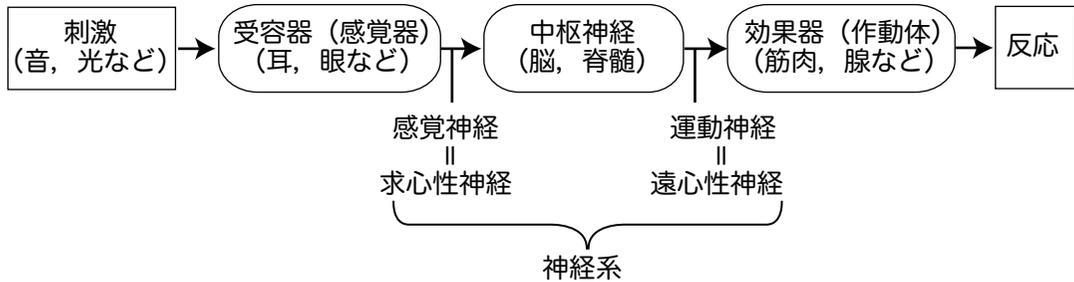


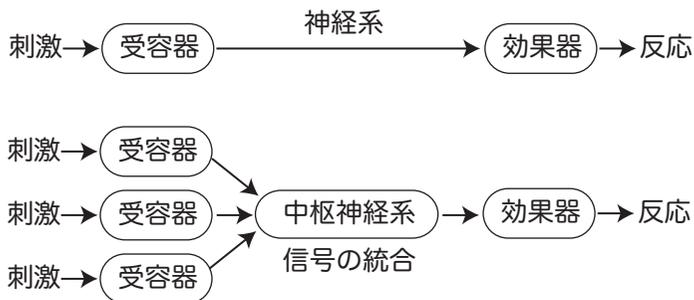
1. 刺激の受容

1. 刺激の受容から反応まで (ヒト)



受容器 (感覚器)・・・特定の刺激を受容する**受容細胞 (感覚細胞)**を含む。

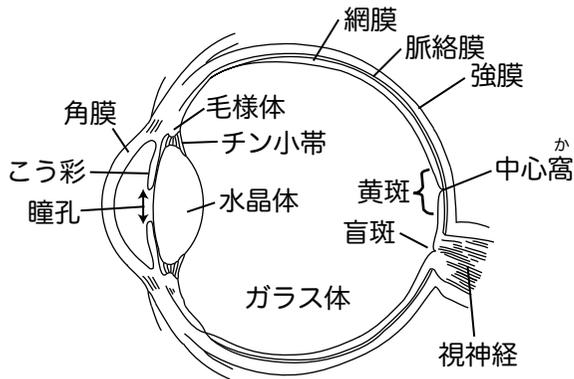
適刺激・・・特定の受容器が受容できる, 適切な刺激。



統合・・・中枢神経が, 複数の受容器から集まる情報を集め, 適切な反応が生じるような興奮を効果器に伝えること。

2. 眼 (視覚器)

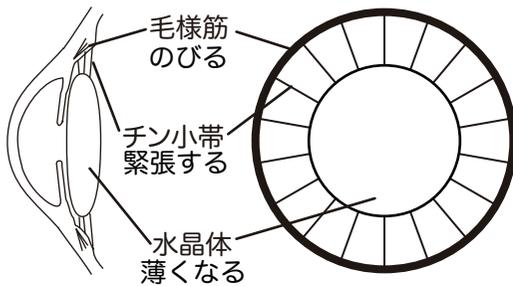
ア. ヒトの眼



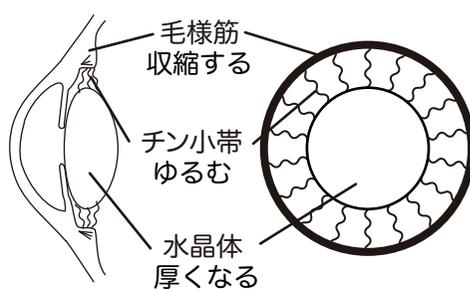
イ. 遠近調節のしくみ

	毛様筋	チン小帯	水晶体
近くを見るとき	収縮する	ゆるむ	厚くなる
遠くを見るとき	のびる	緊張する	薄くなる

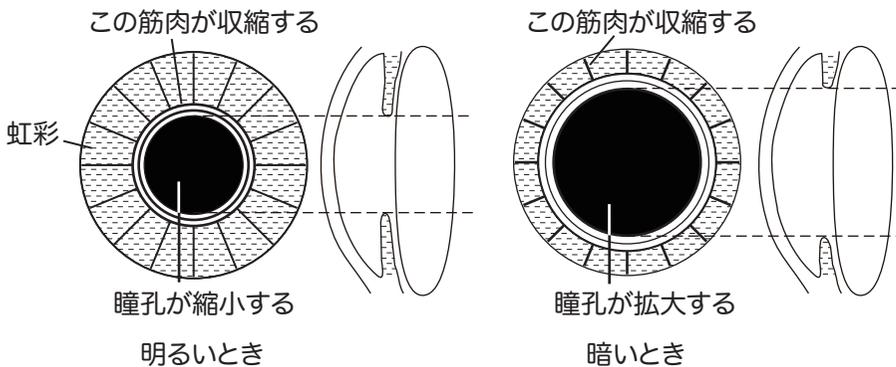
遠くを見るとき



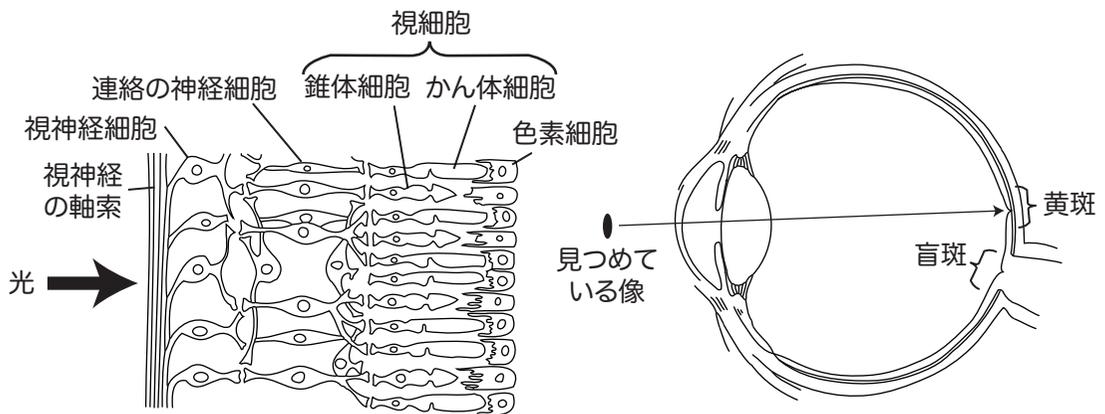
近くを見るとき



ウ. 明暗調節



エ. 網膜



視細胞	主にはたらく場所	感知できる光	視細胞	密集している部分	盲斑
かん(桿)体細胞	薄暗い所	明暗	1種類	黄斑の周辺部	なし
錐体細胞	明所	明暗+色	R, G, B (3種類)	黄斑	なし

黄斑・・・錐体細胞が密集しているので、ここに映る像だけがはっきりと見え、その他の像はぼやけて見える。

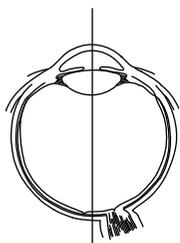
盲斑・・・視神経の軸索の束が眼球内から脳に向かって伸びているところ。視細胞がないので、ここに映った像は見えない。

オ. 盲斑の検出

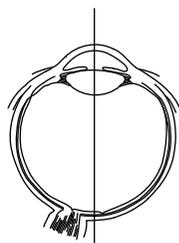
+



+



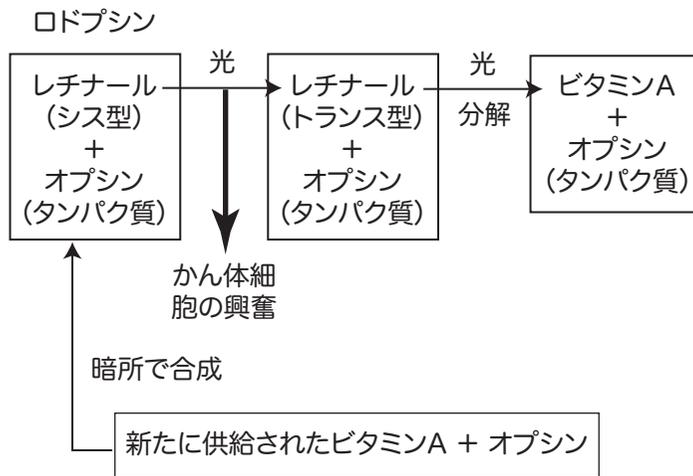
左目



右目

盲斑は、顔面の**中央寄り** (鼻に近い側) にある。

カ. **ロドプシン** (かん体細胞の視物質)



夜盲症 … **ビタミン A** の不足によって、かん体細胞が興奮しにくくなり、暗所で見えにくくなる。

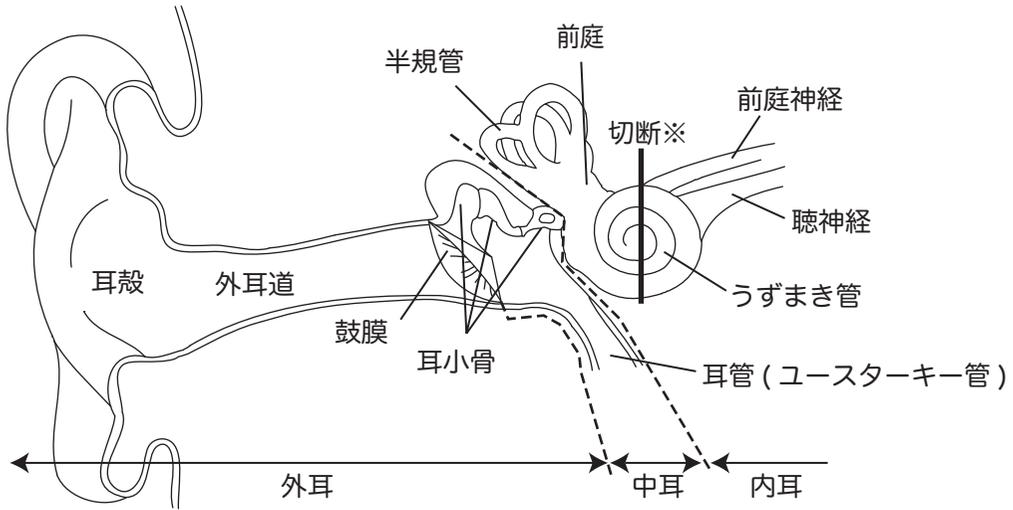
錐体細胞の視物質 … **R, G, B** の 3 種類がある。

キ. 明順応と暗順応

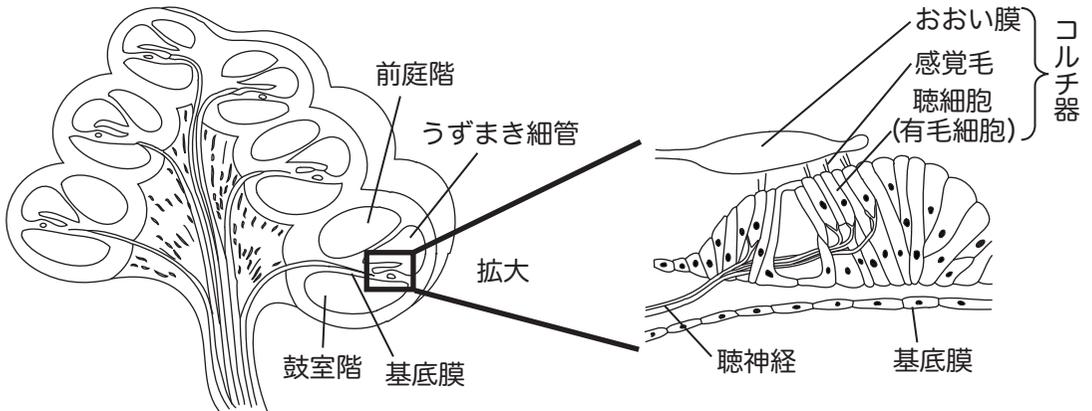
	元々いた場所	ロドプシン	急に入った場所	ロドプシン
明順応	暗所	蓄積 (多い)	明所	急激に分解 (まぶしい) → 減少 (目が慣れる)
暗順応	明所	分解 (少ない)	暗所	少ない (みえない) → 蓄積 (目が慣れる)

3. ヒトの耳 (音受容器と平衡受容器)

ア. ヒトの耳

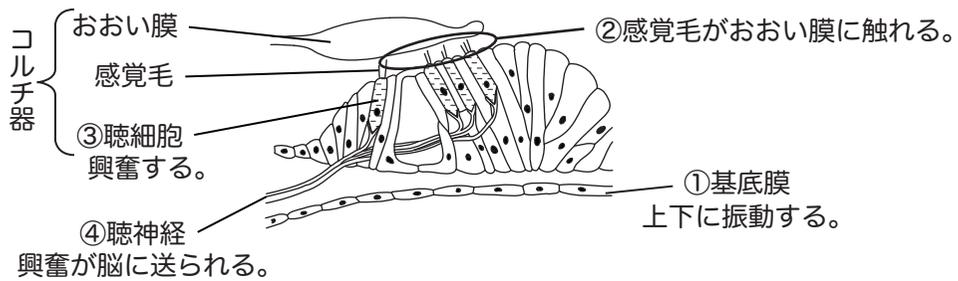
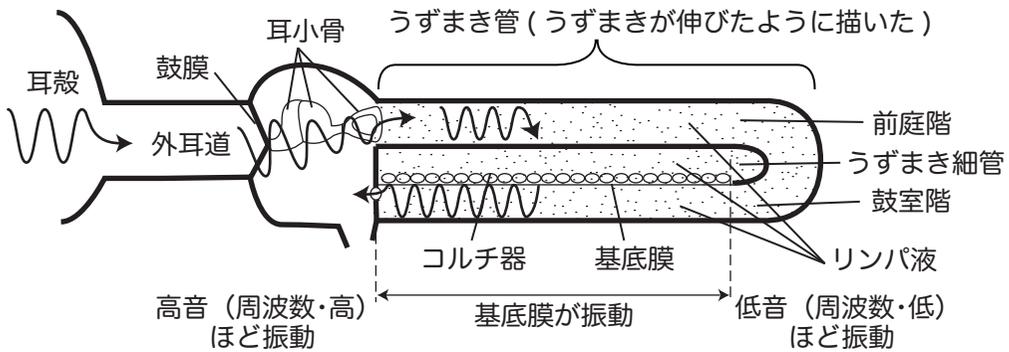


※の切断面

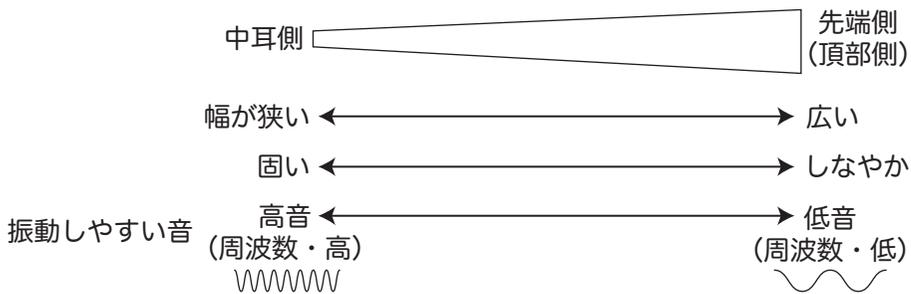


耳管 (ユースターキー管) … 外気を通して、外気圧が変化しても、中耳内の気圧を一定に保ち音が聞えにくくなるのを防ぐ。

イ. 音の伝達経路



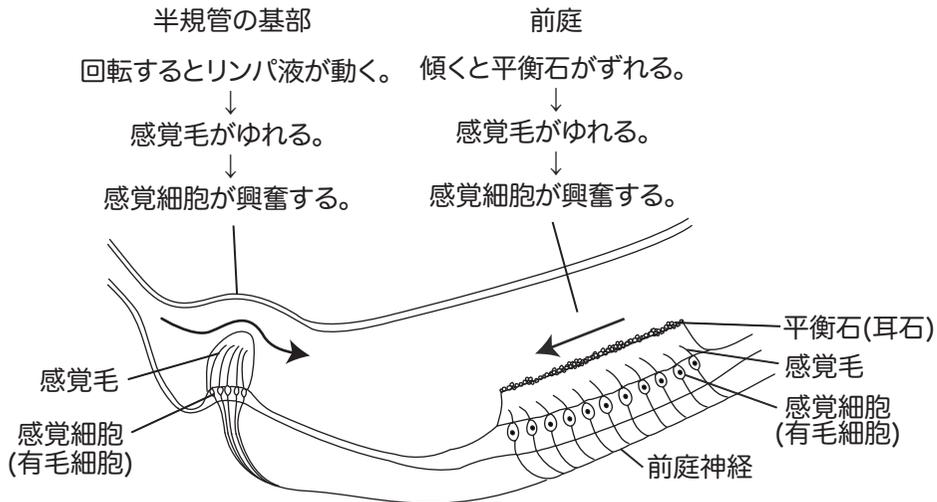
(音の高低と基底膜の振動)



ウ. 平衡器

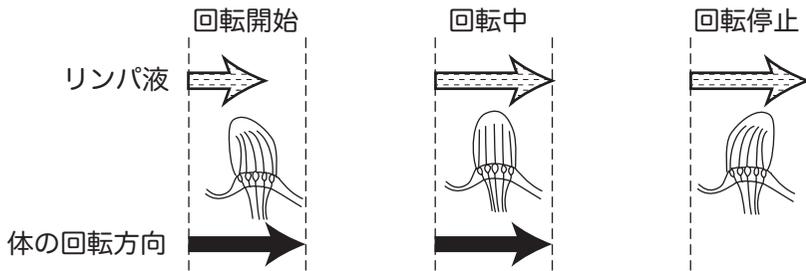
半規管 (三半規管) …… 体の回転を受容する。

前庭 …… 体の傾きを受容する。

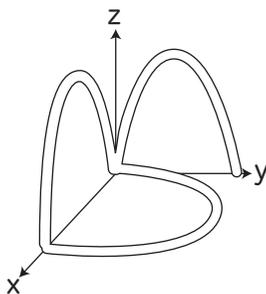


(半規管による回転の受容)

1. 半規管の感覚毛 …… **慣性**によって動く。



2. **互いに直行する3つのループ …… 回転を立体的**に感知することができる。



4. その他の受容器

感覚	適刺激	受容器と受容細胞
嗅覚	化学物質 (におい物質)	鼻の 嗅上皮 にある 嗅細胞
味覚	化学物質 (可溶性物質)	舌の 味覚芽 にある 味細胞
触覚・圧覚	接触や圧力	皮膚の圧点
痛覚	強い圧力, 熱, 化学物質など	皮膚の痛点
温覚	高温	皮膚の温点
冷覚	冷温	皮膚の冷点

【1】刺激と感覚

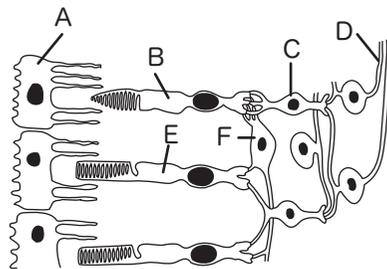
次の文中にあてはまる適当な語句を答えよ。

動物では、外部環境の変化を刺激として受け取るための器官である受容器 (感覚受容器) が発達している。受容器ごとに受容する刺激の種類は決まっており、これを [1] という。刺激を受けて感覚細胞が興奮すると、その興奮は [2] 神経により伝えられ大脳皮質に至る。ここで種々の受容器から伝えられた感覚情報が [3] され、その興奮は [4] 神経に伝わり、筋肉や腺などの [5] を刺激して反応が起こる。

感覚には、視覚、聴覚、味覚、嗅覚などがある。視覚の受容器は眼であり、その受容細胞には、強い光のもとで明暗感覚と色覚をつかさどる [6] と弱い光のもとで働き色覚を感じない [7] がある。また味覚の受容器は味覚芽にあり、受容細胞は [8] である。嗅覚の受容器は鼻腔の嗅覚器 (嗅粘膜) であり、その受容細胞は [9] である。

【2】網膜

次の図は、ヒトの網膜の一部分を模式的に表している。



- 問1 水晶体 (レンズ) を通過した光は、図では左右どちらの方向から来るか。
- 問2 A～E の名称を答えよ。
- 問3 赤緑色覚異常の人とそうでない人では、A～F のどの細胞の機能に違いがあるか。
- 問4 月明かりの薄暗い夜には、A～F の細胞のいずれかのはたらきが抑えられる。
- (1) それはどの細胞か。記号で答えよ。
 - (2) その結果、視覚情報はどのようなになるか。20 字以内で答えよ。

【3】遠近調節, 黄斑と盲斑

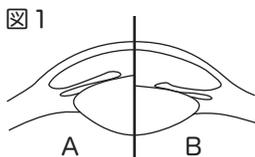
次の各問いに答えよ。

問1 次の文中の空欄にあてはまる適切な語句を答えよ。

ヒトは目によって明るさ, 形, 色などをとらえている。目に入った光は, 順に角膜, [1], [2], [3] を通って [4] に達する。[4] に達した光は, そこに分布する [5] を興奮させる。[5] には, [6] を識別する [7] と, [6] と [8] を識別する [9] がある。[4] の中央部には, [9] が密に集まった [10] という部分があるために視野の中心部は形も [8] も鮮明に知覚される。一方, [7] は, [10] の周辺部に多く密集している。[5] で受けとめられた光の刺激は, 信号となって [11] を伝わる。その信号が [12] に達すると, はじめて, 「見える」という [13] が生じる。このようにヒトの [13] は, [4] が受容器となり, 光が [14] 刺激となる。

問2 図1を参考にして, 次の文章の { } 内の適切な語句をそれぞれ選べ。ただし, 文中の

[1], [2], [4] は問1と同一の語句である。



遠くを見るとき目の調節について [2] は大きく関与する。毛様体にある① {ア. 筋肉, イ. 靭帯} の② {ア. 収縮, イ. 弛緩} によってチン小体が③ {ア. 緊張し, イ. ゆるみ}, この毛様体とチン小体でつくるリングの径が④ {ア. 小さく, イ. 大きく} なるので, [2] が⑤ {ア. 厚く, イ. 薄く} なる。図1は, ヒトの眼球における遠近調節の模式図である。遠くを見るときは, 図1のうち⑥ {ア. A, イ. B} である。

[4] に達する光は, ⑦ {ア. 虹彩, イ. 角膜} の働きによって [1] の直径が変化することで, 適当な光量に調節される。暗いところでは, [1] の径は, ⑧ {ア. 縮小, イ. 拡大} し, [4] においては, 光に対する感受性が⑨ {ア. 高く, イ. 低く} なる。

問3 画用紙で図2の紙片 (110mm×15mm) を作製した。紙片の黒丸 (●は直径5mm) が被験者の左側にあるように机の上に置いた。左端にある黒丸 (●) を左目の正面から20cm離し, のぞきこむような姿勢をとった。右目を閉じ, 左目でゆっくり右へアルファベットを順に読んでいくと, 黒丸はD～Eの文字を読んだところで消えた。さらに, 文字を読み進めると, F～Gの文字を読んだところでふたたび現れてきた。

- (1) 左目で行った場合, 一度黒丸が見えなくなる理由を30字以内で説明せよ。
- (2) 右目で行った場合, 黒丸はどうなるか。

【4】耳

ヒトの耳は外耳, 中耳, 内耳の3つの部分からなる。外耳に入ってきた音波は, (ア)を振動させ, (イ)と呼ばれる3つの骨により, 内耳の卵円窓に伝えられる。卵円窓の振動は内耳の中にあるリンパ液を伝わり, うずまき管の内部にある(ウ)器で神経の興奮に変換され, それが脳に伝えられて聴覚を発生させる。

また, 内耳には音受容器以外に, 平衡感覚を感じる受容器も存在する。半規管ではリンパ液の流れを神経細胞の繊毛が感じることにより体の回転を, (エ)では, 耳石(平衡砂)に働く重力の変化により体の(オ)を感じる。

問1 上記の文章の空欄ア～オにあてはまる適切な語句を答えよ。

問2 次の各問いに答えよ。

(1) (ウ)器の図を描き, 基底膜, おおい膜, 聴細胞を示せ。

(2) リンパ液の振動が聴細胞の興奮に変換されるしくみを80字以内で説明せよ。

問3 体の回転の立体的な方向を知覚できるしくみを, 半規管の立体構造から40字以内で説明せよ。

問4 ヒトは, 音の強弱だけでなく, 音程(音の高低)を聞き分けることができる。ヒトが音程を聞き分けられるしくみを, 100字以内で説明せよ。

解答

【1】

【解答】

- 1 適刺激 2 感覚 (求心性) 3 統合 4 運動 (遠心性) 5 効果器
6 錐体細胞 7 かん体細胞 8 味細胞 9 嗅細胞

【解説】

ヒトの場合には、刺激を受けてから反応が起こるまでの経路の例として、次のような場合がある。

刺激→受容器 (感覚器) →感覚神経→中枢神経 (脳・脊髄) →運動神経→効果器 (作動体)

神経系には、さまざまな刺激を統合する働きもある。

ある効果器を興奮させる特定の刺激を適刺激という。刺激は、受容器の中にある受容細胞 (感覚細胞) に受け止められ、電気的な興奮に置き換えられる。ヒトの場合、光は眼の網膜にある視細胞 (かん体細胞と錐体細胞) に、におい (化学物質) は鼻の嗅上皮にある嗅細胞に、味 (化学物質) は舌の味蕾 (味覚芽) にある味細胞に、音は耳のうずまき管にある聴細胞に、回転覚は内耳の半規管にある感覚細胞に、平衡覚は内耳の前庭にある感覚細胞に、接触・圧力・痛覚・温覚・冷覚は皮膚の受容器にある受容細胞に受容される。これら以外に、体内で生じたさまざまな刺激を受容する自己受容器もある。

【2】

【解答】

問1 右

問2 A 色素細胞 B 錐体細胞 C 連絡神経細胞 D 視神経細胞 E かん体細胞

問3 B 問4 (1) B (2) 色の違いをとらえることができない。

【解説】

網膜には、視神経細胞 (D)、連絡神経細胞 (C)、かん体細胞 (E)、錐体細胞 (B)、色素細胞 (A) が含まれている。ガラス体を通ってきた光は D → A の方向に進み、かん体細胞や錐体細胞に受容される。かん体細胞は弱い光の受容に適しているが、色の違いは区別できない。一方、錐体細胞は強い光の受容に適しており、ヒトでは、赤、緑、青を受容する3種類の錐体細胞がある。錐体細胞の機能が低下すると、赤緑色覚異常となる。

問4 薄暗い光のもとでは、強い光を受容する錐体細胞が働きにくくなる。よって、主にかん体細胞が働くため、色の違いを感知することはできない。(実際には、脳が物体の色を記憶しているため、ふつう視野を白黒に感じることはない。)

【3】

【解答】

- 問1 1 瞳孔 (ひとみ) 2 レンズ (水晶体) 3 ガラス体 4 網膜
5 視細胞 6 明暗 (明るさ) 7 かん体細胞 8 色 9 錐体細胞
10 黄斑 11 視神経 12 大脳 13 視覚 14 適

問2 ① ア ② イ ③ ア ④ イ ⑤ イ ⑥ イ ⑦ ア ⑧ イ ⑨ ア

問3 (1) 網膜上の視細胞が分布していない盲斑部に黒丸が結像したため。 (2) 消えない。

【解説】

問3 網膜には、錐体細胞が密集する黄斑がある。視野内の見つめている部分は黄斑に写るので、はっきり見える。また、錐体細胞の分布は、黄斑から離れるほどまばらになる。これにより、見つめている部分以外の視野はぼやける。桿体細胞は黄斑の周辺部に密集している。

網膜上の視神経細胞の軸索が束になって脳に向かって伸びている部分を盲斑という。盲斑にはかん体細胞や錐体細胞が分布していないため、ここに写った像は見えない。盲斑は黄斑からみて顔面の中央寄りにある。よって、問3の実験では、左目でD～Eの文字を読んだとき、文字は黄斑に映り、眼球の左側から入ってきた●印が黄斑より右側にある盲斑に映ったため、●印が消えて見えた。

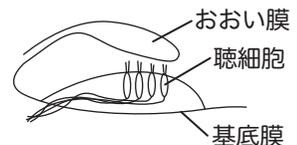
【4】

【解答】

問1 ア 鼓膜 イ 耳小骨 ウ コルチ エ 前庭 オ 傾き

問2 (1) 右図

(2) 鼓膜の振動が内耳のリンパ液を振動させると、基底膜上にある聴細胞が振動し、感覚毛がおおい膜に触れる。それが刺激となって聴細胞が興奮する。



問3 半規管は、互いに立体的に直交する3つのループからできているため。

問4 基底膜は、中耳側から遠い部分ほど広くしなやかになり、低い音に対して振動しやすくなる。このように、基底膜の幅や固さの違いにより、音の高低によって最も振動しやすい基底膜の位置が異なるため。

【解説】

音は、耳殻から外耳道を通り、鼓膜を振動させる。鼓膜の振動は耳小骨で増幅され、内耳のリンパ液を振動させる。リンパ液の振動は、内耳のうずまき管内にある基底膜を振動させる。基底膜は、入口（中耳）側では幅が狭くて固く、うずまき管の頂部（入口から遠い部位）ほど、幅が広くてしなやかになる。そのため、高音ほど入口側の基底膜が振動しやすく、低音ほど頂部側の基底膜が振動しやすい。このような基底膜の幅や固さの違いによって、音の高低で基底膜の最も振動しやすい部位が異なる。

内耳の半規管はループ状になっており、内部にはリンパ液が満たされている。ループの一部はふくらんでおり、感覚毛をもつ有毛細胞（感覚細胞）が埋め込まれている。体が回転すると、慣性によって感覚毛がゆれる。このとき有毛細胞が興奮し、その興奮が脳に送られて回転覚が生じる。半規管は互いに直交する3つのループからなるため、回転を立体的にとらえることができる。

内耳の前庭には、感覚毛をもつ有毛細胞が埋め込まれており、感覚毛の上部には耳石（平衡砂）がある。体が傾くと、耳石の位置がずれ、感覚毛がゆれて有毛細胞が興奮する。その興奮が脳に送られて傾きの感覚が生じる。