

2023年度 理 科

医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

- ④⑥ 物理(1～6 ページ)
 ④⑦ 化学(7～17 ページ) 問 題 冊 子
 ④⑧ 生物(18～31 ページ)

注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕 大阪〔12〕 佐賀〔13〕 長崎〔14〕 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

A の解答が佐賀の場合 → (17)
 B の解答が東京の場合 → (19)
 C の解答が大阪の場合 → (21)

例 2. 〔語群〕が一桁で(1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

a の解答が大学の場合 → (51)
 b の解答が小学校の場合 → (52)
 c の解答が中学校の場合 → (53)

④ 生 物

〔Ⅰ〕 タンパク質の構造と機能に関する次の文章を読み、問１～問７に答えよ。

タンパク質は、多数のアミノ酸がつながった（イ）からなり、そのアミノ酸配列を一次構造と呼ぶ。（イ）は構成するアミノ酸の種類や配列によって部分的に 特徴的な立体構造をとることが多く、このような立体構造を二次構造と呼ぶ。^(a)さらに、（イ）が折りたたまれた全体の構造を三次構造と呼ぶ。三次構造は溶液中の pH や塩濃度、温度などの影響を受けながら決定される。タンパク質によっては複数の（イ）が組み合わさって四次構造を形成するものもある。また、タンパク質が正しく機能するように、これらの立体構造の形成を助けるタンパク質もある。^(b)

タンパク質の一種であるリゾチームは、細菌の細胞壁を構成する多糖類を切断し、殺菌する酵素である。基質である 多糖類は、リゾチームの立体的なくぼみ^(c)に結合することで切断を受ける。リゾチームの機能について詳しく知るため、以下の【実験１】から【実験３】を行なった。

【実験１】

濃度一定のリゾチーム溶液と、リゾチームの基質となる様々な濃度の多糖類 A 溶液を準備した。最適温度および最適 pH の条件下で、リゾチーム溶液と多糖類 A 溶液を等量ずつ混合し、反応溶液中における酵素基質複合体の生成量（複合体の量）をそれぞれ測定して、その結果を図１のグラフに示した。グラフの縦軸は複合体の量を、横軸は反応溶液中における多糖類 A とリゾチームのモル比を表す。

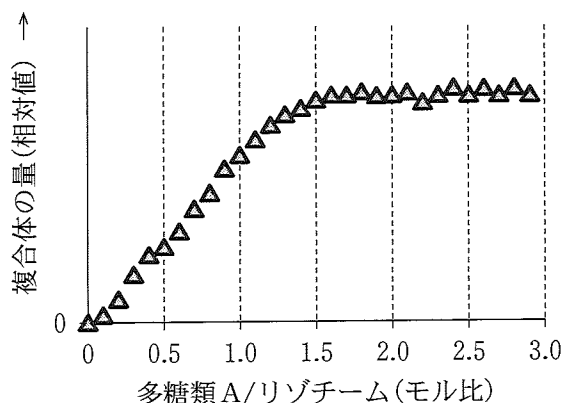


図 1

【実験 2】

濃度一定の多糖類 A 溶液と、様々な濃度のリゾチーム溶液を準備した。最適温度および最適 pH の条件下で、多糖類 A 溶液とリゾチーム溶液を等量ずつ混合し、反応溶液中の複合体の量をそれぞれ測定した。混合と測定は、リゾチーム濃度がゼロの条件から始め、最終的に反応溶液中の多糖類 A とリゾチームのモル比が 1.0 になるまで行なった。

【実験 3】

リゾチーム溶液をあらかじめ 100℃ で 10 分間加熱し、ゆっくり室温まで戻した後に多糖類 A 溶液を混合してリゾチームの酵素活性の有無を検討した。その結果、リゾチームの酵素活性はみられなかった。

問 1 文中の(イ)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)に関連して、タンパク質の二次構造を形成する際に最も重要な分子内の結合様式を答えよ。

問 3 下線部(b)のようなタンパク質の総称を何と呼ぶか。

問 4 下線部(c)に関連して、酵素はそれぞれ特定の物質だけに作用する性質をもつ。この性質を特に何と呼ぶか。

問 5 【実験 1】の操作と図 1 のグラフから、推察できることとして誤っているものはどれか。次の(1)～(4)から 1 つ選び、番号で答えよ。

- (1) リゾチームと多糖類 A の結合比は 1 対 1 ではない。
- (2) 多糖類 A よりもリゾチームの分子数が多い条件では、複合体の量は直線的に増える。
- (3) 反応溶液の pH を上げると、複合体の量はさらに増える。
- (4) リゾチーム溶液の最初の濃度を高くすると、複合体の量はさらに増える。

問 6 縦軸を複合体の量，横軸をリゾチーム濃度として【実験 2】の結果をグラフにしたとき，下の図 2 に描かれた線(1)～(4)のうち最も適切なものはどれか。1 つ選び，番号で答えよ。

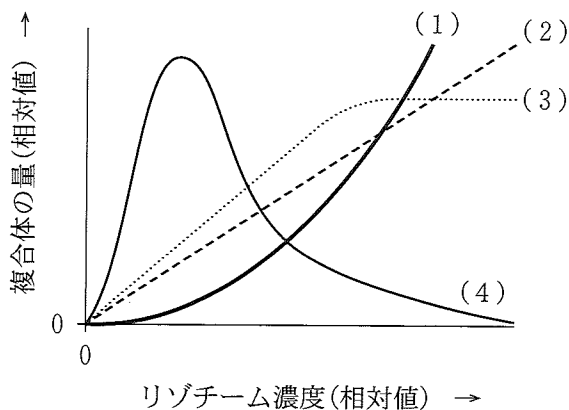


図 2

問 7 【実験 3】において，多糖類 A の切断がみられなくなったのはなぜか。考えられる理由を 20 字以内で答えよ。

〔Ⅱ〕 ヒトの免疫応答に関する次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えよ。

ヒトは、自然免疫で排除できなかった病原体に対して、B 細胞や T 細胞による適応免疫(獲得免疫)という生体防御機構で対応する。B 細胞は(イ)で分化し、T 細胞の前駆細胞は(イ)から(ロ)に移動し、増殖・分化して多様性^(a)に富む成熟した T 細胞になる。

適応免疫には、細胞性免疫と(ハ)免疫がある。細胞性免疫において、ヘルパー T 細胞は抗原提示細胞の表面にある主要組織適合抗原複合体(MHC)^(b)に提示された異物(抗原)を認識して活性化・増殖し、同じ抗原を認識したキラー T 細胞の活性化を促す。活性化したキラー T 細胞は増殖したのち、同一の抗原を提示した感染細胞を攻撃する。また、マクロファージは抗原提示を受けたヘルパー T 細胞により活性化され、食作用によって異物や感染細胞を排除する。

(ハ)免疫では、抗原提示を受けて増殖したヘルパー T 細胞が、同じ抗原を認識した B 細胞を活性化する。活性化された B 細胞は形質細胞へと分化し、抗体^(c)を産生する。抗体と結合した抗原は、最終的にマクロファージなどの食作用によって排除される。これらの適応免疫で活性化した B 細胞や T 細胞の一部は免疫記憶のために残され、再び同じ病原体が感染した時に活性化する。^(d)

免疫応答は生体において重要な役割を果たしているが、いったん異常がおこると、身体に対して様々な病気を生じる。B 細胞や T 細胞が自己の成分に反応して免疫反応を引き起こす自己免疫疾患^(e)や、免疫機能が低下した状態となる免疫不全症などがある。

問 1 文中の(イ)～(ハ)に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)に関連して、T 細胞の成熟過程において自己抗原と強く反応するものは、アポトーシスにより死滅して排除されるため、原則として自己抗原に対しては免疫反応がおこらない。この状態を何と呼ぶか。

問 3 下線部(b)に関連して、ヒトの MHC 分子は他人と一致する確率が非常に低く、一致しない他人の臓器を移植すると、非自己と認識され拒絶反応をおこす。ヒトのある集団において、MHC 分子の対立遺伝子 X の遺伝子頻度が 0.25 であるとき、ハーディ・ワインベルグの法則に従うとすると、対立遺伝子 X の遺伝子型がホモ接合体となる個体の頻度は何%となるか。少数点第二位を四捨五入し、**解答欄 I** に数字で答えよ。また、対立遺伝子 X の遺伝子型がホモ接合体の個体の臓器をこの集団に移植した場合、何%の個体に MHC 分子の不一致による拒絶反応がおきると考えられるか。少数点第二位を四捨五入し、**解答欄 II** に数字で答えよ。なお、ヘテロ接合体では MHC 分子の不一致による拒絶反応は示さないものとする。

問 4 下線部(c)に関連して、抗体(免疫グロブリン)は H 鎖と L 鎖がそれぞれ 2 本ずつ結合した構造をしており、それぞれに定常部および可変部と呼ばれる領域が存在する(図 1)。ヒト免疫グロブリン遺伝子において、H 鎖の可変部は 3 つの遺伝子領域からなり、L 鎖の可変部は 2 つの遺伝子領域からなる。それぞれの遺伝子領域の中に、さらに多数の遺伝子断片が存在し、これらの遺伝子断片が各遺伝子領域から 1 個ずつ選択されて組み合わせられることで、多様な抗体がつくられる。

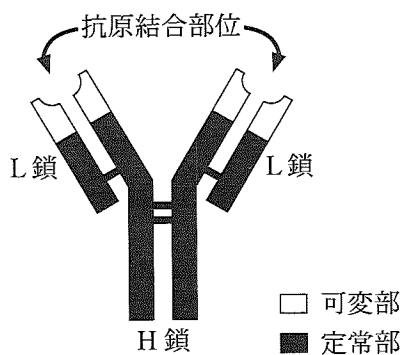


図 1

L 鎖の可変部の再編成により、320 通りの L 鎖ポリペプチドが考えられる場合、H 鎖の可変部の 3 つの領域の遺伝子断片がそれぞれ 40 個、25 個、および 6 個とすると、組み合わせによって何種類の抗体ができるかを求め、数字で答えよ。

問 5 下線部(d)に関連して、免疫記憶が関係しないものを次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 生体にあらかじめ病原体由来の抗原を接種することで、後にその病原体に感染した際は、迅速に免疫反応を誘導することができる。
- (2) 毒ヘビに咬まれた際は、ヘビ毒由来の抗原をウサギや馬に接種して得られた抗血清を投与することで、ヘビ毒を無害化することができる。
- (3) マウス個体 A の皮膚片を、白血球の型が異なるマウス個体 B に移植するとしばらくして移植片が脱落した。さらにもう1度移植すると、1回目よりも早く脱落した。
- (4) 過去にスズメバチに刺された人が再びスズメバチに刺されると、急速かつ重いアレルギー症状になることがあり、非常に危険である。

問 6 下線部(e)に関連した説明として誤っているものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 関節リウマチは、自己の関節組織を抗原として認識し、攻撃してしまう疾患である。
- (2) I型糖尿病は、すい臓のランゲルハンス島 A 細胞を抗原として認識し、攻撃して排除してしまう疾患である。
- (3) 多発性硬化症は、自己の神経細胞の成分を抗原として発症する疾患である。
- (4) 重症筋無力症は、自己の神経細胞から筋細胞への接合部の受容体を抗原として発症する疾患である。

〔Ⅲ〕 ヒトの体内環境の調節に関する次の文章を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。

ヒトは寒冷刺激を受けると、皮膚の冷点から感覚神経を介して視床下部へとその情報が伝わる。視床下部の反応の一部として、その情報は視床下部から 交感神経^(a)を介して立毛筋と皮膚の血管の収縮により(イ)を減少させるとともに、(ロ)からアドレナリンを分泌させ、(ハ)を増大させる。また、内分泌系では視床下部から分泌された甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンが脳下垂体前葉を刺激し、甲状腺刺激ホルモンの分泌を促進する。甲状腺刺激ホルモンの刺激により、甲状腺から甲状腺ホルモンである(ニ)が血液中に分泌され、その代謝促進作用により(ハ)を増大させる。分泌された甲状腺ホルモンの血中濃度が高くなる^(b)と、これが刺激となって視床下部や脳下垂体前葉に作用し、分泌されるホルモンの量が調節される^(c)。このようなしくみは、体内環境の調節に重要な役割を果たしており、また視床下部、脳下垂体や甲状腺など内分泌系の疾患の診断にも役立つ。

問 1 文中の(イ)～(ニ)に当てはまる適切な語句を、下の(1)～(7)より選び、番号で記入せよ。

- | | |
|-----------|--------------|
| (1) 副腎髄質 | (2) 鉱質コルチコイド |
| (3) 水の再吸収 | (4) 放熱量 |
| (5) 副腎皮質 | (6) チロキシン |
| (7) 発熱量 | |

問 2 下線部(a)に関連して、以下の表に示す体の部位や機能(I)～(III)において、交感神経の刺激はどのようにはたらくか。交感神経刺激による作用の欄に挙げられた2つの選択肢のうち、いずれか適切な方を選択して解答欄Ⅰ～解答欄Ⅲにそれぞれ記入せよ。

体の部位や機能		交感神経刺激による作用	
I	瞳 孔	縮 小	拡 大
II	心臓の拍動	促 進	抑 制
III	気管支	収 縮	拡 張

問 3 下線部(b)のしくみは何と呼ばれるか。解答欄Ⅰに適切な語句を記入せよ。また、甲状腺ホルモンと同様に血糖濃度の上昇にはたらくステロイドホルモンの名称を解答欄Ⅱに記入せよ。

問 4 下線部(c)に関連して、ヒトの体内環境は、刺激等により変化したとき、もとに戻ろうとする性質をもつ。これについて下記の(1)～(4)のうち、正しいものを1つ選び番号で答えよ。

- (1) 血液中の二酸化炭素濃度が上昇すると、副交感神経の刺激により心拍数が増加する。
- (2) 血糖濃度は自律神経とホルモンのはたらきによって、おおむね1%になるよう調節されている。
- (3) 体液中の水分量が減少すると、脳下垂体後葉からバソプレシンが分泌され、集合管での水分再吸収促進により体液中の水分量が増加する。
- (4) 血液中のカルシウムイオン(Ca^{2+})濃度が上昇すると副甲状腺からパラトルモンが分泌され、骨の Ca^{2+} 溶出が抑制され、血液中の Ca^{2+} 濃度が低下する。

〔Ⅳ〕 動物の環境応答に関する次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

動物は、光や音、重力などの様々な刺激を受容器で受け取る。受容したそれらの刺激の情報は、神経細胞(ニューロン)から構成される神経系に伝わり、感覚の種類ごとに特定の神経回路によって情報処理されたのち、最終的に筋肉などの効果器へ伝えられて様々な反応を示す。

ヒトの神経系は、脳と脊髄からなる中枢神経系と、中枢神経系と体の各部をつなぐ(イ)神経系に大別される。ヒトの脳は 大脳・小脳・脳幹からなり、さらに脳幹は間脳・中脳・橋・延髄に分けられる。(イ)神経系は、機能によって体性神経系と(ロ)神経系に分けられる。体性神経系は反射や随意運動に関わり、受容器からの情報を中枢に伝える感覚神経と、中枢から骨格筋に情報を伝える運動神経からなる。(ロ)神経系は不随意運動に関わり、交感神経と副交感神経からなる。

動物の効果器である骨格筋は、筋繊維と呼ばれる多核の筋細胞からなり、その細胞質には多数の筋原繊維が存在する。運動ニューロンの興奮を受け取った筋細胞では、 Ca^{2+} が筋繊維中の(ハ)から細胞質に放出されてトロポニンと結合し、ミオシン頭部がアクチンに結合する。ミオシン頭部に結合した(ニ)の分解によって放出されたエネルギーを利用して、ミオシン頭部の構造が変化し、最終的にミオシンフィラメントの間にアクチンフィラメントが滑り込むことで筋収縮がおこる。運動神経の興奮がなくなると、 Ca^{2+} は能動輸送によって(ハ)へ取り込まれ、ミオシンフィラメントはアクチンフィラメントから離れて筋肉は弛緩する。

問 1 文中の(イ)～(ニ)に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)の構造および興奮の伝導に関する記述として、最も適切なものを次の(1)～(4)から 1 つ選び、番号で答えよ。

- (1) ニューロンは、多数の核をもつ多核細胞である。
- (2) 有髄神経繊維は、無髄神経繊維にくらべて興奮の伝導速度が大きい。
- (3) 無髄神経繊維の興奮は、ランビエ絞輪を跳躍するように伝導する。
- (4) 無脊椎動物の神経は、有髄神経繊維のみからなる。

問 3 下線部(b)に関連して,「呼吸運動・血液循環などの生命維持」,および「姿勢保持や眼球運動」を支配する中枢はそれぞれどこか。呼吸運動・血液循環などの生命維持については解答欄Ⅰに,姿勢保持や眼球運動については解答欄Ⅱに,下の(1)～(7)からそれぞれ1つ選び,番号で答えよ。

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 大 脳 | (2) 小 脳 | (3) 脳 梁 | (4) 間 脳 |
| (5) 中 脳 | (6) 橋 | (7) 延 髄 | |

問 4 図1は筋原繊維の模式図である。図中の(X)の名称を答えよ。

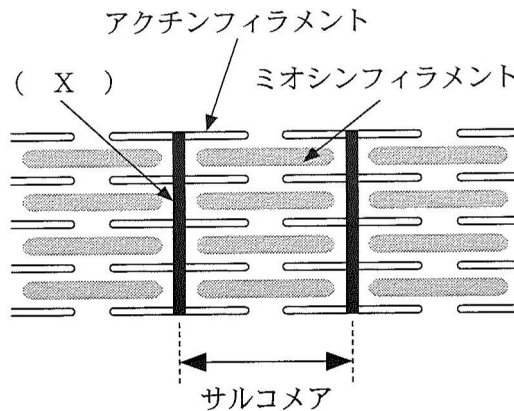


図1

問 5 図 2 は、サルコメアの長さ と 張力 と の 関 係 を 示 し た グ ラ フ で あ る 。 た だ し 、 ア ク チ ン フィ ラ メ ン ト 同 士 が 重 な る と 、 張 力 は 減 少 す る 。 こ の サ ル コ メ ア の 張 力 が 35 % の と き の 暗 帯 の 長 さ を 求 め よ 。 た だ し 、 単 位 は マ イ ク ロ メ ー ト ル (μm) と す る 。

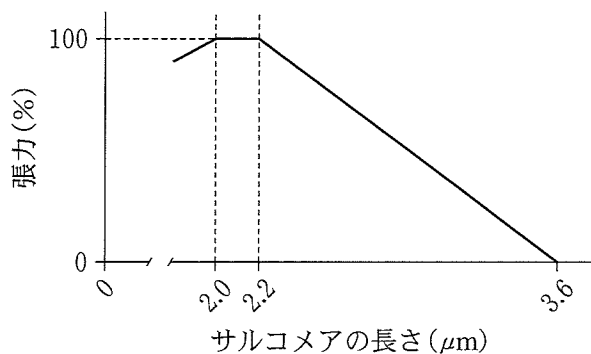


図 2

〔V〕 生物の進化に関する次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

生物の遺伝的性質が世代を経るにつれて変化していく現象を進化という。ウォレスとダーウィンは、自然選択^(a)により進化がおこるという学説を示した。その後、遺伝子や染色体の突然変異が、様々な形質の変化を引き起こすことが明らかとなった。突然変異が生殖細胞でおこると、それが子孫の個体に受け継がれ、集団内に広がっていく^(b)ことがある。さらに、環境条件が変化すると、それまでとは異なる個体の形質が有利になり、この形質をもつ集団が結果として生存に有利となる^(c)。

生殖細胞の減数分裂で生じる染色体突然変異のひとつとして、相同染色体間の塩基配列が同一の、または類似した部分でおこる染色体の乗換え^(d)がある。この乗換えによる進化の例として、ヒトの光受容に関わる緑色オプシン遺伝子の発生が挙げられる。ヒトの3種類のオプシン遺伝子のうち、赤色オプシン遺伝子と緑色オプシン遺伝子は塩基配列が類似しているだけでなく、染色体上で隣接している^(e)ことがゲノム解析より明らかとなっている。したがって、ヒトの緑色オプシン遺伝子は、乗換えによって1本の染色体上に赤色オプシン遺伝子が2つ生じ、さらにその片方が突然変異をおこして生じた^(f)と推測されている。これと同様の突然変異のしくみが、進化の過程で動物の体の複雑な形態や機能の出現を可能にした^(g)と考えられる。

問1 下線部(a)は生物の進化において、ある形質をもつ生物にはたらく自然の作用によっておこる。この様な変化を引き起こす要因を何と呼ぶか。

問2 下線部(a)に関連して、生物集団が地理的に隔離され、生殖隔離によって新たな種が生じる現象を何と呼ぶか。

問 3 下線部(b)に関連して、突然変異による DNA やタンパク質の変化の大部分は自然淘汰を受けず、また有利にも不利にもはたらかない。このような進化を何と呼ぶか。

問 4 下線部(c)に関連して、自然選択によって環境に適した形質をもつ集団になる進化を何と呼ぶか。解答欄Ⅰに答えよ。また、様々な環境で多数の系統に種分化する現象を何と呼ぶか。解答欄Ⅱに答えよ。

問 5 下線部(d)に関連して、乗換えがおこる際に、もともと同一染色体ができず多重になった部分と欠失した部分が別々に生じる現象を何と呼ぶか。

問 6 下線部(e)に関連して、これらのタンパク質を発現している視細胞の名前を答えよ。

問 7 下線部(f)に関連して、同一のゲノム内で同じ遺伝子が複数存在する現象を何と呼ぶか。

問 8 下線部(g)に関連して、脊椎動物で胚発生 of 初期において体の前後軸に沿って特有の器官を指定し、種間で相同性の高い DNA の塩基配列をもつ調節遺伝子群を何と呼ぶか。

