

## 2022 年度入学試験問題

## 理 科(生物)

(60分)

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は13ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。  
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 試験問題は、問1～問29まであります。  
解答用紙(マークシート)には、問題番号が1～50、選択肢が①～⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ずHBの黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目、受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

I. 適応免疫(獲得免疫)のしくみに関する次の記述を読み、問1～問7に答えなさい。

体内に侵入した異物(抗原)やウイルスに感染した細胞は、食作用などの自然免疫で排除されるが、排除しきれなかった場合、適応免疫がはたらく。適応免疫は、細胞性免疫と体液性免疫とに大別される。

細胞性免疫では、( a )が提示した抗原の一部をリンパ節で待機しているT細胞の( b )や( c )が認識し、提示された抗原に適合した細胞だけが活性化されて増殖する。( b )は感染した細胞を直接破壊し、抗原を排除する。( c )はマクロファージから抗原提示を受け、マクロファージを活性化する。

体液性免疫では、抗原を取り込んだB細胞は抗原の一部を提示する。( c )はB細胞から抗原提示を受け、B細胞を( d )に分化させる。( d )で産生された抗体は特定の抗原と特異的に結合し、抗原を不活性化させる。

このような細胞の一部が記憶細胞として体内に残り、同じ抗原刺激があった場合に対応できるようなしくみ(免疫反応)が備わっている。そのしくみと血液中の抗体濃度の関連を調べるため、以下の実験を行った。

**【実験】** マウスに、体内に侵入したことがない抗原 $\alpha$ を注射した(1回目)。この日を0日目としたとき、40日目に再び同じ抗原 $\alpha$ を注射した(2回目)。血液中における抗体濃度を日数ごとに測定すると次図のような結果(実曲線)が得られた。1回目の注射後、抗体濃度は、X日目にピークに達した。また、2回目の注射後、Y日目にピークに達した。なお、矢印は抗原を注射したそれぞれの時期を示している。

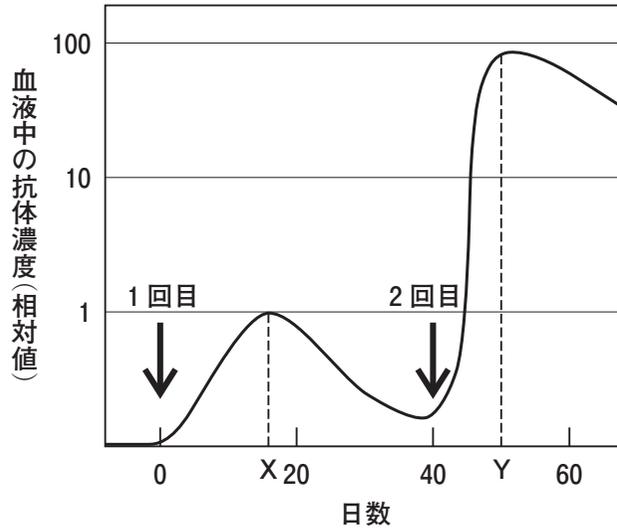


図 抗原  $\alpha$  に対する抗体濃度の推移

問 1 文中の a ~ d に入る語の組合わせとして正しいものはどれか。次の①~⑧のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- |   | a    | b         | c         | d          |
|---|------|-----------|-----------|------------|
| ① | 樹状細胞 | ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞  | 好中球        |
| ② | 樹状細胞 | ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞  | 形質細胞       |
| ③ | 樹状細胞 | キラー T 細胞  | ヘルパー T 細胞 | ナチュラルキラー細胞 |
| ④ | 樹状細胞 | キラー T 細胞  | ヘルパー T 細胞 | 形質細胞       |
| ⑤ | 上皮細胞 | ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞  | 好中球        |
| ⑥ | 上皮細胞 | ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞  | 形質細胞       |
| ⑦ | 上皮細胞 | キラー T 細胞  | ヘルパー T 細胞 | ナチュラルキラー細胞 |
| ⑧ | 上皮細胞 | キラー T 細胞  | ヘルパー T 細胞 | 形質細胞       |

問 2 文中の下線部アが成熟する一次リンパ器官として正しいものはどれか。次の①~⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- |        |        |       |
|--------|--------|-------|
| ① リンパ管 | ② リンパ節 | ③ 肝 臓 |
| ④ ひ 臓  | ⑤ 胸 腺  | ⑥ 甲状腺 |

問 3 文中の下線部イの説明として正しいものはどれか。次の①～④のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① H鎖とL鎖という2種類のタンパク質が組合わさった構造をしている。
- ② 可変部は、どの抗体も同じ構造である。
- ③ 抗原と結合する部位は定常部である。
- ④ 多種多様なB細胞から全く同一の抗体が産生される。

問 4 文中の下線部ウになりうる細胞として正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから適当なものを三つ選びなさい。(問4の解答欄に三つマークしなさい。)

- ① マクロファージ
- ② 樹状細胞
- ③ キラーT細胞
- ④ 上皮細胞
- ⑤ ヘルパーT細胞
- ⑥ 好中球
- ⑦ ナチュラルキラー細胞
- ⑧ B細胞

問 5 文中の下線部エのしくみを応用したのが予防接種である。予防接種の説明として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 感染症に対する治療のために、抗原に対する抗体を患者に接種する。
- ② 感染症に対する治療のために、強毒化または生きた病原体や毒素などを接種する。
- ③ 感染症に対する予防のために、弱毒化または死滅した病原体や毒素などを接種する。
- ④ 予防接種をすることで、適応免疫が不活性化される。
- ⑤ 予防接種をすることで、アナフィラキシーショックを抑えることができる。

問 6 【実験】の図に関する次のA～Fの記述のうち正しいものはどれか。下の①～

⑨のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- A X日目とY日目の抗体濃度は同じである。
- B X日目の抗体濃度は、Y日目の抗体濃度より高い。
- C X日目の抗体濃度は、Y日目の抗体濃度より低い。
- D 0日目からX日目までの日数と40日目からY日目までの日数は同じである。
- E 0日目からX日目までの日数は、40日目からY日目までの日数より長い。
- F 0日目からX日目までの日数は、40日目からY日目までの日数より短い。

- ① AとD                      ② AとE                      ③ AとF
- ④ BとD                      ⑤ BとE                      ⑥ BとF
- ⑦ CとD                      ⑧ CとE                      ⑨ CとF

問 7 【実験】において、40日目(2回目)に抗原 $\alpha$ のかわりに無関係な抗原 $\beta$ を注射した。抗原 $\beta$ に対する免疫反応について説明している次のA～Fの記述のうち正しいものはどれか。下の①～⑨のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- A 免疫反応の強さは、1回目より大きくなる。
- B 免疫反応の強さは、1回目より小さくなる。
- C 免疫反応の強さは、1回目とほぼ同じである。
- D 免疫反応にかかる日数は、1回目より短くなる。
- E 免疫反応にかかる日数は、1回目より長くなる。
- F 免疫反応にかかる日数は、1回目とほぼ同じである。

- ① AとD                      ② AとE                      ③ AとF
- ④ BとD                      ⑤ BとE                      ⑥ BとF
- ⑦ CとD                      ⑧ CとE                      ⑨ CとF

Ⅱ. 腎臓に関する次の記述を読み、問 8～問 16 に答えなさい。

ヒトの腎臓は、腹部の背側に左右一対ある臓器で、体内環境(内部環境)を一定に保つために重要な役割を担っている。腎臓には、大動脈から分かれた腎動脈を通じて、心臓から出た血液量の約( a )%が流れ込んでいる。腎動脈は、腎臓中で細く枝分かれし、糸玉状の( b )となる。( b )は( c )に囲まれ、2つをあわせて( d )という。( c )から続く管を細尿管といい、細尿管が多数集まって集合管となる。( d )とこれに続く細尿管のまとまりは、腎臓を構成する基本単位で、( e )とよばれる。

( b )では、血しょうの一部が血圧によって( c )でろ過されて原尿となる。原尿中の水分・グルコース・イオンなどは、細尿管や集合管で再吸収される。その結果、原尿中の水分のほとんどは再吸収されるが、尿素などは再吸収されにくい<sup>イ</sup>ため、濃縮され、尿として体外に排出される。

問 8 文中の a に入る数値として正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 1      ② 2      ③ 5      ④ 10      ⑤ 20      ⑥ 50

問 9～問12 文中の b (問9), c (問10), d (問11), e (問12)に入る語として正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- ① 皮 質      ② ボーマンのう      ③ 小 葉      ④ ネフロン  
⑤ 糸球体      ⑥ 髓 質      ⑦ 腎小体      ⑧ 胆 管

問13 文中の下線部アに関する次のA～Fの記述のうち正しいものはどれか。下の

①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- A からだの水分量の調節
- B 体液のイオン濃度の調節
- C 老廃物の排出
- D 尿素の合成
- E アルブミンの合成
- F 胆汁の生成

- ① AとD                      ② BとE                      ③ CとF
- ④ AとBとC                ⑤ DとEとF                ⑥ すべて正しい

問14 文中の下線部イに関して，原尿中のナトリウムイオンの再吸収を促進するホルモンとして正しいものはどれか。次の①～⑦のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 成長ホルモン            ② バソプレシン            ③ チロキシン
- ④ パラトルモン            ⑤ インスリン              ⑥ 糖質コルチコイド
- ⑦ 鉱質コルチコイド

問15 文中のbでろ過された原尿を125 mL/分，一日の尿量を1.8 Lとすると，細尿管や集合管での水分の再吸収量(L)として正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。なお，小数点第1位を四捨五入した。

- ① 1                          ② 2                          ③ 4                          ④ 18
- ⑤ 20                        ⑥ 178                       ⑦ 180                       ⑧ 198

問16 問15の条件で，再吸収率が1%少なくなった場合の一日の尿量(L)として正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 0.9                        ② 1.8                        ③ 3.6                        ④ 4.5
- ⑤ 9                            ⑥ 18                           ⑦ 36                           ⑧ 45

Ⅲ. 遺伝子の発現調節に関する次の記述を読み、問 17～問 22 に答えなさい。

多くの遺伝子では、発現の有無や転写されるメッセンジャー RNA(mRNA)の量が、さまざまな因子によって調節されている。転写は、DNAのプロモーターとよばれる特定の塩基配列の部分に RNA ポリメラーゼが結合することによって始まる。プロモーター周辺には、転写調節領域とよばれる部分があり、そこに調節タンパク質が結合したり、はずれたりすることで遺伝子の発現が調節される。遺伝子の発現調節は、( a )よりも( b )の方が複雑で多様である。

( a )では、機能的に関連のある遺伝子が隣り合って存在し、1つの転写単位を構成している場合がある。例えば( c )の場合、ラクトースが枯渇している環境下では、調節遺伝子から転写・翻訳された調節タンパク質が抑制物質として転写調節領域に結合する。そのため、RNA <sup>1</sup>ポリメラーゼがプロモーターに結合できず、ラクトース分解酵素をつくる遺伝子の転写は起こらない。一方、グルコースがほとんどなく、ラクトースが存在する環境下では、ラクトースの代謝物が上記の調節タンパク質を抑えるため、この転写抑制が解除される。

( b )では、多数の基本転写因子が RNA ポリメラーゼとともに転写複合体を形成してプロモーターに結合する。転写調節領域は、プロモーターの離れた位置に存在し、この領域に結合した転写の促進や抑制に関わるさまざまな調節タンパク質が転写複合体と相互作用することで、遺伝子の発現を制御する。また、( b )の DNA は、ヒストンというタンパク質に巻き付き、これが数珠状につながったクロマチン繊維とよばれる高次構造を形成している。( b )には、ヒストンの化学修飾やそれに伴うクロマチン繊維の構造変化により遺伝子発現を調節するしくみも存在する。

問17 文中の a ~ c に入る語の組合わせとして正しいものはどれか。次の①~⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

a	b	c
① 真核生物	原核生物	ヒト
② 原核生物	真核生物	大腸菌
③ 細菌	ウイルス	大腸菌
④ ウイルス	細菌	インフルエンザウイルス
⑤ 脊椎動物	無脊椎動物	ヒト
⑥ 無脊椎動物	脊椎動物	クラゲ

問18 文中の下線部アの転写単位の名目として正しいものはどれか。次の①~⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| ① オペロン | ② シャペロン | ③ プラスミド |
| ④ ベクター | ⑤ エキソン  | ⑥ イントロン |

問19 文中の下線部イおよび下線部ウの転写を抑制する調節タンパク質の名目として正しいものはどれか。次の①~⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- |           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| ① アクチベーター | ② リプレッサー | ③ プライマー  |
| ④ オーガナイザー | ⑤ エンハンサー | ⑥ オペレーター |

問20 文中の下線部エに関して、生物の組織や細胞から mRNA を抽出し、その量から遺伝子の発現パターンを網羅的に解析する方法として正しいものはどれか。次の①~⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ① サンガー法        | ② ポリメラーゼ連鎖反応法   |
| ③ アガロースゲル電気泳動法 | ④ DNA マイクロアレイ解析 |
| ⑤ 遺伝子組換え実験     |                 |

問21 文中の下線部オに関する記述として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① ヒストンの特定のアミノ酸がアセチル化されるとクロマチン繊維がほどけて、転写が起こりやすくなる。
- ② ヒストンの特定のアミノ酸がアセチル化されるとクロマチン繊維がほどけて、転写が起こりにくくなる。
- ③ ヒストンの特定のアミノ酸がアセチル化されるとクロマチン繊維が密に折りたたまれて、転写が起こりやすくなる。
- ④ ヒストンの特定のアミノ酸がアセチル化されるとクロマチン繊維が密に折りたたまれて、転写が起こりにくくなる。
- ⑤ ヒストンのアミノ酸がアセチル化されても、転写の促進や抑制には影響しない。

問22 細胞内の受容体と複合体を形成し、特定の遺伝子の発現を促進するものとして正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① インスリン                      ② アドレナリン                      ③ セロトニン
- ④ アセチルコリン                      ⑤ 糖質コルチコイド                      ⑥ 成長ホルモン

次ページ以降にも問題があります。

IV. 植物の光合成のしくみに関する次の記述を読み、問23～問29に答えなさい。

光合成では光エネルギーを利用して( a )を合成する。同時に水を分解して( b )を発生させ、( c )を有機物につくりかえる( ア )を行っている。つまり、光合成は( b )と有機物をつくり出すことによって地球上の生命を支えている。

光合成は( d )で進行する。その過程は、第一段階の光が直接関係する( e )で起こる反応と、第二段階の光が直接関係しない( f )で起こる反応に分けることができる。第一段階の反応には、二つの光エネルギーを吸収する反応系がある。光エネルギーが光合成色素に吸収されると反応中心である( g )に集められ、反応中心の( g )は活性化( g )となって電子を放出する。活性化( g )から放出された電子は( イ )の系を経て( ウ )の系に渡され、最終的に還元型補酵素( h )が生産される。また、光化学系の電子伝達と連動して( a )が合成される。第二段階の反応では、第一段階で生産された( a )と( h )を利用した( エ )回路が循環し、( c )が糖に取り込まれて( ア )が行われる。

問23～問26 文中の a (問23), b (問24), c (問25), h (問26)に入る語として正しいものはどれか。次の①～⑨のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- |                   |                   |                     |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| ① H <sub>2</sub>  | ② N <sub>2</sub>  | ③ O <sub>2</sub>    |
| ④ OH <sup>-</sup> | ⑤ CO <sub>2</sub> | ⑥ ADP               |
| ⑦ ATP             | ⑧ NADPH           | ⑨ NADP <sup>+</sup> |

問27 文中のd～gに入る語の組合わせとして正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

	d	e	f	g
①	葉緑体	グラナ	チラコイド	キサントフィル
②	葉緑体	グラナ	チラコイド	クロロフィル
③	葉緑体	チラコイド	ストロマ	キサントフィル
④	葉緑体	チラコイド	ストロマ	クロロフィル
⑤	葉緑体	ストロマ	グラナ	キサントフィル
⑥	葉緑体	ストロマ	グラナ	クロロフィル
⑦	ミトコンドリア	クリステ	マトリックス	キサントフィル
⑧	ミトコンドリア	マトリックス	クリステ	キサントフィル
⑨	ミトコンドリア	クリステ	マトリックス	クロロフィル
⑩	ミトコンドリア	マトリックス	クリステ	クロロフィル

問28 文中のア～エに入る語の組合わせとして正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	窒素同化	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ	カルビン・ベンソン
②	窒素同化	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ	カルビン・ベンソン
③	窒素同化	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ	クエン酸
④	窒素同化	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ	クエン酸
⑤	炭酸同化	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ	カルビン・ベンソン
⑥	炭酸同化	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ	カルビン・ベンソン
⑦	炭酸同化	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ	クエン酸
⑧	炭酸同化	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ	クエン酸

問29 次図は光合成色素の吸収スペクトルと光合成の作用スペクトルの一例を示したものである。図中のX～Zに入る色の組合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

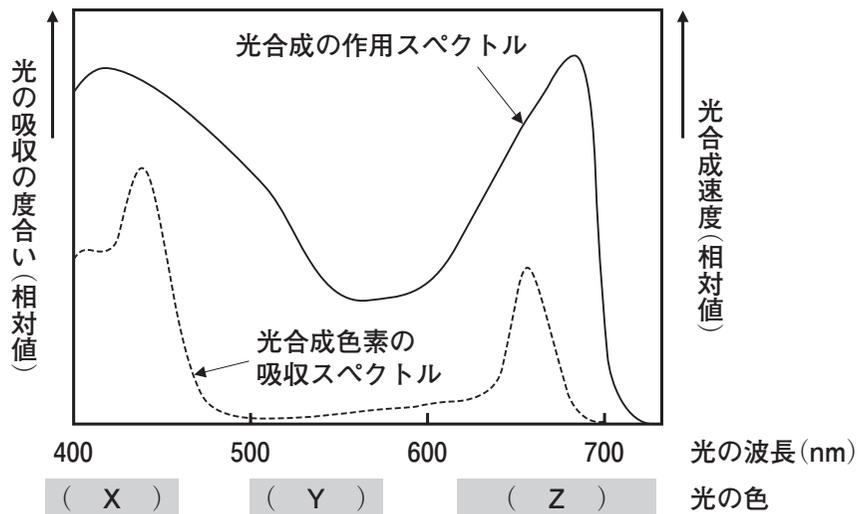


図 光合成色素の吸収スペクトルと光合成の作用スペクトルの一例

- |   | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| ① | 赤 | 緑 | 紫 |
| ② | 紫 | 赤 | 緑 |
| ③ | 緑 | 赤 | 紫 |
| ④ | 赤 | 紫 | 緑 |
| ⑤ | 紫 | 緑 | 赤 |
| ⑥ | 緑 | 紫 | 赤 |