

令和 6 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 10	4
化 学	11 ～ 20	5
生 物	21 ～ 30	5
地 学	31 ～ 41	4

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。
受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

生 物

1 次の文章 A と B を読んで、問 1 ～ 6 に答えなさい。(配点 20)

A タンパク質は数多くのアミノ酸が直鎖状に結合したポリペプチドでできている。ポリペプチドはシステインの側鎖間で作られるジスルフィド結合や、アミノ酸の側鎖間における相互作用などによって複雑に折りたたまれ、それぞれのタンパク質に特有な^①立体構造をとる。タンパク質を酸性やアルカリ性などの極端な条件に置くと、立体構造が壊れる場合がある。この現象はタンパク質の変性とよばれ、タンパク質が酵素である場合、変性により する。一方、細胞内では変性したタンパク質に結合し、正常に折りたためるように補助する役割をもつタンパク質として がある。

一般的に酵素は特定の物質のみに作用する。この性質を酵素の基質特異性という。基質は酵素の活性部位に結合する。酵素反応において、阻害物が活性部位以外の酵素の部位に結合して酵素活性を抑制する反応を 的阻害、活性部位に結合して抑制する反応を 的阻害という。ある基質から、何段階かの酵素反応を経て作られる生成物が、その生成にかかわる酵素のはたらきを調節することをフィードバック調節という。酵素活性を抑制する^②負のフィードバック調節にはアロステリック酵素がかかわっている。

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 酵素反応についての説明で、以下の(a)～(f)の中から誤った記述を 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) ATP 合成酵素は、水素イオンの濃度勾配を利用して ATP を合成するミトコンドリアの膜タンパク質である。
- (b) 基質濃度が酵素濃度に比べて十分に高いとき、酵素濃度を半分にすると、反応速度も半になる。
- (c) 酵素には、その酵素活性に補酵素とよばれる低分子化合物を必要とするものがある。
- (d) 酵素の最適 pH について、小腸ではたらくトリプシンは pH8 付近、胃ではたらくペプシンは pH2 付近、だ液アミラーゼは pH7 付近である。
- (e) 酵素は活性化エネルギーを増加させる触媒として化学反応を促進する。
- (f) だ液アミラーゼはマルトースを分解できず、マルターゼはデンプンを分解できない。

問 3 下線部①に関して、タンパク質の構造は、一次から四次までの4つの階層に分類される。これらの構造について、各々の特徴がわかるように簡潔に説明しなさい。

問 4 下線部②に関して、負のフィードバック調節が必要とされる理由を簡潔に説明しなさい。

B 核酸には、DNA と RNA があり、それらの構成単位はヌクレオチドである。ヌクレオチドは、五炭糖、塩基、リン酸が1分子ずつ結合したものである。DNA と RNA ではヌクレオチドを構成する糖の種類が異なり、DNA を構成するヌクレオチドの糖は で、RNA を構成するヌクレオチドの糖は である。

DNA の情報に基づき、生体内で実際にはたらくタンパク質などの機能分子が合成されることを遺伝子 という。真核生物では、核内で DNA 配列が mRNA 前駆体へと転写され、さらにスプライシングを受けて mRNA となる。mRNA は核から細胞質へ移動し、リボソーム上でタンパク質へと翻訳される。翻訳されたタンパク質はそのまま細胞質で機能するか、タンパク質の種類によっては という特定のアミノ酸配列があり、この行き先の情報にもとづいて、特定の細胞小器官へと輸送され、あるいは細胞外へと分泌され機能する。

遺伝子 の調節は、例えばインスリンのような水溶性ホルモンが情報伝達物質である場合、^③インスリンが細胞膜表面のインスリン受容体に結合することを起点とし、細胞質での連鎖的な酵素反応を経て活性化された調節タンパク質が細胞質から核内へ移行し、特定の遺伝子の転写を調節することで行われる。

問 5 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 6 下線部③に関して、糖質コルチコイドのような脂溶性ホルモンが情報伝達物質である場合の調節について 90 字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

人間の体は、病原体の侵入を防いだり、あるいは侵入した病原体を排除する生体防御のしくみをいくつももっている。はじめに機能する防御機構は、体外の環境から異物や病原体の侵入を物理的に防いでいる皮膚や **ア** などのバリアである。病原体によってこれらが突破されると、様々な器①官・組織や細胞が連携した免疫応答が起こる。

イ や好中球は、食作用によって異物や病原体を取り込み分解する。また、ナチュラルキラー細胞は感染した細胞を攻撃して破壊する。このような反応により、感染局所が赤くなり、熱や痛み、腫れが生じることを **ウ** という。こうした自然免疫に対して、獲得免疫とよばれる免疫機構は関与する免疫細胞の種類によって体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。体液性免疫では、B細胞から分化した **エ** 細胞が作る抗体により病原体を除去しようとする。抗体を作る遺伝子は複②数の遺伝子断片に分かれ、それらが集団を作って並んでいる。それぞれの集団から1つずつ遺伝子断片が選択され再構成されることで1つの抗体を作っている。病原体を認識して活性化された免疫細胞の一部は、記憶細胞③として体内に長期間残る。

問1 文中の **ア** ～ **エ** に適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①に関して、リンパ節の大きさは通常は小さいが、何らかの病原性のある細菌が感染した場合、皮膚の上から触って肥大したリンパ節を確認することができる。この理由を、リンパ節の機能から100字以内で説明しなさい。

問3 下線部②に関して、こうした複雑なしくみが必要な理由を、80字以内で説明しなさい。

問4 下線部③に関して、記憶細胞に含まれる細胞を以下の(a)～(e)の中から2つ選び、記号で答えなさい。

- (a) ヘルパーT細胞 (b) キラーT細胞 (c) 樹状細胞 (d) 好中球 (e) 単球

問5 異常な免疫反応や、免疫機能の欠陥に起因した疾患に関して、以下の(a)～(e)の中から正しい記述を1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 花粉症の発症には、マスト細胞が産生するIgEが関与する。
(b) 予防接種では弱毒化または死滅した病原体や毒素を接種するため、ワクチンに対してアレルギー反応が起こることはない。
(c) アレルゲンが体内に入ることによって、急激な血圧低下や呼吸困難などの症状が全身的に現れることをアナフィラキシーショックという。
(d) ツベルクリン反応とは、自己免疫疾患の診断法の1つである。
(e) ヒト免疫不全ウイルスはヘルパーT細胞に感染して、これを活性化する。

3 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

神経からの興奮を受けて反応をおこす器官を という。多くの動物では筋肉をはじめとした、いろいろな がはたらいっている。手足などの骨格と結びついた骨格筋を顕微鏡で見ると、明るく見える明帯と暗く見える暗帯がある。このような筋肉を横紋筋という。骨格筋は、多数の細胞が融合した筋繊維という巨大な多核細胞の束でできている。筋繊維の内部には筋原繊維とよばれる細い繊維状の構造が多数並んでいる。

骨格筋の筋原繊維は、おもに と という2種類のタンパク質から構成されている。 は細いフィラメントの主成分で、 は太いフィラメントの主成分である。これらのフィラメントは、筋原繊維の長軸にそって並んでいる。筋原繊維は、Z膜とよばれる網目状のタンパク質複合体で仕切られている。あるZ膜からとなりのZ膜までの構造が筋肉の収縮のためのサルコメアとよばれる基本構造である。

末梢神経系のうち、骨格筋は 神経系に支配されており、意思によって収縮させることのできる随意筋である。胃や腸などの消化管壁の筋肉は平滑筋といい、紡錘形をした細胞が集まってできている。平滑筋は 神経系に支配されており、意思によって収縮させることのできない不随意筋である。

問1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問2 以下の文(a)～(d)は、骨格筋が収縮にいたるまでの過程を述べたものである。(a)～(d)を時間経過の早い順に左から記号で答えなさい。

- (a) 筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。
- (b) 筋繊維の細胞膜で活動電位が発生し、その興奮は膜全体に伝わる。
- (c) ニューロンの軸索の末端まで信号が達し、シナプス小胞内にある神経伝達物質であるアセチルコリンが放出される。
- (d) トロポミオシンの立体構造が変化する。

問3 文中下線部について、骨格筋が弛緩しているときと収縮しているときのサルコメアをそれぞれ模式的に図示し、構造上の違いを50字以内で説明しなさい。図中にZ膜、太いフィラメント、細いフィラメント、明帯、暗帯をすべて明示すること。

問 4 ヒトの筋肉について述べた以下の(a)~(d)の中から正しい記述を1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 血管の筋肉は、骨格筋の一種である。
- (b) 平滑筋細胞は、多核である。
- (c) 心臓の筋肉は、横紋筋からなる。
- (d) 舌の筋肉は、平滑筋からなる。

問 5 カエルの筋肉を取り出し、引き伸ばして割りばしに固定した。これを 50 %グリセリン水溶液に浸し、冷蔵庫で数日間置いてグリセリン筋を作った。グリセリン筋を生理的塩類溶液で洗浄し、長さ数 cm、太さ 1 mm 程度にほぐした。新鮮な筋肉を取り出して ATP 溶液をかけても収縮しなかったが、グリセリン筋に ATP 溶液をかけると収縮した。筋繊維はグリセリン水溶液に浸されたことでどのように変化したか、80 字以内で説明しなさい。

4 次の文章 A と B を読んで、問 1 ～ 4 に答えなさい。(配点 20)

A DNA の塩基配列に突然変異が生じると、アミノ酸の種類や配列に変化が起こりタンパク質の種類や性質が変わる。この変異が生殖細胞に起こると子孫に受け継がれ、生物の進化の要因となる。進化が進む中で、アミノ酸の置換が累積する場合、近縁種間ではアミノ酸配列の違いが少ないのに対して、関係が遠い種間ではその違いが大きくなる。アミノ酸の置換は、種が分かれてからの時間に比例して蓄積するという性質があり、時を刻む時計のようにほぼ一定の速度で進むことから、ア という考え方が生まれた。

生物の分類において、カール・フォン・リンネは、生物の似た種をグループにまとめ、それらのグループをさらに集めて上位のグループにして階級にまとめる分類体系をつくった。その後、さらに上位の階級が設けられ、現在では、下位から順に、種、イ，ウ，目，綱，門，界という階級が使われている。さらに、カール・リチャード・ウーズは ア の概念に従って、界より上位の分類群として、生物全体を エ，オ，真核生物の 3つのドメイン ^① に大別する説を提唱した。

問 1 文中の ア ～ オ に適切な語句を答えなさい。エ と オ は順不同。

問 2 下線部①について、真核生物に対して エ と オ は原核生物とよばれる。原核生物にはみられないが、真核生物にみられる核以外の細胞小器官を 2 つ答えなさい。

B ウイルスが進化する過程において、感染した個体の免疫から回避する機構についても、突然変異で説明される。すなわち、感染個体の体内では、遺伝子に多様性を持ったウイルスの集団(ウイルス準種)として存在していて、その中で環境により適したものが生き残る。この考え方を 説という。一方、ウイルス遺伝子の変異の多くは、生存に有利でも不利でもなく、遺伝的浮動によって集団内に定着する場合がある。この考え方を 説という。

レトロウイルスは RNA を遺伝子として持ち、ヒトの遺伝子のうち数 %はレトロウイルスの遺伝子によく似た塩基配列であることが分かっている。これを内在性レトロウイルスという。ヒトの内在性レトロウイルスは、レトロウイルスの遺伝子がヒトの生殖細胞の遺伝子に組み込まれ、共進化^②により子孫に受け継がれてきたものと考えられている。

問 3 文中の と に適切な語句を答えなさい。

問 4 下線部②について、レトロウイルスがヒトの遺伝子に組み込まれた際にはたらいだ酵素名を答えなさい。

5 次の文章 A と B を読んで、問 1 ～ 4 に答えなさい。(配点 20)

A 被子植物の花では、おしべの葯の中で花粉が作られる。この葯の中では、花粉母細胞が減数分裂により となる。その後、 は不均等な細胞分裂によって花粉管細胞とその中にある となる。成熟した花粉は、めしべの柱頭に付着・発芽すると、胚珠の方向に花粉管を伸ばす。花粉管内では が分裂し、2 個の となる。花粉管が珠孔に達すると、2 個の のうち 1 個が と受精して受精卵となり、残りの 1 個は中央細胞と融合して胚乳細胞となる。このような被子植物に特有な現象は とよばれる。

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 文中下線部の胚乳細胞からは胚乳が生じるが、この過程は植物によって異なっている。無胚乳種子を作る植物を下記の(a)～(e)の中から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) イネ (b) ダイズ (c) ソラマメ (d) トウモロコシ (e) カキ

B 多くの被子植物では両性花が形成され、同じ花の中で受粉および受精が起こる。この現象を自家受精という。しかし、同一個体で形成されたおしべとめしべを用いて受粉しても、花粉の発芽、花粉管の伸長、胚珠の受精など、いずれかの過程で停止し、結果として受精に至らない場合がある。この現象を自家不和合性という。自家不和合性を支配する遺伝子は、 S 遺伝子と名付けられており、 S 遺伝子には複数の対立遺伝子($S1, S2, S3, S4 \cdots S_n$)が存在する。

自家不和合性は、めしべの S 遺伝子の遺伝子型と花粉のもつ S 遺伝子型が同じであった場合に起こる。たとえば、 $S1S2$ の遺伝子型をもつ親が作る花粉は $S1$ か $S2$ のどちらかの S 遺伝子をもつが、 $S1S2$ 遺伝子型の親が作るめしべには $S1$ と $S2$ の両方の対立遺伝子が存在する。そのため、 $S1S2$ の遺伝子型をもつめしべに、 $S2S3$ の遺伝子型をもつ親が作った花粉を交配すると、 $S2$ 遺伝子をもつ花粉はめしべに $S2$ 遺伝子があるため、受精まで至らず、花粉管伸長が途中で停止される。しかし、 $S3$ の遺伝子をもつ花粉はめしべの S 遺伝子型とは異なるため、正常に受精に至る。

問 3 図のように自家不和合性を示す植物間の交配実験を行った。左側はめしべを作る親の S 遺伝子型を、右側は花粉を作る親の S 遺伝子型を示している。 ～ にあてはまる遺伝子型を答えなさい。

～ の遺伝子型はすべて異なる。また、 と は順不同。

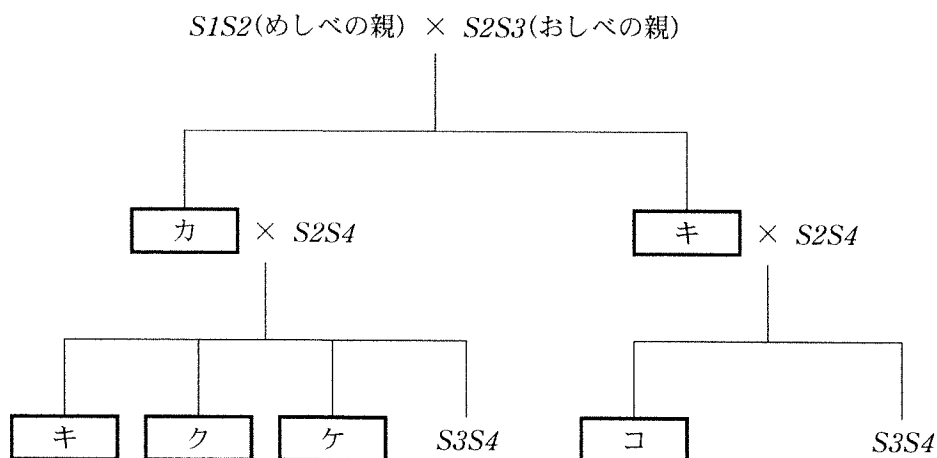


図 自家不和合性を示す植物間の交配実験

問 4 S 遺伝子には自家稔性を支配する対立遺伝子(Sf 遺伝子)も存在する。自家稔性とは、一方の配偶子に自家稔性遺伝子 Sf を一つでももつと、もう一方の配偶子の遺伝子型には関係なく、受精が起こることである。つまり、自家稔性遺伝子 Sf をもつめしべはどの遺伝子の花粉が受粉されても受精が起こり、 Sf 遺伝子をもつ花粉はめしべの遺伝子型にかかわらず、花粉管が伸長し受精に至る。そのため、自家稔性遺伝子 Sf をもつ個体は自家和合となる。

自家稔性遺伝子 Sf をもつ親(遺伝子型は $S1Sf$)をもちいて、以下の(1)~(3)の交配実験を行った。交配によってえられる雑種個体の自家和合と自家不和合の割合について、 ~ に入る適切な比を、例にならって個体数のままで答えなさい。ただし、 S 遺伝子について優劣関係はないものとする。

(例 3 : 0, 3 : 3)

(1) 自家不和合性遺伝子型が $S2S3$ である品種のめしべに $S1Sf$ の遺伝子型をもつ品種の花粉を交配した場合

自家和合 : 自家不和合 =

(2) 自家不和合性遺伝子型が $S1S3$ である品種のめしべに $S1Sf$ の遺伝子型をもつ品種の花粉を交配した場合

自家和合 : 自家不和合 =

(3) 自家不和合性遺伝子型が $S2Sf$ である品種のめしべに $S1Sf$ の遺伝子型をもつ品種の花粉を交配した場合

自家和合 : 自家不和合 =