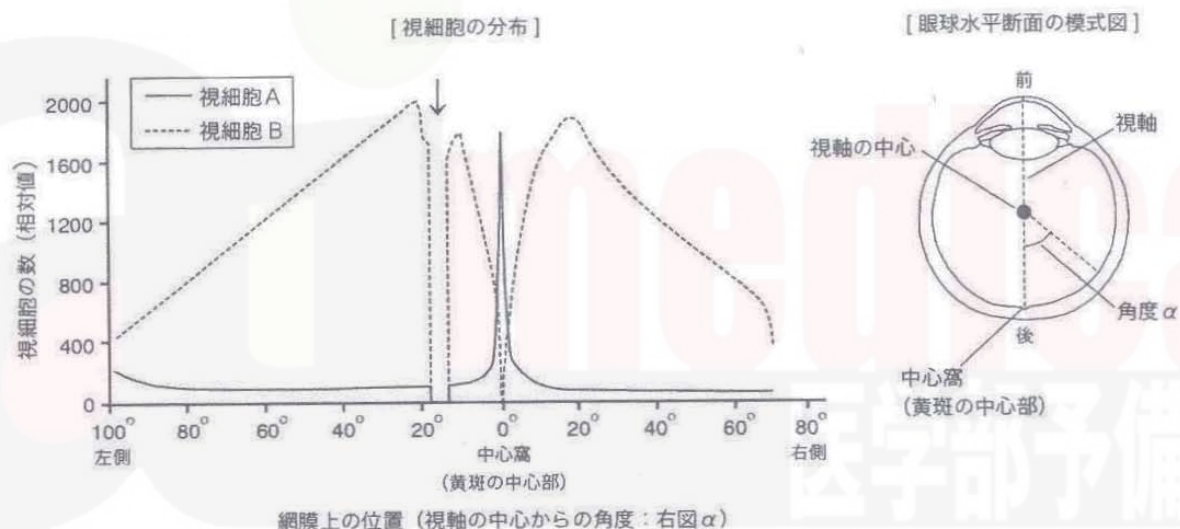


1 次の〔1〕と〔2〕の問題に答えなさい。

〔1〕次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

脊椎動物の眼の発生においては、連鎖的な誘導が起こる。発生途上にある胚の脳の左右両側に（ア）という膨らみが生じると、この（ア）は表皮に接近し、前端部はくぼみを形成して（イ）になる。すると表皮からは（ウ）が誘導される。さらに（ウ）は表皮に働きかけて（エ）の形成を誘導する。（イ）はやがて網膜に分化する。

完成したヒトの網膜には、形と性質の異なる2種の視細胞が存在する。以下の図1は（オ）眼の水平断面を上から見た時の、網膜上の2種の視細胞AおよびBの分布の様子を示したものである。視細胞Aが集中している黄斑部はとくに、細かな形や色の違いを識別できる場所で、ヒトは物を注視し色を認識するときには、頭や眼を動かして対象の像を視野の中央に結ぶようにしている。



〔図1〕

- 文中の空欄（ア）～（オ）に入る適切な語を答えなさい。ただし、（オ）は右または左のどちらかを答えなさい。
- 図1に矢印で示された部分を何と称するか、名称を答えなさい。
- 視細胞AおよびBの名称を答えなさい。



〔2〕次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

動物の性は、持っている染色体の違いによって決められることが多い。ヒトの染色体は性決定に関与する性染色体とそれ以外の常染色体に大きく分けることができる。ヒトの性染色体にはX染色体とY染色体の2種類がある。女性は2本のX染色体を持ち、男性はX染色体とY染色体を1本ずつ持っている。このような性決定様式を雄ヘテロのXY型という。

ヒトでは男女でX染色体の数が異なるので、そのままではX染色体上の遺伝子の発現量に男女間で2倍の差が生じると考えられるが、女性においては、発生のある時期に胚を構成する細胞それぞれのX染色体のうちの1本が独立かつ無作為に不活性化される。

性染色体上の遺伝子による遺伝を伴性遺伝という。ヒトの伴性遺伝の例として赤緑色覚異常が知られている。赤緑色覚異常は、視細胞がもつ光を吸収する色素の遺伝子の突然変異によるもので、この遺伝子はX染色体上に載っている。赤緑色覚異常の原因遺伝子は、色覚異常をもたらさない対立遺伝子に対して劣性であり、女性の場合、ホモ接合にならないと色覚異常が現れないとよく説明される。しかし、ヘテロ接合の女性が赤緑色覚異常を示す場合があることが知られている。また、ヘテロ接合の女性において、片方の眼でのみ赤緑色覚異常が認められることもあるが、両眼で行われる通常の色覚検査では色覚異常とは判定されないことが多い。

1) 性染色体による性決定様式には、雄ヘテロ型に加え、雌ヘテロ型が知られている。雌ヘテロ型とはどのような性決定様式か、説明しなさい。

2) 雌ヘテロ型に属する生物はどれか、以下の選択肢の中から該当するものを全て選び、記号で答えなさい。

選択肢： (あ) ハツカネズミ (い) ニワトリ (う) トンボ  
(え) トノサマバッタ (お) カイコガ (か) キイロショウジョウバエ

3) 赤緑色覚異常の遺伝子に関してヘテロ接合の女性の網膜では、一般に視細胞における赤緑色覚異常の遺伝子の発現にどのような特徴があると考えられるか、説明しなさい。

4) 赤緑色覚異常の遺伝子に関してヘテロ接合であって、かつ赤緑色覚異常の表現型を示す女性の網膜では、視細胞における赤緑色覚異常の遺伝子の発現にどのような特徴があると考えられるか、説明しなさい。



2

次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

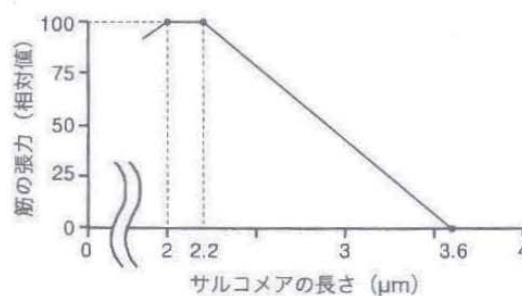
脊椎動物の筋は平滑筋と（ア）に分けられる。平滑筋は小腸や膀胱等の内臓の壁を構成する。（ア）はさらに骨格筋と心筋とに分類される。骨格筋は平滑筋や心筋とは異なり、意識的に制御可能であることから（イ）ともいう。これに対し、平滑筋や心筋は意識的に制御できず、主に自律神経によって制御されている。自律神経には交感神経と副交感神経があり、いずれも（ウ）によって統合的に調節されている。

骨格筋は運動神経によって制御されており、中枢から興奮が伝えられることにより収縮が起こる。運動神経の軸索末端は骨格筋の表面に到達し、シナプスを形成している。この部分では、神経伝達物質である（エ）によって細胞間の情報伝達が行われている。神経からの興奮が筋細胞に伝わり、さらにその興奮が筋小胞体に伝わると、筋小胞体から細胞質基質へ（オ）が放出され、筋の収縮が誘起される。

骨格筋の筋細胞の中には筋原繊維が多数並んでいる。これを顕微鏡で観察すると、明るい領域（明帯）と暗い領域（暗帯）が交互に配列していることが分かる。明帯の中央部にあるZ膜から隣のZ膜までは構造上の単位としてサルコメア（筋節）と呼ばれている。筋原繊維にはミオシンフィラメントとアクチンフィラメントという2種類のフィラメントがあり、筋細胞に伝えられた興奮によって、2種のフィラメントの相互作用が誘起され、筋肉が収縮する。

- 〔1〕文中の空欄（ア）～（オ）に入る適切な語を答えなさい。ただし、（エ）および（オ）は物質の名称を正確に答えなさい。
- 〔2〕副交感神経は中枢神経のどの部位から出ているか、答えなさい。
- 〔3〕筋の収縮時および弛緩時のサルコメアの様子をその違いがわかるように模式的に図示しなさい。その際、アクチンフィラメント、ミオシンフィラメント、Z膜を指し示し、どちらの図が収縮時および弛緩時のものか、明示すること。

- 〔4〕筋肉の長さを人為的に変え、1回の刺激によって発生する筋繊維の張力を測定した。右の図2に、サルコメアの長さ、刺激を与えたときの張力との関係を示した。なお、サルコメアの長さが2.0  $\mu\text{m}$ より短くなると、フィラメント同士が重なり合い、筋の張力が低下することが分かった。



〔図2〕

- 1) サルコメアの長さが2.2  $\mu\text{m}$ から3.6  $\mu\text{m}$ の間では、サルコメアが長くなるにつれて刺激を

〔2〕次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

動物の性は、持っている染色体の違いによって決められることが多い。ヒトの染色体は性決定に関与する性染色体とそれ以外の常染色体に大きく分けることができる。ヒトの性染色体にはX染色体とY染色体の2種類がある。女性は2本のX染色体を持ち、男性はX染色体とY染色体を1本ずつ持っている。このような性決定様式を雄ヘテロのXY型という。

ヒトでは男女でX染色体の数が異なるので、そのままではX染色体上の遺伝子の発現量に男女間で2倍の差が生じると考えられるが、女性においては、発生のある時期に胚を構成する細胞それぞれのX染色体のうちの1本が独立かつ無作為に不活性化される。

性染色体上の遺伝子による遺伝を伴性遺伝という。ヒトの伴性遺伝の例として赤緑色覚異常が知られている。赤緑色覚異常は、視細胞がもつ光を吸収する色素の遺伝子の突然変異によるもので、この遺伝子はX染色体上に載っている。赤緑色覚異常の原因遺伝子は、色覚異常をもたらさない対立遺伝子に対して劣性であり、女性の場合、ホモ接合にならないと色覚異常が現れないとよく説明される。しかし、ヘテロ接合の女性が赤緑色覚異常を示す場合があることが知られている。また、ヘテロ接合の女性において、片方の眼でのみ赤緑色覚異常が認められることもあるが、両眼で行われる通常の色覚検査では色覚異常とは判定されないことが多い。

1) 性染色体による性決定様式には、雄ヘテロ型に加え、雌ヘテロ型が知られている。雌ヘテロ型とはどのような性決定様式か、説明しなさい。

2) 雌ヘテロ型に属する生物はどれか、以下の選択肢の中から該当するものを全て選び、記号で答えなさい。

選択肢： (あ) ハツカネズミ (い) ニワトリ (う) トンボ  
(え) トノサマバッタ (お) カイコガ (か) キイロショウジョウバエ

3) 赤緑色覚異常の遺伝子に関してヘテロ接合の女性の網膜では、一般に視細胞における赤緑色覚異常の遺伝子の発現にどのような特徴があると考えられるか、説明しなさい。

4) 赤緑色覚異常の遺伝子に関してヘテロ接合であって、かつ赤緑色覚異常の表現型を示す女性の網膜では、視細胞における赤緑色覚異常の遺伝子の発現にどのような特徴があると考えられるか、説明しなさい。



2 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

脊椎動物の筋は平滑筋と（ア）に分けられる。平滑筋は小腸や膀胱等の内臓の壁を構成する。（ア）はさらに骨格筋と心筋とに分類される。骨格筋は平滑筋や心筋とは異なり、意識的に制御可能であることから（イ）ともいう。これに対し、平滑筋や心筋は意識的に制御できず、主に自律神経によって制御されている。自律神経には交感神経と副交感神経があり、いずれも（ウ）によって統合的に調節されている。

骨格筋は運動神経によって制御されており、中枢から興奮が伝えられることにより収縮が起こる。運動神経の軸索末端は骨格筋の表面に到達し、シナプスを形成している。この部分では、神経伝達物質である（エ）によって細胞間の情報伝達が行われている。神経からの興奮が筋細胞に伝わり、さらにその興奮が筋小胞体に伝わると、筋小胞体から細胞質基質へ（オ）が放出され、筋の収縮が誘起される。

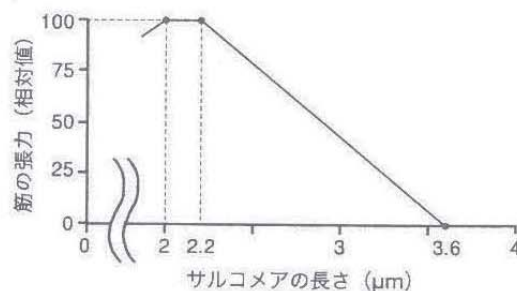
骨格筋の筋細胞の中には筋原繊維が多数並んでいる。これを顕微鏡で観察すると、明るい領域（明帯）と暗い領域（暗帯）が交互に配列していることが分かる。明帯の中央部にあるZ膜から隣のZ膜までは構造上の単位としてサルコメア（筋節）と呼ばれている。筋原繊維にはミオシンフィラメントとアクチンフィラメントという2種類のフィラメントがあり、筋細胞に伝えられた興奮によって、2種のフィラメントの相互作用が誘起され、筋肉が収縮する。

〔1〕文中の空欄（ア）～（オ）に入る適切な語を答えなさい。ただし、（エ）および（オ）は物質の名称を正確に答えなさい。

〔2〕副交感神経は中枢神経のどの部位から出ているか、答えなさい。

〔3〕筋の収縮時および弛緩時のサルコメアの様子をその違いがわかるように模式的に図示しなさい。その際、アクチンフィラメント、ミオシンフィラメント、Z膜を指し示し、どちらの図が収縮時および弛緩時のものか、明示すること。

〔4〕筋肉の長さを人為的に変え、1回の刺激によって発生する筋繊維の張力を測定した。右の図2に、サルコメアの長さと、刺激を与えたときの張力との関係を示した。なお、サルコメアの長さが $2.0\mu\text{m}$ より短くなると、フィラメント同士が重なり合い、筋の張力が低下することが分かった。



〔図2〕

1) サルコメアの長さが $2.2\mu\text{m}$ から $3.6\mu\text{m}$ の間では、サルコメアが長くなるにつれて刺激を

与えたときの張力が低下している。これは何故か、説明しなさい。

2) 暗帯の長さを求めなさい。

3) サルコメアの長さが  $2.2\ \mu\text{m}$  のときの、明帯の長さを求めなさい。

**3** 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

ヒトの身体は成人では約 60 兆個の細胞で構成されている。これらの細胞は酸素を必要とするので、ヒトにおいては、その身体を構成する各細胞に酸素を供給するための仕組みとして、呼吸系に加えて心臓および血管などで構成される循環系が発達している。

血液は体液の一種で、ヒトの成人の場合、体重の約 8 % を占めている。血液は有形成分である血球と液体成分である血しょうから成り、血しょうが血液の重さの 55 % を占めている。体液には、その他に ( ア ) 液と ( イ ) 液がある。( ア ) 液は血管から血しょうの一部がしみ出して細胞間を満たしたもので、細胞との物質交換を担う。( ア ) 液はその大半が毛細血管に吸収されるが、一部は ( イ ) 管に吸収される。

血球のひとつには、ヘモグロビンが含まれている。ヘモグロビンは ( ウ ) イオンを含むヘムという分子とグロビンというポリペプチドの複合体で、酸素と可逆的に結合し、全身へ酸素を運搬する役目を担っている。

[1] 文中の空欄 ( ア ) ～ ( ウ ) に入る適切な語を答えなさい。

[2] ヒトの心臓とカエルの心臓を比較すると、構造上大きく異なる点がある。

1) どのような点が異なるか、説明しなさい。

2) ヒトの心臓とカエルの心臓における構造上の大きな違いは、心臓による全身への酸素の供給能力に差を生じさせると考えられる。心臓による酸素の供給能力にどのような差があると考えられるか説明しなさい。

[3] ヒトの血液に含まれる血球について、以下の表 1 にそれぞれの特徴をまとめた。これについて、以下の質問に答えなさい。

| 血球    | 核の有無 | 直径 ( $\mu\text{m}$ ) | 形状  | 個数/ $\text{mm}^3$ |
|-------|------|----------------------|-----|-------------------|
| ( あ ) | 有    | 5 ～ 20               | 球形  | 4000 ～ 8000       |
| ( い ) | 無    | 2 ～ 3                | 不定形 | 10 万 ～ 40 万       |
| ( う ) | 無    | 7 ～ 8                | 円盤形 | 450 万 ～ 500 万     |

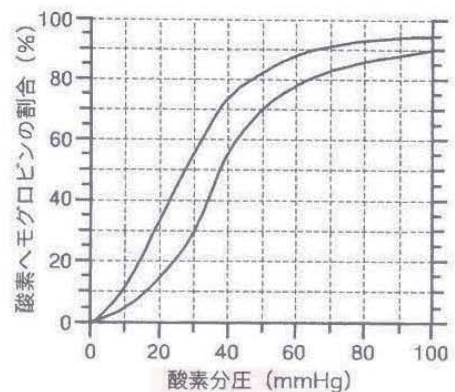
[表 1]

- 1) 表1の(あ)～(う)に当てはまる血球の名称を答えなさい。
- 2) ヘモグロビンを含むのはどの血球か、記号で答えなさい。
- 3) 表1の(う)について、ヒトの成人1人に存在するおよその個数を求め、以下の選択肢から最も近い数値を選び、答えなさい。

(必要であれば次の数値を参考にしなさい。血液の比重：1.05)

選択肢： 200 兆    20 兆    2 兆    2000 億    200 億  
 20 億    2 億    2000 万    200 万

- 〔4〕 右の図3は、ヘモグロビンと酸素との結合が、酸素分圧によってどのように影響されるかを示したものである。これを酸素解離曲線という。2本の酸素解離曲線のうち、一方の曲線は二酸化炭素分圧が 60 mmHg、もう一方の曲線は二酸化炭素分圧が 40 mmHg のときに得られたものである。



〔図3〕

ここで分圧とは、混合気体において、ある1つの成分が混合気体と同じ体積を占めたときの圧力のことをいう。例えば、大気圧1気圧は760 mmHgと表され、大気中には21%の酸素が含まれるので、大気中の酸素分圧は  $760 \times (21/100) = 160$  mmHg となる。

- 1) いま、ある器官に入る動脈血の酸素分圧が 100 mmHg、二酸化炭素分圧が 40 mmHg、この器官から出る静脈血の酸素分圧が 30 mmHg、二酸化炭素分圧が 60 mmHg であったとする。このとき、この器官を通る間に酸素ヘモグロビンの何%が酸素を解離したか、少数第一位まで求めなさい。なお、ここに挙げた条件以外は同じ条件であるとする。
- 2) 酸素分圧、二酸化炭素分圧以外に、どのような条件がヘモグロビンと酸素の結合に影響を及ぼすか、その条件を1つ挙げなさい。
- 3) ヒトにおいて、胎児がもつヘモグロビンは、成人のそれと比較してどのような特徴を有するか。解答欄に成人のヘモグロビンのある条件における酸素解離曲線を破線で示してあるので、それを参考に胎児ヘモグロビンの酸素解離曲線をその特徴が分かるように実線で描きなさい。

4 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

動物の分類では、発生様式が系統関係を認識するうえで重要視されている。胚葉に着目すると動物は、明瞭な胚葉を持たないものや、外胚葉と内胚葉とが分化する二胚葉性のもの、さらに中胚葉が加わった三胚葉性のものに分けられる。さらに三胚葉性の動物は、旧口（前口）動物と新口（後口）動物とに大別される。新口動物には、棘皮動物、原索動物（頭索動物、尾索動物）、脊椎動物などが含まれる。一方、旧口動物に属する動物門には、環形動物、軟体動物、節足動物などがある。また、動物は、体腔の有無や体腔と胚葉との関連から、体腔を持たないもの、偽体腔をもつもの、真体腔を持つものに分けることができる。

〔1〕 1) 明瞭な胚葉を持たない動物、及び2) 二胚葉性の動物に当てはまる動物門の名称をそれぞれ1つずつ答えなさい。さらに、それぞれの動物門に属する生物を1つ挙げなさい。

〔2〕 旧口動物と新口動物の発生学的な特徴をそれぞれ簡潔に、両者の違いが明確になるよう述べなさい。

〔3〕 体腔について、以下の質問に答えなさい。

- 1) 体腔とは何か説明しなさい。
- 2) 真体腔とはどのような体腔をいうのか、胚葉との関連に着目し説明しなさい。
- 3) 三胚葉性の動物のうち、真体腔を持たない動物門を1つ挙げなさい。

〔4〕 脊索について、以下の質問に答えなさい。

- 1) 脊索は体のどこに位置するか、説明しなさい。
- 2) 脊索はどの胚葉から作られるか、答えなさい。
- 3) 生涯にわたって脊索をもつ生物を1つ挙げなさい。

〔5〕 環形動物と軟体動物は発生の過程で共通の幼生期を経るので系統的に近縁だと考えられている。この幼生の名称を答えなさい。さらに、幼生の外部形態をとくに繊毛の生え方に着目して模式図で示しなさい。幼生内部の様子を示す必要は無い。

以 上