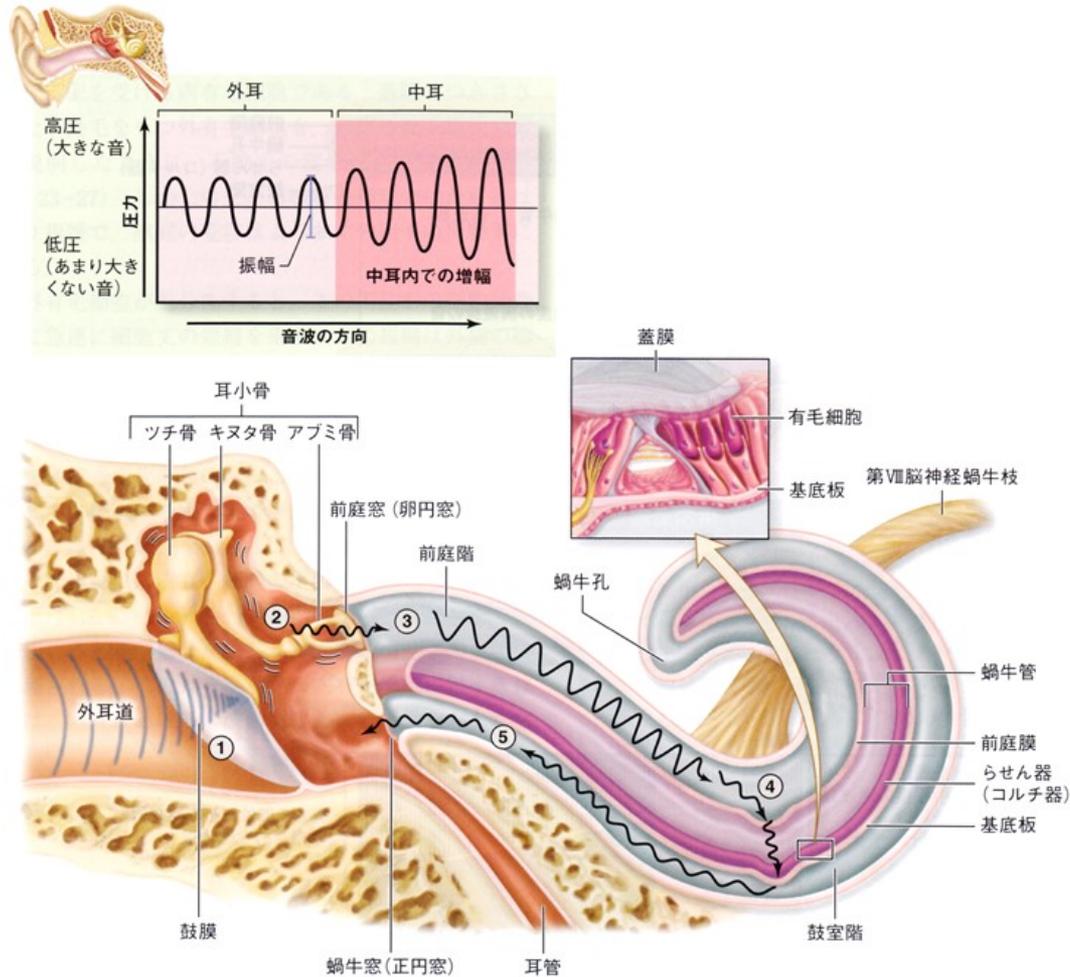


図 17-26 外有毛細胞の聴毛（モルモットの走査電子顕微鏡写真）

内・外有毛細胞の不動毛束（聴毛）

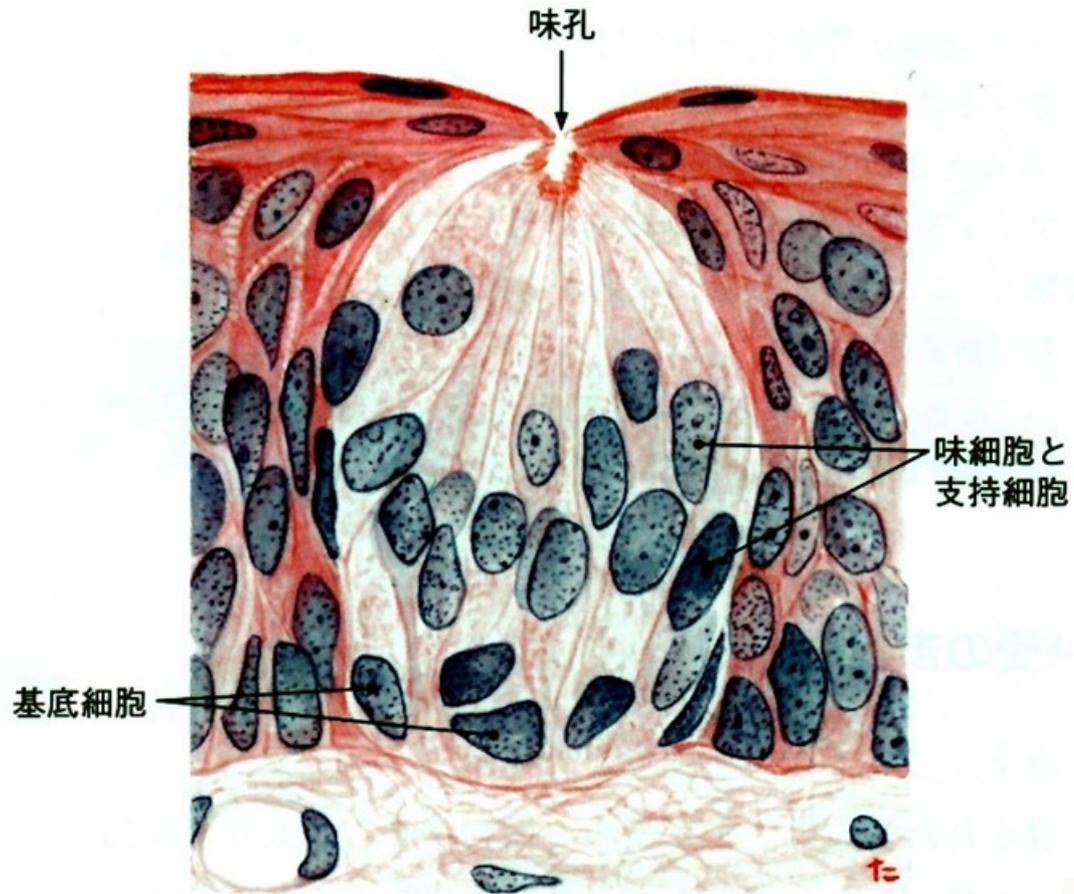


音波の伝導経路



- ① 音波が耳に入り、鼓膜の振動を引き起こす。
- ② 鼓膜の振動が耳小骨を動かし、音波は増幅される。
- ③ 前庭窓 (卵円窓) のアブミ骨は前庭階の外リンパに圧波を発生させる。
- ④ 圧波は前庭膜を振動させ、前庭膜の振動は蝸牛管内の内リンパに圧波を発生、基底板の特定部位に変位 (ひずみ) を引き起こす。基底板の変位はらせん器有毛細胞のゆがみをもたらす、その結果第Ⅷ脳神経の蝸牛枝に神経信号が発生する。
- ⑤ その後、圧波は鼓室階へと伝わり蝸牛窓 (正円窓) 経由で内耳の外に抜ける。

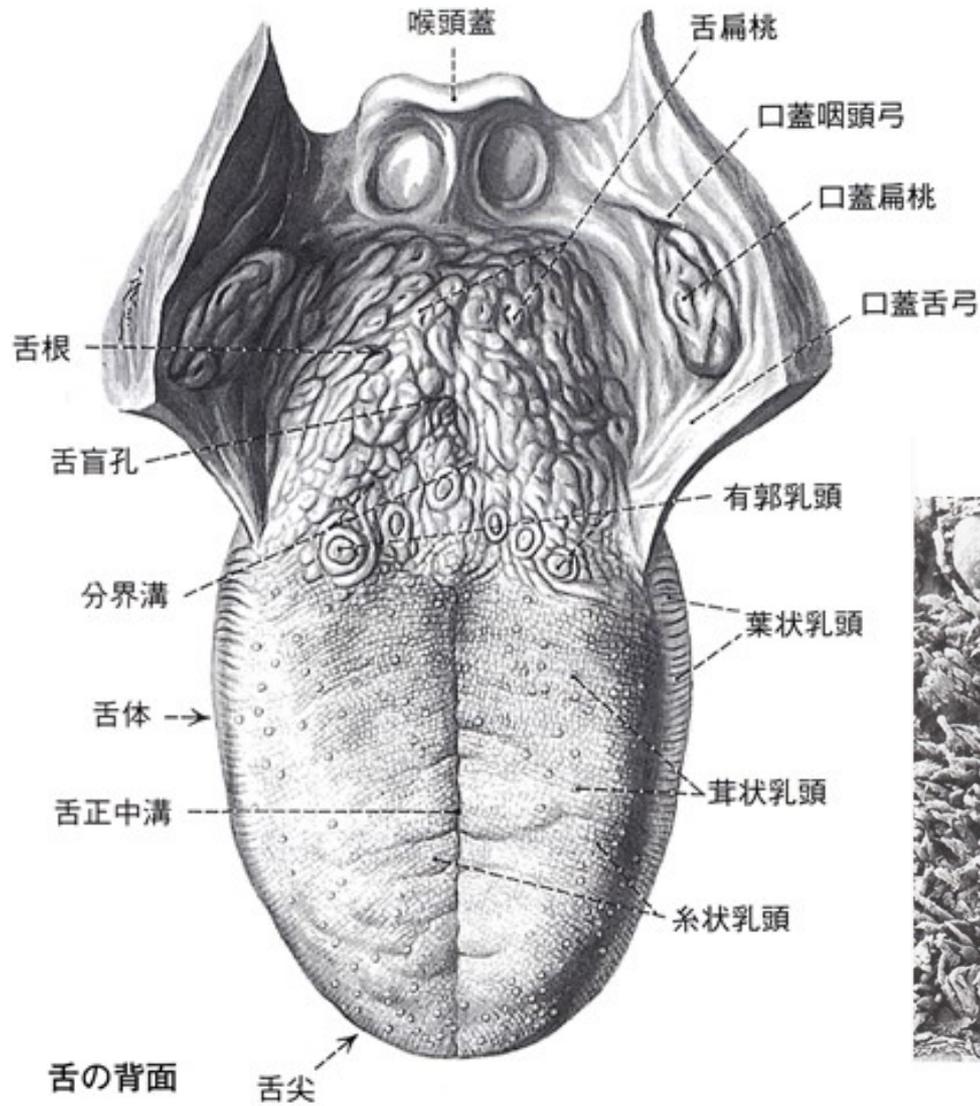
味覚器



色がおかしい

図 17-27 有郭乳頭の味蕾 (サル) (ヘマトキシリン-エオジン染色)

舌背と乳頭

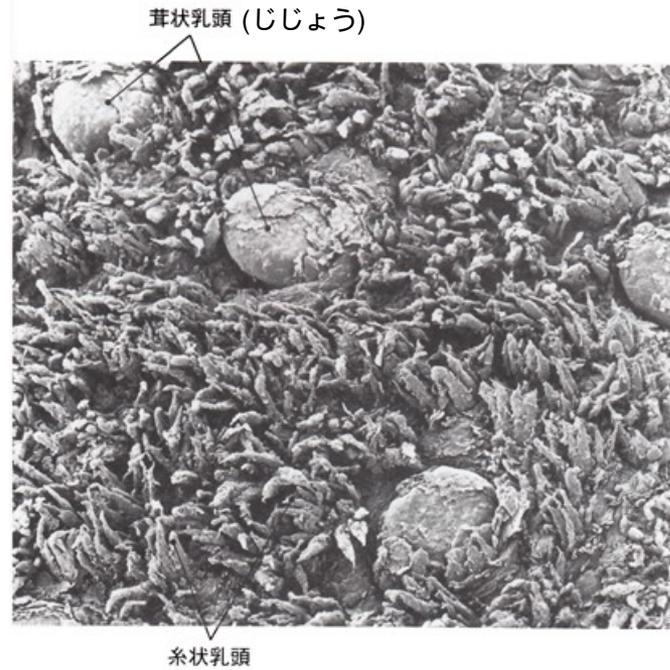


横紋筋から成る

舌の上面は舌背

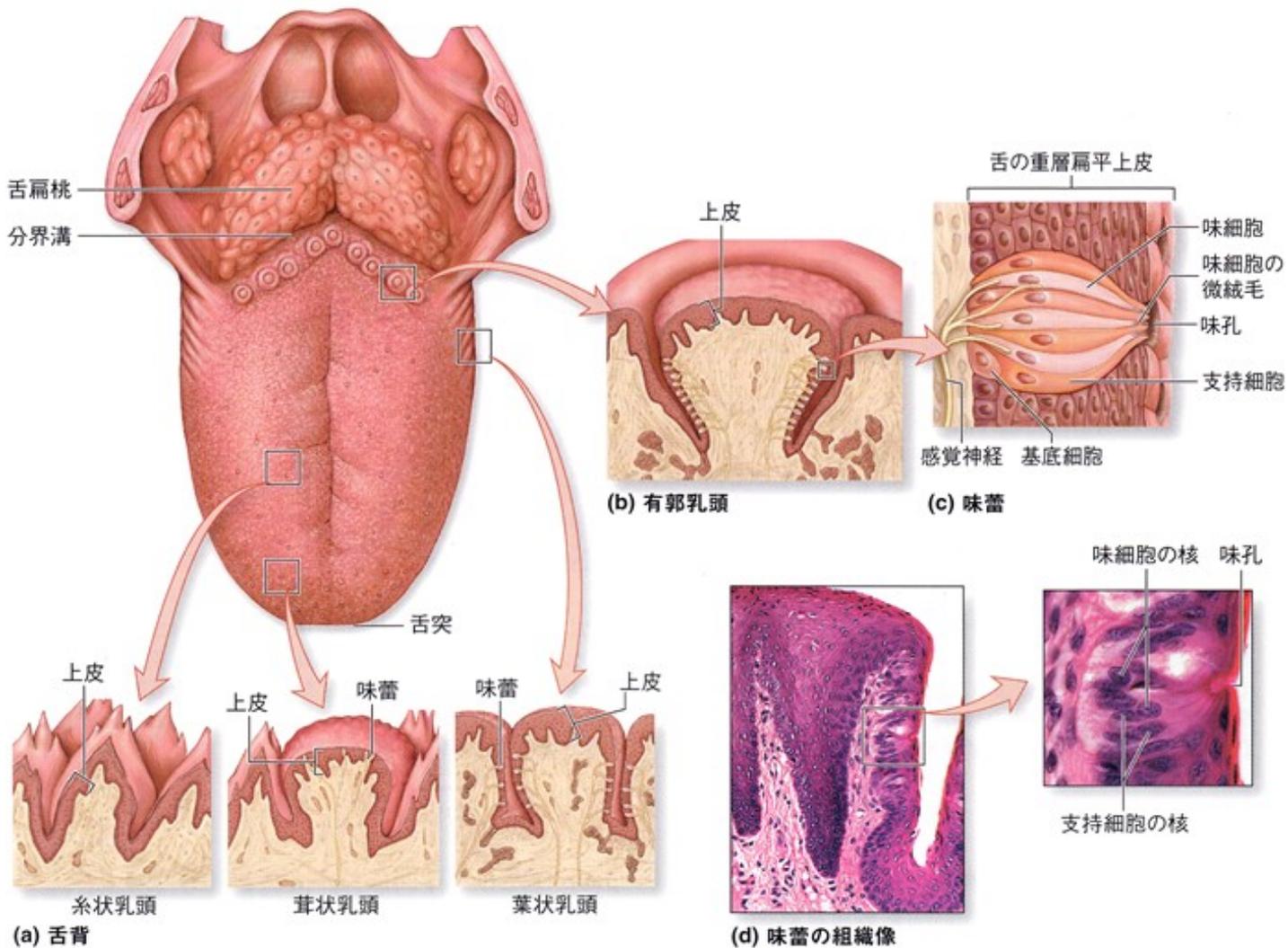
舌体（前3分の2）
舌根（後3分の1）

舌体には色々なタイプの乳頭が隆起している

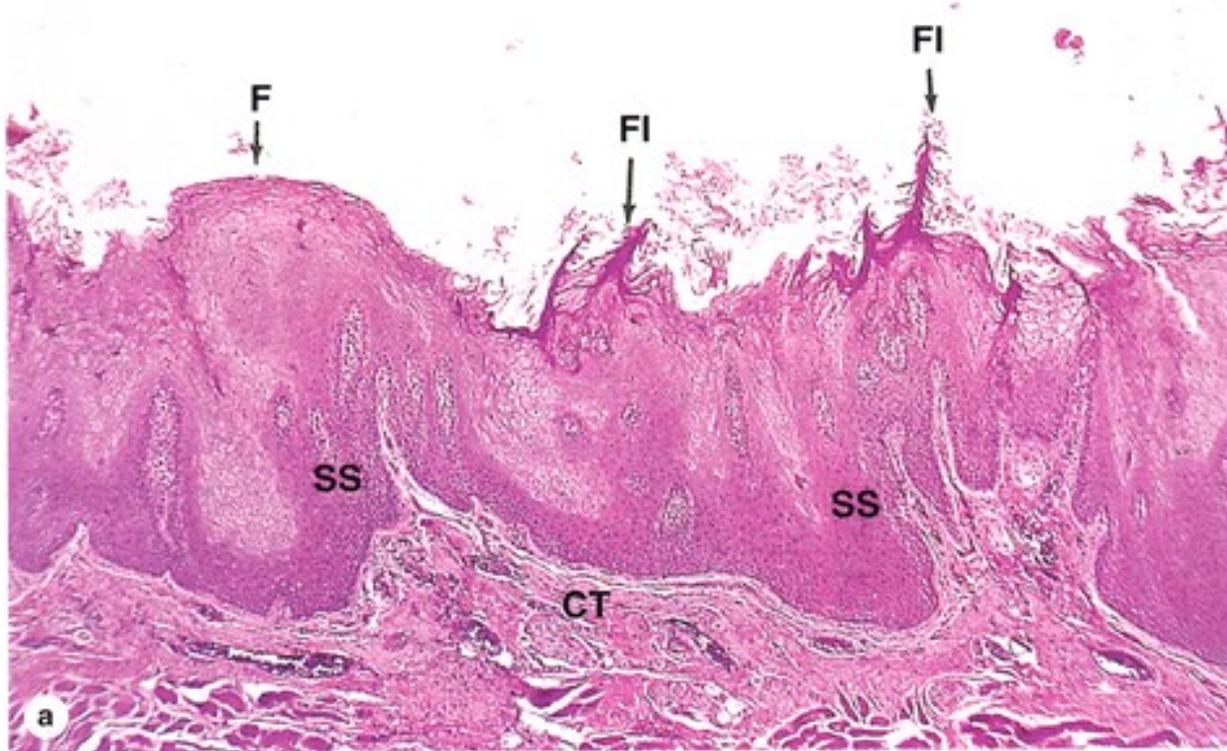


乳頭と味蕾 1

糸状乳頭以外の乳頭
(特に有郭乳頭)には
味を感じる味蕾がある



乳頭と味蕾 2



F: 茸状(じじょう)乳頭

SS: 重層扁平上皮

CT: 結合組織

FI: 糸状乳頭



有郭乳頭

TB: 味蕾

GL: 小唾液腺

漿液性唾液腺
(エブネル腺)

嗅覚器

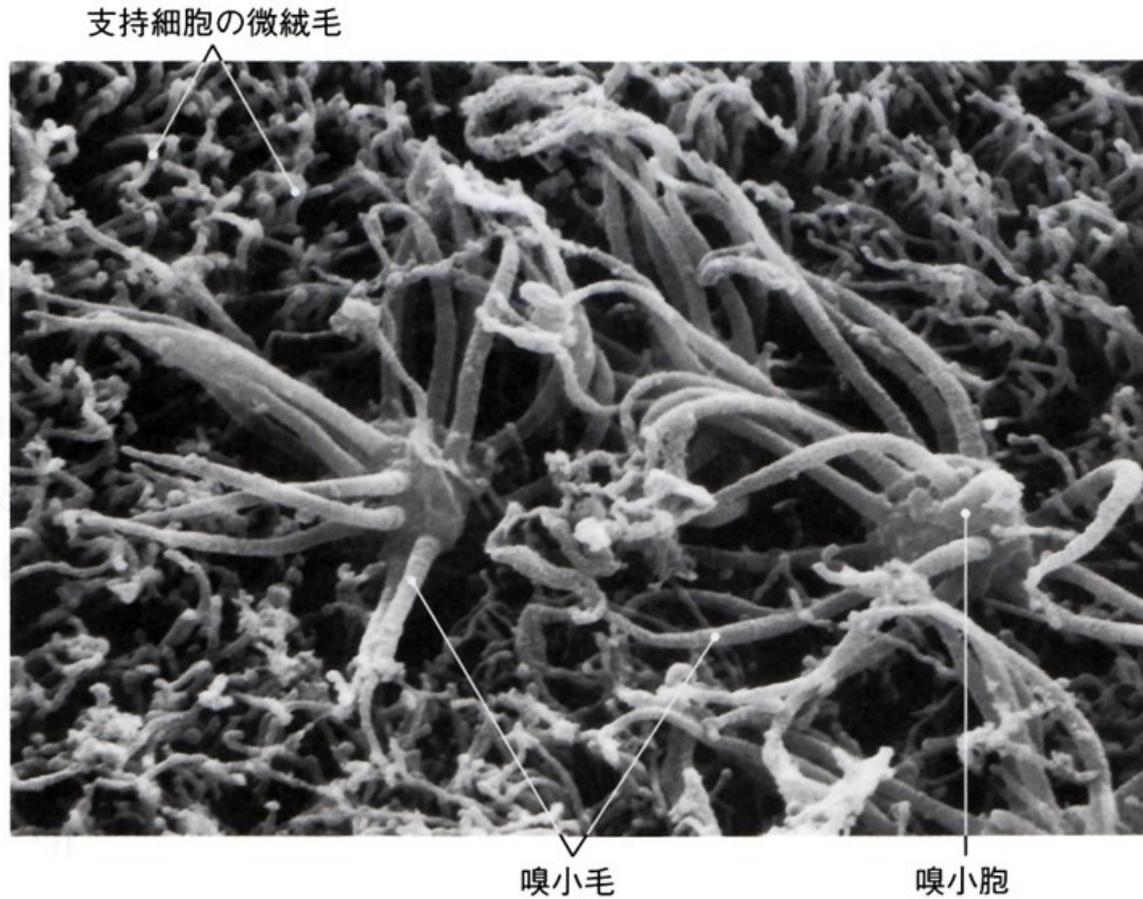


図 17-28 ヒトの嗅上皮を上からみた走査電子顕微鏡写真 (×13,000)

嗅小胞から何本もの嗅小毛が出ていることに注意.

鼻粘膜

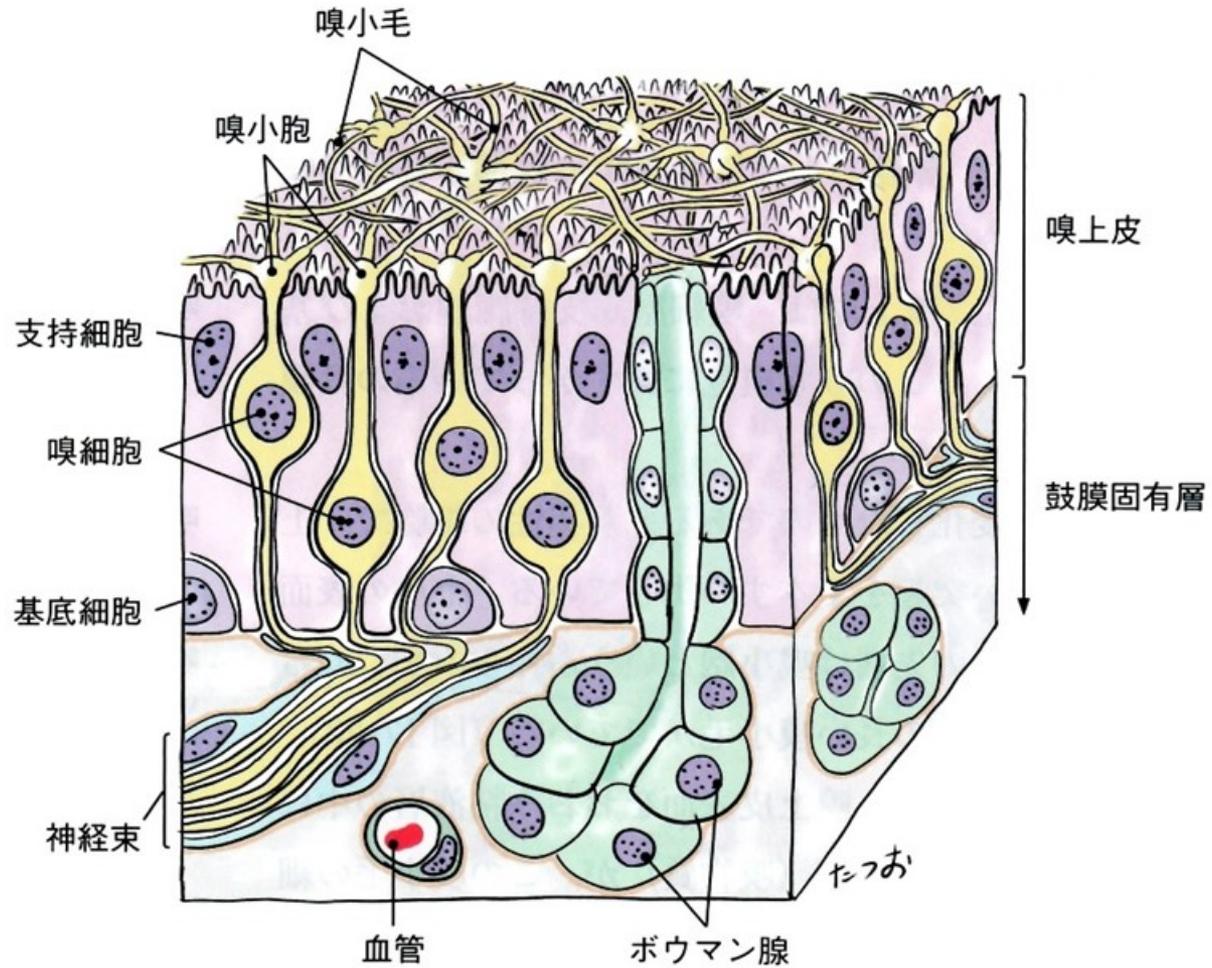
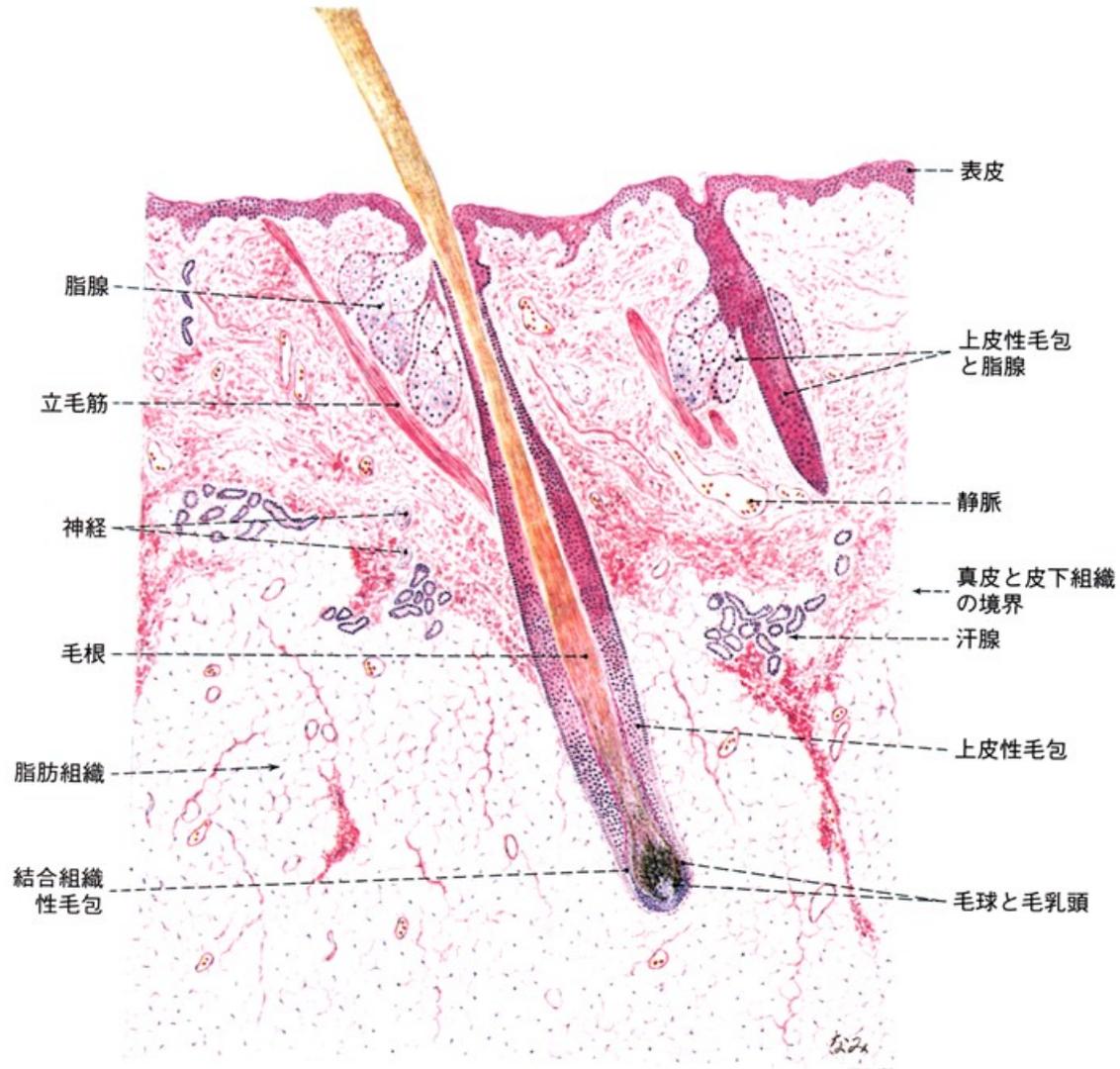


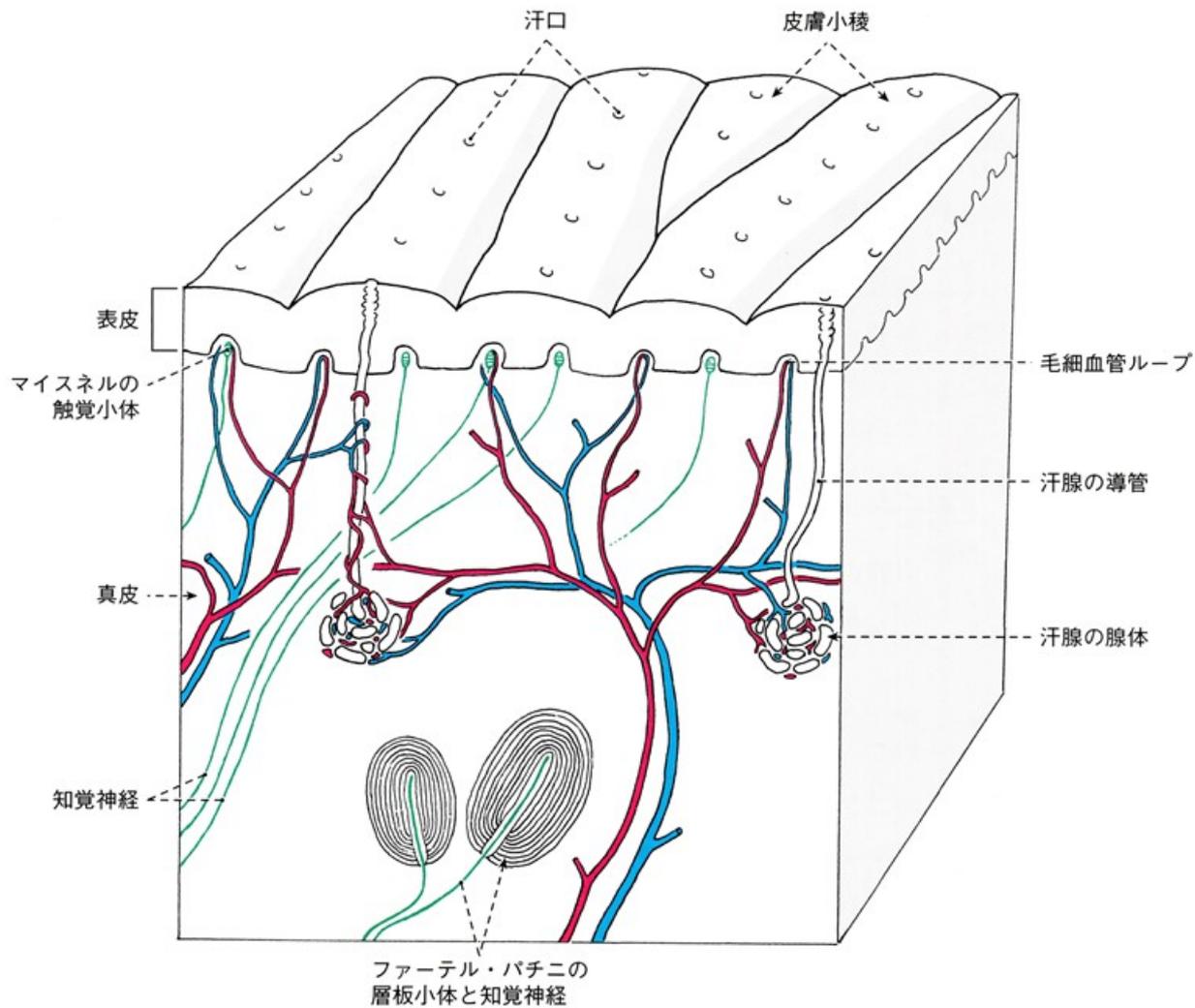
図 17-29 嗅粘膜の模型図

皮膚 2



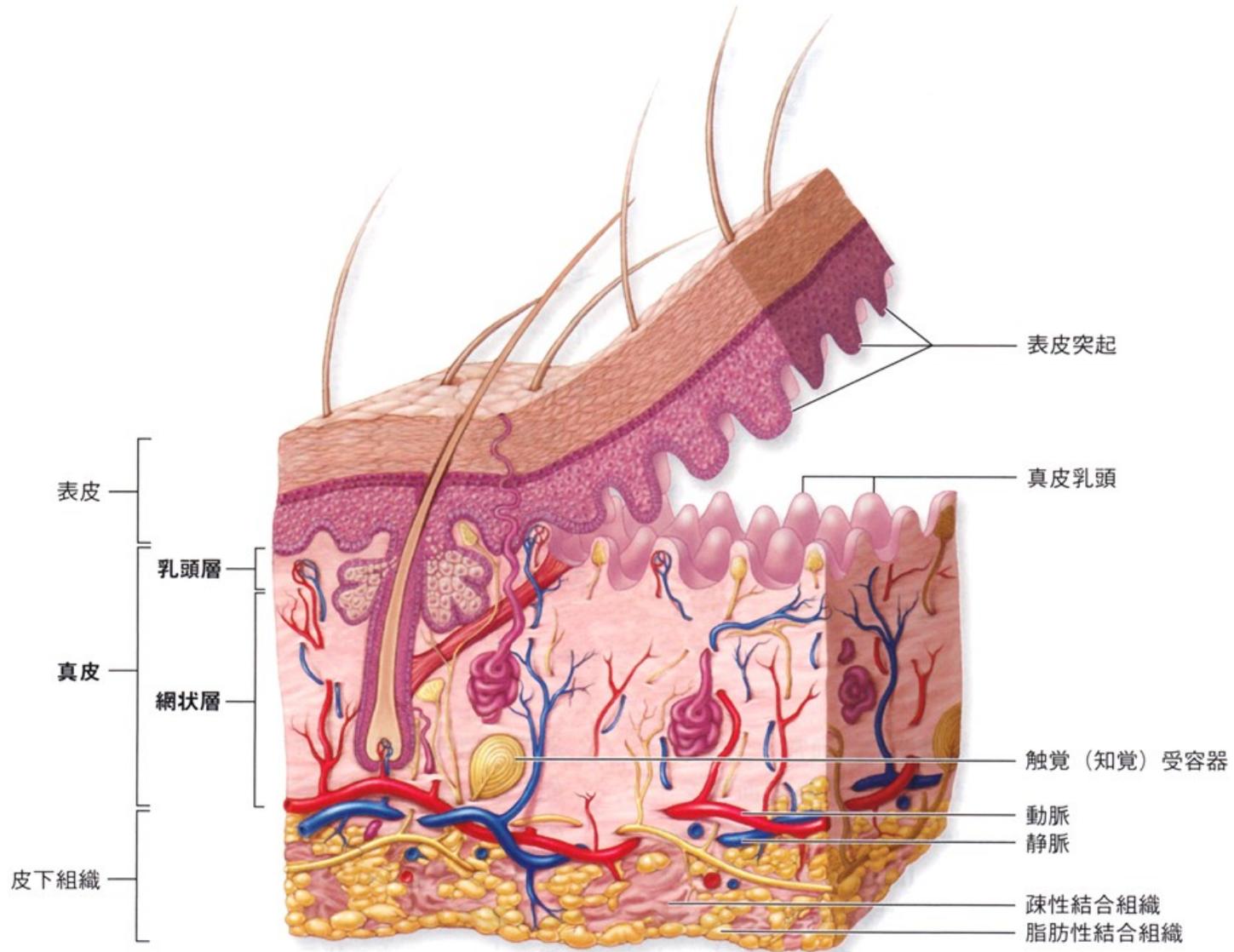
▶ 図 14-18 頭皮の顕微鏡図

皮膚

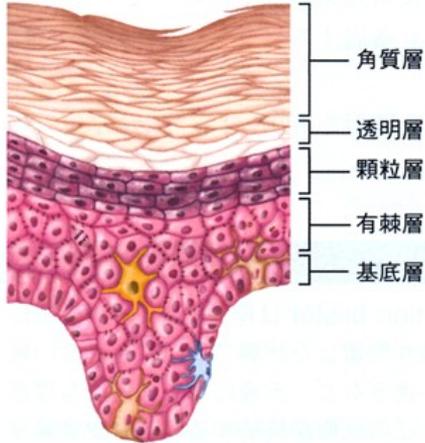
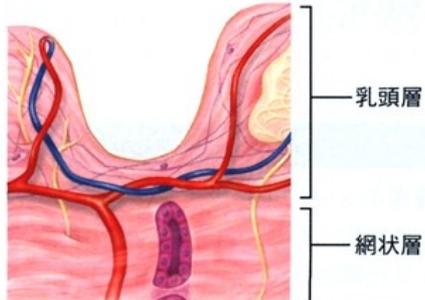
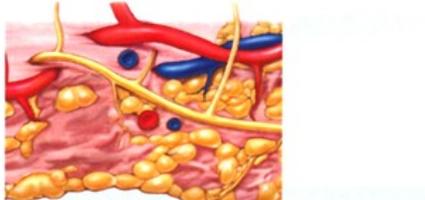


▶ 図 14-17 手掌の皮膚の構築を示す模式図

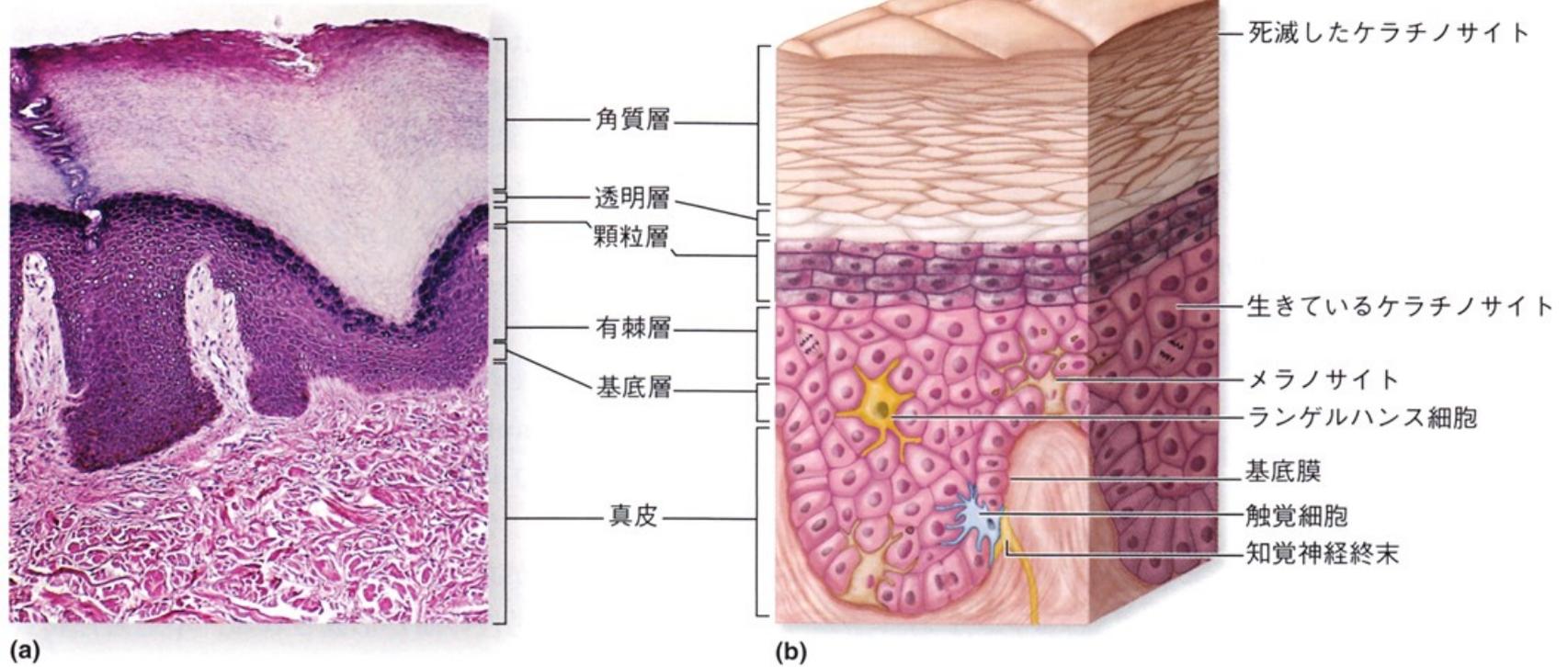
皮膚



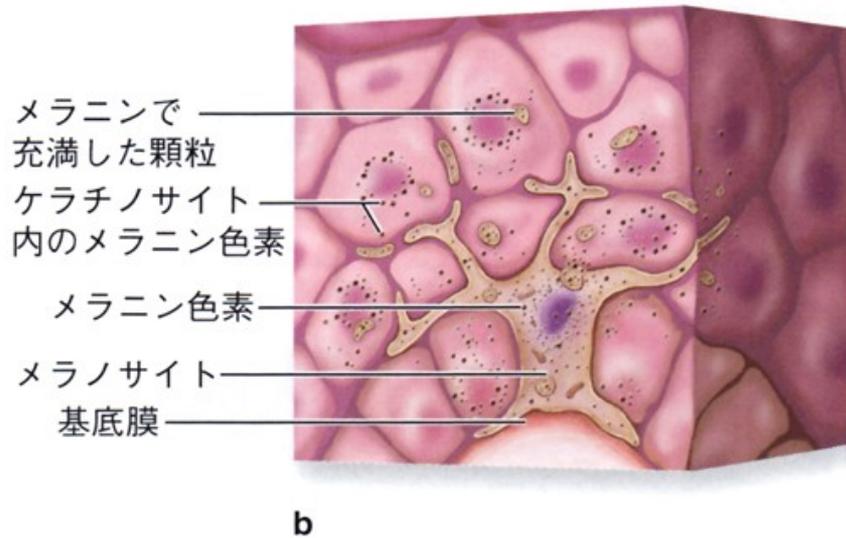
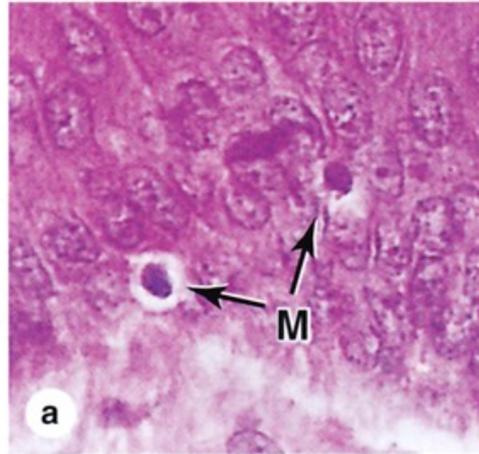
皮膚

層	特殊な層	特徴
表皮 	角質層 透明層 顆粒層 有棘層 基底層	角質層 最外層に位置する。死滅し、扁平、無核、豊富なケラチンを含むケラチノサイトによる20~30層。摩擦や水分の消失を防ぐ 透明層 無核で死滅した細胞による2~3層。厚い皮膚にのみ見られる 顆粒層 ケラトヒアリン顆粒が際立つケラチノサイトによる3~5層 有棘層 デスモソームで互いがすべて結合し合うケラチノサイトによる数層 基底層 最も深部に位置する単層。立方形ないし円柱状細胞が基底膜と接合する。細胞分裂する。メラノサイトとメルケル細胞も分布する
真皮 	乳頭層 網状層	乳頭層 真皮の浅い層。疎性結合組織からなる。真皮乳頭を形成。乳頭下動脈叢を含む 網状層 真皮の深い層。不規則な密性結合組織からなり、毛包、皮脂腺、汗腺を取り囲む。皮下組織へと伸びる神経や深部血管叢を含む
皮下組織 	なし	外皮には含まれない。真皮よりもさらに深部。疎性結合組織や脂肪組織からなる

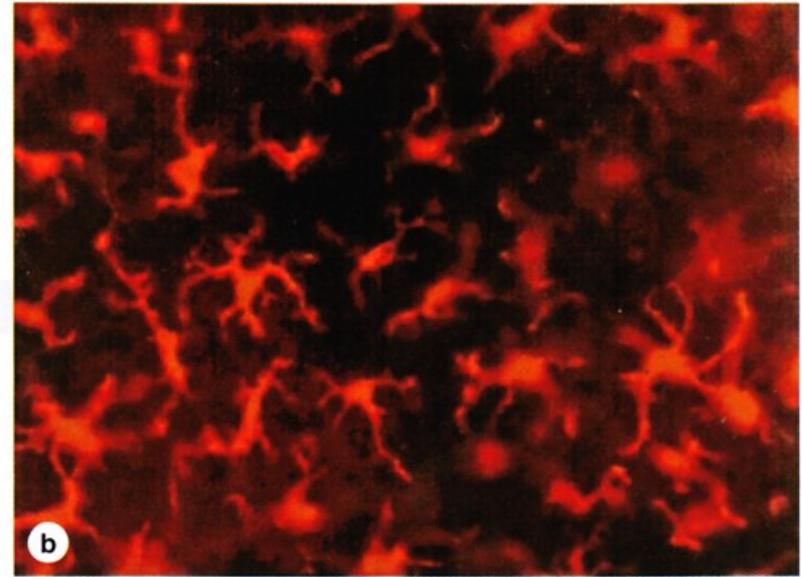
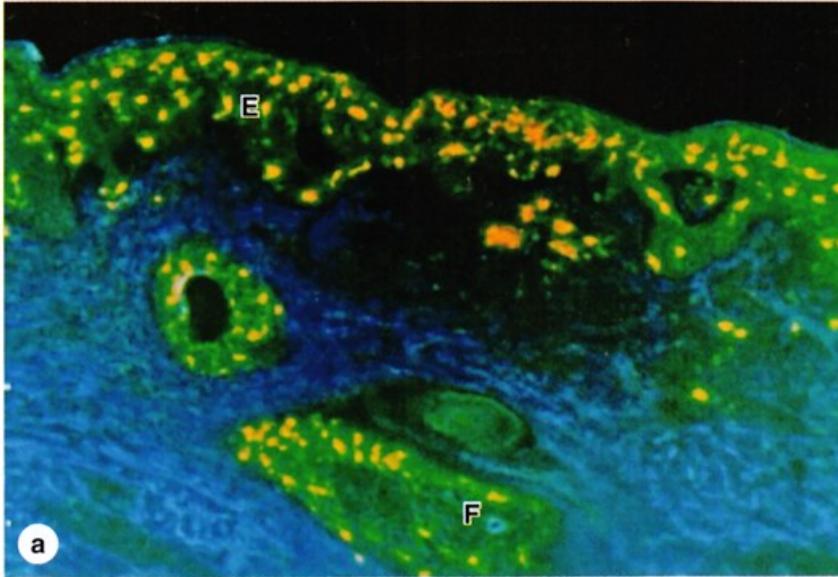
表皮



メラノサイト

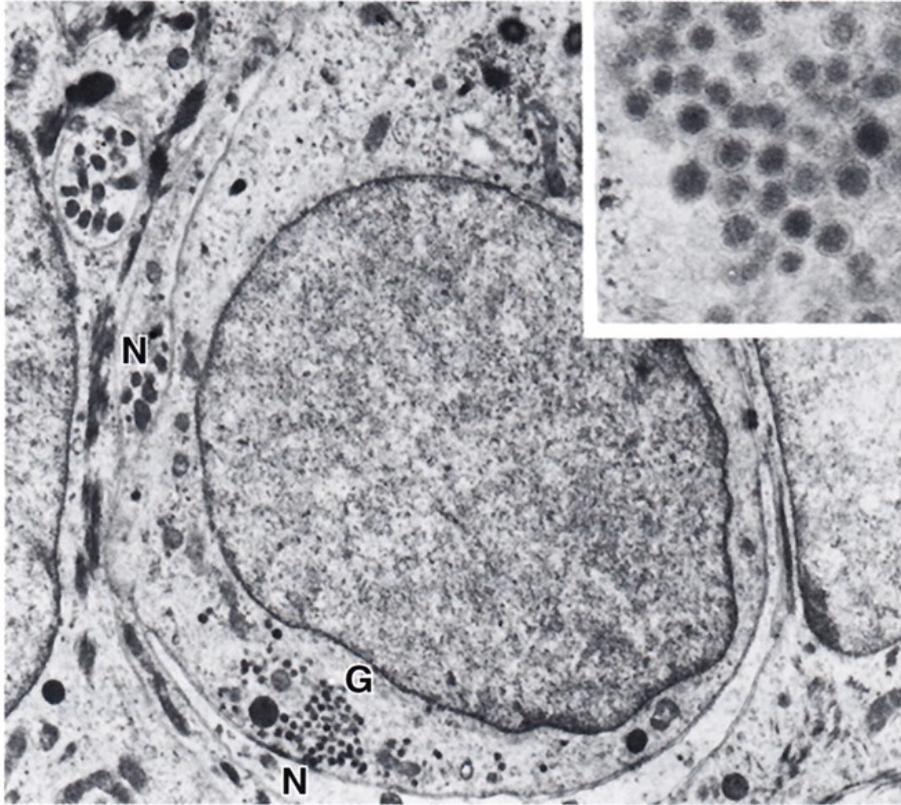


ランゲルハンス細胞



有棘層で明瞭にみられる。
免疫系樹状細胞と同様に抗原と結合し、
Tリンパ球に抗原提示する。

メルケル細胞（上皮性触覚細胞）



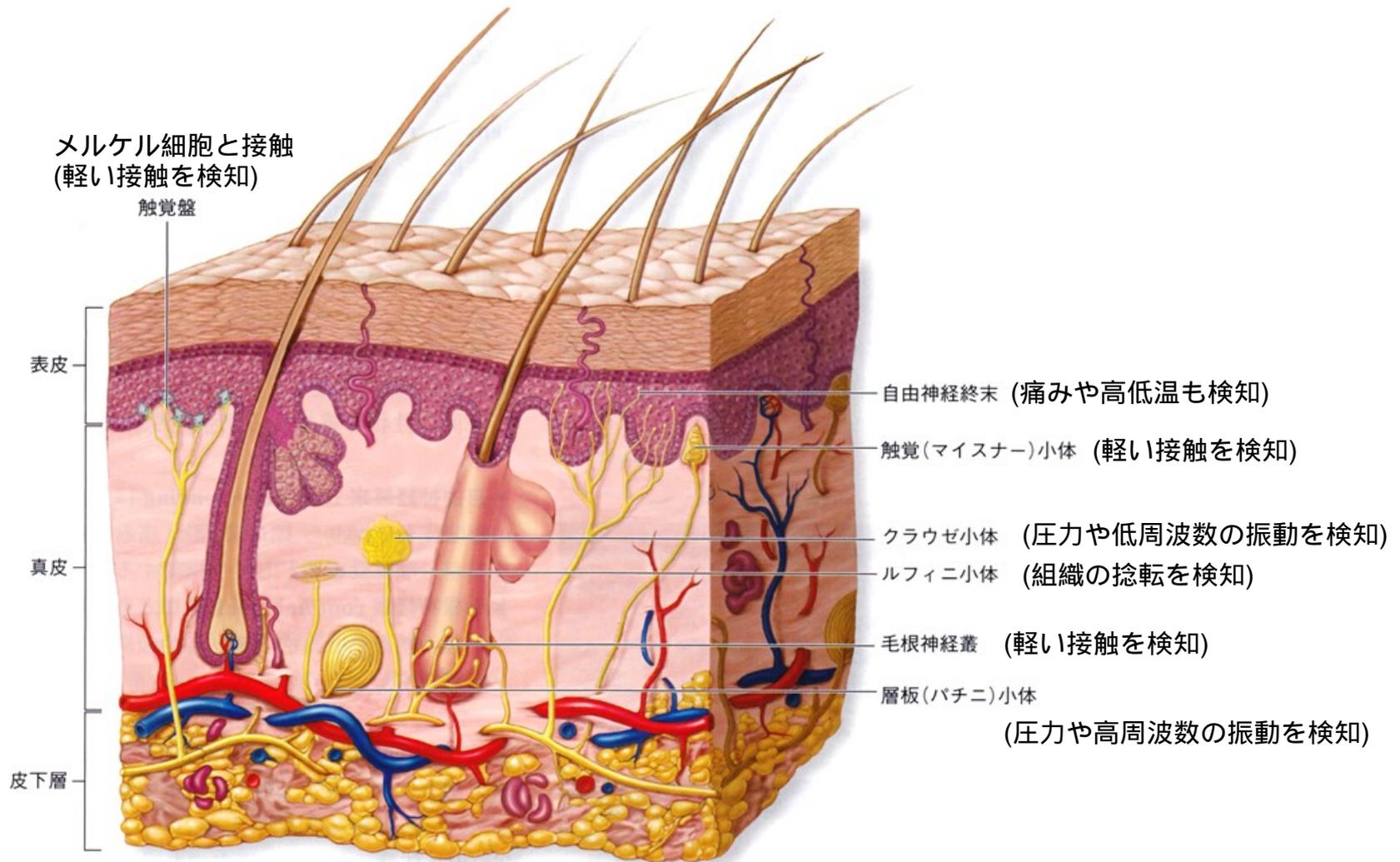
G: 顆粒の集塊

N: 知覚神経が膨大して盤状になった末端部

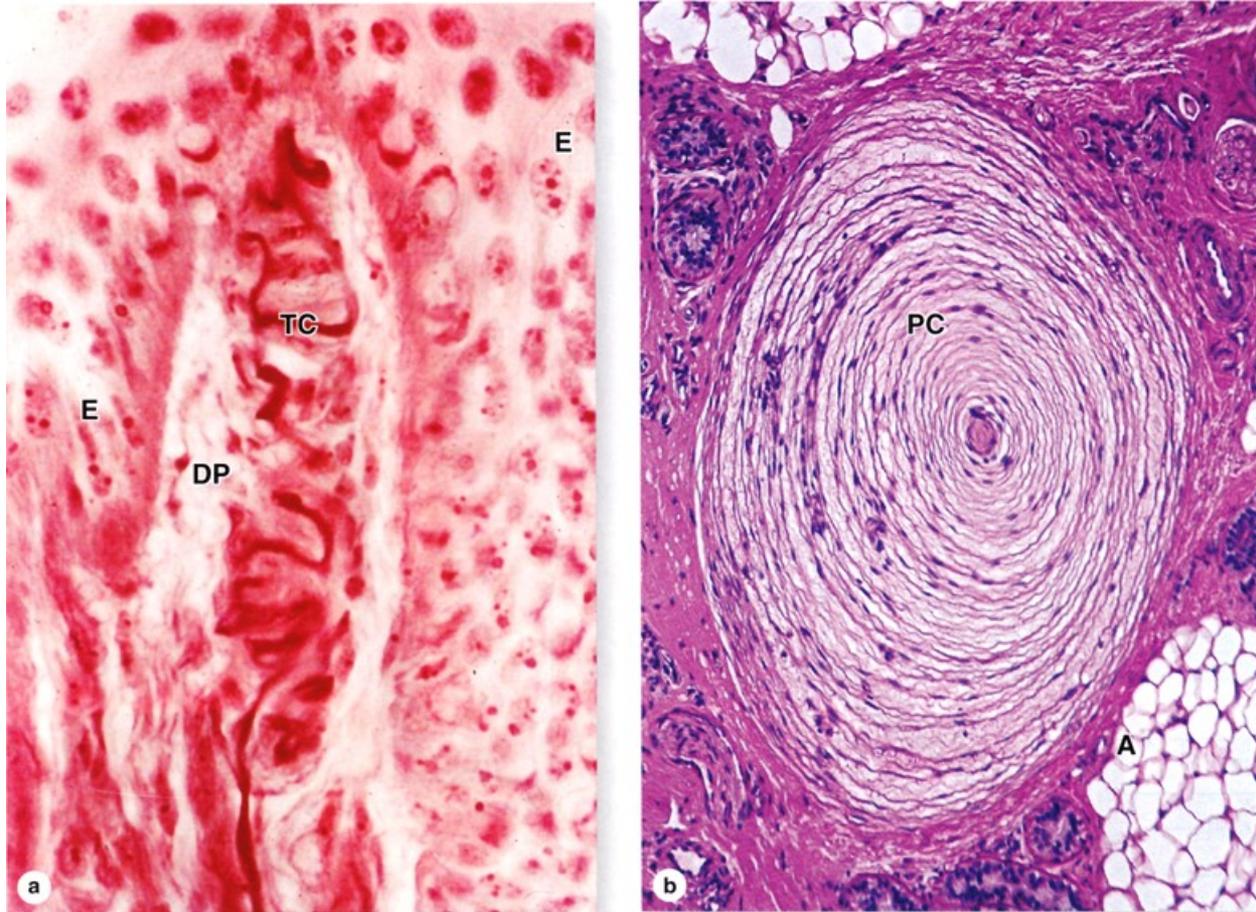
軽い接触程度の刺激を特異的に感知する機械受容器。

指先のような近くに敏感な皮膚や毛包基底部に多数分布する。

触覚受容器（知覚受容器）

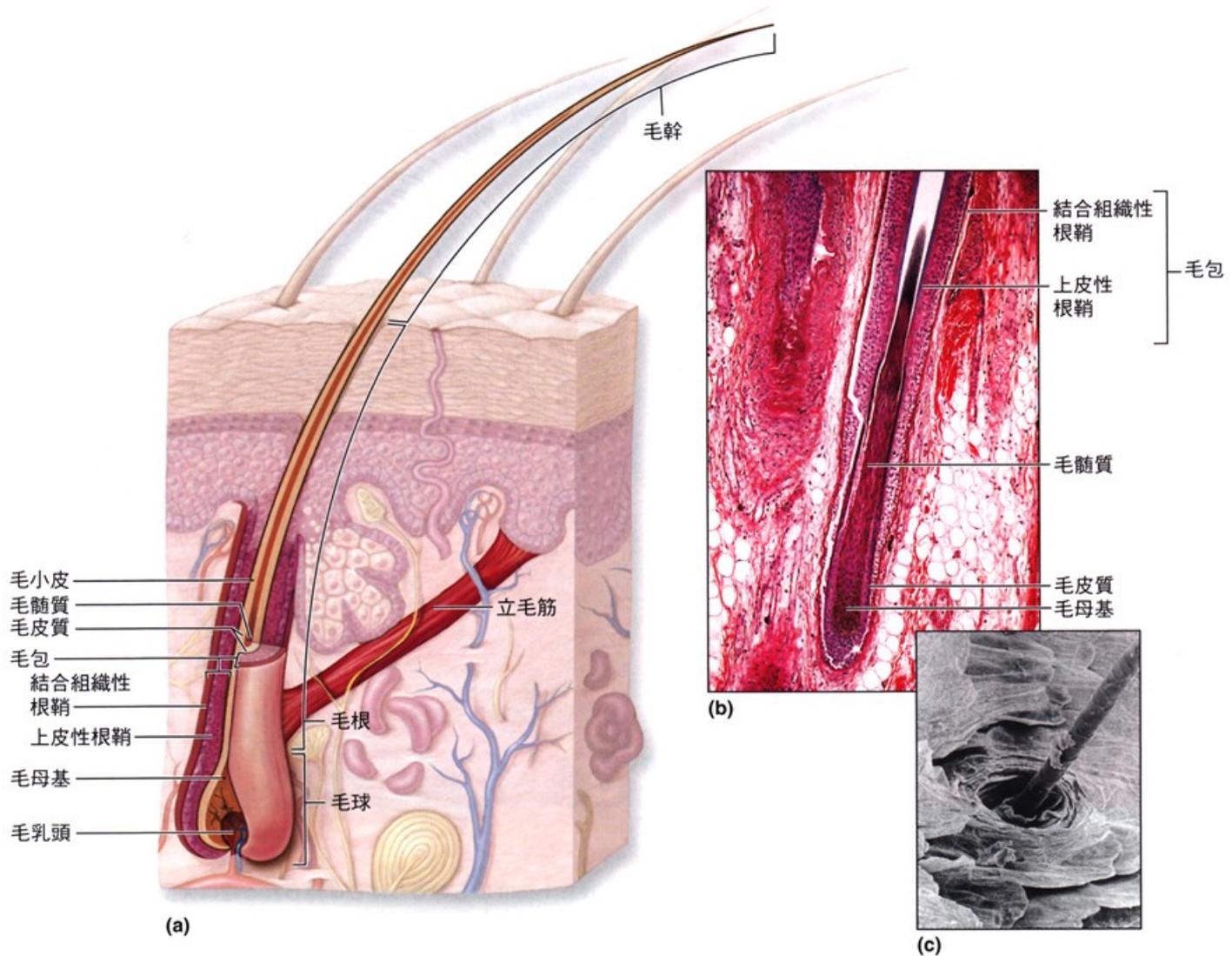


マイスナー小体と層板（パチニ）小体

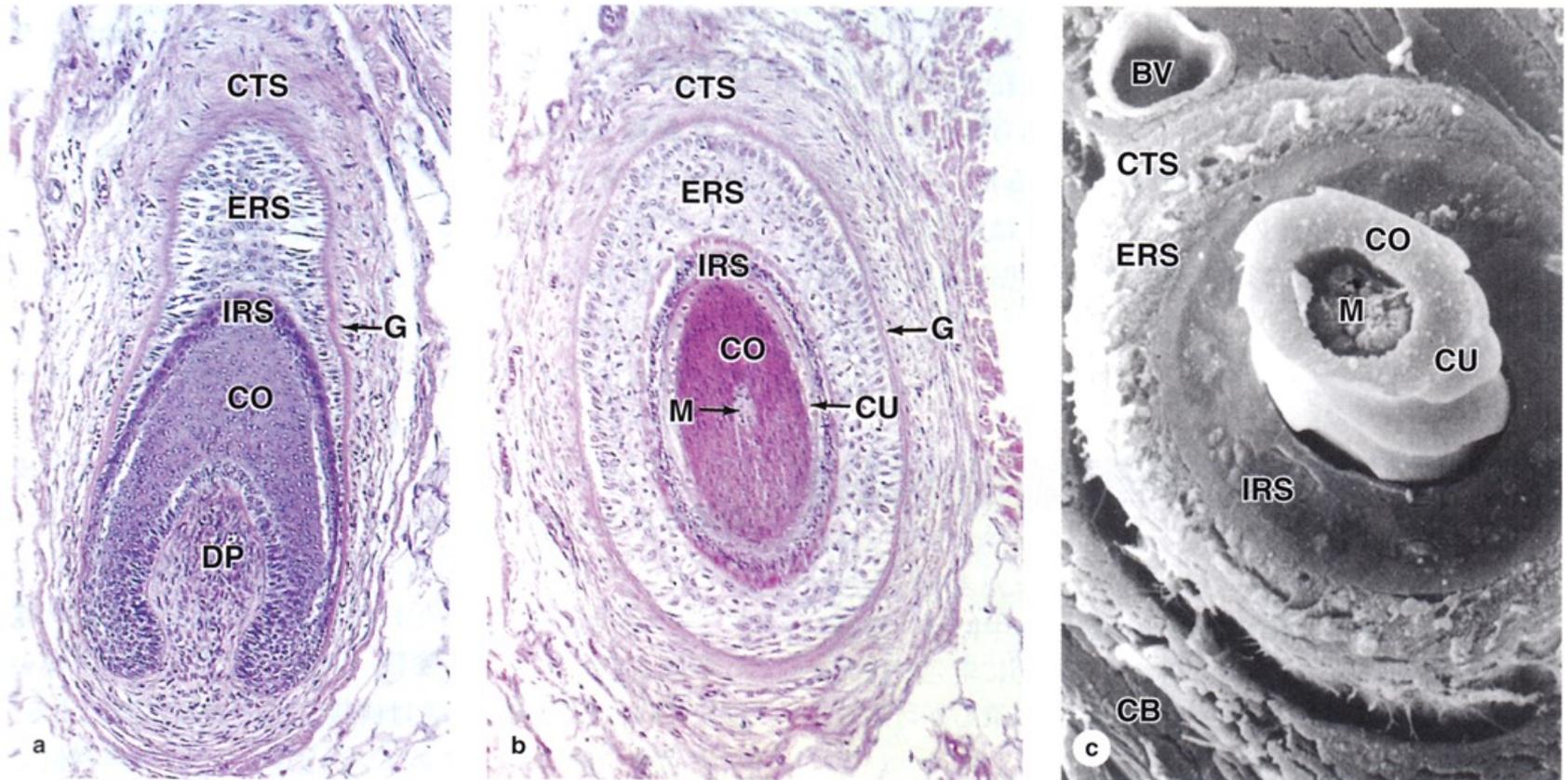


TC: マイスナー知覚小体 DP: 真皮乳頭 E: 表皮 PC: 層板(パチニ)小体 A: 脂肪組織

毛



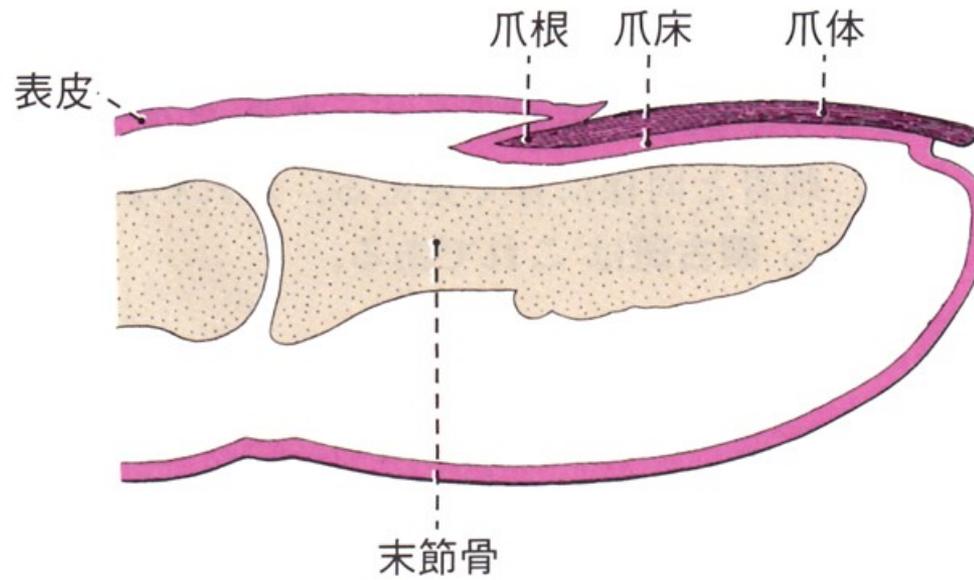
毛包



DP: 毛乳頭 CTS: 結合組織性根鞘 IRS: 内根鞘 ERS: 外根鞘 G: 硝子膜
CO: 毛皮質 M: 毛髓質 CU: 毛小皮 BV: 血管 CB: コラーゲン束

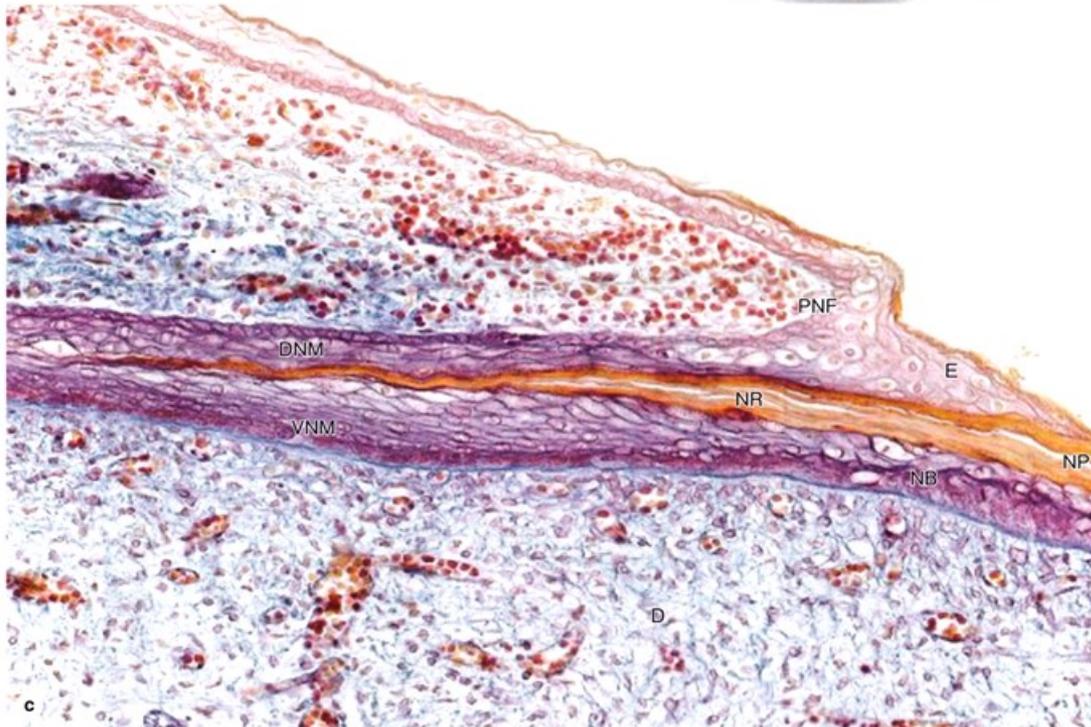
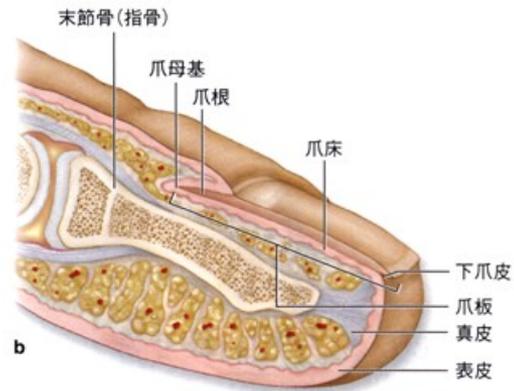
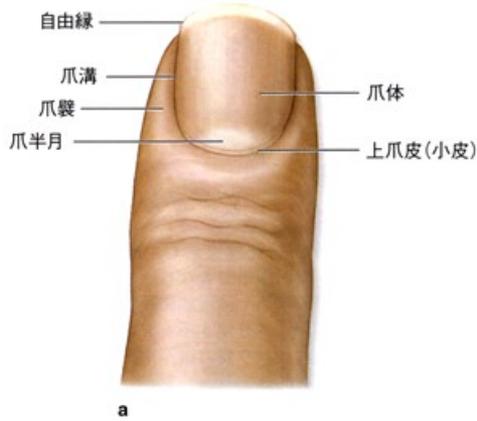
血管を含む結合組織が毛球に入り込んで毛乳頭を形成
毛乳頭から表皮細胞は栄養を取り増殖して毛が伸びる

爪



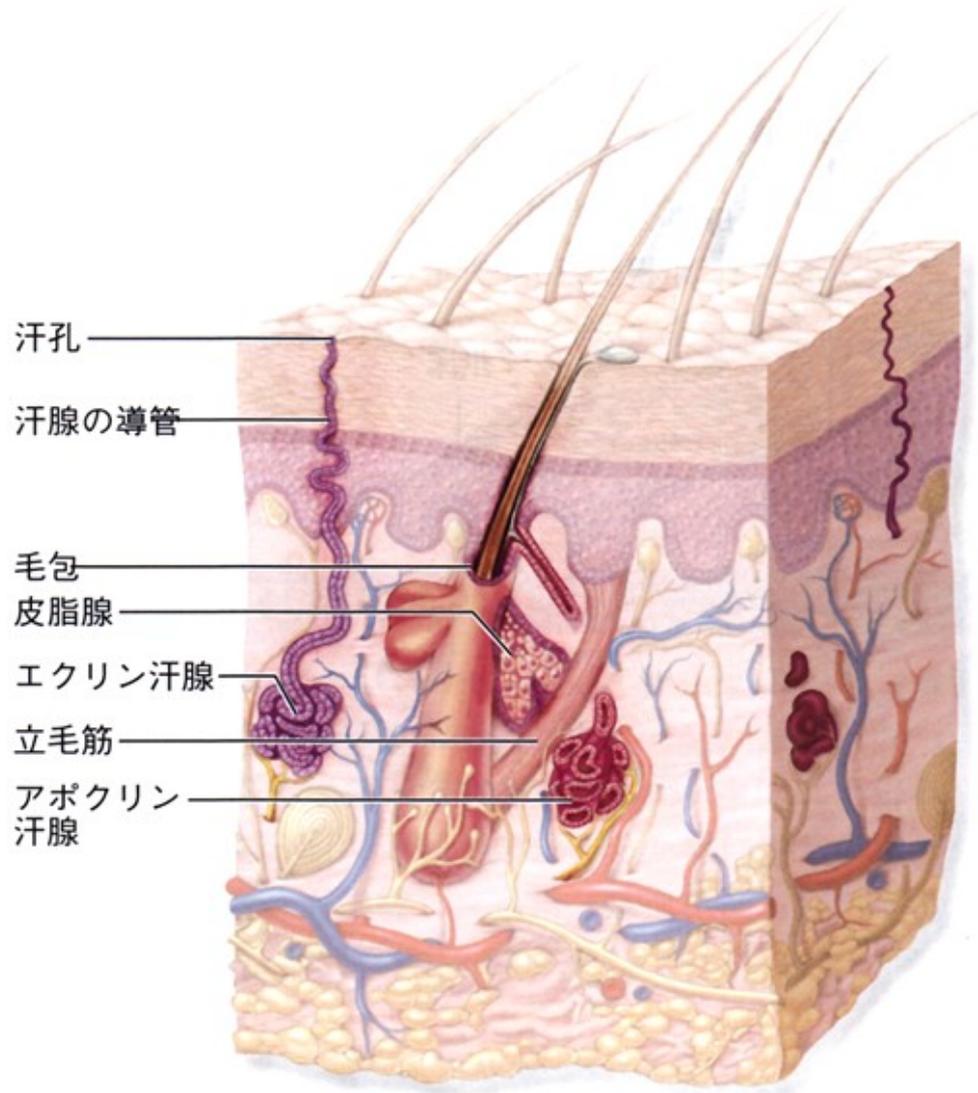
▶ 図 14-19 つめと周囲組織の関係

爪

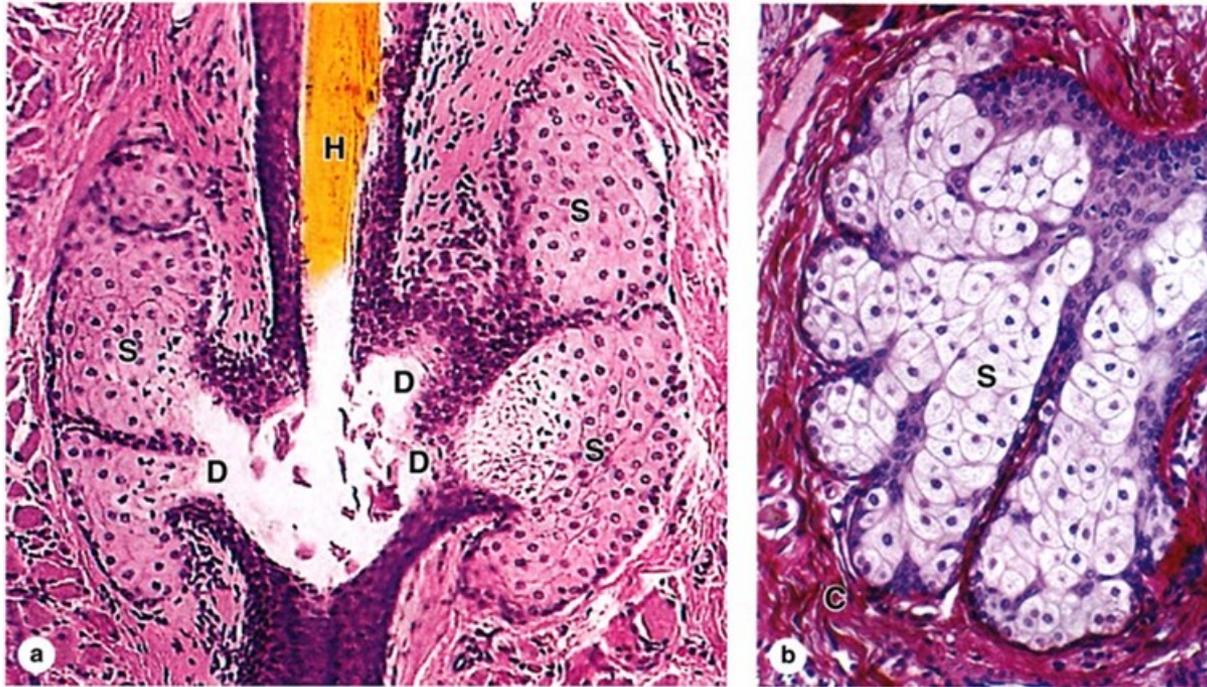


PNF: 皮膚襞 E: 上爪皮 NR: 爪根 NP: 爪板
DNM: 背側爪母基 VNM: 腹側爪母基
NB: 爪床 D: 真皮

皮膚の外分泌腺（汗腺と皮脂腺）



皮脂腺



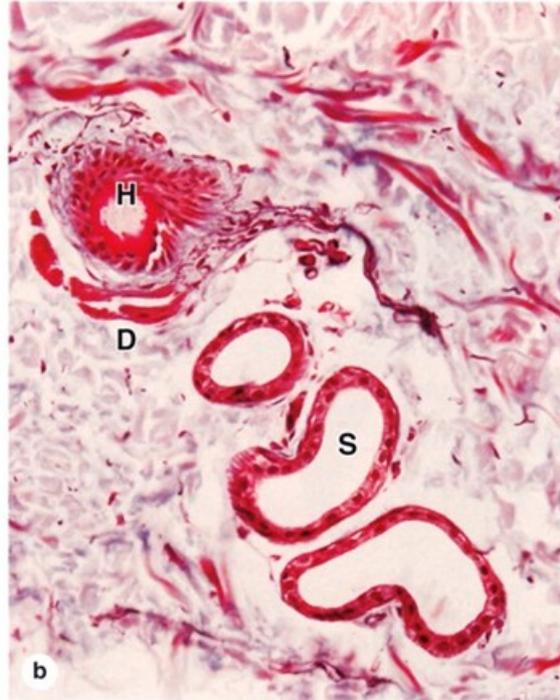
S: 皮脂細胞 D: 導管 H: 毛幹 C: 腺被膜

汗腺

エクリン汗腺

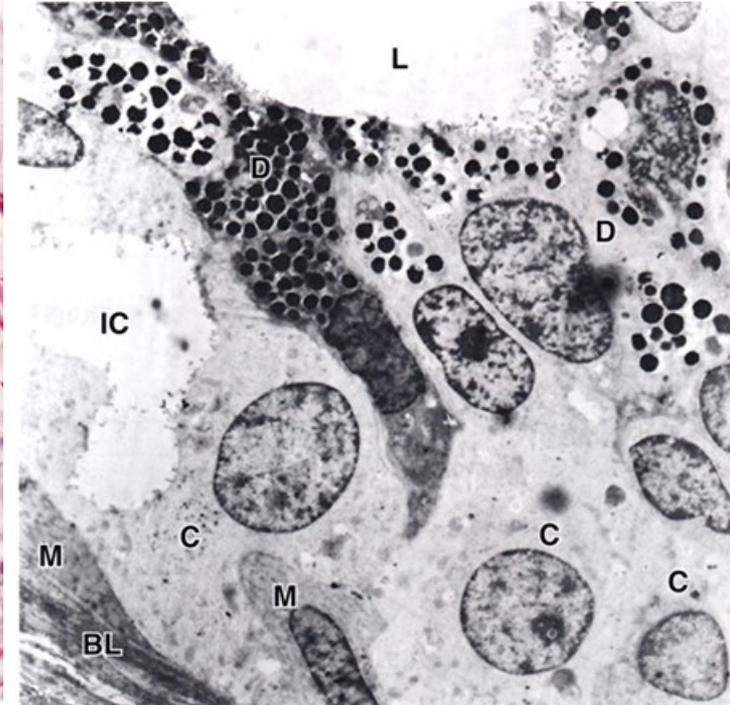


アポクリン汗腺



S: 分泌部 D: 導管 H: 毛包

エクリン汗腺

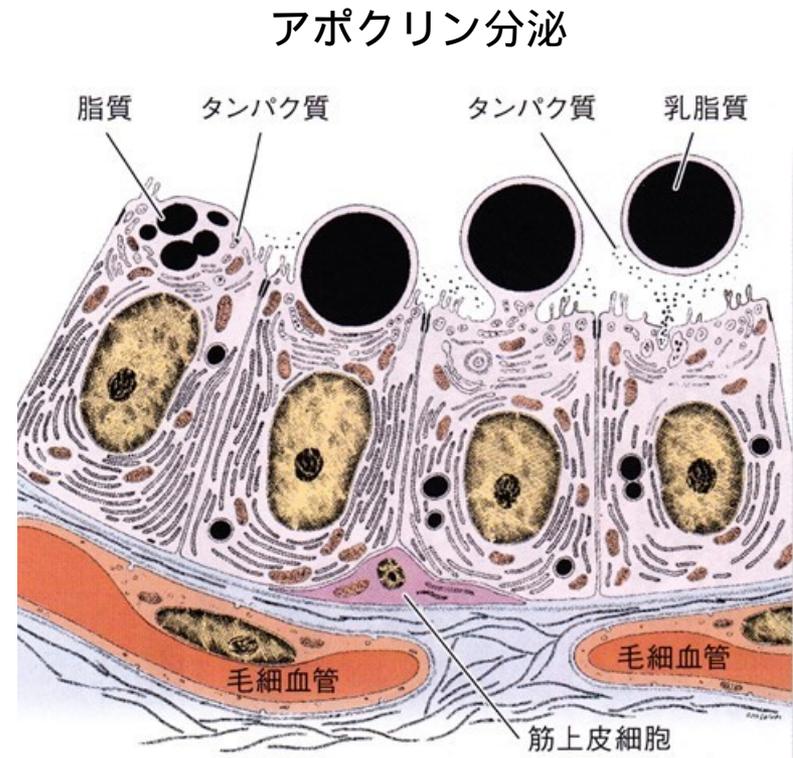
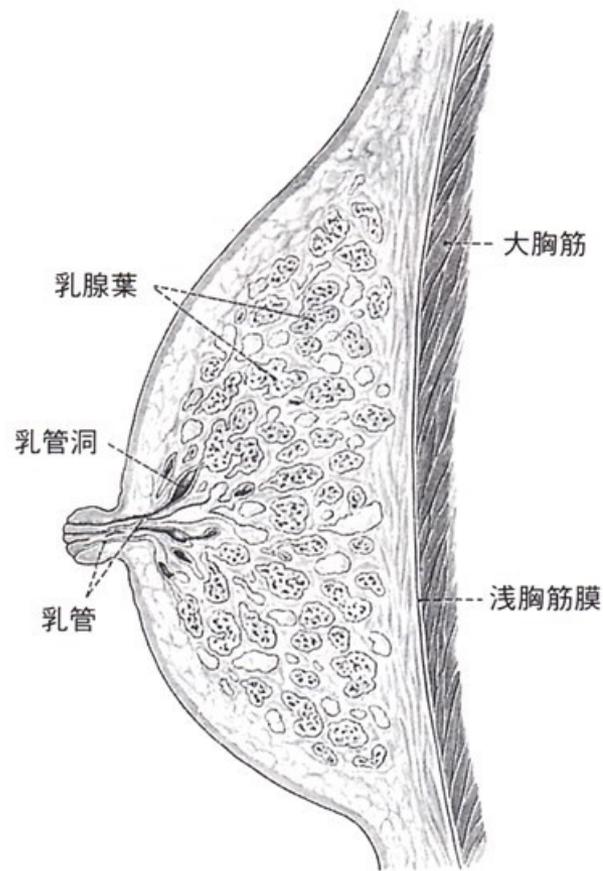


M: 筋上皮細胞 BL: 基底板 D: 暗調細胞 L: 内腔
C: 明調細胞 IC: 細胞間分泌細管

腋窩や会陰部に分布し、性成熟に依存して発達。実際にはアポクリン(離出)分泌ではなく、メロクリン(漏出)分泌だった。

明調細胞が汗を産生

乳腺



▶ 図 14-20 乳腺の矢状断面を示す半模型図

今日のまとめ

感覚器系

1. 視覚器

3層の眼球の壁

線維層

強膜 角膜

血管層

脈絡膜 毛様体 虹彩

網膜(10層)

色素上皮層 神経層(杆体・錐体細胞)

涙器

眼筋

2. 平衡聴覚器

外耳(耳介、外耳道)

中耳(鼓膜、鼓室、耳管)

耳小骨(ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨)→前庭窓

内耳(骨迷路、膜迷路)

前庭(平衡斑、有毛細胞・支持細胞、耳石)

半規管と膨大部稜(小帽)

蝸牛(前庭階、蝸牛管(中央階)、鼓室階)

(コルチ器(内有毛細胞・外有毛細胞))

3. 味覚器

味蕾

4. 嗅覚器

嗅細胞(嗅覚神経)、嗅腺(ボーマン腺)、嗅小毛

5. 皮膚

表皮、真皮、触覚受容器、爪、毛、皮脂腺、汗腺、(乳腺)