

# 平成 30 年度入学者選抜学力検査問題

〈前期日程〉

## 理 科

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎・物 理	2 頁 ~ 8 頁
化 学 基 礎・化 学	10 頁 ~ 14 頁
生 物 基 礎・生 物	16 頁 ~ 23 頁

### 注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し、解答すること。

### 注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。  
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。



## 生物基礎・生物

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

ヒトの眼はカメラによく似た構造をしている。眼球の最外層は **ア** という丈夫な膜に覆われ、その内側には光を通さない脈絡膜という膜がある。最内層の膜が網膜で、ここに光刺激を受容する視細胞が並んでいる。

光は眼球前方を覆う **イ** という透明な膜を通過し、 **ウ** ，ガラス体を通って網膜上に像を結ぶ。網膜に達する光の量は、 **エ** が伸び縮みし、瞳孔(ひとみ)の大きさを変えることで調節される。 **ウ** は弾力をもち、その厚みを変化させることで屈折率を変え、遠近調節が行われる。<sup>(a)</sup>

網膜に存在する視細胞は錐体(すいたい)細胞と桿体(かんたい)細胞の2つに区別できる。いずれの細胞も細長い形をしており、それぞれの名前は **オ** と呼ばれる部分の形に由来している。また光を吸収する物質(感光物質)もこの **オ** に存在している。これらの視細胞の分布は均一ではなく、視軸に一致する **カ** と呼ばれる部位では錐体細胞が特に多い。一方、視神経が束になって網膜から出ていく部位は **キ** とよばれ視細胞を欠く。網膜で受容された光の情報は <sup>(b)</sup> 大脳の後頭葉にある視覚野に運ばれ、処理される。

問 1 文章中の空欄 **ア** から **キ** にあてはまる適切な用語を答えなさい。なお、同じ記号が付された空欄には同じ用語が入る。

問 2 下線部(a)について、近くを見るとき調節について以下の用語を全て用いて簡潔に説明しなさい。

用語：チン小帯，毛様筋，焦点距離

問 3 下線部(b)について、右眼も左眼も左視野の情報は右の、右視野の情報は左の大脳半球で処理される。このように両眼の左右の視野の情報が視野とは反対側の大脳半球で処理されるしくみを、右眼を例に神経線維の走行の視点から、以下の用語を全て用いて簡潔に説明しなさい。

用語：網膜，視神経，交叉，視覚野

問 4 ヒトの眼は誘導の連鎖によって形成される。神経管の前端における眼胞形成以降の「眼の形成過程」について、誘導の連鎖を中心に簡潔に説明しなさい。

2

次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

ラントシュタイナーらは、他人の血液を輸血した際、赤血球が固まり死に至る場合があることに注目し、その原因を調べることに尽力した。彼らは数人から赤血球と血清<sup>(a)</sup>を分離し、様々な組み合わせで赤血球と血清を反応させることで、赤血球の凝集<sup>(b)</sup>が起こるかどうかを調べた。その結果、人の血液は4つの異なるグループに分類できると結論づけた。それぞれをA型、B型、C型、D型とすると、以下の性質を持つことがわかった。

- 1) A型の人々の血清は、B型の赤血球を凝集させるが、A型とC型の赤血球は凝集させない。
- 2) B型の人々の血清は、A型の赤血球を凝集させるが、B型とC型の赤血球は凝集させない。
- 3) C型の人々の血清は、A型とB型の赤血球を凝集させるが、C型の赤血球は凝集させない。
- 4) D型の人々の赤血球は、A型、B型、C型のどの血清でも凝集するが、D型の人々の血清は、A型、B型、C型のどの赤血球も凝集させない。

これは後にABO血液型と呼ばれるものであり、C型とD型は現在とは別の名称になっている。<sup>(c)</sup>

その後ABO血液型は、メンデルの法則に即して遺伝することや、赤血球表面に発現する3種の糖鎖(A型糖鎖抗原、B型糖鎖抗原、H型糖鎖抗原)のどれが発現するかにより決まることが示された。さらにその後の研究で、A型糖鎖抗原とB型糖鎖抗原は、H型糖鎖抗原にA型とB型に特異的な単糖が一つ付加される(転移される)ことによって合成されることも明らかになった。この単糖の付加反応は異なる糖転移酵素(グリコシルトランスフェラーゼ)により触媒されるので、A型とB型はどちらの糖転移酵素を持っているかによって決定される。これらの糖転移酵素をコードする遺伝子には3種類の対立遺伝子が存在することが示され、それぞれの塩基配列も決定された。<sup>(d)</sup><sup>(e)</sup>

問1 下線部(a)について、血清とはどのようなものか、簡潔に説明しなさい。

問 2 下線部(b)について、次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

赤血球の凝集は、赤血球の膜上に発現している糖鎖抗原(凝集原)と、血清中にある凝集素の反応によって起こる。A型の赤血球の凝集原をA型凝集原、B型の凝集原をB型凝集原と呼び、A型凝集原を凝集させる性質を持つ凝集素を凝集素 $\alpha$ 、B型凝集原を凝集させる性質を持つ凝集素を凝集素 $\beta$ と呼ぶ。

- (i) 凝集素として作用するタンパク質の名称を答えなさい。
- (ii) 凝集素を分泌する細胞の名称を答えなさい。
- (iii) 自分自身が発現している凝集原に対しては凝集素ができないことが知られているが、この現象を何というか答えなさい。
- (iv) D型の赤血球と血清について、その中に含まれる凝集原と凝集素を、A型凝集原、B型凝集原、凝集素 $\alpha$ 、凝集素 $\beta$ の用語を用いて説明しなさい。

問 3 下線部(c)について、C型とD型は、現在のABO血液型ではそれぞれ何型に相当するか答えなさい。

問 4 下線部(d)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) 対立遺伝子とは何か、説明しなさい。
- (ii) このように3つ(あるいはそれ以上)の遺伝子が対立関係にあるとき、それらの遺伝子を何というか答えなさい。

問 5 下線部(e)について、次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

A型の人と、B型の人赤血球が持つそれぞれの糖転移酵素遺伝子から転写された産物の塩基配列を決定した結果をcDNA配列として図1に示した。なお、この糖転移酵素は、二つの相同染色体から共に転写されるため、それぞれの染色体に由来する転写産物の塩基配列を調べ、その両方の配列を示してある。また、各対立遺伝子に由来する転写産物のあいだで塩基置換がみられた部位のみをA、G、C、Tで示し、Xは塩基の欠失を示す。

糖転移酵素をコードする転写産物の塩基配列

A型の人	染色体1由来	-----G---A-----C---C-G---C-G---G-----
	染色体2由来	-----X---A-----C---C-G---C-G---G-----
B型の人	染色体1由来	-----G---G-----G---T-A---A-C---A-----
	染色体2由来	-----G---G-----G---T-A---A-C---A-----

図 1

O型の人赤血球の糖転移酵素遺伝子に由来する酵素は単糖付加ができないことが知られている。図1で示す結果から考えられる原因を簡潔に説明しなさい。

3 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

ヒトの心臓は、ア という特殊な筋肉でできている。左右の心房と左右の イ で構成され、収縮と弛緩を交互に繰り返す。心臓の内部には ウ があり、そのはたらきによって血液は逆流せず、一方向へ流れる。

大静脈と右心房の境界には、自動的に周期的な電気信号を発する エ がある。エ のはたらきによって、心臓は、他からの刺激がない状態でも拍動することができる。この性質を心臓の オ という。エ から出た電気信号は、心房に伝わり、左右の心房を収縮させる。静脈から左右の心房に回収された血液は、この収縮によって左右の イ へと送り込まれる。右心房の電氣的な信号は、その後 イ の下側の先端に伝わり、心房の収縮からやや遅れて イ が収縮する。血液はこの収縮の時間差によって、右 イ から カ を経て肺へ、また、左 イ から キ を経て全身へと送り出される。

心臓はまた、自律神経(副交感神経と交感神経)による支配も受け、必要に応じて拍動数や収縮力を調節する。この調節の中樞は ク にある。

問 1 文章中の ア から ク にあてはまる適切な用語を答えなさい。カ、キ には血管の名称を答えること。なお、同じ記号が付された空欄には同じ用語が入る。

問 2 下線部(a)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) ヒトの心臓は、どの胚葉から分化するか、答えなさい。
- (ii) ア は、骨格筋と同様に横紋筋からできているが、骨格筋とは異なる性質ももつ。骨格筋とは異なる ア の機能的な性質を2つ答えなさい。

問 3 下線部(b)について、次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

レーウィは図1に示す装置を組み立て、カエルの心臓を用いて実験を行った。心臓Aには副交感神経がつながっている。

- (i) 心臓Aにつながっている副交感神経に電気刺激を与えないとき、心臓Aおよび心臓Bは、どのような状態か。次の①から④より1つ選び、番号で答えなさい。
  - ① 心臓Aは規則正しく拍動し、心臓Bの拍動はとまっている。
  - ② 心臓Bは規則正しく拍動し、心臓Aの拍動はとまっている。
  - ③ 心臓Aと心臓Bはともに規則正しく拍動する。
  - ④ 心臓Aと心臓Bはともに拍動がとまっている。

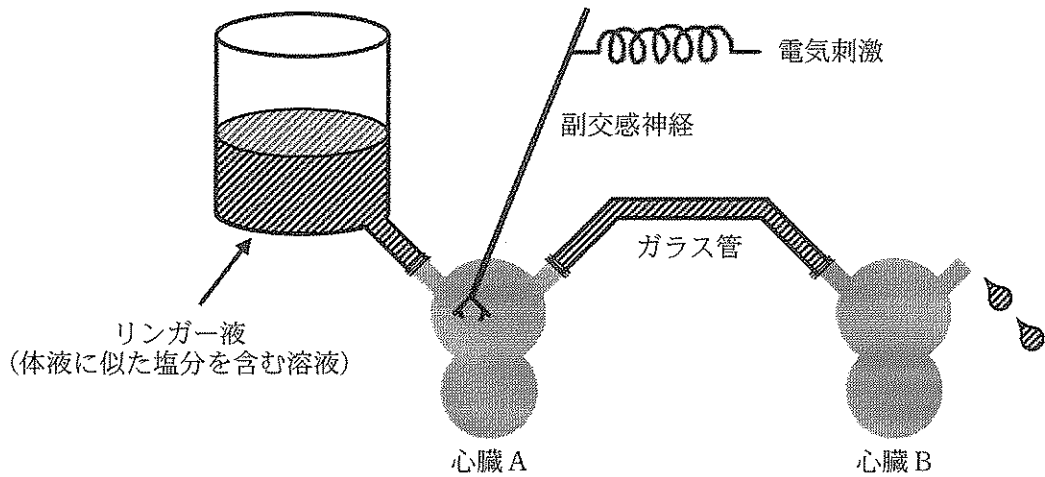


図 1

- (ii) 心臓 A につながる副交感神経に電気刺激を与えると、副交感神経末端から物質 X が分泌される。物質 X の名前を答えなさい。
- (iii) 心臓 A につながる副交感神経に電気刺激を与えると、心臓 A の拍動はどうか、その理由とともに答えなさい。
- (iv) 心臓 A につながる副交感神経に電気刺激を与えると、心臓 B の拍動はどうか、その理由とともに答えなさい。
- (v) 副交感神経は、心臓以外にも様々な臓器や組織を支配し、そのはたらきを調節する。副交感神経の刺激が、消化と呼吸に及ぼす効果について、それぞれ 1 つあげなさい。

問 4 下線部(c)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) 交感神経末端から分泌される物質 Y の名称を答えなさい。
- (ii) 交感神経の刺激によって、物質 Z がある内分泌器官から分泌される。物質 Z は、心臓の拍動数と収縮力に対して物質 Y と類似した作用をもつ。物質 Z と、この内分泌器官の名称を答えなさい。
- (iii) 物質 Z の心臓以外に対する作用を 1 つあげなさい。

4

次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

地球上の様々な環境には、多種多様な生物が生息している。ある地域に生活する同種の個体の集まりは個体群と呼ばれ、雌雄や親子、生殖の関係をはじめ、食物や生息場所を巡る競争など、個体同士が相互に関わり合っている。ある個体群の単位生活空間当たりの個体数は個体群密度といい、個体群密度が高くなると、限られた資源を巡る個体間の種内競争が激化し、出生率の低下<sup>(a)</sup>や死亡率の増加などが起こる。

個体群の中での各個体の分布様式には様々なものがあるが、代表的なものとして図1のように、個体が生息域の特定の場所に集中した分布(集中分布)、各個体が一定の間隔を置く規則的な分布(一様分布)、ある個体の位置が他の個体の位置と無関係な分布(ランダム分布)がある。例えば、巣を作るアリや群れを作って行動する動物<sup>(b)</sup>、森林内の朽ちた樹木に密集して生息するキノコ<sup>(c)</sup>などは集中分布を示す。一方、資源を巡る個体間の争いが激しい時や、動物における縄張りの形成のように、それぞれの個体が一定空間を占有する傾向がある時には、一様分布となる。

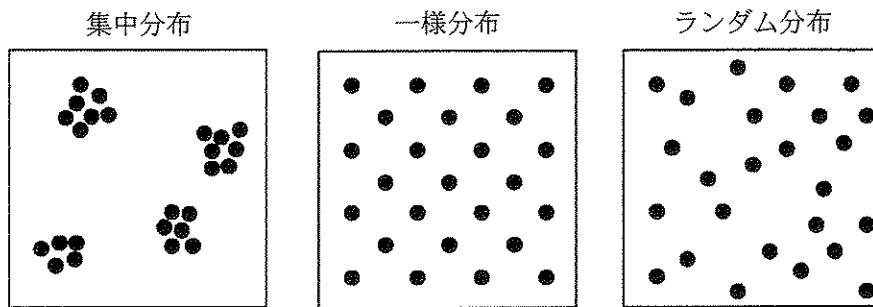


図1 個体群内での個体の分布

●は、それぞれの個体を表す。

縄張りを作る有名な動物として、当大学近くを流れる九頭竜川にも生息するアユが知られている。アユは、秋に河川の中・下流域でふ化し、食物が豊富な海へと移動する。沿岸域で越冬した稚(ち)アユは、春になると群れで河川を遡上(そじょう)し、そのまま群れで生活する「群れアユ」<sup>(d)</sup>と縄張りを形成して生活する「縄張りアユ」の2種類の生活形態をとる(図2)。一般に、「縄張りアユ」は縄張り内の餌(水底の岩などに付着する藻類)を独占できるので、大きく成長できると考えられている。



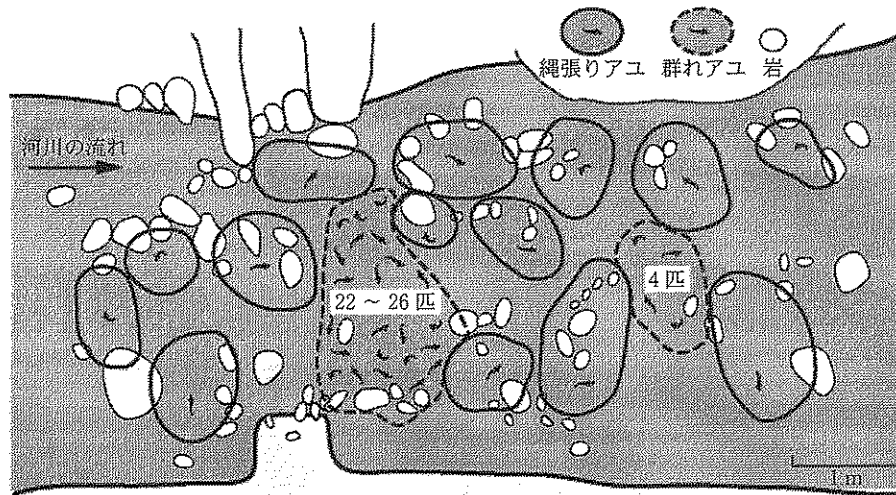


図2 アユの縄張りの様子 アユは $1\text{m}^2$ 内外の縄張りを瀬につくり、小石に付着する藻類を食べる。縄張りをつくれなかった個体は、川底が砂地で食物となる藻類が付着しにくいなど生活に不利な場所に群れをつくる。(宮地, 1960より改変)

問1 下線部(a)について、以下の問いに答えなさい。

- (i) 個体群密度の変化に伴って、個体群を構成する生物個体の発育や生理などが変化することを示す用語を答えなさい。
- (ii) ある環境のもとで生育可能な最大の個体数を示す用語を答えなさい。

問2 下線部(b)のように、ランダム分布を示す生物の具体例を1つあげなさい。また、その生物のどのような特徴によってランダム分布が生じるのか、簡潔に説明しなさい。

問3 下線部(c)のように、個体が生存し繁殖する上で、動物が群れを作ることの利点を3つあげなさい。

問 4 下線部(d)について、次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

「縄張りアユ」と「群れアユ」の個体数比は、個体群密度によって変化する。図3は、ある河川における個体群密度の異なる年の、「縄張りアユ」と「群れアユ」の割合と体長の分布を示した調査結果である。

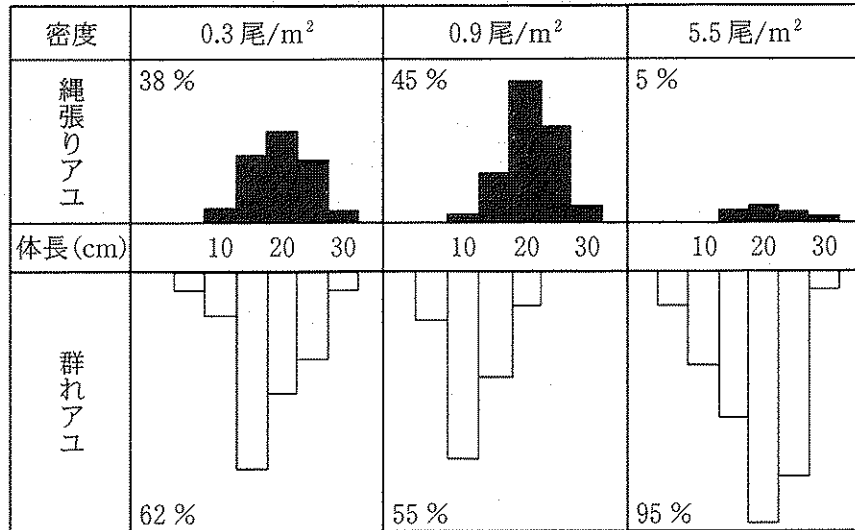


図3 個体群密度による「縄張りアユ」と「群れアユ」の割合と体長の分布  
(川那部, 1970 より改変)

- (i) 0.3 尾/m<sup>2</sup> の年と 0.9 尾/m<sup>2</sup> の年を比較すると、0.3 尾/m<sup>2</sup> の年の方が「縄張りアユ」の割合が少なく、「群れアユ」の体長が大きかったことが分かる。考えられる要因1つを簡潔に説明しなさい。
- (ii) 5.5 尾/m<sup>2</sup> の年に、「縄張りアユ」の割合が他の密度の年と比べて著しく少なかった。考えられる要因1つを簡潔に説明しなさい。
- (iii) 「群れアユ」の体長に着目すると、個体群密度の最も高い5.5 尾/m<sup>2</sup> の年で「縄張りアユ」と同等に大きく成長できているのに対し、より密度の低い他の年の方が体長は小さくなっていた。個体群密度が低いにもかかわらず「群れアユ」の体長が小さくなった要因1つを簡潔に説明しなさい。