

令和 4 (2022) 年度入学試験問題(前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 化学、物理、生物のうちから 2 科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。  
(ただし出願時に選択した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば化学、物理を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 裏表紙は計算に使用する。
6. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
7. 問題冊子は 1 冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
8. 受験票は机に出しておくこと。

I 以下の文章を読み、設問に答えよ。

多細胞生物において、体内環境の維持や神経伝達、免疫などの複雑な生体機能を実現するためには、細胞間の情報伝達が不可欠である。細胞間の情報伝達には複数の方法があるが、いずれの方法でも情報を発信する細胞が分泌または提示する物質(シグナル分子)を、情報を受信する細胞(標的細胞)が持つ(あ)と呼ばれるタンパク質が受け取ることによって行われる。<sup>1</sup> 内分泌型の情報伝達では、ホルモンと呼ばれるシグナル分子を標的細胞が受け取り、情報が伝達される。<sup>2</sup> 神経型の情報伝達では、神経細胞の興奮が細胞末端まで伝わると、隣接する神経細胞との隙間である(い) <sup>かんげき</sup> 間隙に神経伝達物質が分泌され、情報が伝達される。<sup>3</sup> 傍分泌型の情報伝達では、情報を発信する細胞が物質を分泌し、それを周囲の標的細胞が受け取ることによって情報が伝達される。<sup>4</sup> 接触型の情報伝達では、情報を発信する細胞が細胞膜表面にシグナル分子を提示し、それを標的細胞が直接接触して認識することによって情報が伝達される。

問 1 (あ)、(い)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部 1 の例として、インスリンによる情報伝達がある。(1)インスリンを分泌する <sup>すい</sup> 膵臓の内分泌腺、および分泌する細胞の名称をそれぞれ答えよ。(2)インスリンが分泌されると、それを受け取った細胞は血糖調節に関してどのように働くか。次の a ~ d の選択肢から最も適切な説明を一つ選び、記号で答えよ。

- a. グルコースの取り込みや消費を促進し、血糖濃度を低下させる
- b. グルコースの生成を促進し、血糖濃度を低下させる
- c. グルコースの取り込みや消費を促進し、血糖濃度を上昇させる
- d. グルコースの生成を促進し、血糖濃度を上昇させる

問 3 下線部 2 について、神経伝達物質には標的細胞を興奮させるものと、標的細胞の興奮を抑制するものがある。(1)抑制性の神経伝達物質である  $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)によって標的となる神経細胞の興奮が抑制されるしくみを、標的細胞に流入するイオンと、そのときの膜電位の変化に着目して説明せよ。(2)ヤリイカの神経軸索のある一点に電気刺激を加え、同じ軸索のその点から 7 cm 離れた点で膜電位を測定したところ、2 ミリ秒後に活動電位が観察された。この軸索における興奮の伝導速度(m/秒)を求めよ。(有効数字 2 桁)

問 4 下線部 3 について、マクロファージは病原体を認識するとシグナル分子を分泌し、周囲の細胞に情報を伝達する。(1)マクロファージが自己の細胞と病原体を識別するしくみを、マクロファージの細胞膜に存在する、自然免疫にかかわるタンパク質に着目して説明せよ。(2)マクロファージが分泌するシグナル分子のタンパク質は何と呼ばれるか。

問 5 下線部 4 について、抗原提示した樹状細胞と接触して情報を受け取る細胞を二種類あげよ。

問 6 内分泌型と神経型の情報伝達を比較し、情報伝達の手数と標的細胞の数に着目して、それぞれの特徴を簡潔に説明せよ。

II 以下の文章を読み、設問に答えよ。

イモリの受精卵は卵割を行い、32~64 細胞期の( 1 )胚から、さらに卵割が進むと( 2 )胚を経て、やがて原腸胚となる。原腸胚期には( 3 )が始まり、原腸ができるとともに、三つの胚葉ができる。神経胚期になると、三つの胚葉のうちの( 4 )の背側は神経へと分化し、神経管を形成する。神経管の前部は脳となり、脳の両側に( 5 )という膨らみができて、やがて眼杯になる。眼杯自体はのちに( 6 )に分化する。眼杯は表皮から水晶体を誘導し、水晶体は表皮から角膜を誘導する。眼杯や水晶体のように、隣接する他の領域に作用して、特定の器官へ分化を促す部分は、( 7 )と呼ばれる。

ヒトの眼の( 6 )には、桿体細胞と錐体細胞という二種類の視細胞があり、それぞれの役割や分布は異なる。桿体細胞には、( 8 )というタンパク質と( 9 )という光の吸収に働く分子が結合したロドプシンという視物質が存在する。また、錐体細胞にもロドプシンに似た視物質が存在する。

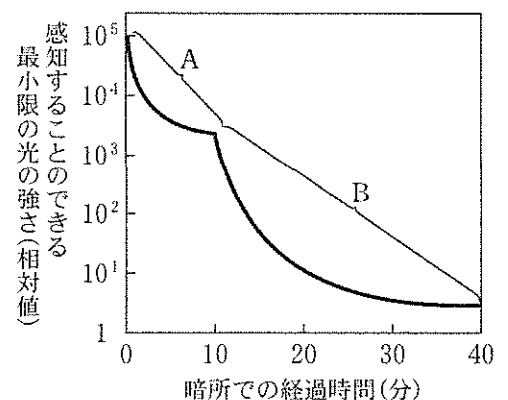
問 1 ( 1 )~( 9 )の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 ヒトにおいて、眼球運動や瞳孔反射などの中枢が存在する、脳幹に属する脳の部位の名称を答えよ。

問 3 下線部について、桿体細胞と錐体細胞のうち、黄斑に多く分布しているのはどちらか。

問 4 (1)図は、ヒトの眼において、明るい場所から暗い場所に入ったときに感知することのできる最小限の光の強さの時間変化を示している。この図が示す現象を何というか。(2)ヒトの眼の、光に対する感度の変化の特徴を、図の A、B それぞれが主に桿体細胞と錐体細胞のどちらによるものかを含めて、簡潔に説明せよ。

問 5 夜間に飛んでいる飛行機のコックピットでは、赤色の照明が使用されることがある。赤色の照明下では、コックピット内のものを見ることができ、さらに窓の外の下暗黒下の風景もよく見える。桿体細胞が赤色光を吸収しにくいことをふまえ、桿体細胞と錐体細胞はそれぞれどのように働くことによってコックピット内と窓の外の下暗黒下の風景の両方を見ることが可能になっているのか、簡潔に説明せよ。



## III 以下の文章を読み、設問に答えよ。

地球上には多種多様な生物が生活している。従来、生物の分類は①形態や発生様式の比較などによって行われてきた。そのような分類は、生物の多様性を理解する上で重要な知見をもたらすものの、進化の道筋である系統を正確に反映しないこともある。近年では、生物の DNA の塩基配列などの分子データを利用して系統を推定し、その系統にもとづいて生物を分類できるようになっている。ウーズらは、リボソーム RNA 遺伝子の②塩基配列の違いにもとづいて図のような系統樹を作成し、全生物を細菌、古細菌、および真核生物の三つの③グループに分けることができると提唱した。

問 1 下線部①について、(1)骨格の構成に着目した場合、鳥類の翼と哺乳類の前肢のような関係にある器官を何と呼ぶか。(2)機能に着目した場合、鳥類の翼と昆虫の翅のような関係にある器官を何と呼ぶか。

問 2 下線部②について、(1)DNA の損傷や複製時の誤りなどによって DNA の塩基配列が変化することを何と呼ぶか。(2)この変化には欠失・挿入・置換などがあり得るが、翻訳される領域においては欠失や挿入は、置換に比べて生存に不利な場合が多く、残りにくい。欠失や挿入が生存に不利となる理由を説明せよ。

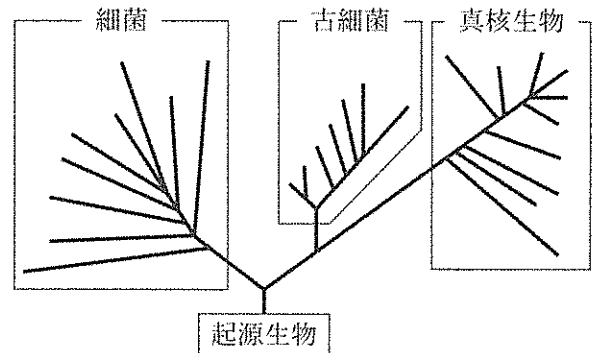
問 3 下線部③について、この階層は、生物の分類において「界」の上に位置する。この階層のことを何と呼ぶか。

問 4 細菌、古細菌、真核生物のうち、細胞に核を持たないものを全て答えよ。

問 5 細菌、古細菌、真核生物に属するものを次の(ア)～(ク)から全て選び、記号で答えよ。なお、(ア)～(ク)の全てが三つのいずれかのグループに属するとは限らない。

- |                 |            |           |             |
|-----------------|------------|-----------|-------------|
| (ア) インフルエンザウイルス | (イ) メタン生成菌 | (ウ) シャジクモ | (エ) ネンジュモ   |
| (オ) 乳酸菌         | (カ) クロレラ   | (キ) センチュウ | (ク) 酵母(酵母菌) |

問 6 ミトコンドリア DNA に含まれるリボソーム RNA 遺伝子を加えて図の系統樹を作成すると、その遺伝子は、図中の細菌のグループに属することが分かった。このことから、ミトコンドリアはどのような経緯で現在のような細胞小器官となったと推測できるか。



Woese ら (1990) を改変

## IV 植物の環境応答に関する以下の設問に答えよ。

問 1 植物ホルモンであるサリチル酸、アブシシン酸、フロリゲンがそれぞれ促進する現象として最も適切なものを次の①～③から一つずつ選べ。

- ① 種子の休眠      ② 花芽形成      ③ 病原体に対する防御

問 2 植物は光、重力、接触などの刺激に応答して器官を屈曲させる。屈曲には屈性と傾性がある。屈性と傾性の違いを説明せよ。

問 3 光屈性や気孔の開閉にかかわる青色光を受容するタンパク質の名称を答えよ。

問 4 植物細胞の細胞壁は、セルロース繊維と、セルロース繊維どうしをつなぐ成分からなる。植物ホルモンであるオーキシンは、細胞に作用して細胞伸長を起こす際に細胞壁に対してどのような働きをするか、「細胞壁」、「セルロース繊維」、「酵素」の語句を全て用いて説明せよ。

問 5 植物の茎の先端の芽が存在すると下方の側芽の成長が抑制される現象を何というか。またこの現象は、オーキシンが側芽周辺において側芽の成長を促進する植物ホルモンの合成を抑制することによって生じると考えられている。下線部の植物ホルモンの名称を答えよ。

問 6 図は、樹木の生い茂った葉(葉群)の上下での光の強さを、波長ごとに測定したものである。葉群の下に届く光の特徴を、光の波長に着目して説明せよ。

問 7 図に見られるような、葉群の上下に存在する光の波長の違いが生じる理由を説明した次の文章の(あ)、(い)の空欄に適切な語句を入れよ。

樹木の葉群の上下で光の波長に違いが生じるのは、樹木の葉の細胞内の(あ)という細胞小器官のチラコイド膜に存在するクロロフィルと、カロテノイドである橙色のカロテンや、黄色の(い)が光を吸収するためである。

問 8 図の樹木の葉群の下にある植物や種子の細胞内のフィトクロムは、赤色光吸収型(P<sub>r</sub>型)と遠赤色光吸収型(P<sub>fr</sub>型)のうち、

どちらの割合が大きいか。また、フィトクロムによって発芽が調節される光発芽種子の場合、図の樹木の葉群の下では、発芽が促進されるか、抑制されるか、どちらの傾向にあるかを答えよ。

