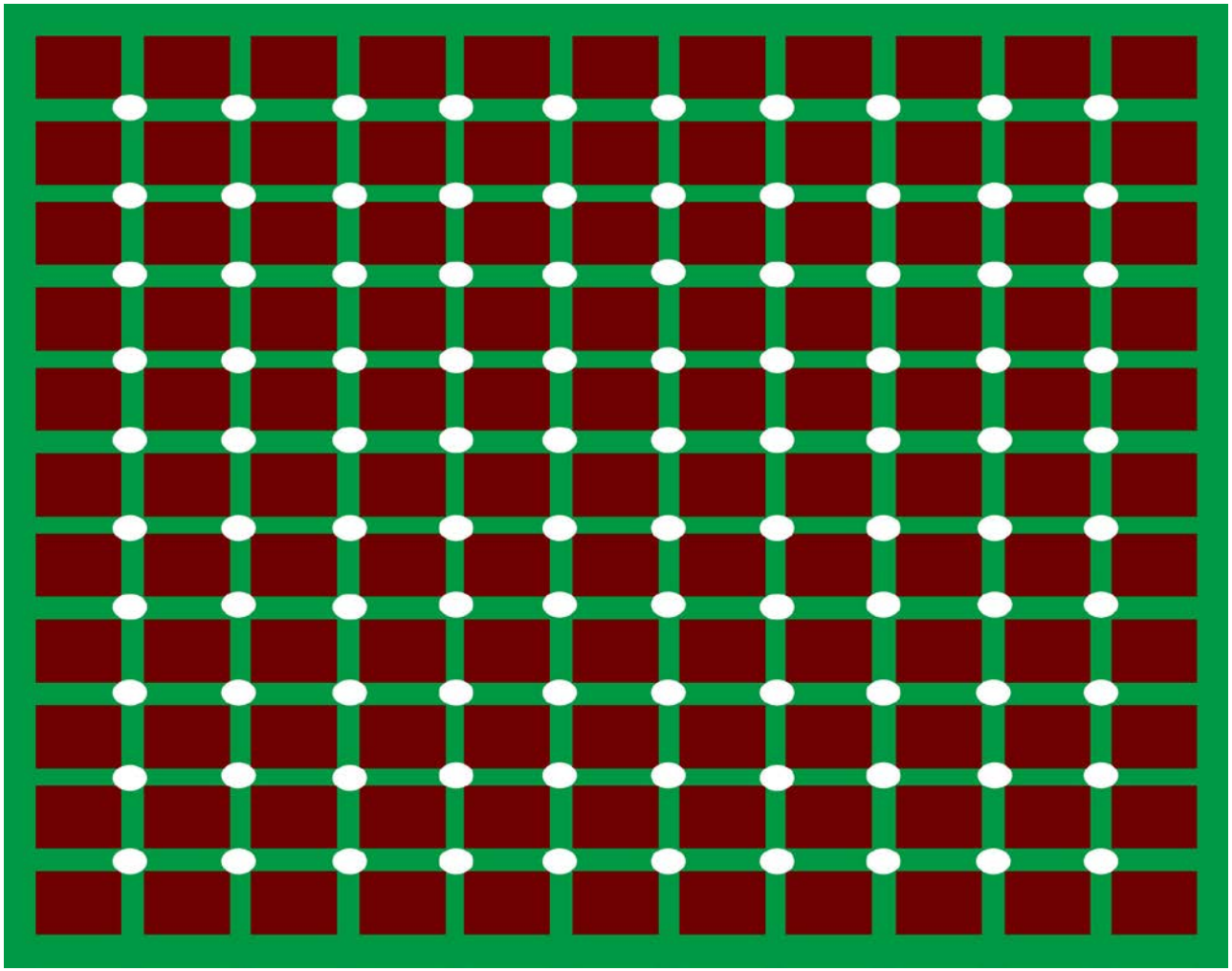
錯視は何によるのか？

白点に何かが見えてくる

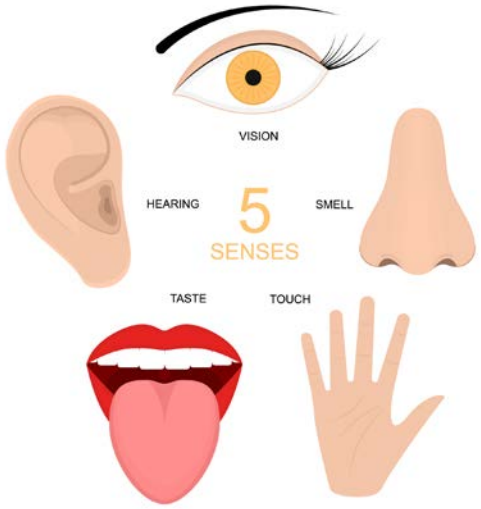


形態機能学Ⅱ

今日は･･･いよいよ、

呼吸器、循環器、神経系･“感覚器”、

腎泌尿器系、生殖器系の解剖学です



愛知医科大学　医学部　教授

武内　恒成

E 感覚機能

感覚器 Sensory Organs

視覚器、聴覚器、嗅覚器、味覚器

構造、機能と中枢への投射経路

触覚器、温覚、痛覚の受容体

感覚 Sensation, 認知 Recognition, 知覚 Perception

感覚　：外界の情報を受ける生物の働き、感覚受容器から受ける感覚情報が大脳の感覚野に達したとき生じる

認知　：感覚が過去の体験情報と照合して「解釈」が加えられる

知覚　：感覚と認知の過程をまとめて「知覚」と言う

刺激閾　：刺激の検出の最小の値、閾値とも言う

弁別閾　：二つの刺激の識別が可能な最小値

感度　：閾値の逆数

1 感覚の種類

人体内外の情報はさまざまな感覚器で受容され，感覚ニューロンを通って中枢に運ばれ，脳で感覚として意識される。感覚は，感覚器の存在する部位によって，以下の3群に分けられる。

1 **特殊感覚**　頭部にある特殊な感覚器で受容される感覚(視覚，聴覚，平衡覚，嗅覚，味覚)

2 **体性感覚**　全身の皮膚と筋で受容される感覚(皮膚感覚〔触覚❶，温度感覚，痛覚〕，固有感覚)

3 **内臓感覚**　内臓で受容される感覚(臓器感覚，内臓痛覚)

感覚の種類	特徴	感覚名	感覚受容器
特殊感覚 special sensation	受容器が特定部位に限局する感覚	視覚	網膜の視細胞
		聴覚	外耳、中耳、内耳
		平衡覚	内耳
		嗅覚	鼻粘膜
		味覚	味蕾
体性感覚 somatic sensation	受容器が体全体に分布する感覚	皮膚感覚	皮膚
		筋感覚	筋紡錘、腱器官
内臓感覚 visceral sensation	受容器が内臓にある感覚	内臓痛覚	内臓
		臓器感覚	内臓、化学受容器

筋と腱の受容器　と　運動ニューロン

（固有知覚 or 深部知覚）

筋紡錘：筋の伸張時に発火

錘内線維：核袋線維と核鎖線維

γ 運動線維 ←脊髄の γ 運動神経細胞

腱紡錘（ゴルジ腱器官）：張力を受容

～伸張と収縮時に興奮

太い有随線維 Aαが伝達：

特異的な損傷で手足の位置が不明

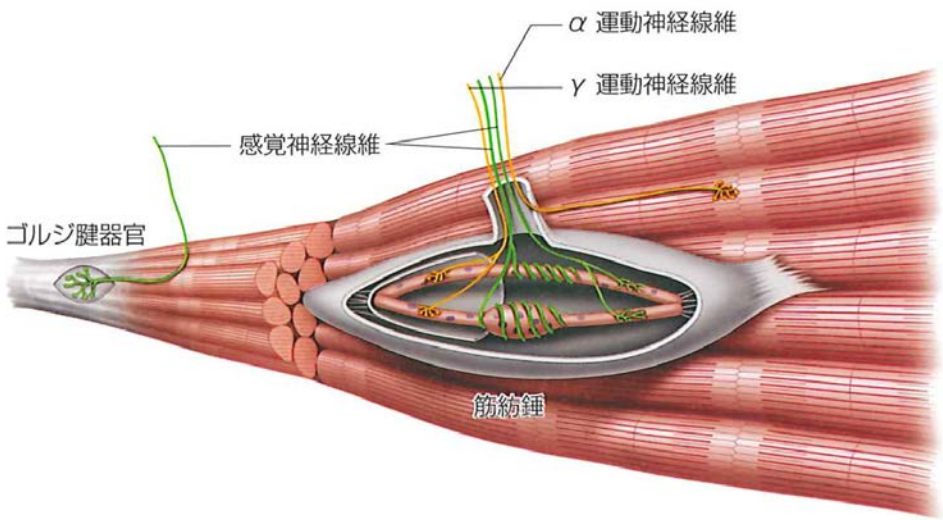


図 8-29　筋紡錘とゴルジ腱器官

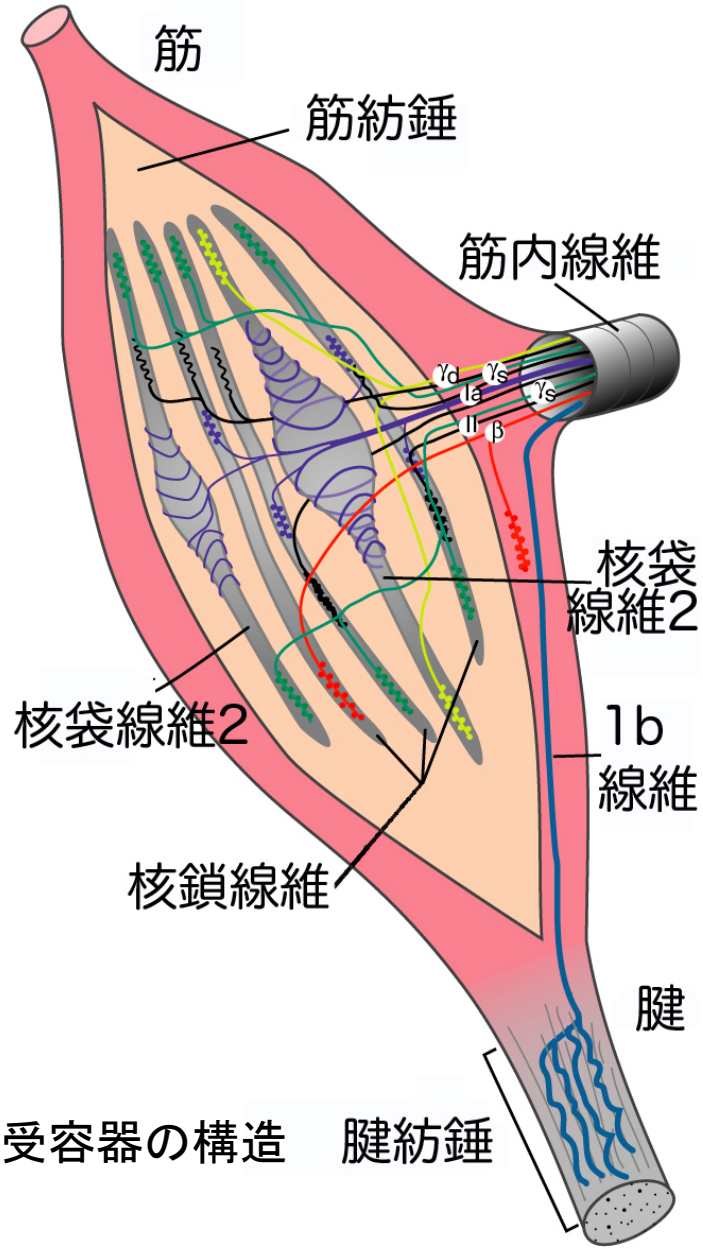


表2神経線維の分類

Gasserの分類	Lloydの分類	有髄神経 or 無髄神経	神経の種類	機能
Aα		有髄神経	運動神経	骨格筋の収縮
	Ⅰa	有髄神経	感覚神経	筋感覚(筋伸展)
	Ⅱb	有髄神経	感覚神経	筋感覚(筋張力)
Aβ	Ⅱ	有髄神経	感覚神経	圧覚、触覚
Aγ		有髄神経	運動神経	α-γ連関
Aδ	Ⅲ	有髄神経	感覚神経	温度覚、痛覚fast pain
B		有髄神経	自律神経	節前線維
C		無髄神経	自律神経	節後線維
	Ⅳ	無髄神経	感覚神経	痛覚slow pain、瘙痒感

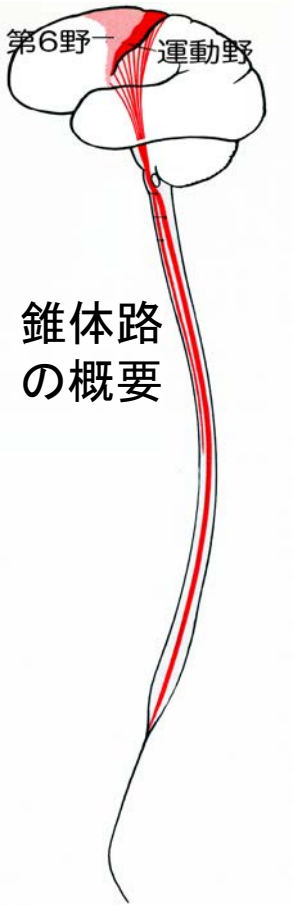
下行（遠心）伝導路 (p. 392)　運動ニューロン

錐体路 (p. 392):

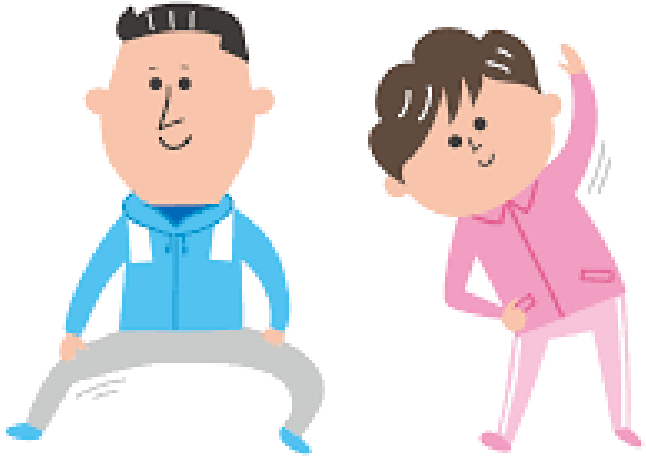
運動野 → 脊髄前角

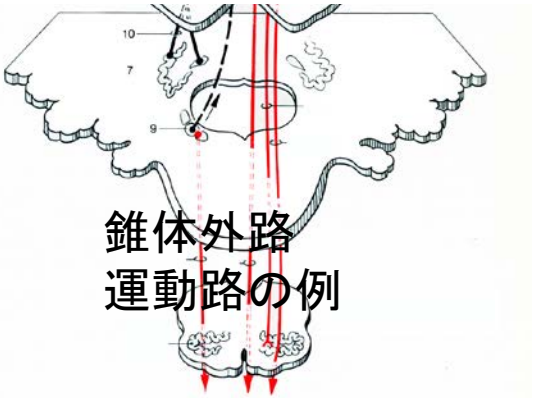
錐体外路:

中脳～脊

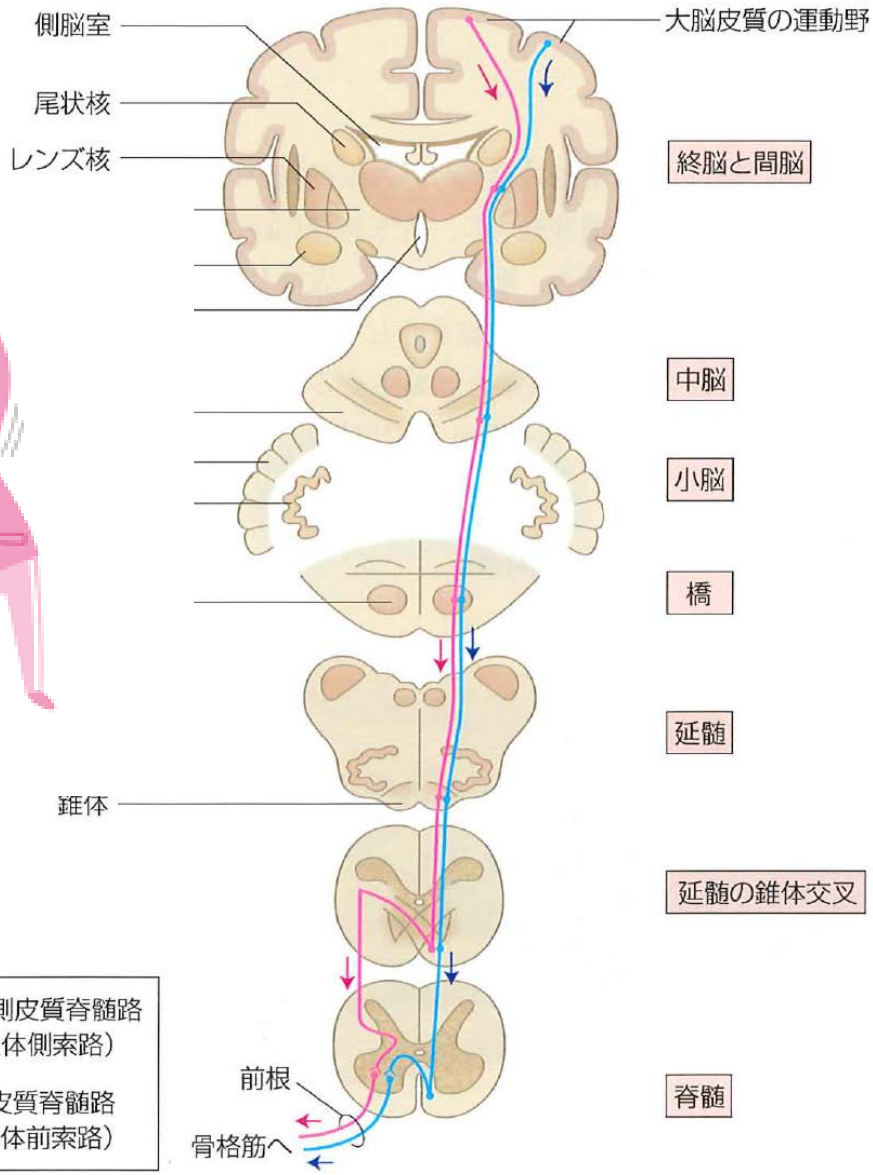


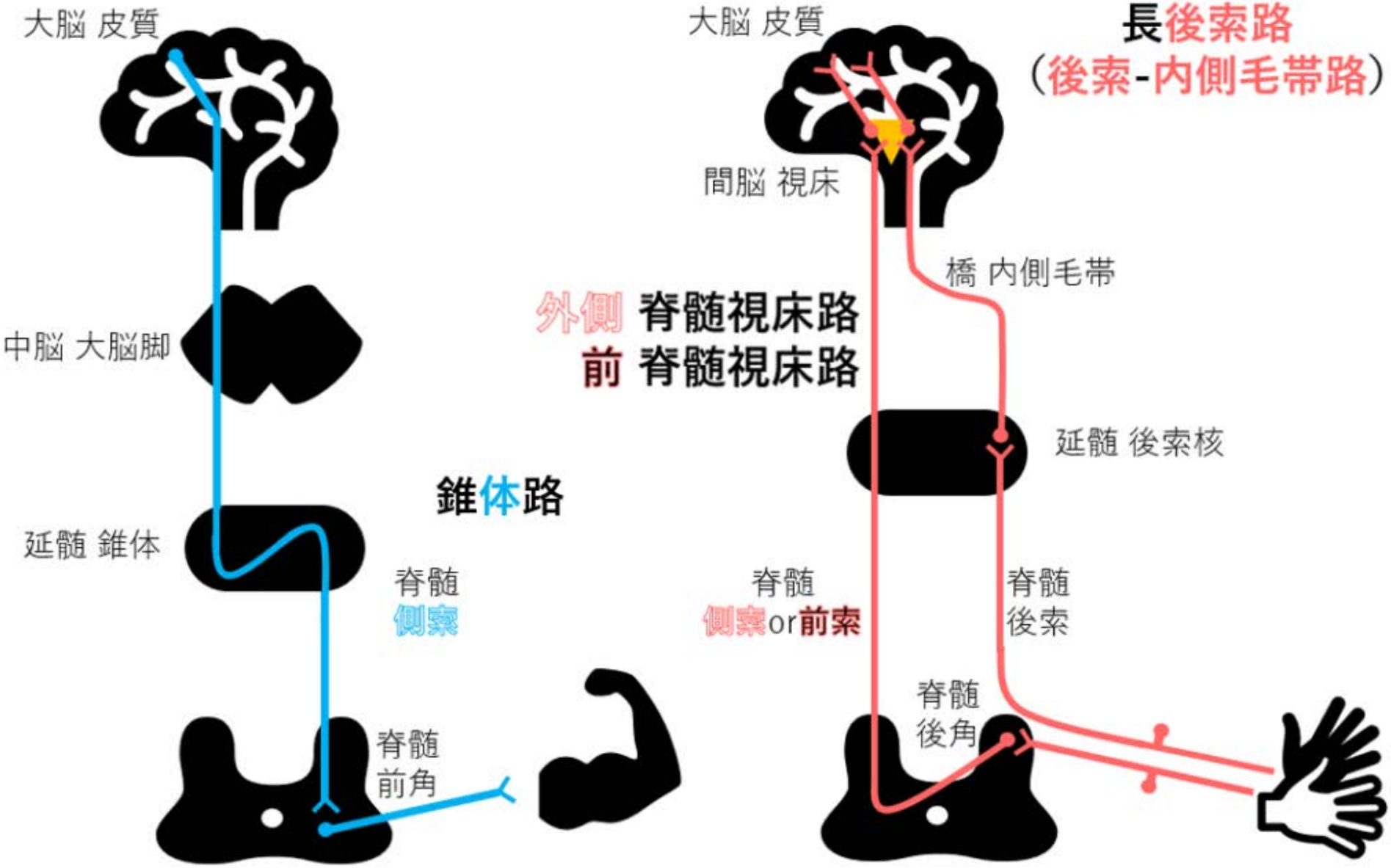
錐体路
の概要





錐体外路
運動路の例




大脳 皮質
中脳 大脳脚
延髄 錐体
錐体路
脊髄
側索
脊髄
前角
大脳 皮質
長後索路
(後索-内側毛帯路)
間脳 視床
橋 内側毛帯
外側 脊髄視床路
前 脊髄視床路
延髄 後索核
脊髄
側索or前索
脊髄
後索
脊髄
後角

上行（求心）伝導路 (p. 395)：体性感覚と特殊感覚を脳に

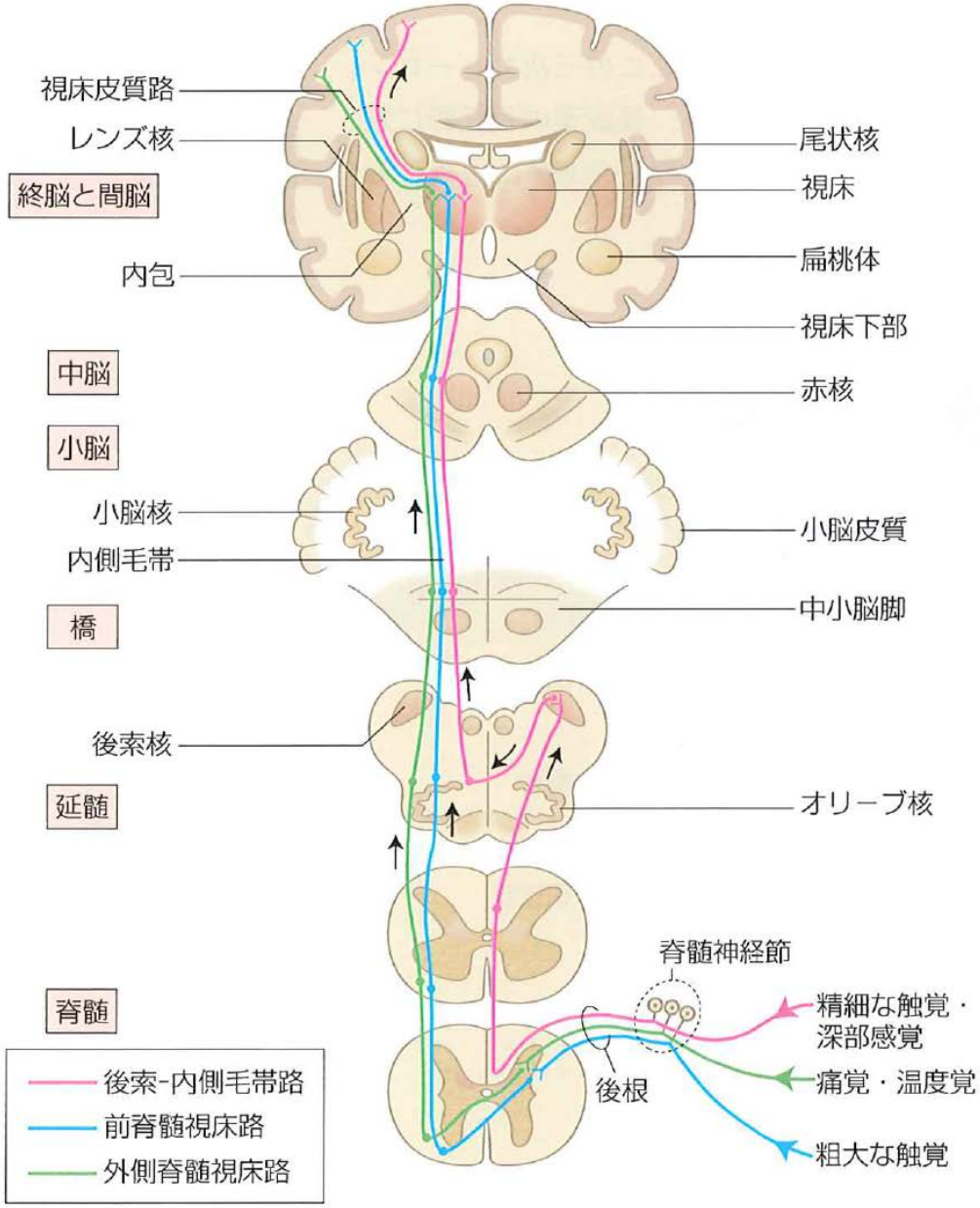


図 8-32　体性感覚の伝導路

体性感覚のおもな伝導路には，精細な触覚や筋の伸長状態などを伝える後索－内側毛帯路，粗大な触覚を伝える前脊髄視床路，痛覚や温度覚を伝える外側脊髄視床路がある。

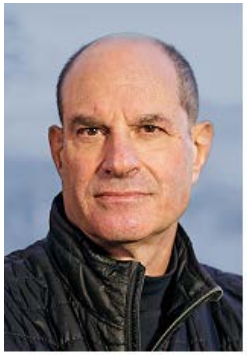
1 体性感覚の受容器の種類

体性感覚には皮膚と粘膜の受容器で受容される**皮膚感覚**と，筋・腱・骨膜などで受容される**深部感覚**とがある。皮膚の受容器には，触覚受容器と温度受容器・侵害受容器がある。

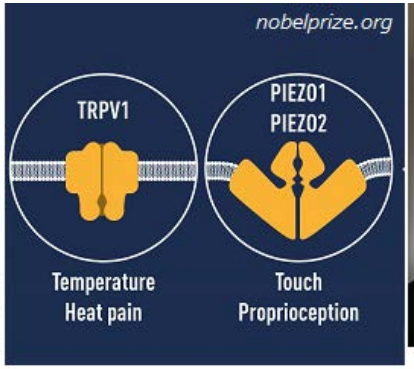
● **触覚受容器**　皮膚に与えられる刺激は機械受容器で受容される。マイスネル小体，ファーテル-パチニ小体，ルフィニ小体，メルケル盤が皮膚の伸展や振動を検知し，触覚を脳に伝える（図 8-31）。

● **温度受容器・侵害受容器**　温度と痛みの感覚は，皮膚と粘膜にはりめぐらされている自由神経終末に分布するイオンチャネルで検知される。痛みに関連するイオンチャネルは，43℃以上の温度や，トウガラシの成分であるカプサイシン，酸（H^+）など複数の刺激に反応し，侵害受容器とよばれる[1]。

● **深部感覚の受容器**　骨格筋には，筋の長さ・伸展を検知する筋紡錘と，筋の張力を検知するゴルジ腱器官（391 ページ，図 8-29）があり，これらの受容器からの情報で関節の位置や動きの感覚が生じる。

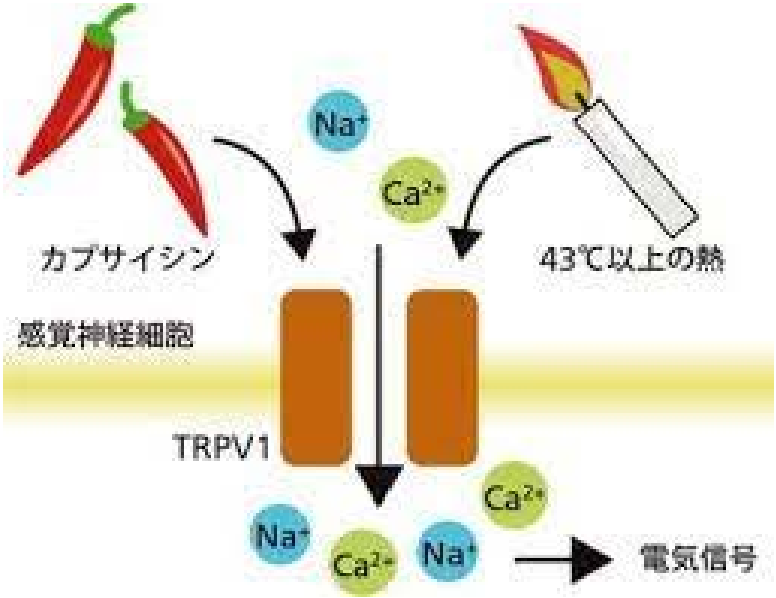


デビッド・ジュリアス

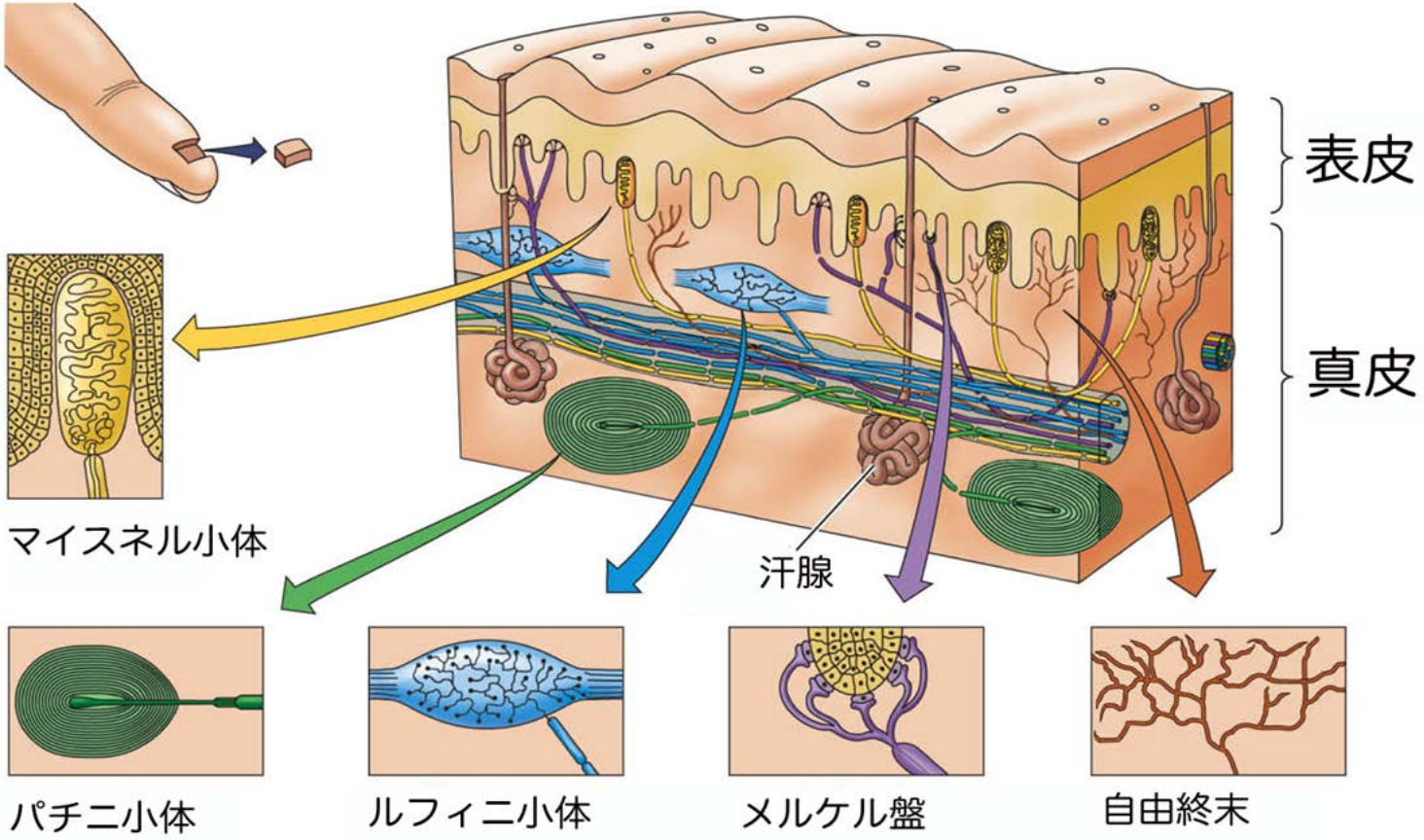


アルデム・パタポティアン

2021年ノーベル賞



触覚、温痛覚 Tactile Organs (p. 394 -)

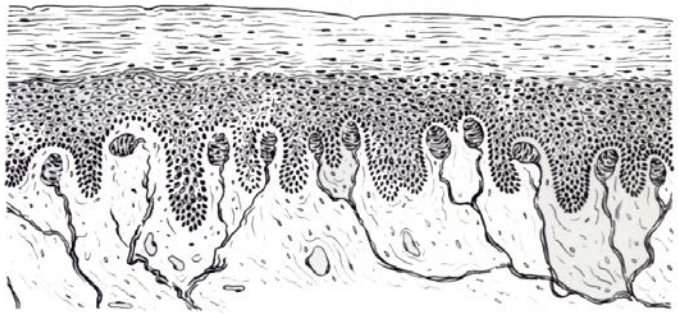


名前	受容野	順応	その他
マイスネル小体	狭い	早い	機械受容器の4割以上
メルケル盤	狭い	遅い	点字 (ブライユ Braille) の解読
パチニ小体 ＊	広い	早い	振動覚: 200-300 Hz
ルフィニ小体	広い	遅い	皮膚の伸張覚

触覚、温痛覚 Tactile Organs (p. 394 -)

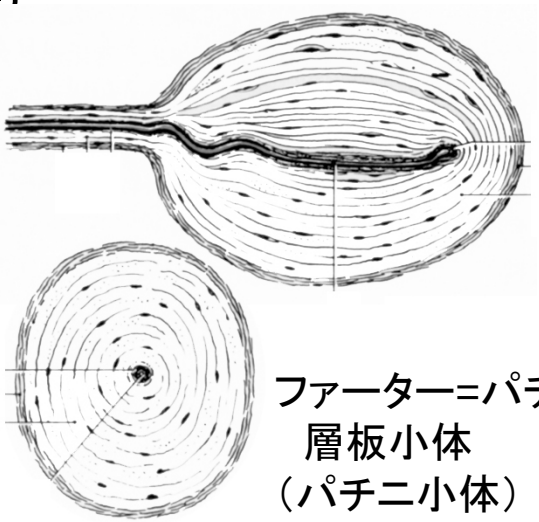
触覚：胎児で最初に機能*

触覚器官

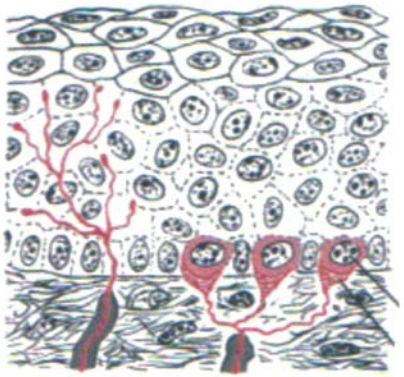


マイスネル触覚小体、皮膚内

マイスネル触覚小体



ファーター=パチニ
層板小体
（パチニ小体）



自由神経終末と
メルケル小体（盤）

クラウゼ小体

ルフィニ小体

マイスネル小体

ルフィニ小体

陰部神経小体

* 未熟児の死亡率が接触によって下がる（早期母子接触）
? 他人に触られとくすぐったいのに、本人が触ると何ともないのは

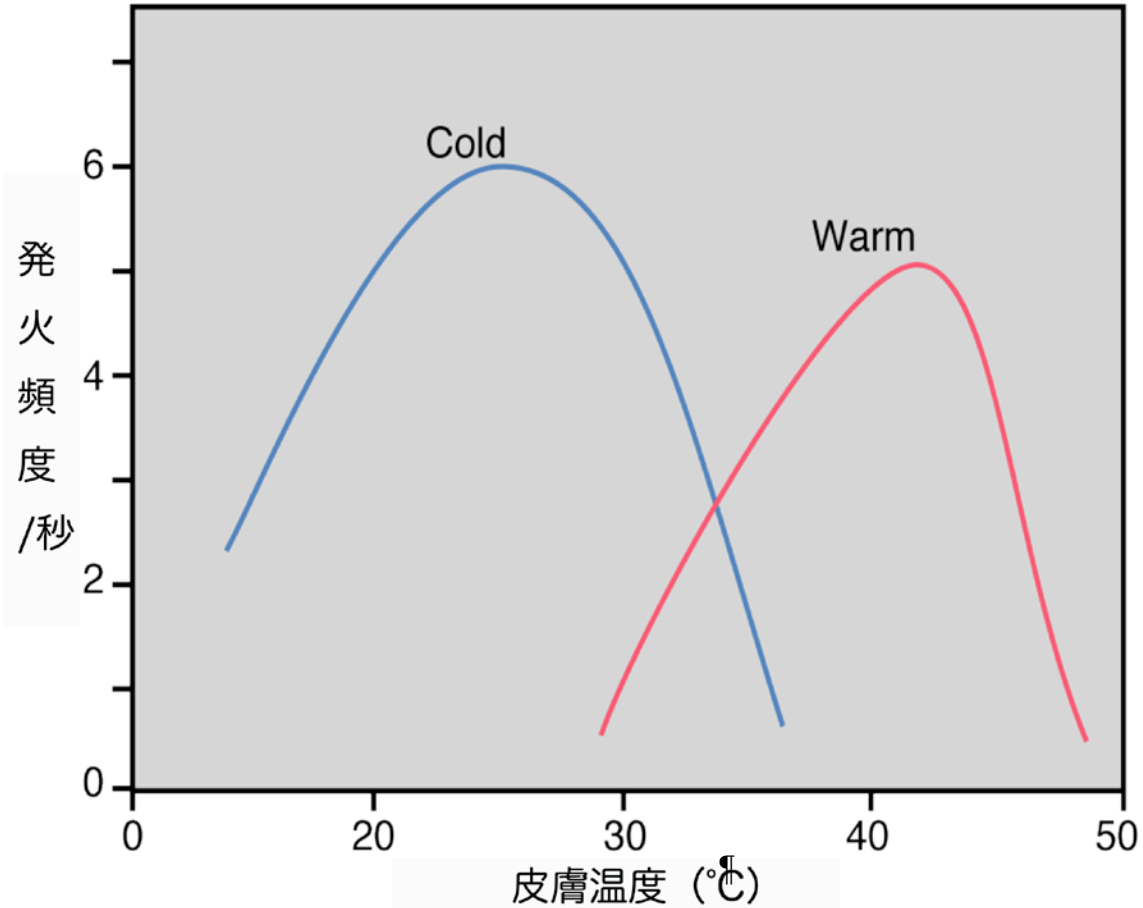
二点識別覚

身体部位	標準値
口唇	2 - 3 mm
指尖	3 - 6 mm †
手掌、足底	15-20 mm
手背、足背	30 mm
脛骨面	40 mm
背部	40-50 mm
小陰唇 *	7 mm
陰茎亀頭 *	5 mm

† 女性の指の識別覚が高い

⇦ 細い指でメルケル小体の密度が高い

冷温覚受容体の温度感受性



¶ 自由終末で感知、メントール（冷）やカプサイシン（熱）分子でイオンチャンネルが反応.
鳥類はカプサイシンのセンサーを持たない・感じない・・・

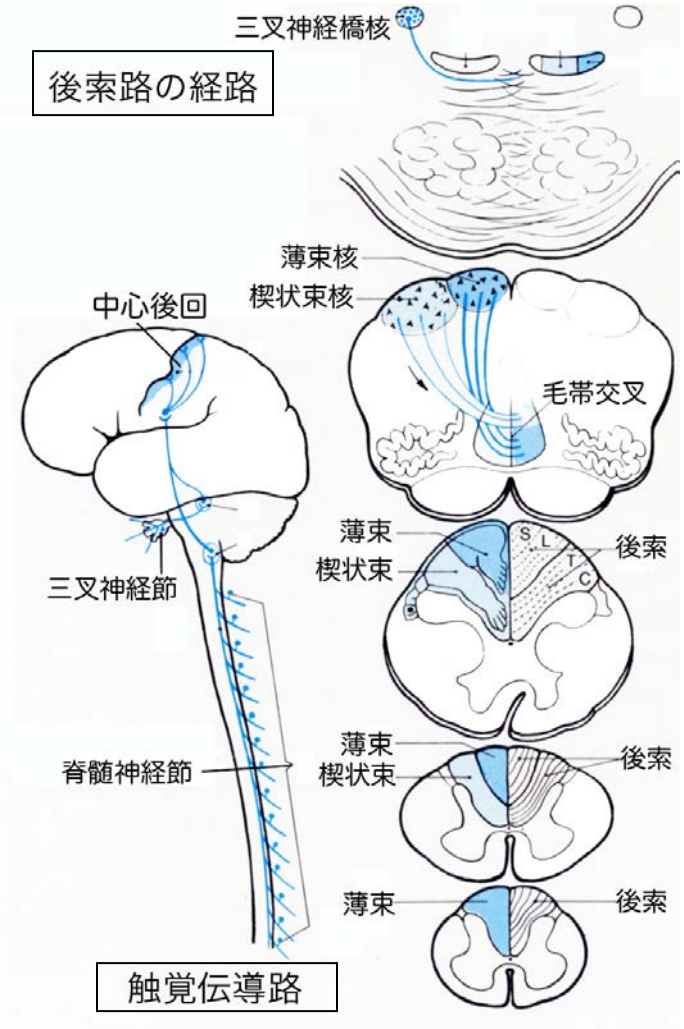
痛み ≠ かゆみ ? ☜ かゆみは特定の部位（腸にはかゆみなし）、強くなっても痛くならない
～ まだよくわかっていない

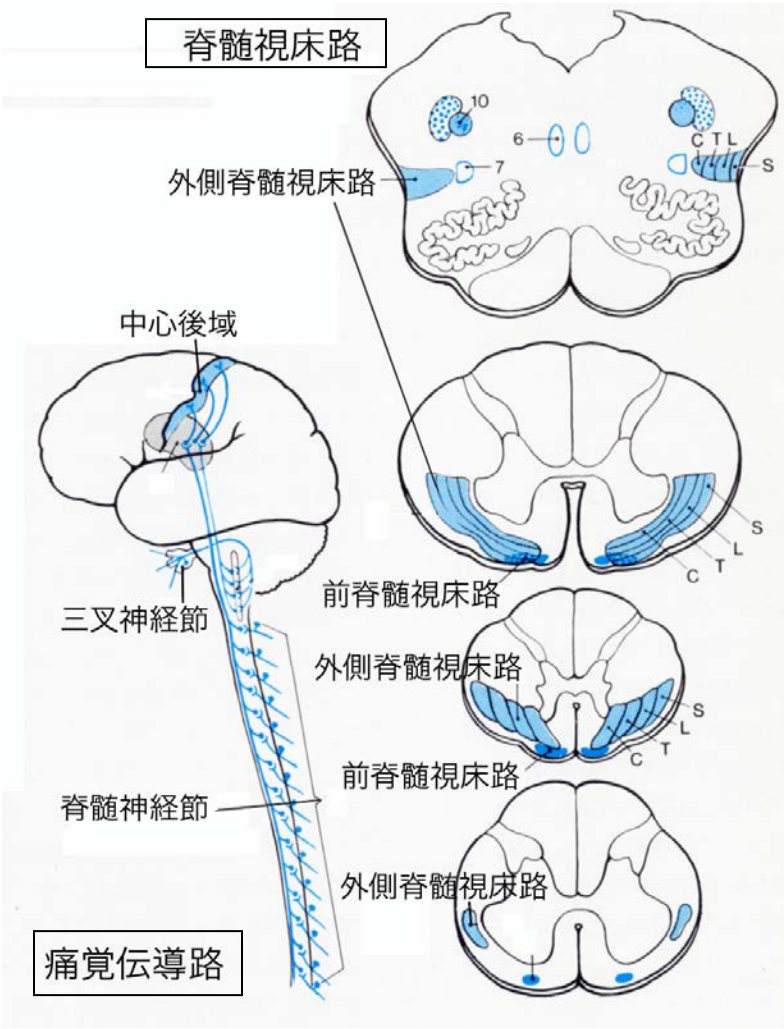
触覚、温痛覚の伝導路

識別覚のある知覚（触覚、関節覚）：髄鞘の厚い線維と薄い線維

原始的知覚（痛覚と温覚）：髄鞘が薄いか無髄の線維

神経線維：Aα（固有知覚）、Aβ（皮膚感覚）、Aδ（温痛覚)*、C（痛覚、無随)*





* 痛みを冷やすと消える⇒

伝達速度が
Aδ ＞ C
のため、冷たさが早く伝わるから

痛みの閾値（手を冷水に浸した時間で数値化）：

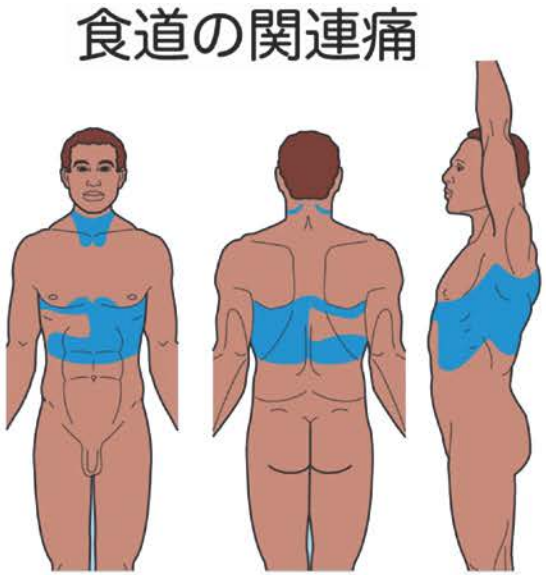
女性 ＜ 男性
通常の女性 ＞ 女性バレーダンサー
通常の男性 ＞ 男性バレーダンサー
外交的な人 ＜ 内向的な人
薬物依存者 ＞ 正常人

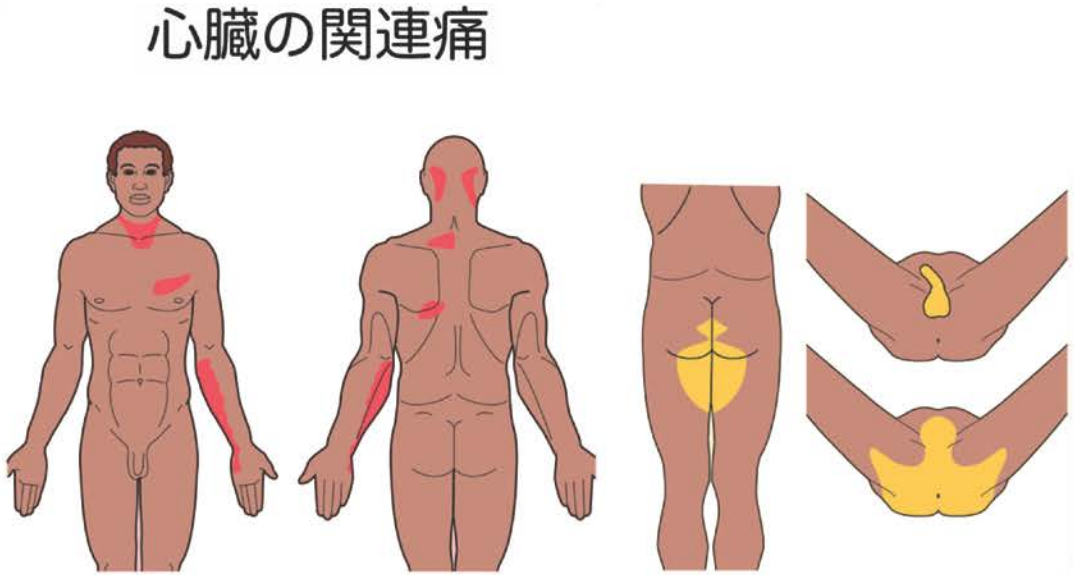
結腸鏡検査後の「痛み」の具合の評価：
途中よりも最後の数分間
～ 有名なお話です・・・、出産の痛みは？
Happy Ending

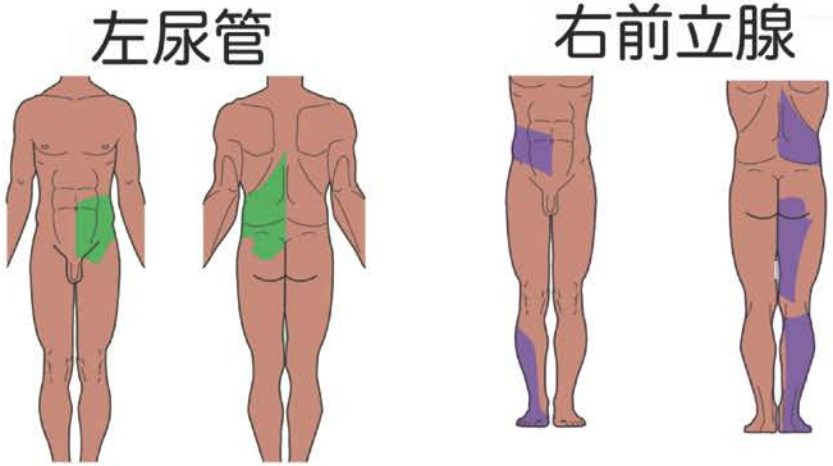
痛みを感じる時、罵倒語を叫ぶと、
軽減する？らしい

関連痛：本来の障害の場所と痛みを感じる場所（p. 420）

関連痛の例







内臓受容器の興奮が、同じ高さの脊髄に入る皮膚からの線維のシナプスを興奮させ，この興奮が中枢に伝えられるため（皮節のところを参照）

個人差もありますが・・

関連痛の例

病名	痛みの部位
眼・鼻・耳の炎症	頭痛
歯髄炎	耳、こめかみ、頬など
心筋梗塞	胸の中央、左胸部、左肩、首、下顎、みぞおち
狭心症	胸壁、左腕 （部位は明確でない †）
右肺炎	右下腹部
胆石発作	右肩のこり・痛み、腰痛
胃潰瘍	上腹部の痛み、左背部の痛み
十二指腸潰瘍	上腹部の痛み、左背部の痛み
虫垂炎	上腹部（みぞおち → 右下腹部）
腎結石	鼠頸部や精巣の痛み、腰痛
腸捻転・腸閉塞	脇腹から背中への鋭い痛み
消化器疾患	腰痛
婦人科疾患	腰痛
泌尿器系疾患	腰痛
膵炎、膵臓癌	背中のこり、腰痛
腫瘍の腰椎、骨盤転移	腰痛
慢性前立腺炎	会陰部・陰茎の先端・恥骨部・鼠頸部大腿部内側・足裏の痛み

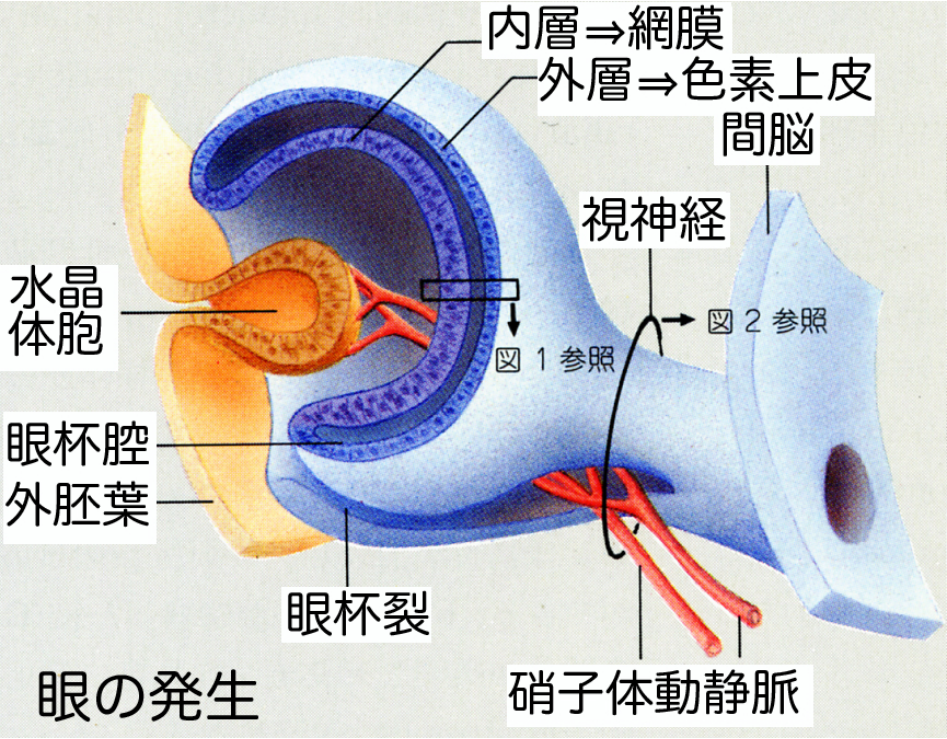
†: 心臓から
30cm以内？

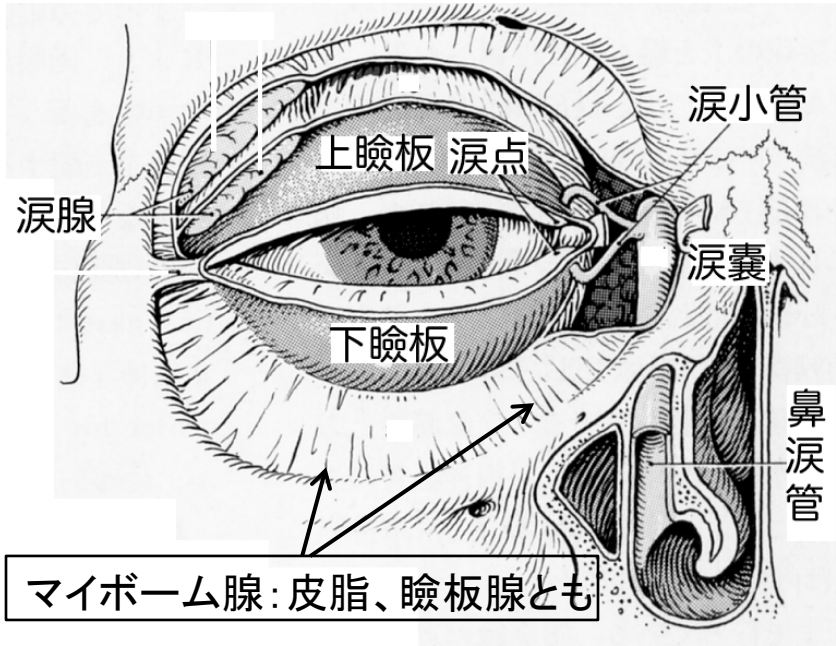
視覚 Visual Sensation　　眼と耳の発生、眼の構造 A.

眼、特に色素上皮 ～ 網膜は中枢神経の派出　　涙腺 ～ 眼神経 (V3) の枝*

眼胞 → 眼杯と水晶体胞の誘導 → 網膜の形成　　*顔面神経の枝が支配

視神経（網膜から間脳）、眼杯裂の閉鎖、硝子体動脈 → 網膜中心動脈





眼球周囲の解剖

問：「みる」の漢字はいくつあるか。「きく」の漢字は？
同様に to see, to hear の同義語はいくつあるか

→ 見、目、眼、視、観、覧、診、看、監、督、覗、覘、睥、睨、瞥…..

2 視覚伝導路

網膜の視細胞の興奮は，双極細胞(一次ニューロン)を経て神経節細胞(二次ニューロン)に伝わり，その軸索が集まって視神経となる。これは頭蓋内に入るとすぐ**視交叉**をつくり，半分の線維が交差するために，視野の左半(網膜の右半)からの線維が右脳に集まり，視野の右半(網膜の左半)からの線

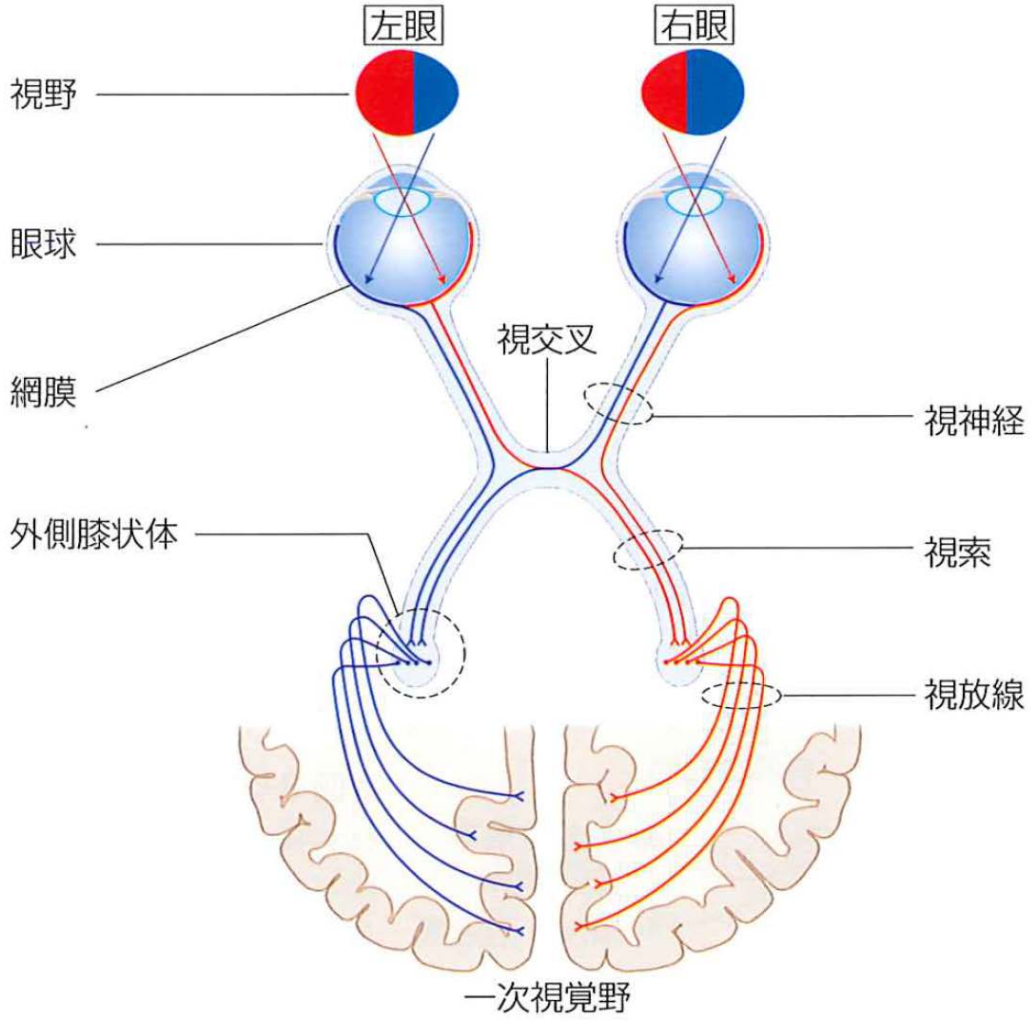


図 8-33　視覚伝導路

眼の構造 B. 断面 (p. 397)

光の経路

角膜→前眼房→水晶体
→ 硝子体 → 網膜 →
色素上皮

屈折力
全体 ≒ 60D*
角膜: 42.735D
水晶体前面: 8.26D
水晶体後面:
13.778D

屈折率
水晶体:1.416
それ以外:1.33

*: D(デイオプター):
焦点距離(m)の逆数

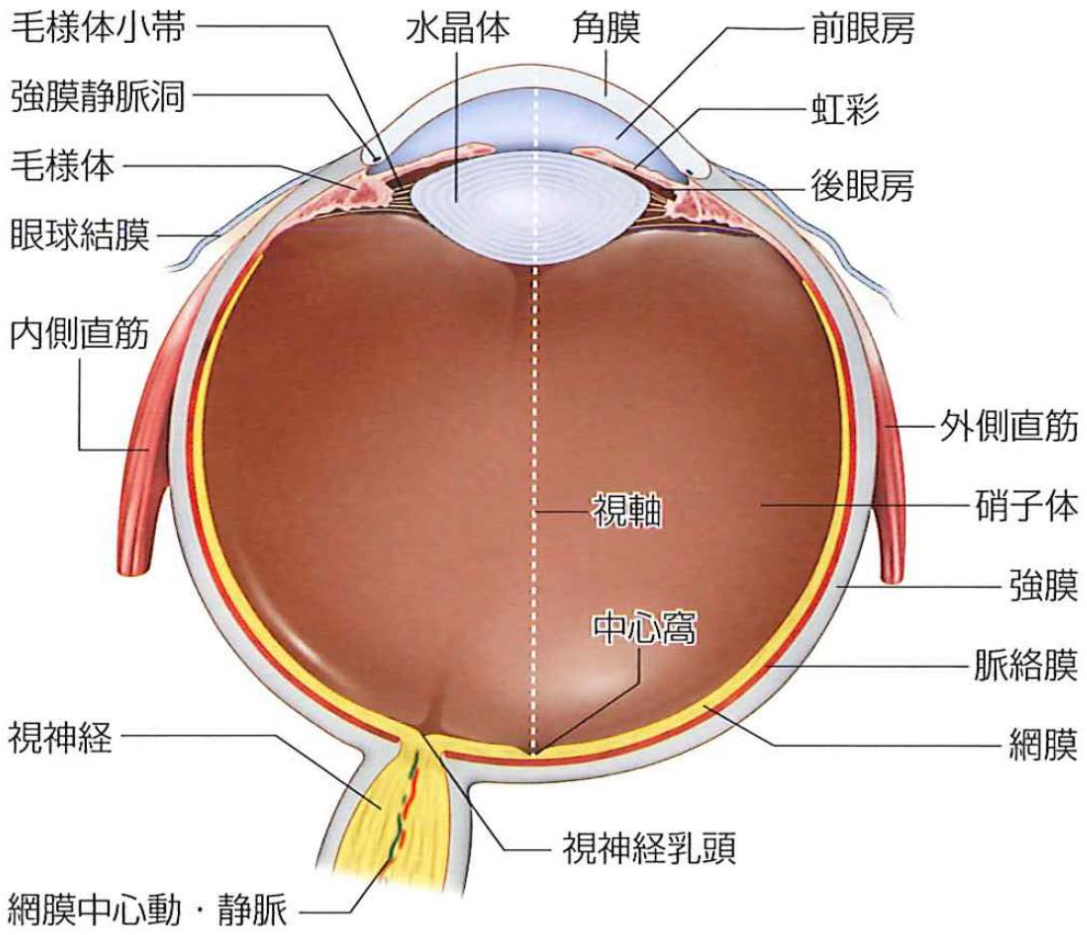


図 8-34 眼球

＊虹彩の役割:2020年度国家試験

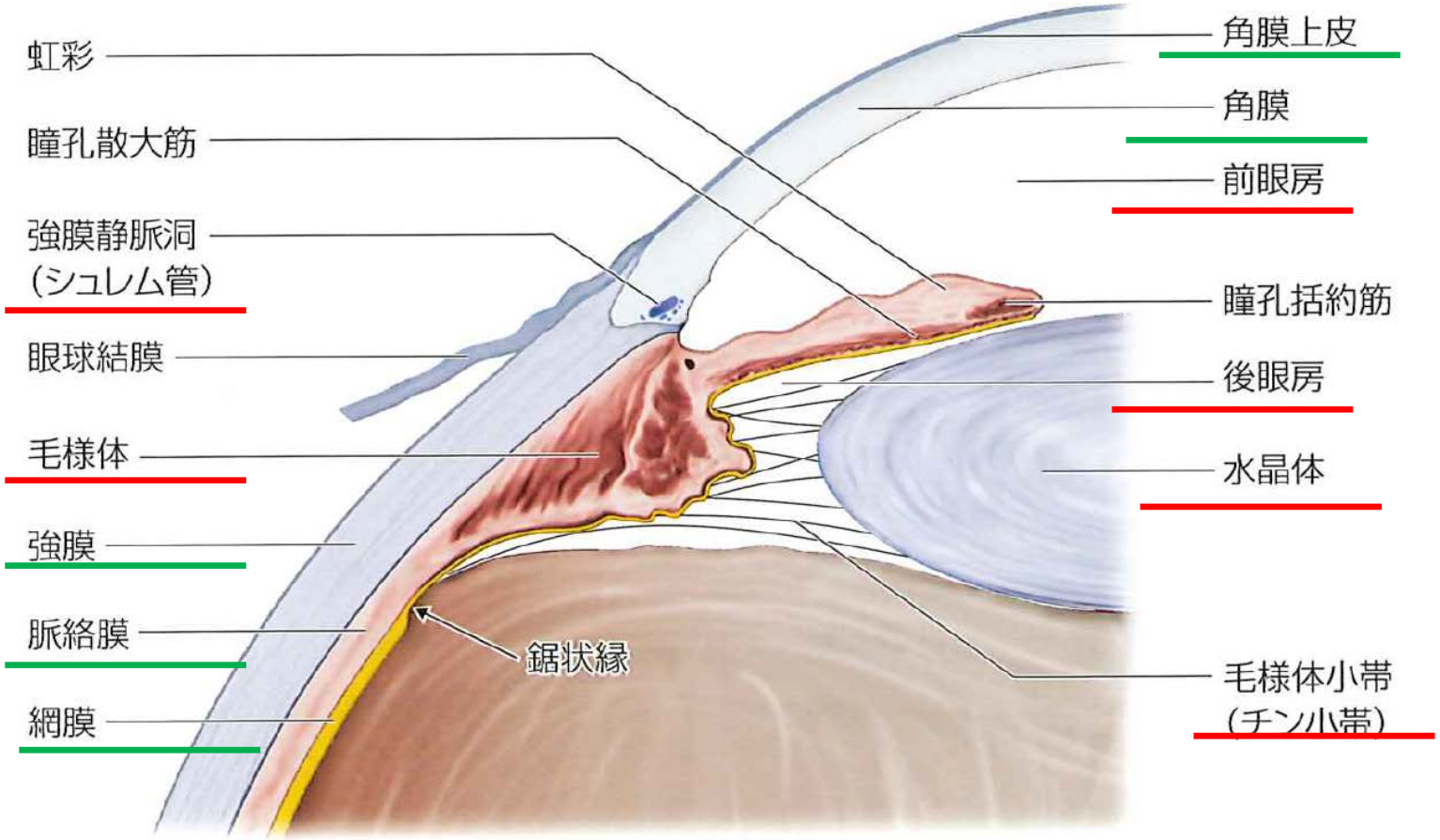
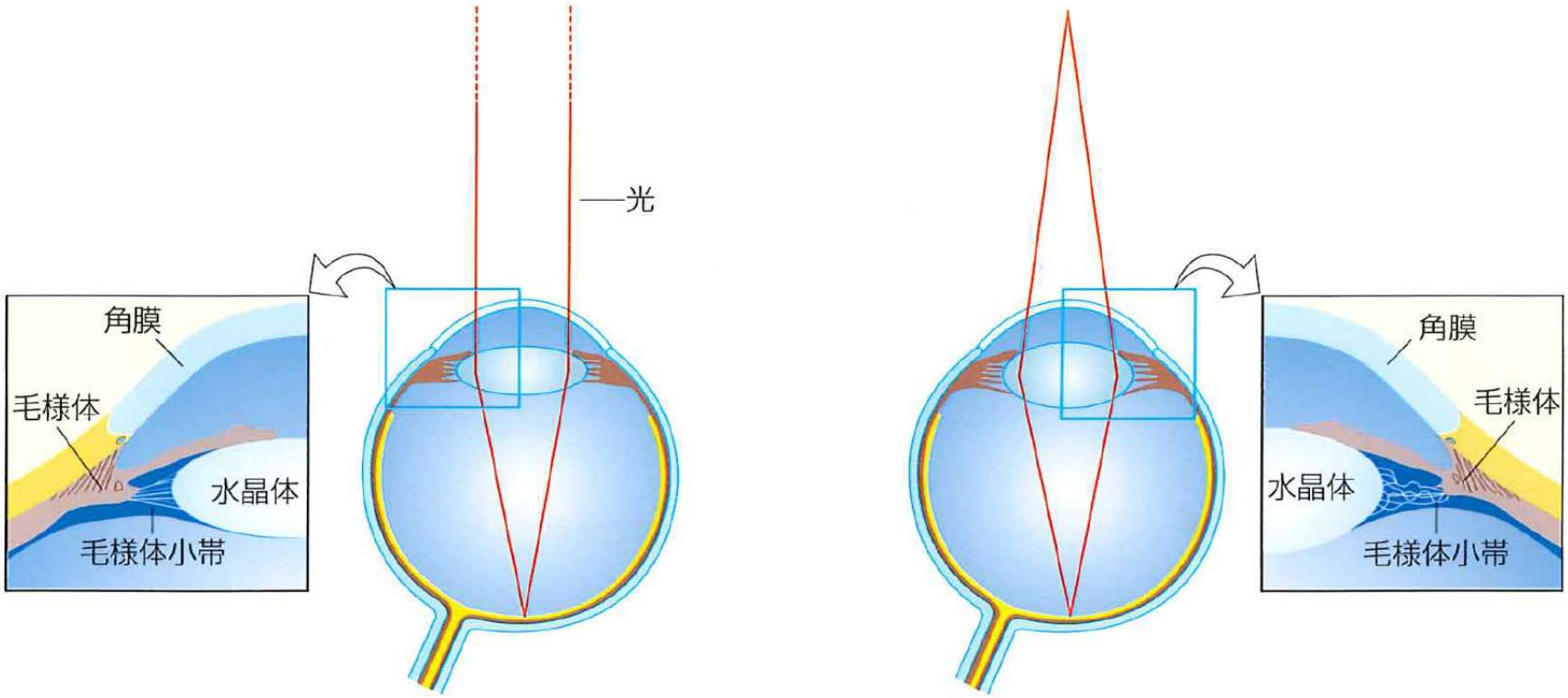


図 8-35　眼房部の構造

脈絡膜の前方部は，毛様体および虹彩という 2 種類の突起を突き出す。虹彩は周囲から水晶体の前面に向かって突き出し，中央の孔は光を通す瞳孔となる。毛様体は，毛様体小帯という線維によって水晶体を引っぱり，水晶体の厚みをかえて遠近調節を行う。



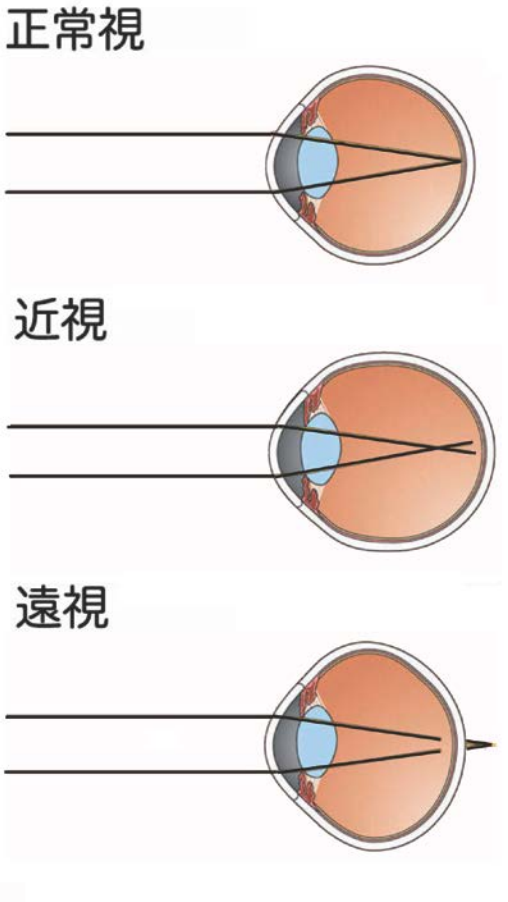
a. 遠くを見るとき
毛様体筋が弛緩することで毛様体小帯の緊張が強まり，水晶体が薄くなる。屈折力が小さいため，遠くの物に焦点が合う。

b. 近くを見るとき
毛様体筋が収縮することで毛様体小帯の緊張がゆるみ，水晶体が厚くなる。屈折力が大きいため，近くの物に焦点が合う。

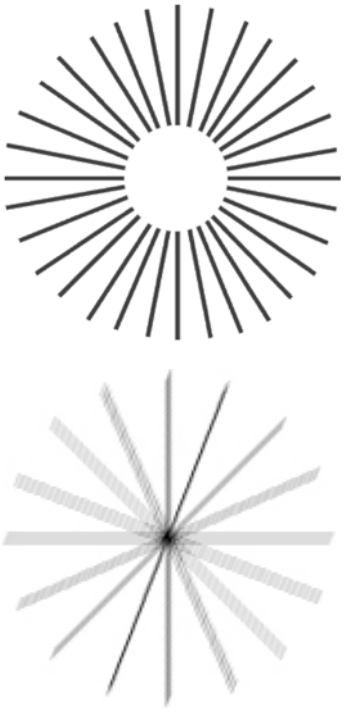
図 8-43　遠近調節のしくみ

眼の屈折異常

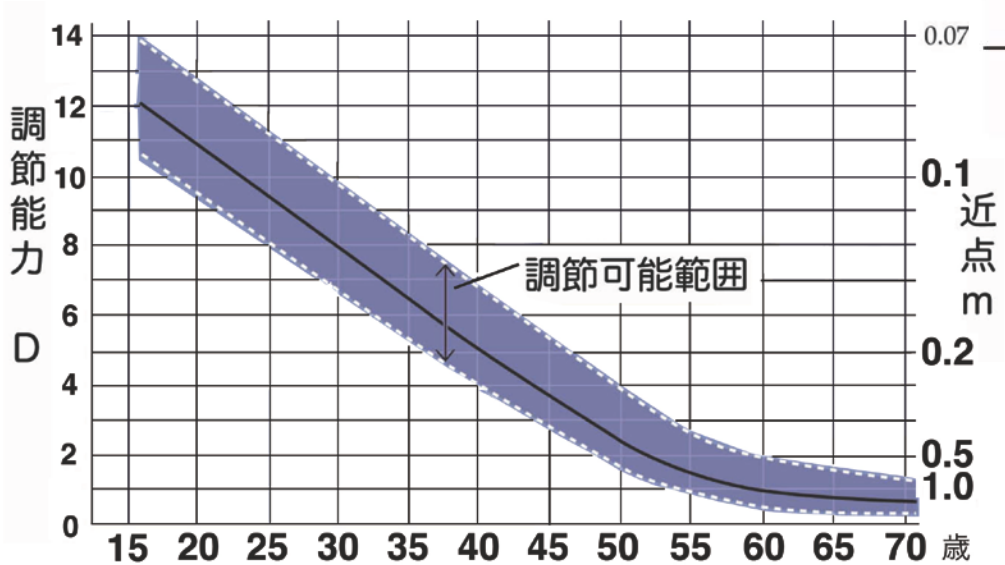
近視：網膜裂孔が起こる確率が高い
遠視：小児の弱視の一因
乱視：水晶体の屈折異常
老眼：加齢による水晶体の調節能
　　低下（白内障の可能性も）
＊眼筋による焦点調節

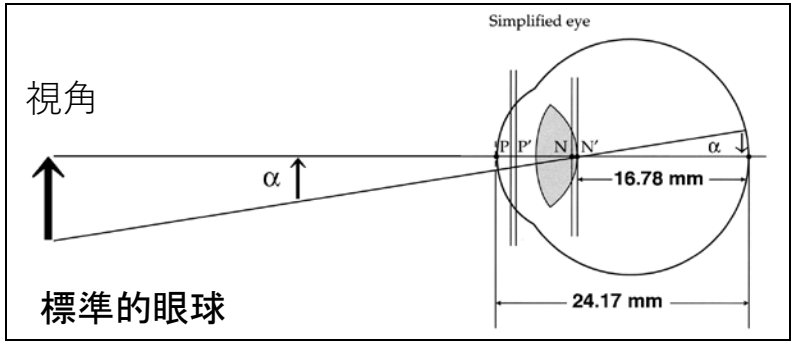


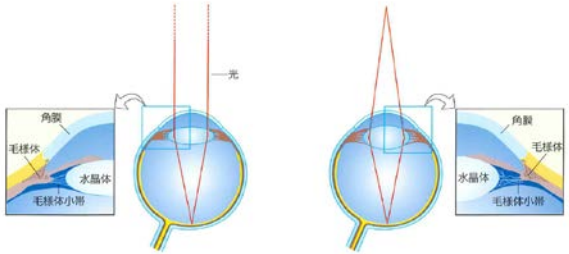
乱視検査表と
乱視の見え方



加齢と水晶体の調節能力*



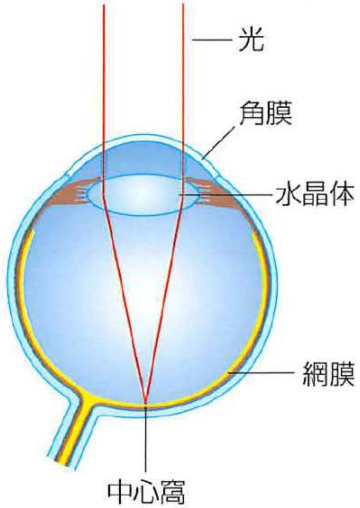




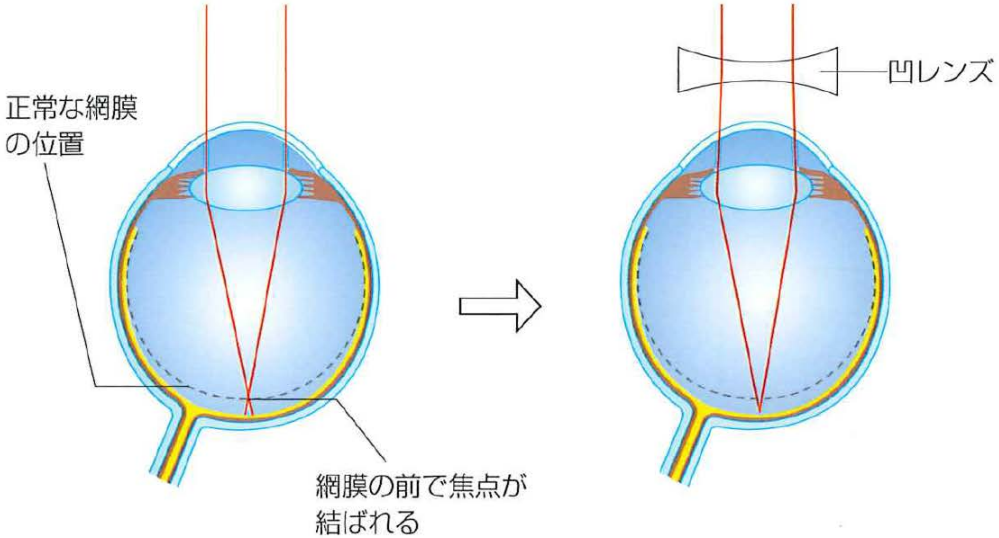
a. 遠くを見るとき
毛様体筋が弛緩することで毛様体小帯の緊張が強まり、水晶体が薄くなる。屈折力が小さいため、遠くの物に焦点が合う。

b. 近くを見るとき
毛様体筋が収縮することで毛様体小帯の緊張がゆるみ、水晶体が厚くなる。屈折力が大きいため、近くの物に焦点が合う。

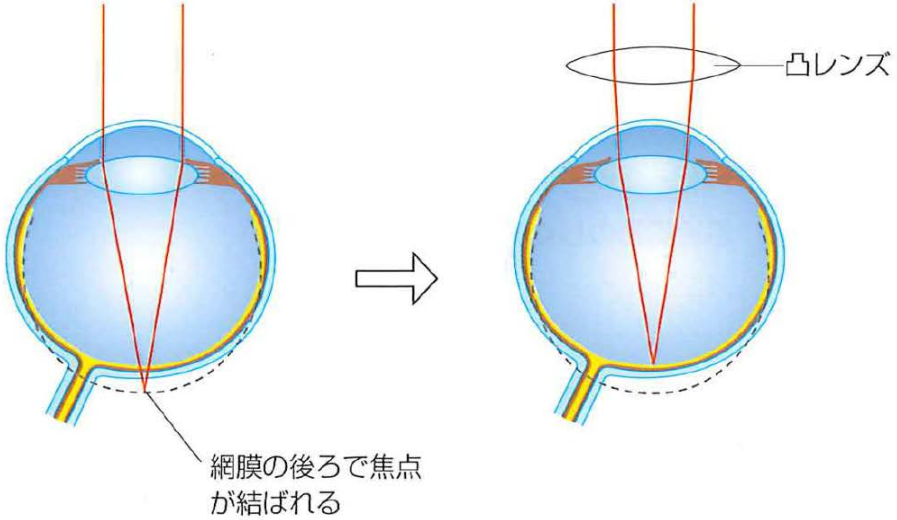
図 8-43　遠近調節のしくみ



a. 正常な眼



b. 近視眼　　c. 近視眼の矯正

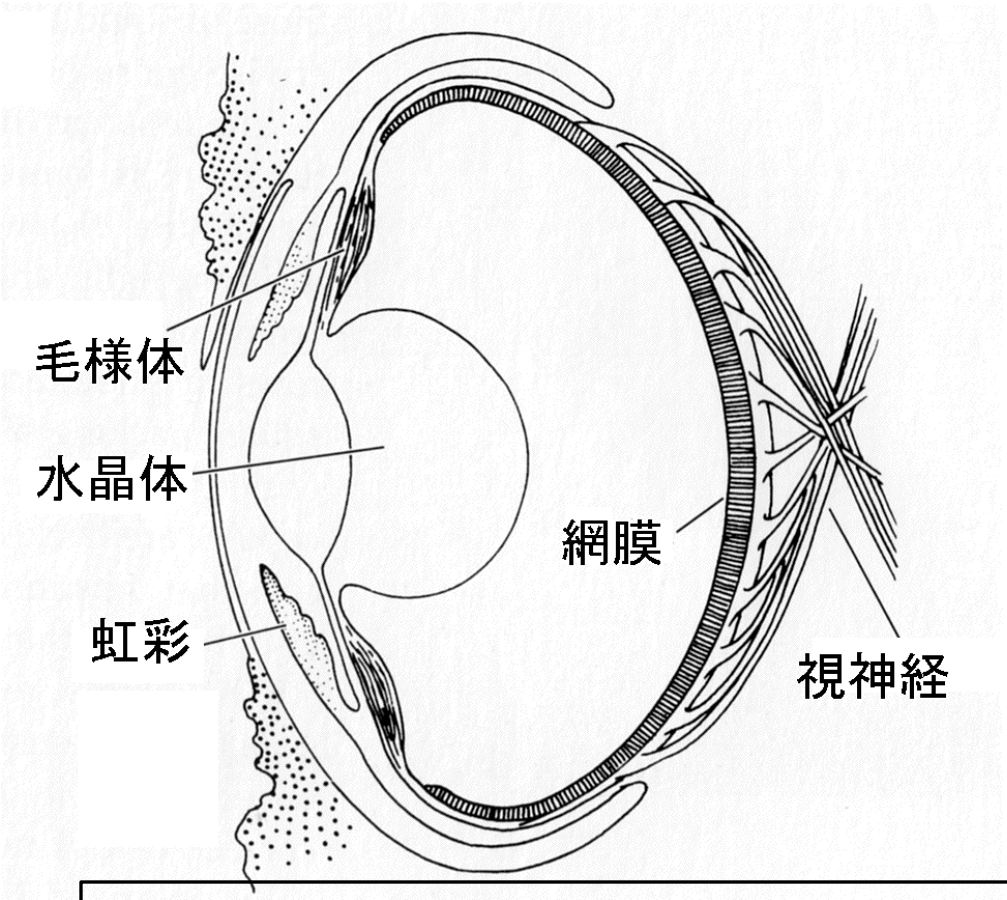


d. 遠視眼　　e. 遠視眼の矯正

図 8-44　眼の屈折異常とその矯正

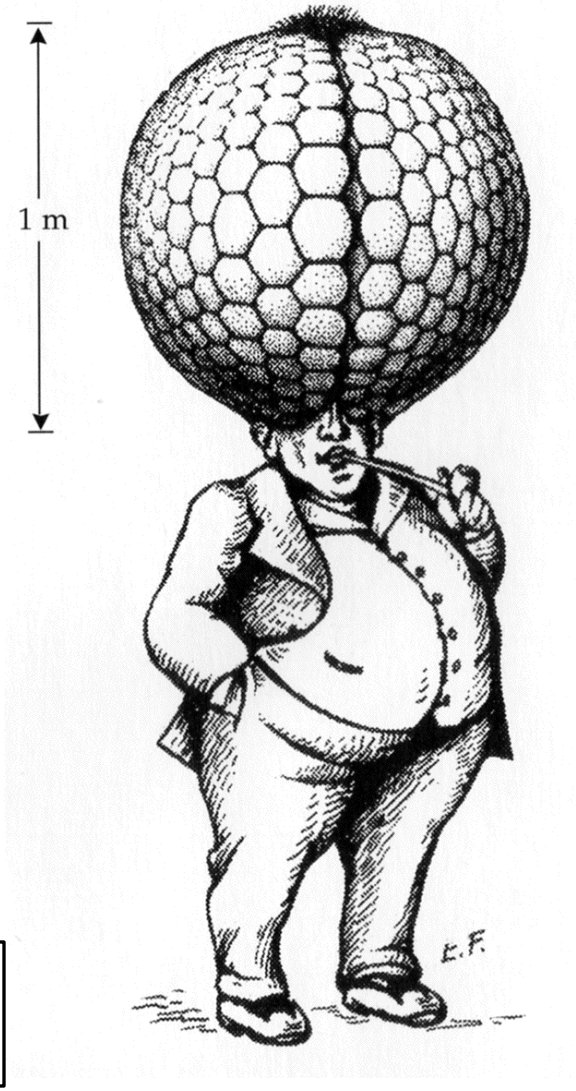
タコの眼と　複眼と

タコの眼の構造
無脊椎動物の網膜は
脊椎動物と逆転 ～ 光の経路に従う



水晶体が透明なわけ：細胞内小器官が分解 ←
脂質を分解する酵素 が出るためです

もしヒトの眼が複眼だったら…
中心窩の解像度を１分として



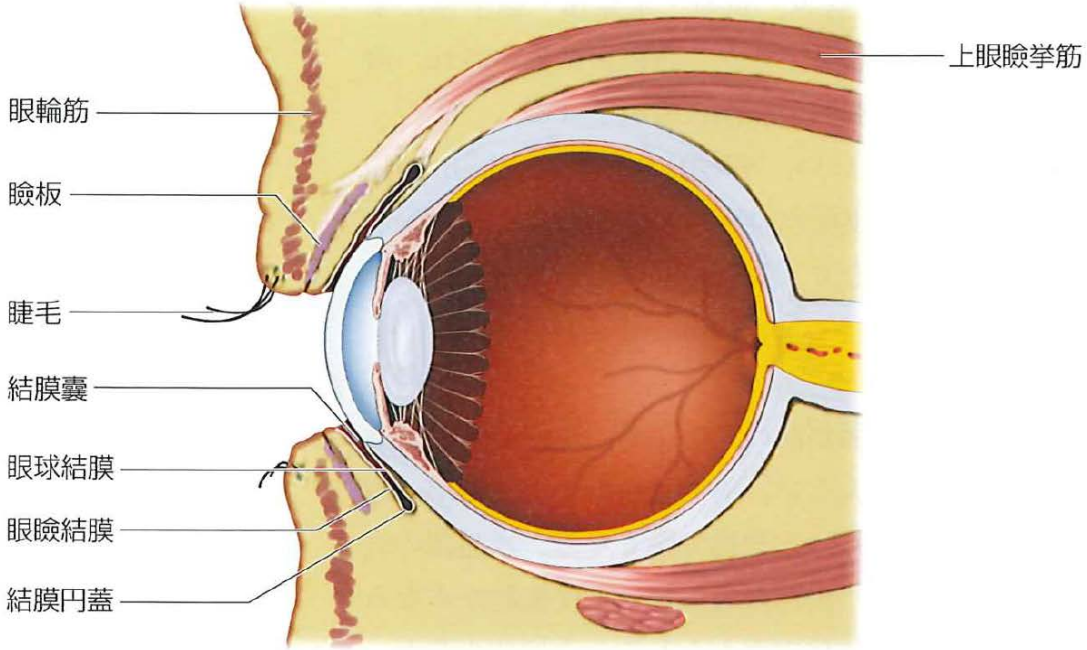


図 8-38　眼瞼と結膜
眼瞼と結膜は眼球を保護する役割をもつ。眼瞼内部には，瞼板中にあるマイボーム腺や睫毛根部のアポクリン汗腺，脂腺など，いくつかの腺がみられる。

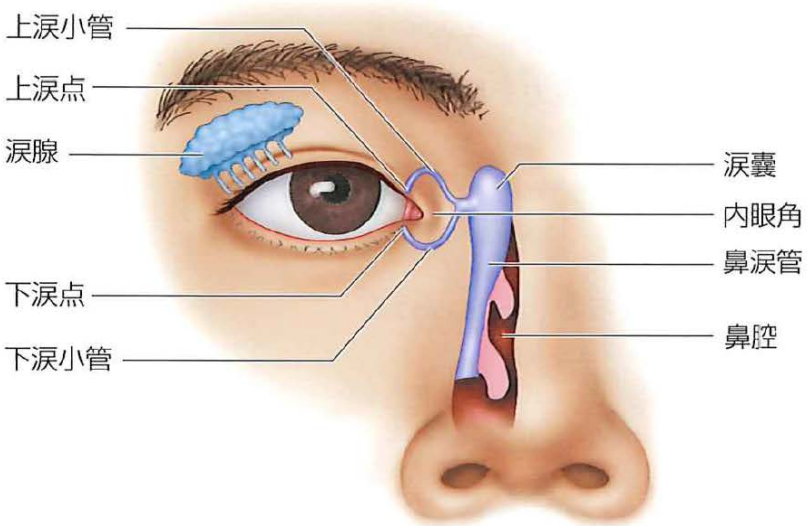


図 8-39　涙器
角膜の乾燥を防ぎ，保護する涙液は，涙腺から分泌され，涙点，涙小管，涙嚢，鼻涙管を経て鼻腔へと入る。

眼の構造 C. 眼筋と眼球運動 (p. 403)

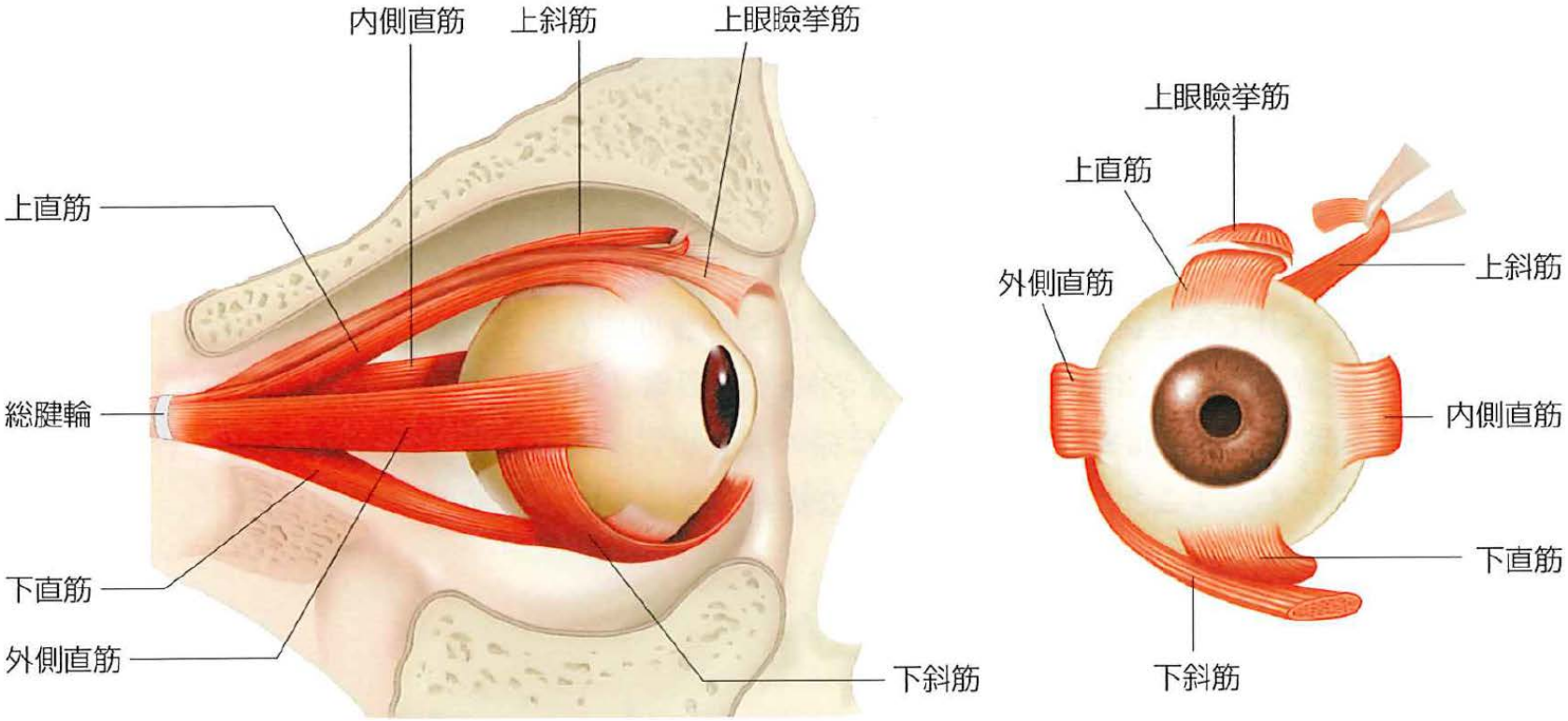


図 8-40　外眼筋

外眼筋には 4 つの直筋(上直筋・下直筋・内側直筋・外側直筋)と 2 つの斜筋(上斜筋・下斜筋)があり，これらのはたらきにより眼球運動が行われている。

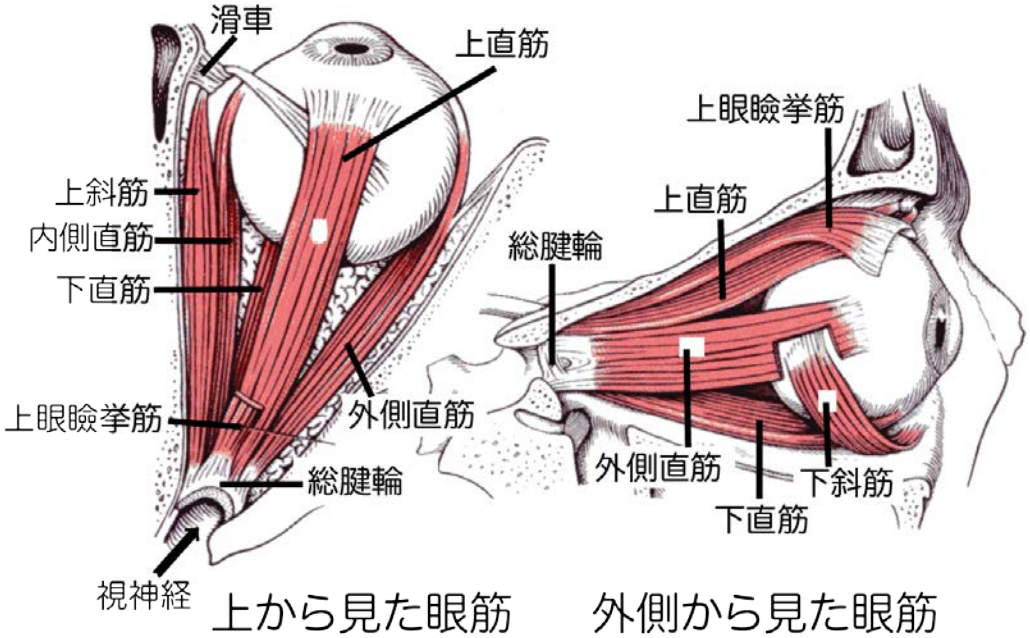
眼の構造 C. 眼筋と眼球運動 (p. 403)

眼筋：直筋4本、斜筋2本

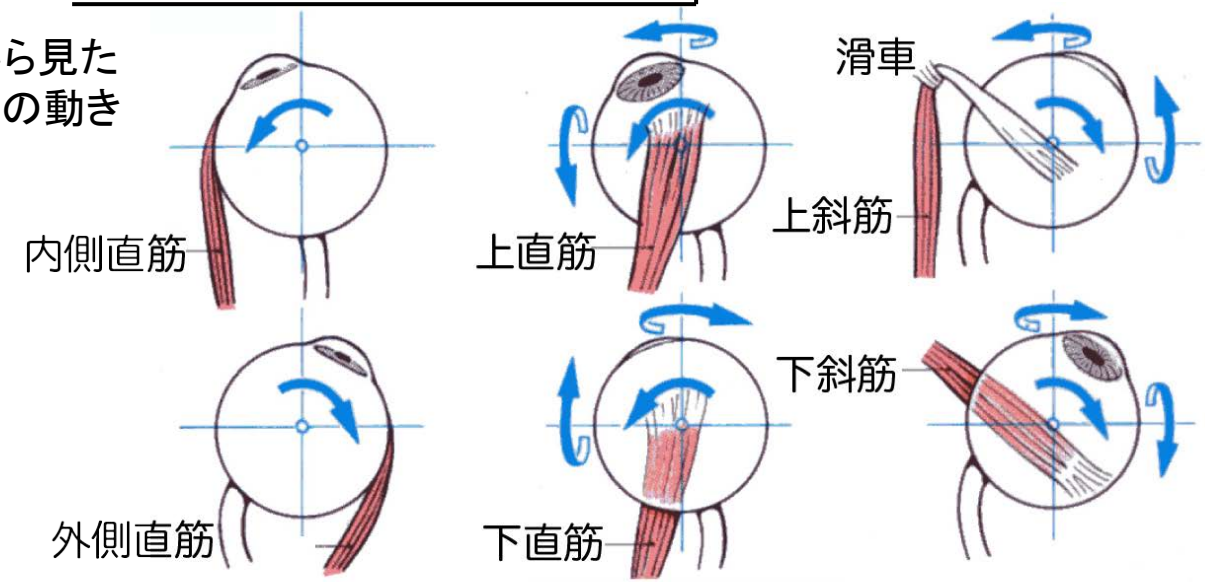
支配：動眼神経 (O)、外転神経 (A)
　　滑車神経 (T)

上直筋(支配：O)、下直筋(O)、
内側直筋(O)、外側直筋(A)、
下斜筋(O) 、上斜筋(T) 、
上眼瞼挙筋(O)

眼筋麻痺すると･･･ 二重像



上から見た
眼球の動き



眼球は常時微動しています。(マイクロサッケードという)
←
変化しない像は感知されない
例：網膜の血管像、
　眼筋麻痺で盲目

網膜の構造 (p. 400)

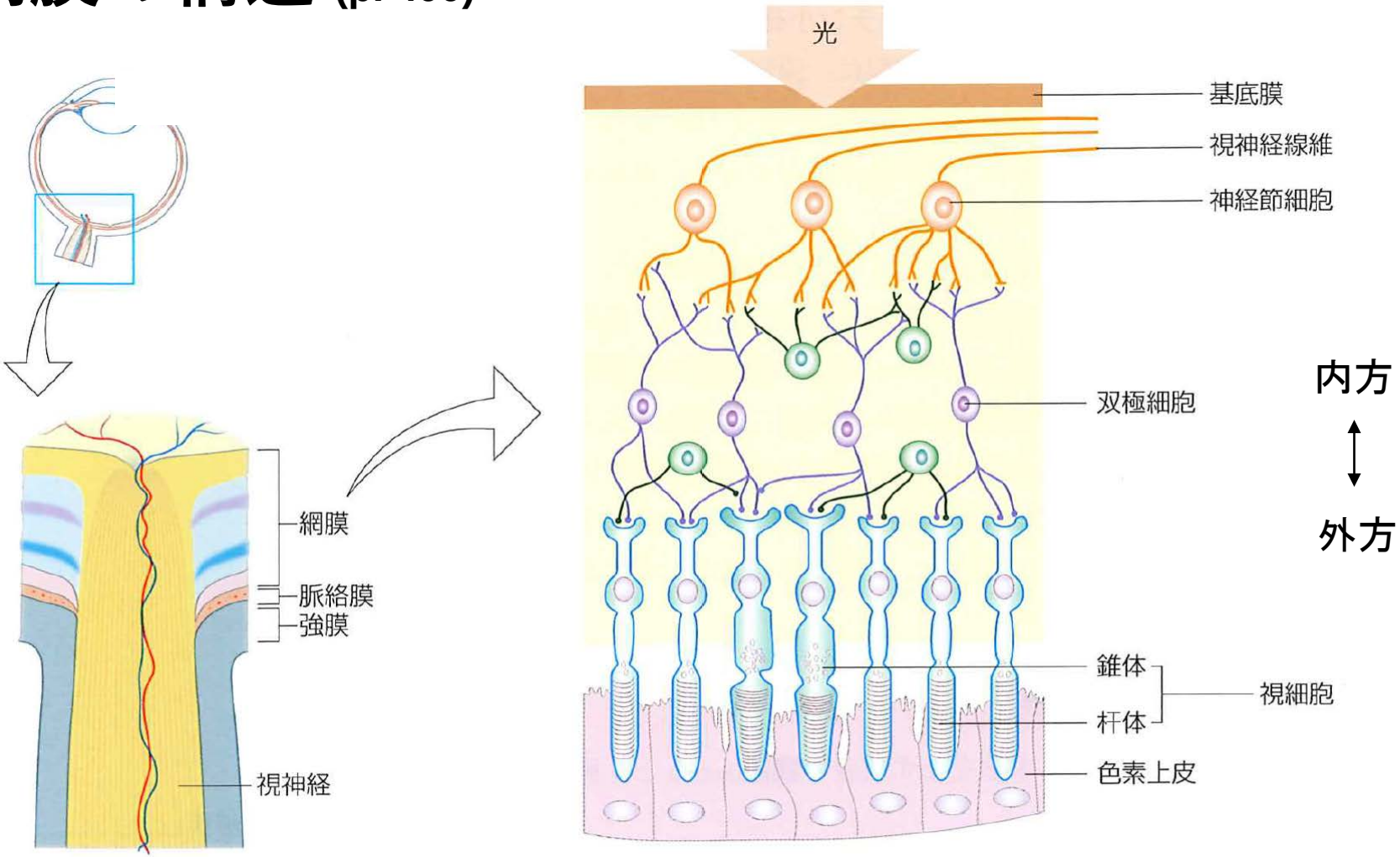
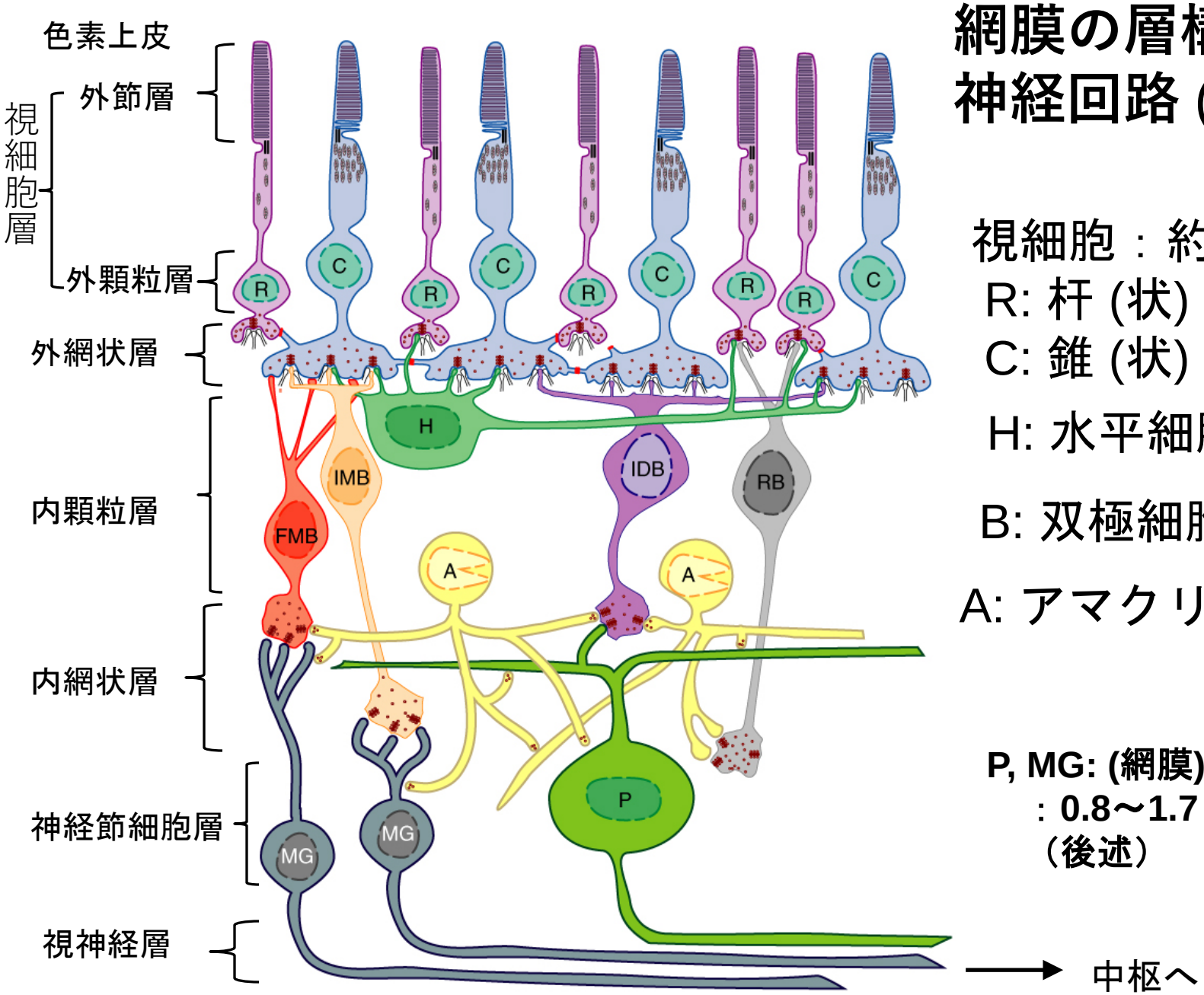


図 8-36　網膜の構造

網膜ではさまざまな細胞が規則正しく並んで層をなしている。視細胞の層には，光の感度は高いが色を感じない杆体と，光の感度は低いが色を感じる錐体がある。

網膜に入ってきた光は最深層の視細胞で感受される。刺激は視細胞から双極細胞を経て神経節細胞に伝えられ，神経節細胞から出た視神経線維を通して脳に送られる。

網膜の層構造と神経回路 (p. 400)



視細胞：約 1.3億個

R: 杆 (状) 体

C: 錐 (状) 体

H: 水平細胞

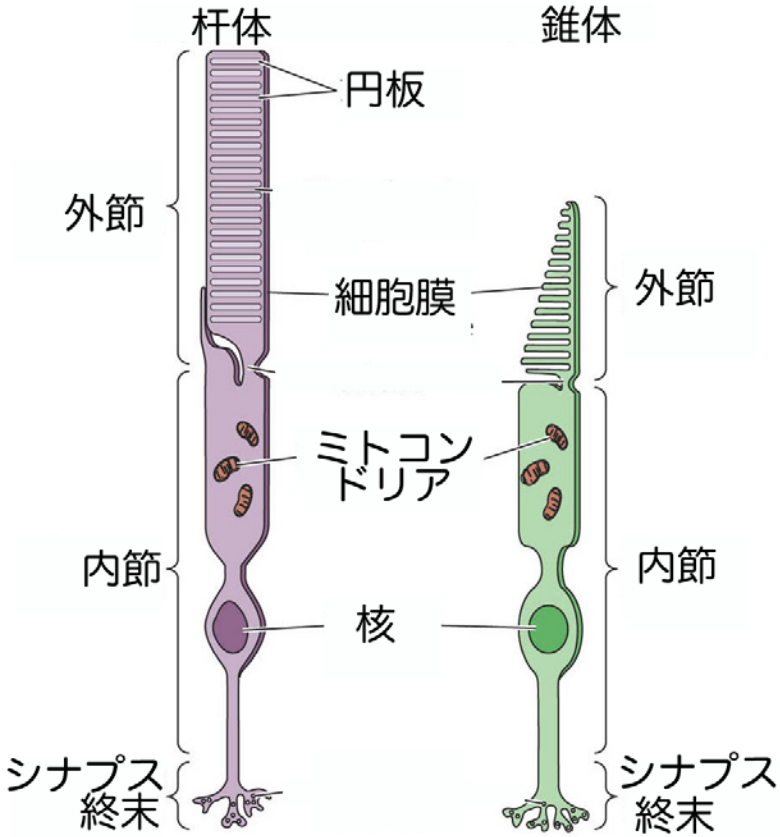
B: 双極細胞

A: アマクリン細胞

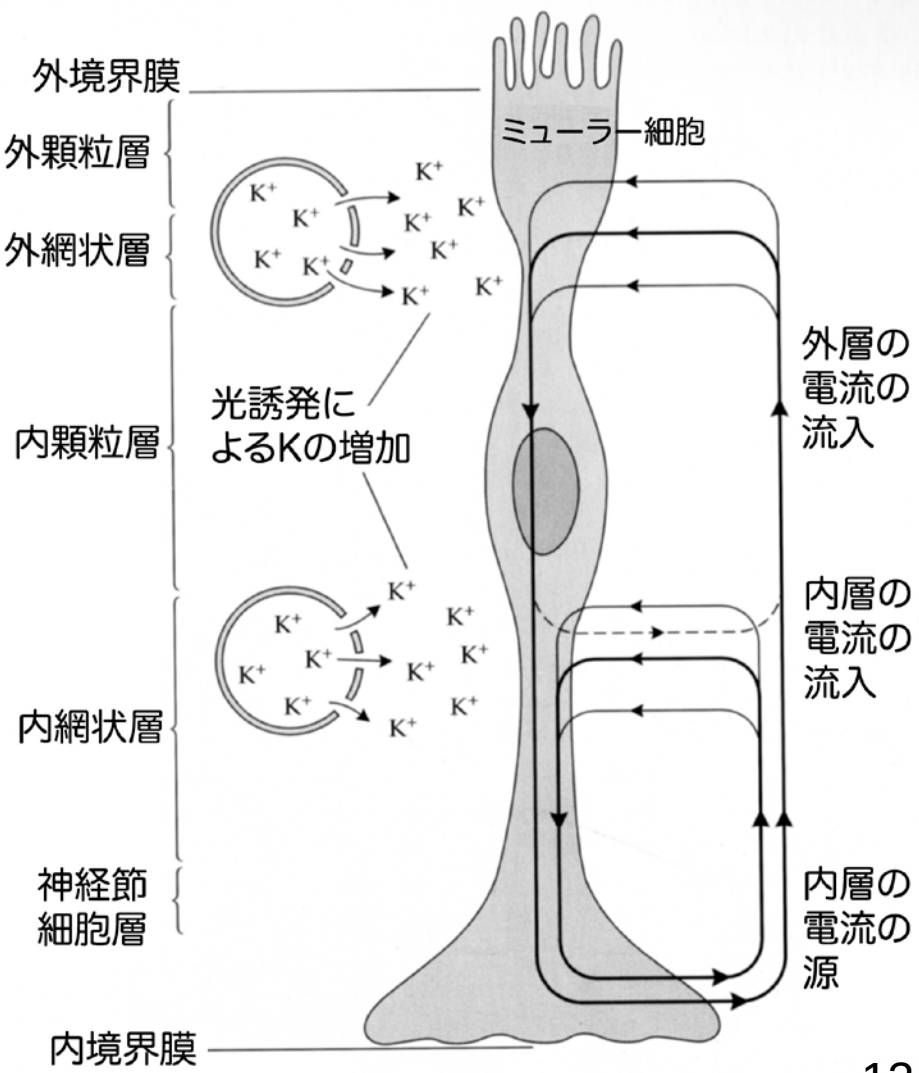
P, MG: (網膜) 神経節細胞
：0.8～1.7 百万個
（後述）

視細胞：光を受容

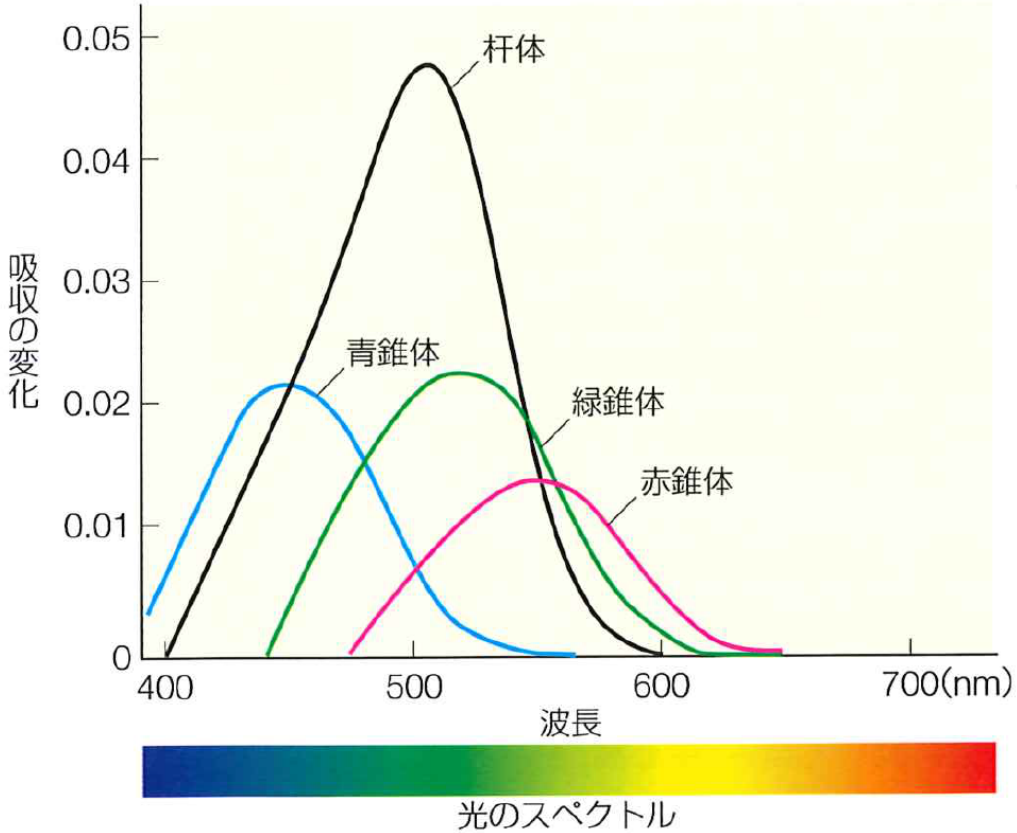
杆体：感度が高い（1光子感知可能）
錐体：波長を識別、明視 (星を見る)
暗所視：杆体、暗順応に5分以上
明所視：錐体、色覚（光の波長）
外節：円板上に受容体
　　色素上皮（外方）で代謝



ミューラー細胞
　支持細胞、グリア細胞



杆体細胞と3 種の錐体細胞の視物質の吸収曲線 (p. 400)



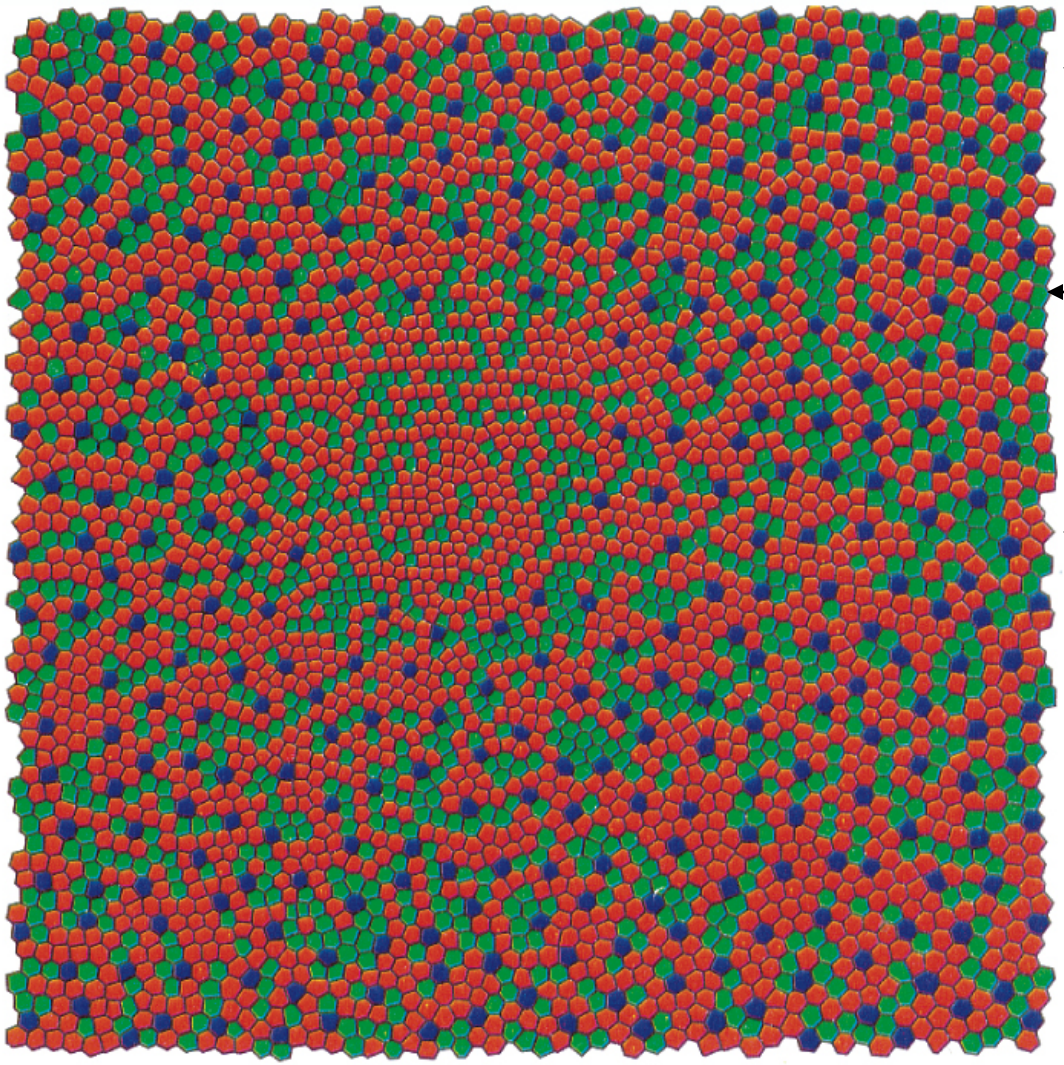
注:
錐体の名称の
'青、緑、赤'は
実際の吸収色と一部違う

図 8-37　杆体と錐体の吸光スペクトル
杆体は錐体よりも感度が高いが，色を区別することはできない。色は 3 種類の錐体(青錐体，緑錐体，赤錐体)により感知され，錐体の種類によって感知する波長のピークが異なる。

問題 1: (p. 393)
暗い部屋(例:潜水艦内、夜の航空管制室)の計器の、昭明光が赤いのはなぜか
**　同じ理由で、げっ歯類(ネズミ)の行動実験では、照明に赤色光(暗室光)を使う**
問題 2:
手術着は緑　　なぜ？　　順応

自然界の光に色はない (とニュートンも言っていた)、脳が作り出したもの

錐体の分布のモザイク: 理論



S 錐体（青丸）

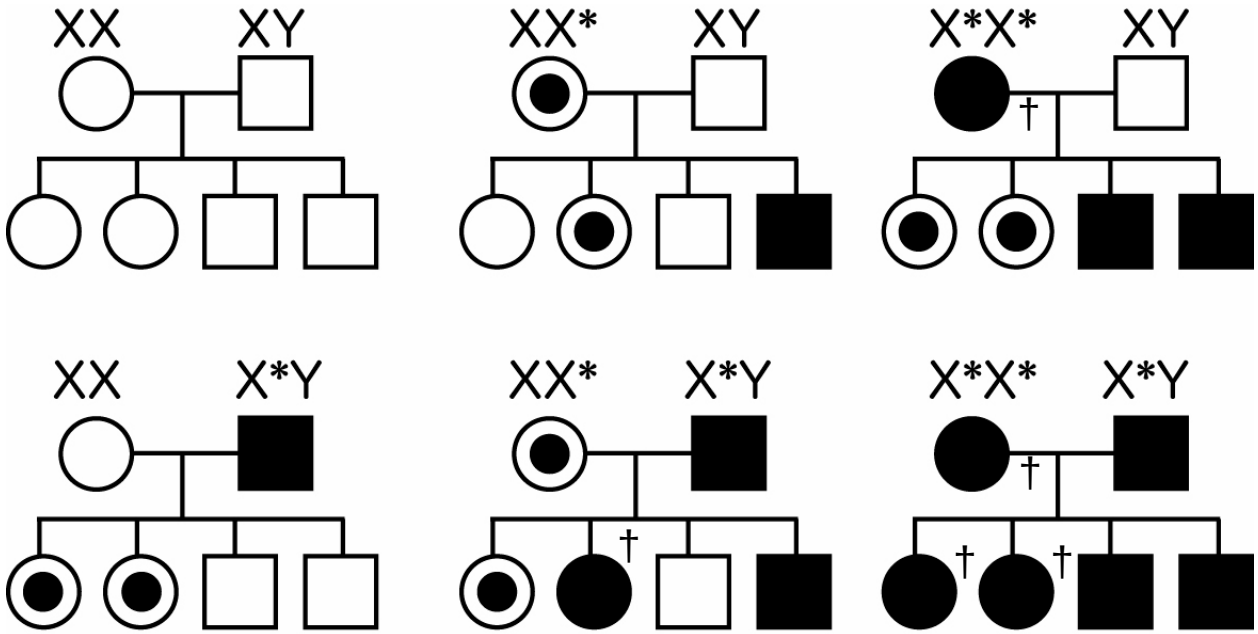
M 錐体（緑丸）

L 錐体（赤丸）

中心窩の錐体の分布
S錐体がない

M, L 錐体の「異常」：性染色体劣性遺伝

以下の夫婦の組み合わせの場合の子供への遺伝：メンデル遺伝



○：遺伝的にも正常な女性　□：正常色覚男性

◉：保因女性　●：色覚異常女性†　■：色覚異常男性

人口の約40%が「軽微な色覚異常」～「異常」と言えるか
† 色覚異常の女性の例：高村知恵子（「智恵子抄」の女性）

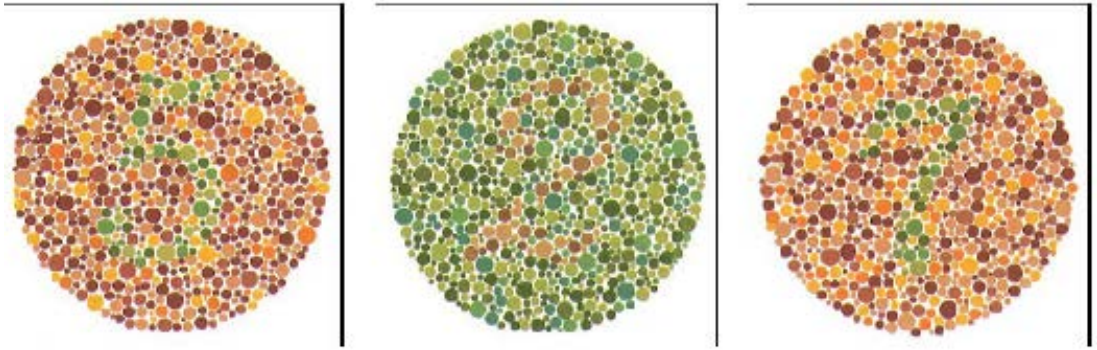
X, Y：正常な性染色体　X*：変異した色素をコードした X 染色体

◉：保因女性は四色覚保持者？ ⇒ 後述

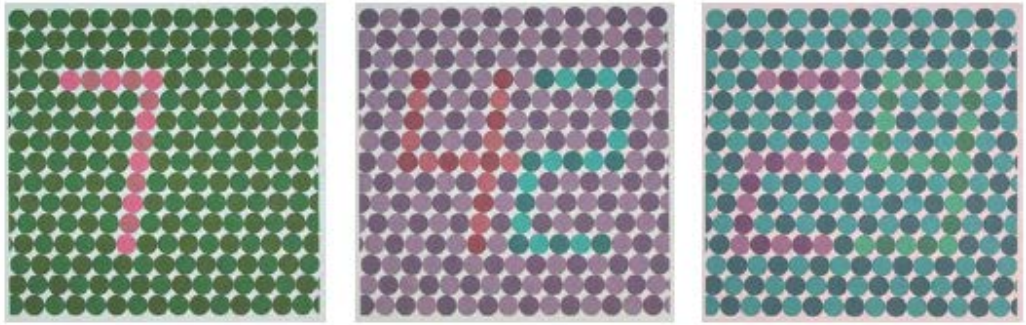
色覚異常の検査法

石原表、東京医大表、標準色覚検査表

石原表：
国際表38表版は
25枚の数字表と
13枚の曲線表



東京医大表：
印刷ではなく
色紙が貼ってある
検出にはよいが
分類は不正確

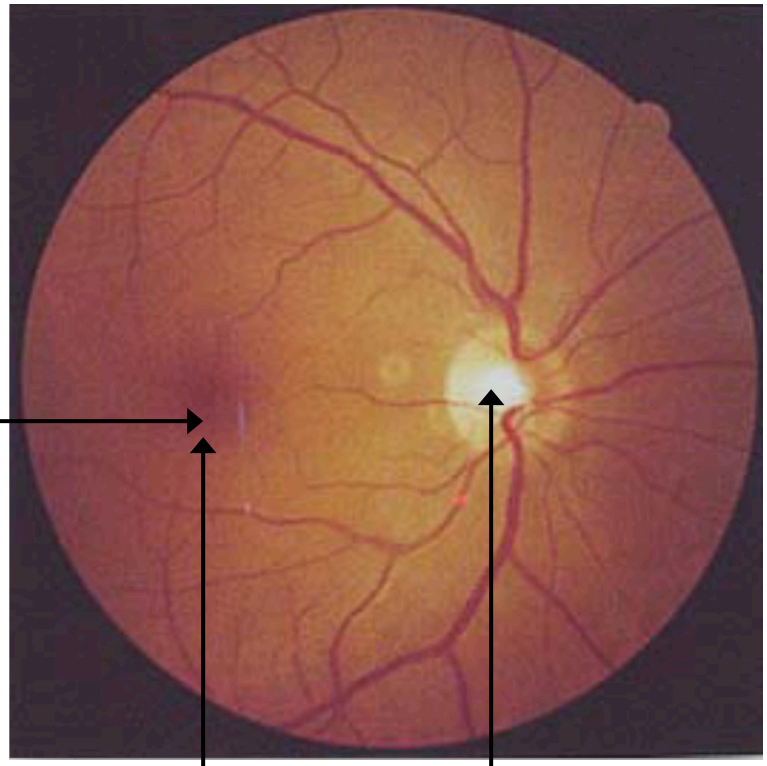


標準色覚検査表：
パネルＤ-15検査の色
第1色覚異常と第２色覚
異常の区別に優れる

眼底写真で血管異常を検査

眼底写真の例

正常な眼底



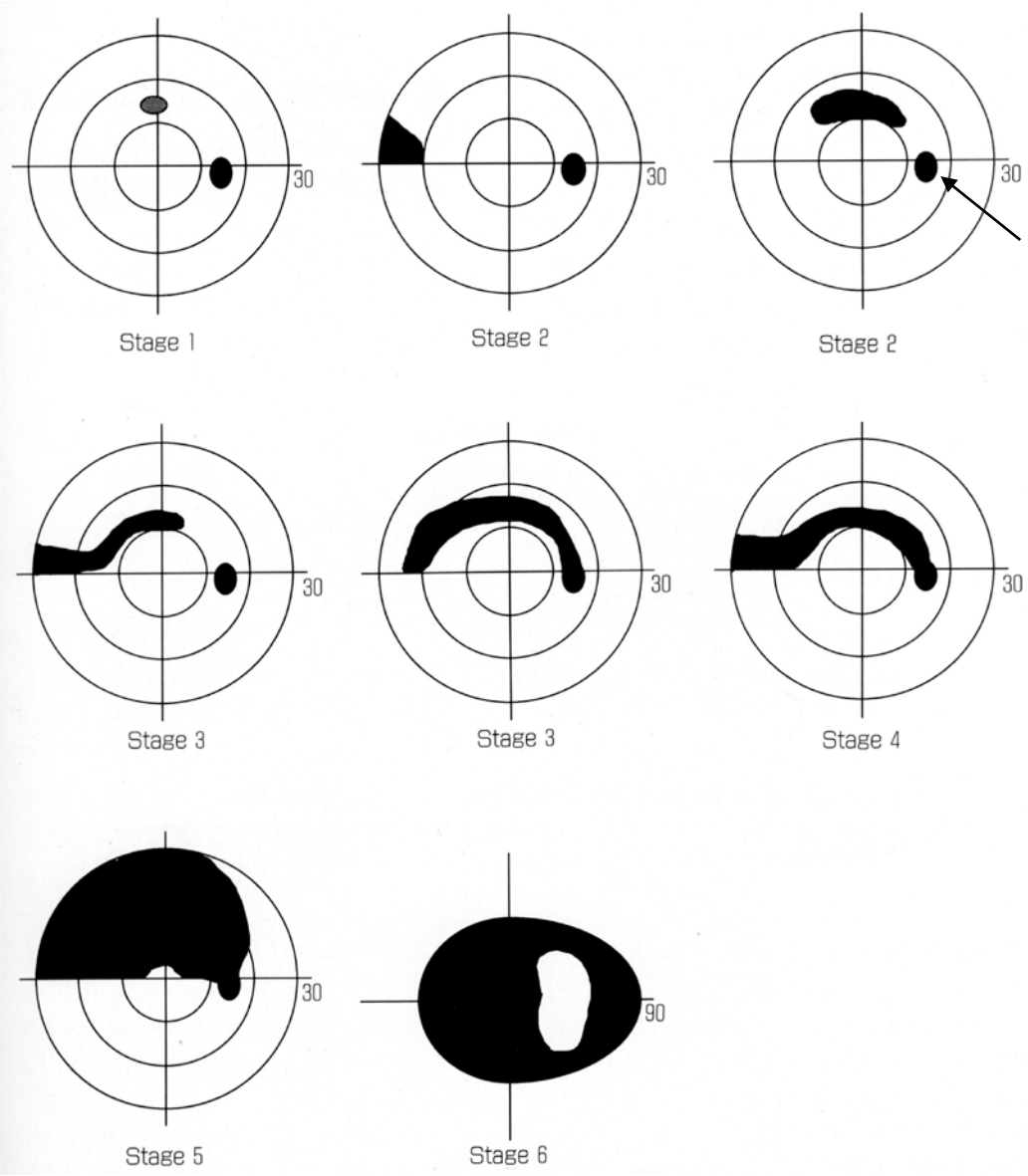
糖尿病患者の病変眼底

眼底動脈：平成28年国家試験問題
（血管の病変～眼底検査が必要な疾病）

緑内症眼での視野欠損

視野欠損部位
　Aulhorn 分類
　(Greve 変法)
視野計で検出

視野計の一例



緑内障：2018年国家試験

視野欠損の患者の「見え方」の例

埋め合わせ、つじつま合わせを脳がやってしまいます・・・

患者の視覚映像？

＋:視点（白）

実際の映像

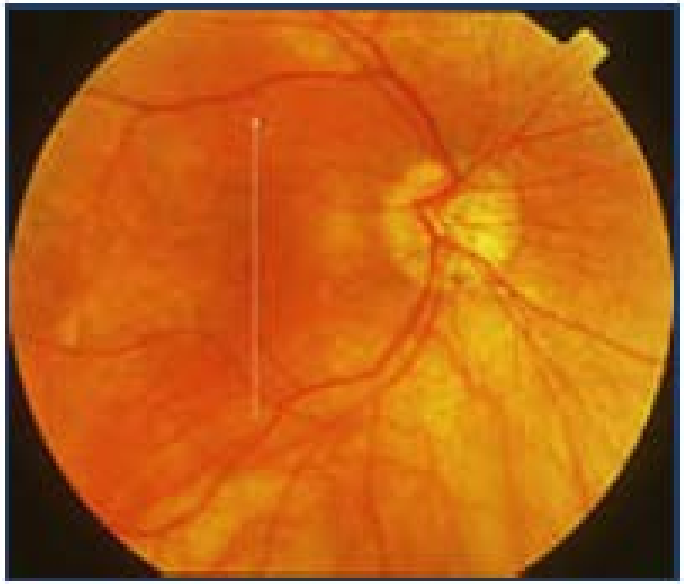
視野欠損

←黒い欠損部分に
周囲の景色を「導入」

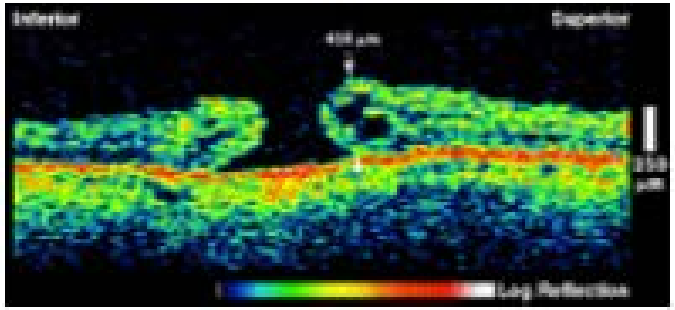
OCT 光干渉断層計

眼科での実際の画像 - 1

Full Thickness

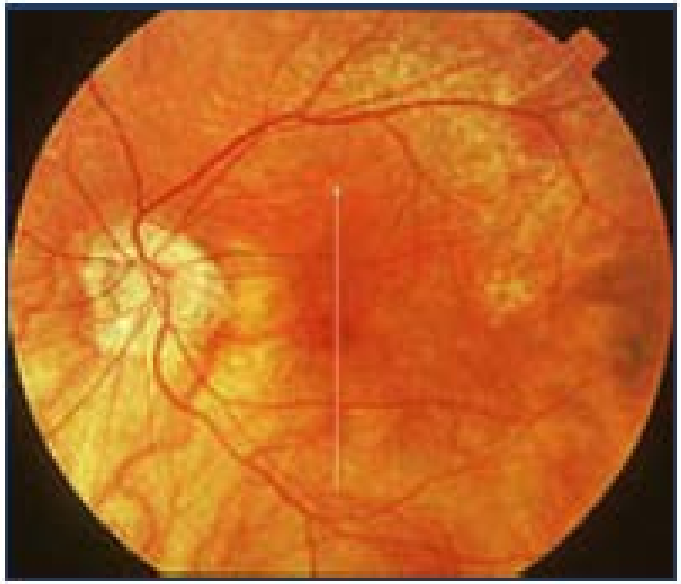


Fundus

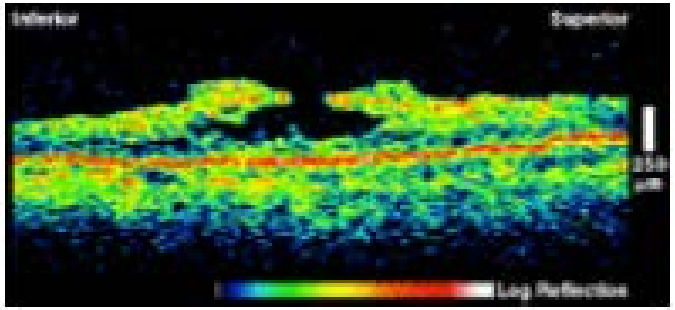


OCT

Lamellar



Fundus

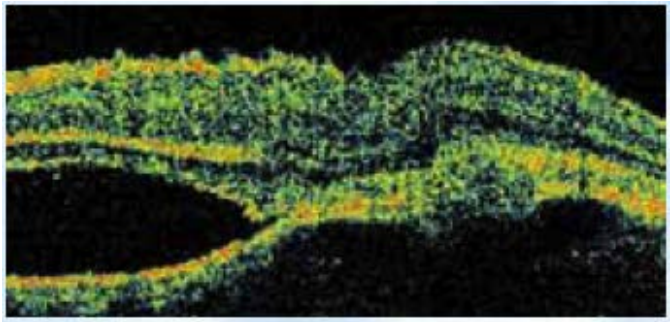


OCT

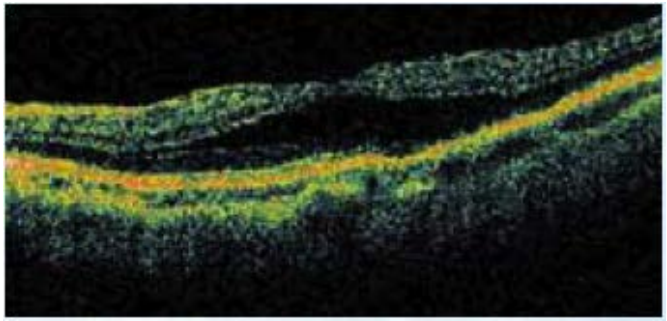
黄斑部に
できた孔

OCT 光干渉断層計

眼科での実際の画像 - 2

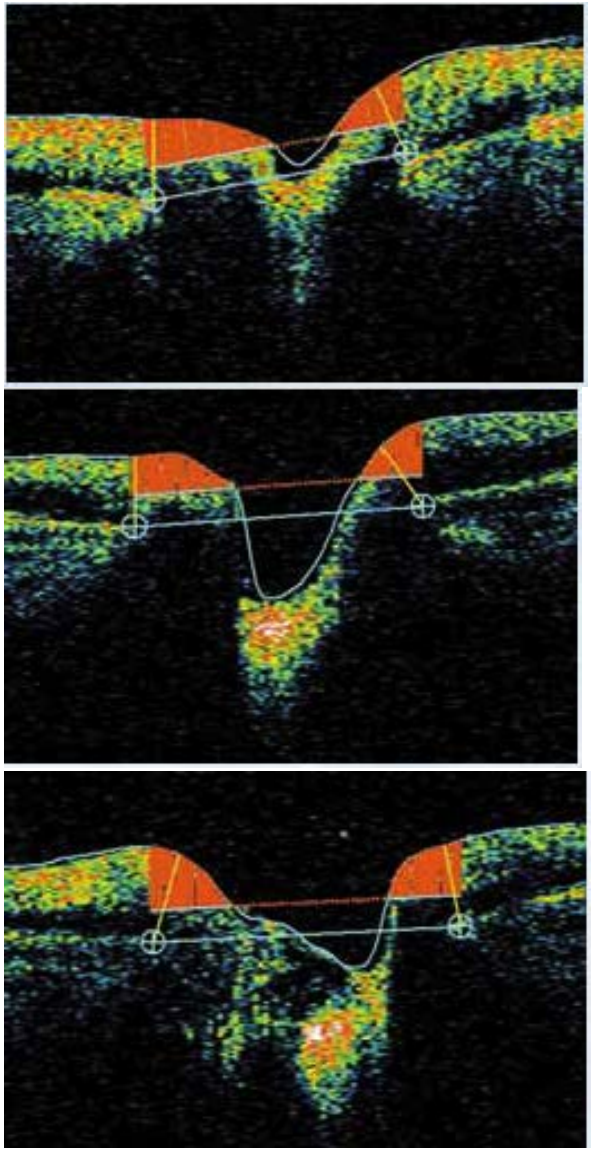


Cystoid macular edema
嚢状黄斑浮腫



Central serious retinopathy
重篤な中心部網膜症

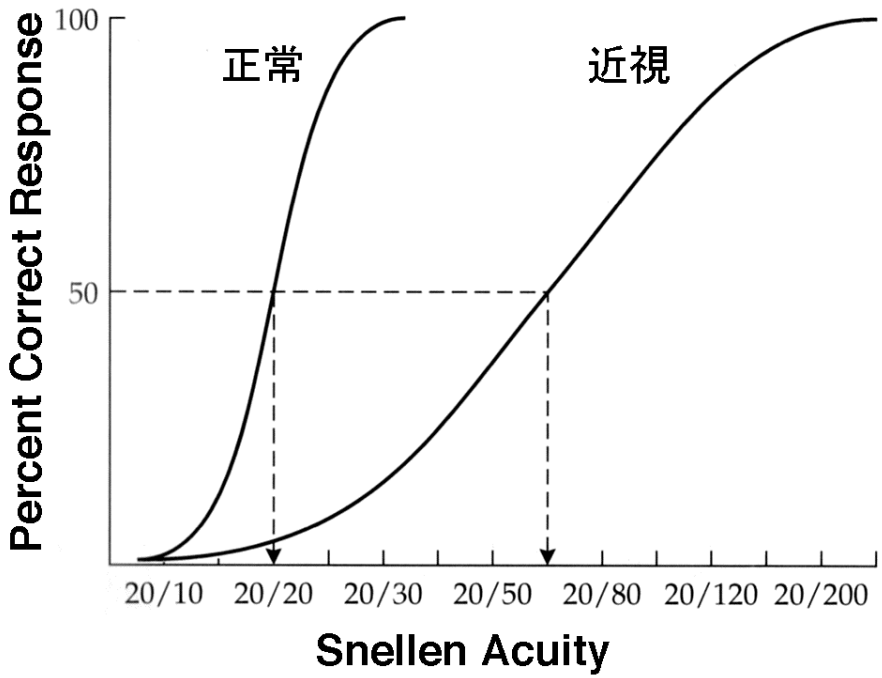
視神経
乳頭の
定量解析

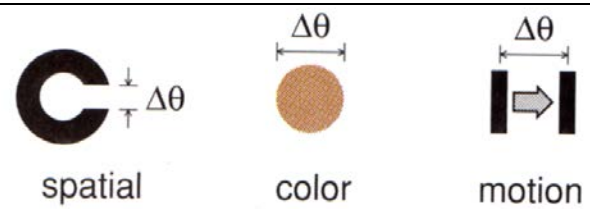


視力 (p. 405)

Snellen Acuity

Snellen acuity: 米英での視力検査





日本：視力 = 視角（分）の逆数

視力障害の定義

	ロービジョン	盲
WHO	< 6/18 - ≥ 3/60	< 3/60
USA	< 20/40 ≥ 20/200	< 20/200

スネレン図 “Snellen chart”　　(20/200 : 視力 0.1)

ランドルト環（正答確率1/4→ 1/2以上の正答を視力）

単位:分

（猛禽類タカの視力: 10.0！！）

色の支配（ラベルなどの色の重要性を認識して）

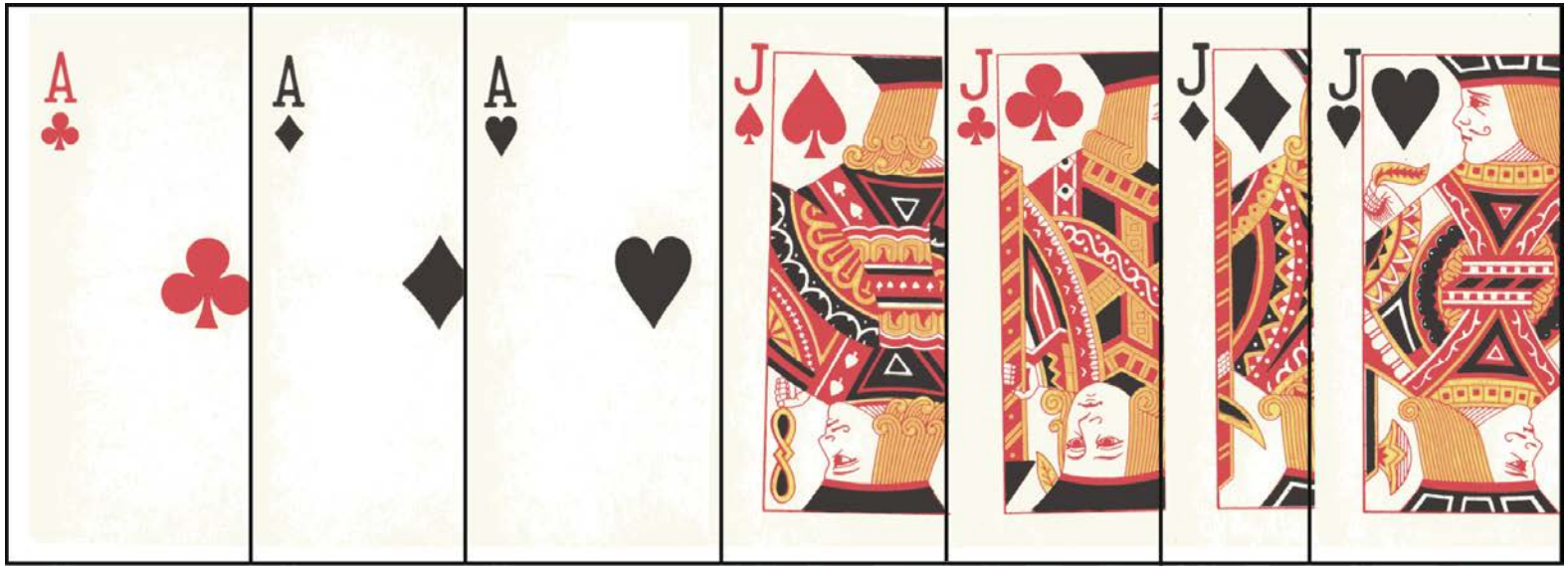
下の「文字の色」を言う（ストループ試験）

あか　きいろ　みどり

あお　むらさき　くろ

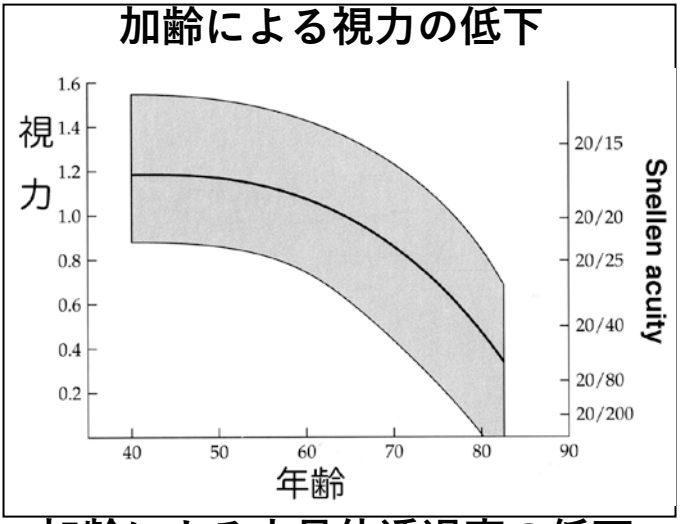
共感覚（後述）の保持者は、そうでない人よりも答えるのが遅い

色が逆のトランプ



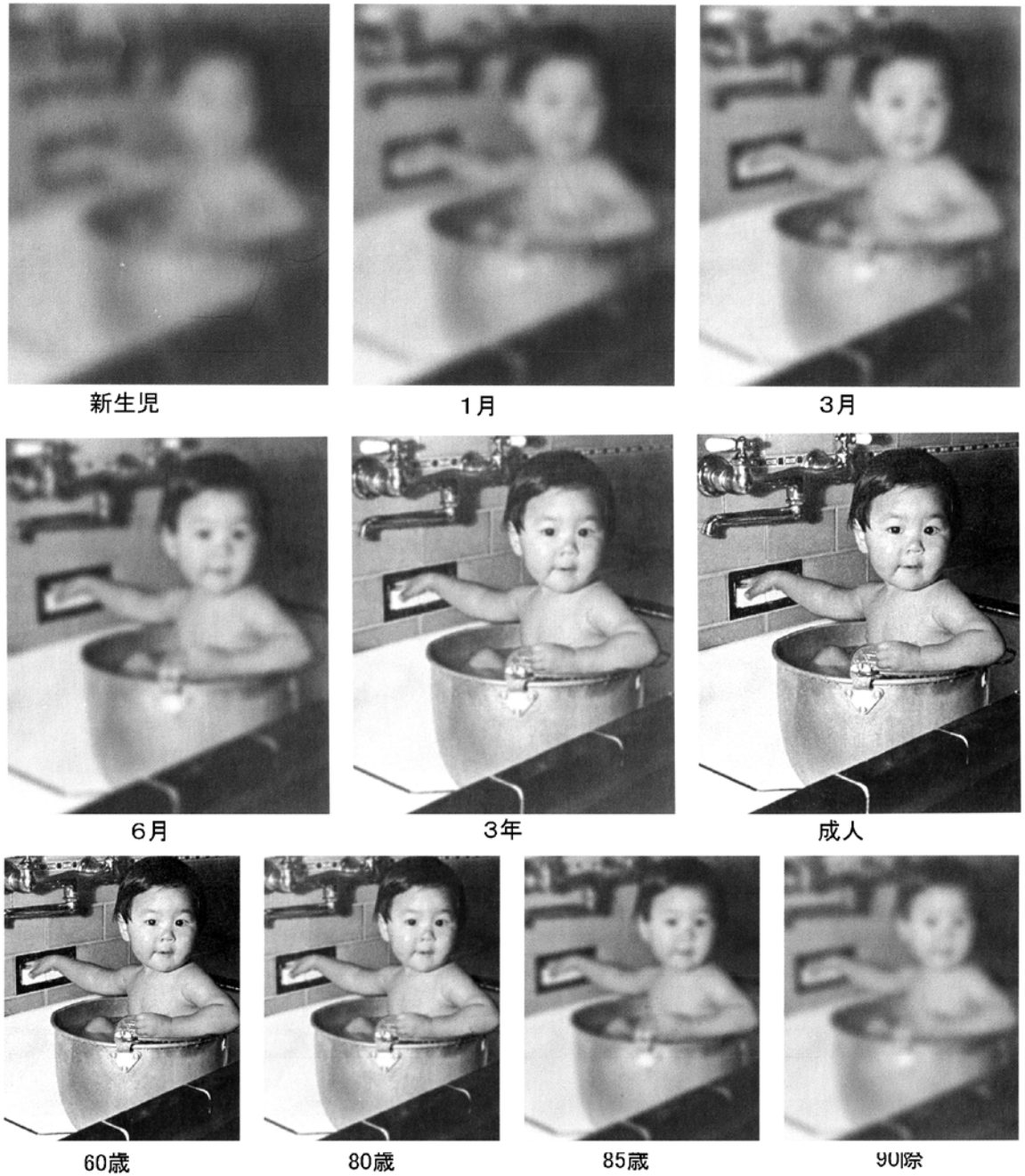
眼と加齢

加齢による視力の低下

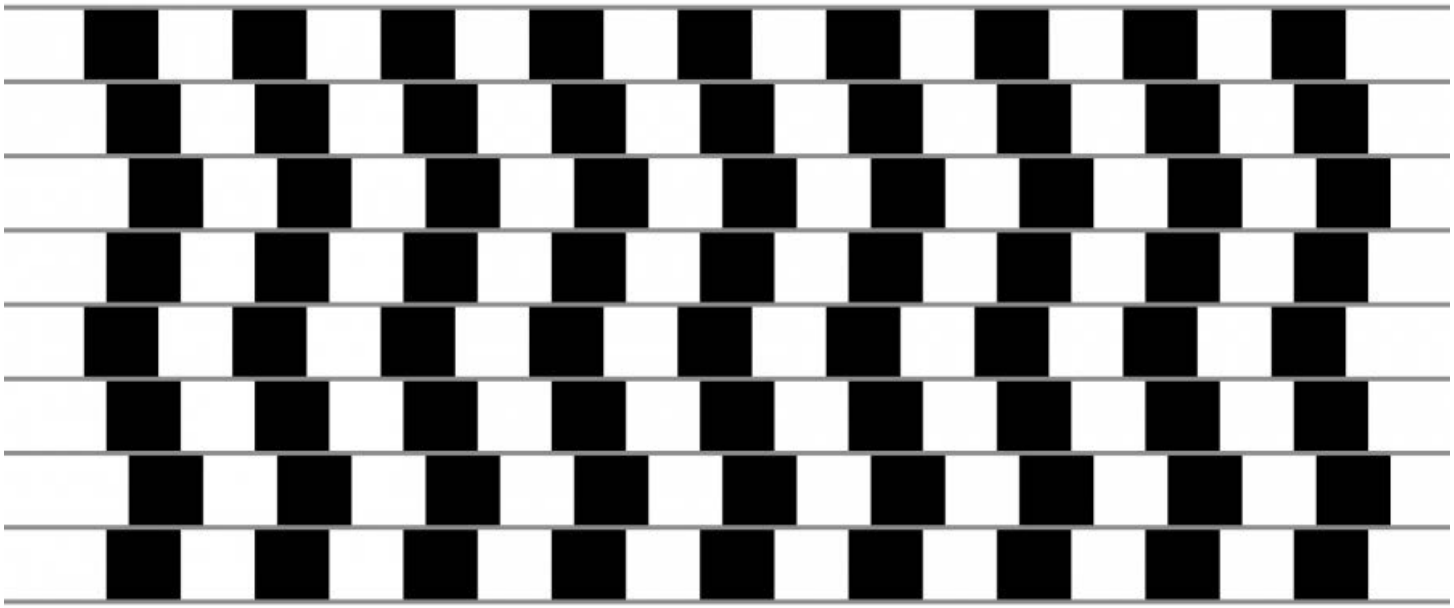


加齢による水晶体透過率の低下

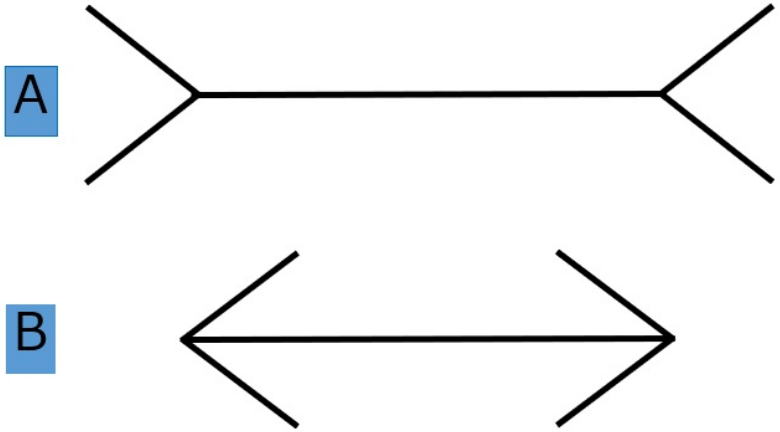
年齢による視力の変化



錯視: 中枢での処理の結果

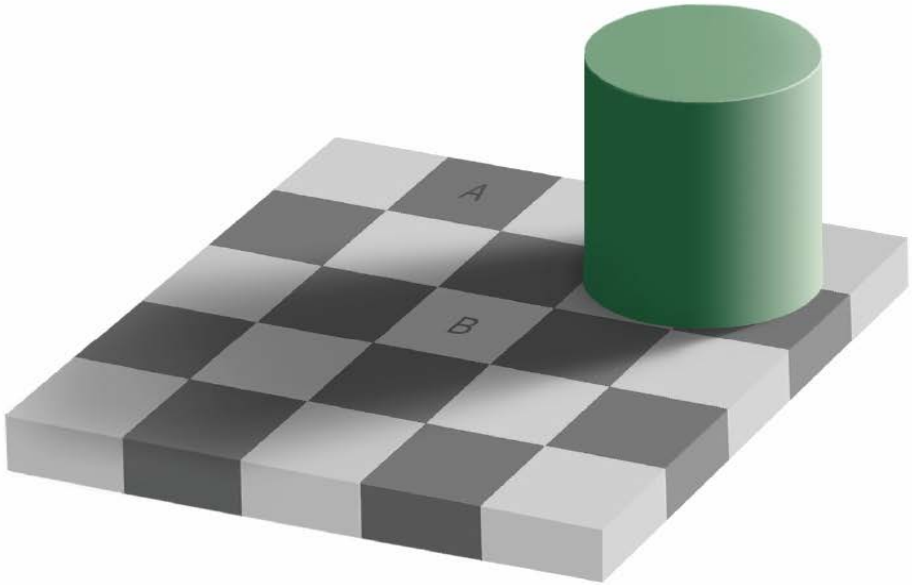


どちらが長い？



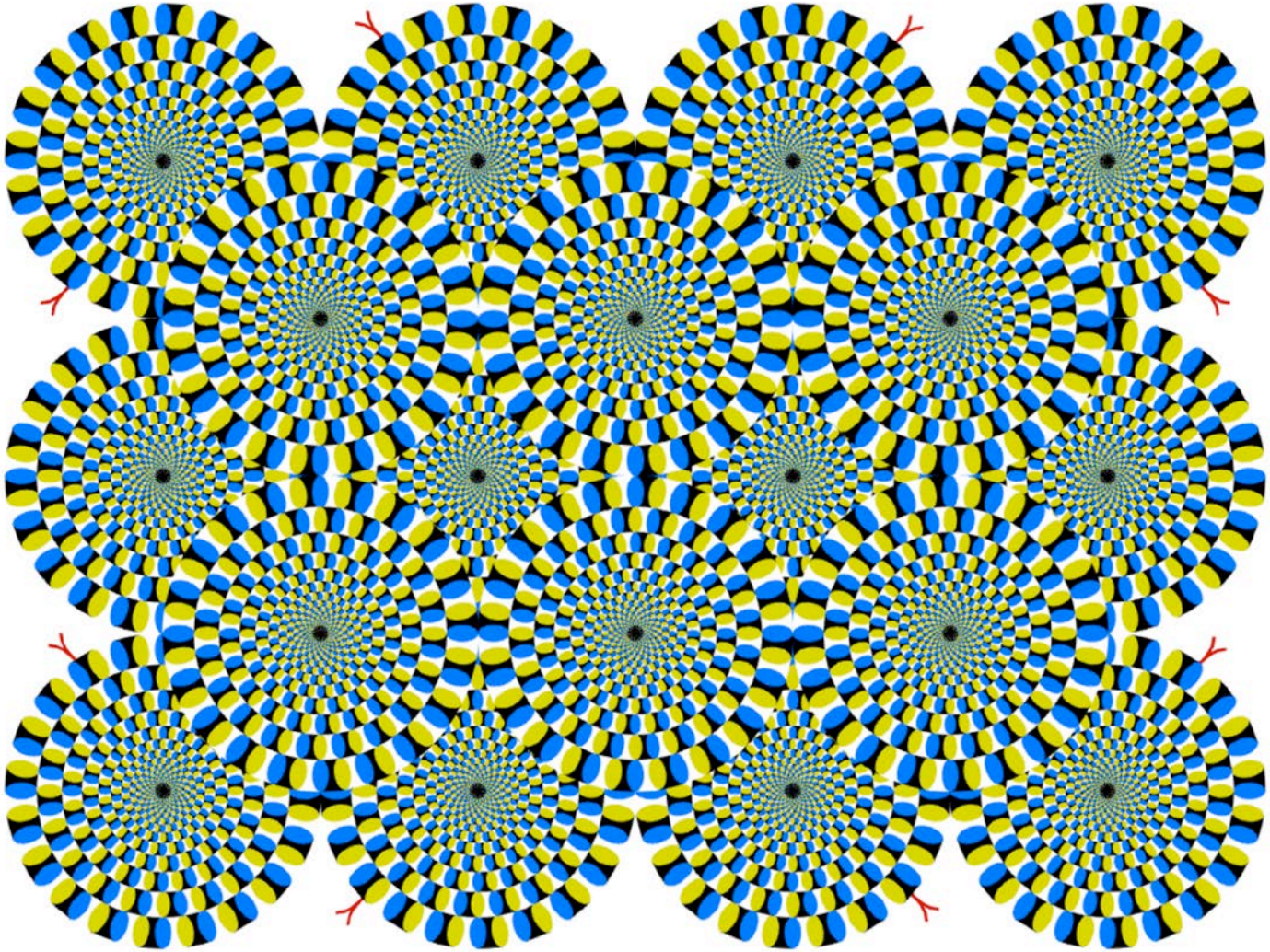
錯視は何によるのか？

チェッカーシャドウ錯視



回転して動いていません？

立命館大学文学部人文学科心理学専攻
http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/



「蛇の回転」

注：パソコン画面のほうが「動く」

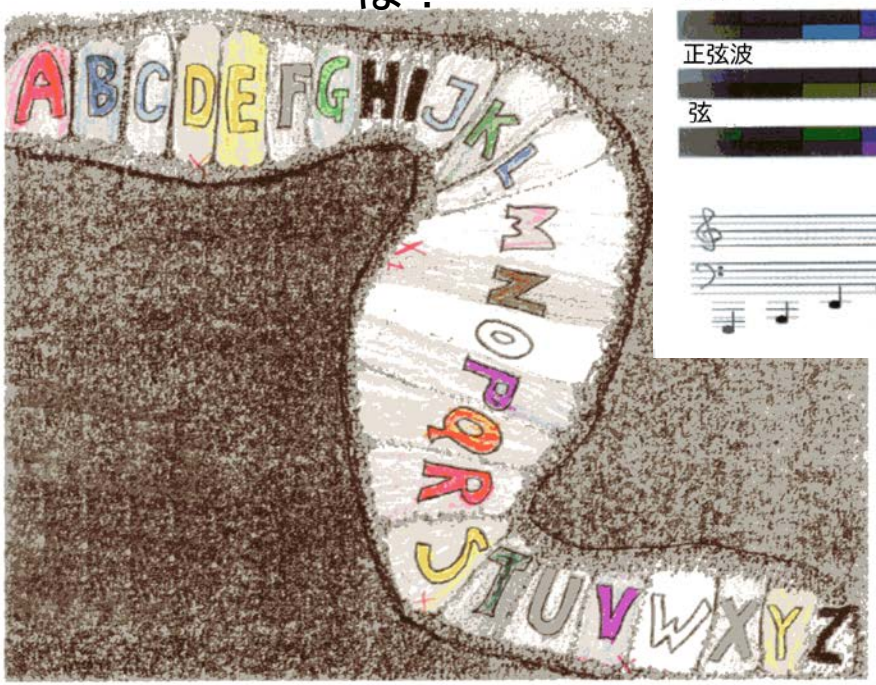
共感覚 Synesthesia* というものがあります・・・

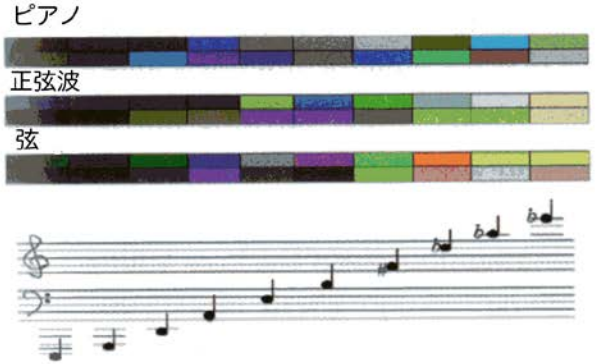
ある刺激に対して通常の感覚だけでなく、異なる種類の感覚も同時に生じさせる、一部の人 (5% 未満？) にみられる特殊な知覚現象
～本来受容器が受け取った情報を違った知覚として認識。<u>精神病ではない</u>

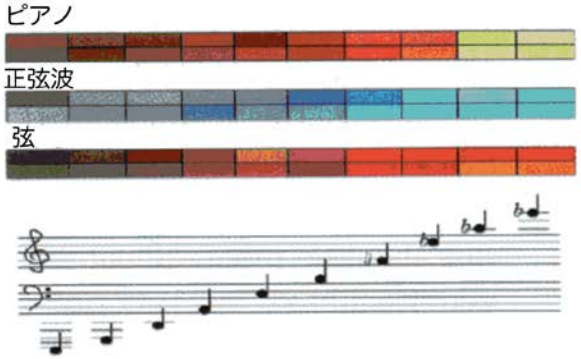
文字や数字に色が見える ～ アルチュール・ランボー（詩人）

音（音階）で色が見える ～ フランツ・リスト#、オリヴィエ・メシアン（作曲家）、他多数

* LSD（幻覚剤）で経験するらしい、 # 指揮の時「ここは紫に」、楽団員は？







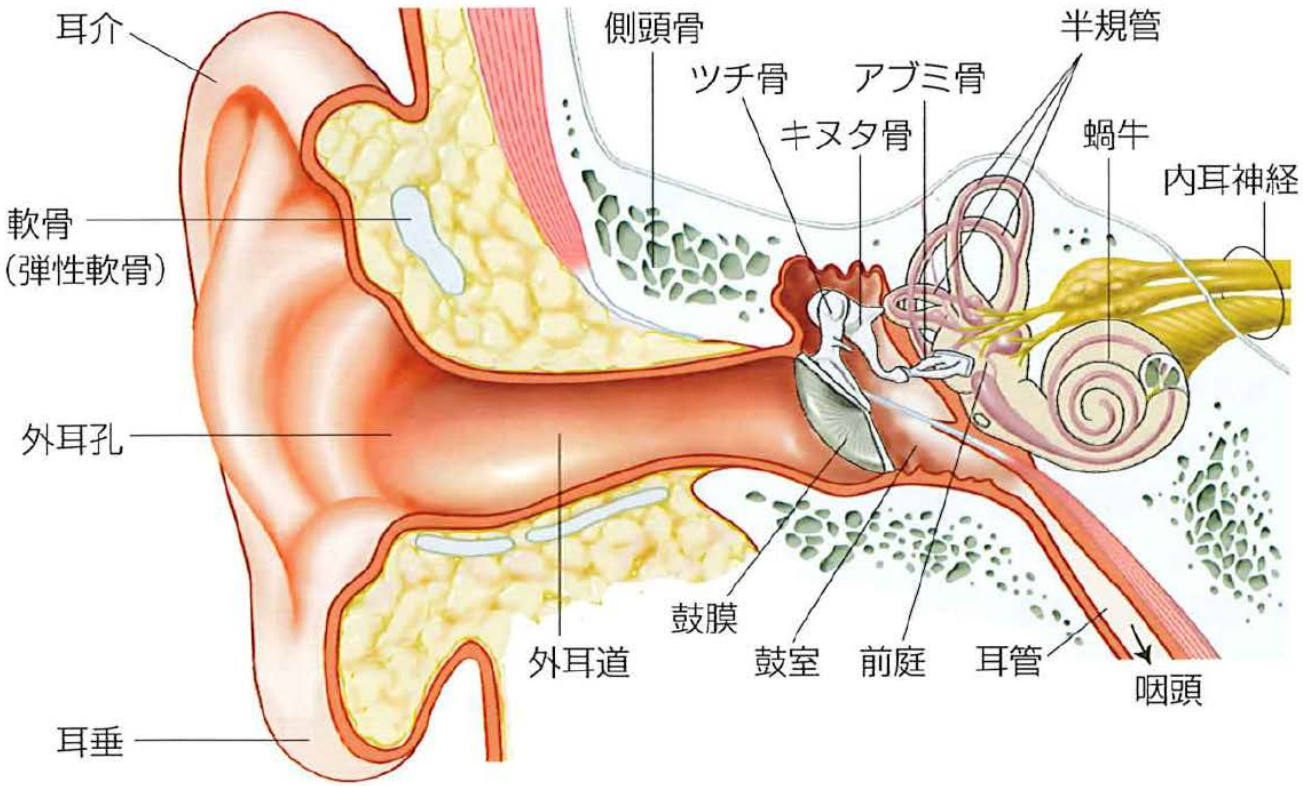
音階、音色で色が見える例

⇦ ⇩ アルファベットで色が見える例

A: 43%, BB: 58%, C:29%

C: 49%

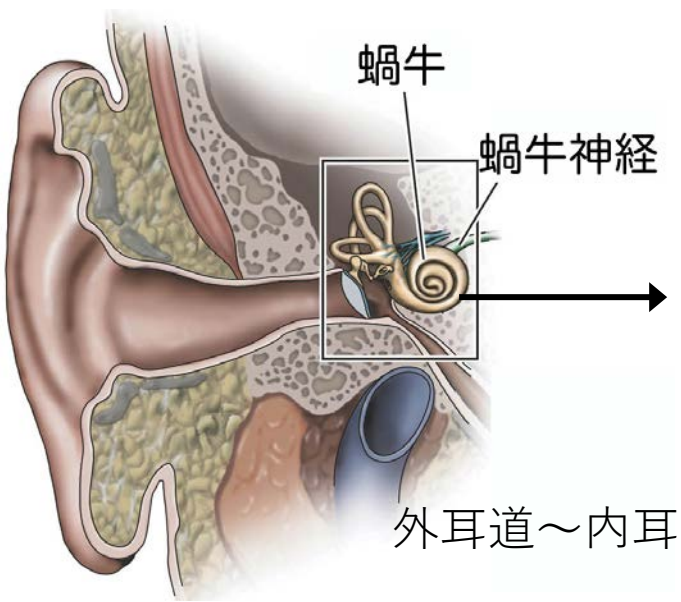
外耳道、中耳、内耳、迷路の構造 (p. 408-)



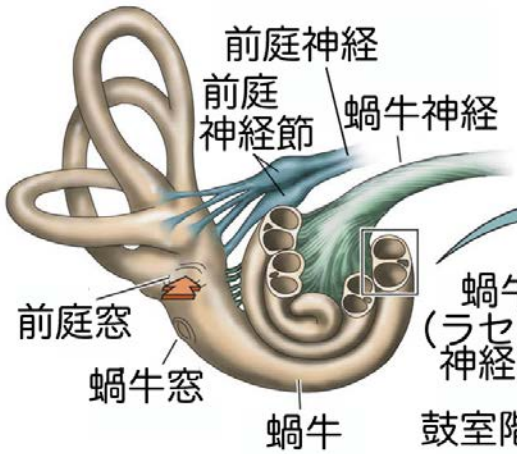
耳は外耳・中耳・内耳の３つの部分に分けられる。

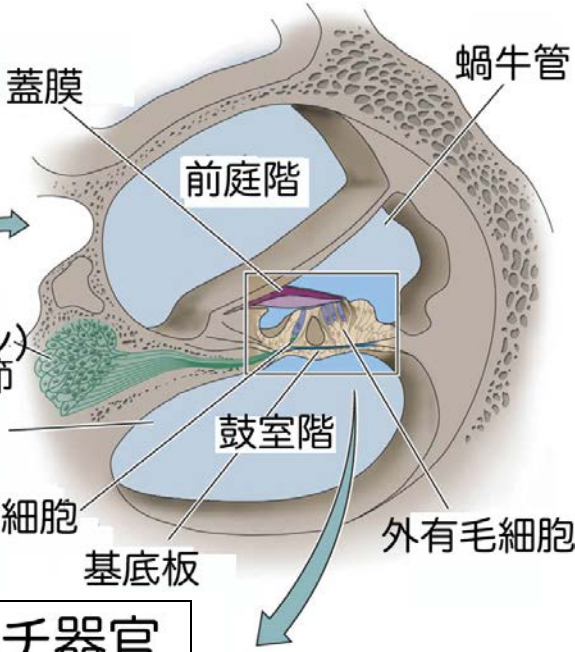
図 8-45　耳の構造

外耳道、中耳、内耳、迷路の構造 (p. 447 - 449)

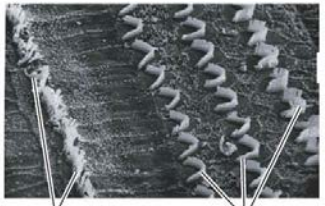


外耳道～内耳の断面





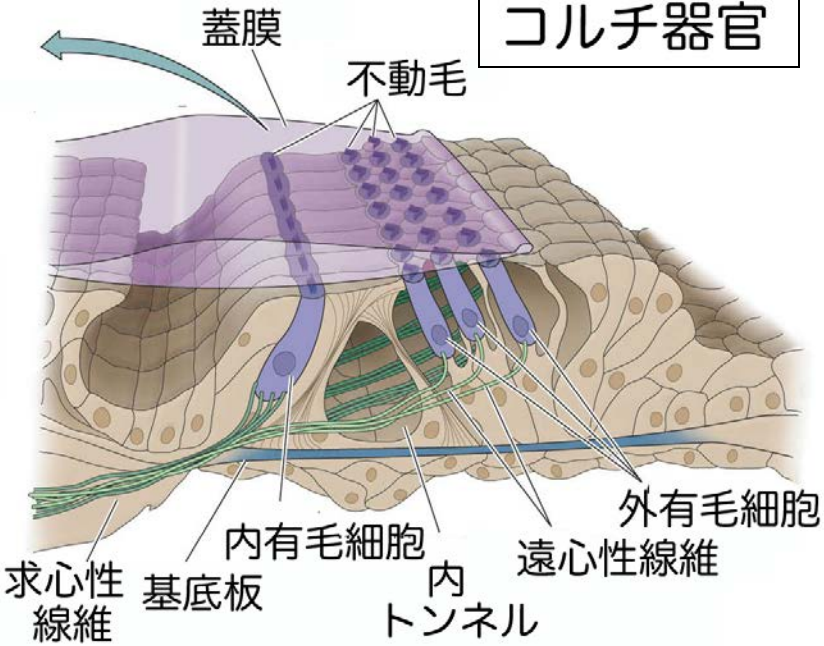
コルチ器官



不動毛、
内有毛
細胞

不動毛、
外有毛
細胞

↑後述



聴覚・平衡覚器 Auditory & Vestibular Organs

音の要素：周波数（ヘルツ Hz）、振幅 ≒ エネルギー（音圧比デシベル dB）

音信号の情報要素：リズム、フォルマント（倍音）

ヒトの可聴域*：20 Hz ～ 15 ないし20 kHz (楽器：8～32,768 Hz, C-1～C11)

サンプリング周波数; CD, MD: 44.1 kHz, SACD: 2,822.4 kHz, 電話: 8 kHz

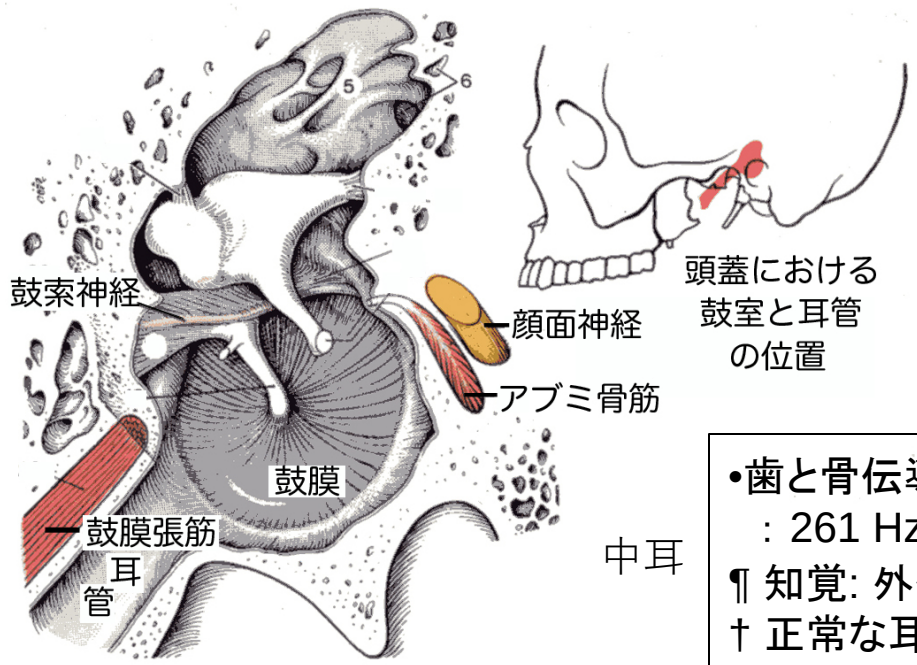
フランス語：100-300 Hz と 1K-2k Hz、イギリス英語：2k-12k Hz、米語：0.8-3k Hz

外耳、中耳、内耳の解剖

外耳：耳介, 耳珠, 外耳道¶, 耳道腺 (耳垢†), 鼓膜（0.1 mm, **皮膚層**, **固有層**, **粘膜層**:**再生**）

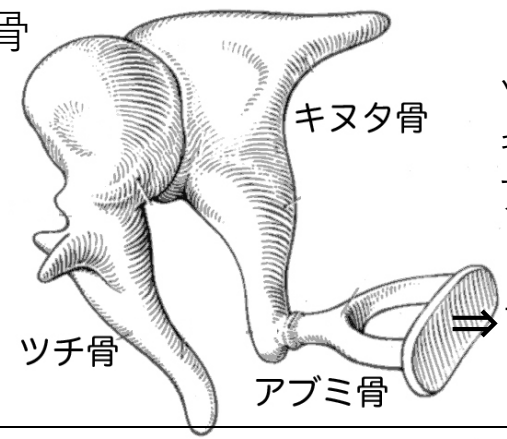
中耳：耳小骨, あぶみ骨筋（← 顔面神経), 鼓膜張筋（← 鼓膜張筋神経 ←下顎神経）

内耳：前庭窓, 蝸牛窓, 蝸牛管, 半規管（前-, 後-, 水平半規管）～ 迷路



中耳

耳小骨



ツチ：槌
キヌタ：砧
アブミ：鐙

⇒前庭窓

- **歯と骨伝導で不快に感じる音（歯科医のドリル）**
  ：261 Hz付近（中央ド音 261.626 Hz）

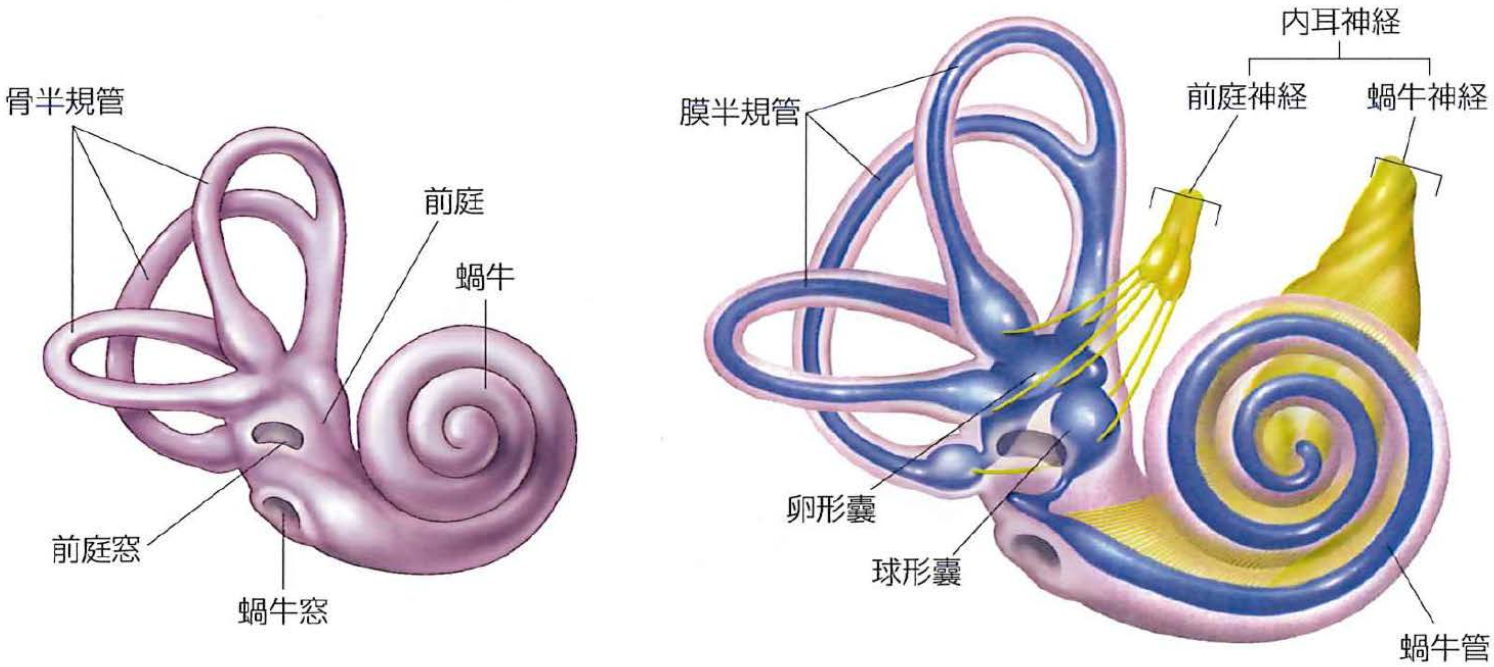
¶ **知覚: 外側は三叉神経、内側は迷走神経**

† **正常な耳垢:雑菌の繁殖を抑え皮膚を保護、掃除不要**

膜迷路と骨迷路

内リンパ液： K^+ 濃度が高く、細胞内液に似た組成、蝸牛管を満たす、
血管条で産生

外リンパ液： 脳脊髄液と同じ組成、前庭階と鼓室階を満たす



a. 骨迷路の外形　　b. 骨迷路の中の膜迷路

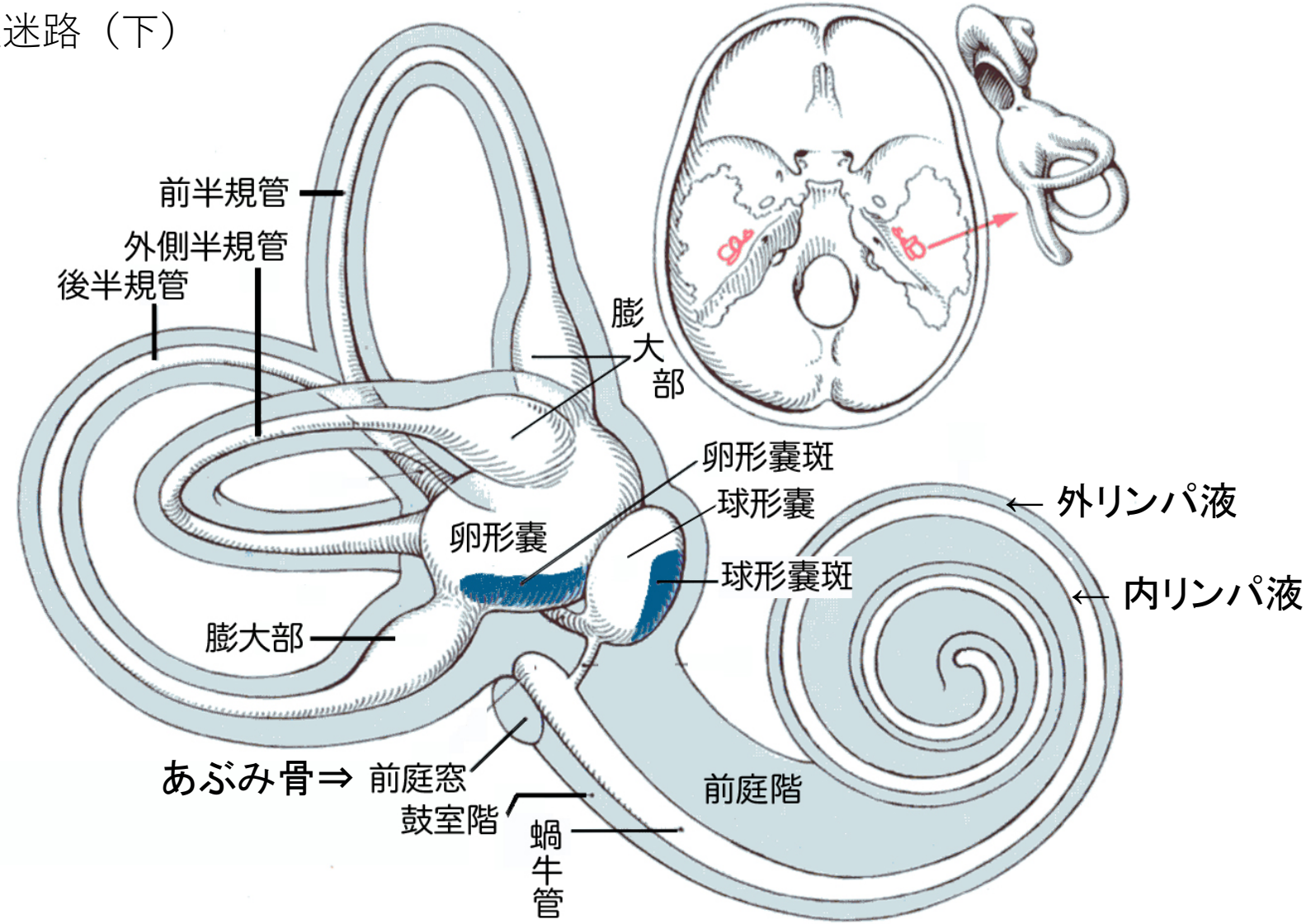
図 8-46　骨迷路と膜迷路

右耳の内耳を前方からみたところ。内耳は蝸牛・前庭・半規管からなり，骨迷路の中に膜迷路がおさまった構造になっている。

（伸ばすと約 3cm）

膜迷路

頭蓋における内耳の位置（上）
膜迷路（下）



ラセン器（コルチ器官 Organ of Corti）

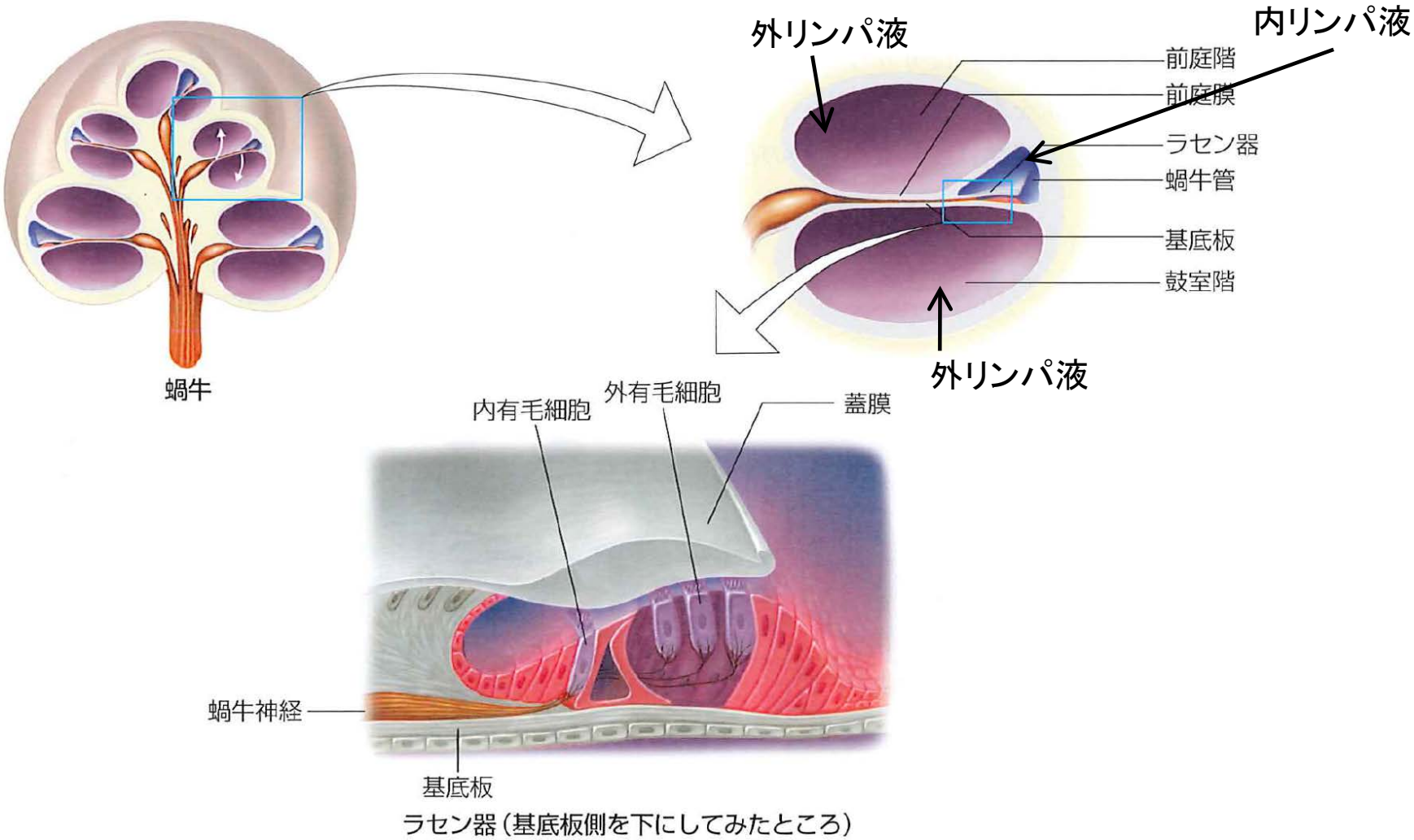
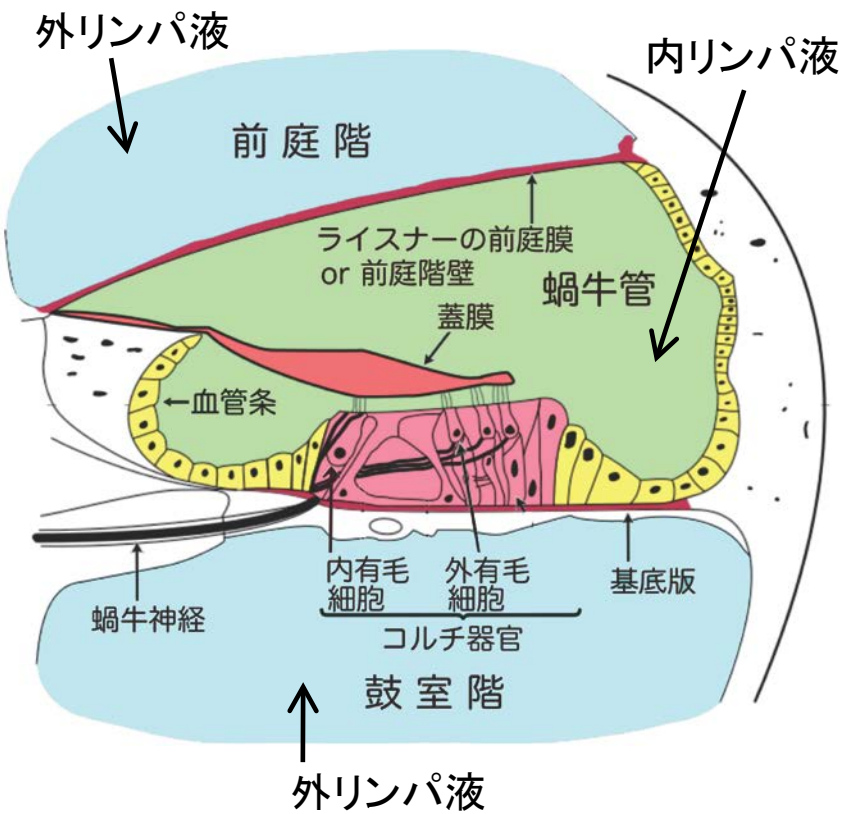
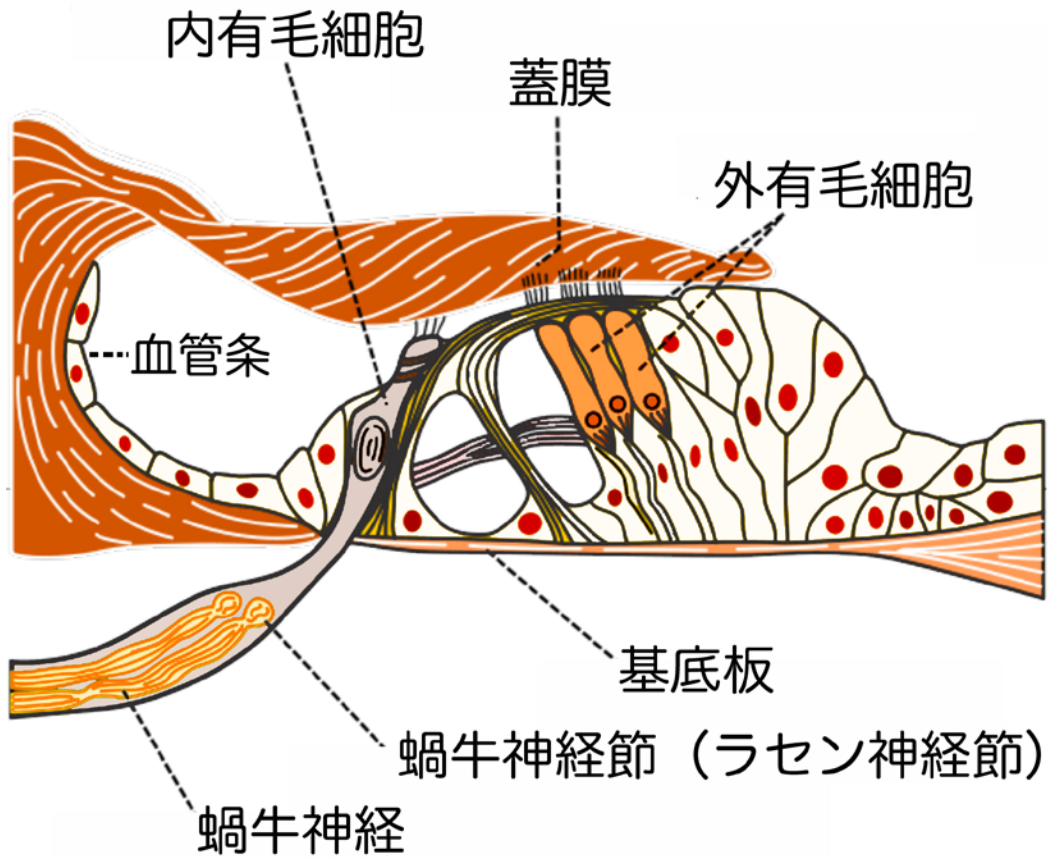


図 8-47　蝸牛の構造

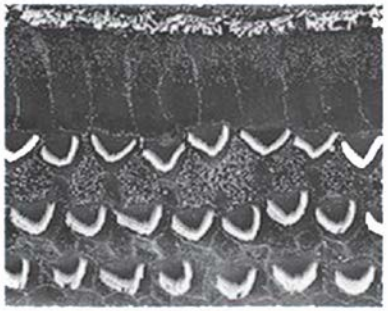
内耳前方のカタツムリ状の構造が蝸牛である。蝸牛には，音を感知するラセン器がある。

ラセン器（コルチ器官 Organ of Corti）

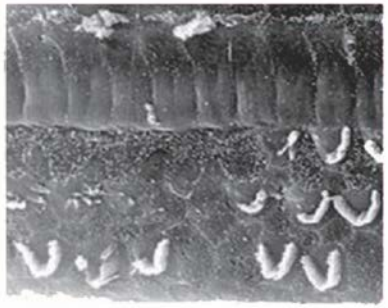




内有毛細胞:1列
外有毛細胞:3～5列
　加齢に伴い障害
　～加齢性難聴（右図）
聴覚障害:妊娠中の風疹感染、
　抗生物質、蝸牛の萎縮

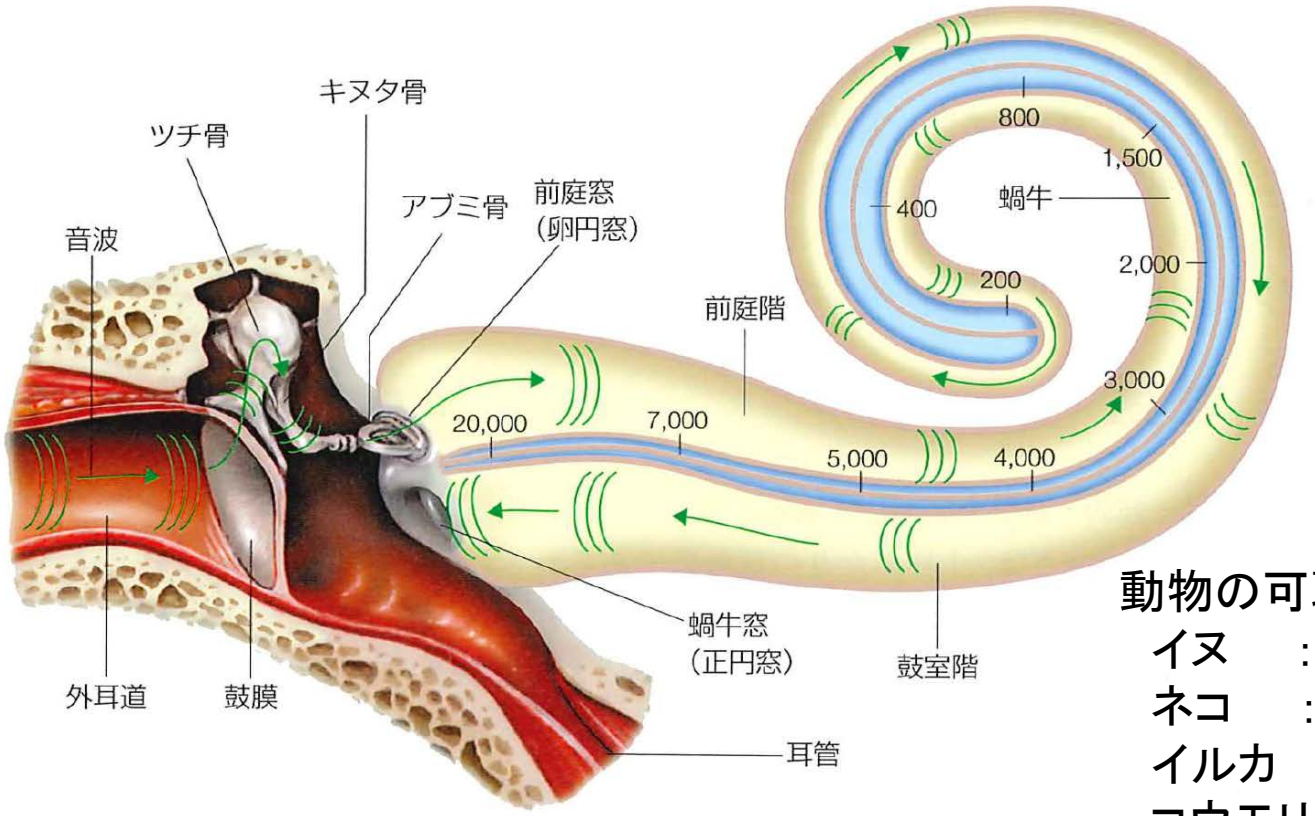


正 常



難 聴

蝸牛管内の周波数分布



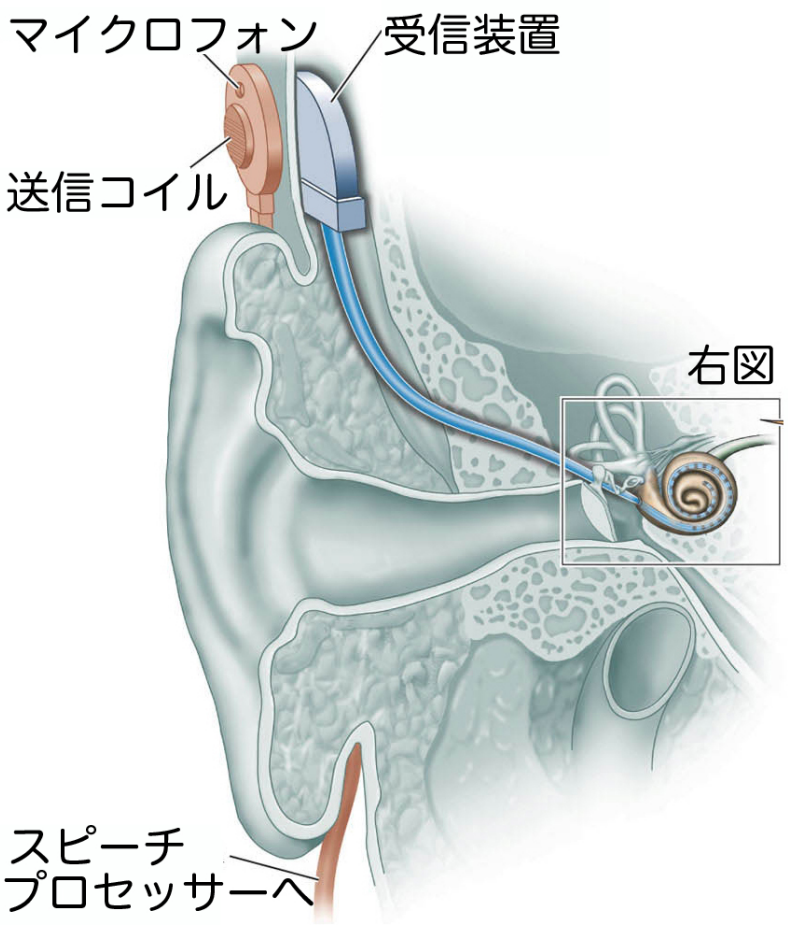
動物の可聴周波数域 (Hz)

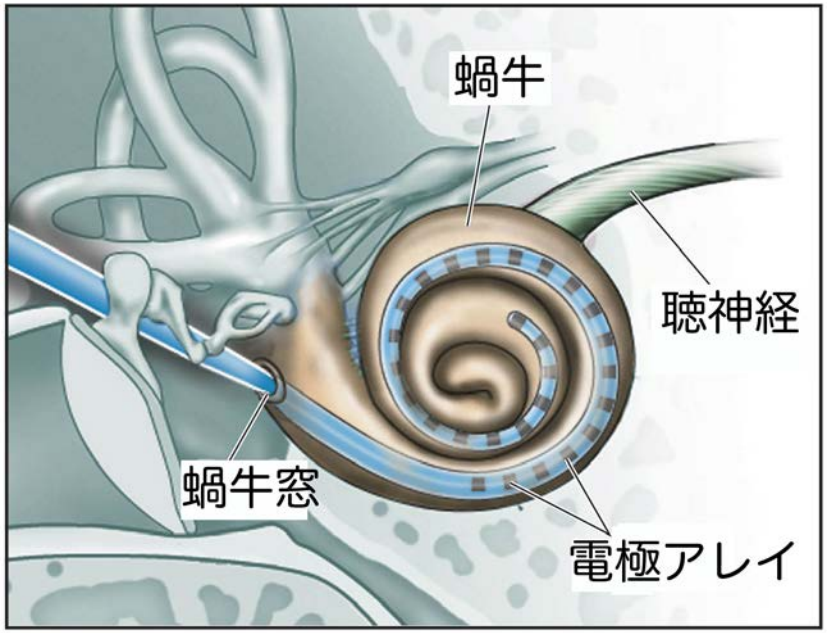
イヌ　：16 ～ 50,000
ネコ　：60 ～ 65,000
イルカ　：150 ～ 150,000
コウモリ：1,000～120,000

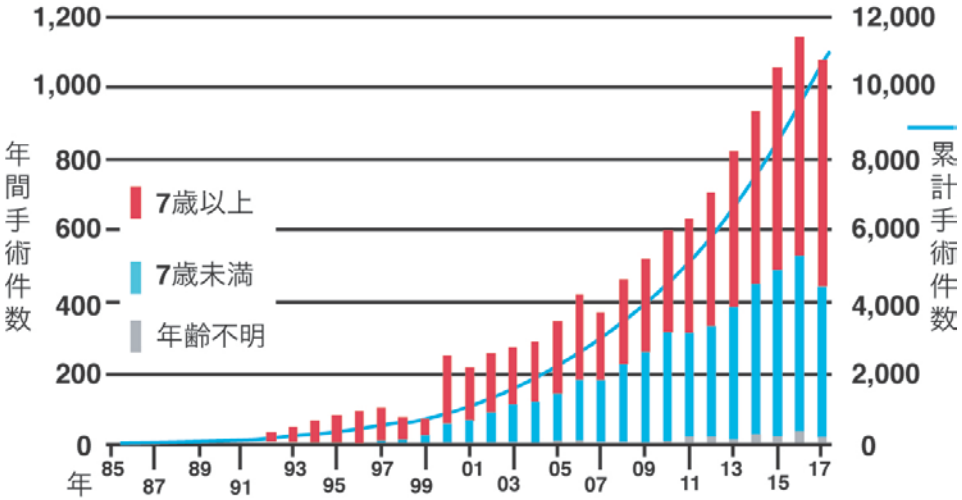
図 8-48　音波の伝わる経路と蝸牛で感知する音の周波数

音波により鼓膜が振動すると，その振動がツチ骨→キヌタ骨→アブミ骨を介して蝸牛に伝わる。蝸牛は前庭側が太く，先にいくほど細くなっている。図中の数字は蝸牛で感知する音の周波数を示しており（単位 Hz），周波数が高い高音は蝸牛の太い部分で，低音は細い部分で感知される。

人工内耳 Cochlear Implant: 成功した人工感覚器官の例





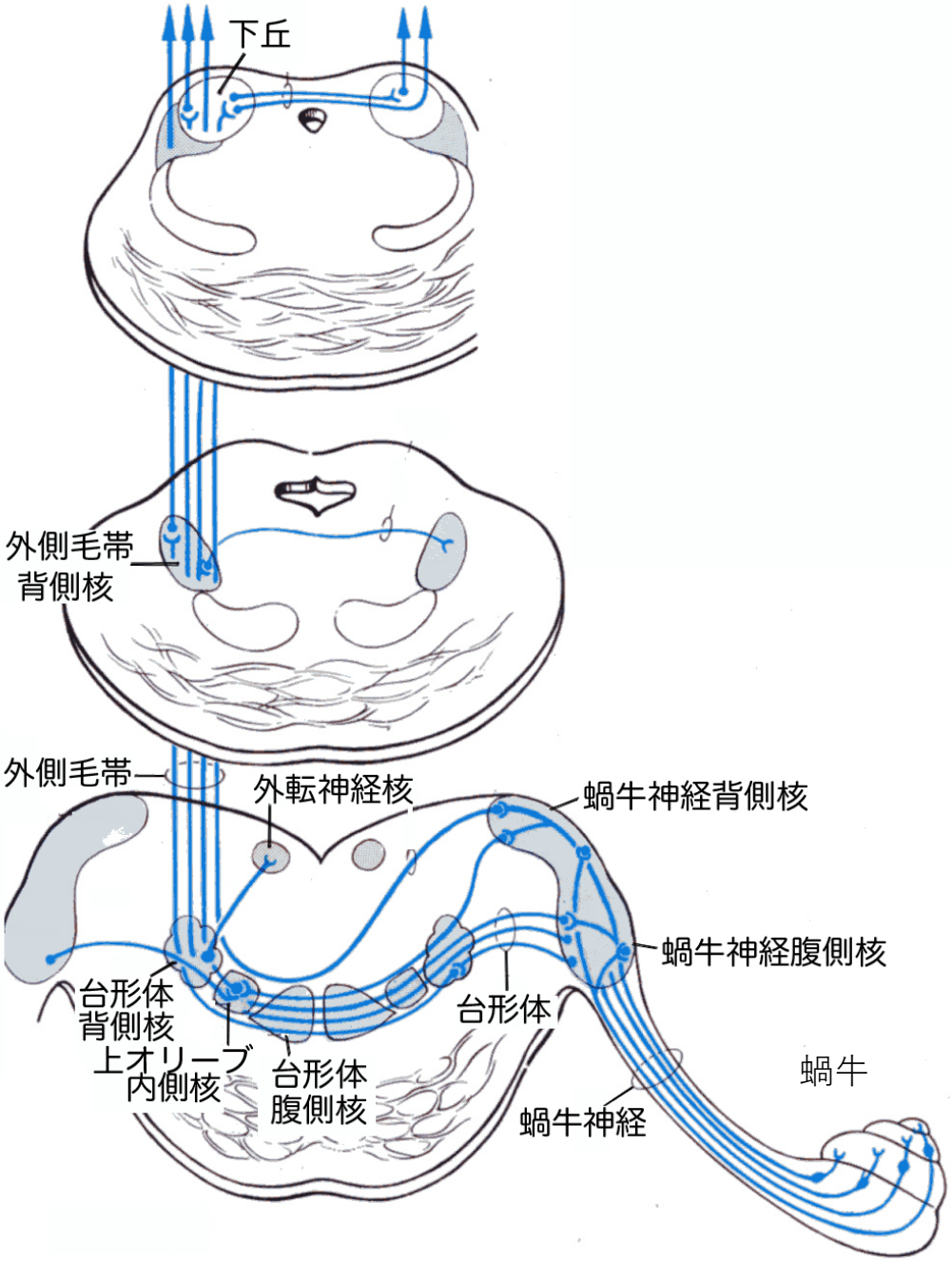


日本耳鼻咽喉科学会の統計

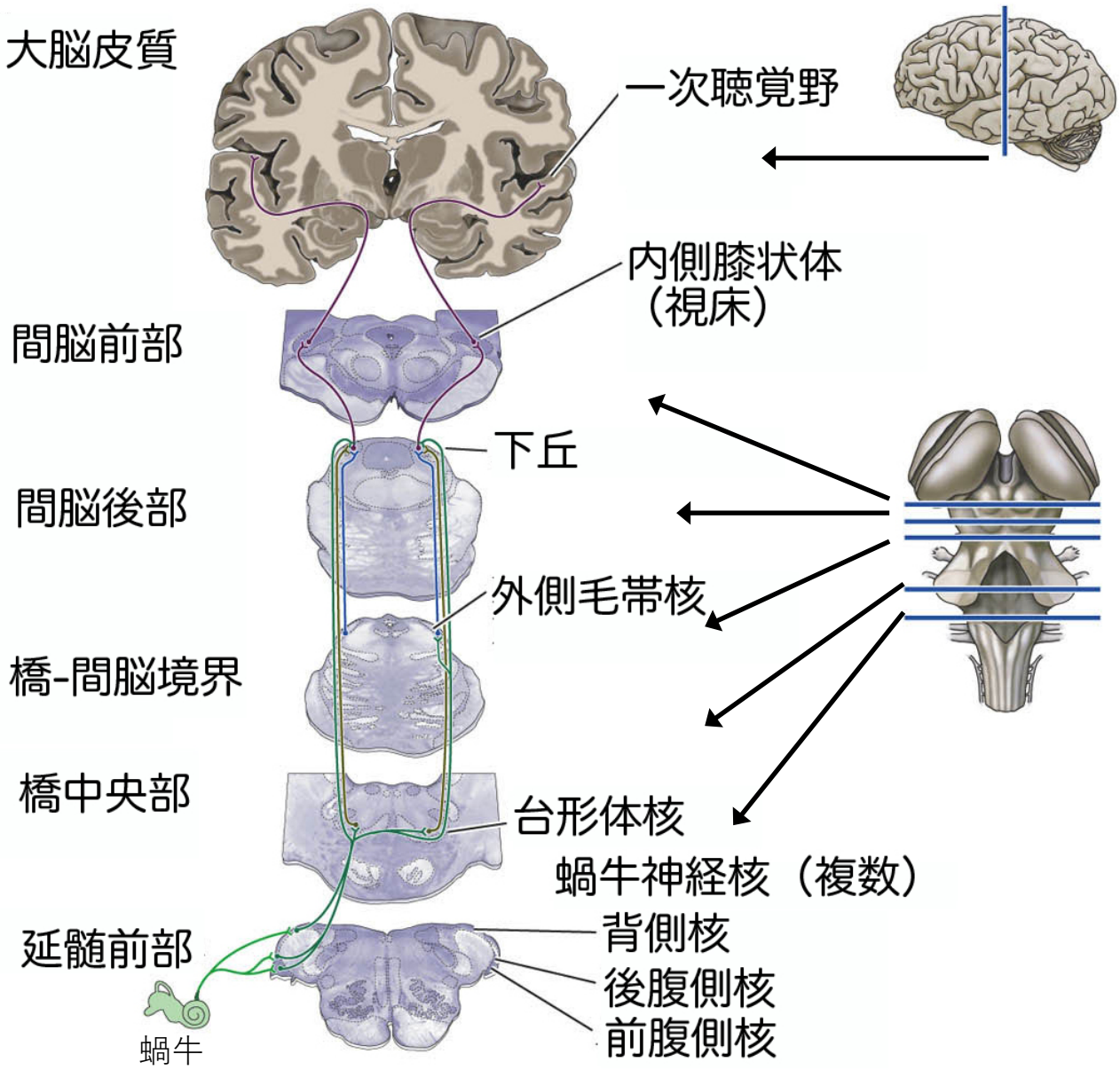
年間約 1,000例以上 (2014 年以降)
術後、リハビリテーションが必要
送信装置のバージョン・アップ
激しいスポーツは、不可
MRI 検査できないが可能な場合も

聴覚伝導路-1

蝸牛神経 → 蝸牛神経核→
1.台形体（対側）外側毛帯 →
下丘：聴覚反射 →上丘、小脳
2.台形体（対側） → 様々な核へ
～ 音源定位に働く
下丘 → 内側膝状体（視床）
→ 側頭葉
台形体背側核 →対側蝸牛神経核
→ コルチ器官（音感度調節）
→ 外転神経核：聴覚 - 視覚反射
（音に振り向く反射）

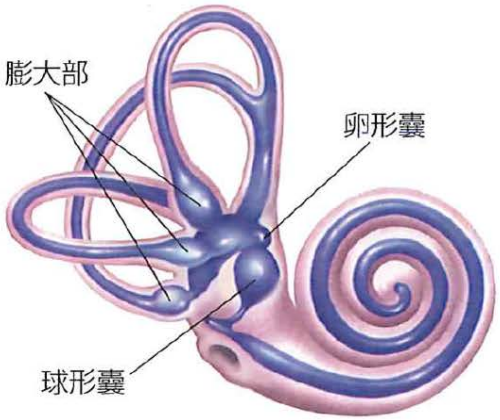


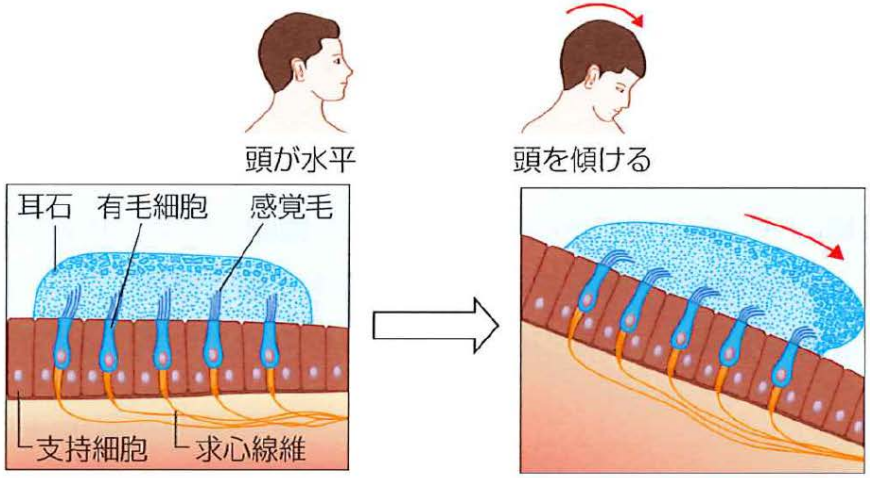
聴覚伝導路 - 2


大脳皮質
一次聴覚野
内側膝状体
（視床）
間脳前部
下丘
間脳後部
外側毛帯核
橋-間脳境界
橋中央部
台形体核
蝸牛神経核（複数）
延髄前部
背側核
後腹側核
前腹側核
蝸牛

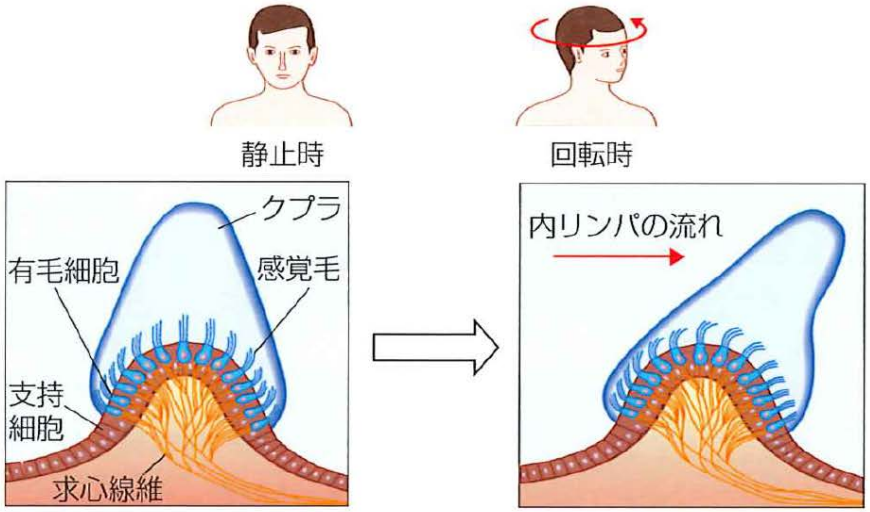
平衡覚感覚器の構造

平衡斑:支持細胞と感覚細胞(有毛細胞)
　平衡石:炭酸カルシウムの結晶
　ずれを有毛細胞が感知
膨大部稜:感覚細胞(有毛細胞)、感覚小毛
　膨大部頂;ゼリー様物質
　内リンパ液の運動を感知





a. 卵形嚢と球形嚢にある平衡斑による傾きの感知



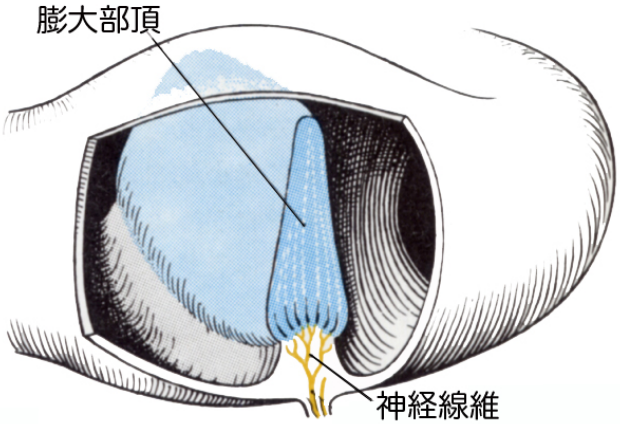
b. 半規管膨大部にある膨大部稜による回転運動の感知

卵形嚢：卵形嚢斑（水平方向）
～ 重力加速度
球形嚢：球形嚢斑（垂直方向）
～ 重力加速度
半規管：膨大部稜
～ 頭部の回転；前半規管、後半規管、外側半規管

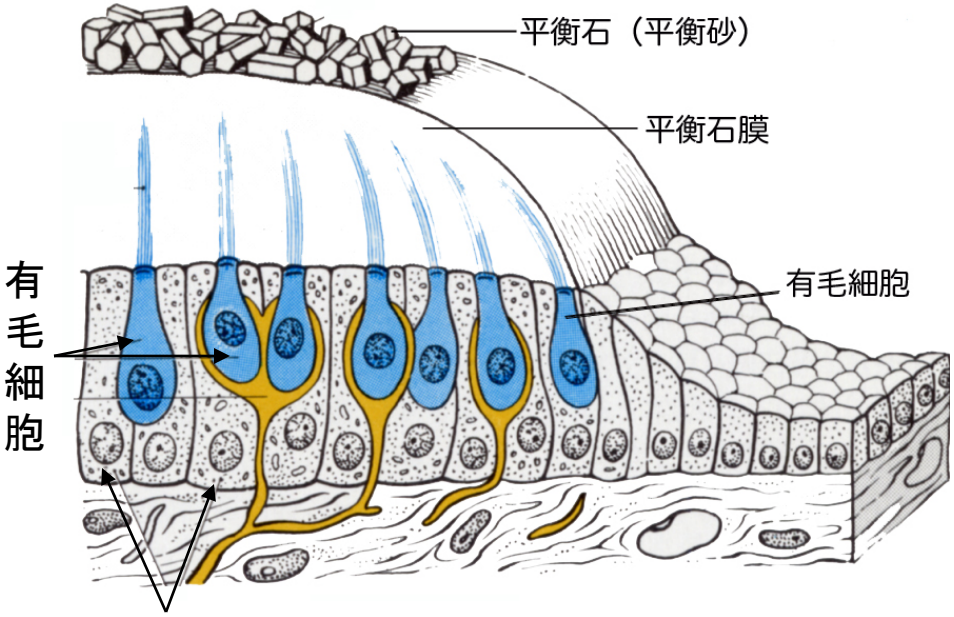
図 8-49　平衡覚の感知

平衡覚感覚器の構造

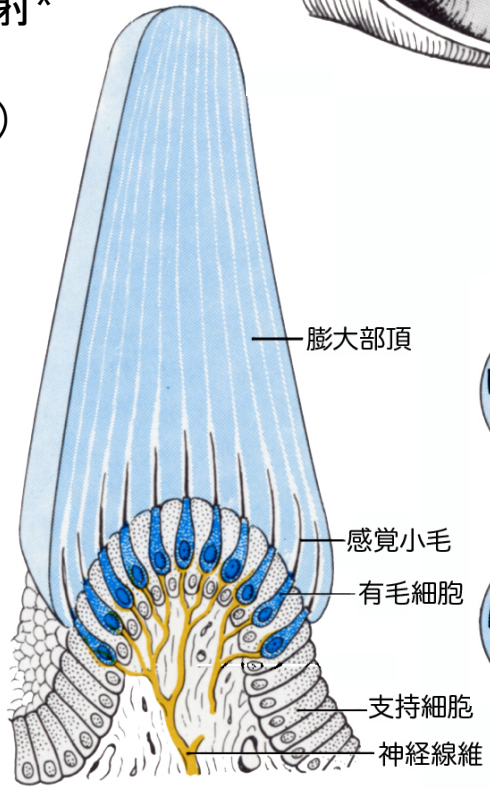
平衡斑:支持細胞と感覚細胞（有毛細胞）
　平衡石：炭酸カルシウムの結晶
　ずれを有毛細胞が感知
膨大部稜：感覚細胞（有毛細胞）、感覚小毛
　膨大部頂；ゼリー様物質
　内リンパ液の運動を感知
迷路反射～めまい、乗り物酔い：前庭眼反射*
眼球運動の検査
　温度眼振検査（カロリックテスト、’COWS’）
　回転眼振検査



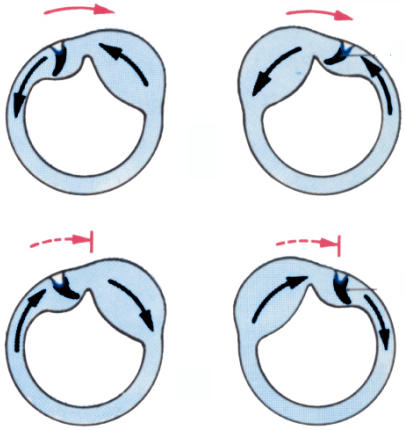
膨大部の内部



平衡斑



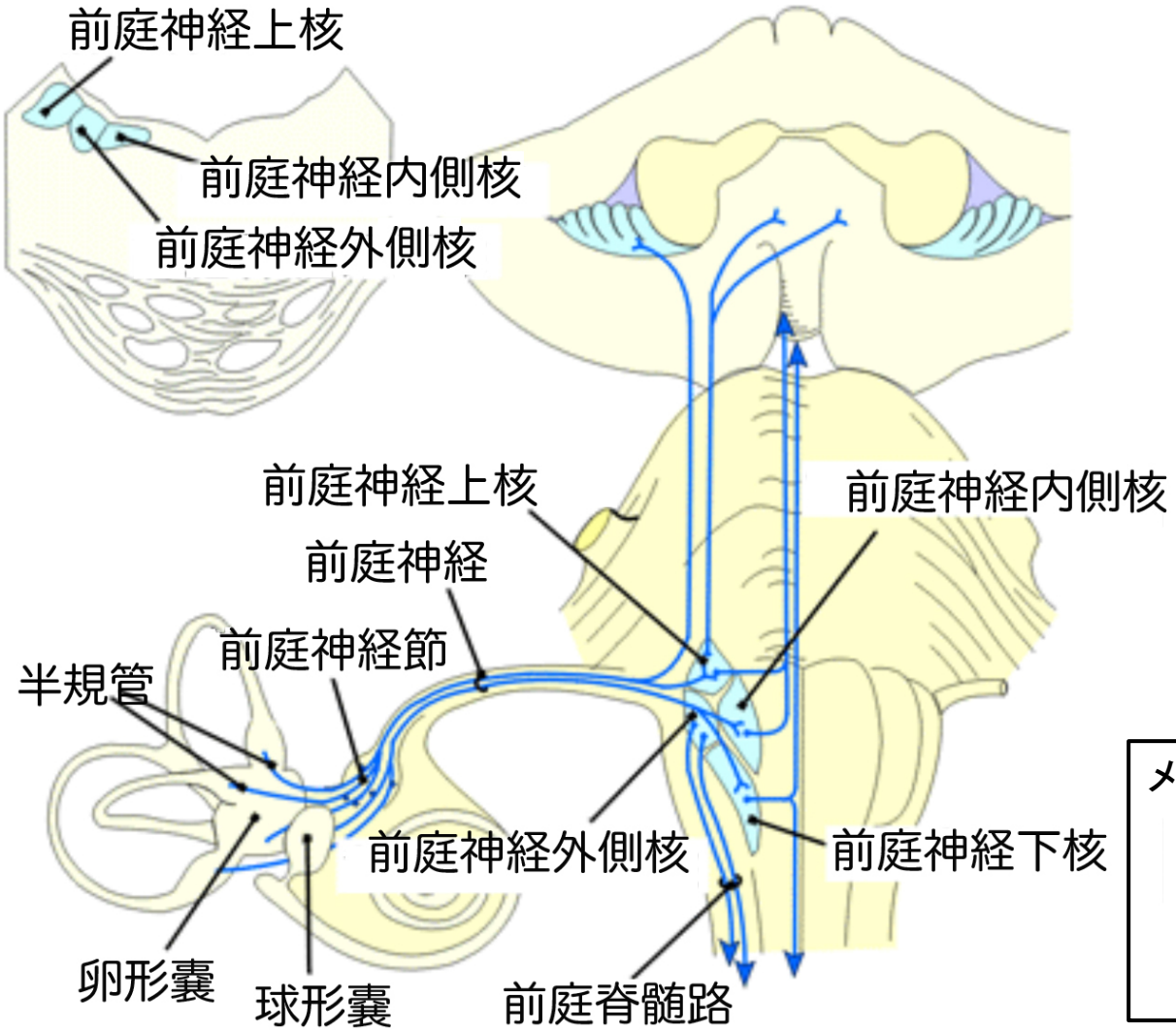
膨大部稜



半規管の働き方

*代償性眼球運動：頭が動いても風景は揺れない

前庭覚伝導路



前庭神経 ⇒ 前庭核
（延髄の外側核、内側核、
下核、橋の上核）⇒
脊髄 (前庭脊髄路) : α-、
γ-運動ニューロン
毛様体 : 全ての核から
小脳の虫部と片葉へ
眼筋の核 ⇦ 内側核、上核
頭が動いても対象を
固視できる

メニエール病
回転性のめまい、難聴、耳鳴り、
耳閉感　が同時に
内リンパ水腫が本態
（前庭と蝸牛の有毛細胞が障害）

味覚 Gustatory Organ (p. 414)

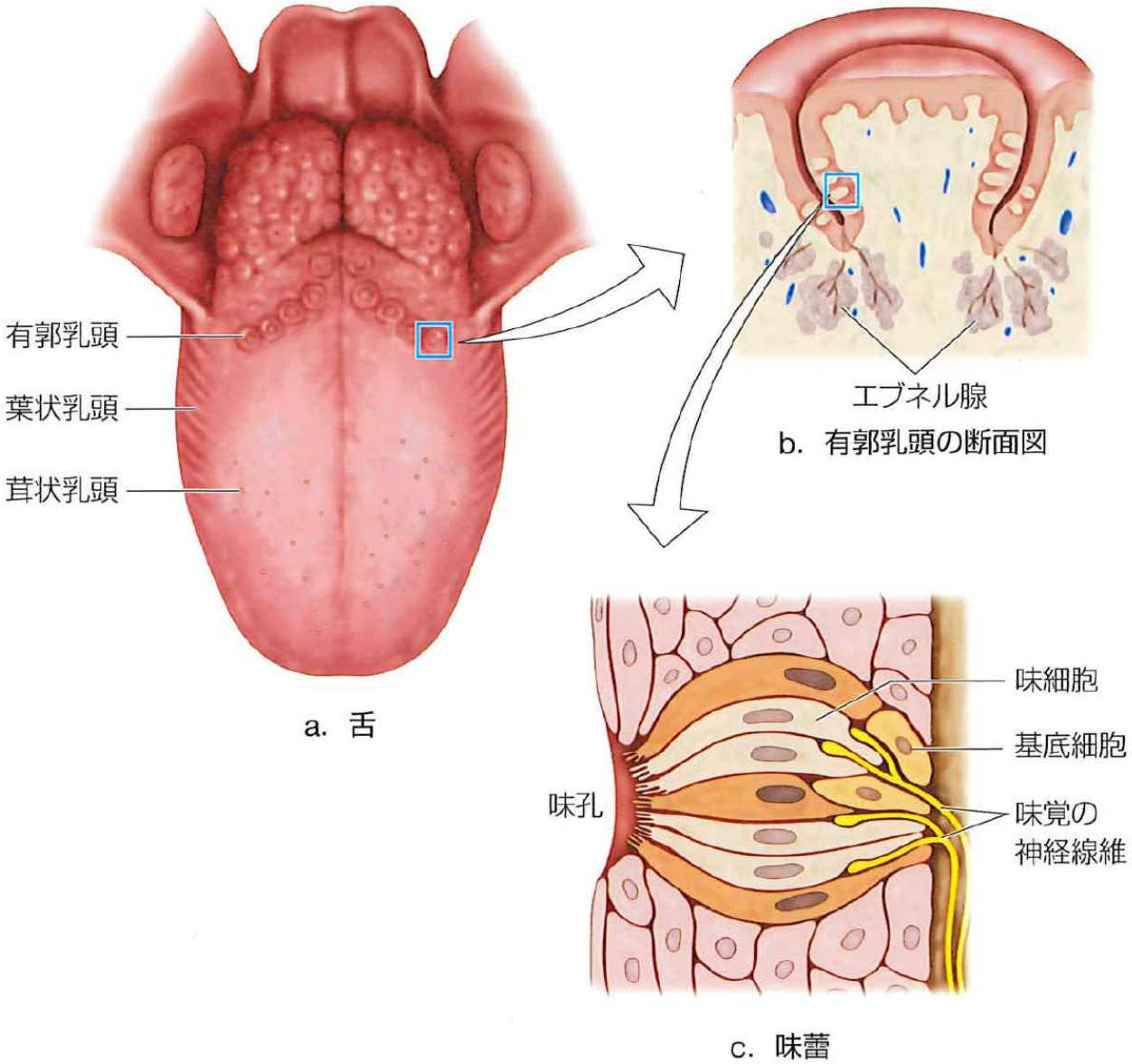


図 8-50　味蕾

味覚の受容器である味蕾は，ヒトの場合 2,000～3,000 個あるとされている。大型の有郭乳頭や，葉状乳頭などにみられる。

味覚 Gustatory Organ (p. 414)

5基本味：甘味、塩味、酸味、苦味、うま味*、（18年国家試験）　カルシウム味？

味蕾（味覚器、化学受容器）～ ミラクルフルーツ：ミラクリン（糖タンパク質）、ギムネマ酸

舌：有郭乳頭、葉状乳頭、茸（じ）状乳頭（舌前部）

軟口蓋、咽頭後壁、喉頭蓋

味孔に味細胞の突起

味細胞 ～ 常に新生（約10-30日、亜鉛不足で阻害）、有髄線維

5基本味それぞれ別々の未細胞に発現

神経支配：舌前2/3 ～顔面神経（鼓索神経経由、膝神経節）

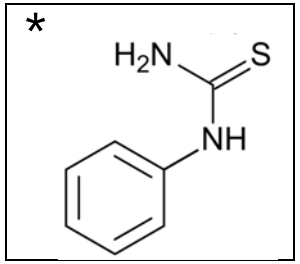
舌後1/3 ～舌咽神経（錐体神経節）

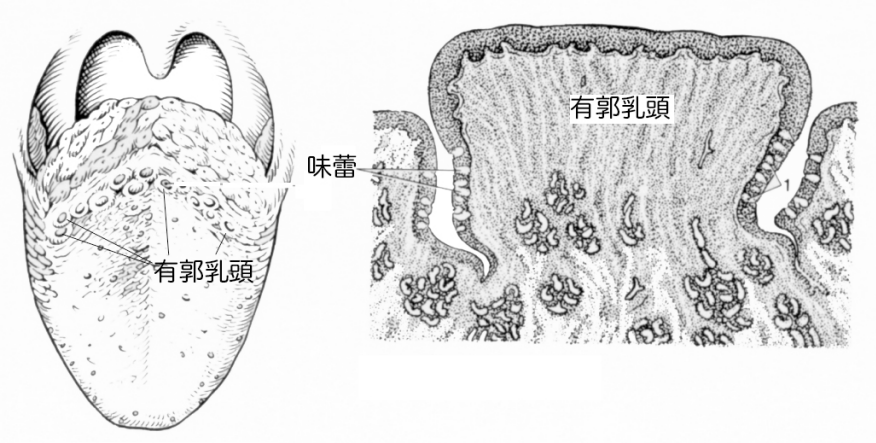
軟口蓋、咽頭 ～迷走神経（節状神経節）

→ 孤束核→ 後内側腹側核（視床）

味盲：フェニル・チオ・カルバミド（苦味 *右上）、日本人: 8-15%、白人: 約30%

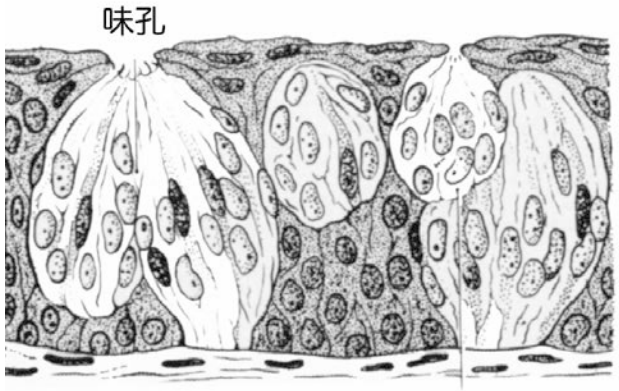
（抗甘味化合物）





有郭乳頭のある舌

有郭乳頭の断面
（周囲にエブネル腺）

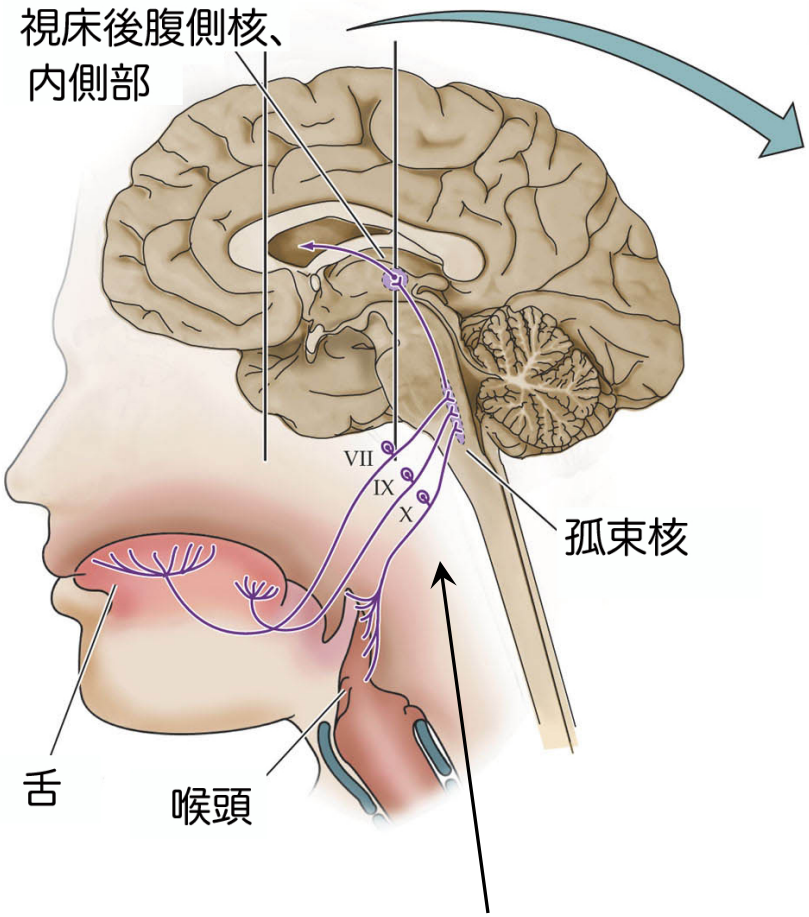


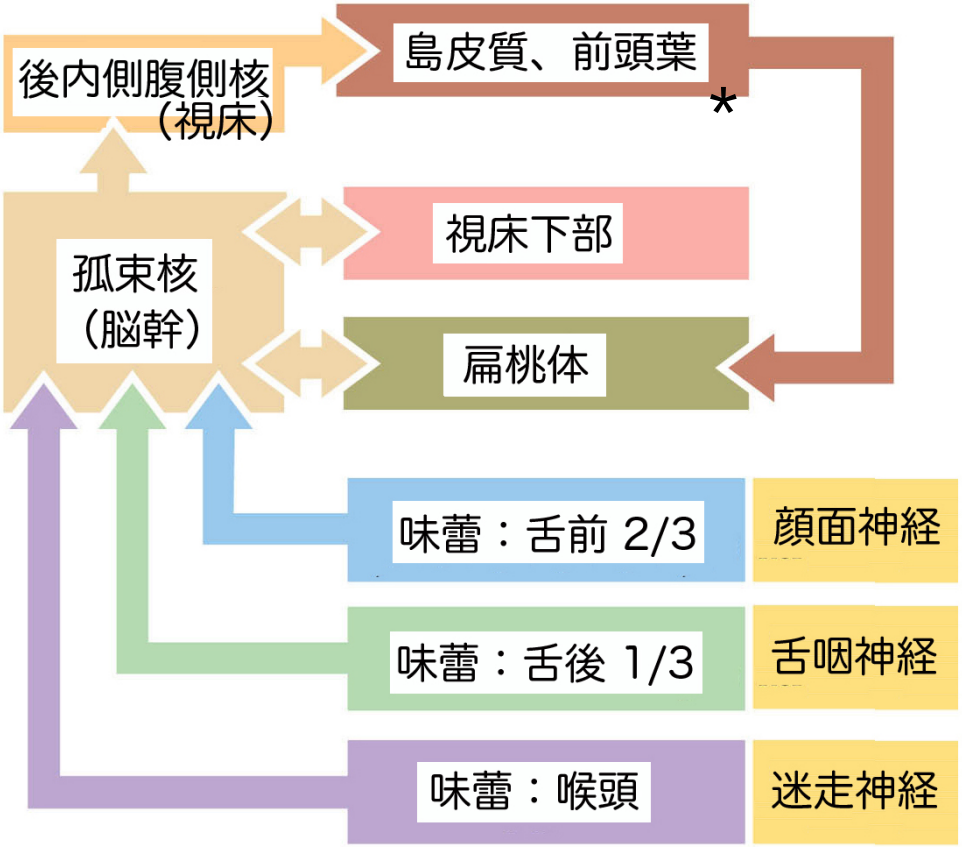
味蕾の概観

味蕾の神経終末

*グルタミン酸ナトリウム

味覚の伝導路



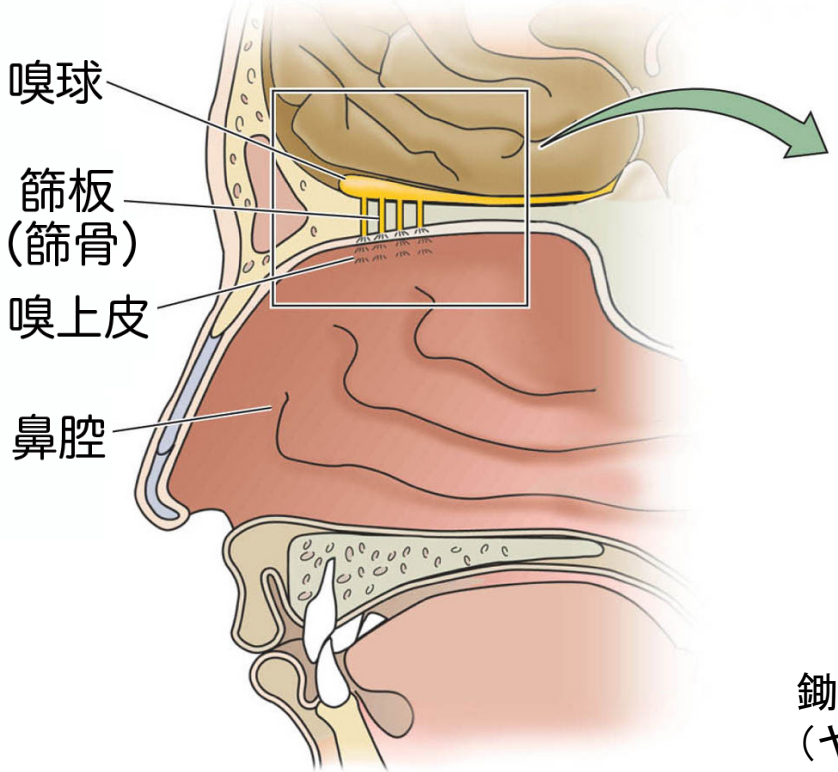


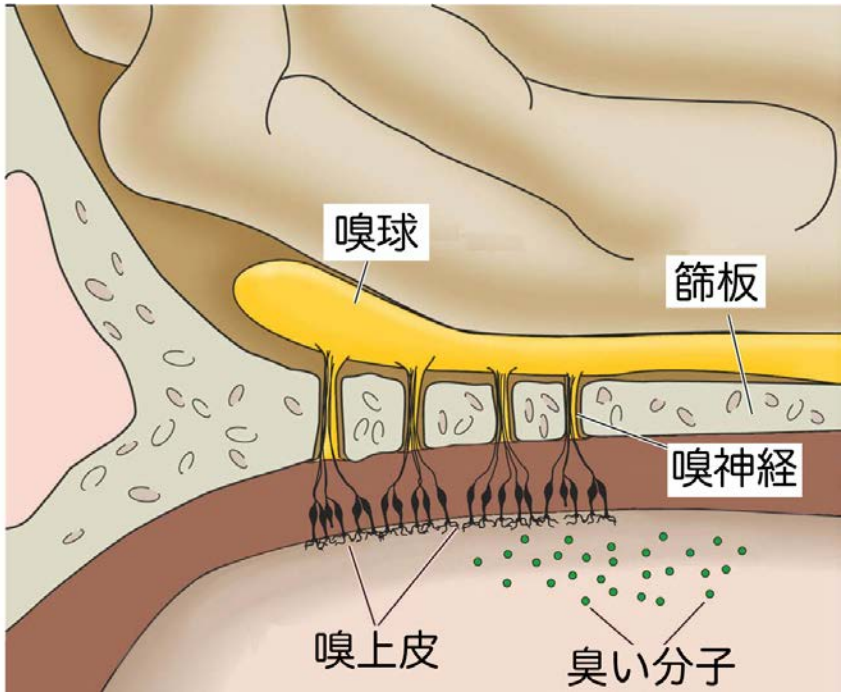
VII, IX, X: 顔面神経、
舌咽神経、迷走神経

*大脳皮質 43･11･3 野

嗅覚 Olfactory Organ: 嗅粘膜と嗅球 (p. 415)

嗅上皮：上鼻甲介の嗅部　（嗅ぐ行為）
嗅細胞：嗅覚受容感覚細胞、約500～4,000万個*、約40日で置換
嗅神経：多数の線維　　*（イヌは約 2 億個）
嗅覚疲労：嗅覚の感度が低下（嗅覚器は他の感覚器より疲労しやすい）
嗅覚障害 ～ 味覚にも影響





鋤鼻神経：鋤鼻器→副嗅球、胎児期のみ存在
（ヤコブソン器官）は虫類の嗅覚器、フェロモン受容体
終神経：鼻中隔→終板→前交連、植物神経

若い女性の臭い：ラクトン C10／ラクトン C11、10代後半をピークに30代以降減少
マクリントック効果: 女子寮で同室の女性の間で月経周期が同調する？
Nature 1971 “月経の同調と期間”　⇒ 統計上の変動、検証されず、疑問視もないわけではない

嗅覚 Olfactory Organ: 嗅粘膜と嗅球 (p. 415)

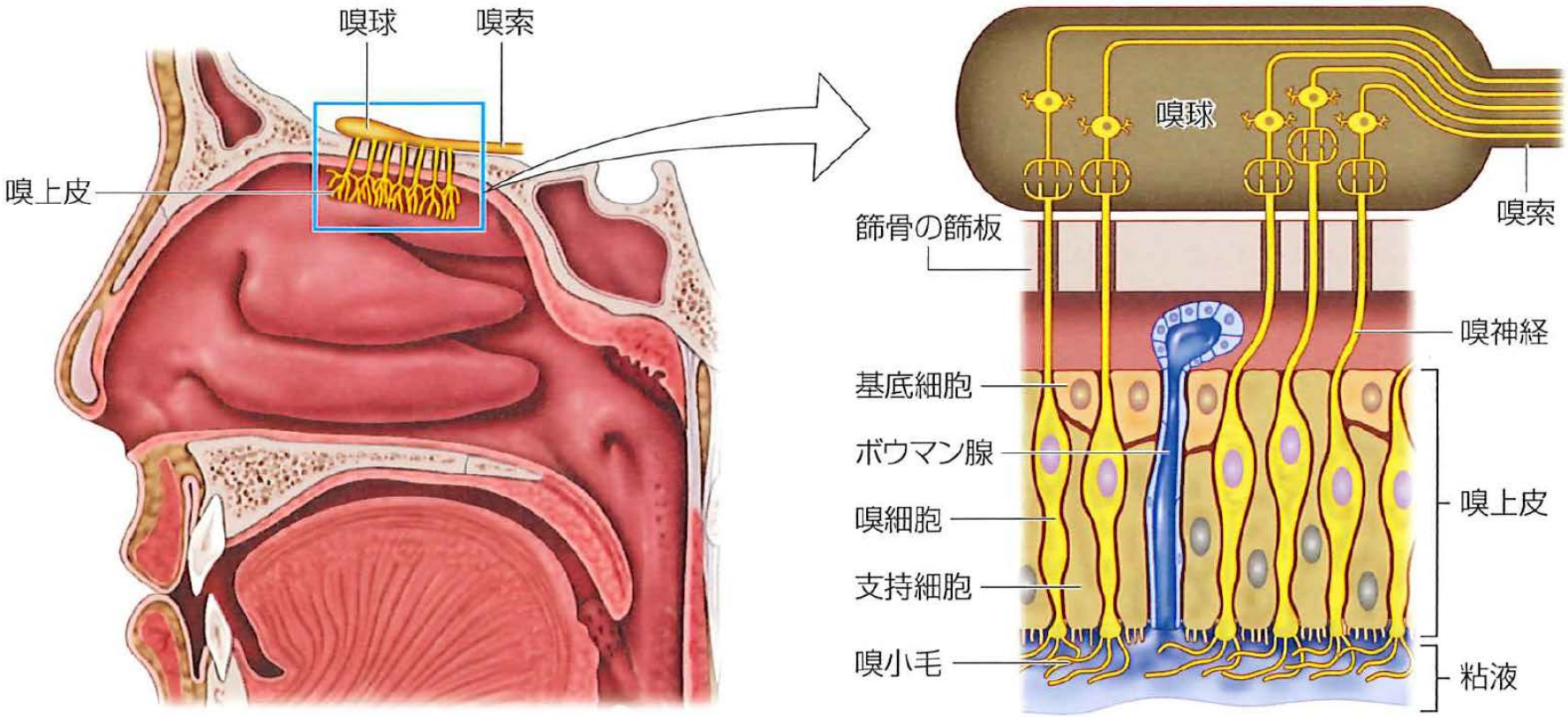
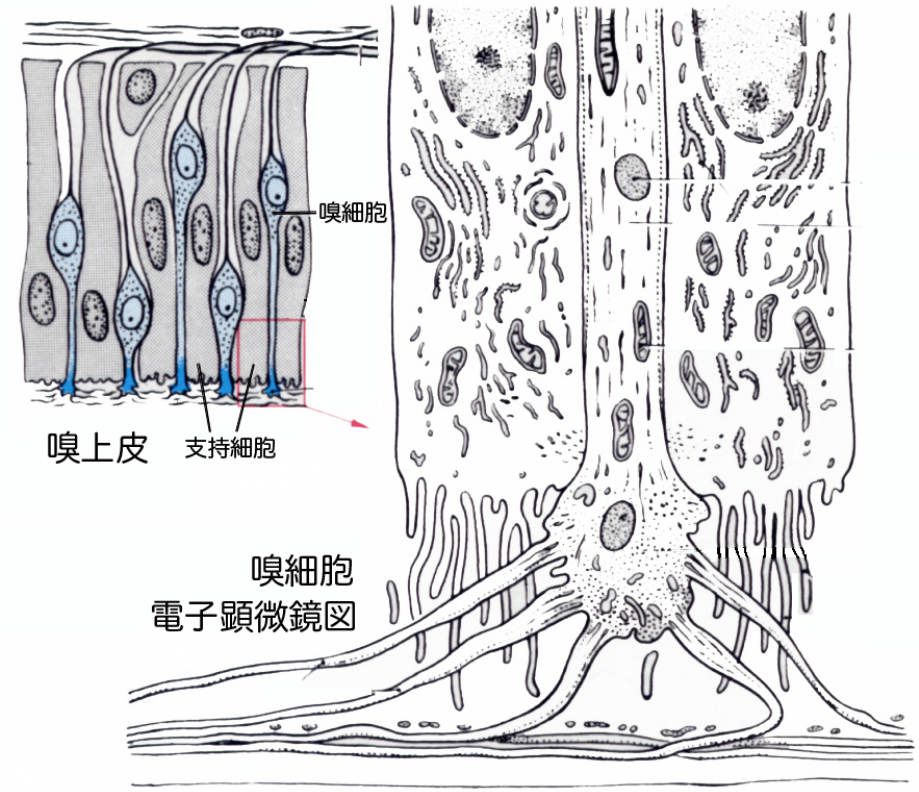
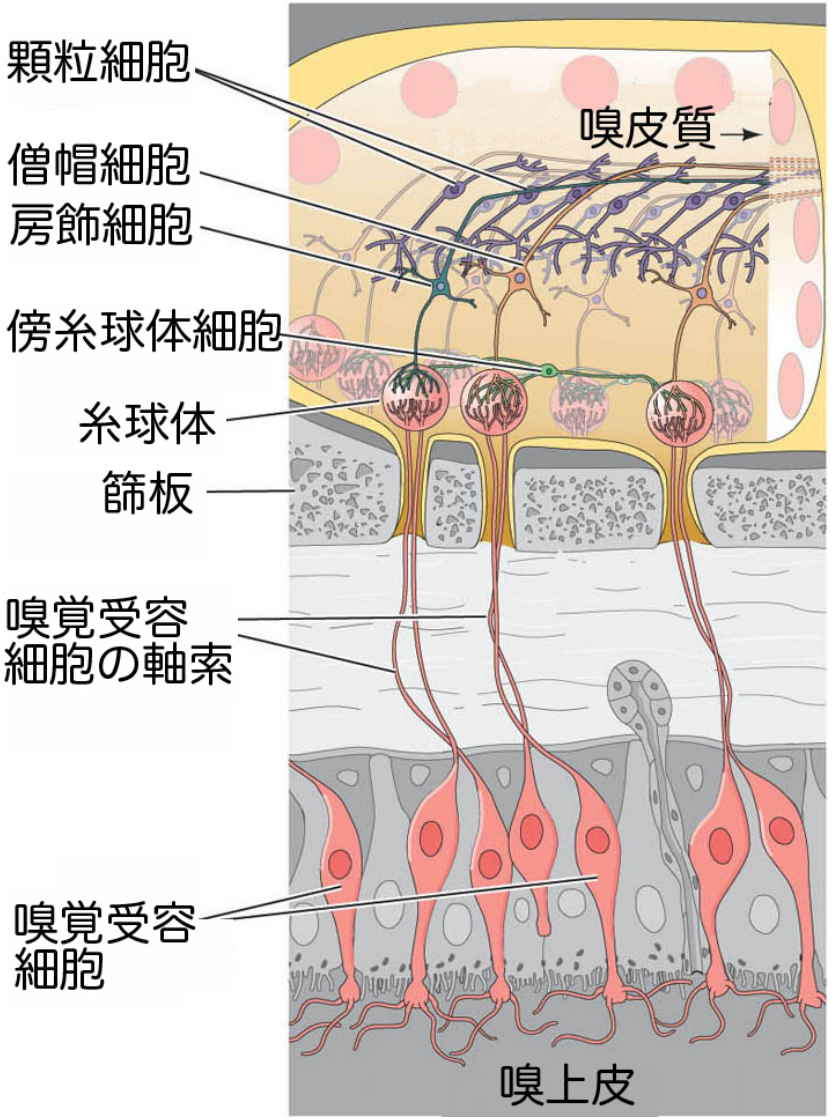


図 8-51　嗅上皮

においの刺激を受容する嗅細胞は嗅上皮にあり，嗅神経により嗅球，嗅索，嗅三角を経て脳の嗅覚野へとにおいの刺激を伝える。

嗅球の組織



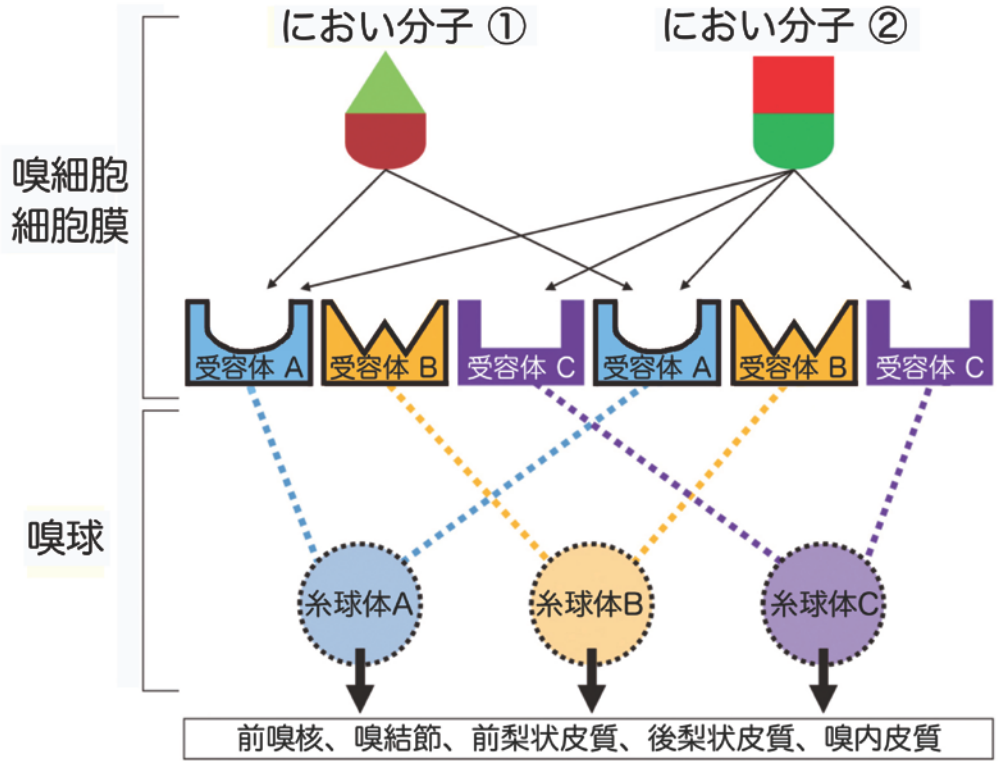


嗅細胞表面に「におい受容体」*
嗅神経の再生能：幹細胞、嗅神経を包むグリア細胞

主要組織適合遺伝子複合体 MHC
：体臭を決める ⇒ 雄を選ぶ（マウス）

*: Richard Axel, Linda B. Buck, 2004年ノーベル賞

嗅覚上皮でのにおい分子の受容
嗅上皮から嗅球への経路



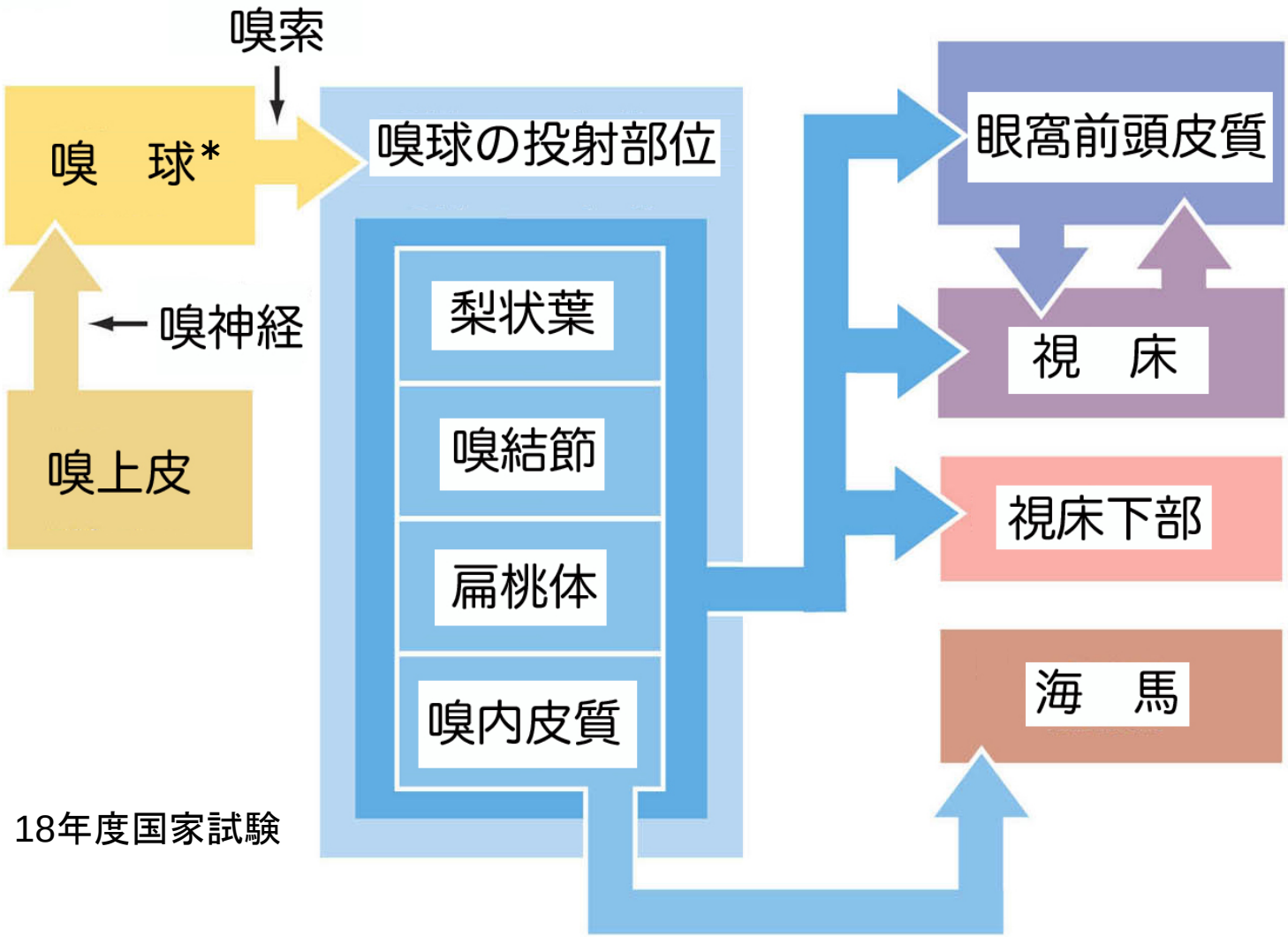
嗅覚受容体総数と
遺伝子の数 (内)

ヒト：	396	(821)
ゾウ：	1,948	
マウス:	1,130	(1366)
ラット：	1,207	(1767)
イヌ：	811	(1100)
カエル：	824	(1438)

嗅覚テスト： T&T オルファクトメーター； β-フェニルエチルアルコール（ローズ様の香気）
メチルシクロペンテノロン（香ばしいカラメル様香気），イソ吉草酸（汗様の不快臭）
γ-ウンデカラクトン（桃様の香気），スカトール（糞様の不快臭）
においスティック；墨汁，材木，香水，メントール，みかん，カレー，家庭用のガス，バラ，
ヒノキ，蒸れた靴下・汗臭い，練乳，炒めたにんにく
加齢のともない嗅覚機能が低下　　嗅覚障害と認知症の関連

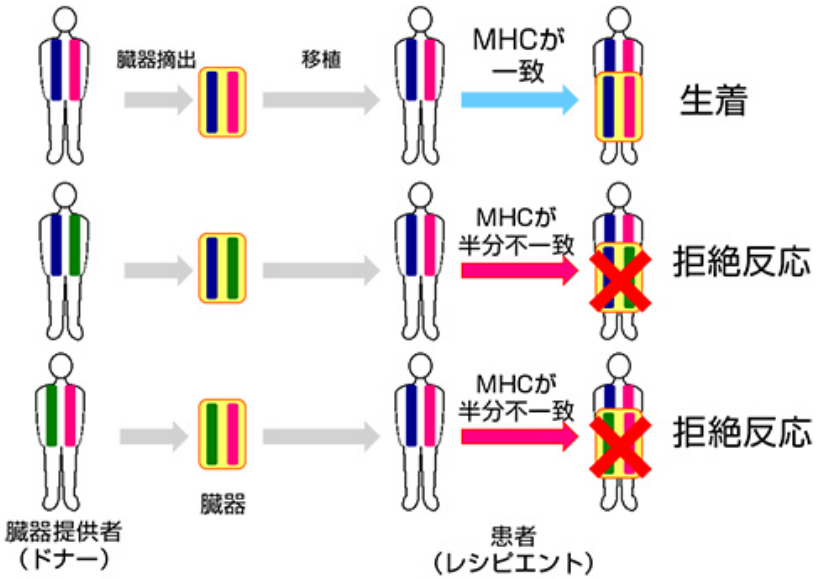
嗅覚伝導路

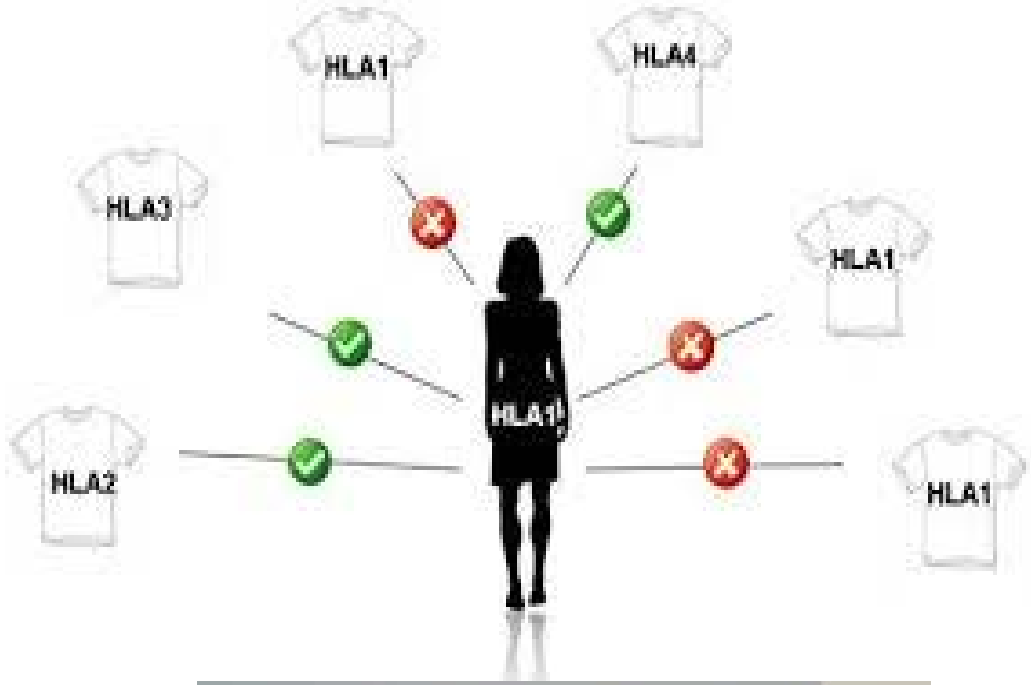
嗅覚路は原始的な投射路を保持 → 本能、情動に影響「プルースト効果」
～嗅球から視床に直接投射しない

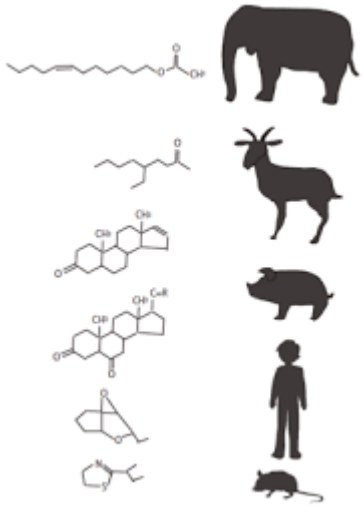


＊ 18年度国家試験

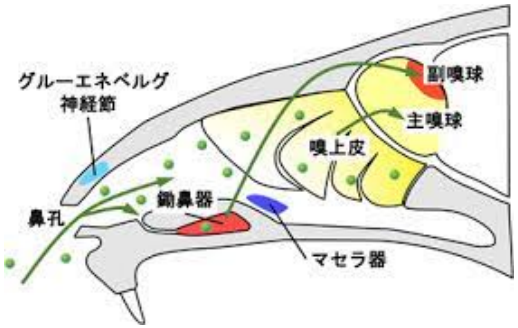
MHC（組織適合性抗原）と異性の相性は関連する







ヒトにもフェロモンはあって
鼻腔にある
鋤鼻器というところで
感知している



あなたの遺伝子、検査します！

DNA遺伝子検査はじめました！

簡単！お家でできる！

子どもの「能力遺伝子検査」キット<フルバージョン>

64,800円（税込）

《送料・代引き手数料無料》

"信頼できる"日本の医療機関での解析！
さらにドクターの**ワンポイントアドバイス**付き

0歳から大人までご利用できます

子どもの「能力遺伝子検査」キット≪セット内容≫

- 検体採取用綿棒２本※２本で１名分
- 検査申込同意書
- 検体採取方法の説明書
- 検査キット返信用封筒
- 検査キット返信用着払い伝票

お子さまの能力を遺伝子検査により

学習　身体　感性

３分野12遺伝子を解析致します。

今すぐ購入する

今後、君たちの生活の中や
医療現場にも入ってくる“遺伝子検査”

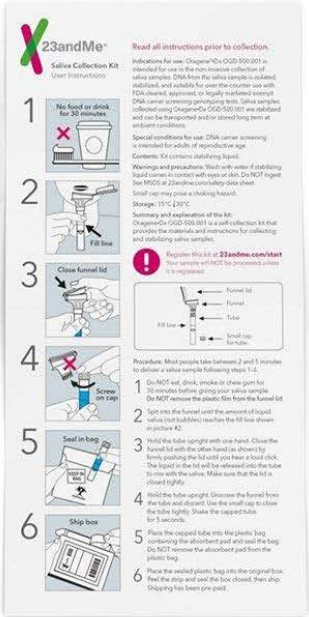
DHC. 社　のダイエット対策
遺伝子検査キット
(日本)

23 and me　Inc.　(USA)
（個人ベースでの
遺伝子検査の先駆け）

“遺伝子検査” で
あなたがなるであろう「病気のなりやすさ」だけではなく
あなたの「家系・血縁関係」「性格や能力」が解る、
これがビックデータベース化されている

saliva collection kit

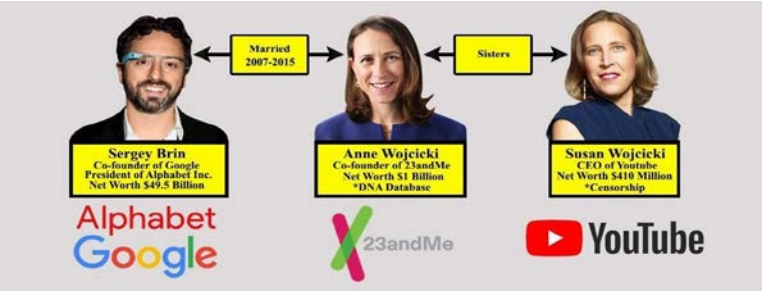
specimen bag



step by step instructions

tube container

23 and me Inc. (USA)
（Googleとリンクしつつ）

米国では利用者数が
4000万人を突破
日本からも1万人・・・

Before mailing, register your kit at **23andme.com/start** otherwise, you