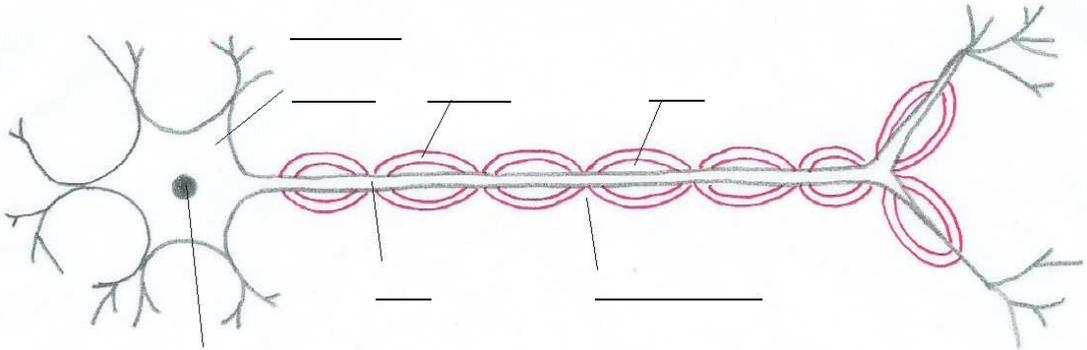


第六章 動物の反応と調節

1 神経

(1) ニューロン

① 神経系を構成する最小の単位を _____ あるいは _____ という



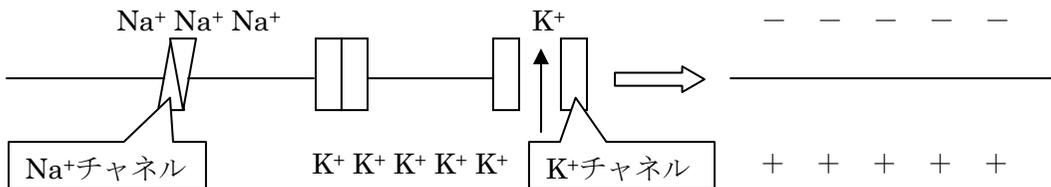
② 軸索と神経鞘を合わせて _____ という

③ 軸索の周りを神経鞘の細胞が何重にも取り巻いて _____ を形成する場合と形成しない場合がある

④ 髄鞘をもつ神経繊維を _____, 髄鞘のない神経繊維を _____ という
↳ _____ にのみ存在

(2) 興奮の伝導

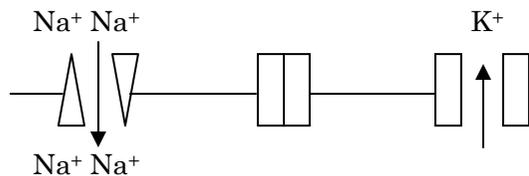
① 静止時



ア) このときの細胞内外の電位差を _____ という

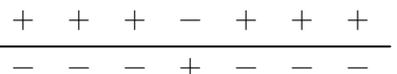
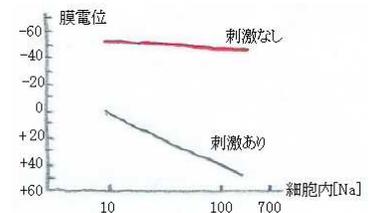
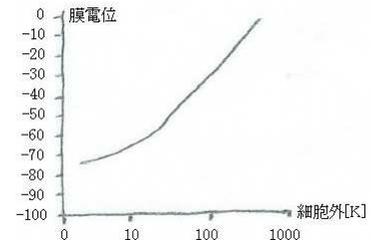
イ) 静止電位の大きさは細胞内外の _____ の濃度勾配によって決まる

② 興奮発生時

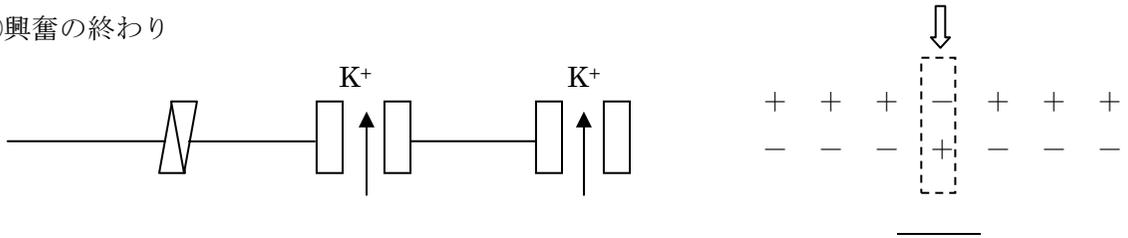


ア) このときの電位変化を _____ という

イ) 活動電位の大きさは細胞内外の _____ の濃度勾配によって決まる



③興奮の終わり

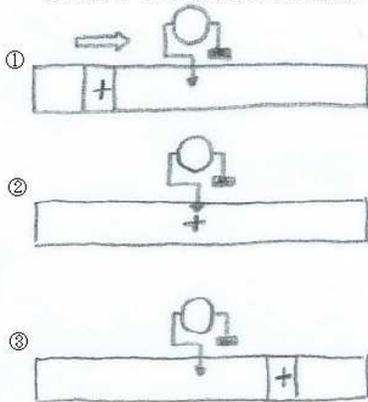


④興奮部と静止部の間に_____が流れる。これによって隣接する静止部が興奮する。

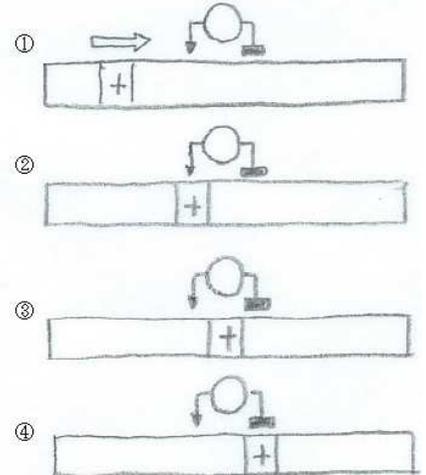
このような興奮の伝わり方を興奮の_____という

(3)膜電位の測定

【細胞膜の内外に電極を配置した場合】



【細胞外の2点に電極を配置した場合】



0mV -----

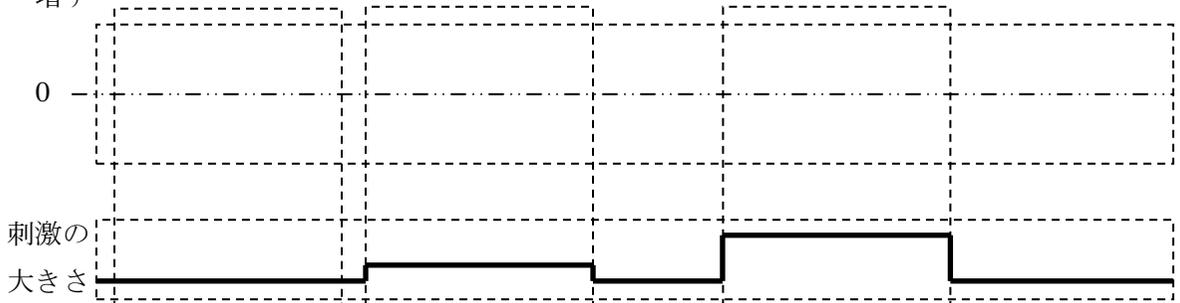
0mV -----

(4)全か無かの法則

①活動電位の大きさは刺激の大きさによらず一定である。これを_____という

②反応を起こさせるのに必要な最低限の刺激の大きさを_____という

③刺激の大きさが大きくなっても活動電位の大きさは_____しないが、活動電位が生じる_____が増す



④刺激の大きさと興奮の大きさを図示すると次のとおり



[例題 1] <記述>

神経に刺激を与えると興奮の大きさも大きくなる理由を 60 字以内で述べよ。

[解答]

神経には_____多数のニューロンが含まれており、刺激が強くなると興奮する神経細胞の数も_____から。

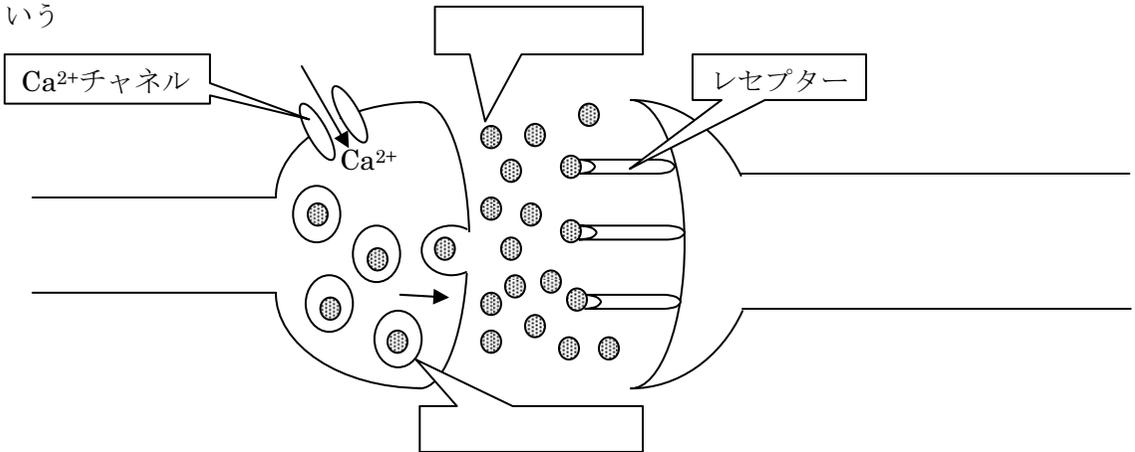
(5)伝導速度

①_____, _____, _____とき、興奮の伝導速度は_____

②髓鞘は_____という脂質が含まれており_____なので、有髄神経繊維では活動電位は髓鞘を飛び越えて流れ、興奮は_____をとびとびに伝わっていく。このような伝導を_____という

(6)伝達

①ニューロンとニューロンの接続部を_____, ニューロンと筋肉の接合部を_____という



②これらの接合部では、軸索の末端にある _____ から _____ が放出され、これが細胞体や筋肉の細胞膜にある _____ に結合することで、興奮が伝えられる。このような興奮の伝え方を _____ という

③伝達の方法は、軸索末端から細胞体や筋肉への _____ である

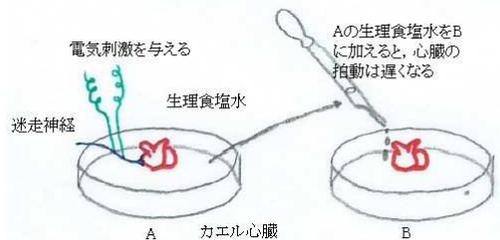
④神経伝達物質の例

ア) _____ …運動神経や副交感神経

イ) _____ …交感神経

STEP UP レーウィの実験

1921年、レーウィは、カエルから取り出した心臓を2つ用意し、拍動の仕組みを研究した。1つの心臓の迷走神経に電気刺激を与えると、その心臓の拍動は遅くなった。またこの心臓を入れていた生理食塩水を、別の心臓の入った生理食塩水に入れると、その心臓の拍動も遅くなった。このことから、迷走神経の末端から分泌された化学物質によって心臓の拍動が抑制されると結論づけた。その後、この物質はアセチコリンであることが分かった。



(7)神経系の構成と働き

①中枢神経系

ア)脳

a. _____ … _____ ・ _____ ・ _____ の中枢

b. _____ … _____ の最高中枢

c. _____ … _____ ・ _____ ・ _____ の中枢

d. _____ …随意運動の _____ ・ _____ 中枢

e. _____ … _____ ・ _____ ・ _____ の中枢

イ) _____ …腱反射の中枢

② _____

ア) _____

a. _____ …受容器から中枢へ興奮を伝える(_____)

b. _____ …中枢から作動体へ興奮を伝える(_____)

イ) _____

a. _____ …闘争的状态を作る

b. _____ …休息的状态を作る

※末梢神経のもう一つの分け方

ア)脳から出ている神経… _____(_____)

イ)脊髄から出ている神経… _____(_____)

(8)大脳の働きと中枢の局在

① _____(_____)… _____が多い

ア) _____

a. _____・_____・_____・_____ →場所

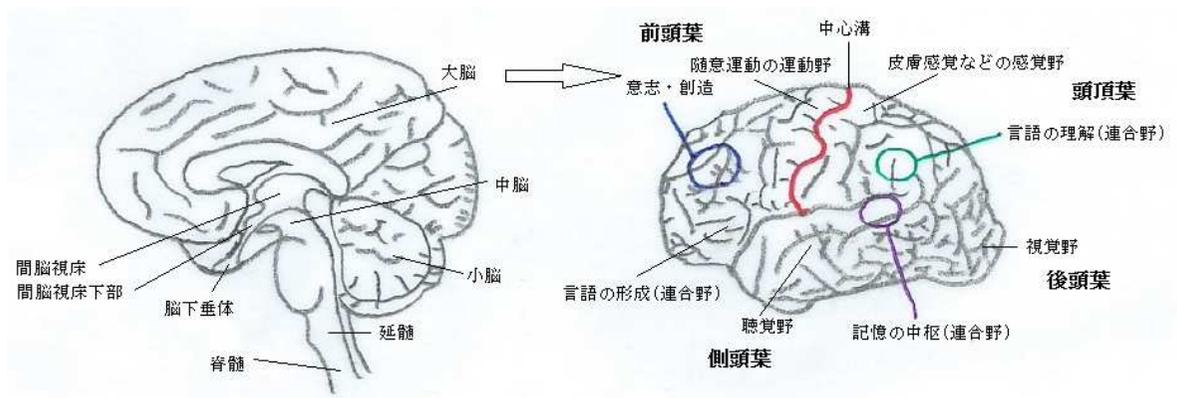
b. _____・_____・_____ →働き

イ) _____

a. _____

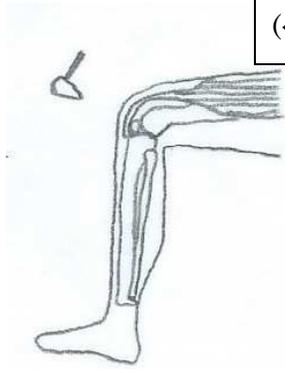
b. _____

② _____(_____)…軸索などの神経繊維が多い

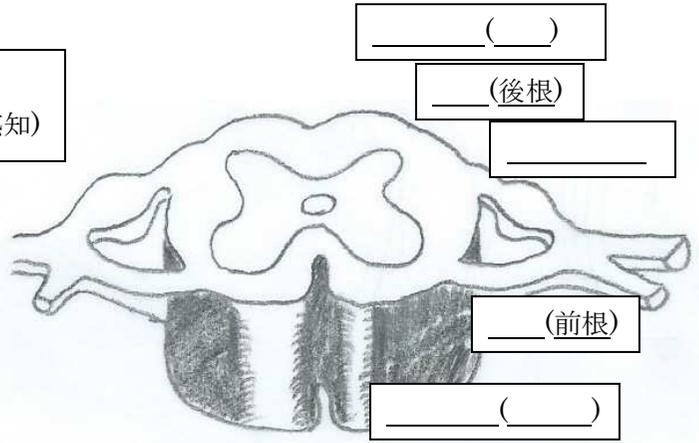


(9) 脊髓反射

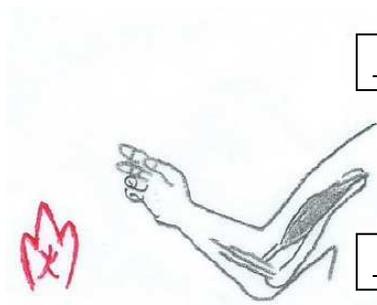
① _____

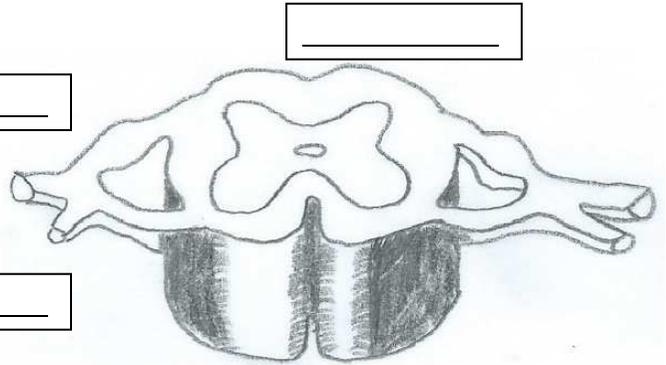


_____ (←筋肉の伸長感知)

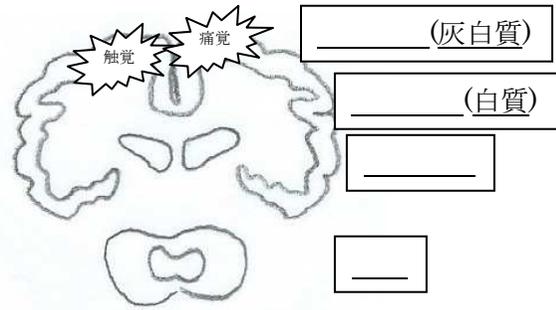


② _____

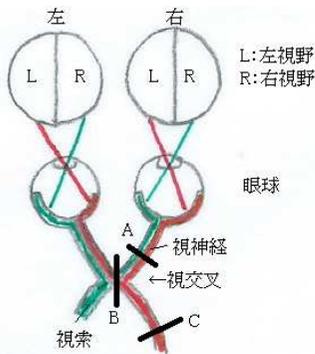




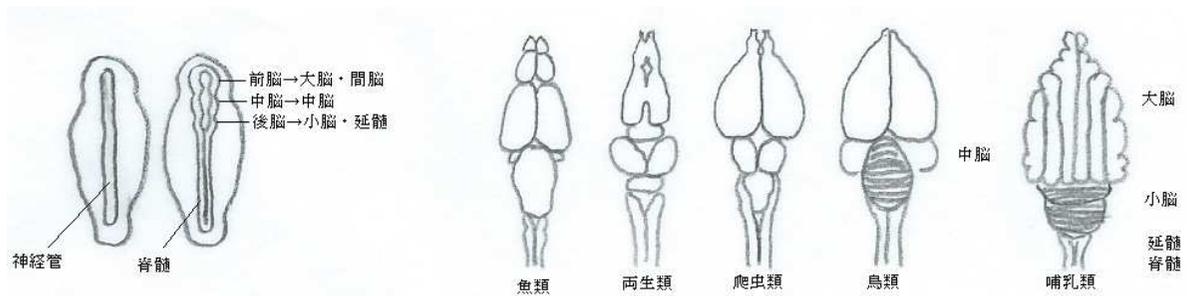
(10)皮膚感覚の情報伝達経路



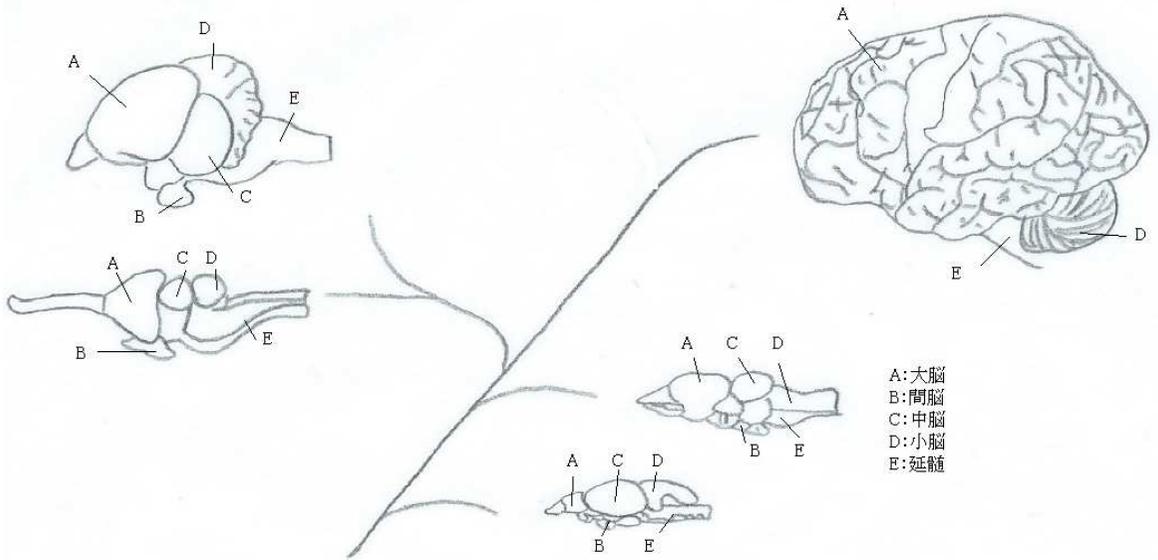
(11)視覚情報の伝達



(12)脊椎動物の脳の比較(下図は背面から見た図)

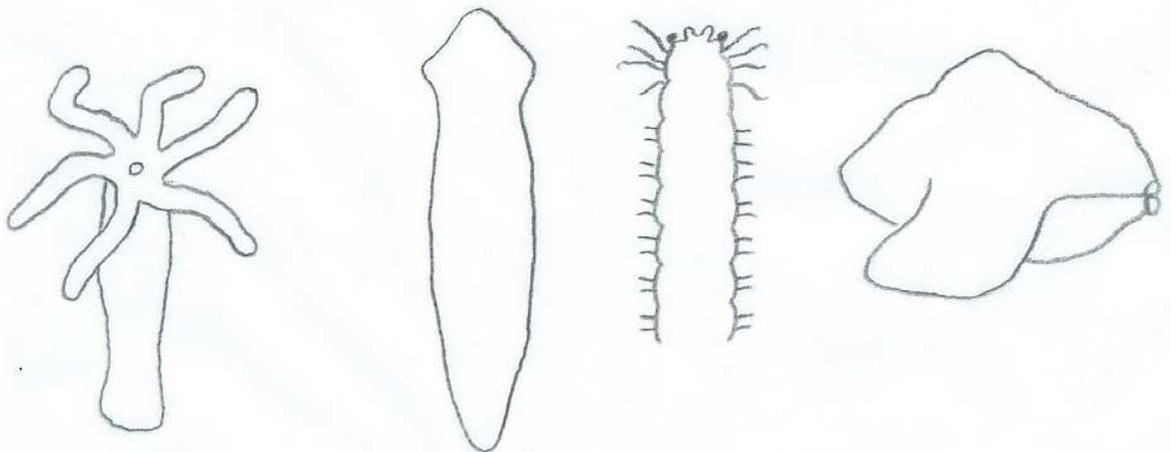


- ①背面からみると、どの脊椎動物も____はほとんど見えない
- ②哺乳類だけは____も背面からは見えない
- ③魚類・鳥類では____・____の発達が著しい

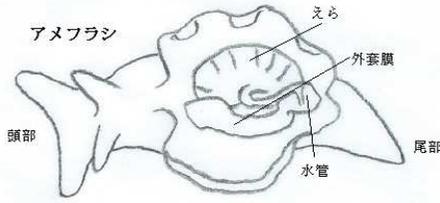


(13) いろいろな動物の神経系

神経系なし	原生動物・海綿動物()
_____	刺胞動物()
_____	扁形動物()
_____	節足動物・環形動物()
_____ (はしご型に含むことも)	軟体動物
_____	棘皮動物()
_____	脊椎動物・原索動物()



STEP UP 慣れと鋭敏化

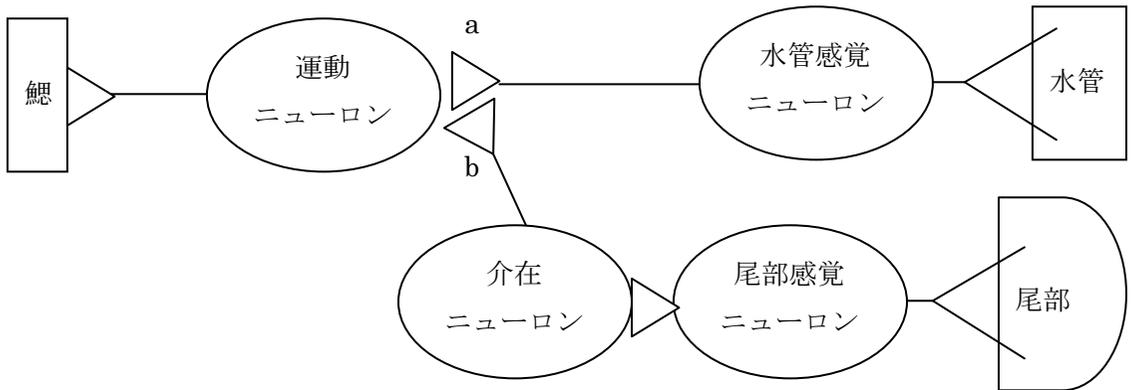


アメフラシは、通常図のように鰓を伸ばしているが、水管を刺激されると、鰓を外套膜の中にたたみこんでしまう。水管を繰り返し刺激すると、やがて鰓を引っ込めなくなる慣れが発生するが、尾部へ電気ショックを与えた後に水管を刺激すると、より小さな刺激で水管を引っ

込める鋭敏化が起こる。

(1) 慣れと鋭敏化の仕組み

高等な動物でも、次の図のような仕組みが組み合わさって、慣れや鋭敏化が起こるものと考えられる。



① 慣れ

水管からの感覚ニューロンが繰り返し興奮すると、a のシナプスで放出される神経伝達物質の量が減少し、運動ニューロンが興奮しなくなる。

② 鋭敏化

尾部への電気刺激で介在ニューロンが興奮し、b のシナプスの働きで運動ニューロンが興奮しやすくなる。

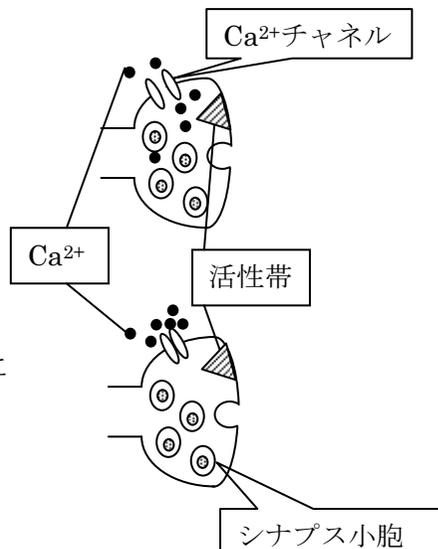
(2) 慣れにおける神経伝達物質の減る仕組み

① 慣れの起こる前

Ca²⁺の流入によってシナプス小胞からシナプス前膜に内容物が放出される。

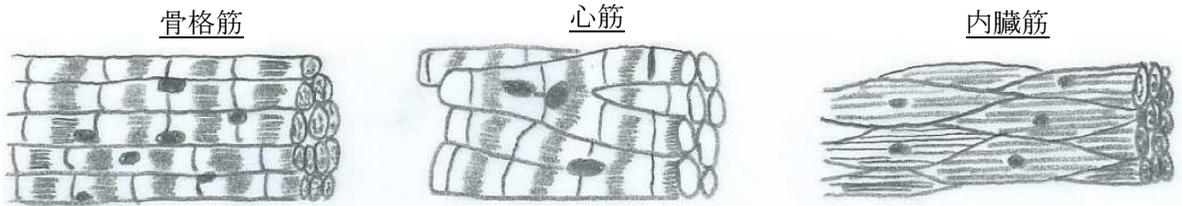
② 短期の慣れ

Ca²⁺チャネルが閉じ、Ca²⁺濃度減少によってシナプス小胞の内容物の放出が阻害される。



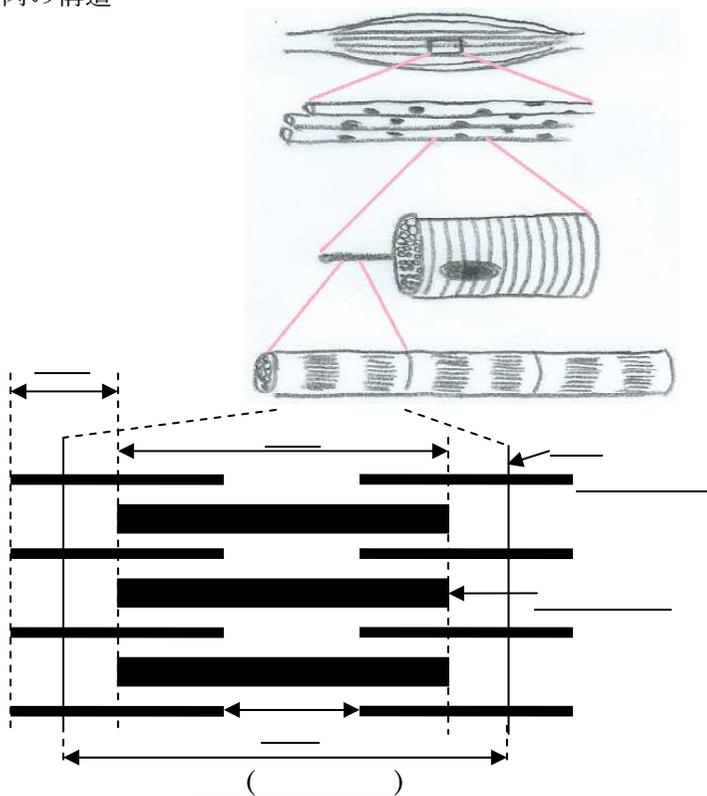
2 筋肉

(1) 筋肉の種類



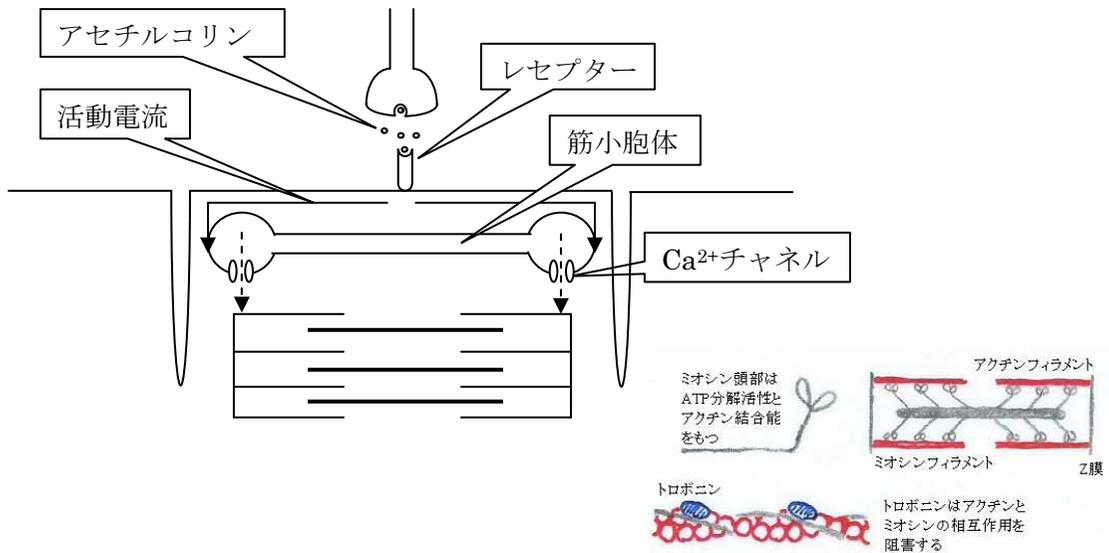
筋肉の種類			特徴
名称	構造	意志との関係	
骨格筋	_____	_____	明暗の横縞(横紋)が見られ, _____の細胞よりなる。収縮は____, 力も____が, 疲労____。両端は腱となり骨格と結合し, 一方向に強く収縮する。_____やたくさんの_____を含む赤筋(持久力がある)と_____(瞬発力がある)がある。
心筋	_____	_____	横紋が見られ, _____の細胞よりなる。各細胞は枝分かれして, 網状に接続している。_____を示し, 収縮(拍動)を繰り返しても疲労は_____。
内臓筋	_____	_____	紡錘形で_____の細胞よりなる。さまざまな方向に収縮し, 収縮は <u>緩やか</u> で, 力は____, 疲労し_____。

(2) 筋肉の構造



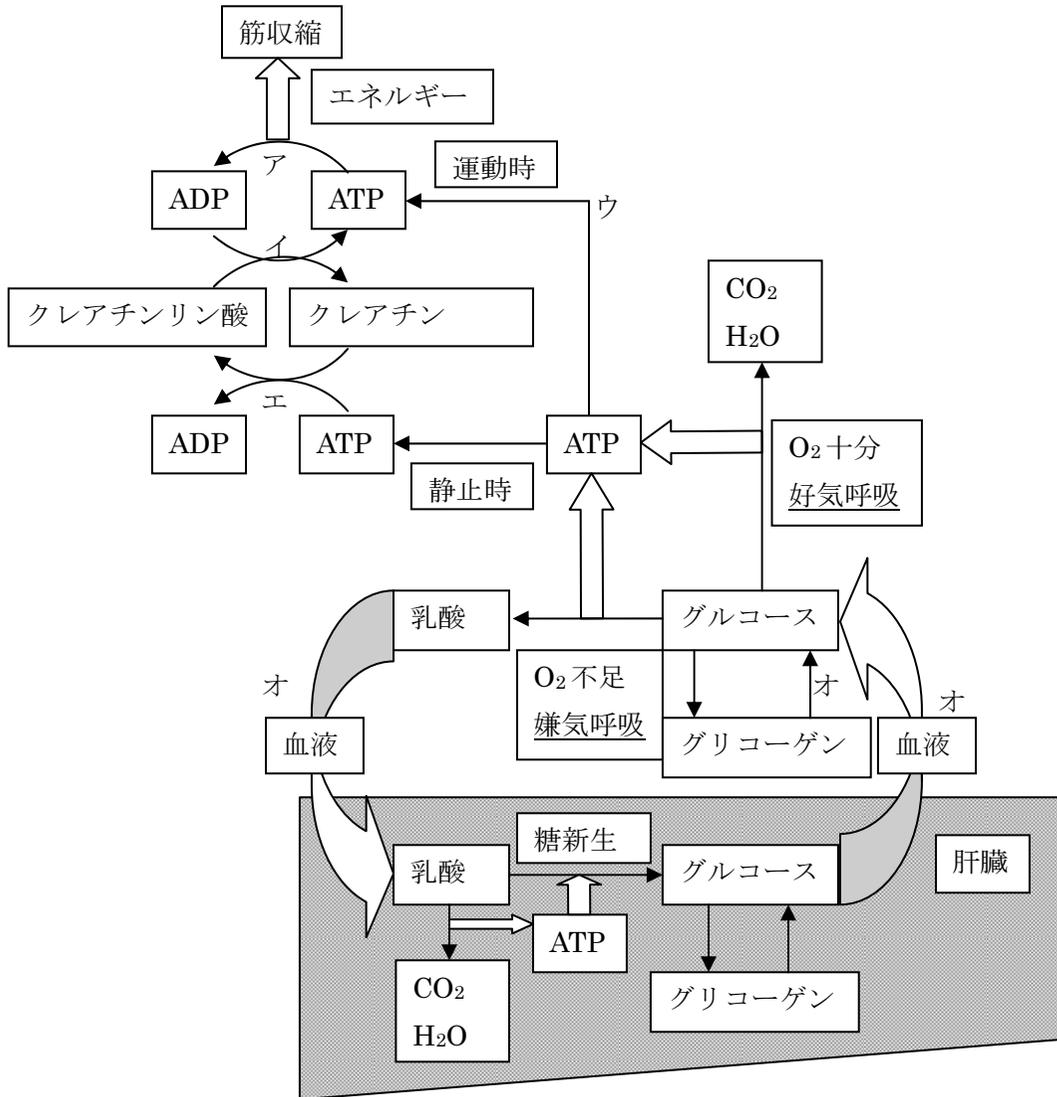
- ①筋肉を構成する最小単位の細胞を_____という
- ②_____の筋繊維は_____の細胞である
- ③筋繊維に含まれる微小構造を_____という

(2)筋収縮の仕組み



- ①運動神経末端から放出される _____ (_____)によって筋繊維の膜が興奮すると、その興奮が筋小胞体に伝えられる
- ②筋小胞体の膜にある _____ が開き、筋小胞体内の Ca^{2+} が細胞質中に拡散する
- ③ Ca^{2+} が _____ と結合する
- ④ _____ の突起部分が _____ に結合できるようになる
- ⑤ミオシンフィラメントの突起部分が持つ _____ が活性化する
- ⑥ATP が分解され、生じたエネルギーによってミオシンフィラメントの突起部分が、アクチンを手繰り寄せられる
- ⑦アクチンフィラメントが _____, 筋肉が収縮する
- ⑧刺激がやむと、筋小胞体の膜の能動輸送によって細胞質中の Ca^{2+} は筋小胞体内に取り込まれ、両フィラメントの結合が切れ、筋肉は _____ する
- ⑨これを _____ の _____ という

(3) 筋収縮のエネルギー源

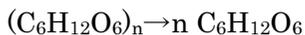


ア)筋収縮の直接のエネルギー源は ATP であるが、少量しか貯蔵されていない
 (∴ _____ から)

イ)ATP の分解でできた ADP が、筋肉中に貯蔵された _____ (高エネルギー物質)か
 ら _____ を受け取り、 _____ が再合成される。

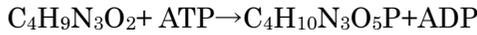


ウ)筋肉や肝臓などに蓄えられている _____ が分解されて生じた _____ を、 _____
 や _____ (_____)によって分解し、ATP がつくられる。



_____ (_____)
 _____ (_____)

エ) _____ は静止時に呼吸の働きで生じた _____ から _____ を受け取り, _____ になる。

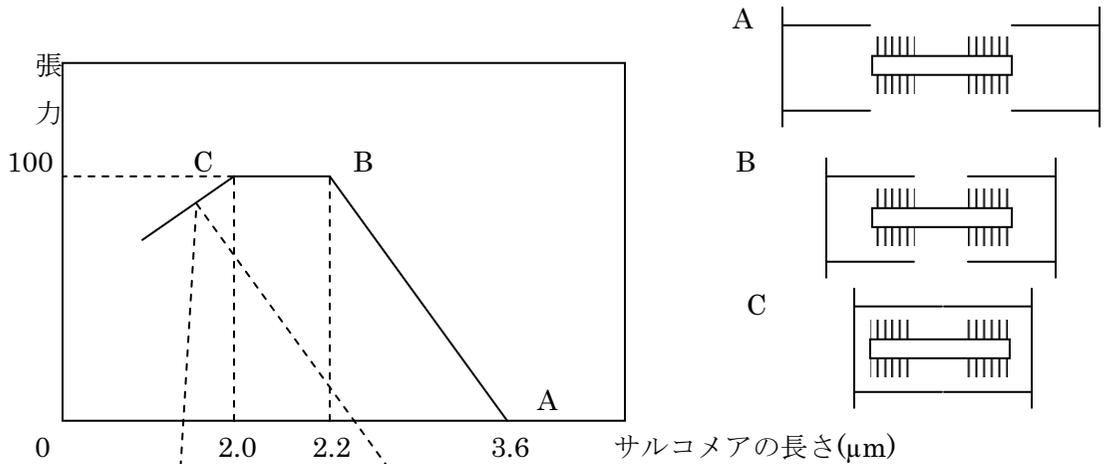


オ) 解糖で生じた _____ は血液によって肝臓に運ばれ, 約 _____ がミトコンドリア内で酸化分解される。その結果できた _____ で, 残りの約 _____ の乳酸が _____ に再合成(_____)され, 血液によって, 筋肉に運ばれた後, 再び _____ となって貯蔵される。



※上記以外にも _____ の反応がある

(4) 張力と筋節の長さの関係



0 _____ 2.0 _____ 2.2 _____ 3.6 _____ サルコメアの長さ(μm)
 アクチン F が立体交差して一部のミオシンが結合できなくなる
 ミオシン F=暗帯= _____ アクチン F= _____ B のときの H 帯= _____
 B のときの暗帯= _____ B のときの明帯= _____

(5) 筋収縮の実験(セント=ジェルジの実験)

筋肉の構成要素のいくつかを取り除いた形で収縮を再現させた筋肉モデルを使い, 筋収縮の仕組みを解明。

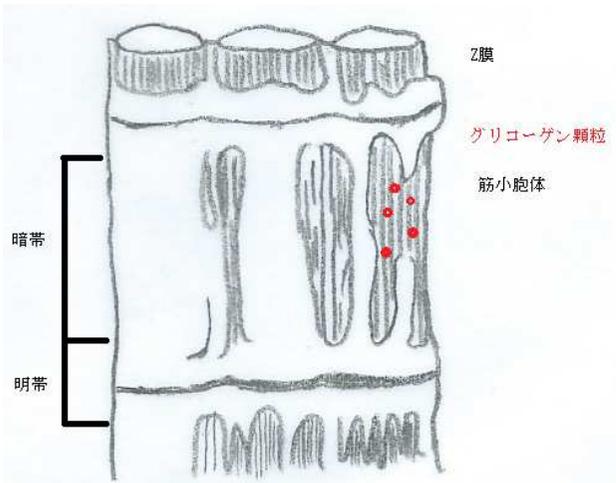
ア) グリセリン筋(1949)

筋繊維の束を静止の長さを保って棒などに結び付け, 50%のグリセリンに浸し, -5℃~-20℃で1カ月以上保存した筋肉モデル.細胞膜の構造は壊れ, 細胞質の水溶性成分は失われる。筋原繊維の構造は保たれているので, 外液を変化させ, 直接イオンや薬剤の影響を調べられる。ハクスリーらによって電子顕微鏡的の微細構造変化が研究され, 滑り説の有力な手がかりも得られた。

- a. 筋小胞体やT管がないため, グリセリン筋は電気刺激に応じない。
- b. ATP を与えると収縮する ⇔ ミオシンが直接作用して滑り込む

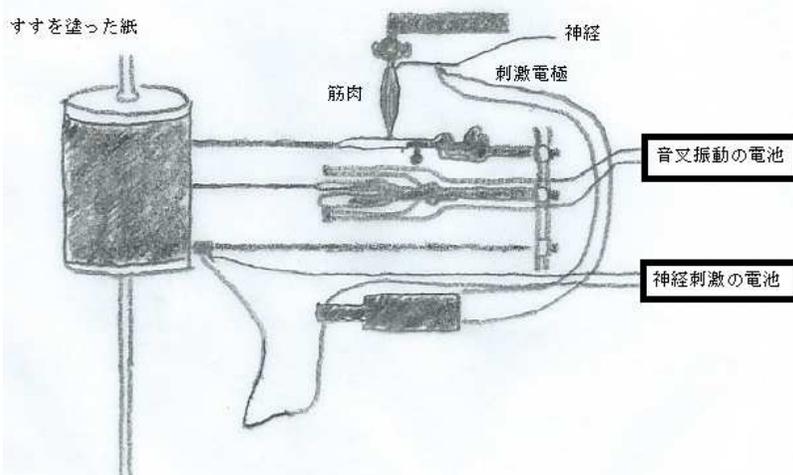
イ) アクトミオシン(1942)

セント=ジェルジは, アクトミオシンが ATP によってガラス管内で収縮することを発見し, ミオシン・アクチンの発見の手がかりとなった。

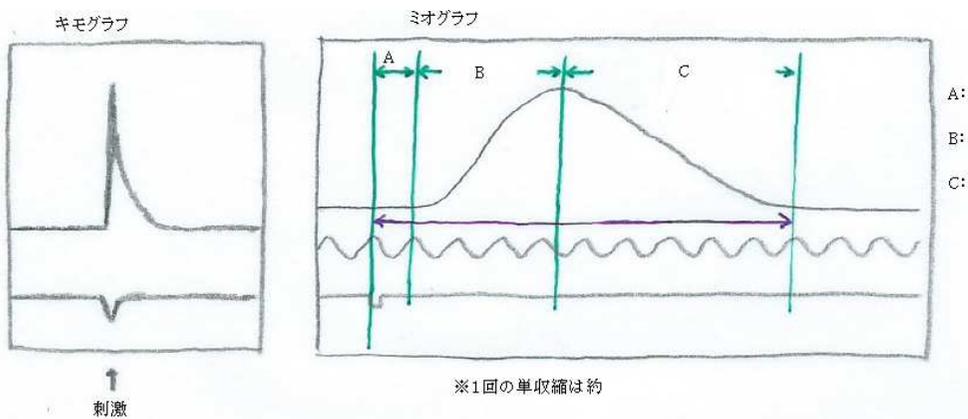


(5)筋収縮の測定

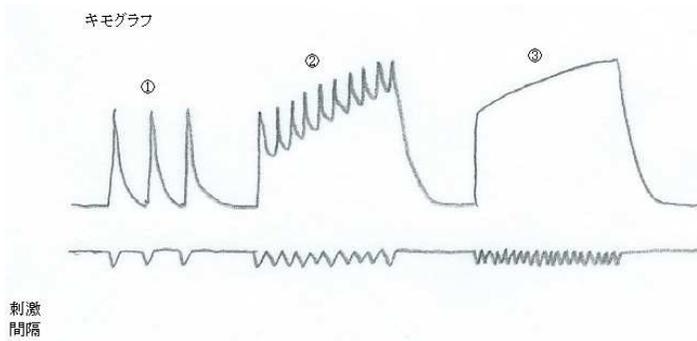
① _____ を用いて，次図のような装置(_____ ・ _____)で測定する。



②単一の短い刺激を与える



③ 適当な間隔で連続的に刺激を与える



- ① _____ ()
 → 弱い収縮。
 まぶたの痙攣レベル。
- ② _____
 → 弛緩期に次の刺激で収縮。
- ③ _____
 → 収縮期に次の刺激が来る。
 体内での普通の筋収縮。

④ 軸索の 1 カ所に刺激を与えて、筋収縮までの時間を測定しても、伝導速度は求められない。それは、刺激を与えてから収縮が起こるまでの潜伏期には次の 3 つの時間が含まれているからである。

- ア) _____ 時間
- イ) _____ 時間
- ウ) _____ 時間

[例題 2] <計算>

神経筋接合部から 6cm 離れた A 点を刺激すると 7.5 ミリ秒後に、2cm 離れた B 点を刺激すると 5.9 ミリ秒後に筋肉が収縮した。また筋肉を直接刺激すると 3.0 ミリ秒後に筋肉が収縮した。

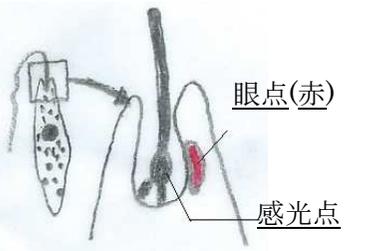
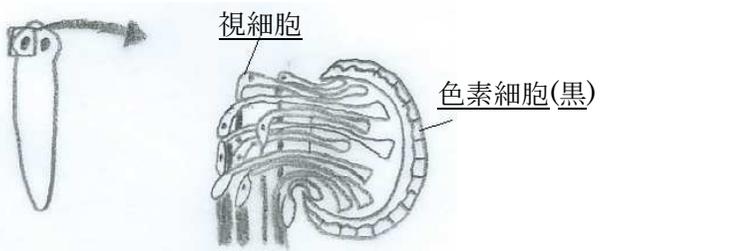
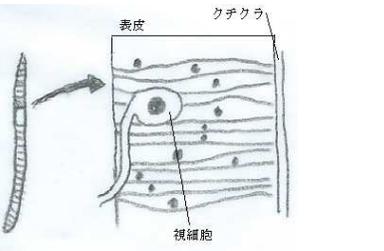
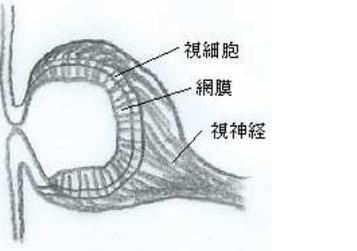
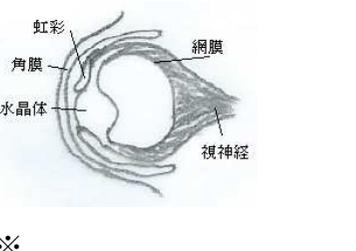
- (1) 伝導速度(m/s)を求めよ。
- (2) 伝達に要する時間を求めよ。

[解答]

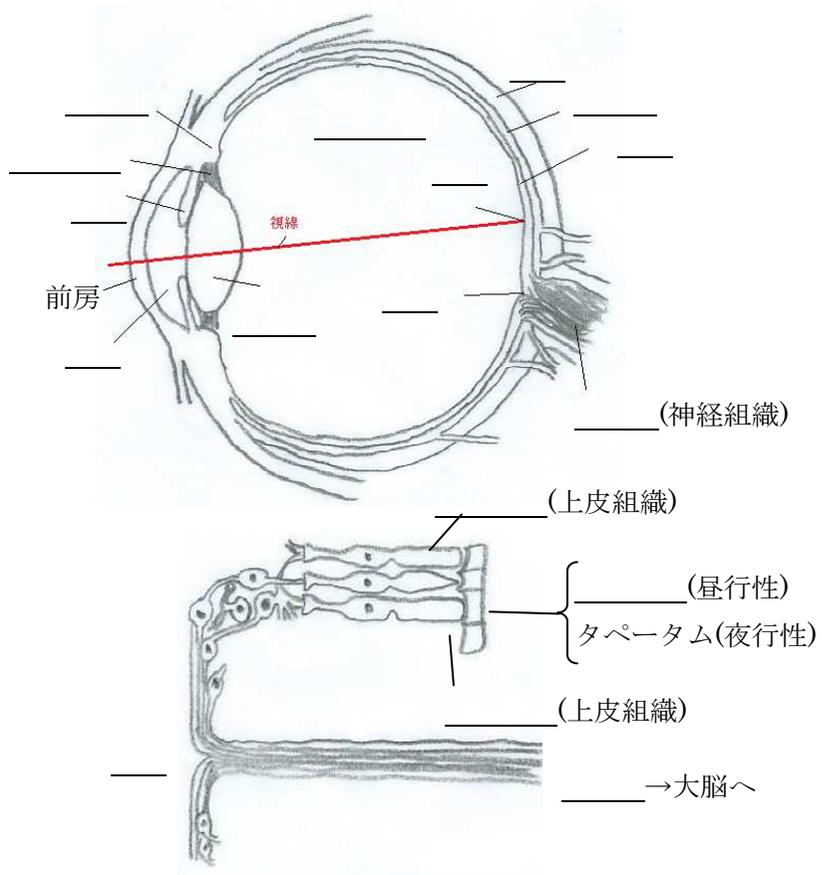


③ 感覚器

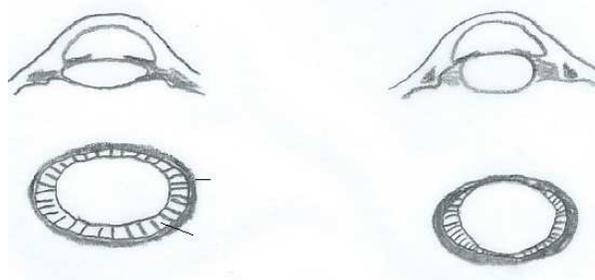
(1) いろいろな動物の視覚器

ミドリムシ()	プラナリア()()	
 <p>眼点(赤) 感光点</p>	 <p>視細胞 色素細胞(黒)</p>	
ミミズ()	オウムガイ()	イカ, タコ()
 <p>表皮 クチャクラ 視細胞</p>	 <p>視細胞 網膜 視神経</p>	 <p>虹彩 角膜 水晶体 網膜 視神経</p> <p>※ _____</p>

(2) ヒトの眼



(3)遠近調節



<p><遠くを見るとき></p> <p>① _____</p> <p>↓</p> <p>②毛様体が _____</p> <p>↓</p> <p>③チン小帯が _____</p> <p>↓</p> <p>④水晶体が _____なる</p>	<p>① ② ③ ④ ④ ③ ② ①</p>	<p><近くを見るとき></p> <p>① _____</p> <p>↓</p> <p>②毛様体が _____</p> <p>↓</p> <p>③チン小帯が _____</p> <p>↓</p> <p>④水晶体が自身の _____なる</p>
--	---	---

(4)視細胞の特徴

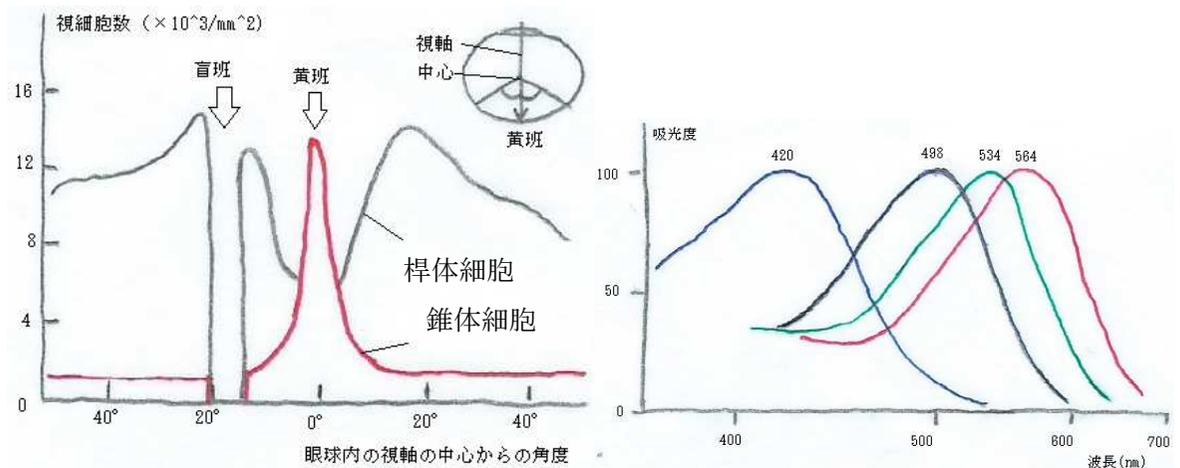
① _____

ア)明所で働き、明暗と色の識別を行う
 → __・__・__を感知する 3種類の細胞がある
 イ) __に特に集中する



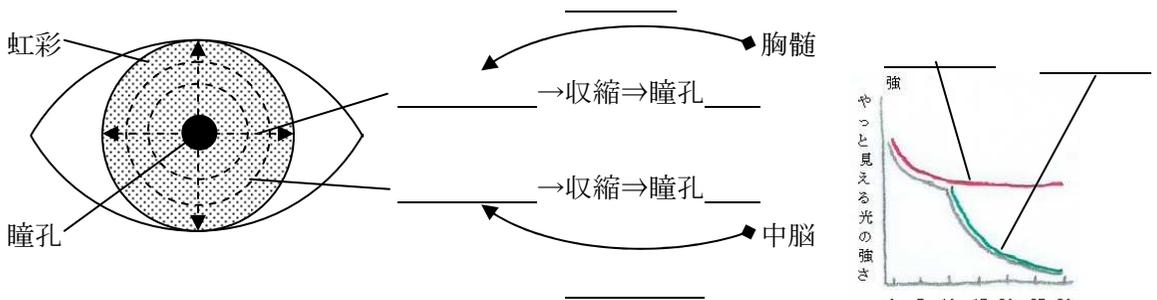
② _____

ア)薄暗い所で働き、明暗の識別のみ行う
 →光に敏感な _____ という _____ (タンパク質)を含む
 イ)黄斑には存在せず、黄斑の周辺部に存在する



(5)明暗調節

① _____ …中脳が中枢となる



②暗順応・明順応

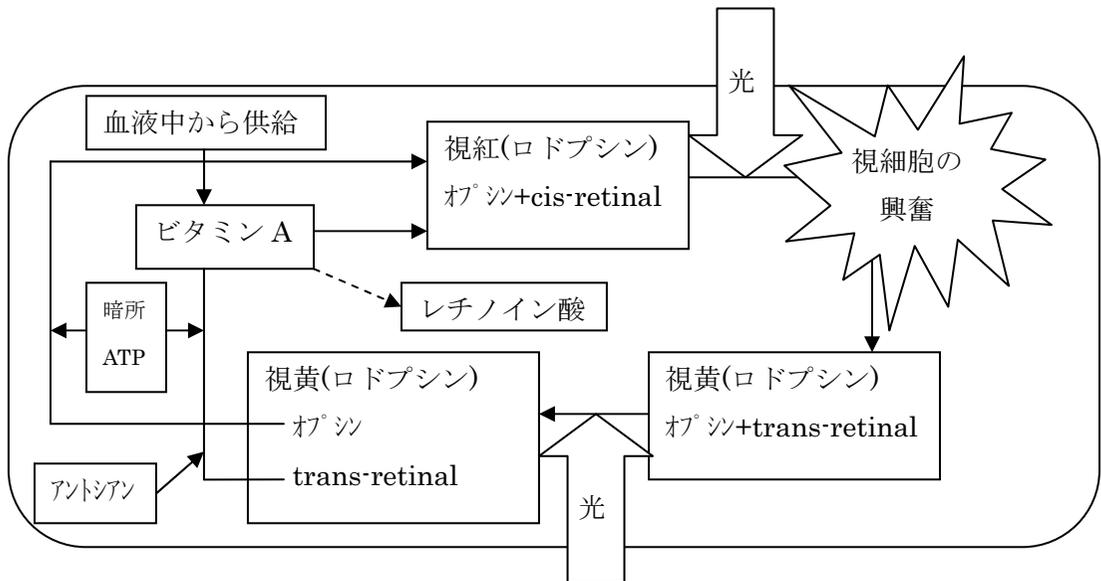
ア) _____ …急に暗所に入ると見えないがやがて見えるようになる

〔例題 3〕 <記述>

暗所に入ると最初は見えないが、やがて見えてくるのはなぜか。50字以内で答えよ。

〔解答〕

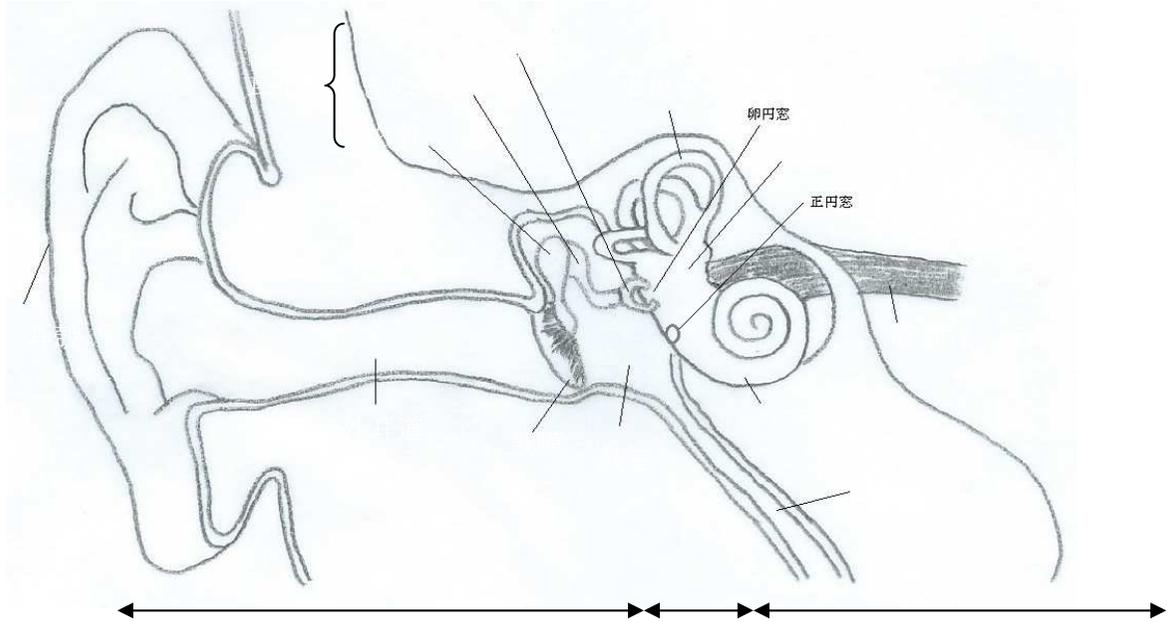
暗所では ロドプシン が合成され、ロドプシン量が増加することで桿体細胞の感度が 上昇 (閾値が低下)するから。



イ) _____ …急に明るい所に出るとまぶしいがすぐ慣れる

→ロドプシンが分解され、ロドプシン量が減少することで、桿体細胞の感度が低下(閾値が上昇)するから。

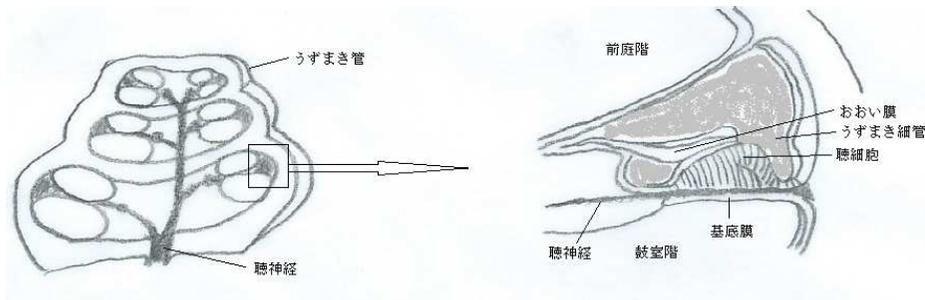
(6)ヒトの耳の構造



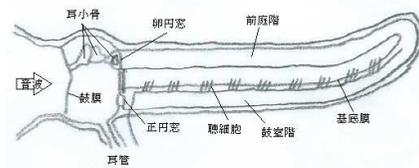
※外耳は哺乳類および鳥類の一部にのみ存在し、外耳のない両生類や爬虫類は鼓膜が体表に露出している。更に、魚類は内耳だけを持ち、平衡器としての役割を果たす。

(7)聴覚が生じるまでの経路

____ → ____ → ____ → ____ (つち骨→きぬた骨→あぶみ骨) → ____ (卵円窓(前庭窓) → 前庭階の ____ → 鼓室階の ____ → ____ (____ が ____ に接触) → 聴細胞興奮 → ____ → ____



※うずまき管内の基風莫の幅は、入口の方が狭く奥の方が幅広くなっている
音の周波数の違いにより、振動させる基底膜の位置が異なる
(高音は幅の狭い入口 ____ の基底膜を振動させる)
その結果異なる位置の聴細胞が興奮することで音の高低が識別される



※音波をうまく受容する仕組み…中耳によって、空気の振動を、効率よく液体の振動に伝える

※____…鼓室内に外気を流通させ、鼓室内外の気圧を一致させ、鼓膜の位置を一定に保つ

(8)平衡受容器…体の回転や傾きを刺激として受け取る受容器

①_____

基部のびんに感覚毛をもった受容細胞がある。

からだが回転すると、半規管内のリンパ液によって感覚毛が刺激され、受容細胞が興奮する。

ア)半規管の仕組み…回転の開始と停止を受容

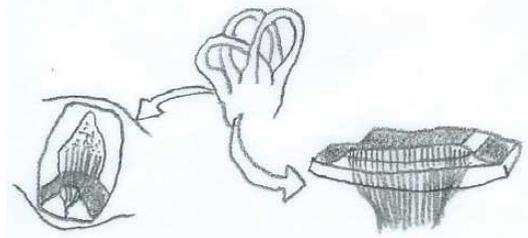
a.回転開始：体は動くが、内部のリンパは慣性の

ため動かず、感覚毛が倒れ、受容細胞が興奮する。

b.回転中：体とともにリンパが動き始め、感覚毛は倒れず、受容細胞が興奮しない。

c.回転停止：体は止まるがリンパは慣性で流れ続けるため、感覚毛は倒れ、受容細胞が興奮する。

イ)3つの半規管は互いに直交しているので、どの方向の回転覚も受容できる



②_____

内部に感覚毛を持った受容細胞があり、感覚毛の上には平衡砂(耳石)が乗っている。体が傾くと、重力で平衡砂が動いて感覚毛が刺激され、受容細胞が興奮する。

(9)その他の受容器

①味覚器…味覚芽

水に溶けた化学物質を受容する。味覚芽は下の表面にある多数の突起、舌乳頭の側面にある。水に溶けた化学物質に刺激されて興奮し、味神経を伝わり大脳で味覚を生じる。

②嗅覚器…嗅上皮

空気中の化学物質を受容する。鼻腔の奥にある嗅覚皮にある嗅細胞が、支持細胞によって分泌された粘液に溶け込んだ化学物質に刺激されて興奮する。この興奮は、嗅細胞自身の軸索である嗅神経により大脳へ伝えられ、嗅覚を生じる。また、嗅細胞は疲労しやすく、同じ匂いを長くかいでいると、その匂いを感じなくなる。

③皮膚感覚器

温度や圧力を刺激として受容する。感覚点の分布密度は平等ではなく、体の部位によっても異なる。1番多い感覚点は痛点である。

④自己受容体

内部刺激を受容する。筋肉の伸展・腱の伸展・空腹感・満腹感・排便や排尿意などの刺激を受容し、生体自身に感知させる受容器。骨格筋の筋繊維に平行に存在する筋紡錘や腱の中の腱紡錘は、骨格筋や腱の伸長を感じ取り、姿勢保持や運動に重要な役割をはたす。

⑤その他の受容器

ア)ピット…赤外線受容器→マムシなど

イ)側線…水圧受容器→魚類

ウ)鼓膜器…聴覚器→バツタなど

エ)平衡胞…平衡器→イセエビなど

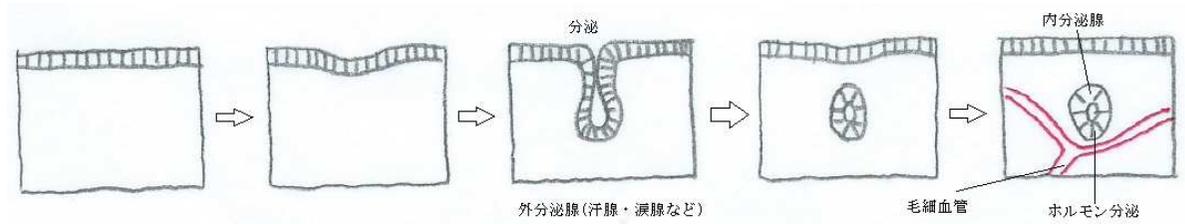
cf.筋肉以外の効果器

(1)繊毛と鞭毛…ともに中心体由来の構造であるため、内部構造は基本的に同じ

(2)外分泌腺と内分泌腺

①外分泌腺…導管を持ち、体外に分泌。→消化腺・涙腺・汗腺・乳腺

②内分泌腺…導管を持たず、血液中に分泌。→ホルモン



(3)発光器・発電器

①発電器…刺激に反応して電気を発生させ、外敵から身を守ったり、エサを捕えたりする
→発電器は筋肉が起源。

例)シビレエイ(50V)、デンキナマズ(350V)、デンキウナギ(600~900V)など

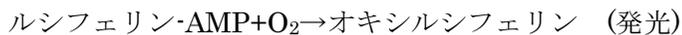
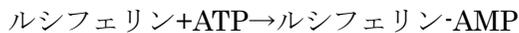
②発光器…威嚇やコミュニケーションに使う

→熱がほとんど発生しないため、冷光と呼ばれる

例)ホタル(昆虫類)・ウミホタル(甲殻類)

STEP UP 発光生物が光るメカニズム

Ex1.ホタル

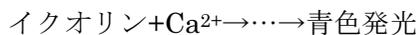


Ex2.ウミホタル



Ex3.オワンクラゲ

オワンクラゲはイクオリンという蛍光蛋白質を持っており、



という反応によってイクオリンは青色に発光するが、オワンクラゲの発光に色は緑色である。これはイクオリンがオワンクラゲ体内では蛍光タンパク質 GFP と複合体をなしているため、イクオリンの青色波長が GFP の緑色波長に吸収されるからである。また、GFP は単独で精製することが可能で、現在では目印として追跡調査に用いられている。更に、イクオリンも単独で精製することが可能で、 Ca^{2+} センサーとして用いられる。

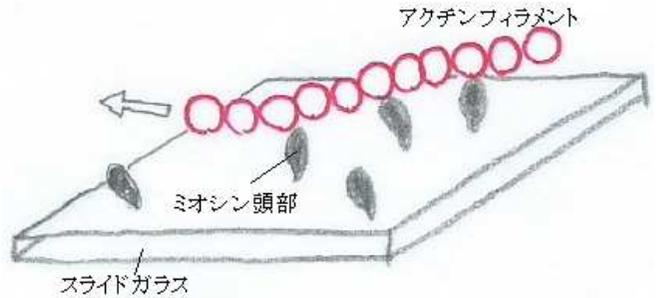
STEP UP 味覚修飾物質

味細胞に作用して一時的に味覚を変える働きを持つ物質は、味覚修飾物質と呼ばれる。例えば、西アフリカ原産のミラクルフルーツの果実に含まれるミラクリンと呼ばれるタンパク質は、味覚修飾物質の一例である。この物質は、酸味のあるものを甘く感じさせる作用を持つ。

味覚修飾物質は、副作用がなく、これからは甘味料としての活躍が期待される。

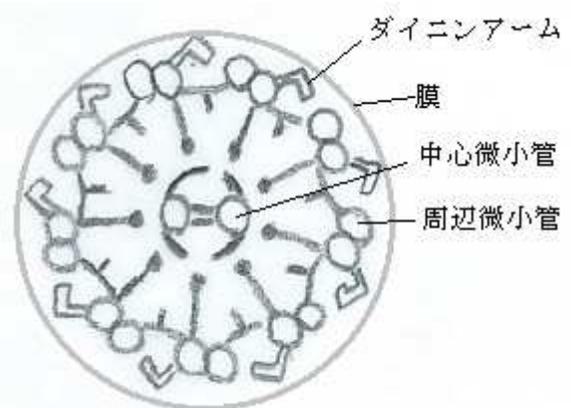
STEP UP 分子レベルでの ATP による滑り運動

分子レベルのアクチンフィラメントの運動は、蛍光色素を用いて観察することができる。ミオシン頭部をスライドガラス面上に吸着させ、蛍光色素で標識したアクチンフィラメントを加えると、ひとつひとつのアクチンフィラメントが ATP のエネルギーを使ってスライドガラス面上を滑るようすが蛍光顕微鏡下で観察することができる。



STEP UP 9+2 構造

真核生物の繊毛や鞭毛は、微小管が束になってできている。断面を見ると、微小管が周囲に 9 本、中心に 2 本あり、この構造は 9+2 構造と呼ばれる。微小管はチューブリン、ダイニンアームはダイニンというタンパク質でそれぞれできており、ダイニンにある ATP 分解酵素によって ATP が分解され、そのエネルギーによってダイニンアームと周辺微小管の間に滑りが生じ、屈曲を起こす。細菌類の鞭毛には、9+2 構造はみられないが、鞭毛繊維が細胞膜内の鞭毛モーターの回転によって推進力を得る。



4 行動

(1) 先天性な行動

① _____ …刺激に対して一定方向に移動・運動する

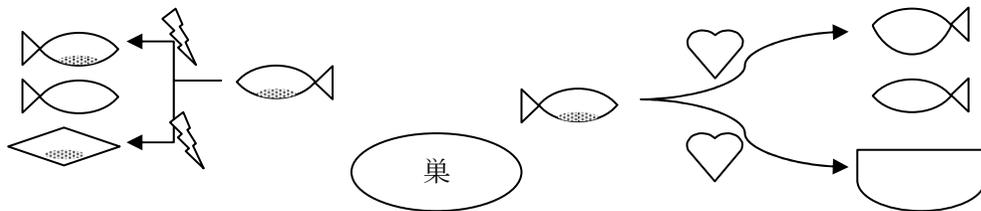
刺激の種類	走性の種類	例
	光走性(走光性)	ガ()
	重力走性(走地性)	ゾウリムシ()
	化学走性(走化性)	ゾウリムシ()
	流れ走性(走流性)	メダカ()
	電気走性(走電性)	ゾウリムシ()
	接触走性(走触性)	ゴキブリ()

② _____ …反射や走性が一定の順序で組み合わせられて起こる行動

ア) 本能行動は、特有の刺激(_____ = _____)により誘発される

例) _____ の実験…オスの攻撃は _____ (腹側が赤色)により誘発。

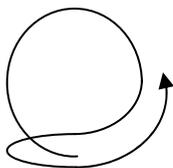
雄の繁殖行動は _____ であった



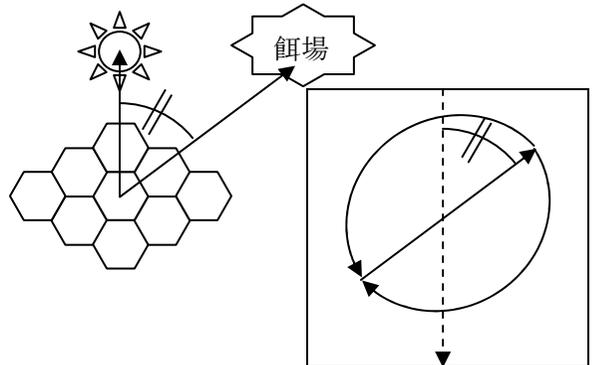
イ) 情報の伝達

a. _____ … _____ の実験

・ 餌場が近い時… _____



・ 餌場が遠い時… _____



※周期が短い時は餌場が _____

※周期が長い時は餌場が _____

※尾の振り幅が大きければ餌は _____

※尾の振り幅が小さければ餌は _____

b. _____ …体外に分泌し同種異個体に対して働き掛ける物質

	カイコガ
	ゴキブリ
	ハチ
	アリ
	女王バチ

(2)後天的な行動

①____…経験や訓練によって新しい行動を身につけること

ア)_____…条件刺激によって無条件反射が起こること

例)_____のイヌ…前もって条件刺激を繰り返し与える(_____する)必要がある

	反射	条件付け	条件反射
刺激	エサ(口・舌)	ベルの音(耳)	ベルの音(耳)→聴覚→大脳
反応	()	発生	唾液分泌(唾液腺)←延髄↓
中枢			

イ)_____ (_____)…生後間もない間に起こる学習

例)_____のアヒルの実験…アヒルの雛は生まれて初めて見た動くものを親と認識する

ウ)_____…試行錯誤を繰り返しながら、成功の行動を覚えていく

②_____…過去の経験から演繹することで未体験のことに対処する行動

※_____…先を見通す能力

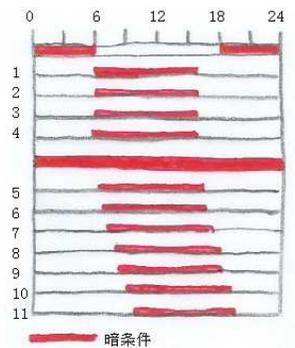
(3)_____ (_____)

①生物が一昼夜を周期として行動や反応を示すことを_____という

②外界の周期がなくても、おおよそ1日のリズムで行動や反応が現れる場合がある。このときの約1日のリズムを_____という

③概日リズムは、生物が固有にもつ_____ (_____)によって制御されている。

④実際の日周活動は、概日リズムを外界のリズムで調節して行われる



STEP UP 擬態

動物の体やその一部の色彩が、他の個体と似ることを擬態といい、他個体への情報伝達の一つである。

例えば、テントウムシは、鳥などの外敵に襲われると、苦い液体を出して捕食を逃れる。ゴミムシダマシやハムシなどの甲虫やウンカの仲間には、テントウムシに擬態して身を守る。このように、まずい味のする昆虫や毒を持つ昆虫に姿を似せる擬態を、特に、ベイツ型擬態という。

⑤ 体液

(1) 体液の組成

① 体液の組成

ア) _____ … 有形成分の _____ と液体成分の _____ からなる。血液の重さは、体重の約 _____

a. _____ (45%) … _____, _____, _____

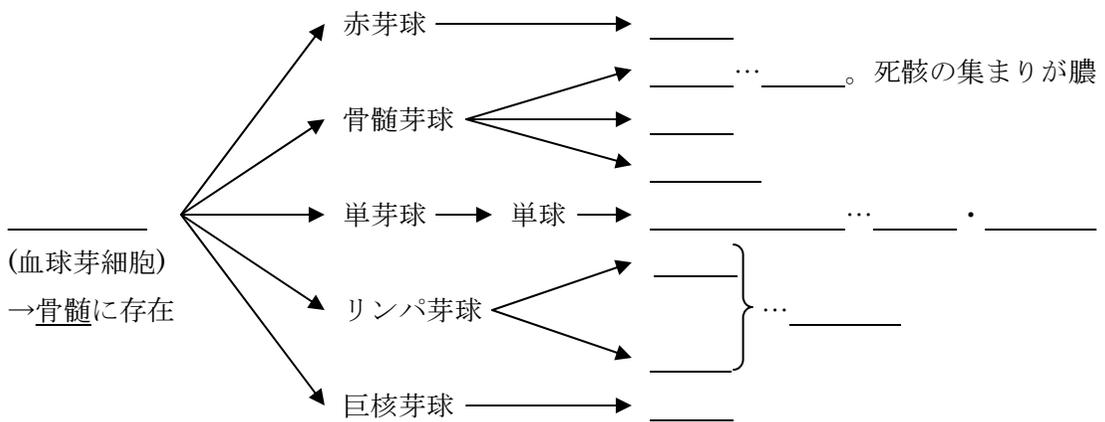
b. _____ (55%) … _____ (_____), _____ (7~8%), _____ (_____), _____ (_____)

↳ _____ ・ _____ ・ _____

イ) _____ … 有形成分の _____ と液体成分の _____ からなる。リンパ管内を流れて、最終的には _____ に合流する

ウ) _____ … 血漿の一部が、_____ から染み出したもの。大部分は再び毛細血管に流れ込むが、一部はリンパ管に流れ込む。細胞間や細胞と血管の間の物質交換の仲立ちとなる

② 血球の生成と特徴



	核	大きさ	寿命	数(コ/mm ³)	生成場所	破壊場所
赤血球						
白血球		8~20μm	3~20日			脾臓
血小板		2~3μm	7~8日			脾臓

ア) 赤血球 … 酸素・二酸化炭素の運搬

イ) 白血球 … 食作用による細菌などの異物の除去, 免疫(抗体を含まない)

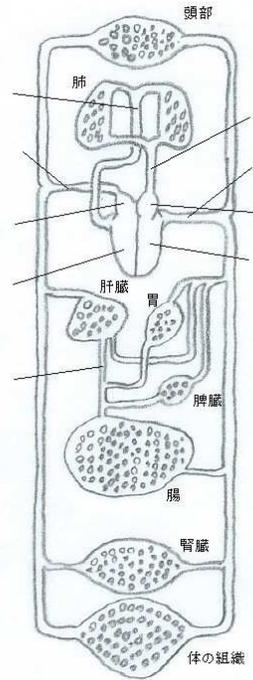
ウ) 血小板 … _____

エ) 血しょう … 栄養分・老廃物・ホルモンなどの運搬, 免疫(抗体を含む)

(2) 血管系とリンパ系

① 血管系…血液を循環させる器官系

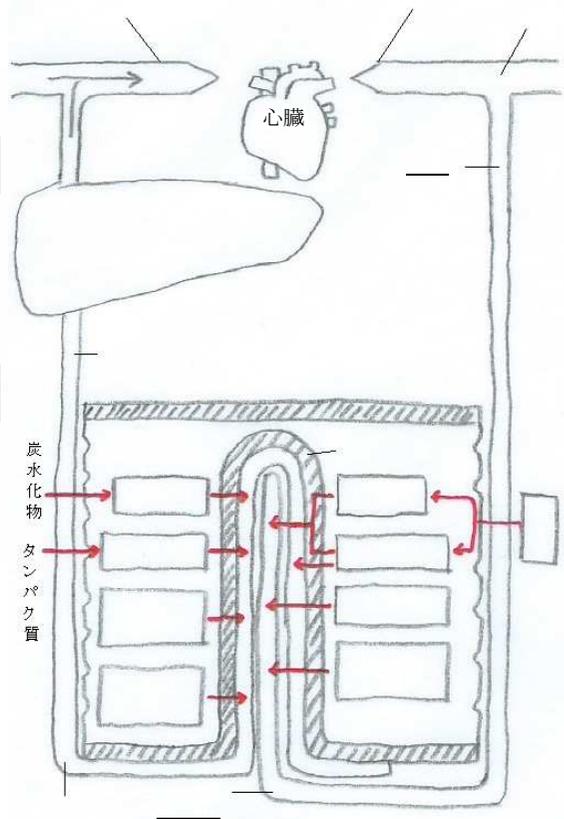
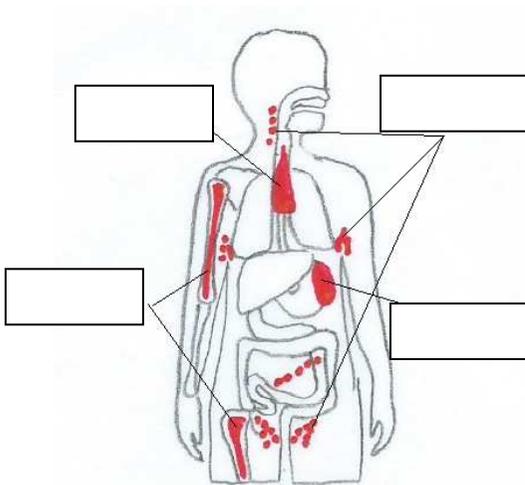
動脈血と静脈血に塗り分けよう➡



② _____ …リンパ液を循環させる器官(無脊椎動物にはない)

毛細リンパ管から出発し、最終的には血管と合流する

所々にリンパ節がある。____や____もリンパ系の器官である



(3)血管系による分類

①血管系なし… _____, _____, _____, _____

② _____ …動脈末端が開口しており、血液は動脈から組織の間隙を流れ、静脈に戻る
= _____

例) _____, _____ (頭足類以外), 原索動物のホヤ

③ _____ …動脈末端に毛細血管があり、静脈へと連絡している

例) _____, _____, _____ (頭足類), 原索動物のナメクジウオ

④ _____ … _____

(4)心臓の自動性

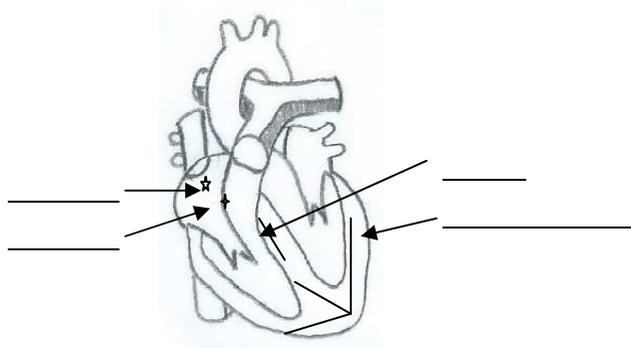
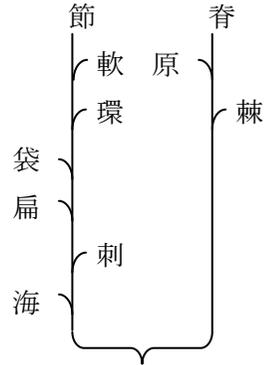
①心臓の拍動は、自律神経やホルモンによって調節されるが、
心臓自身にも拍動を続ける性質があり、これを心臓の _____ という

②これは、心臓には自ら興奮し拍動のリズムを作り出す部分があるからで、このような場所を _____ という

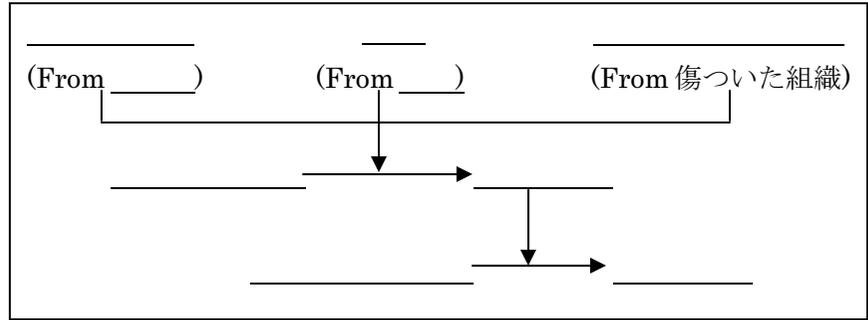
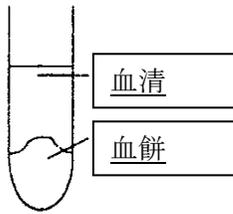
③心臓のペースメーカーは、右心房の上部にある _____ と呼ばれる部分で、ここでつくりだされた興奮によってまず _____ が収縮する

④また、興奮は洞房結節から _____, _____, _____ によって心室に伝えられるので、心室は房室より少し遅れて収縮することになる

⑤このような興奮伝達経路を _____ という



(5)血液凝固

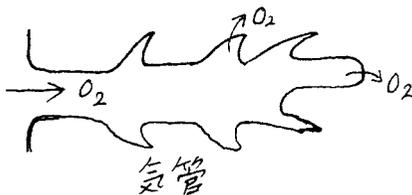


※血液凝固の阻止法とその効果

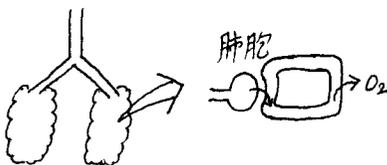
- ア) ガラス棒や羽毛でかきまぜる → _____ の除去
- イ) _____ に冷蔵する → _____
- ウ) _____ → _____ の除去
- エ) _____ を加える → トロンビン生成阻止
- オ) ヒルジンを加える → トロンビン生成阻止

(6)呼吸器による分類

- ① _____ …海綿動物、刺胞動物、扁形動物、袋形動物、環形動物のミミズ
- ② _____ …節足動物の昆虫綱・多足綱・クモ綱



- ③ _____ …軟体動物、節足動物の甲殻綱、脊椎動物の魚綱・両生綱幼生、環形動物のゴカイ
- ④ _____ …棘皮動物(ナマコは水肺)
- ⑤ _____ …脊椎動物の両生綱成体・爬虫類・哺乳類・鳥類



(4)呼吸色素

- ① 酸素と可逆的に結合し、酸素の運搬や貯蔵に働く色素タンパク質を呼吸色素という
- ② 主な呼吸色素
 - ア) _____ ン… _____ を含み、脊椎動物の赤血球内で酸素運搬に関わる
 - イ) _____ … _____ を含み、脊椎動物の筋細胞(_____)内で酸素貯蔵に関わる
 - ウ) _____ … _____ を含み、 _____ や _____ の _____ 中で酸素運搬に関わる
 - エ) _____ …Fe を含み、ミミズ・ゴカイ・ユスリカの幼虫の血漿中、アカガイ・ナマコの血球中で酸素運搬に関わる

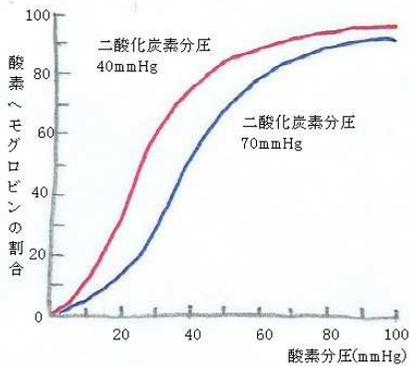
(5) 酸素運搬

① 酸素は、赤血球中に含まれるヘモグロビンと結合して運搬される

→ 酸素分圧が____, CO₂分圧が____, pHが____, 温度が____ほど, ヘモグロビンは酸素と結合しにくく(=____)なる

↳ グラフは「____」平行移動

② _____ …ヘモグロビンと酸素との結合の様子を表わしたグラフ



[例題 4] < 計算・記述 >

前頁最下段のグラフにおいて, 次の問に答えよ。

問 1 肺胞の酸素分圧が 100mmHg, CO₂分圧が 40mmHg, 組織の酸素分圧が 20mmHg, CO₂分圧が 70mmHg であるとき, 酸素ヘモグロビンの何%が胎胚で酸素を解離したか答えよ。ただし, 有効数字は 2 ケタ。

問 2 グラフが, 母体の酸素解離曲線を表わしているとする, 胎児ヘモグロビンの酸素解離曲線は図のグラフを「右」または「左」のどちらに平行移動したものに類似するか答えよ。更に, 胎児がそのような胎児ヘモグロビンをもつ利点を答えよ。

問 3 グラフがサハラ砂漠のラクダの酸素解離曲線であるとする, アンデス山脈で遊牧されている同じラクダ科のリュマは図のグラフを「右」または「左」のどちらに平行移動したものに類似するか答えよ。

[解答]

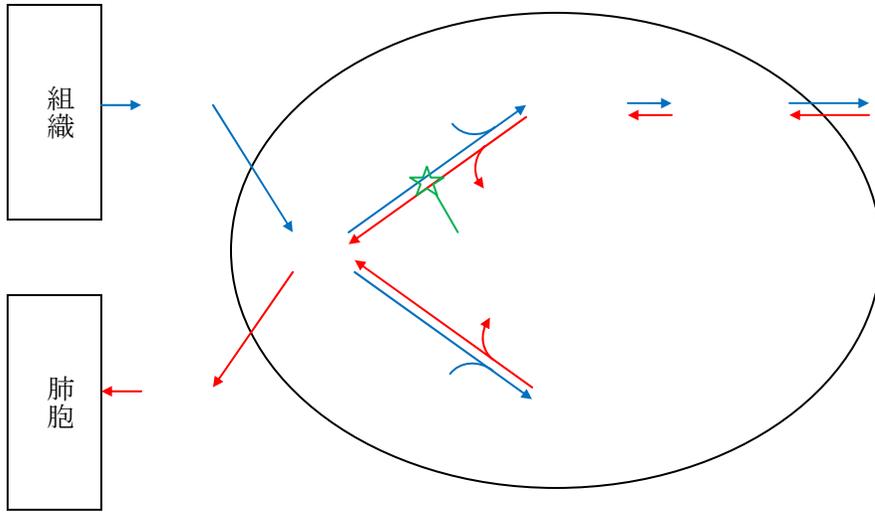
問 1 → …(答)

問 2 「 」

胎児ヘモグロビンは, 母体のヘモグロビンよりも_____ので, _____, 母体のヘモグロビンがかい離した酸素と結合し, 酸素を胎児に供給することが_____。

問 3 「 」

(6) 二酸化炭素の運搬



STEP UP 胎児の循環系

胎児の循環系では、誕生までは肺循環がほとんど見られない。大静脈によって送りこまれる血液は、右心房に入ると、卵円孔と呼ばれる壁の孔を通して左心房へ流れ、左心室から全身に運ばれる。右心房から右心室へ入った血液は、肺に向かう途中で動脈管に流れる。

胎児の誕生時に肺循環が始まると、卵円孔と動脈管は閉じられて、成人と同じ循環系になる。



6 生体防御(免疫)

(1)免疫に関する細胞

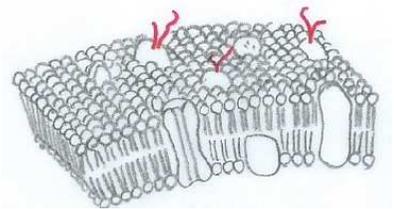
- ① _____ … _____ の盛んな大型の白血球で、抗原提示を行う
- ② _____ …突起をもつ白血球で、抗原提示を行う
- ③ _____ … _____ で生成された後、 _____ (Thymus)で分化増殖するリンパ球
- ア)キラーT細胞(細胞障害性T細胞)…直接抗原と結合し、抗原を不活化する
- イ)ヘルパーT細胞…B細胞やキラーT細胞を刺激する
- ④ _____ … _____ (Bone marrow)で生成・分化し、刺激されると _____ へと分化し、抗体を産生する

cf.鳥類ではB細胞はファブリキウス嚢(Bursa Fabricius)で分化する

(2)免疫の種類

- ①免疫には先天的免疫(_____ による微生物の破壊, _____ による食作用, ウイルス感染細胞が抗ウイルスタンパク質(_____)を分泌するなど)と獲得免疫がある。先天的免疫には特異性や免疫記憶の現象はない
- ②獲得免疫には、抗原に対して _____ を産生して行う _____ と、抗体を産生せずに行う _____ の2種類がある。
- ③一般に、体液中に浮遊する抗原(_____ や _____ など)に対しては _____ が行われ、臓器移植に伴う _____ , _____ に対する反応, がん細胞に対する反応, _____ に対する反応, _____ などは _____ である

※自己と非自己は細胞膜表面のタンパク質やムコ多糖類という物質で区別している。↳抗原決定基



cf.細胞膜の表面にはMHC(主要組織適合遺伝子複合体: Major Histocompatibility Complex)と呼ばれるタンパク質が存在する。ヒトでは特にHLA(Human Leucocyte Antigen)という。MHCは大きく2つのグループ(クラス)に分けられる。クラスI MHCはほとんどすべての細胞に存在し、細胞性免疫における自己か非自己かの識別に用いる。クラスII MHCはマクロファージなど一部の細胞にのみ存在し、抗原提示に働く。

STEP UP インターロイキン

免疫反応の発現や調節において、白血球の分化・増殖・機能などに影響を与える生理活性物質をインターロイキン(IL)という。かつては、リンパ球由来のものをリンフォカイン、マクロファージ由来のものをモノカインと呼んでいた。しかし、これらの物質のうち、同じ物質が異なるいくつかの生理活性を示したり、別々の物質が全く同じ生理活性を示したりすることが分かり、その後、明確に同定されたものをILとして順番に整理することになった。現在では10種類以上のILが同定され、生理活性が明らかになっている。

(3)免疫の概要

①ウイルスに対するレセプターを持っている細胞にウイルスがくっつく。ウイルスが増え始める。

②その細胞から_____が出る。

※インターフェロン…_____と_____の_____と、_____をもつ。

③_____と_____が出てきて、感染した細胞を食べる。

④_____は、_____し、情報を公開する。インターロイキン1放出
→_____活性化

⑤_____が鼻やのどに出てきて増殖開始。いろいろな_____を出す。

⑥サイトカインで、眠っている_____を起こし、活性化させ、増殖させる(_____)

⑦_____により _____が分化・増殖を始め、_____となり、_____の産生を始める
(_____)

⑧一部の B 細胞・T 細胞は_____として保持される

⑨抗原が除去される

※風邪と免疫

ア)のどが痛い

a.のどの細胞が感染

b.ナチュラルキラー細胞が殺しにかかっている

c.インターフェロンが出ている

イ)熱が出てきた

a.マクロファージが働いている

b.インターロイキンにより発熱中枢が刺激されている(T細胞活性化を補助)

ウ)鼻水が出てきた

ヘルパーT細胞が各種リンフォカインを出している

エ)まだしんどい

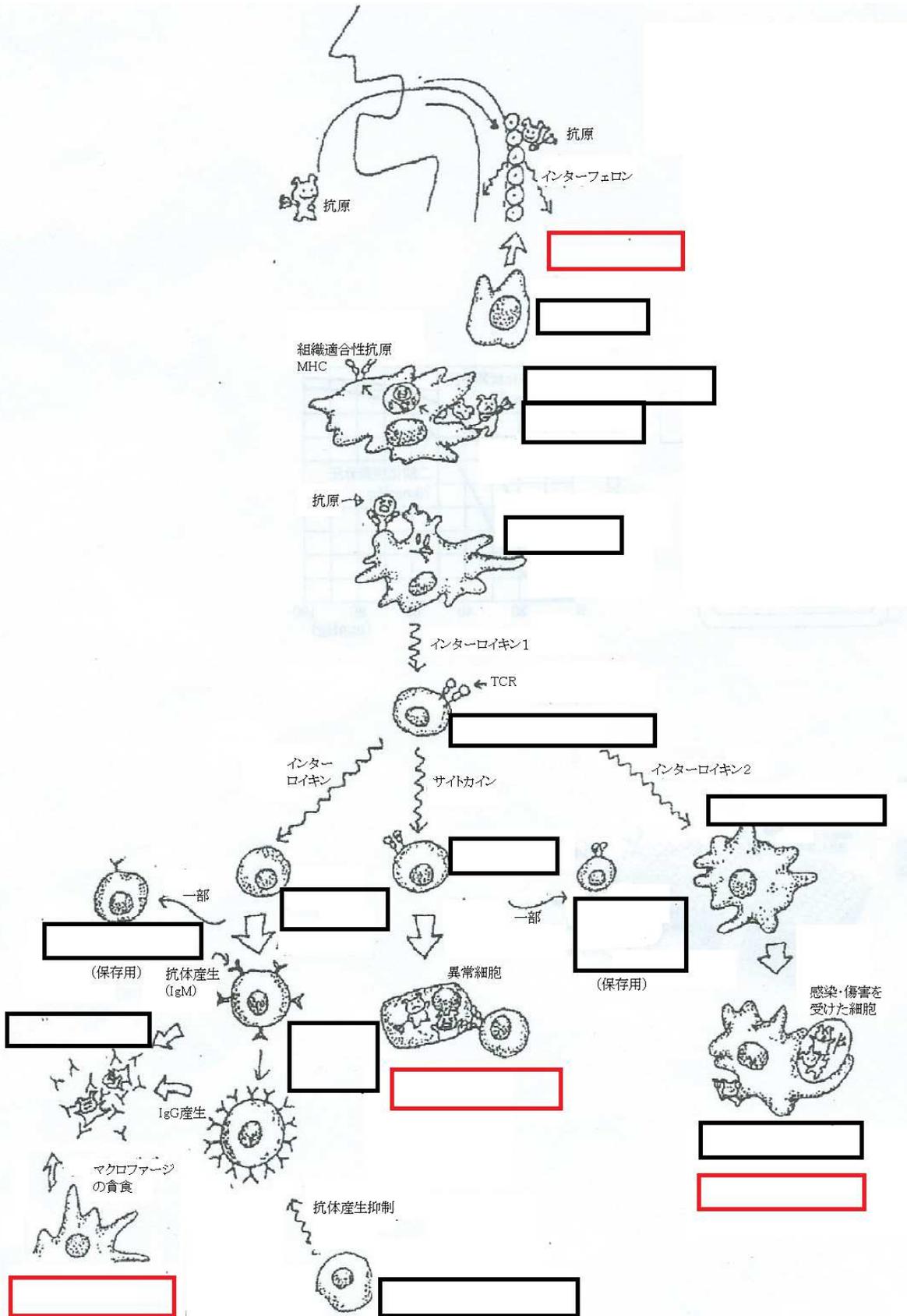
抗体(IgM)産生が始まるが効力が弱い

オ)気分がよくなる

IgG(強力な抗体)が産生。ウイルスが中和されまくっている。

カ)治った・同じのにかからない

免疫記憶が成立。



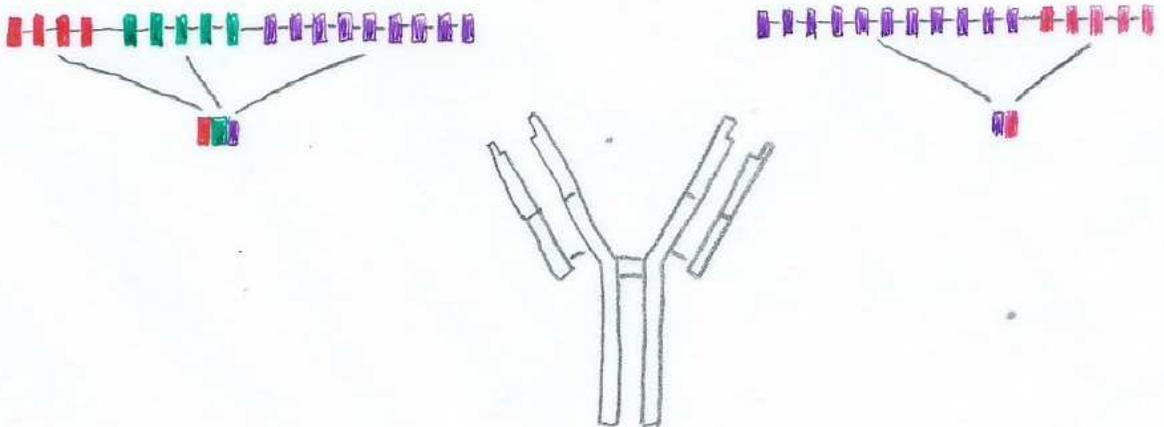
(4)体液性免疫

- ①抗原が侵入すると、_____や_____が捕捉し、_____や_____に_____する
- ②ヘルパーT細胞が伝達物質を分泌して_____を刺激する。刺激されたB細胞は増殖・分化し、_____ (形質細胞・プラズマ細胞)になる
- ※細胞が分泌して他の細胞に働きかえるような物質を_____といい、特に白血球が分泌するサイトカインを_____という
- ③分化した抗体産生細胞は抗体を産生し、体液中に分泌する
- ④抗体は抗原と結合し、抗原の作用を不活化する。これを_____という。生じた抗原—抗体複合体は、マクロファージによって処理される
- ⑤このような抗体の関わる免疫を_____という
- ⑥抗体は_____というタンパク質で、右図のような構造である
- cf.免疫グロブリンには大きく5種類があり、それぞれIgM, IgE, IgG, IgA, IgDという。この中で最もメインとして働くのはIgGである。花粉症などのアレルギー反応はIgEによって引き起こされる。
- ⑧同じ抗原抗体反応でも実際に現れる現象は様々で、血球がくっついて塊になる_____, 血球が溶解する_____, タンパク質が沈殿する_____などがある。また、ある種の抗原に対して過敏に反応が起こる場合、これを_____という
- ⑨また、最初の抗原侵入の際に増殖したB細胞の一部は、_____として、長く残る。このため、2回目以降の抗原侵入のときは、1回目よりもすばやくしかも、大量の抗体を産生することができる

(4)沈降曲線

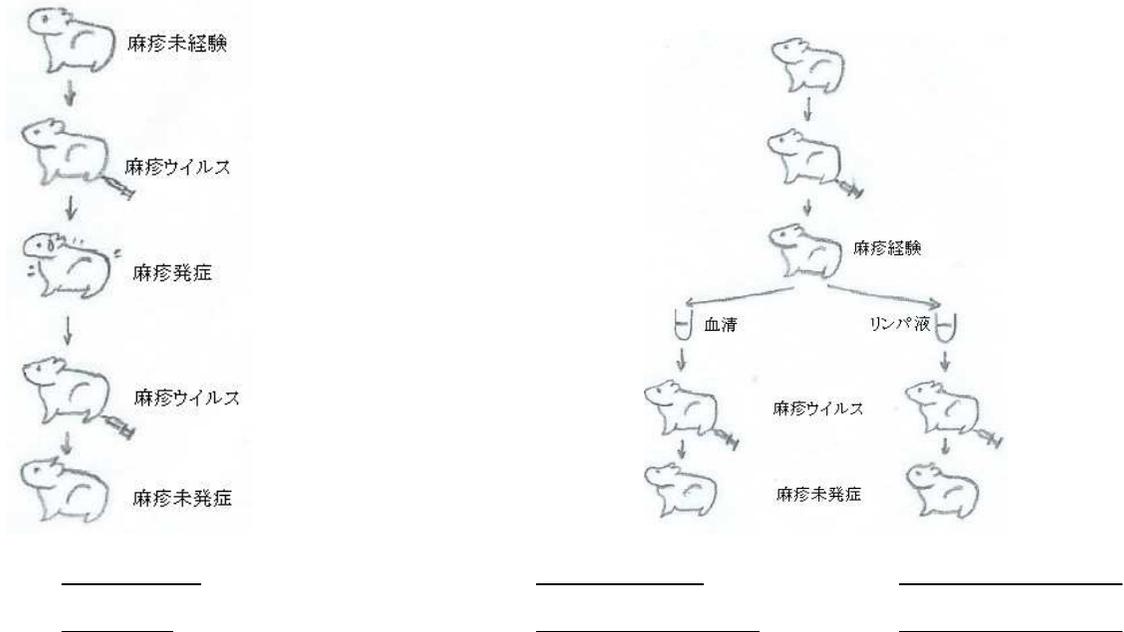
(5)抗体の多様性

①抗体の _____ のアミノ酸配列を決める遺伝子は、いくつかの断片に分断されて存在し、リンパ球が成熟するときに、それぞれの断片を組み合わせ、遺伝子の _____ が行われる。



②抗体の多様性の仕組みについて研究し、ノーベル賞を受賞したのが _____ である

(6)体液性免疫の移植実験



(7)細胞性免疫

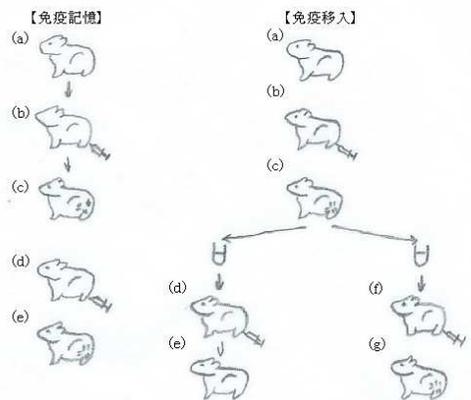
- ①抗原が侵入すると、_____や_____が捕捉し、_____に_____する
- ②ヘルパーT細胞がサイトカイン(インターロイキン)によって_____を刺激すると、キラーT細胞は増殖・活性化し、抗原と直接反応して抗原を不活化する
- ③このように、抗体を_____に行われる免疫を_____という
- ④また、最初の抗原侵入の際に増殖したB細胞の一部は、_____として、長く残る。
このため、2回目以降の抗原侵入のときは、1回目よりもすばやくしかも、大量の抗体を産生することができる

(8)ツベルクリン反応

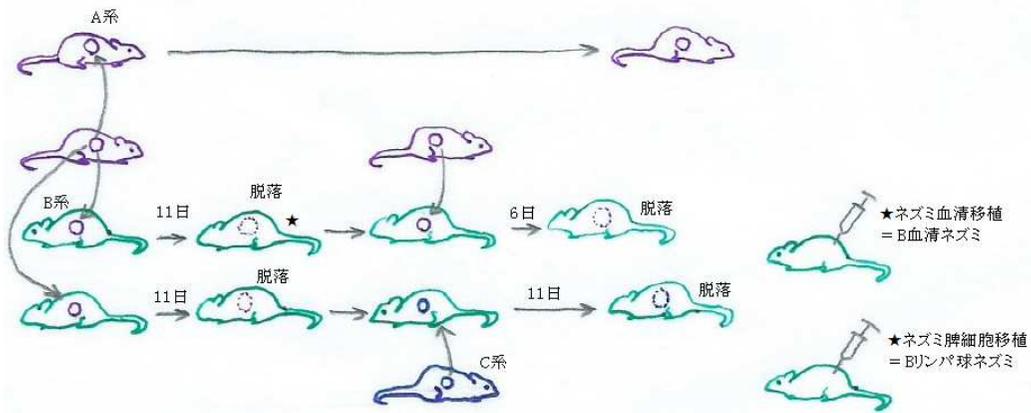
↳ _____の抽出物

- ア)血清移植モルモット(d)は陰性= _____
- イ)リンパ球移植モルモット(f)は陽性= _____

⇒ツベルクリン反応は_____を利用した反応



(9)拒絶反応



ア)A ネズミ皮膚→A ネズミ… _____ = _____

イ)A ネズミ皮膚→B ネズミ… _____ = _____

ウ)A ネズミ皮膚→再度 B ネズミ(★)… _____ = _____

エ)C ネズミ皮膚→再度 B ネズミ(★)… _____ = _____

↳ _____

オ)A ネズミ皮膚→B 血清ネズミ… _____ = _____

↳ _____

カ)A ネズミ皮膚→B リンパ球ネズミ… _____ = _____

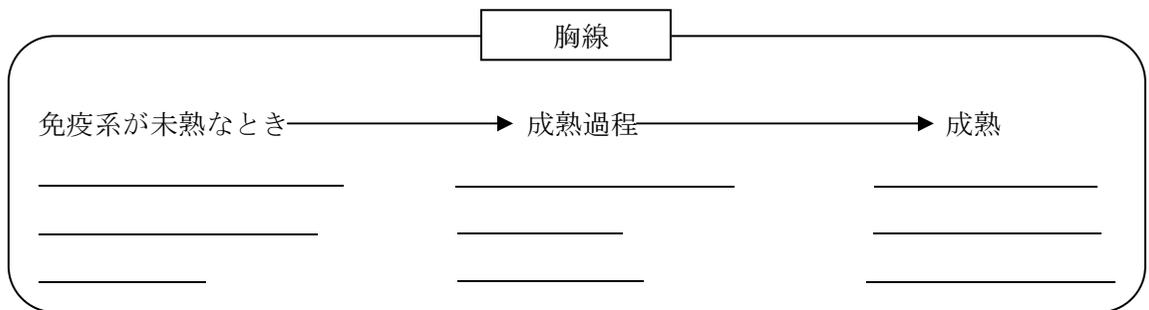
↳ _____

⇔ _____

(10) _____ …免疫系が _____ に体内に存在する物質や細胞には、免疫反応が起こらない

①リンパ球が成熟する段階で、いったんあらゆる種類のリンパ球が生じ、その中で自己成分と強く反応したリンパ球は死んでしまい、除去されるからである。このときのリンパ球の死は _____ による

→クローン選択説



②①の免疫寛容がうまくいかないと、自己の物質や細胞に対して抗原抗体反応や拒絶反応が起きてしまう。このような病気を _____ (_____)という。慢性関節リウマチや重症筋無力症なども自己免疫病によると考えられている

③新生児の胸線を除去する

→胸線がないと T 細胞が分化・成熟しないため、すべてのものに拒絶反応を示さない免疫不全となる。

④新生児に他系統の組織を注射もしくは移入する

→他系統に結合する T 細胞が除去され、拒絶反応が起こらない免疫寛容となる

(ii)人工免疫の種類

① _____ …弱毒化した抗原(= _____)を接種し、免疫記憶を形成させて病気を _____
→ _____ (1796)が考案

② _____ …他の動物が見つけた _____ を含む _____ を注射し、病気を _____
→ _____ (ノーベル賞)や _____ が破傷風やジフテリアの血清療法を完成

※ワクチン接種は _____, 血清療法は _____ に分類される

(i2)ABO 式血液型→ _____ (1901)が発見

①赤血球表面にある凝集源と血漿中の凝集素の組み合わせによって分けた血液型。

②凝集源 A と凝集素 α, 凝集源 B と凝集素 β がであうと抗原抗体反応により _____ が起こる

	存在場所	A 型	B 型	AB 型	O 型
凝集原					
凝集素					

[例題 5] <知識・文意の理解>

問 1 A 型血清で凝集反応を示し、B 型血清では凝集反応を示さないのは何型か答えよ。

問 2 抗 A 血清で凝集反応を示し、抗 B 血清では凝集反応を示さないのは何型か答えよ。

[解答]

問 1 型 問 2 型

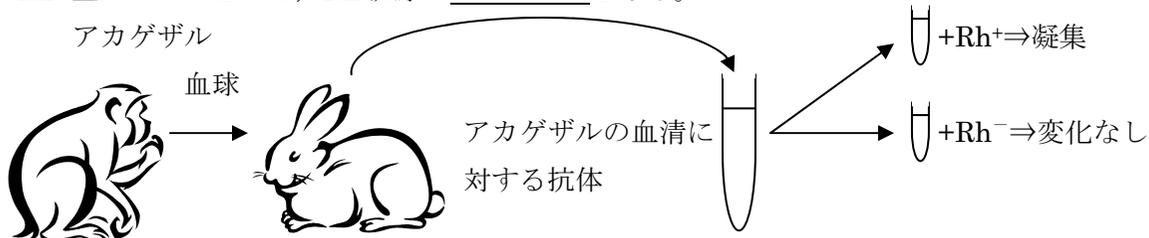
cf.ABO 式血液型の中には、A 型、B 型、AB 型、O 型以外にも Bm 型や Am 型といった亜型のものが存在する。簡易検査では、血球を取り出し、凝集原だけを判別して血液型を決定するが、精密検査では、凝集原だけではなく凝集素も判別する。すると簡易検査では、O 型であった人が Am 型や Bm 型になる場合がある。

	Am 型	Bm 型
凝集原	なし	なし
凝集素	β	α

(13)Rh 式血液型

①Rh 式血液型と自己非自己

_____ の _____ に対して _____ ウサギの _____ と反応する赤血球を持つ血液型を _____, 反応しない赤血球を持つ血液型を _____ という。つまり, Rh⁺型は赤血球上にアカゲザルと _____ を持ち, Rh⁻型は赤血球上にアカゲザルと _____。よって, Rh⁻型のヒトにとって, Rh 抗原は _____ となる。



※輸血でも障害が起こる。_____ → _____ の場合, 一度目は大丈夫だが, 二度目は _____ してしまう

②新生児溶血症…母が _____ 型, 子が _____ 型のときに起こる

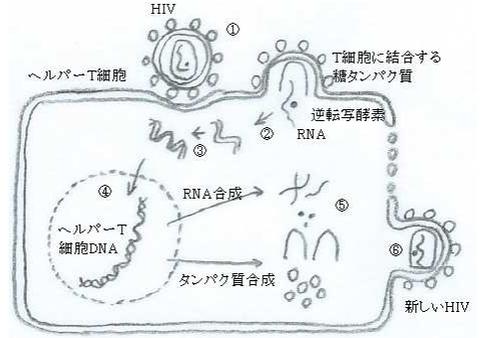


※現在は, 第1子出産直後に _____ することで, 母体に抗 Rh 抗体をつくらせないようにしている。

(14) _____ (_____) … _____ というウイルスによって発症

①HIV の増殖

- ア) _____ 細胞に結合
- イ) _____ と _____ を寄生した細胞内に入れる
- ウ) 細胞内の物質から _____ をつくる
- エ) 細胞核内に③で合成された DNA を組み込む
- オ) 細胞内物質から _____ や _____ がつくられる
- カ) _____ を取り込み、細胞を破壊して、数多くの HIV が飛び出してくる



②HIV の特徴

- ア) _____ 細胞と特異的に結合する
- イ) RNA を遺伝子として持つ _____ である
- ウ) 表面の _____ の _____ のスピードが非常に速い

③AIDS の症状

- ア) _____ 細胞が減少する
- イ) _____ ・ _____ が機能しなくなり、通常なら発病しない _____ ・ _____ などを発病して死亡する← _____ という。

④AIDS の治療

_____ ので、ワクチン療法は _____。したがって、投薬治療が進められている。薬の種類は、 _____ ・ _____ ・ _____ など。

STEP UP 自己免疫病

自己物質が変化して抗原性を持つようになると、この物質に対して抗体がつけられたり、キラーT細胞が攻撃する。このような自己抗原に対する免疫反応によって生じる病気を自己免疫病という。自己免疫病の発現は、MHCの変化によると考えられているが、不明な点が多い。

自己免疫病には、特定の臓器が疾患部位となる臓器特異的自己免疫病と、疾患対象が全身に及ぶ全身性自己免疫病とがある。全身性自己免疫病は、原因が不明なため、治療は難しいが、各種の免疫抑制剤などによる対症療法が進歩し、治療効果の向上が見られる。

	疾患名	抗体が結合する自己抗原	疾患部位
臓器特異的	橋本病	甲状腺細胞のタンパク質	甲状腺
	重症筋無力症	骨格筋・心筋のアセチルコリンレセプター	骨格筋 心筋
	自己免疫性溶血性貧血	赤血球	赤血球
全身性	全身性エリテマトーデス(SLE)	DNA, 核タンパク質, リンパ球	腎臓・心臓・肺など
	慢性関節リウマチ	免疫グロブリン(IgG)	関節

7] 排出

(1) 排出器官による分類

	___動物(例：_____)
	___動物(例：_____)・刺胞動物(例：_____)
	___動物(例：_____)・___動物(例：_____・_____)
	___動物(例：_____・_____)
	___動物
	___動物門___綱(例：_____・_____)
	___動物門___綱・___綱・___綱
	脊椎動物 ___綱…___(例：_____) ___綱・___綱・___綱…___ ___綱・___綱・___綱…___

(2) 排出物

- ①炭水化物や脂肪が酸化分解されると二酸化炭素と水が生じるが、タンパク質を酸化分解されると、二酸化炭素と水以外に_____が生じる。
- ②水中生活している___綱や___綱・_____では、多量の水で速やかにアンモニアを拡散させることができるので、アンモニアをそのまま排出する。
- ③陸上生活を行う_____や___綱では、窒素老廃物を一度体内に_____必要がある。そのために、アンモニアを比較的無害な___に変化させて排出する。
- ④陸卵性の爬虫綱や鳥綱では、尿酸を排出する。

〔例題 6〕 <記述>

爬虫綱や鳥綱が尿酸で排出する意義を 60 字以内で述べよ。

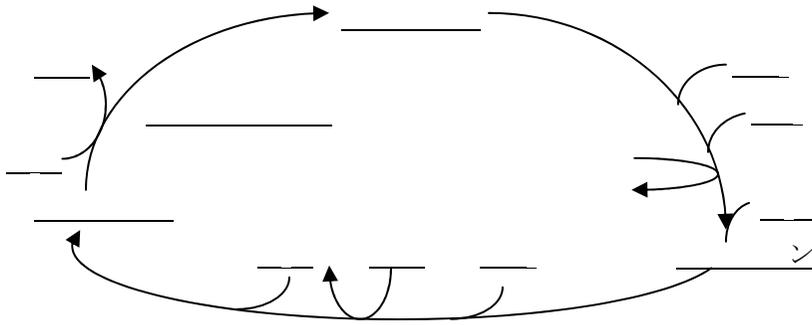
〔解答〕

尿酸は水に不溶性なので、発生の過程の卵内での浸透圧上昇を防ぎ、孵化後も排出に伴う水の損失をより防ぐことができる。

- ⑤_____綱は、体液の浸透圧を外液とほぼ等張にするために、アンモニアを___に変化させて血液中に溶かしている。

(3) 尿素の生成

- ①尿素は肝臓内で、_____によって生成される。
- ②この回路はクレブスによって発見された。

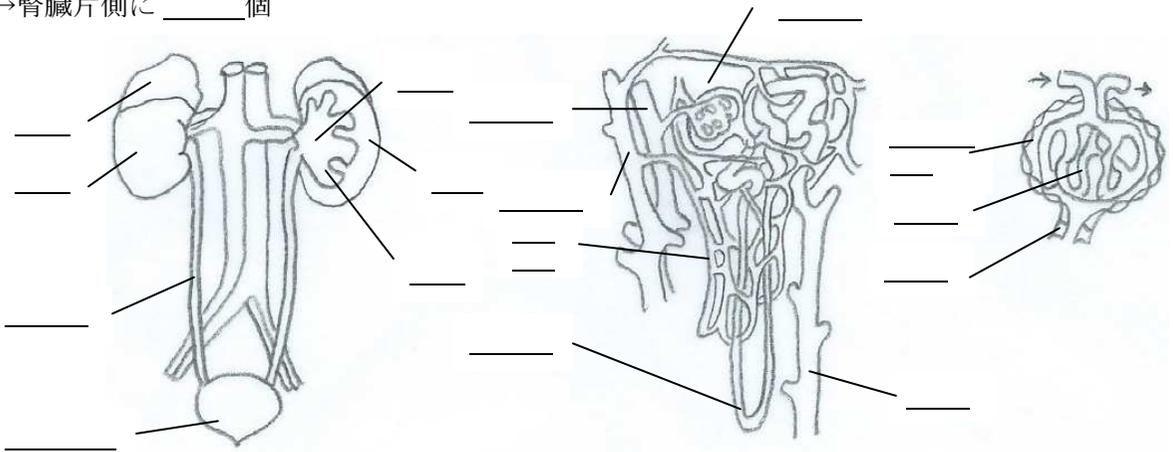


※ _____

(4)腎臓の構造

① _____ (_____ + _____) ② _____ (_____ + _____)

→腎臓片側に _____ 個



(5)尿生成

① _____

ア)濾過されないもの… _____ ・ タ _____

イ)濾過されるもの… _____ ・ _____ ・ _____ ・ _____

ウ)ボーマンのうに濾しだされた液… _____

② _____

ア) _____ … _____ 再吸収

イ) _____ ← _____ (_____)

ウ) _____

③ _____

_____ …約 99%再吸収

← _____ (_____)

④クレアチニンなどが _____ (_____ / _____)

⑤再吸収されなかった成分が _____ となる

(6)各種物質の成分

	血漿中(%)	原尿中(%)	尿中(%)	濃縮率(倍)	←()/()
水	93	93	96		
タンパク質	7~9	0	0		→ _____
グルコース					→ _____
尿素	0.03	0.03	2.0		
無機塩類	0.32	0.32	0.35		
イヌリン	0.1	0.1	12.0		→ _____

(4)尿生成に関する計算…以下、一日の尿生成量は 1.5L とする

①原尿量を求める＝一日につくられた原尿の量＝一日に濾しだされた血漿の量

ア)イヌリンの値を用いて

$$(\quad) \times \quad = (\quad) \times \quad \Leftrightarrow (\quad) = \quad \times \quad = \quad \text{L}$$

イ)尿素の値を用いて

$$(\quad) \times \quad = (\quad) \times \quad \Leftrightarrow (\quad) = \quad \times \quad \div \quad \text{L}$$

$$\ast (\quad) = (\quad) \times (\quad)$$

②水の再吸収率を求める

ア)イヌリンの値を用いて

$$(\quad) = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad \div \quad \%$$

イ)尿素の値を用いて

$$(\quad) = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad \div \quad \%$$

$$\ast (\quad) = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad = \left\{ \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \right\} \times \quad$$

③その他の成分の再吸収量と再吸収率(濃縮率はイヌリン)

ア)尿素の再吸収量と再吸収率

$$\text{原尿中} \rightarrow \quad | \times \quad | \times \quad | = \quad \text{g}$$

$$\text{尿中} \rightarrow \quad | \times \quad | \times \quad | = \quad \text{g}$$

$$\therefore (\text{再吸収量}) = \quad - \quad = \quad \text{g}$$

$$(\text{再吸収率}) = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \times \quad \div \quad \%$$

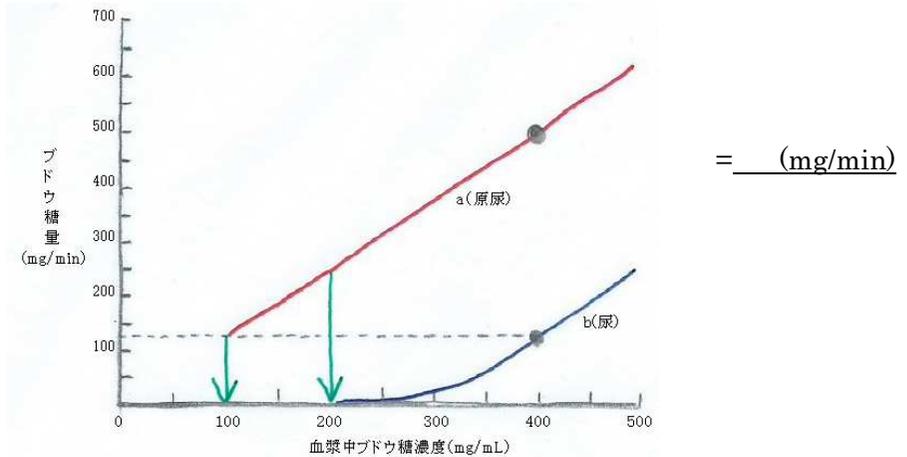
イ)グルコースの再吸収量と再吸収率

$$(\text{再吸収量}) = \quad | \times \quad | \times \quad | = \quad \text{g}$$

$$(\text{再吸収率}) = \quad \%$$

④グラフからの定量

健康なヒトにグルコースを注射して血糖量を増加させ、血しょうと尿中のグルコース濃度を測定し、1分間に原尿と尿に出てくるグルコース量を調べると次のようなグラフになる。



ア)腎臓では1日に何Lの原尿が生成されるか。

例えば、血漿中ブドウ糖濃度 $\underline{\hspace{1cm}}$ (mg/100mL) = $\underline{\hspace{1cm}}$ (mg/mL) のとき、原尿中ブドウ糖濃度も $\underline{\hspace{1cm}}$ (mg/mL) であり、原尿中ブドウ糖量は $\underline{\hspace{1cm}}$ (mg/min) であるから、原尿量は、

$$\underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)} \div \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/mL)} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mL/min)}$$

となるから、1日での原尿量は、

$$\underline{\hspace{1cm}} \text{ (mL/min)} \times \underline{\hspace{1cm}} \text{ (min/h)} \times \underline{\hspace{1cm}} \text{ (h/day)} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mL/day)} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{ (L/day)}$$

イ)腎臓機能は正常である糖尿病患者が1日に288gのブドウ糖を尿中に排出した。この患者の血糖量(mg/100mL)を求めよ。

1日で288gだから、1分間では、

$$\underline{\hspace{1cm}} \mid \times \underline{\hspace{1cm}} \mid \div \underline{\hspace{1cm}} \mid \div \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)}$$

となり、このときのブドウ糖再吸収量は $\underline{\hspace{1cm}}$ なので、1分当たりの原尿中のブドウ糖量は、

$$\underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)} + \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)}$$

となるから、これと1分間の原尿量の値から、原尿中ブドウ糖濃度は、

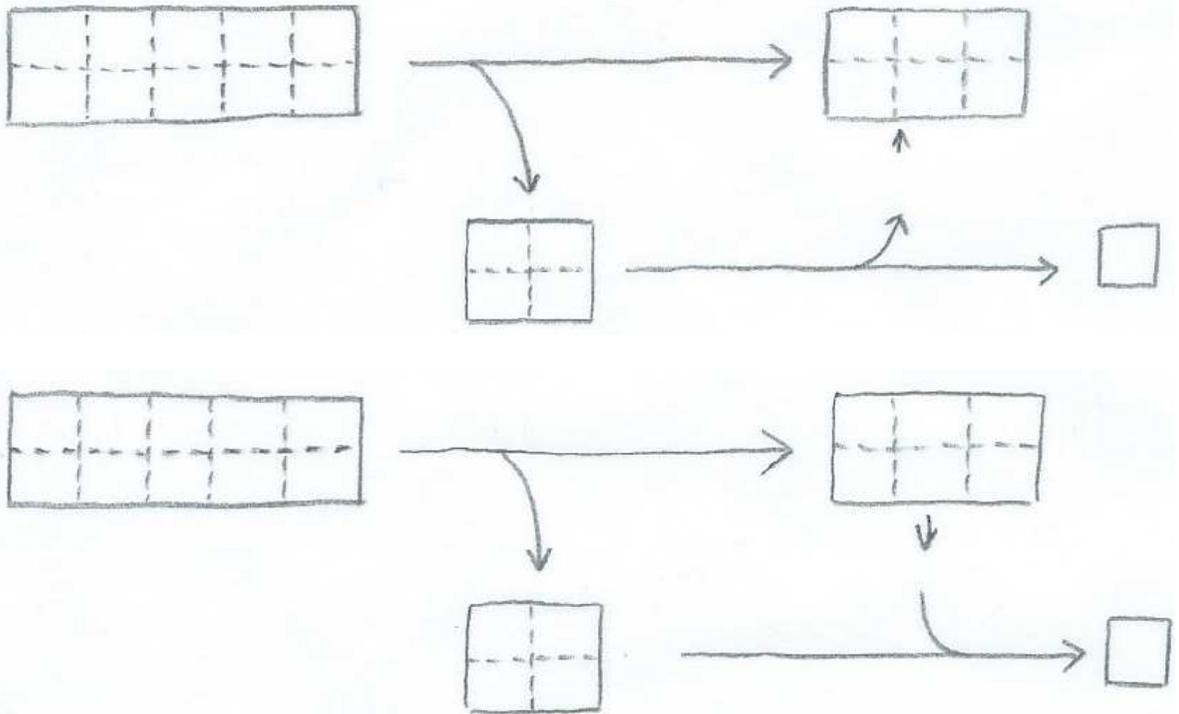
$$\underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/min)} \div \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mL/min)} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/mL)} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{ (mg/100mL)}$$

したがって、

$$(\underline{\hspace{1cm}} \text{ ブドウ糖濃度}) = (\underline{\hspace{1cm}} \text{ ブドウ糖濃度})$$

より、求める値も $\underline{\hspace{1cm}}$ (mg/100mL)

⑤ _____ (清掃率) … 単位時間で排出された尿中に含まれる物質が、どれだけの _____ に由来するかを示した値



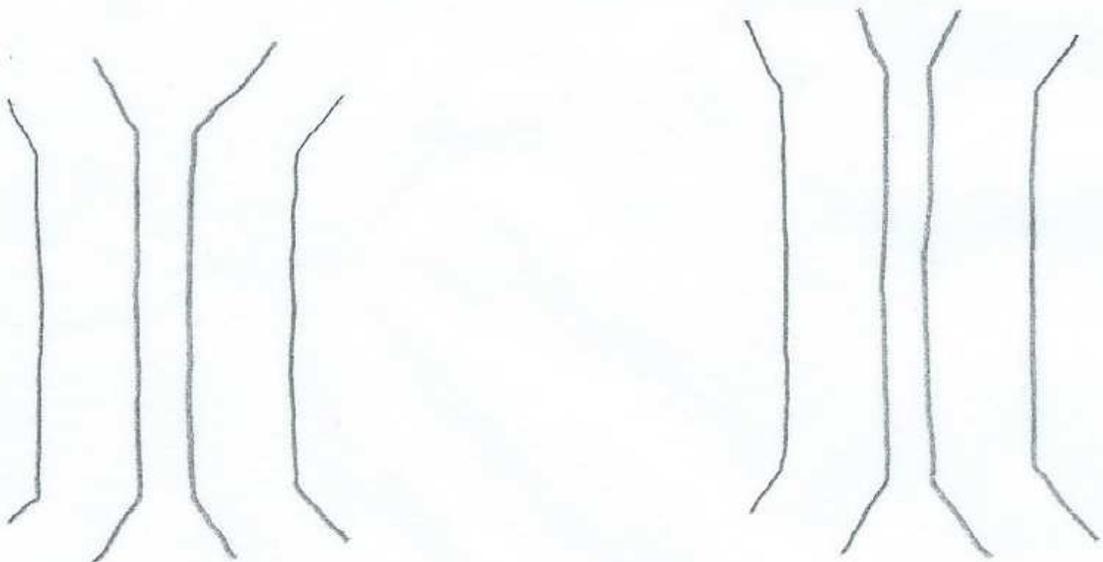
ア) 再吸収も分泌添加もされない物質 \Rightarrow (クリアランス) \div (原尿量) 1

イ) 再吸収されやすい物質 \Rightarrow (クリアランス) \div (原尿量) 1

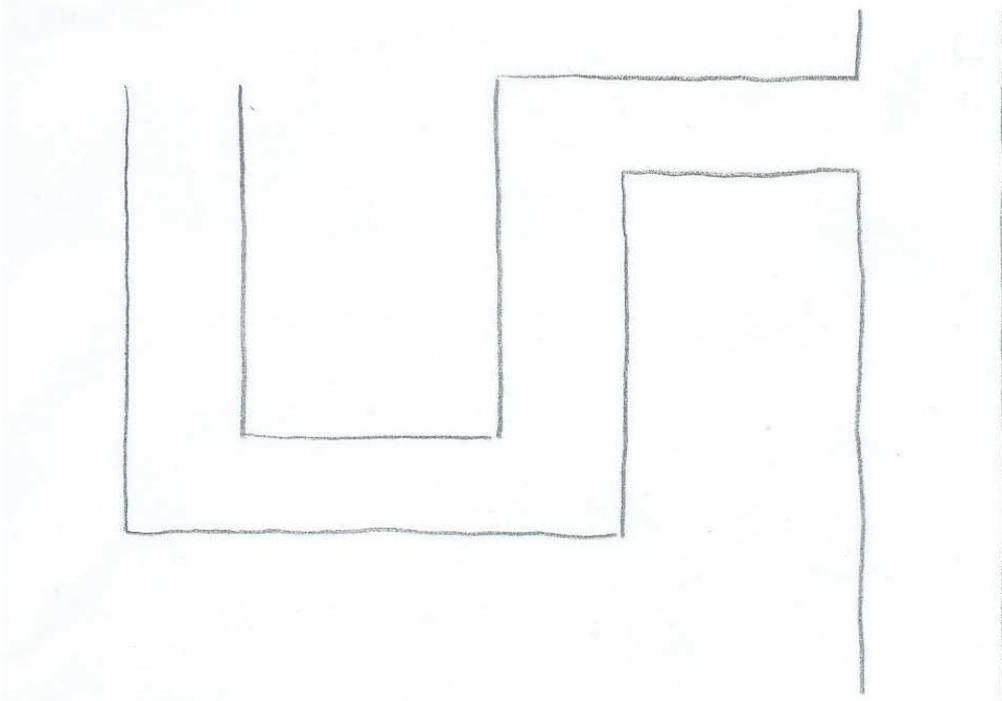
ウ) 分泌添加されやすい物質 \Rightarrow (クリアランス) \div (原尿量) 1

(7) 対向流系

① 外壁の薄い管の中に熱湯と冷水を通した場合



②腎臓の場合



⑧肝臓

(1)肝臓は人体最大の臓器で、体重の約 ____ (成人男性(=60kg)で約 1.2kg)の重さがある

(2) ____ という単位からなる

(3)肝臓の働き

①古くなった _____

② _____ の合成

③ _____ の生成

④ _____ の合成・分解

⑤血漿タンパク質の _____ ・ _____ の生成

⑥ _____ (_____)の生成…肝臓で生成後、胆汁は _____ で貯蔵・濃縮され、 _____ に分泌される

ア) _____ … _____ から生成され、 _____ に働く

イ) _____ … _____ の分解産物である _____ からなる

↳便の色に関与

⑦解毒作用

ア)アルコール→アセトアルデヒド→酢酸→二酸化炭素+水

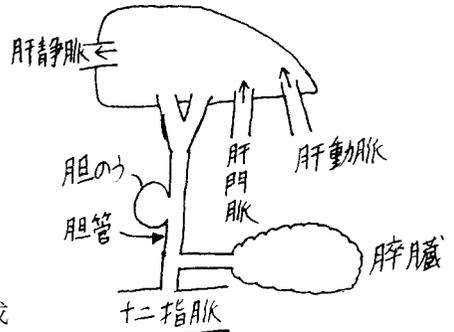
イ)有害物質を P450 という酵素群による酸化や、 _____ や _____ との結合(抱合)

⑧脂溶性ビタミン(=ビタミン _ ・ _)の貯蔵

⑨活発な代謝による熱の発生(2番目に発熱量がおおい)

cf.発熱量ナンバー1は _____

⑩血液を一時的に貯蔵し、 _____ する。



9 自律神経と内分泌

(1) 自律神経

① 自律神経の働きの違い

	心臓拍動	消化	気管支	瞳孔	体表血管	立毛筋	汗
交感神経							
副交感神経							

※交感神経と副交感神経は_____に作用

② 自律神経の神経伝達物質の違い

ア) 交感神経… _____

イ) 副交感神経… _____

③ 自律神経の分布の違い

ア) 交感神経… 全て _____ から出る

イ) 副交感神経

a. _____ から出る… _____ 神経・舌咽神経・顔面神経

b. _____ から出る… 動眼神経

c. _____ から出る… 仙髄神経

④ 自律神経のつながり方の違い

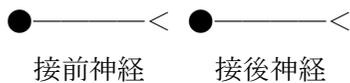
ア) 交感神経… 多くは脊髄近くの _____ で次の交感神経とシナプスを形成する

→ _____ 神経のほうが _____ ⇔ _____ 神経のほうが _____

イ) 副交感神経… 目的の器官近くで次の副交感神経とシナプスを形成する

→ _____ 神経のほうが短い ⇔ _____ 神経のほうが長い

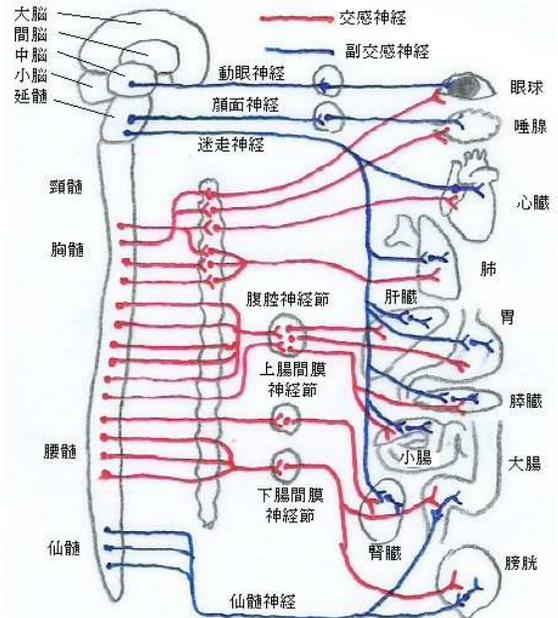
※接前神経と接後神経



(2) 内分泌と外分泌

① 分泌の方法には消化液などを分泌する外分泌とホルモンを分泌する内分泌の2種類がある。

外分泌を行う腺を外分泌腺、内分泌を行う腺を内分泌腺という。



[例題 7] <記述>

内分泌と外分泌の違いを 100 字以内で述べよ。

[解答]

外分泌は, _____ のように, _____ によって運ばれ _____ ことだが, 内分泌は, _____ のように, _____, _____ こと。

〔例題 8〕 <記述>

外分泌腺と内分泌腺の違いについて 100 字以内で述べよ。

〔解答〕

外分泌腺は排出管をもち、消化液や汗を、排出管を通じて消化管内や体外に分泌する腺だが、内分泌腺は排出管がなく、ホルモンを、排出管によらず直接血液中に分泌する腺である。

②間脳視床下部にある _____ が _____ を分泌するのも _____ である

(3)ホルモンの標的器官と受容体

①ホルモンは、特定の分泌腺から _____ されて全身に運ばれるが、働きかける器官 (= _____) は決まっている

〔例題 9〕 <記述>

標的器官がホルモンによって決まっているのはどのような仕組みによるか。80 字以内で答えよ。

〔解答〕

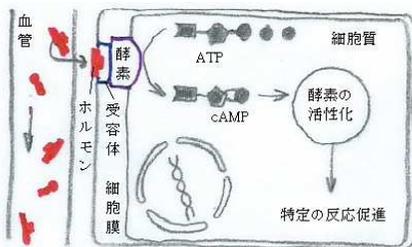
ホルモンは、それぞれの _____ と _____ することで作用を表わすが、その _____ であるから。

②受容体は _____ にある場合と _____ にある場合とがある。

細胞内に受容体があるのは _____ ホルモンと _____ のみ

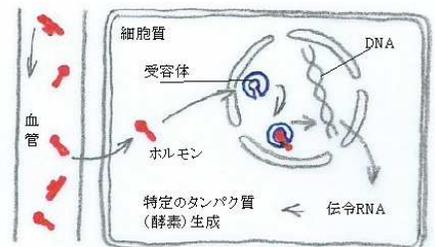
↳ _____

ペプチド系ホルモン



ペプチド系ホルモンの受容体は細胞膜上にある。

ステロイド系ホルモン

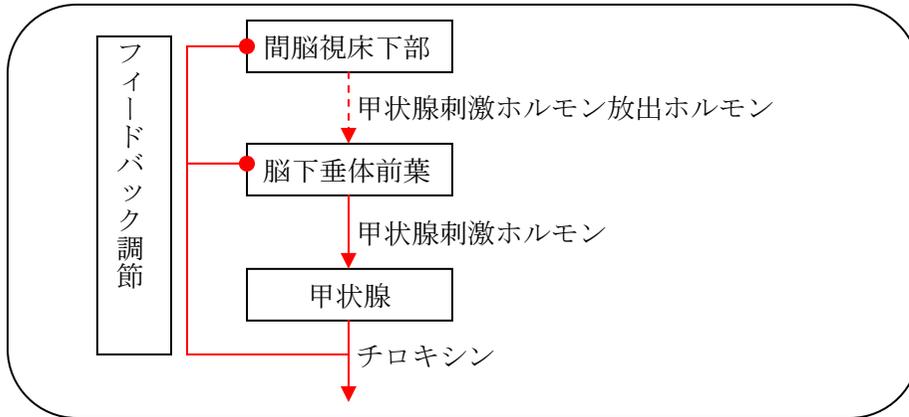


ステロイド系ホルモンの受容体は細胞質内にある。

10 自律神経と内分泌

(1) いろいろなホルモンの働きと分泌調節

① 結果が原因に戻って行う調節を_____という。たいていは、多い場合には減らす方向に、少ない場合は増やす方向にフィードバックする。これを_____という。



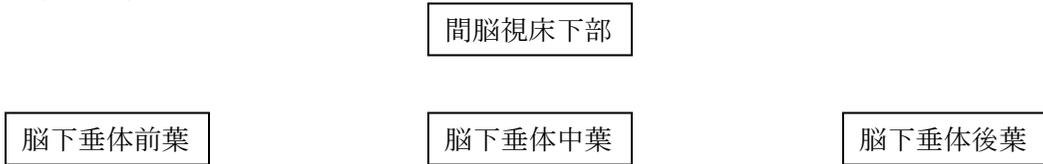
- ・ 甲状腺を除去するとチロキシン濃度が低下するため、
甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン・甲状腺刺激ホルモンの分泌量が増加する。
- ・ チロキシンを過剰に注射するとチロキシン濃度が上昇するため、
甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン・甲状腺刺激ホルモンの分泌量が減少する。
→甲状腺縮小

② 刺激ホルモンが関与するホルモン

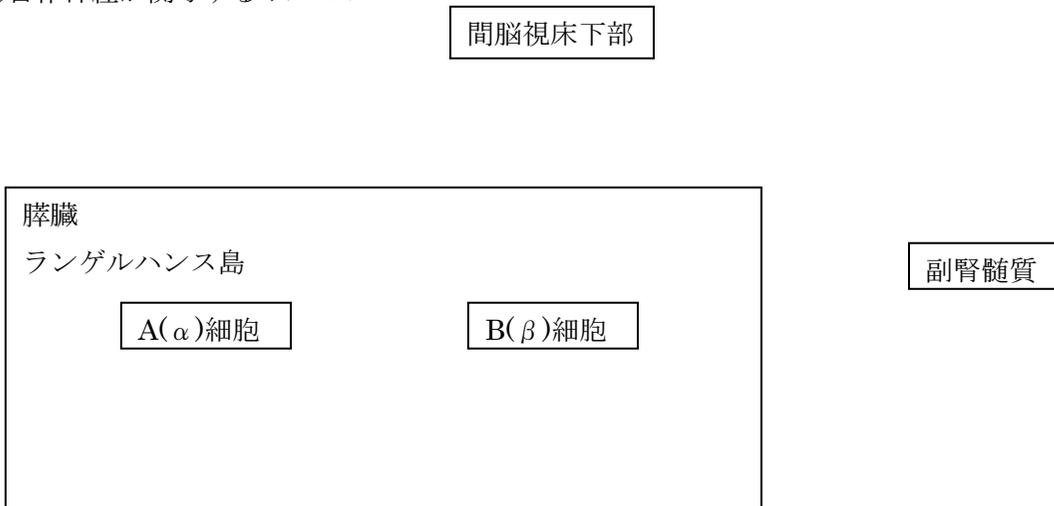
- ▶ タンパク質系ホルモン
- ▶ アミノ酸系ホルモン
- ▶ ステロイド系ホルモン
- ▶ 神経分泌物質
- ◆▶ 神経



③神経分泌物質が関与するホルモン



④自律神経が関与するホルモン

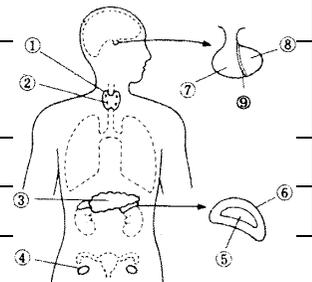


⑤その他

- 低 Ca^{2+} 血液 ⇒ 副甲状腺 Ca^{2+} 濃度上昇
- 高 Ca^{2+} 血液 ⇒ 甲状腺 Ca^{2+} 濃度低下
- 低 Na^+ 血液 ⇒ 副腎皮質 Na^+ 濃度上昇
- 食べ物 ⇒ 胃 胃液分泌促進
- 酸性物質 ⇒ 十二指腸 膵液分泌促進

	ホルモン名	内分泌腺		作用
1	メラトニン	松果体(視交叉前核)	/	体内時計に関わる(睡眠促進)
2	甲状腺刺激ホルモン	脳下垂体前葉	⑧	チロキシン分泌促進
3	副腎皮質刺激ホルモン	脳下垂体前葉	⑧	コルチコイド分泌促進
4	成長ホルモン	脳下垂体前葉	⑧	成長促進・血糖値上昇
5	濾胞刺激ホルモン	脳下垂体前葉	⑧	濾胞の発育(雄：精細管・精子形成促進)
6	黄体形成ホルモン	脳下垂体前葉	⑧	排卵・黄体形成(雄性ホルモン分泌)促進
7	黄体刺激ホルモン (プロラクチン)	脳下垂体前葉	⑧	乳腺発育・乳分泌促進
8	インテルメジン	脳下垂体中葉	⑨	メラニン合成・両生類で体色黒化
9	オキシトシン	脳下垂体後葉	⑦	子宮平滑筋の収縮
10	バソプレシン	脳下垂体後葉	⑦	集合管で水の再吸収促進
11	チロキシン	甲状腺	①	代謝促進・両生類での変態促進
12	パラトルモン	副甲状腺	②	血中 Ca^{2+} 濃度上昇
13	カルシトニン	甲状腺	①	血中 Ca^{2+} 濃度低下
14	ガストリン	胃上皮	/	胃液分泌促進
15	セクレチン	十二指腸上皮	/	膵液分泌促進
16	グルカゴン	膵臓ランゲルハンス島A細胞	③	グリコーゲン分解促進・血糖値増加
17	インスリン	膵臓ランゲルハンス島B細胞	③	グリコーゲン合成促進・血糖値減少
18	鉱質コルチコイド	副腎皮質	⑥	腎細管で Na^+ 再吸収促進・皮膚炎促進
19	糖質コルチコイド	副腎皮質	⑥	タンパク質から糖生成促進・皮膚炎抑制
20	アドレナリン	副腎髄質	⑤	交感神経の作用で血糖値上昇
21	濾胞ホルモン (エストロゲン)	卵巣(濾胞)	④	雌の二次性徴 子宮壁の肥厚
22	黄体ホルモン (プロゲステロン)	卵巣(黄体)	④	妊娠の維持
23	アンドロゲン (テストステロン)	精巣	/	雄の二次性徴の発現
24	幼若ホルモン	アラタ体(脳)	昆	幼虫形態維持
25	エクジステロイド	前胸腺(前胸部)	虫	蛹化・変態促進
26	サイナス腺ホルモン	サイナス腺	甲 殻 類	甲殻類の体色変化 Y 器官抑制
27	脱皮抑制ホルモン	X 器官		脱皮抑制
28	脱皮促進ホルモン	Y 器官		脱皮促進

※脳下垂体後葉からのホルモンの生産場所は_____



11 内部環境と恒常性

(1) 内部環境

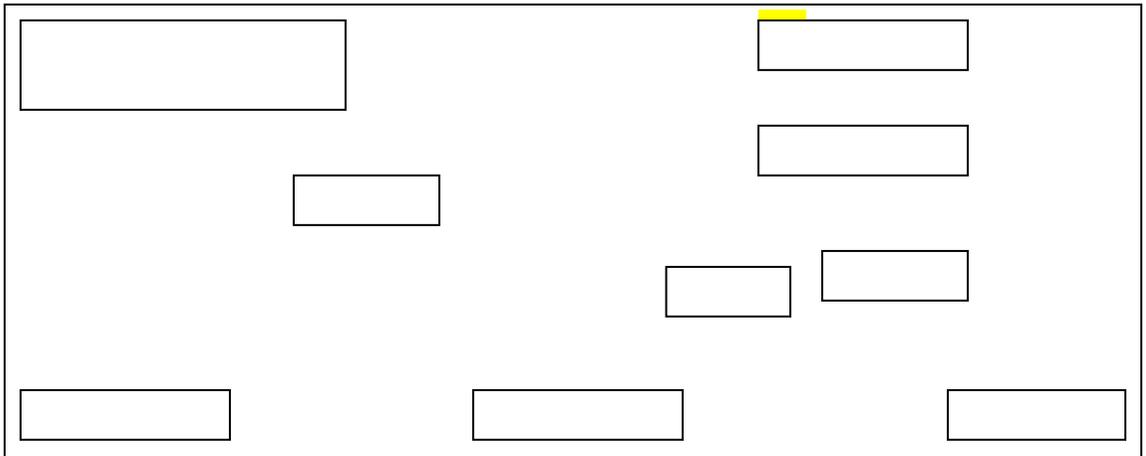
① 体の外部の環境(外部環境)に対して、細胞を取り巻く____の状態を____という。これは、1865年に____によって提唱された。

↳ 肝臓のグリコーゲン生成の研究から内分泌説を提唱し、『実験医学序説』を著す

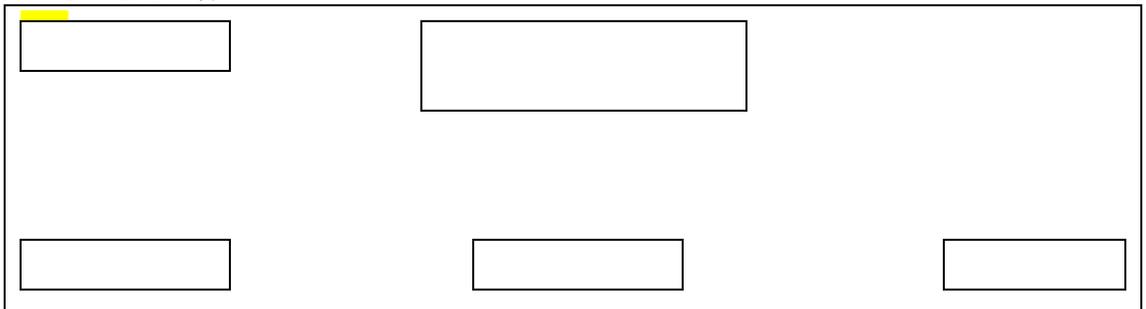
② 内部環境(体液の浸透圧・pH・塩分組成など)はほぼ一定の範囲内に保たれており、これを、____(____)という。これは1932年に____によって提唱された。

(2) 血糖調節…正常値は $0.1\% = 100(\text{mg}/100\text{mg}) \div 100(\text{mg}/100\text{mL})$

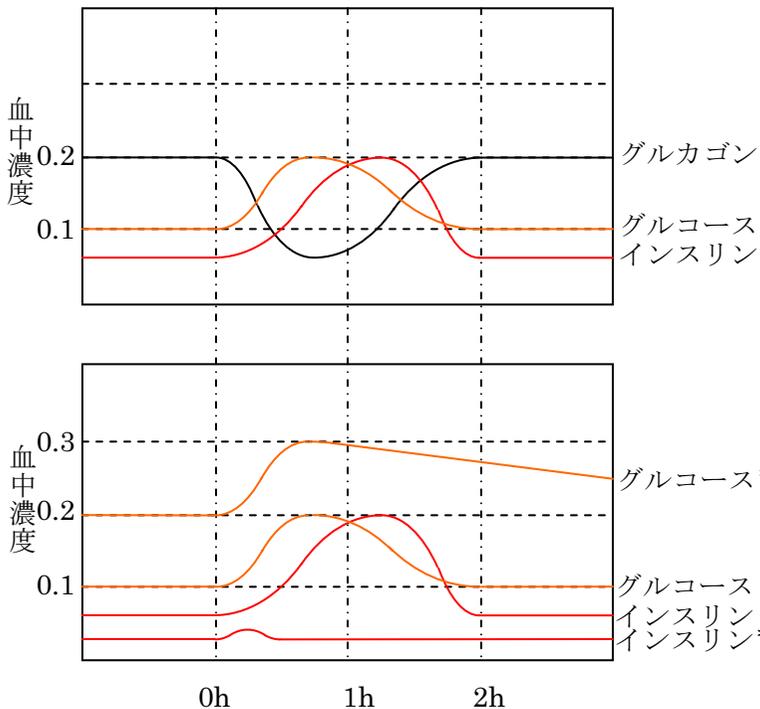
① 低血糖のとき(食前)



② 高血糖のとき(食後)



(3) 血糖値の調節とホルモン分泌量のグラフ(*付きは糖尿病患者のグラフ)



※糖尿病の原因

- ① _____

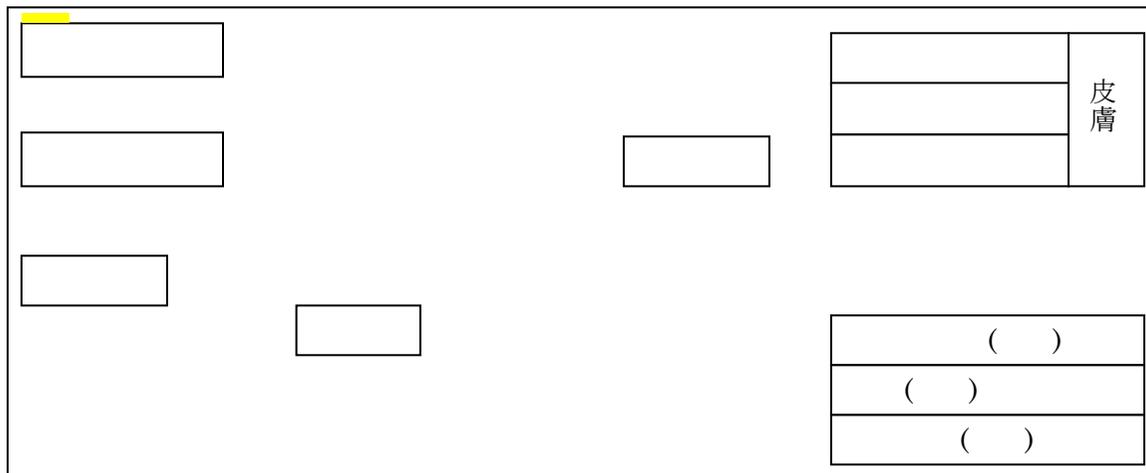
 ≡ _____

 ② _____

 ③ _____

(4) 体熱調節

① 寒いとき



② 暑いとき

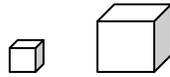


(5) 恒温動物の温度適応

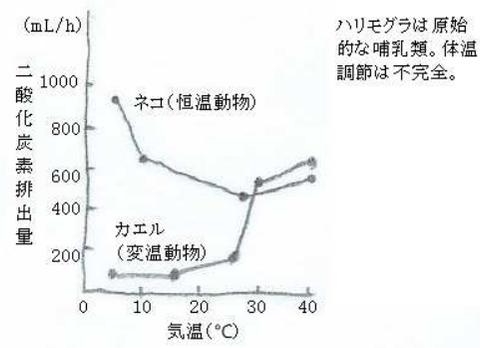
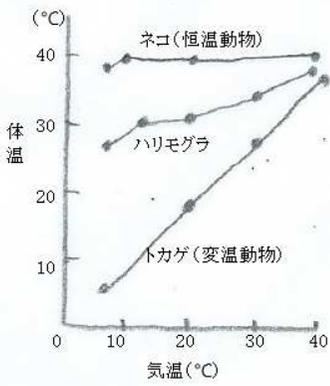
① 近縁種で比較すると、寒地に生息する恒温動物ほど、耳などの突出部が _____ 傾向にある
→ _____

② 近縁種で比較すると、寒地に生息する恒温動物ほど、 _____ 傾向にある
→ _____

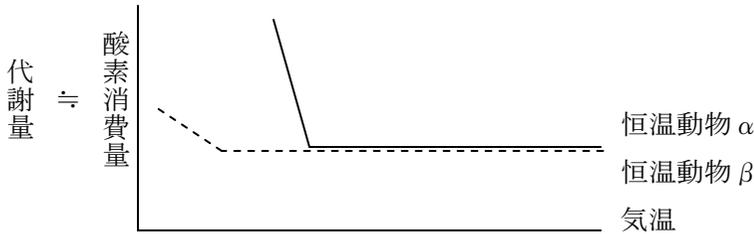
※ 体が大きいほど、()/()=()/()が小さくなり、寒冷地に適応できる



相似比… 1 : 2
面積比… 1 : 4 → 放熱量
体積比… 1 : 8 → 発熱量



(6) 温度と酸素消費… 寒冷地の動物の方が、体が大きく、突起部分が少なく _____ を発達させて、熱放散を抑制するしくみが発達しているため恒温動物 _____



(7) 浸透圧調節

① 浸透圧上昇ケース

浸透圧上昇 ⇒ 間脳視床下部

脳下垂体後葉

集合管での水の再吸収促進

② 浸透圧低下ケース

浸透圧低下 ⇒ 副腎皮質

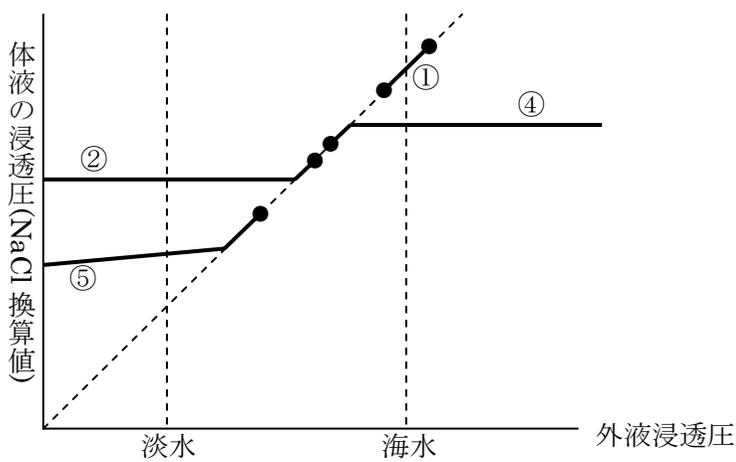
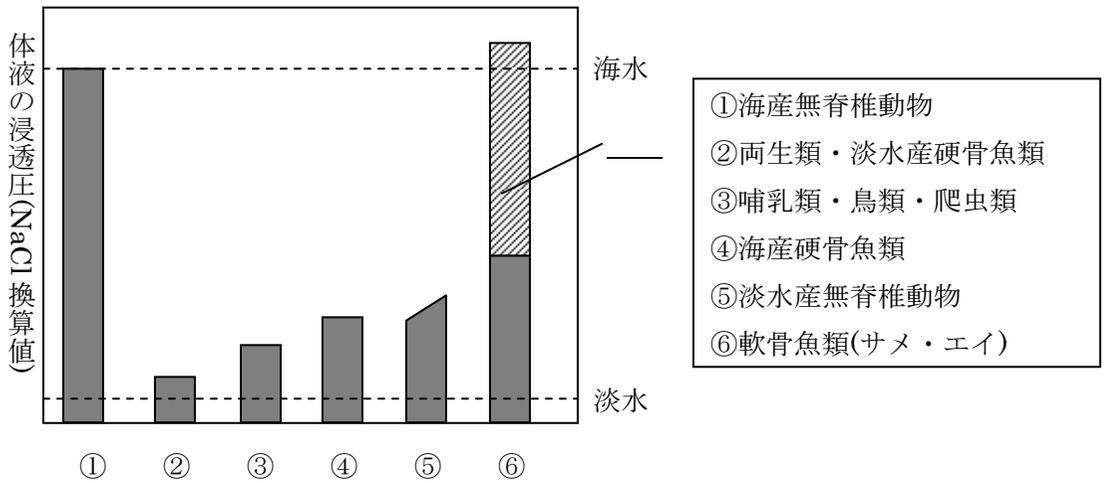
腎細管での Na⁺の再吸収促進

(8)硬骨魚の浸透圧調節

①淡水硬骨魚

②海水硬骨魚

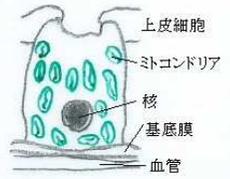
(9)動物の浸透圧比較



STEP UP 塩類細胞

硬骨魚類の鰓の上皮組織にあり、能動的に Na^+ と Cl^- を排出する細胞を塩類細胞という。この細胞は、ミトコンドリアが多く、ATPアーゼ活性が高い。ウナギなどを淡水から海水に移すと、塩類細胞の数と大きさが増し、ミトコンドリアが増加する。

【海水魚の塩類細胞】



12 性周期

(1) 関与するホルモン

① 放出因子…脳下垂体前葉からの _____ の放出を促進する

② _____ … _____

③ _____ … _____

④ 放出因子…脳下垂体前葉からの _____ の放出を促進する

--	--	--	--

⑤ _____ … _____

⑥ _____ … _____

(2) 排卵した卵が受精しなかった場合…黄体が退化し濾胞ホルモン・黄体ホルモンが減少 → 抑制が外れて濾胞刺激ホルモンが放出され、次の性周期へ移行

(3) 排卵した卵が受精した場合…黄体は引き続き発達し、濾胞ホルモン・黄体ホルモンが出る

① 濾胞ホルモン…子宮壁の発達、濾胞ホルモン分泌抑制 → 妊娠の維持

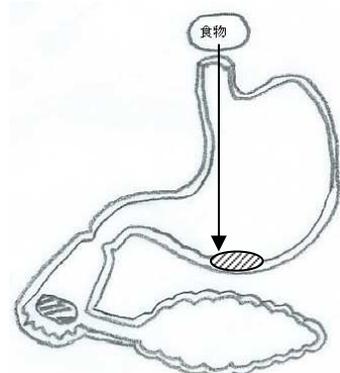
② 黄体ホルモン…黄体形成ホルモン分泌抑制 → 排卵抑制

(3) 分娩時…オキシトシン(→子宮の収縮促進)が脳下垂体後葉から分泌される

13 消化管とホルモン

(1) 胃…食べ物が入ると _____ が _____ から分泌され、胃に作用して _____ を促進する。

(2) 十二指腸…胃から _____ の物質が入ると、 _____ が分泌され、 _____ に作用して _____ の分泌を促進する。



14 魚類両生類の体色変化…表皮の色素細胞の変化→色素顆粒の拡散・凝集

