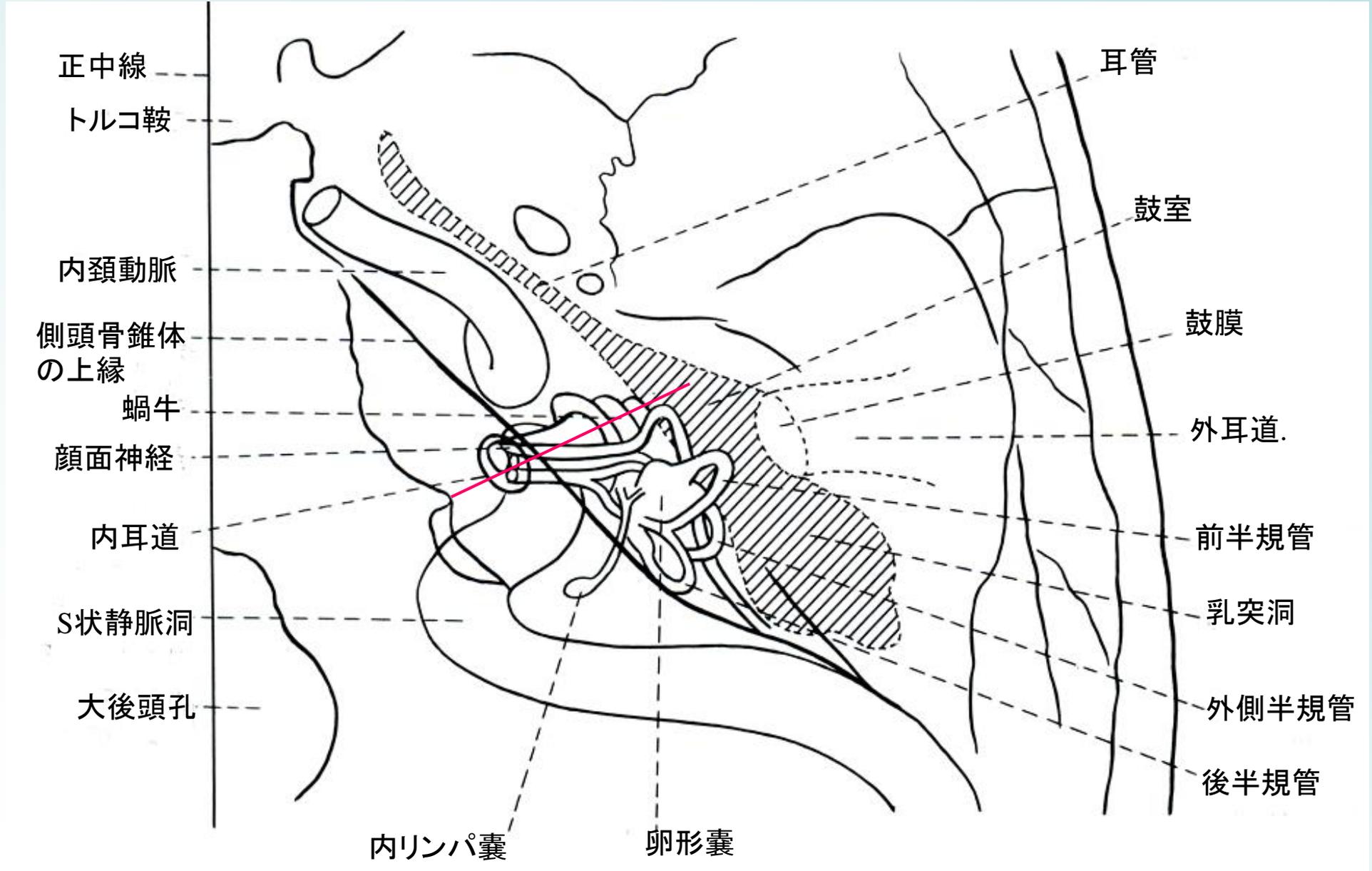


20 平衡・聴覚器

20 平衡・聴覚器 Menu

- 20 [平衡・聴覚器](#)
- 20-01 [膜迷路の位置 模式図](#)
- 20-02 [膜迷路の全景 模式図](#)
- 20-001 [蝸牛と外耳及び中耳](#)
- 20-03 [蝸牛 鉛直断 全景. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. X 4.0.](#)
- 20-04 [蝸牛 鉛直断 2. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. X 10.](#)
- 20-05 [蝸牛管 1. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. X 25.](#)
- 20-06 [ラセン神経節. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. X 160.](#)
- 20-07 [ラセン器官 2. サル. H-E染色. X 64.](#)
- 20-08 [ラセン器官 3. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 20-09 [ラセン器官 模式図 1](#)
- 20-10 [網状膜 模式図 \(S. lurato, 1961, による\)](#)
- 20-11 [ラセン神経節. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. X 160.](#)
- 20-12 [血管条. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 20-13 [鼓膜 1. サル. H-E染色. X 64.](#)
- 20-14 [鼓膜 2. サル. H-E染色. X 160.](#)
- 20-15 [外耳道. サル. H-E染色. X 2.5.](#)
- 20-16 [蝸牛管 2. サル. H-E染色. X 50.](#)
- 20-002 [前庭器官](#)
- 20-17 [前庭 1. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. X 5.0.](#)
- 20-18 [前庭 2. サル. H-E染色. X 5.0.](#)
- 20-19 [前庭 3. サル. H-E染色. X 5.0.](#)
- 20-20 [前庭 4. サル. H-E染色. X 5.0.](#)
- 20-21 [前庭 5. サル. H-E染色. X 5.0.](#)
- 20-22 [膨大部稜 1. サル. H-E染色. X 13.2.](#)
- 20-23 [膨大部稜 2. サル. H-E染色. X 50.](#)
- 20-24 [平衡斑 1. サル. H-E染色. X 33.](#)
- 20-25 [平衡斑 2. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 20-003 [ヒトの側頭骨の水平断](#)
- 20-26 [ヒトの平衡聴覚器 1. H-E染色. X 1.0.](#)
- 20-27 [ヒトの平衡聴覚器 2. H-E染色. X 1.0.](#)
- 20-28 [ヒトの平衡聴覚器 3. H-E染色. X 1.0.](#)
- 20-29 [ヒトの平衡聴覚器 4. H-E染色. X 1.8.](#)

20-01 膜迷路の位置 模式図

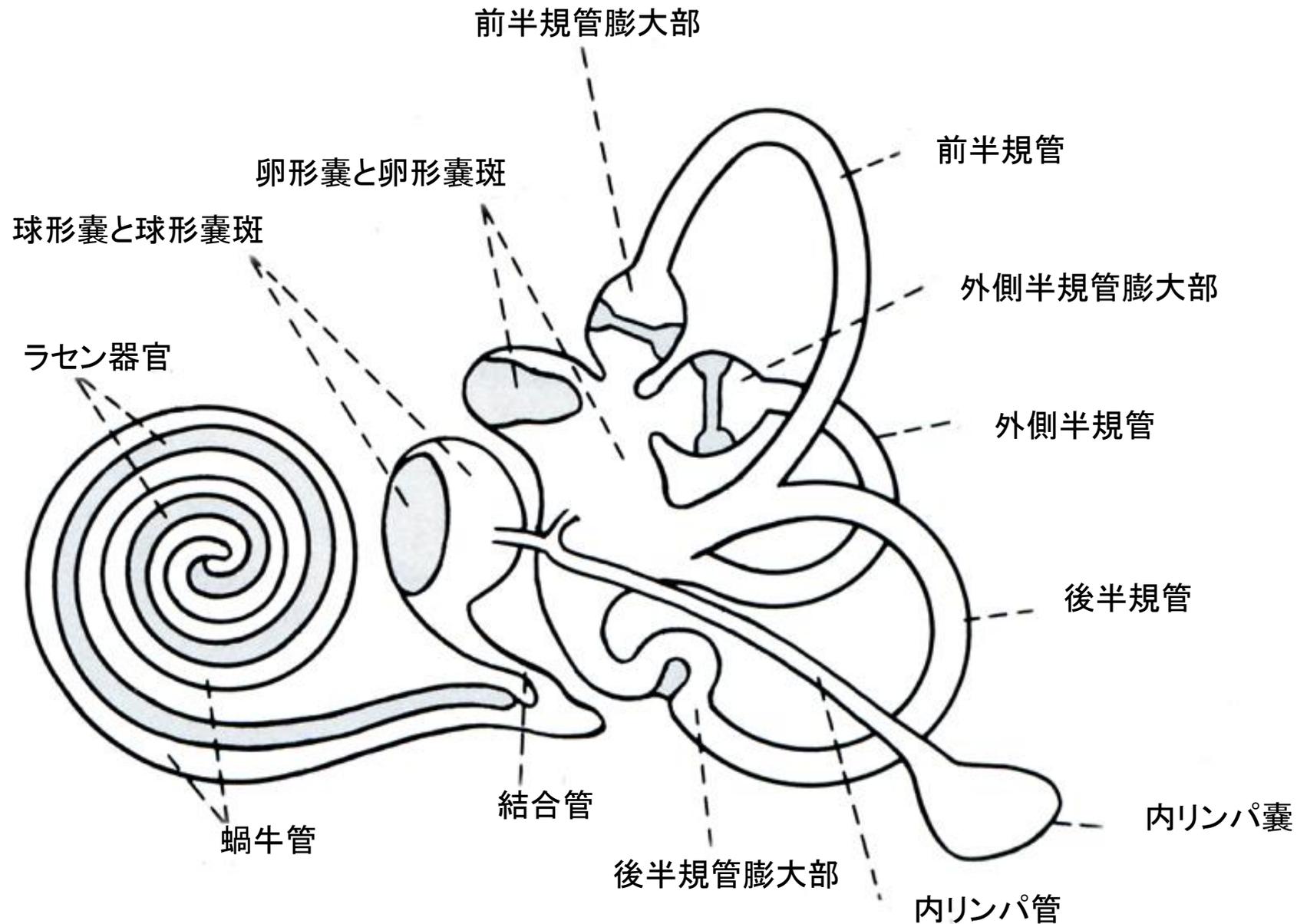


膜迷路は側頭骨錐体の内部に存在する。その位置は頭蓋底における側頭骨錐体の内側面の内耳道底を基準とし、そこから側頭骨錐体の長軸に沿って後外方に広がっている。

蝸牛管は平衡・聴覚器のうちで最も前内側(頭蓋骨の前方で正中線に近い側)に位置し、蝸牛軸の位置は内耳道底の中央部にあたる。蝸牛軸は直立位ではほぼ水平で、錐体の長軸に直交し、その外側(正中線から遠い側、lateral)端は中耳腔(鼓室)の内側(medial)壁に達している。蝸牛管は、直径が最も大きい第一回転を内耳道底に置き、蝸牛軸の周りを後下方から前上方に廻り、回を重ねるにつれて外側(lateral)に張り出し、蝸牛の頂上は中耳腔に隆起している。

(続きは解説へ)

20-02 膜迷路の全景 模式図



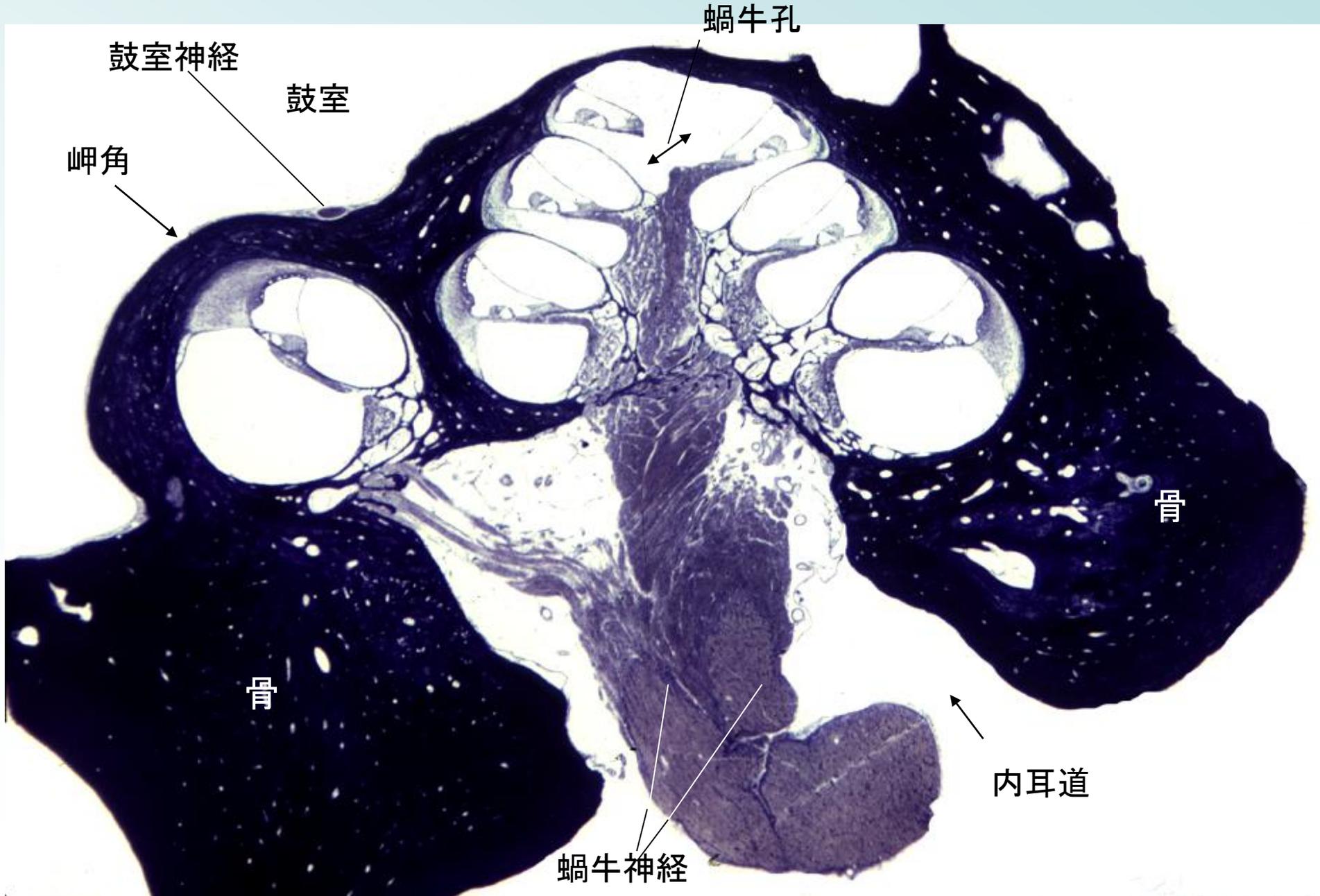
これは右側の膜迷路を内側から見た模式図である。膜迷路はこのように、迷路という名前に相応しい、複雑な形をした管が連なったものであり、完全閉鎖性で、外胚葉性の上皮細胞によって縁取られており、内リンパと呼ばれる液体で満たされている。この図で灰色に着色された部分に感覚装置が存在する。

この図は Koelliker の図に基づいて作図したもので、『図説組織学』（溝口史郎著 金原出版）より転載した。

20-001

蝸牛と 外耳及び中耳

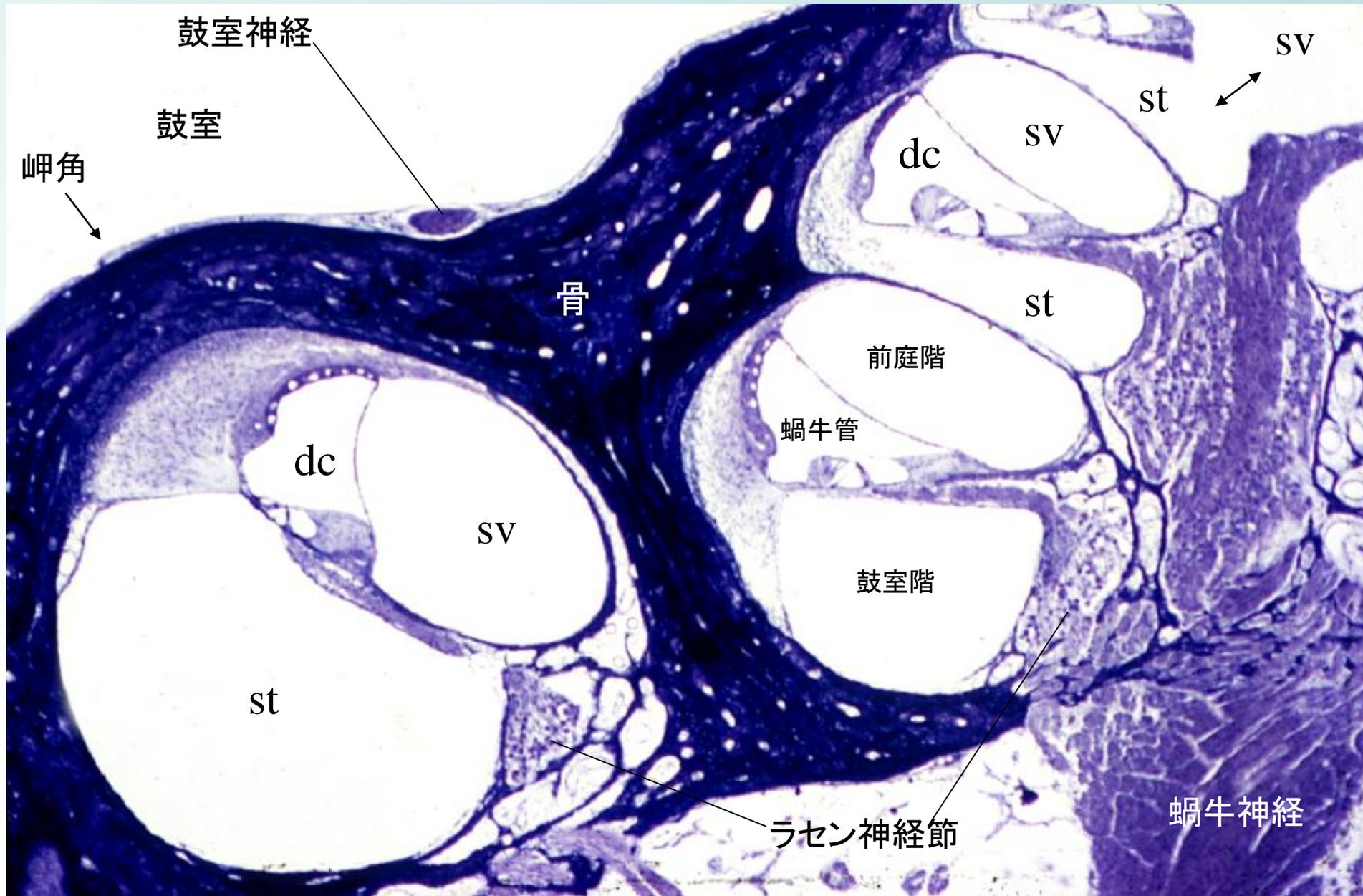
20-03 蝸牛 鉛直断 全景. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 4.0.



この標本は、脱灰したサルの側頭骨錐体をセロイデンに包埋し、蝸牛軸を含む面で薄切した切片を、ヘルド(Held)のヘマトキシリンで染色したものである。骨が濃青色に染まっているので、骨と軟部組織の識別が容易である。

これは、図 20-01 において赤線で示した、サルの蝸牛の蝸牛軸を通る鉛直断面の全景である。サルでは、この図のように、蝸牛の回転がヒトより 1 回多く、3 回と 3/4 廻っている。蝸牛管は蝸牛軸 (Modiolus) と呼ばれる軸の周りをラセン状に取り巻き、直径が最も大きい基底回から上にあがるにつれて次第に直径が小さくなっている。
(続きは解説へ)

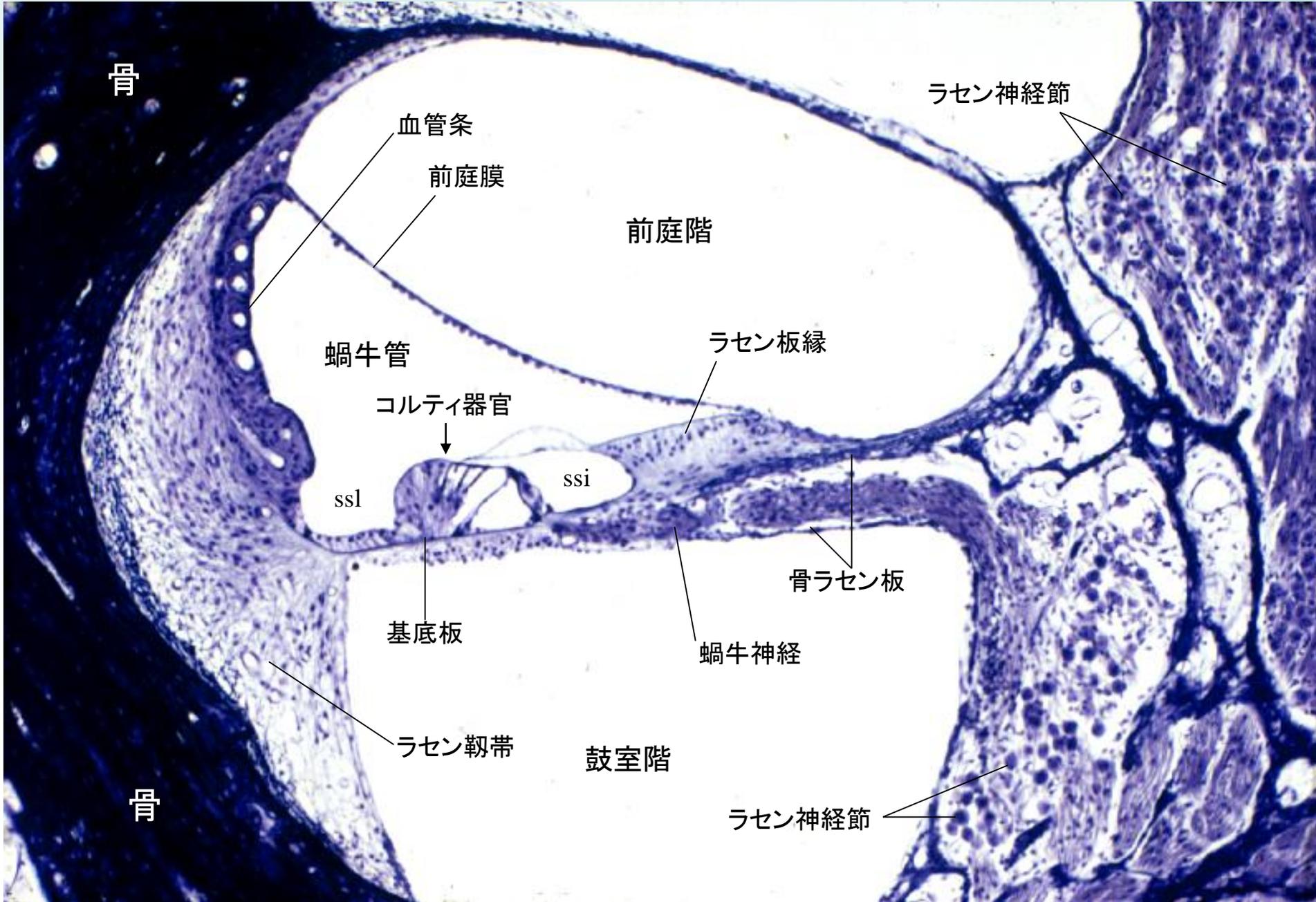
20-04 蝸牛 鉛直断 2. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 10.



これは図 20-03 の蝸牛の左半分の拡大で、ここに 3 個の(骨性)蝸牛管が見られる。個々の骨性蝸牛管は、内側の蝸牛軸から外側に向かってほぼ水平に張り出す薄い骨の板(骨ラセン板)と、その外側に続く結合組織繊維性の膜ラセン板によって上下二段に分けられる。下の階を鼓室階(st)という。上の階は更に下外側の蝸牛管(dc)と上内側の前庭階(sv)に分けられる。蝸牛管(dc)と前庭階(sv)を隔てる薄い膜を前庭膜という。

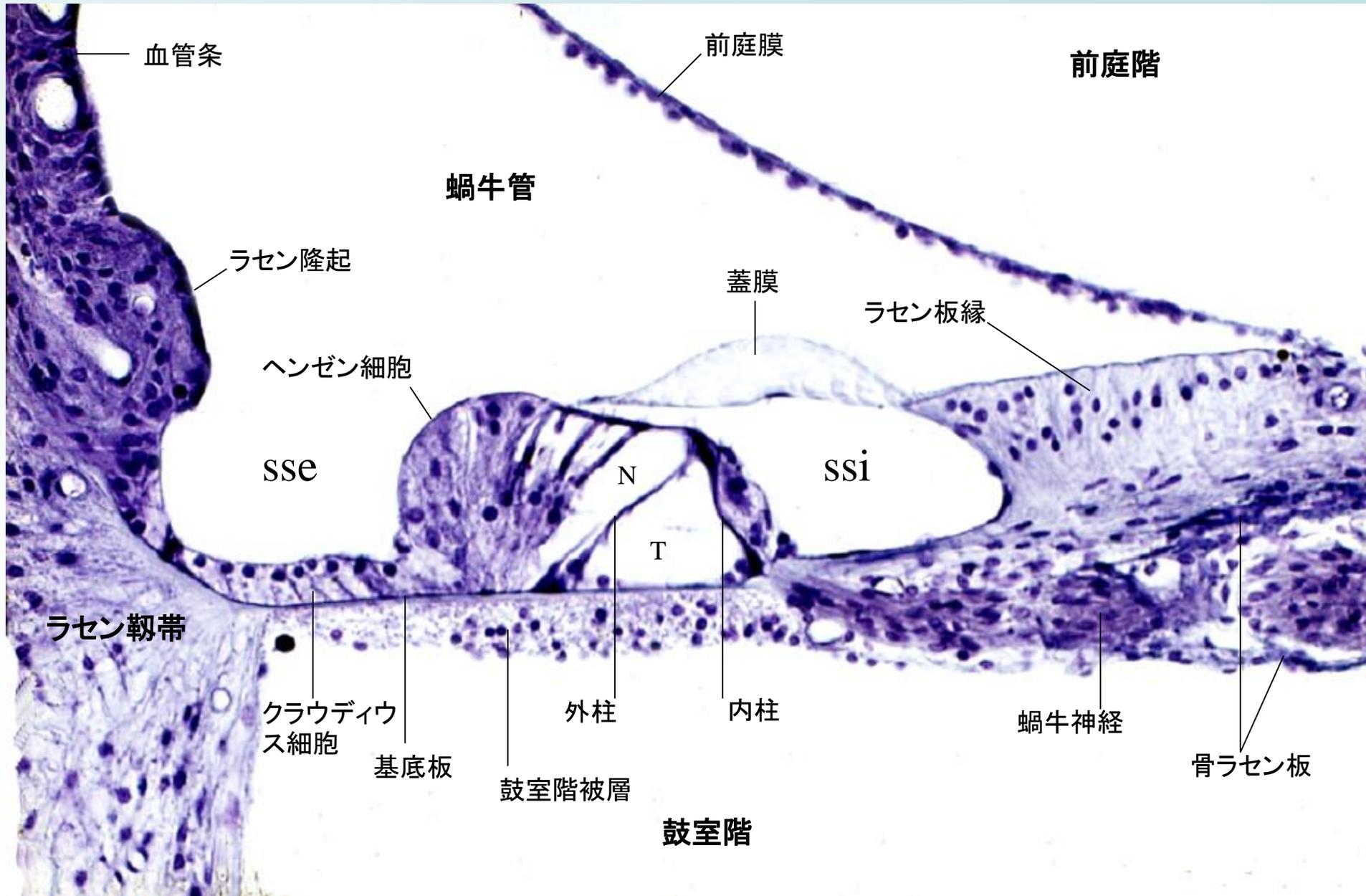
膜迷路である蝸牛管が蝸牛の頂上で盲端をもって終わると、この蝸牛管によって隔てられていた前庭階と鼓室階がつながる。この交通孔を蝸牛孔(Hericotrema)という(画面右上部の双方向性矢印)。(続きは解説へ)

20-05 蝸牛管 1. ル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 25.



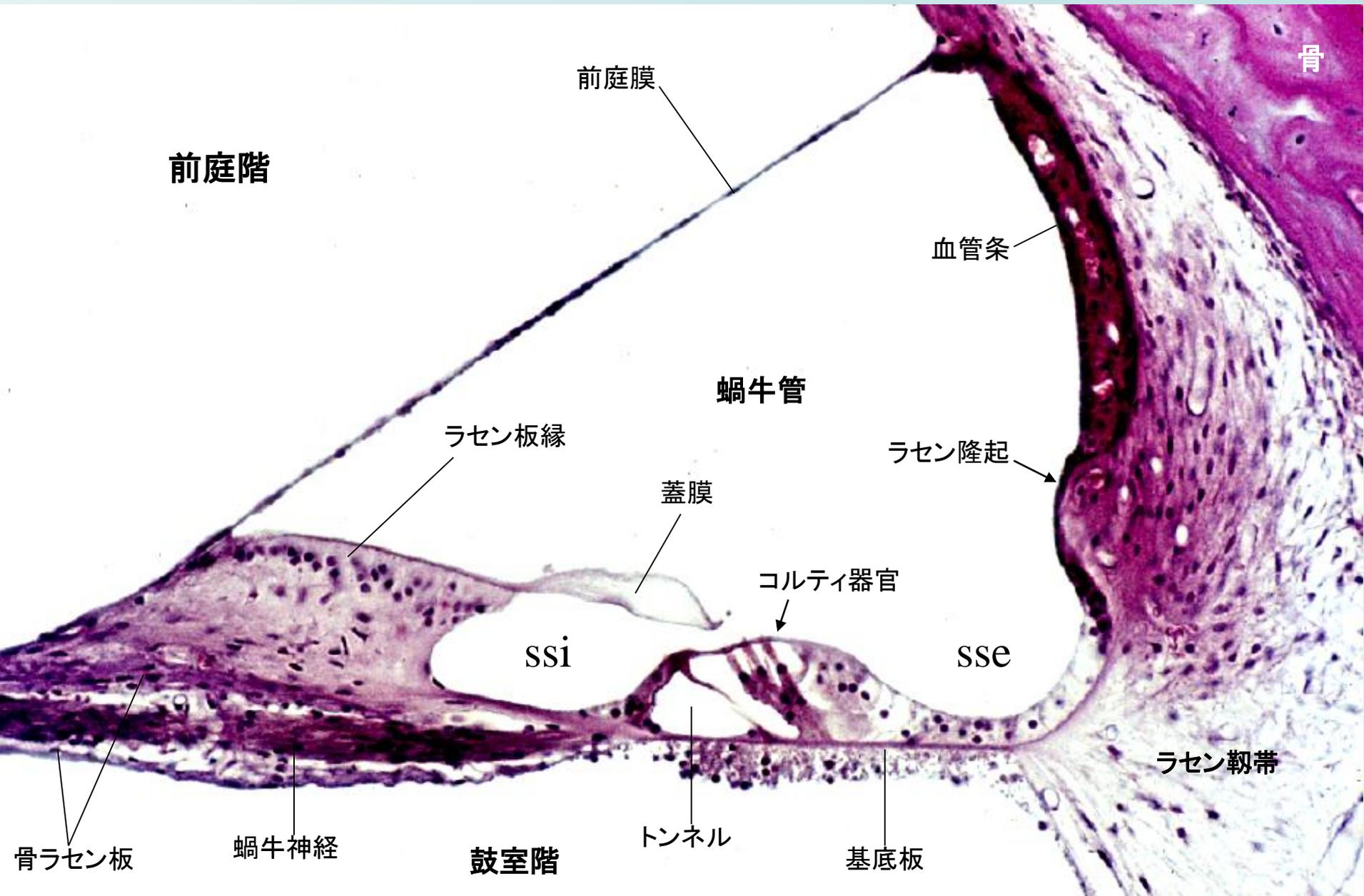
これは一個の蝸牛管の断面である。蝸牛管の外側面は濃青色に染まった厚い骨質によって縁取られているが、内側面を縁取る蝸牛軸の骨質は薄い板状である。この薄い骨質から、薄い板状の骨が蝸牛管のほぼ中央部を外方に向かって張り出している。これが骨ラセン板 (Lamina spiralis ossea) である。骨ラセン板は蝸牛ラセン管の中ほどで終わり、その外側端からは、薄い丈夫な結合組織繊維性の膜が外方に伸びる。これが膜ラセン板 (Lamina spiralis membranacea) である。膜ラセン板の外側端は急に上下に広がって扇形の靱帯となり、対岸である骨性蝸牛管の内面に固く結合する。これをラセン靱帯 (Lig. spirale) という。(続きは解説へ)

20-06 ラセン器官 1. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 64.



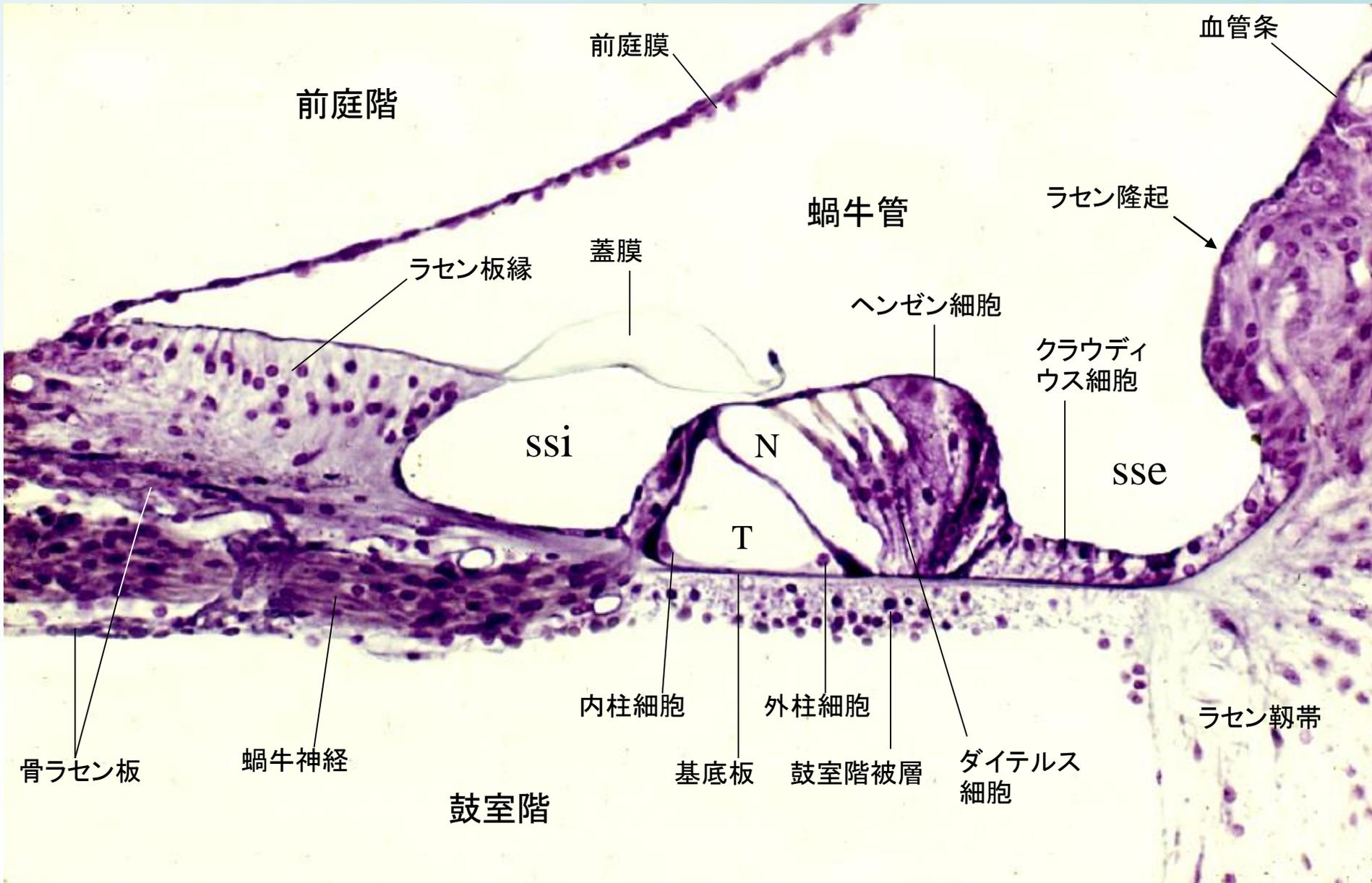
これはラセン器官の拡大写真である。

画面の右端の中央部には骨ラセン板の外側端部が左方に向って伸びている。その上面の骨膜は肥厚し、更にもその上を被う丈の高い単層ないし2列の円柱上皮とともに、左右に長い高まりを作っている。これがラセン板縁である。ラセン板縁の外側部(左端)は上端と下端で外方に張り出して、それぞれ前庭唇と鼓室唇となり、両唇の間に内ラセン溝(ssi)と呼ばれる凹みを囲む。ラセン板縁の上皮細胞は自由表面から微細繊維状の構造物を外方に向って伸ばす。これらはジェリー状の物質でまとめられて、舌状の横断面を示す蓋膜(Membrana tectoria)となり、ラセン器官の上面を被う。(続きは解説へ)



これは図 20-03～図 20-06 とは別のサルの内耳の H-E 染色標本である。この標本では、ラセン器官の保存が特に良好であった。この図 20-07 から図 20-09 までは、画像の左右が図 20-03～図 20-06 とは逆になっているが、蝸牛軸に近い側を内側、蝸牛軸から遠い側を外側とする方向用語を使えば、全く問題は無い。画面の左側が内側、右側が外側である。

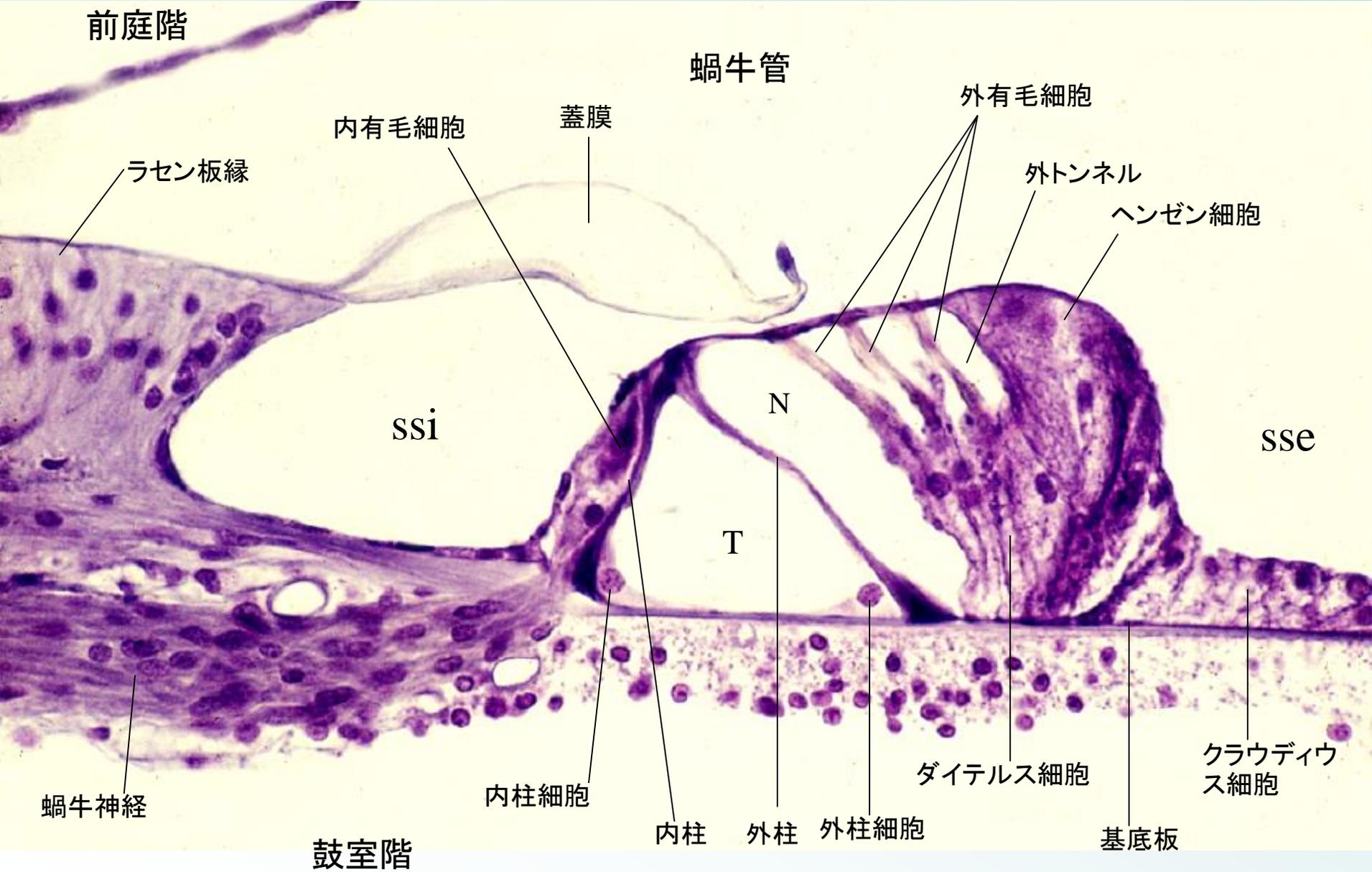
画面の左上の空白部が前庭階 (Scala vestibuli)、画面の下部の空白部が鼓室階 (Scala tympani)、画面の右側縁がラセン靭帯であり、これらに囲まれた中央の直角三角形の腔が蝸牛管 (Ductus cochlearis) で、蝸牛管と前庭階を隔てる薄い膜が前庭膜 (Membrana tympani) である。
(続きは解説へ)



これは蝸牛管の底辺の諸構造の拡大である。この底辺のほぼ中央部で、左側(内側)の骨ラセン板が右側(外側)の膜ラセン板に移行する。膜ラセン板はその上にラセン器官をのせているので、基底板とも呼ばれる。

底辺の左半分(内側半)は骨ラセン板で、その上にラセン板縁がのっている。ラセン板縁は骨ラセン板の上面の骨膜が肥厚し、更にその上を外胚葉性の単層円柱上皮が被ったもので、内外方向に長い高まりである。その外側端は上端と下端が外方に突出して、それぞれ前庭唇と鼓室唇となり、その間に内ラセン溝(ssi)を挟む。

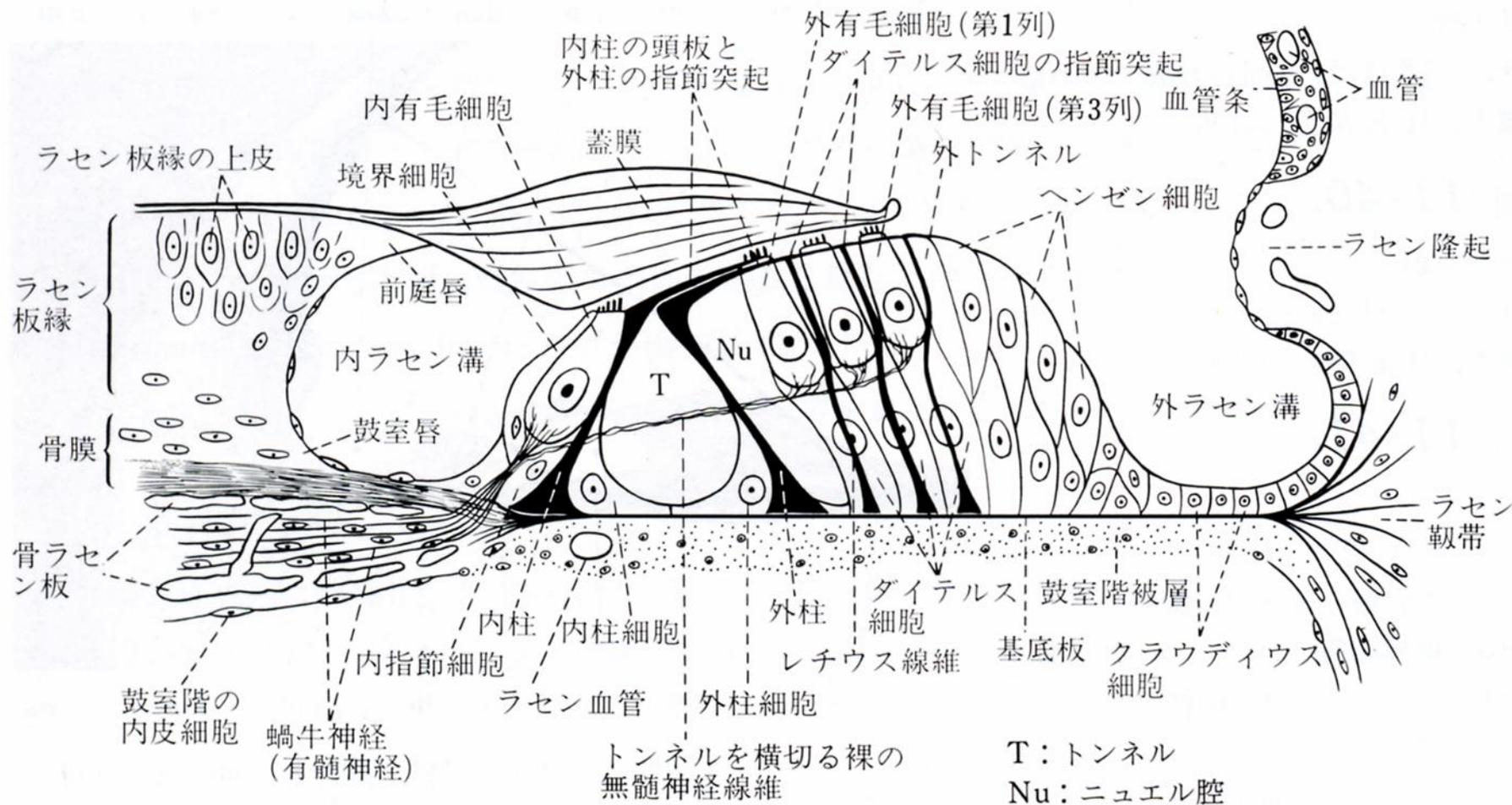
ラセン板縁の鼓室唇を外方に追うと、骨ラセン板が膜ラセン板に移行する部分から始まって、膜ラセン板の内側半部の上に2本の柱状構造物が立っている。(続きは解説へ)



これはラセン器官の中心部の強拡大像である。画面の左側約 2/5 が骨ラセン板の範囲、右側約 3/5 が膜ラセン板の範囲である。骨ラセン板の範囲では、ラセン板縁、骨ラセン板とその骨膜、蝸牛神経の末梢側軸索(有髄繊維)、およびこの神経を鼓室階から隔てる薄い骨の板が識別される。骨ラセン板の上面の骨膜から始まった繊維が内ラセン溝の底を被っている単層扁平上皮の下を外方(右方)に走って、内柱の基部の下で膜ラセン板(基底板)に移行すること、およびこの部分で有髄神経線維である蝸牛神経の末梢性軸索が髄鞘を失って裸の神経線維となって内有毛細胞の基部に達することが、明らかに観察される。
(続きは解説へ)

T:トンネル
N:ニュエル腔

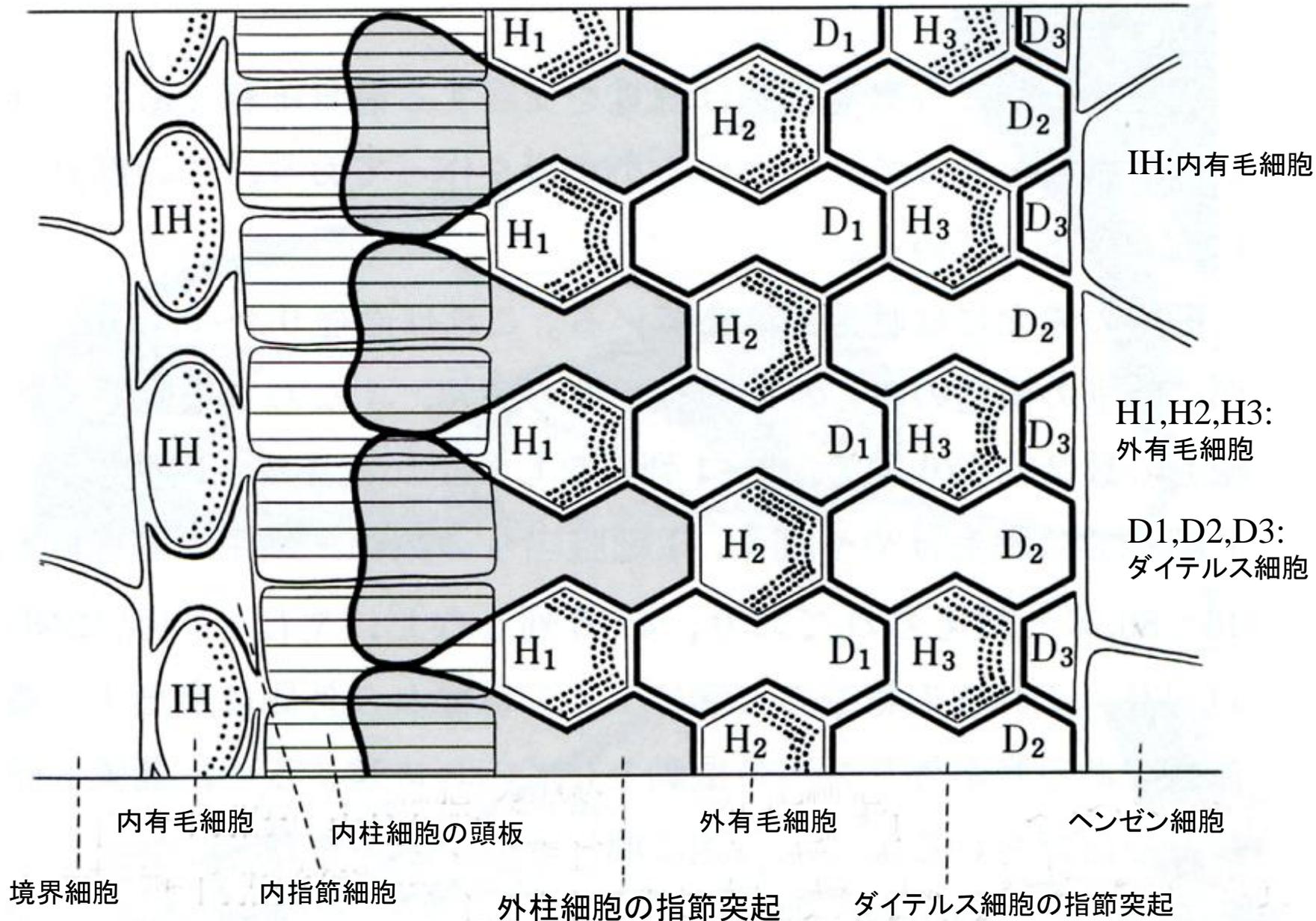
20-10 ラセン器官 模式図 1



これは図 20-05 と図 20-06、および図 20-07～図 20-09 において述べた、ラセン器官の構造を示す模式図である。これほど複雑で、しかも組織標本を作ることが困難なラセン器官の構造を、ここまで詳細に解明した先人達の実業に対して、深い敬意と感謝を表明する。

この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

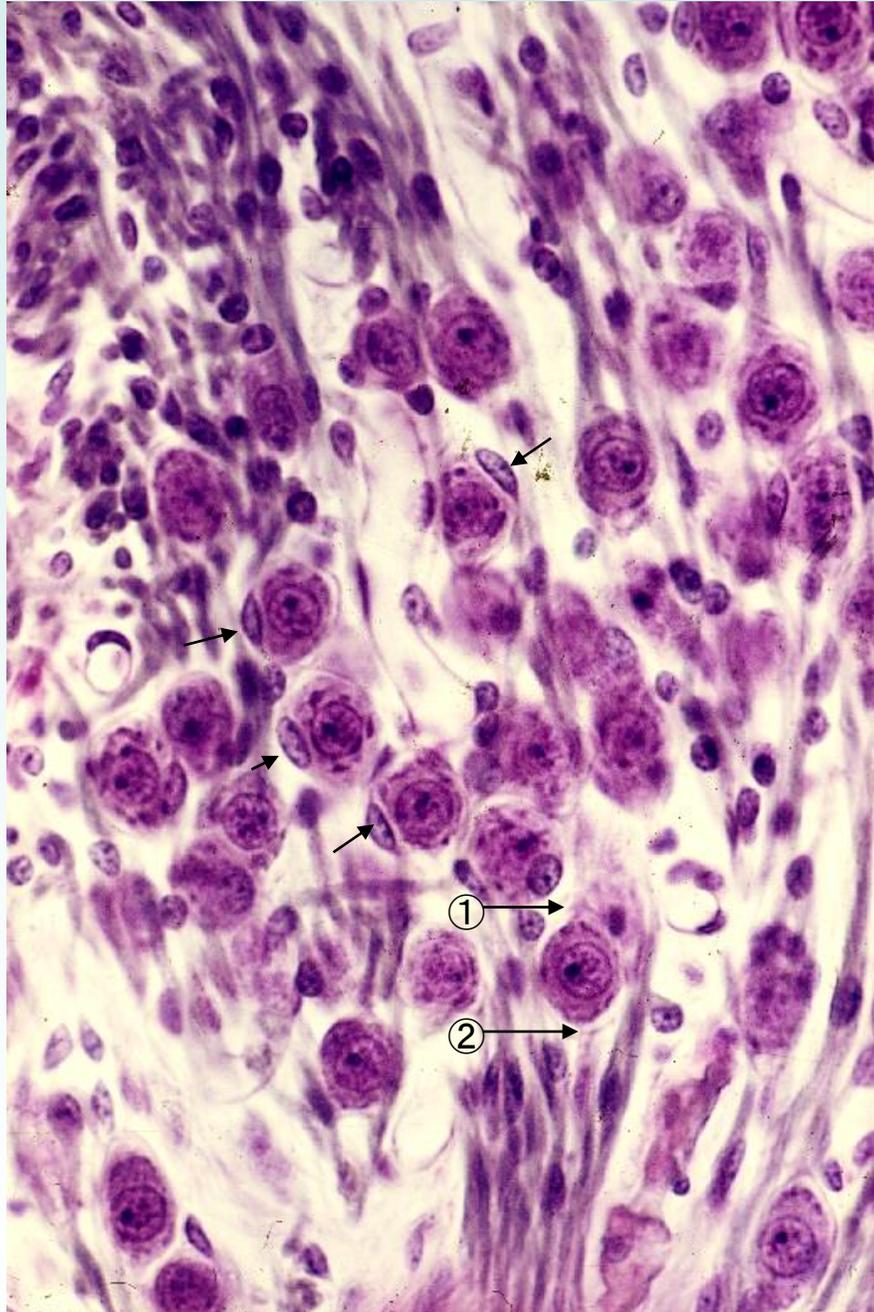
20-11 網状膜 模式図 (S. Iurato 1961 による)



これはラセン器官の自由表面を上から見た模式図で、S. Iurato (1961) の図を一部改変したものである。

内有毛細胞 (IH) はその内側を境界細胞によって、外側を内柱細胞の頭板によって固定され、相互間は内指節細胞によって隔てられている。第一列の外有毛細胞 (H1) は、その内側を内柱細胞の頭板によって、外側を第一列のダイテルス細胞の指節突起によって固定され、左右の相互間は外柱細胞の指節突起によって隔てられている。第二列の外有毛細胞 (H2) は、その内側を外柱細胞の指節突起により、外側を第二列のダイテルス細胞の指節突起によって固定され、左右の間は第一列のダイテルス細胞の指節突起によって隔てられる。
(続きは解説へ)

20-12 ラセン神経節. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 160.



これはラセン神経節の神経細胞である。平衡・聴覚器に分布する知覚性神経細胞は双極性神経細胞であり、これ以外の知覚性脳脊髄神経の神経節の細胞が偽単極性細胞であるのとは異なっている。

ラセン神経節の神経細胞はずんぐりした紡錘形で、その両極から軸索が出る。末梢性軸索は有髄神経線維として骨ラセン板の中を外側に進み、ラセン器官の基底板を貫くときに髓鞘を失い、それ以後は裸の繊維となってラセン器官の内および外有毛細胞に分布する。中枢性軸索は有髄繊維として蝸牛軸の中に入り、ここでまとまって太い蝸牛神経となり、後脳の「橋」と「延髄」の境目付近に存在する蝸牛神経核に達して終わる。
(続きは解説へ)

20-13 血管条. サル. H-E染色. x 100.



前膜

ラセン靭帯

血管条

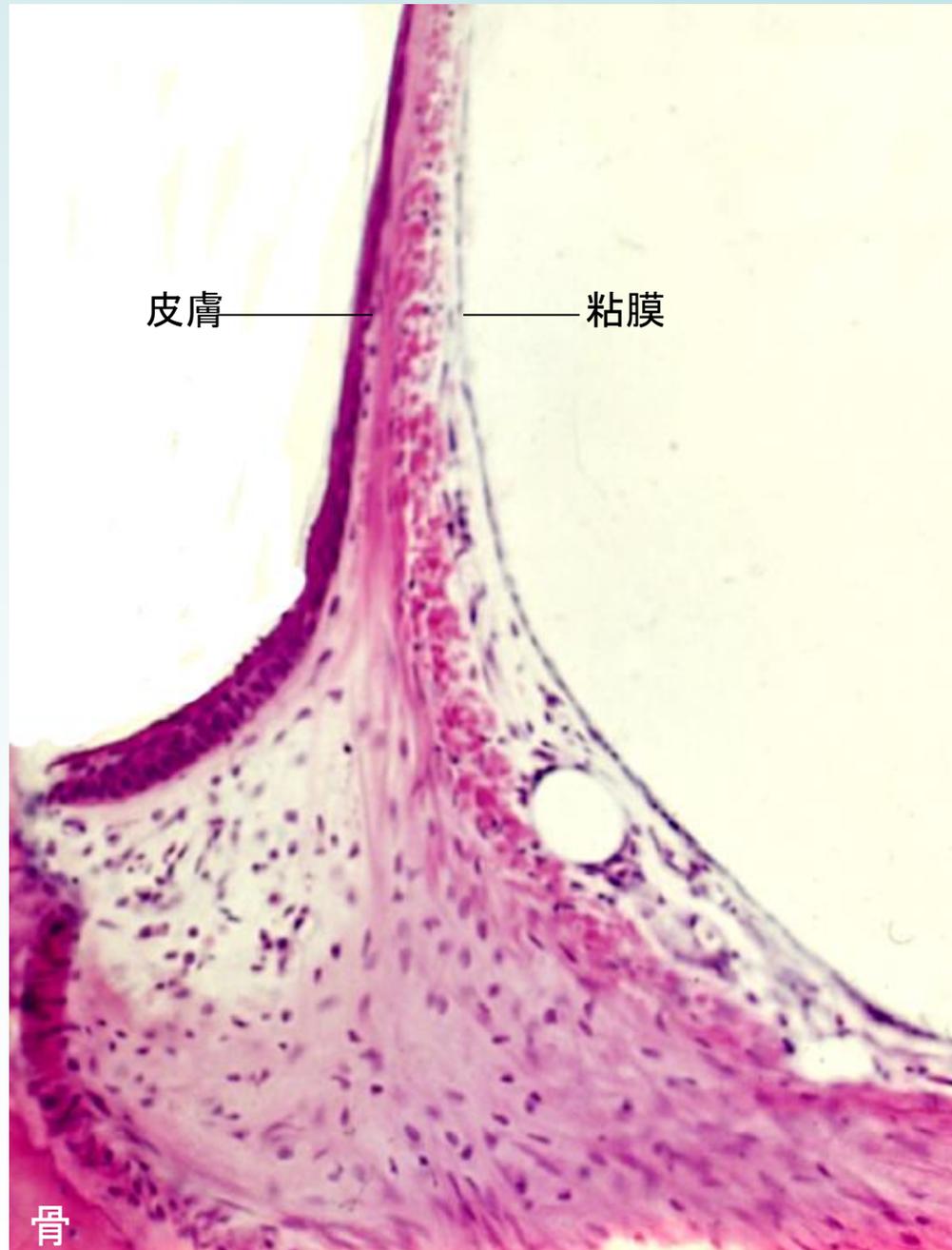
ラセン靭帯

← ラセン隆起

これは血管条である。この図に見るように、上皮細胞は最表層の円柱形細胞、基底部の横に扁平な細胞、および中間層に1~2層の細胞が区別される。基底部の細胞とその下のラセン靭帯の細胞との間には明瞭な境が認められ、細胞の染色性も明らかに異なっている。血管条の中の血管は管腔は広いが壁は極めて薄い。

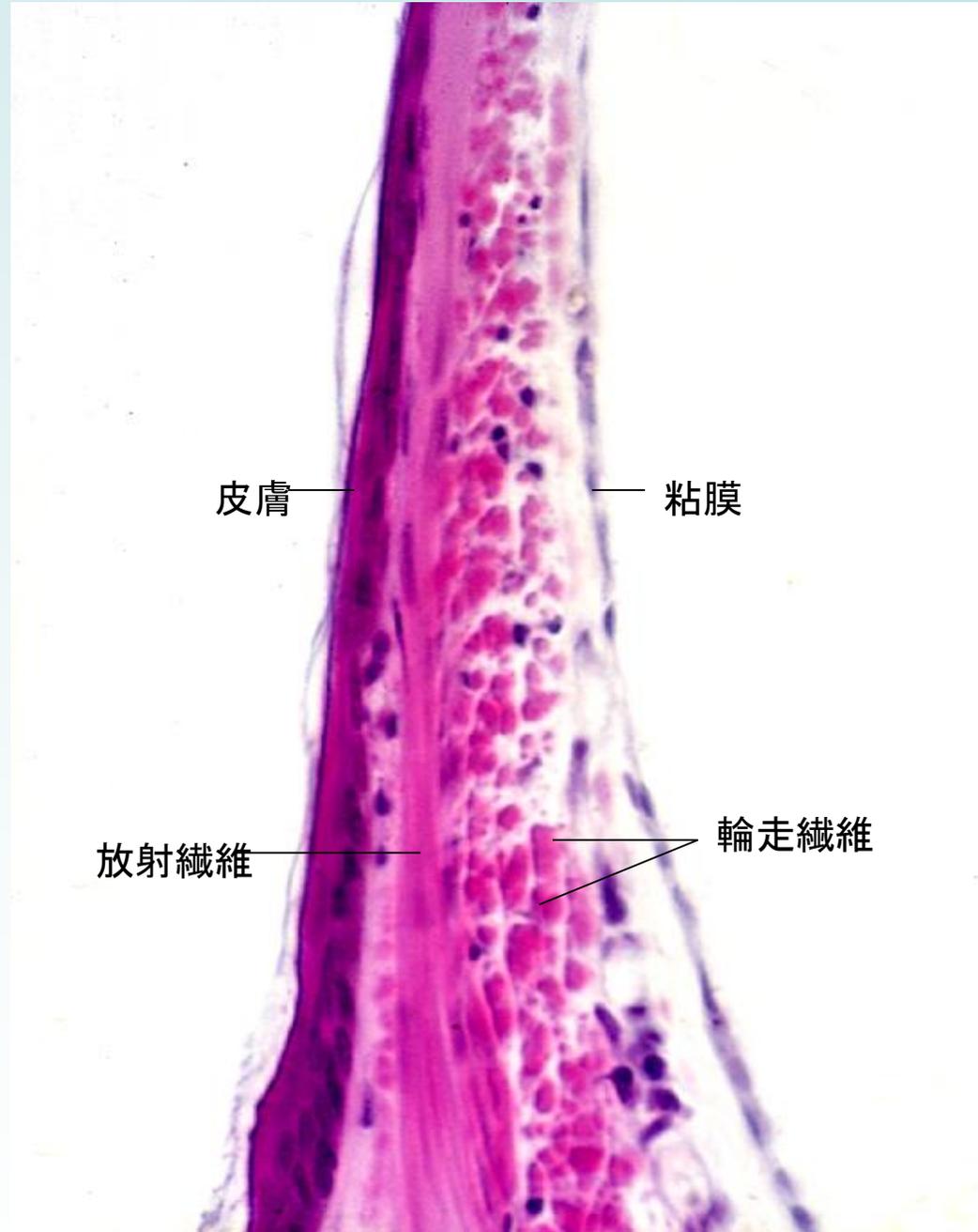
血管条は、その下端部において突然ラセン隆起の表面の単層扁平上皮に移行する。

20-14 鼓膜 1. サル. H-E染色. x 64.



これはサルの鼓膜の辺縁部の写真である。左側が外面で、皮膚の続きの重層扁平上皮で被われ、右側が内面で鼓室の粘膜で被われている。鼓膜の芯をなすものは膠原繊維で、繊維は外側では中心から周囲に向かって放射状に、内側では輪状に走っている。外側の放射状に走る繊維は辺縁部では細分して、周囲の骨膜に付着している。

20-15 鼓膜 2. サル. H-E染色. x 160.



これは図 20-14 の一部の拡大である。左側の重層扁平上皮の下に微量の結合組織が存在することが分かる。右側では粘膜上皮の下に粘膜固有層が認められる。放射状に走る膠原繊維の層と輪状に走る繊維の層が明瞭に識別される。

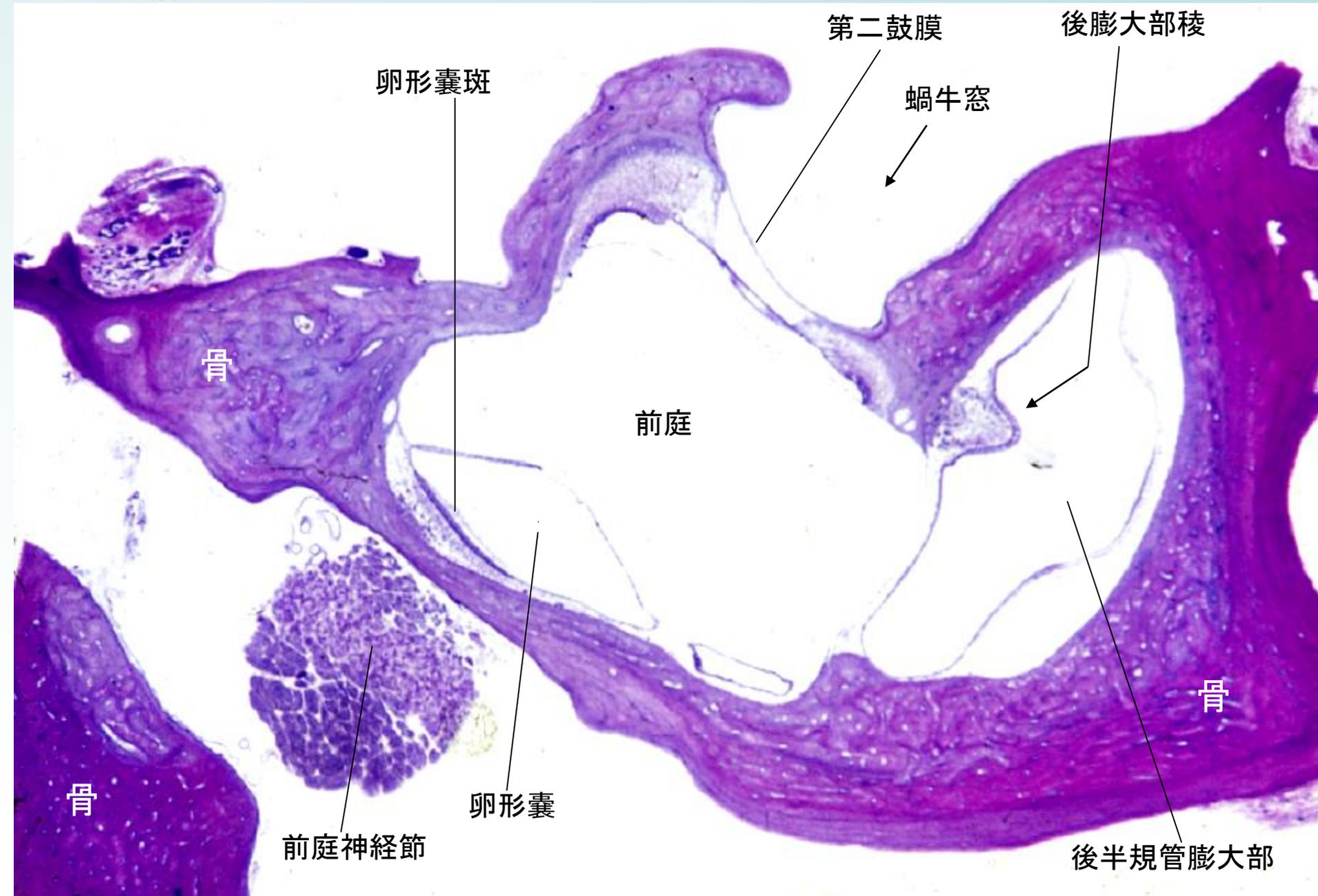
20-16 外耳道. サル. H-E染色. x 2.5.



これはサルの外耳道の横断面の全景である。

外耳道は、空気の振動である音を鼓膜に導く管状の皮膚の陥没で、その底は鼓膜で閉ざされている。その壁のうち、耳介に近い外側の約 2/3 は、下方に開いたトコ状の外耳道軟骨(弾性軟骨)により、鼓膜に近い内側約1/3 は側頭骨によって作られている。外耳道の内面は皮膚によって被われているが、その表皮は薄く、真皮の乳頭は見られない。しかし真皮の網状層はむしろ厚くて、直接または少量の皮下組織を介して軟骨膜または骨膜に結合している。軟骨性外耳道には多数の毛とこれに付属する皮脂腺が見られる。また皮膚の深部または皮下組織の内部には耳道腺(Gll. cerminosae)と呼ばれるアポクリン腺が多数存在する。(続きは解説へ)

20-002 前庭器官

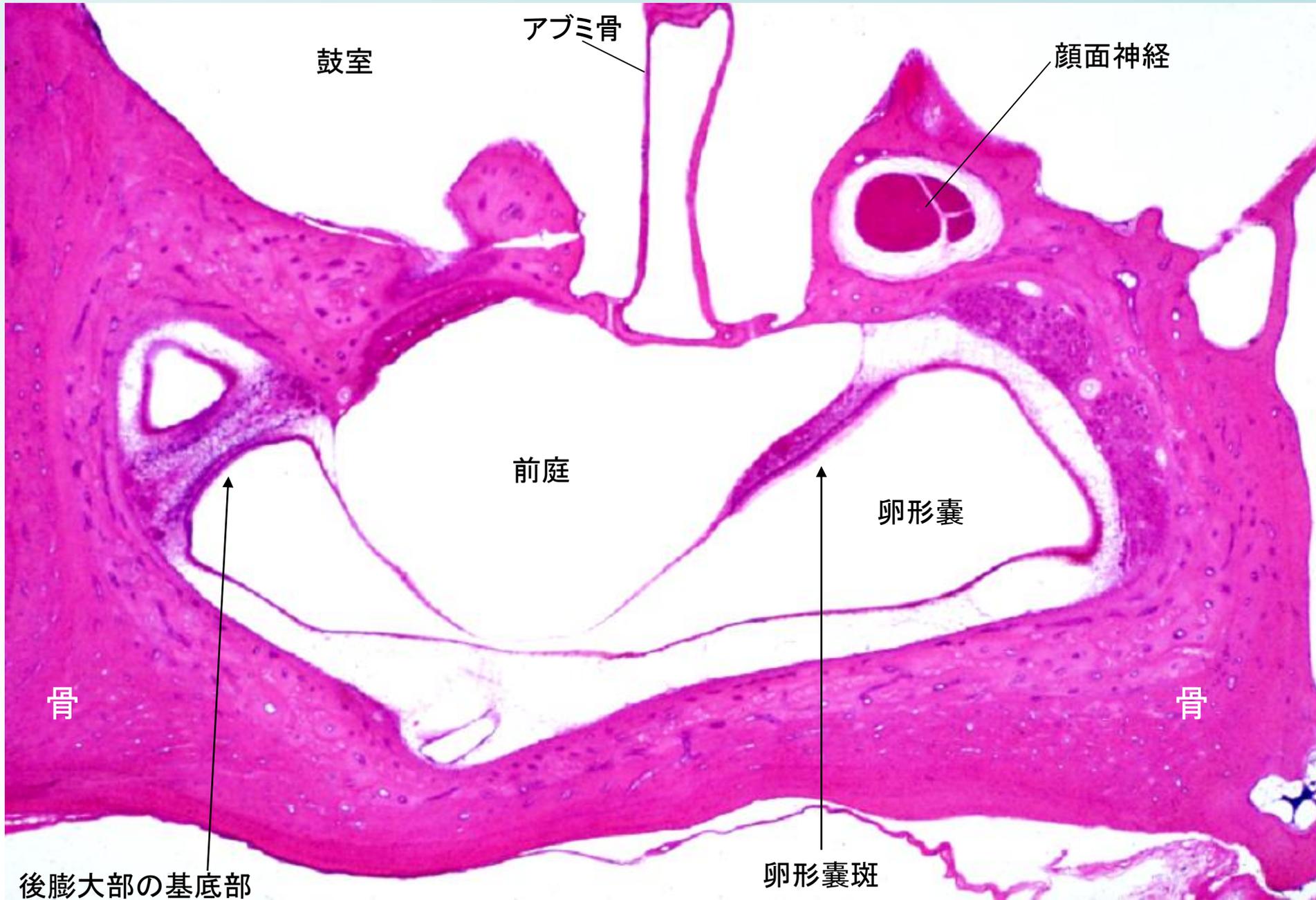


これは図 20-03 と同じサルの前庭で、画面の上部が鼓室、画面の下部が頭蓋底である。

画面上部の右側の凹み(矢印)が蝸牛窓(Fenestra cochleae)で、その底を閉ざしている薄い膜が第二鼓膜である。その内側の膜は蝸牛管の第一回転で、さらにその下の広い腔が前庭(Vestibulum)である。この前庭の左下壁をなす頭蓋骨には球形囊(Sacculus)が付着しており、その左下壁には球形囊斑が見られる。

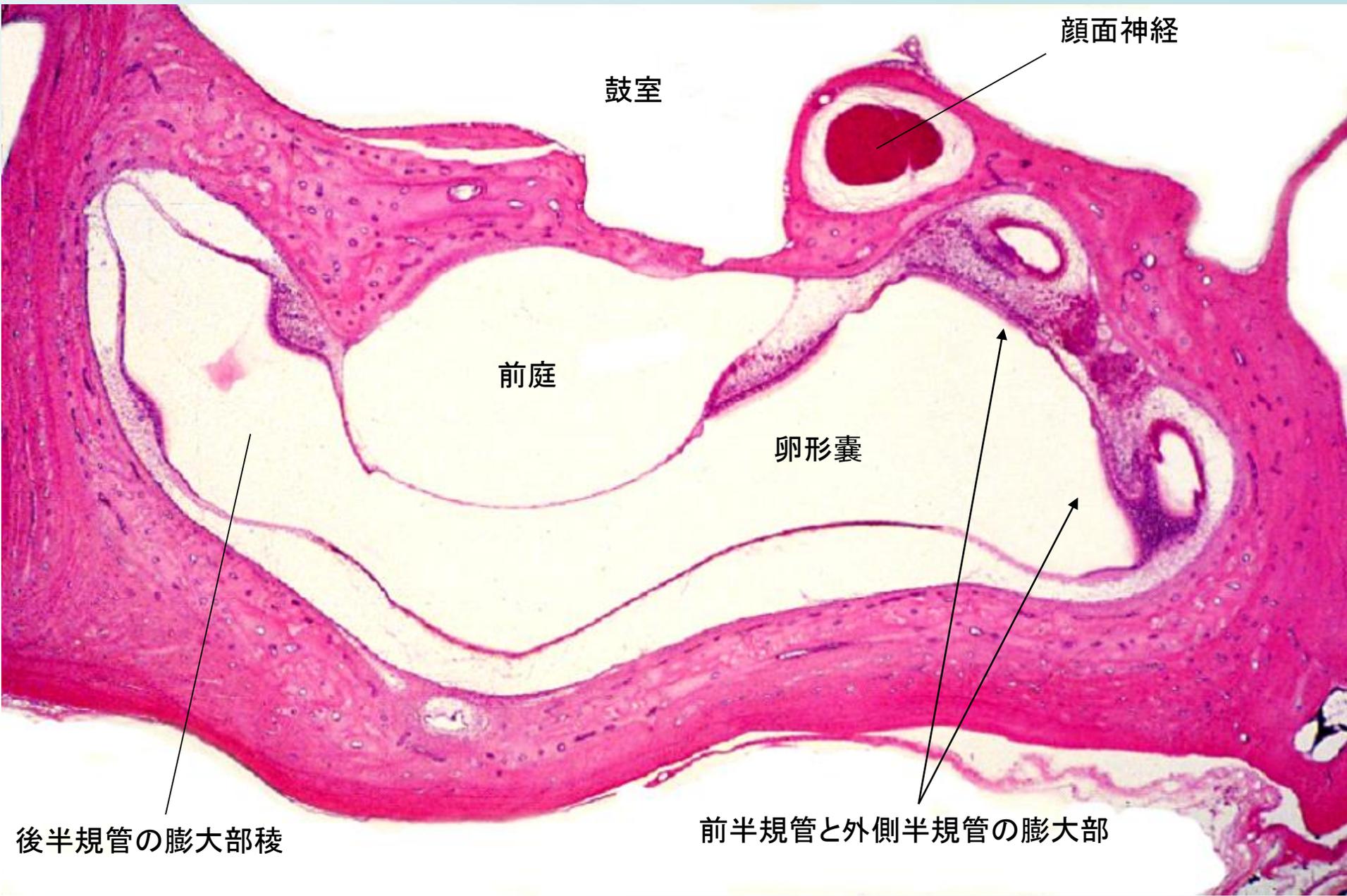
前庭の右側の広い部分を占めているのは、後半規管の膨大部で、その左上壁から膨大部稜が突出している。球形囊斑の左側の骨の下左側にある淡紫色の円形の構造物は前庭神経節の一部である。

20-19 前庭 3. サル. H-E染色. x 5.0.



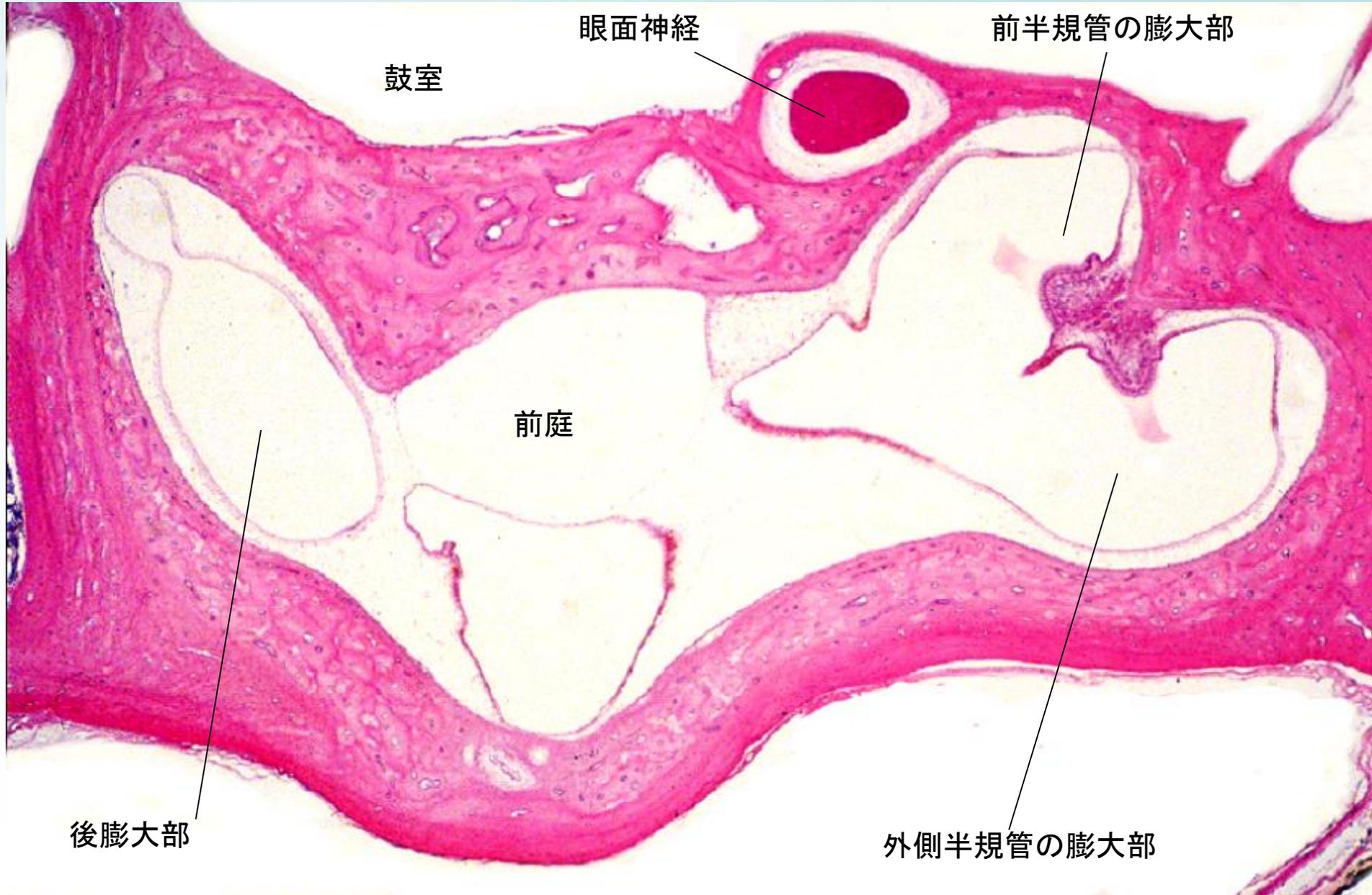
これは図 20-17 および図 20-18 とは別のサルの前庭であり、図 20-19～図 20-25 は同一のサルの標本である。図 20-17 と図 20-19～図 20-25 では左右が逆になっている。

図の上部中央でアブミ骨が縦断されている。アブミ骨底の右下方に卵形嚢斑があり、卵形嚢の腔を左側に追うと左端に後半規管の膨大部が存在する。この断面は膨大部稜の底を切っている。アブミ骨底の右側の濃赤色の円形の構造物は顔面神経である。



これは後半規管の膨大部稜を通る断面であり、画面の左端部に後半規管の膨大部および膨大部稜がある。図の右端部には前半規管と外側半規管の膨大部稜の底の断面が見えており、またその左に続いて卵形囊斑が前庭腔の中に隆起している。卵囊斑の上方の骨の円形の穴の中の濃赤色のものは顔面神経である。

20-21 前庭 5. サル. H-E染色. x 5.0.

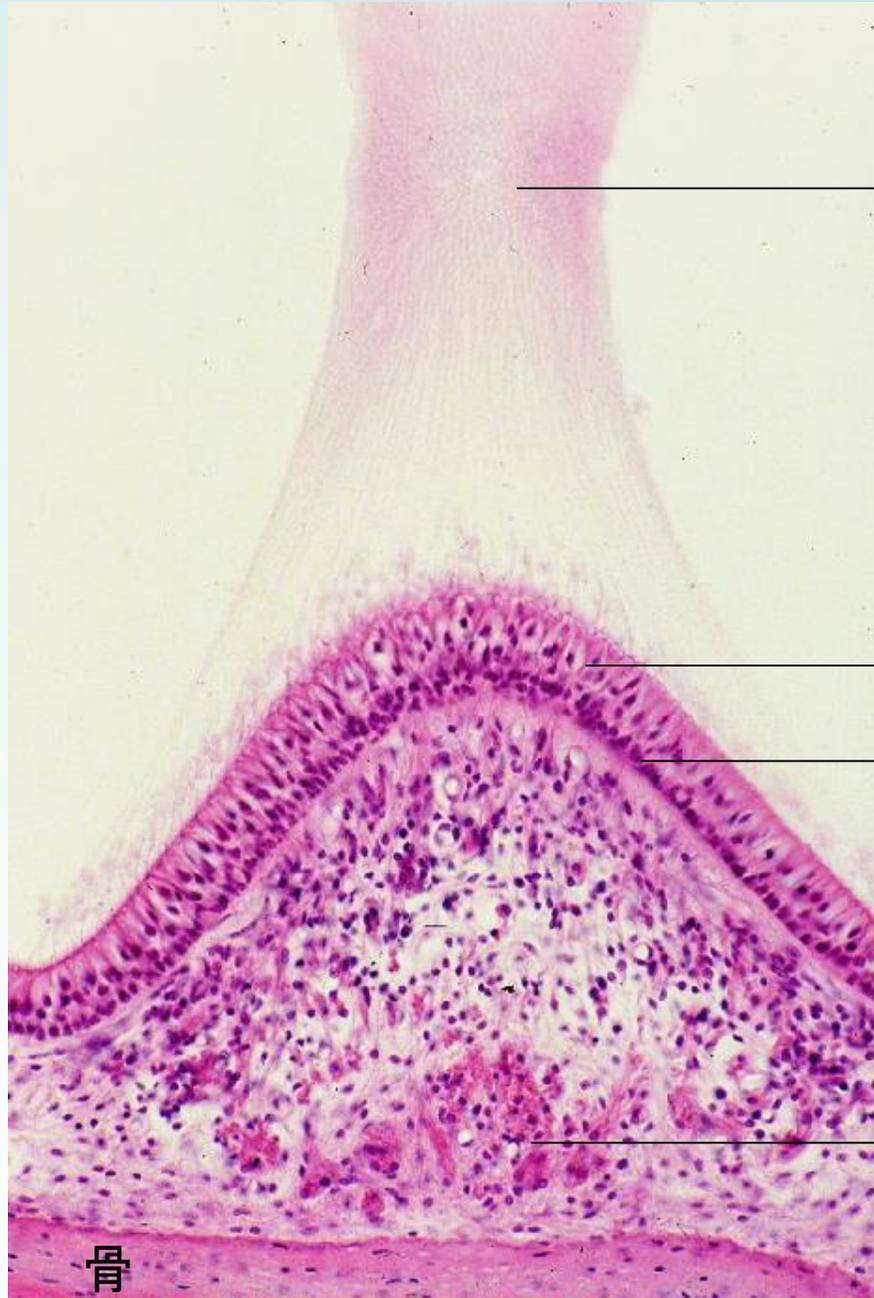


これは図 20-20 よりも後外側の断面で、前半規管と外側半規管の膨大部稜が見えている。図の上縁の中央やや右側の濃赤色の円形のもの顔面神経である。

20-22 膨大部稜 1. サル. H-E染色. x 13.2.



これは図 20-20 の後膨大部稜の拡大である。膨大部稜は半円周状に膨大部の内腔に隆起しているから、断面によっては、膨大部稜がこのように上下に現れ、膨大部稜から腔内に突出している小帽が上下連続して現れることがある。この膨大部の左側への伸び出しが半規管の単脚であり、右側への広い延長部が卵形囊への通路である。



クプラ

感覚細胞

支持細胞

神経

骨

これは図 20-22 の膨大部稜の上半分である。

膨大部稜は骨膜が肥厚した高まりで、その表面を感覚上皮が被っている。感覚上皮には基底膜の上に核が1列に並んでいる支持細胞と、自由表面に近いところに核が並んでいる感覚細胞の2種類がある。

感覚細胞は有毛細胞とも呼ばれ、基部がやや膨れた西洋梨形の細胞で、その基部は支持細胞によって支えられていて、基底膜には達していない。この感覚細胞は自由表面から1本の繊毛(動毛)と多数の長い微絨毛性の突起(不動毛)を出す。これらはゼリー状の物質で束ねられて、全体として膨大部稜から膨大部の腔内に突隆する三角帽子状の構造物となっている。これを小帽(Capulla ampullaris)という。
(続きは解説へ)



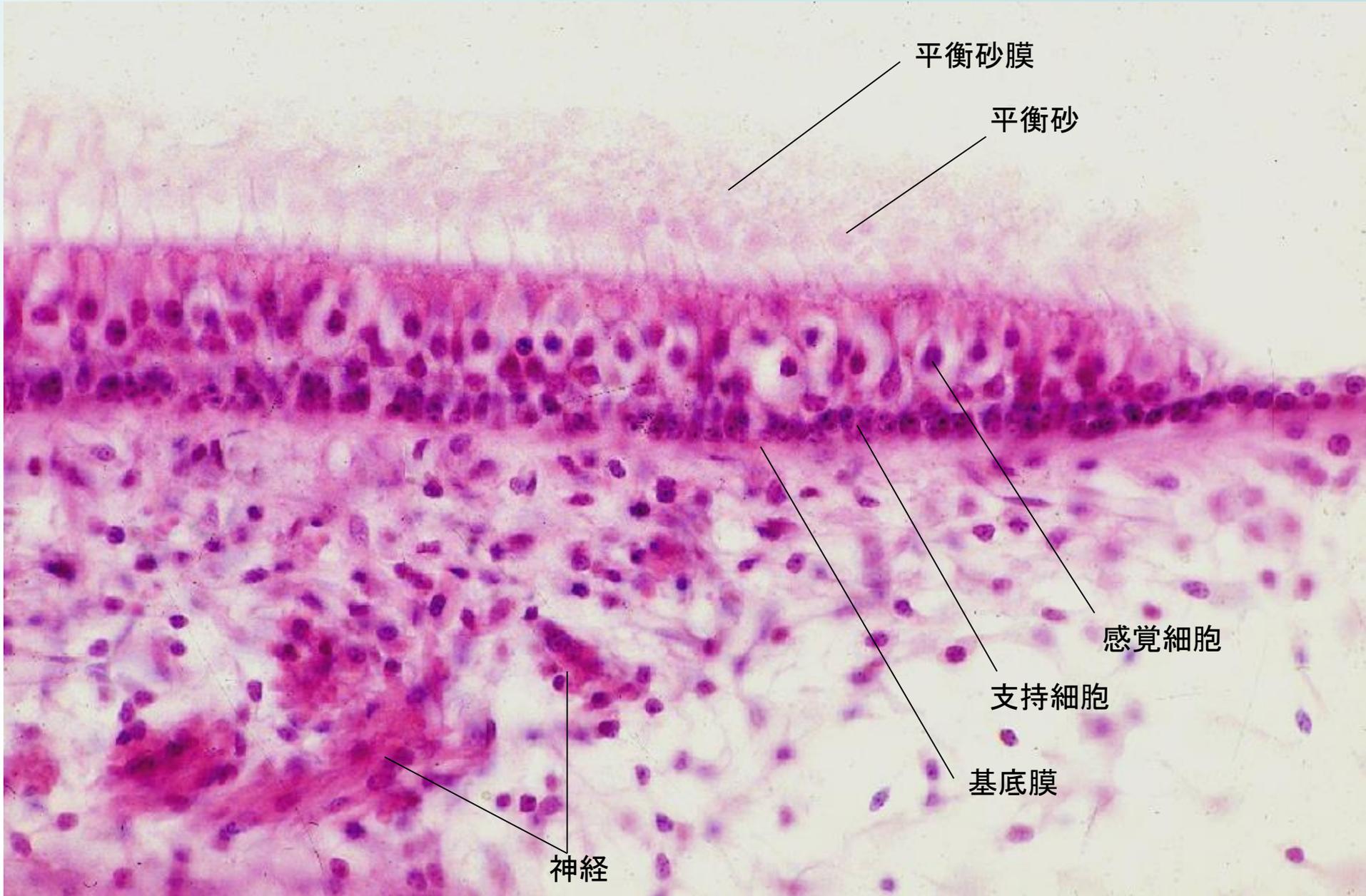
これは図 20-20 の卵形囊斑である。

静止時の身体の地球に対する関係を感じ取る装置が平衡斑で、これには球形囊斑(Mocula sacculi)と卵形囊斑(Macula utriculi)の二つがある。球形囊は前庭の前内側壁に底面を置き、頂点を後外方に向けた扁平な円錐形の袋で、その底面に感覚装置である球形囊斑がある。卵形囊は球形囊の上部でほぼ水平位をとる細長い楕円形の袋で、感覚装置である卵形囊斑は前庭腔に突出しているその前外側壁に存在する。球形囊斑と卵形囊斑をまとめて平衡斑といい、両者の微細構造は共通である。

球形囊も卵形囊も、平衡斑以外の部分では、その壁は丈の低い単層扁平上皮とそれを外から包む少量の結合組織でできている。

(続きは解説へ)

20-25 平衡斑 2. サル. H-E染色. x 100.



これは平衡斑の強拡大像である。

多列円柱上皮様の細胞の配列を示す平衡斑が、画面の右端部において突然単層扁平ないし単層円柱上皮様の卵形嚢の上皮に変わる。平衡斑では、基底膜に接して密に並んでいる核が支持細胞の核であり、その上部にやや疎に並ぶ円形の核が有毛細胞の核である。有毛細胞は基部が膨らんだ西洋梨形の細胞で、その基部を支持細胞によって支えられており、その自由表面からは上方に向かって毛が伸び、その上に平衡砂が載っている。平衡砂の炭酸カルシウムは脱灰操作で完全に溶け去り、残った蛋白質がかすかな点として見える。上皮下の結合組織の中には多数の神経線維が認められる。

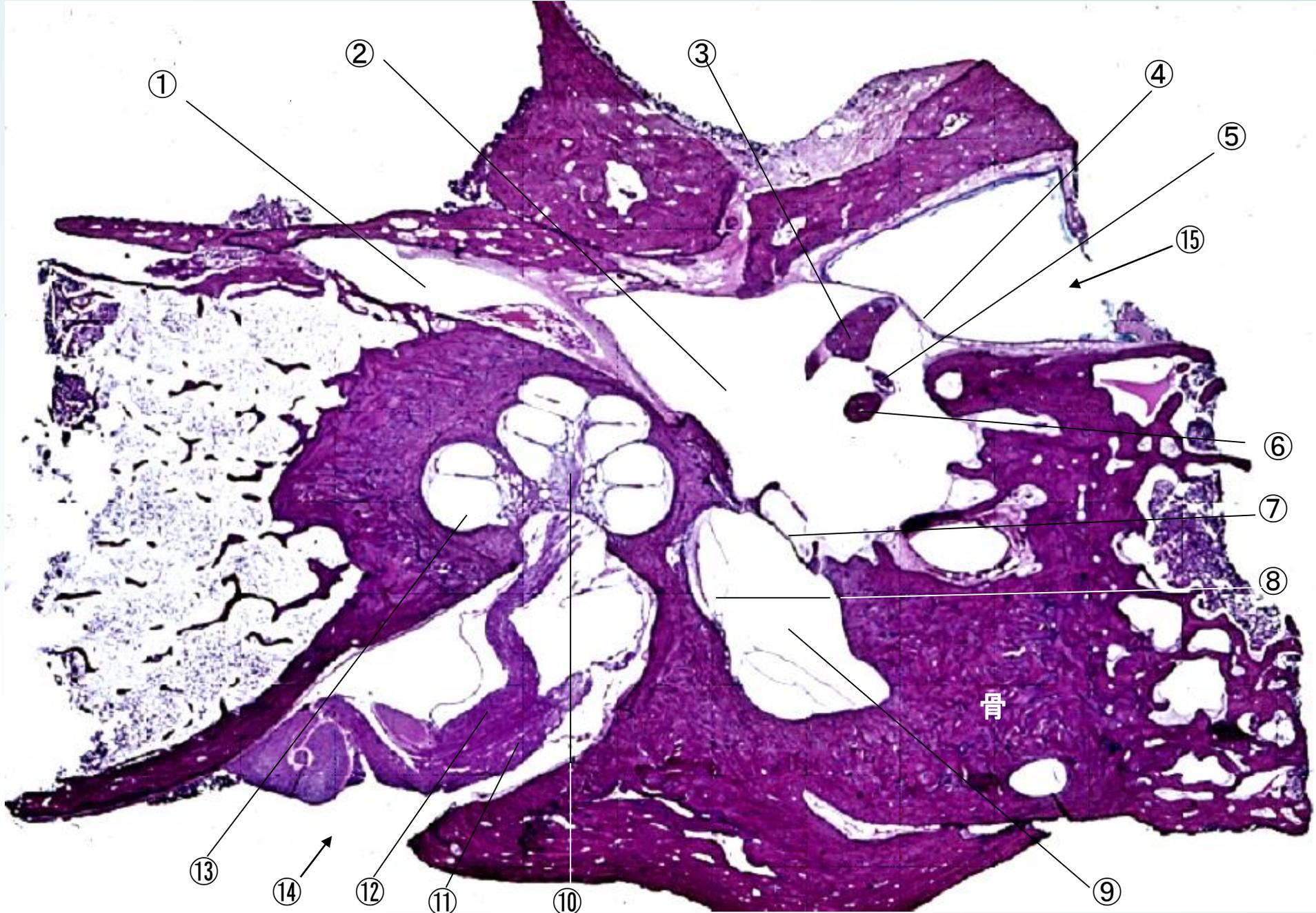
20-003

ヒトの側頭骨 の水平断



この図は最上部の断面で、画面の中央部を左下から右上方に走る空所が内耳道底の最深部⑪であり、その中の神経線維のうち右側のものは前庭神経の一部⑧で、すぐ右側にある外側半規管膨大部に分布している。神経線維のうち左側のものは顔面神経の一部⑨である。外側半規管を収めている前庭の上部にある横走する腔は鼓室④で、その右端から下方にのびている腔が乳突洞⑥である。鼓室の上部にある2個の骨のうち左側の小さいものはツチ骨②であり、その右側に接している横長の断面の骨③はキヌタ骨の短脚である。⑤は外側半規管膨大部、⑦は膜性および骨性半規管、⑩は蝸牛ラセン管であり、①は鼓膜張筋の腱である。

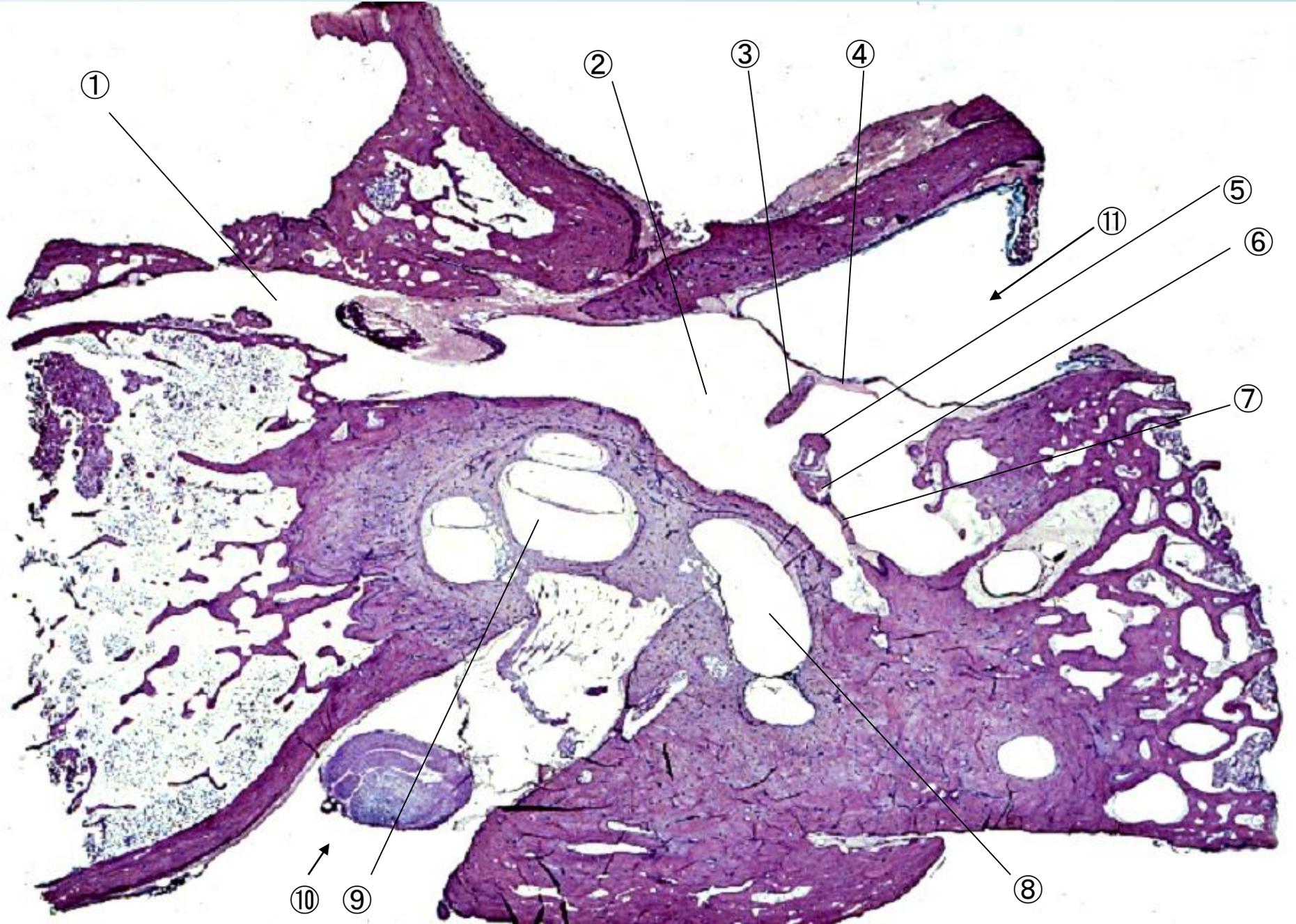
20-27 ヒトの平衡聴覚器 2. H-E染色. x 1.0.



これは蝸牛軸を通る水平断面である。

画面の中央部の内耳道底⑭から上方に向かって立ち上がっているのが蝸牛軸⑩で、その左右に蝸牛管の断面が2個ずつ並び、最上部では前庭階と鼓室階とが繋がっている。蝸牛の頂上の上を左上から右下方に向かって走る腔所①は、鼓膜張筋を収める腔所である。蝸牛の右側にある広い腔所は鼓室②で、その右上を閉ざしている膜が鼓膜④である。鼓膜の内面にはツチ骨の柄③が付着し、ツチ骨柄の右下の円形の断面はキヌタ骨の長脚⑥であり、キヌタ骨長脚の右上に付着しているのは鼓索神経(Chorda tympani ⑤)である。ツチ骨の左下面から左下方に突出しているものは、鼓膜張筋の腱である。

(続きは解説へ)



これは鼓室のほぼ中央の高さで、アブミ骨筋の腱⑦を通る断面である。

画面の中央やや上部を横に走る長い腔所が鼓室②とその左に続く耳管①である。鼓室の右上部を閉ざしているのが鼓膜④で、その内面にはツチ骨柄③が付着している。このツチ骨柄の右側にある円形の断面がキヌタ骨の長脚⑤で、その下に接している骨がアブミ骨頭⑥である。アブミ骨頭と右下方の骨とを結んでいるものがアブミ骨筋の腱⑦である。内耳の構造としては、蝸牛管の断面⑨が3個と、内耳道底⑩の右側にある膜蝸牛管の起始部を含む前庭の一部⑧が見られるのみである。



これは図 20-27 の中央部の拡大である。

蝸牛軸を通る水平断面であるから、蝸牛の構造および蝸牛管に分布する蝸牛神経がよく分かる。

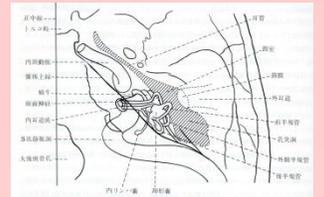
内耳道底⑮の右側の前庭⑨では、その左側の壁の上半分が軽度凹んでいて、そこに球形嚢斑を含む球形嚢⑩の底がはまっている。この球形嚢斑に向かって内耳道底の神経の下半分(前庭神経⑭)が近づいている。内耳道を上に向かって進む神経⑬は蝸牛神経で、これは蝸牛軸⑪に侵入している。前庭の上端を閉ざしているのはアブミ骨底⑧である。

蝸牛⑫の右側の広い腔所は鼓室②で、その右上を閉ざす膜が鼓膜④であり、その内面にツチ骨柄⑤が付着しており、ツチ骨柄の左下に付着しているのは鼓膜張筋の腱である。(続きは解説へ)

解説 - 20-00 平衡・聴覚器

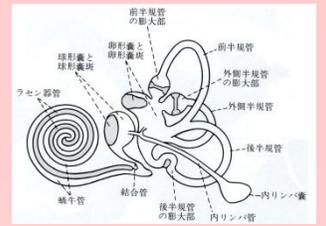
- ・ **平衡・聴覚器**は、空間における身体の位置および運動を感知して、反射的に身体の平衡を維持することに主役を演じる**平衡器**と、空気の振動である音を感知する**聴覚器**とからなり、その主体は側頭骨錐体の中に存在する**膜迷路**(Labyrinthus membranaceus)である。
- ・ 膜迷路は発生の早期に、将来の後脳の「橋」と「延髄」の境にあたる部位の外側に接する体表の外胚葉の一部が陥没して完全閉鎖性の袋(耳胞)となって、後脳と皮膚の間に陥没することによって成立する。従って耳胞から発生する上皮性の構造物は全て外胚葉性である。
- ・ 膜迷路は**卵形嚢**(Utriculus)とこれに出入りする3個の半円周状の管(**半規管** Ductus semicircularis)、および**球形嚢**(Sacculus)と、2回と3/4回転のラセンを描く**蝸牛管**(Ductus cochlearis)、ならびに内リンパ管と内リンパ嚢によって構築された非常に複雑な一続きの管系であり(図 20-02 を見よ)、その内部は**内リンパ**(Endolympha)と呼ばれる液体で満たされている。これらの諸構造のうち球形嚢、卵形嚢および3個の半規管は平衡器であり、蝸牛管は聴覚器である。
- ・ 側頭骨錐体のうちで膜迷路を内包する部分は特に骨質が緻密で、**骨迷路**と呼ばれる。半規管および蝸牛管を内包するところでは、ほぼこれらの形に対応した骨の管になっていて、それぞれ**骨半規管**および**蝸牛ラセン管**(Canalis cochlearis)と呼ばれるが、卵形嚢と球形嚢をいれる部分はやや広い共通腔になっている。これを**前庭**(Vestibulum)という。膜迷路と骨迷路とは密着しているのではなく、特定の場所以外では両者の間には隙間(外リンパ隙)があり、外リンパと呼ばれる液体で満たされている。内リンパと外リンパの間には交通は無い。膜迷路と骨迷路を合わせて内耳という。
- ・ 平衡器はそれ自身で完結していて、外界との連絡を持たないが、聴覚器においては空気の振動を蝸牛管に伝える介在装置が存在する。これが中耳および外耳である。
- ・ 平衡・聴覚器は上述のように側頭骨錐体という硬い骨によって包まれ保護されているので、その組織標本を作ることは、全身の器官のうちで最も困難なものの一つである。脱灰というかなり組織破壊性の強い操作を行いながら、非常に繊細な膜迷路の微細構造を保存した標本を作るには、特殊なノウハウと熟練を必要とする。

解説 - 20-01 膜迷路の位置. 模式図



- ・ 膜迷路は側頭骨錐体の内部に存在する。その位置は頭蓋底における側頭骨錐体の内側面の内耳道底を基準とし、そこから側頭骨錐体の長軸に沿って後外方に広がっている。
- ・ 蝸牛管は平衡・聴覚器のうちで最も前内側(頭蓋骨の前方で正中線に近い側)に位置し、蝸牛軸の位置は内耳道底の中央部にあたる。蝸牛軸は直立位ではほぼ水平で、錐体の長軸に直交し、その外側(正中線から遠い側、lateral)端は中耳腔の内側(medial)壁に達している。蝸牛管は、最も直径の大きい第一回転を内耳道底に置き、蝸牛軸の周りを後下方から前上方に廻り、回を重ねるにつれて外側(lateral)に張り出し、蝸牛の頂上は中耳腔(鼓室)に隆起している。
- ・ 平衡器である球形嚢は蝸牛管に接してその後外側に位置し、卵形嚢は更にその後外側にある。卵形嚢の後外側半部に 3 個の半規管がそれぞれ 2 個の開口部をもって開いている。
- ・ この図の蝸牛軸を通る赤線は、図 20-03 の標本の切断面を示す。
- ・ この図はDenker & Kahler の図に基づいて作図し、『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 20-02 膜迷路の全景. 模式図

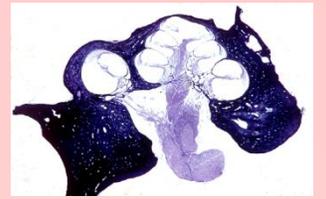


- ・ これは右側の膜迷路を内側から見た模式図である。膜迷路はこのように、迷路という名前に相応しい、複雑な形をした管が連なったものであり、完全閉鎖性で、外胚葉性の上皮細胞によって縁取られている。この図で灰色に着色された部位に感覚装置が存在する。
- ・ この図はKoelliker の図に基づいて作図されたもので、『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 20-001 蝸牛と外耳及び中耳

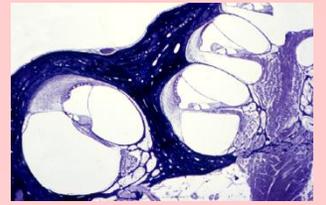
- ・ 聴覚受容装置は膜迷路の一部である蝸牛管(Ductus cochlearis)に存在するが、蝸牛管の構造は、これを納めている骨迷路である蝸牛ラセン管(Canalis cochlearis)と不可分であるので、両者を一体として取り扱う。
- ・ 蝸牛は空気の振動である音を感知する器官であり、外耳と中耳は空気の振動を蝸牛に導く器官である。

解説 - 20-03 蝸牛. 鉛直断. 全景. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 4.0.



- ・ 聴覚受容装置は膜迷路の一部である蝸牛管(Ductus cochlearis)に存在するが、蝸牛管の構造は、これを納めている骨迷路である蝸牛ラセン管と不可分であるので、両者を一体として取り扱う。
- ・ この標本は脱灰したサルの側頭骨錐体をセロイデンに包埋し、これを蝸牛軸を含む平面で薄切した切片を、ヘルド(Held)のヘマトキシリンで染色したものである。この染色では骨が濃青色に染まり、骨と軟部組織の識別が容易である。
- ・ この写真は、図 20-01 において赤線で示した、サルの蝸牛の蝸牛軸を通る鉛直断面の全景である。サルでは、この図のように、蝸牛の回転がヒトより 1 回多く、3 回と 3/4 廻っている。
- ・ 蝸牛管は**蝸牛軸**(Modiolus)と呼ばれる軸の周りをラセン状に取り巻き、直径が最も大きい基底回から上にあがるにつれて次第に直径が小さくなっている。
- ・ 蝸牛軸は側頭骨錐体の内面の凹みである内耳道底の中心部を通り、ほぼ水平に外方(lateral)に向っている。従って、蝸牛は直径の最も大きい蝸牛の基底回(蝸牛底)を内耳道底に置き、蝸牛の頂を外側(lateral)の中耳腔(鼓室)に突出させることになる。
- ・ この図は蝸牛軸の中軸部を通る鉛直断面であり、画面の下方が内側(medial)の内耳道底、画面の上方が外側(lateral)の中耳腔である。矢印は蝸牛管の第 1 回転によって中耳腔に生じた隆起、**岬角**(Promontrium)である。岬角の表面に見られる細い神経は鼓室神経(N. tympanicus)である。蝸牛軸の頂上の双方向矢印は、膜性蝸牛管が盲管をもって終わることによって、骨性蝸牛管の前庭階と鼓室階が通じるところで、**蝸牛孔**(Hericotrema)と呼ばれる。
- ・ この図では蝸牛管の断面が蝸牛軸の左側に 4 個、右側に 3 個現れている。左側の 3 個を図 20-04 に示す。
- ・ 蝸牛ラセン管の構造は、蝸牛軸を対称軸にして回転対称になっている。従って、蝸牛管の構造を述べるにあたっては、方向用語を別に定める必要がある。即ち、蝸牛の頂上の側を上、蝸牛底の側を下、蝸牛軸に近い側を内側、蝸牛軸から遠い側を外側とする。

解説 - 20-04 蝸牛. 鉛直断 2. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 10.



- ・ これは図 20-03 の蝸牛の左半分の拡大で、ここに 3 個の(骨性)蝸牛管が見られる。個々の骨性蝸牛管は、内側の蝸牛軸から外側に向かってほぼ水平に張り出す薄い骨の板(骨ラセン板)と、その外側に続く結合組織繊維性の膜ラセン板によって上下 2 段に分けられる。下の階を鼓室階という。上の階は更に下外側の蝸牛管と上内側の前庭階に分けられる。蝸牛管と前庭階を隔てる薄い膜を前庭膜という。
- ・ 膜迷路である蝸牛管が蝸牛の頂上で盲端をもって終わると、この蝸牛管によって隔てられていた前庭階と鼓室階がつながる。この交通孔を蝸牛孔(Heriotrema)という(画面右上部の双方向矢印)。
- ・ 蝸牛の基底部においては、前庭階は、直接、前庭腔に開くが、鼓室階は鼓室の内側壁における蝸牛窓に達し、蝸牛窓を閉ざす第二鼓膜によって鼓室から隔てられている。
- ・ 蝸牛管は骨ラセン板とこれに続く膜ラセン板の上に底辺を置き、外側隅が直角である、横に細長い直角三角形の断面を示し、その斜辺が前庭膜にあたる。聴覚受容装置はこの底辺を縁取る上皮が特殊に分化したもので、全体としてラセン器官(Organon spirale, Corti, コルティ器官)と呼ばれる。
- ・ 画面の右側端部は蝸牛軸で、この内部は蝸牛神経で埋め尽くされており、骨ラセン板の付け根の下内側部にはラセン神経節が存在する。ラセン神経節の神経細胞は双極神経細胞で、その末梢性軸索は膜ラセン板の上に載っている聴覚受容装置に分布し、中枢性軸索は集まって蝸牛神経となり、後脳における終止核に達する。
- ・ 画面の左上縁は鼓室の内側面で、薄い粘膜に被われている。矢印は岬角を、引き出し線は鼓室神経を示す。

解説 - 20-05-1 蝸牛管 1. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 25.



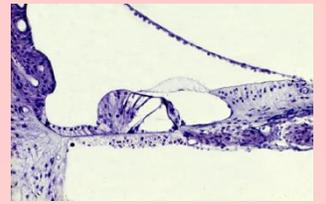
- ・ これは一個の骨性蝸牛管の断面である。蝸牛管の外側面は濃青色に染まった厚い骨質によって縁取られているが、内側面を縁取る蝸牛軸の骨質は薄い板状である。この薄い骨質から、薄い板状の骨が蝸牛管のほぼ中央部を外方に向かって張り出している。これが**骨ラセン板**(Lamina spiralis ossea)である。骨ラセン板は蝸牛ラセン管の中ほどで終わり、その外側端からは、薄いが丈夫な結合組織繊維性の膜が外方に伸びる。これが**膜ラセン板**(Lamina spiralis membranacea)である。膜ラセン板の外側端は急に上下に広がって扇形の靭帯となり、対岸である骨性蝸牛管の内面に固く結合する。これを**ラセン靭帯**(Lig. spirale)という。
- ・ 骨ラセン板の外側半とこれに続く膜ラセン板を底辺とし、ラセン靭帯の上半分を直角の短辺とし、前庭膜を斜辺とする直角三角形が膜性蝸牛管であり、その底辺の上に聴覚の受容装置である**ラセン器官**(コルティ器官)が載っている。これは外胚葉性上皮細胞が特殊に分化したものである。
- ・ 前庭膜は蝸牛管と前庭階を隔てる薄い膜で、蝸牛管に面する下面は外胚葉性の単層扁平上皮で縁取られ、前庭階に面する上面は極めて薄い間葉性の内皮細胞によって被われている。
- ・ 蝸牛管の外側壁はラセン靭帯の上半分に密着する部分で、上から下へ向って血管条、ラセン隆起、および外ラセン溝の3部が区別される。
- ・ **血管条**(Stria vascularis)は3~4層に重層する上皮細胞の間に多数の血管が存在する特殊な構造の部分で、ここの上皮細胞は内リンパを生産するものと考えられている。ただし、最近の研究によって、真の上皮細胞は最表層の1層のみで、他は間葉に由来することが明らかになった。(続く)

解説 - 20-05-2 蝸牛管 1. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 25.



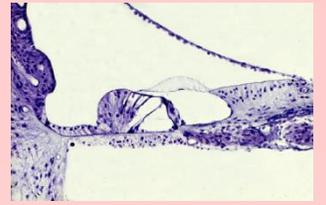
- ・ ラセン隆起は、ラセン靭帯の結合組織が増殖して内方に向かって隆起した部分で、ここの結合組織の中にも細血管が存在する。ラセン隆起の表面は外胚葉性の単層扁平上皮で被われている。
- ・ 外ラセン溝はラセン隆起と膜ラセン板の間の凹みで、その表面は単層立方上皮で被われている。この上皮細胞をクラウディウス細胞 (Cells of Claudius) という。
- ・ 蝸牛管の下壁は鼓室階壁とも呼ばれ、その内側の約 3/5 は骨ラセン板の上になっている。蝸牛管がのっている範囲では骨ラセン板の上面の骨膜が肥厚して、その上を被う丈の高い単層円柱上皮とともに内外方向に長いラセン板縁と呼ばれる高まりを作る。
- ・ この図でラセン板縁の下を右から左に向って走っている紫色の索状物は、画面の右下のラセン神経節から出てコルティ器官に達する蝸牛神経の末梢性軸索(有髄繊維)である。この標本はオスミウム酸を含む固定液で固定されているので、有髄神経線維の髓鞘が黒色に呈色しているのである。この範囲では、骨ラセン板はラセン板縁を載せる板と、蝸牛神経の末梢性軸索を鼓室階から隔てる薄い板の 2 枚に分かれている。(終り)

解説 - 20-06-1 ラセン器官 1. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 64.



- ・ これはラセン器官の拡大写真である。
- ・ 画面の右端の中央部には骨ラセン板の外側端部が左方に向って伸びている。その上面の骨膜は肥厚し、更にもその上を被う丈の高い単層ないし2列の円柱上皮とともに、左右に長い高まりを作っている。これがラセン板縁である。ラセン板縁の外側部(左端)は上端と下端で外方に張りだして、それぞれ前庭唇と鼓室唇となり、両唇の間に内ラセン溝(ssi)と呼ばれる凹みを囲む。ラセン板縁の上皮細胞は自由表面から微細繊維状の構造物を外方に向って伸ばす。これらはジェリー状の物質でまとめられて、舌状の横断面を示す蓋膜(Membrana tectoria)となり、ラセン器官の上面を被う。
- ・ ラセン板縁の鼓室唇の底面から外方に向って膜ラセン板が伸びる。膜ラセン板はその上にラセン器官を載せているので基底板(Lamina basilaris)とも呼ばれる。基底板を作っている繊維は、弾性に富む強靱な細繊維で、蝸牛の基底回転では最も短く(65~150 μ m)、上に進むにつれて長くなり、蝸牛の頂部では350~500 μ mに達する。基底板の下面は、鼓室階の内面を縁取る疎な結合組織で被われている。これを鼓室階被層(tympanal connective layer)という。
- ・ ラセン板縁の鼓室唇を外方に追うと、膜ラセン板の内側半部の上に2本の柱状構造物が立っている。内側のものは内柱と呼ばれ、やや拡大した基部を基底板の内側端部に置き、基底板に対して約60°の角度をもって上外方に伸び、上端で外方に曲がって長方形の扁平な板(頭板)となって終わる。外側のものは外柱と呼ばれ、基底板のほぼ中央部に位置する基部から基底板に対して約40°の角度をもって内上方に伸び、内柱の頭板の下面において外方に反転し、内柱の頭板の下面に密着しつつ扁平な板となって外方に進み、内柱の頭板よりも更に外方において終わる。
- ・ 外柱のこの部分を外柱の指節突起という。内柱と外柱が作るこの三角形の構造をラセン弓といい、この三角形の腔をトンネル(T)という。内柱も外柱もそれぞれ内柱細胞および外柱細胞と呼ばれる細胞の内部に生じた特殊な微細管の集合体である。内柱細胞の核は内柱の基部の外側に、外柱細胞の核は外柱の基部の内側に存在する。(続く)

解説 - 20-06-2 ラセン器官 1. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 64.



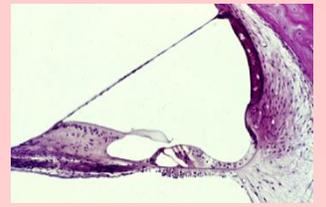
- ・ 内柱の内側には**内有毛細胞**が、その自由表面を内柱の頭板の高さに一致させて付着している。内有毛細胞は下部が膨れた西洋梨形の細胞で、その膨れた下部を内指節細胞によって支えられ、その内側を境界細胞によって被われている。外柱の外側には外柱の傾きと一致した傾きの狭い空白部(**ニュエル腔, N**)があり、更にその外側に同じ傾きで、感覚細胞である**外有毛細胞**が3列と、それを下から支える**ダイテルス細胞**が3列並んでいる。外有毛細胞は下部が膨れていない円柱形の細胞で、その自由表面を内柱の頭板および外柱の指節突起の高さに一致させて並んでいる。その基底部は指節突起と基底板の間のほぼ中央の高さで終わり、その下および外側をダイテルス細胞によって支えられている。内および外有毛細胞の基底部にはラセン神経節の神経細胞の末梢性軸索がきて、シナプスをもって接続している。外有毛細胞にくる神経線維は無髄で、トンネルおよびニュエル腔を横切って到着する。
- ・ 第三列のダイテルス細胞と外有毛細胞の外側には、外有毛細胞の自由表面と同じ高さの上皮細胞が数列並んでいる。この細胞群を**ヘンゼン細胞**という。ヘンゼン細胞の外側に続く細胞は急に丈が低くなり、基底板の外側部の上面を被い、ラセン靭帯の始まりの部分の部分を被って、ラセン隆起の表面の上皮に続く。この丈の低い単層円柱ないし単層立方上皮細胞を**クラウディウス細胞**という。ヘンゼン細胞による高まりとラセン隆起の間の凹みを**外ラセン溝 (sse)**という。
- ・ この画面の右側中央部のラセン板縁の下を右から左に向って伸びている淡紫色の繊維群は、ラセン神経節の神経細胞の末梢性軸索(有髄神経線維)である。これはその左側端、内柱の基底部の内側で基底板を貫く際に髄鞘を失い、無髄神経線維となって、まず内有毛細胞の基底部を取り巻いてこれと接続し、残りの繊維はトンネル及びニュエル腔を横切って外有毛細胞の基底部に達してこれと接続する。
- ・ このようにラセン器官(コルティ器官)は極めて複雑な、整然とした構造を示す。(続く)

解説 - 20-06-3 ラセン器官 1. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 64.



- ・ この画面の右側中央部のラセン板縁の下を右から左に向って伸びている淡紫色の繊維群は、ラセン神経節の神経細胞の末梢性軸索(有髄神経線維)である。これはその左側端、内柱の基底部の内側で基底板を貫く際に髄鞘を失い、無髄神経線維となって、まず内有毛細胞の基底部を取り巻いてこれと接続し、残りの繊維はトンネル及びニューエル腔を横切って外有毛細胞の基底部に達してこれと接続する。
- ・ このようにラセン器官(コルティ器官)は極めて複雑な、整然とした構造を示す。(終了)

解説 - 20-07 蝸牛管 2. サル. H-E染色. x 50.



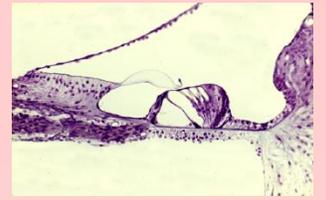
- これは図 20-03～図 20-06 とは別のサルの内耳の H-E 染色標本である。この標本では、ラセン器官の保存が特に良好であった。この図 20-07 から図 20-09 までは、画像の左右が図 20-03～図 20-06 とは逆になっているが、蝸牛軸に近い側を内側、蝸牛軸から遠い側を外側とする方向用語を使えば、全く問題は無い。画面の左側が内側、右側が外側である。
- 画面の左上の空白部が**前庭階**(Scala vestibuli)、画面の下部の空白部が**鼓室階**(Scala tympani)、画面の右側縁がラセン靭帯であり、これらに囲まれた中央の直角三角形の腔が**蝸牛管**(Ductus cochlearis)で、蝸牛管と前庭階を隔てる薄い膜が**前庭膜**(Membrana tympani)である。蝸牛管の外側壁(図の右側壁)は、上から下に向って血管条(Stria vascularis)とラセン隆起が続き、その下方は外方への凹み、外ラセン溝(ssc)となっている。
- 蝸牛管の下壁は内側(左側)から外方(右側)に向って、ラセン板縁とラセン器官(コルティ器官)によって構築されている。ラセン板縁の下には薄い骨ラセン板が左から右に向って張り出しており、その上面の骨膜は肥厚し、その上に丈の高い単層円柱上皮を載せている。こうしてできた内外方向に長い高まりがラセン板縁である。ラセン板縁はその外側端において上端(前庭唇)と下端(鼓室唇)が外方に突出して、その間に内ラセン溝(ssi)をはさむ。ラセン板縁の上面を被う上皮細胞は、その自由表面から微細な長い繊維状構造物を外上方に出す。これらはゼリー状物質でまとめられて、舌状の横断面を示す蓋膜(Membrana tectoria)となり、コルティ器官の表面を被う。内ラセン溝の表面は極めて扁平な単層の上皮細胞で被われている。
- ラセン板縁を載せる薄い骨の下を蝸牛神経の末梢性軸索(有髄繊維)が走り、更にその下には薄い骨の板があって、蝸牛神経の末梢性軸索を鼓室階から隔てている。この薄い骨の板の下面は、鼓室階の内面を被う間葉性の内皮細胞によって縁取られている。
- この標本もオスミウム酸を含む固定液で固定されているので、有髄神経線維の髓鞘が黒褐色に呈色している。
- 蝸牛管の底辺のほぼ中央部で骨ラセン板が膜ラセン板に移行する。この移行部から外側の膜ラセン板の上に乗っているのがラセン器官(コルチ器官)である。その詳細は図 20-08 から 図 20-11 において説明される。

解説 - 20-08-1 ラセン器官 2. サル. H-E染色. x 64.



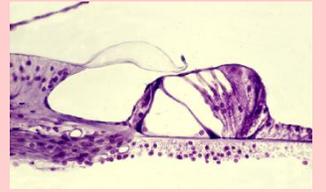
- ・ これは蝸牛管の底辺の諸構造の拡大である。この底辺のほぼ中央部で左側(内側)の骨ラセン板が右側(外側)の膜ラセン板に移行している。膜ラセン板はその上にラセン器官を載せているので、基底板とも呼ばれる。
- ・ 底辺の左半分(内側半)は骨ラセン板で、その上にラセン板縁が乗っている。ラセン板縁は骨ラセン板の上面の骨膜が肥厚し、更にその上を外胚葉性の単層円柱上皮が被ったもので、内外方向に長い高まりである。その外側端は上端と下端が外方に突出して、それぞれ前庭唇と鼓室唇となり、その間に内ラセン溝(ssi)を挟む。
- ・ ラセン板縁の鼓室唇を外方に追うと、骨ラセン板が膜ラセン板に移行する部分から始まって、膜ラセン板の内側半部の上に2本の柱状構造物が立っている。内側のものは内柱と呼ばれ、やや拡大した基部を基底板の内側端部に置き、基底板に対して約 60° の角度をもって上外方に伸び、上端で外方に曲がって長方形の扁平な板(頭板)となって終わる。外側のものは外柱と呼ばれ、基底板のほぼ中央部に位置する基部から基底板に対して約 40° の角度をもって内上方に伸び、内柱の頭板の下面において外方に反転し、内柱の頭板の下面に密着しつつ扁平な板となって外方に進み、内柱の頭板よりも更に外方において終わる。外柱のこの部分を外柱の指節突起という。内柱と外柱が作るこの三角形の構造をラセン弓といい、この三角形の腔をトンネル(T)という。内柱も外柱もそれぞれ内柱細胞および外柱細胞と呼ばれる細胞の内部に生じた特殊な微細管の集合体である。内柱細胞の核は内柱の基部の外側に、外柱細胞の核は外柱の基部の内側に存在する。
- ・ 内柱の内側には内毛細胞が、その自由表面を内柱の頭板の高さに一致させて付着している。内毛細胞は下部が膨れた西洋梨形の細胞で、その膨れた下部を内指節細胞によって支えられ、その内側を境界細胞によって被われている。(続く)

解説 - 20-08-2 ラセン器官 2. サル. H-E染色. x 64.



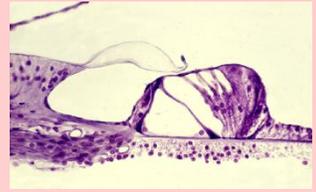
- ・ 内有毛細胞も外有毛細胞も、その自由表面から多数の不動毛を出している。それらの特異な配列については図 20-11 を参照せよ。ラセン板縁の前庭唇から外方に延び出している蓋膜は、その下面でこれらの不動毛に接触している。
- ・ 第三列のダイテルス細胞と外有毛細胞の外側には、外有毛細胞の自由表面と同じ高さの上皮細胞が数列並んでいる。この細胞群をヘンゼン細胞という。ヘンゼン細胞の外側に続く細胞は急に丈が低くなり、基板の外側部の上面を被い、ラセン靭帯の始まりの部分の部分を被って、ラセン隆起の表面の上皮に続く。この丈の低い単層円柱ないし単層立方上皮細胞をクラウディウス細胞という。ヘンゼン細胞による高まりとラセン隆起の間の凹みを外ラセン溝 (sse) という。
- ・ この図では膜ラセン板の下面に付着している鼓室階被層が明瞭である。(終り)

解説 - 20-09-1 ラセン器官 3. サル. H-E染色. x 100.



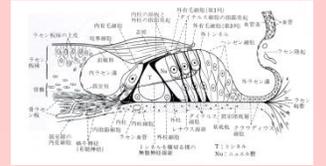
- ・これはラセン器官の中心部の強拡大像である。画面の左側約 2/5 が骨ラセン板の範囲、右側約 3/5 が膜ラセン板の範囲である。骨ラセン板の範囲では、ラセン板縁、骨ラセン板とその骨膜、蝸牛神経の末梢側軸索(有髄繊維)、およびこの神経を鼓室階から隔てる薄い骨の板が識別される。骨ラセン板の上面の骨膜から始まった繊維が内ラセン溝の底を被っている単層扁平上皮の下を右方に走って、内柱の基底部下で膜ラセン板(基底板)に移行すること、およびこの部分で有髄神経線維である蝸牛神経の末梢性軸索が髓鞘を失って裸の神経線維となって内有毛細胞の基底部に達することが、明らかに観察される。
- ・この基底板を貫く裸の神経線維の右側に接して、内柱が基底板に対して約 60° の角度で立ち上がり、その上端において外方(右方)に曲がって頭板となって終わる。内柱の基底部の右側に接して内柱細胞の円形の核が存在する。
- ・基底板のほぼ中央部(基底板を振動板ないし振動弦と考えた時、振幅が最大になる位置)から外柱が立ち上がる、外柱はこの位置に基底部を置き、基底板に対して約 40° の角度をもって内上方(左上方)に立ち上がり、内柱の頭板の下面に達して外方に反転し、頭板の下面に接して外方に進み、頭板の外側端を越えて終わる。この部分を外柱細胞の指節突起という。外柱の基底部の内側(図では左側)に接して外柱細胞の核が見られる。
- ・内柱も外柱も、それぞれ内柱細胞および外柱細胞と呼ばれる細胞の内部に生じた特殊な微細管の集合体である。内柱と外柱が作るこの三角形の構造をラセン弓といい、この三角形の腔をトンネル(T)という。
- ・内柱の内側には内有毛細胞が、その自由表面を内柱の頭板の高さに一致させて付着している。内有毛細胞は下部が膨れた西洋梨形の細胞で、その膨れた下部を内指節細胞によって支えられ、その内側を境界細胞によって被われている。(続く)
- ・外柱の外側には外柱の傾きと一致した傾きの狭い空白部(ニュエル腔、N)があり、更にその外側に同じ傾きで、感覚細胞である外有毛細胞が3列と、それを下から支えるダイテルス細胞が3列並んでいる。外有毛細胞は下部が膨らんでいない円柱形の細胞で、その自由表面を内柱の頭板および外柱の指節突起の高さに一致させて並んでいる。外有毛細胞の基底部は指節突起と基底板の間のほぼ中央の高さで終わり、その下および外側をダイテルス細胞によって支えられている。

解説 - 20-09-2 ラセン器官 3. サル. H-E染色. x 100.



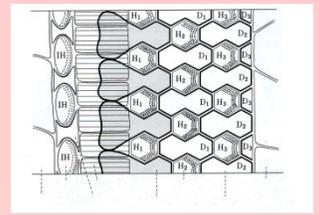
- ・ 内および外有毛細胞の基底部分にはラセン神経節の神経細胞の末梢性軸索がきて、シナプスをもって接続している。外有毛細胞に分布する神経線維は、トンネルおよびニューエル腔を横切って到着する。この写真ではその裸の神経線維がかすかに認められる。
- ・ ダイテルス細胞は細胞体の上外側端部から上方に向って細長い柱状の突起を出す。この突起の上端部は、頭板および外柱の指節突起と同じ高さに広がる扁平な板となって終わる。これをダイテルス細胞の指節突起という。ダイテルス細胞の指節突起は外柱の指節突起とともに、外有毛細胞の自由表面を囲んでその位置を固定する網状の板を作る。この板を網状膜という。網状膜の詳細については図 20-11 を見よ。ダイテルス細胞の柱状の突起の内部には、内柱および外柱と同様の微細管の束で満たされている。この微細管の束は、やや疎になりながらダイテルス細胞の中軸部を貫いて細胞の基底面に達している。これは内柱や外柱と同じく、H-E 染色ではエオジンに濃染する。これは従来レチウス繊維と呼ばれているものである。
- ・ ダイテルス細胞の外側(図では右側)に接して、丈の高い多列円柱上皮様の細胞が数列並び、外有毛細胞とダイテルス細胞の列を外側から支持している。この細胞をヘンゼン細胞という。ヘンゼン細胞の自由表面は網状膜の外側に連なる。
- ・ 丈の高い数列のヘンゼン細胞の外側では、細胞の丈が急に低くなり、更にその外側では単層立方上皮様の細胞となる。これをクラウディウス細胞という。クラウディウス細胞は基底板の外側部から外ラセン溝の内面を被い、ラセン隆起の下縁でラセン隆起の表面を被う単層扁平上皮様の細胞に移行する。
- ・ 第三列の外有毛細胞と最内側のヘンゼン細胞の間には狭い空間が介在する。これを外トンネルという。また個々の外有毛細胞の胞体も、介在する狭い空間によって相互に隔てられている。これらの空間、即ち、トンネル、ニューエル腔、外トンネル、および外有毛細胞相互間の空間は、すべて内リンパによって満たされている。(終り)

解説 - 20-10 ラセン器官 模式図 1



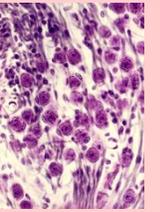
- ・ これは図20-05 から図20-09 にわたって述べたラセン器官(コルティ器官)の構造を示す模式図である。これほど複雑で、しかも組織標本を作ることが困難なラセン器官の構造を、ここまで詳細に解明した先人達の実績に対して、深い敬意と感謝を表明する。
- ・ この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 20-11 網状腺 模式図 (S.Iurato,1961,による)



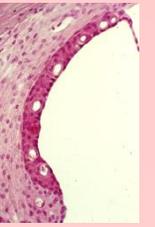
- ・ これはラセン器官の自由表面を上から見た模式図で、S. Iurato (1961) の図を一部改変したものである。
- ・ 内有毛細胞はその内側を境界細胞によって、外側を内柱細胞の頭板によって固定され、相互間は内指節細胞によって隔てられている。第一列の外有毛細胞は、その内側を内柱細胞の頭板によって、外側を第一列のダイテルス細胞の指節突起によって固定され、左右の相互間は外柱細胞の指節突起によって隔てられている。第二列の外有毛細胞は、その内側を外柱細胞の指節突起により、外側を第二列のダイテルス細胞の指節突起によって固定され、左右の間は第一列のダイテルス細胞の指節突起によって隔てられる。第三列の外有毛細胞は、その内側を第一列のダイテルス細胞の指節突起により、外側を第三列のダイテルス細胞の指節突起によって固定され、左右のものは第二列のダイテルス細胞の指節突起によって隔てられている。このように、内有毛細胞も外有毛細胞も、その自由表面は境界細胞、内指節細胞、内柱細胞の頭板、外柱細胞の指節突起、ダイテルス細胞の指節突起によって、その位置を固定されている。
- ・ 内有毛細胞の不動毛は自由表面の外側半において、外側縁に平行なゆるい弧を描いて並んでいる。一方、外有毛細胞の不動毛は自由表面の外側半において、内側に開いた W 形を描いて密に並んでいる。
- ・ この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 20-12 ラセン神経節. サル. ヘルドのヘマトキシリン染色. x 160.



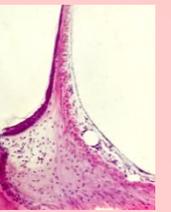
- ・ これはラセン神経節の神経細胞である。平衡・聴覚器に分布する神経(第八脳神経)の神経細胞は双極神経細胞であり、これ以外の知覚性脳脊髄神経の神経節の細胞が偽単極性細胞であるのとは異なっている。
- ・ ラセン神経節の神経細胞はずんぐりした紡錘形で、その両極から軸索が出る。末梢性軸索①は有髄神経線維として骨ラセン板の中を外側に進み、ラセン器官の基板を貫くときに髄鞘を失い、それ以後は裸の繊維となってラセン器官の内および外有毛細胞に分布する。中枢性軸索②も有髄繊維として蝸牛軸の中に入り、ここでまとまって太い蝸牛神経となり、後脳の「橋」と「延髄」の境界付近に存在する蝸牛神経核に達して終わる。
- ・ この図においては個々の神経細胞がずんぐりした紡錘形であり、その両極から軸索がでていることがよく分る。また、シュヴァン細胞が細胞体の一側に付着していることが明らかに観察される(矢印)。
- ・ この標本はオスミウム酸を含む固定液で固定してあるので、髄鞘が黒く呈色している。

解説 - 20-13 血管条. サル. H-E染色. X 100.



- ・ これは血管条である。この図に見るように、上皮細胞は最表層の円柱形細胞、基底部の横に扁平な細胞、および中間層に 1~2 層の細胞が区別される。基底部の細胞とその下のラセン靭帯の細胞との間には明瞭な境が認められ、細胞の染色性も明らかに異なっている。血管条の中の血管は管腔は広いが壁は極めて薄い。
- ・ 血管条は、その下端部において突然ラセン隆起の表面の単層扁平上皮に移行する。

解説 - 20-14 鼓膜 1. サル. H-E染色. X 64.



- これはサルの鼓膜の辺縁部の写真である。左側が外面で、皮膚の続きの重層扁平上皮で被われ、右側が内面で、鼓室の粘膜で被われている。鼓膜の芯をなすものは膠原繊維で、繊維は外側では中心から四方に向かって放射状に、内側では輪状に走っている。外側の放射状に走る繊維は辺縁部では細分して、周囲の骨膜に付着している。

解説 - 20-15 鼓膜 2. サル. H-E染色. X 160.



- ・ これは 図 20-14 の一部の拡大である。左側の重層扁平上皮に下に微量の結合組織が存在することが分かる。右側では粘膜上皮の下に粘膜固有層が認められる。放射状に走る膠原繊維の層と輪状に走る繊維の層が明瞭に識別される。

解説 - 20-16 外耳道. サル. H-E染色. X 2.5.

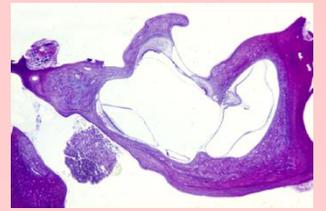


- ・ これはサルの外耳道の横断面の全景である。
- ・ 外耳道は、空気の振動である音を鼓膜に導く管状の皮膚の陥没で、その底は鼓膜で閉ざされている。その壁のうち、耳介に近い外側の約 2/3 は、下方に開いたトコ状の外耳道軟骨(弾性軟骨)により、鼓膜に近い内側約 1/3 は側頭骨によって作られている。外耳道の内面は皮膚によって被われているが、その表皮は薄く、真皮の乳頭は見られない。しかし真皮の網状層はむしろ厚くて、直接または少量の皮下組織を介して軟骨膜または骨膜に結合している。軟骨性外耳道には多数の毛とこれに付属する皮脂腺が見られる。また皮膚の深部または皮下組織の内部には耳道腺(Gll. cerminosae)と呼ばれるアポクリン腺が多数存在する。この腺の分泌物、皮脂腺の分泌物および剥離した上皮の混ったものが「耳の垢」である。外耳道にはエクリン汗腺は見られない。
- ・ この図では外耳道の内面を被う薄い表皮、厚く緻密な真皮の網状層、僅かの皮下組織、更にその外を囲む外耳道軟骨が明瞭に識別される。皮下組織の内部にはアポクリン腺である耳道腺が認められる。

解説 - 20-002 前庭器官

- ・ 前庭器官は球形嚢、卵形嚢および 3 個の半円周状の管(半期管)からなる。3 個の半期管はそれぞれ固有の半円周状の骨の管(骨性半期管)の中に納められているが、球形嚢と卵形嚢とは前庭と呼ばれる共通の腔の中に納まっている。
- ・ 3 個の半期管は身体の運動時における加速度を感知し、球形嚢と卵形嚢とは静止時の身体にかかる地球の重力を感知し、ともに反射的に身体のバランスを保つ働きをしている。この平衡感覚は我々には意識されない。

解説 - 20-17 前庭 1. サル.ヘルドのヘマトキシリン染色. x 5.0.



- ・ これは図 20-03 と同じサルの前庭で、画面の上部が鼓室、画面の下部が頭蓋底である。
- ・ 画面上部の右側の凹みが蝸牛窓 (Fenestra cochleae) で、その底を閉ざしている薄い膜が第二鼓膜である。その内側の膜は蝸牛管の第一回転で、さらにその下の広い腔が前庭 (Vestibulum) である。この前庭の左下の壁をなす頭蓋骨には球形囊 (Sacculus) が付着しており、その左下の壁には球形囊斑が見られる。前庭の右側の広い部分を占めているのは、後半規管の膨大部で、その左側壁から膨大部稜が突出している。球形囊斑の左側の骨の下左側にある淡紫色の円形の構造物は前庭神経節の一部である。

解説 - 20-18 前庭 2. サル. H-E染色. x 5.0.



- ・ これも図 20-03 と同じサルの前庭で、アブミ骨と卵形嚢とが画面に現れている。画面の上部が鼓室で、その中央やや左にアブミ骨が縦断されている。アブミ骨底がはまっているところが前庭窓である。このアブミ骨底に対向して前庭腔の中に横たわっている袋が卵形嚢であり、その左上部には卵形嚢斑が見られる。卵形嚢の左側で、薄い骨の板の左側にあるのは前庭神経節の一部である。画面の右上部の円形の穴は後半規管(骨性と膜性)である。

解説 - 20-19 前庭 3. サル. H-E染色. x 5.0.



- ・ これは図 20-17 および図 20-18 とは別のサルの前庭であり、左右が逆になっている。
- ・ 図 20-20～図 20-25 はこれと同じサルの標本である。
- ・ 図の上部中央でアブミ骨が縦断されている。アブミ骨底の右下方の前庭腔に卵形囊斑が隆起している。卵形囊の腔を左側に追うと左端に後半規管の膨大部が存在する。この断面は膨大部稜の底を切っている。アブミ骨底の右側の濃赤色の円形の構造物は顔面神経である。

解説 - 20-20 前庭 4. サル. H-E染色. x 5.0.



- ・ これは後半期管の膨大部稜を通る断面であり、画面の左端部に後半期管の膨大部および膨大部稜がある。画面の右端部には前半期管と外側半期管の膨大部稜の底の断面が見えている。また卵形囊斑が前庭腔の中に隆起している。卵形囊斑の上方の骨の円形の穴の中の濃赤色のものは顔面神経である。

解説 - 20-21 前庭 5. サル. H-E染色. x 5.0.



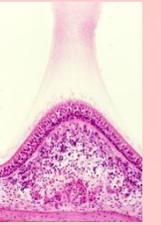
- ・ これは図 20-20 よりも後外側の断面で、前半規管と外側半規管の膨大部稜が見えている。図の上縁の中央やや右側の濃赤色の円形のものは顔面神経である。図の右下方の桃色の組織片は小脳皮質の一部である。

解説 - 20-22 膨大部稜 1. サル. H-E染色. x 13.2.



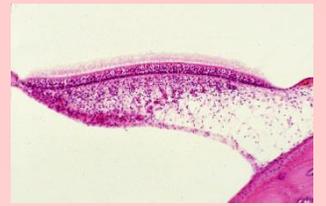
- これは図 20-20 の後膨大部稜の拡大である。膨大部稜は半円周状に膨大部の内腔に隆起しているから、断面によっては、膨大部稜がこのように上下に現れ、膨大部稜から腔内に突出している小帽が上下連続して現れることがある。この膨大部の左側への伸び出しが半規管の単脚であり、右側への広い延長部が卵形囊への通路である。

解説 - 20-23 膨大部稜 2. サル. H-E染色. x 50.



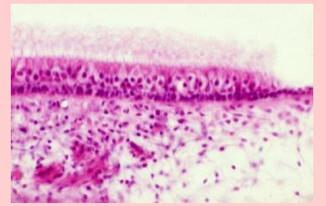
- ・ これは図 20-22 の膨大部稜の上半分である。膨大部稜は骨膜が肥厚した高まりで、その表面を感覚上皮が被っている。感覚上皮には、基底膜の上に核が 1 列に並んでいる支持細胞と、自由表面に近いところに核が並んでいる感覚細胞の 2 種類がある。
- ・ 感覚細胞は有毛細胞とも呼ばれ、基底部分がやや膨れた西洋梨形の細胞で、その基底部分は支持細胞によって支えられていて、基底膜には達していない。この感覚細胞は自由表面から 1 本の繊毛(動毛)と多数の長い微絨毛性の突起(不動毛)を出す。これらはジェリー状の物質で束ねられて、全体として膨大部稜から膨大部の腔内に突隆する三角帽子状の構造物となっている。これを小帽(Capulla ampullaris)という。ただし、1 枚の切片から三角帽子状の小帽を立体的に思い浮かべることは容易ではない。
- ・ 小帽は半規管が含む面に対してほぼ直角に立ち上がっており、身体の運動によって半規管内の内リンパに流れが起こると、卵形嚢の方に向って、あるいはその反対方向に向って傾けられる。この小帽の傾きが有毛細胞に神経性の興奮を引き起こし、全体として運動時の加速度が感知されることになる。
- ・ この図においては、下縁の桃色の部分が骨であり、その上が骨膜の肥厚による高まり(膨大部稜)で、その表面を感覚上皮が被っていることが明らかである。骨膜の肥厚である結合組織の中には多数の神経線維が表面の感覚上皮に向って走っている。感覚上皮が支持細胞と有毛細胞からなること、および有毛細胞から小帽が立ち上がっていることが明らかに観察される。

解説 - 20-24 平衡斑 1. サル. H-E染色. x 33.



- ・ これは図 20-20 の卵形囊斑である。
- ・ 静止時の身体の地球の重力に対する関係を検知する装置が平衡斑で、これには球形囊斑 (Mocula sacculi) と卵形囊斑 (Macula utriculi) の 2 つがある。球形囊は前庭の前内側壁に底面を置き、頂点を後外方に向けた扁平な円錐形の袋で、その底面に感覚装置である球形囊斑がある。卵形囊は球形囊の上部でほぼ水平位をとる細長い楕円形の袋で、感覚装置である卵形囊斑は、前庭腔に突出しているその前外側壁に存在する。球形囊斑と卵形囊斑をまとめて平衡斑といい、両者の微細構造は共通である。
- ・ 球形囊も卵形囊も、平衡斑以外の部分では、その壁は丈の低い単層扁平上皮とそれを外から包む少量の結合組織でできている。ところが平衡斑の部分では上皮の丈が著しく高く ($30\sim 35\mu\text{m}$)、上皮は膨大部稜におけるのと同様の形態学的特長を示す支持細胞と感覚細胞 (有毛細胞) の 2 種類の細胞でできている。ただし、有毛細胞の毛は膨大部稜のそれに比べると短く、かつ長さが揃っており、上皮の表面を被っている平衡砂膜の中に深く進入している。平衡砂膜はゼリー状の物質からなる厚さ $20\sim 25\mu\text{m}$ の層で、その表層部に非常に多数の、炭酸カルシウムと蛋白質の複合体である結晶 (長径約 $5\mu\text{m}$ 、短径約 $3\mu\text{m}$) を埋めている。この結晶を平衡砂 (Statoconia) という。
- ・ 球形囊斑は直立位ではほぼ垂直に、卵形囊斑はほぼ水平に位置しており、従って有毛細胞の毛は前者ではほぼ水平に、後者ではほぼ垂直に伸びている。この毛の先端部に平衡砂が触れており、有毛細胞は平衡砂に働いている重力を毛を介して感知しているのである。
- ・ この図は卵形囊斑で、前庭腔の中に突隆しており、卵形囊斑は疎な結合組織によって裏打ちされている。この結合組織の中には多数の神経線維が認められる。平衡斑は著明な基底膜によって裏打ちされ、基底膜に近い位置に核を持つ支持細胞と、自由表面に近い部位に核を持つ感覚細胞 (有毛細胞) の 2 種類の細胞によって構築されている。有毛細胞から上に向かって伸びる毛が著明である。

解説 - 20-25 平衡斑 2. サル. H-E染色. x 100.

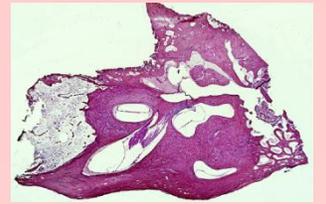


- ・ これは平衡斑の強拡大像である。
- ・ 多列円柱上皮様の細胞の配列を示す平衡斑が、画面の右端部において突然単層扁平ないし単層円柱上皮様の卵形囊の上皮に変わる。平衡斑では、基底膜に接して密に並んでいる核が支持細胞の核であり、その上部にやや疎に並ぶ円形の核が感覚細胞（有毛細胞）の核である。有毛細胞は基底部分が膨らんだ西洋梨形の細胞で、その基底部分を支持細胞によって支えられており、その自由表面からは上方に向って毛が伸び、その上に平衡砂が載っている。平衡砂の炭酸カルシウムは脱灰操作で完全に溶け去り、残った蛋白質がかすかな点として見える。上皮下の結合組織の中には多数の神経線維が認められる。

解説 - 20-003 ヒトの側頭骨の水平断

- ・ 図 20-26～図 20-29は、一側の中耳癌で死亡された方の御遺志によって提供された健常側の側頭骨錐体の水平断面の写真である。切片は錐体の表面に平行に切断されている。
- ・ これは山本松紀博士作製の標本である。

解説 - 20-26 ヒトの平衡聴覚器 1. H-E染色. x 1.0.



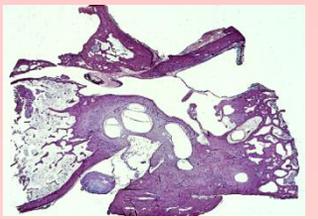
- この図 20-26 は最上部の断面で、画面の中央部を左下から右上方に走る空所⑪が内耳道底の最深部であり、その中の神経線維のうち右側のものは前庭神経の一部⑧で、すぐ右側にある外側半器管膨大部に分布している。神経線維のうちの左側のものは顔面神経の一部⑨である。外側半規管を収めている前庭の上部にある横走する腔は鼓室④で、その右端から下方にのびている腔が乳突洞⑥である。鼓室の上部にある 2 個の骨のうちの左側の小さいものはツチ骨②であり、その右側に接している横長の断面の骨③はキヌタ骨の短脚である。⑤は外側半期管膨大部、⑦は膜性および骨性半規管、⑩は蝸牛ラセン管であり、①は鼓膜張筋の腱である。

解説 - 20-27 ヒトの平衡聴覚器 2. H-E染色. x 1.0.



- ・ これは蝸牛軸を通る水平断面である。
- ・ 画面の中央部の内耳道底から上方に向かって立ち上がっているのが蝸牛軸⑩で、その左右に蝸牛管の断面が 2 個ずつ並び、最上部では前庭階と鼓室階とがつながっている。蝸牛の頂上の上を左上から右下方に向かって走る腔所①は、鼓膜張筋を収める腔所である。蝸牛の右側にある広い腔所は鼓室②で、その右上を閉ざしている膜が鼓膜④である。鼓膜の内面にはツチ骨の柄③が付着している。ツチ骨柄の右下の円形の断面はキヌタ骨の長脚⑥であり、キヌタ骨長脚の右上に付着しているのは鼓索神経 (Chorda tympani ⑤) である。ツチ骨の左下面から左下方に突出しているものは、鼓膜張筋の腱である。内耳道底の右側の腔所は前庭⑨で、その左側壁の上部に球形嚢と球形嚢斑⑧が付着している。球形嚢の右上で、前庭の上部を閉ざしているのはアブミ骨底⑦である。内耳道底の内部の神経のうち上方に進むものは蝸牛に分布する蝸牛神経⑫であり、右方に進むものは球形嚢斑に分布する前庭神経の一部⑪である。
- ・ この断面は中耳から内耳にかけての諸構造の相互関係を明らかに示している。この切片の中央部の拡大が図 20-29 に示されている。

解説 - 20-28 ヒトの平衡聴覚器 3. H-E染色. 1.0.



- ・ これは鼓室のほぼ中央の高さで、アブミ骨筋⑦の腱を通る断面である。
- ・ 画面の中央やや上部を横に走る長い腔所が鼓室②とその左に続く耳管①である。鼓室の右上部を閉ざしているのが鼓膜④で、その内面にはツチ骨柄③が付着している。このツチ骨柄の右側にある円形の断面がキヌタ骨の長脚⑤で、その下に接している骨がアブミ骨頭⑥である。アブミ骨頭と右下方の骨とを結んでいるものがアブミ骨筋の腱⑦である。内耳の構造としては、蝸牛管の断面⑨が3個と、内耳道底⑩の右側にある膜蝸牛管の起始部を含む前庭の一部⑧が見られるのみである。

解説 - 20-29 ヒトの平衡聴覚器 4. H-E染色. x 1.8.



これは図 20-27 の中央部の拡大である。蝸牛軸を通る水平断面であるから、蝸牛の構造および蝸牛管に分布する蝸牛神経がよく分かる。

内耳道底⑮の右側の前庭⑨では、その左側の壁の上半分が軽度凹んでいて、そこに球形嚢斑を含む球形嚢⑩の底がはまっている。この球形嚢斑に向かって内耳道底の神経の下半分(前庭神経⑭)が近づいている。内耳道を上に向かって進む神経⑬は蝸牛神経で、これは蝸牛軸⑪に侵入している。前庭の上端を閉ざしているのはアブミ骨底⑧である。

蝸牛⑫の右側の広い腔所は鼓室②で、その右上を閉ざす膜が鼓膜④であり、その内面にツチ骨柄⑤が付着しており、ツチ骨柄の左下に付着しているのは鼓膜張筋の腱である。ツチ骨柄の下方の円形の断面はキヌタ骨の長脚⑦であり、これとツチ骨柄の間の楕円形の断面は鼓索神経⑥である。鼓室の左側で蝸牛の頂の上を横走する腔所は鼓膜張筋を収めていた腔所①である。⑯は顔面神経が通っていた管である。