

平成 24 年度入学者選抜学力検査問題

# 理 科

(医 学 部)

科	目	頁	数
物	理 I・II	2 頁	～ 7 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 11 頁
生	物 I・II	12 頁	～ 18 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が、そこから二つを選択し、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 I・II

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

脊ついで動物は、神経系が受容器からの情報を集めて処理し、命令を効果器に伝えることにより、様々な環境に適応している。神経細胞は、核のある細胞体と2種類の突起(樹状突起と軸索)で構成されている。十分な強度の刺激を受けた神経細胞では細胞膜の内と外で電気的変化による興奮が起こり、<sup>(a)</sup>興奮が軸索を伝導することにより情報が伝わる。軸索の末端まで伝導した興奮は、接続部位である [ア] を経て次の神経細胞または効果器の細胞に伝わる。この時、軸索末端の内部に存在する多数の [イ] から神経伝達物質が放出され、次の神経細胞や効果器の細胞に興奮が伝達される。効果器を骨格筋として考えると、軸索末端に興奮が伝導すると [イ] から神経伝達物質である [ウ] が放出される。[ウ] は骨格筋細胞の細胞膜にある [エ] に結合し、骨格筋の収縮を引き起こす。

神経系の反応の1つとして、脊髄を中枢として起こる脊髄反射がある。足のひざを軽く打った時に足があがる [オ] <sup>(b)</sup>反射では、骨格筋中に存在する受容器である [カ] からの情報が [キ] 神経、次いで [ク] 神経に伝わり、骨格筋が収縮し足があがる。高温のヤカンに手のひらが触れ次の瞬間に手を引っ込める [ケ] 反射では、皮膚の受容器から [キ] 神経が情報を伝え、 [コ] 神経を経由し、 [ク] 神経が骨格筋を収縮させることで手が動く。

脊髄には様々な器官に分布する自律神経の一部も接続している。自律神経は大別すると神経Aと神経Bの2種類となる。神経Aは脊髄(胸髄と腰髄)から出ており、<sup>(c)</sup>神経Bは脳( [サ] および [シ] )と脊髄(仙髄)から出て効果器に分布する。神経Aと神経Bはしばしば同一の器官に分布して作用を及ぼし、<sup>(d)</sup>例えば胃の運動(ぜん動)を調節する。皮膚では主に神経Aが分布して体温の調節などに関与する。

問 1 文章中の空欄 [ア] から [シ] 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、神経細胞における細胞内電位の変化に関する以下の文章を読み、図 1 を参考に、下の問い(i)から(iii)に答えなさい。

神経細胞が興奮する前の状態では細胞外の電位を基準(0 mV)とすると、細胞内の電位は約 -50~-90 mV の電位に保たれている。(a)

刺激を受けた神経細胞では細胞内の電位が約 40 mV に急上昇する。(i)

この電位変化は一時的で、すぐに細胞内の電位は急降下し、最終的には興奮前の状態にもどる。(ii) 細胞内電位の維持と変化は、細胞膜に分布するタンパク質による 1 価の陽イオンの細胞内から細胞外へ、あるいは細胞外から細胞内への移動による。下線部と図中の(a)、(i)および(ii)はそれぞれ対応している。

(i) (a)の電位維持に関与するタンパク質を 2 種類答えなさい。さらに、その際、移動するイオンと移動の方向について、それぞれのタンパク質ごとに簡潔に説明しなさい。

(ii) (i)の電位変化に関与するタンパク質を 1 種類答えなさい。さらに、その際、移動するイオンと移動の方向について簡潔に説明しなさい。

(iii) (ii)の電位変化に関与するタンパク質を 1 種類答えなさい。さらに、その際、移動するイオンと移動の方向について簡潔に説明しなさい。

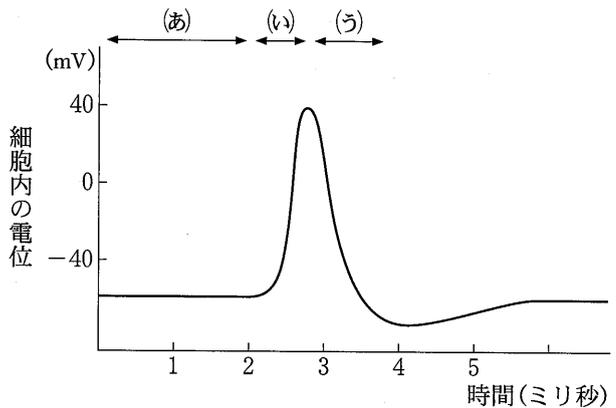


図 1

問 3 下線部(b)について、図 2 に脊髓と脊髓神経の断面を示す。図中の矢印が示す構造①から④の名称をそれぞれ答えなさい。

問 4 下線部(c)について、

(i) 神経 A と神経 B は何か、神経の種類をそれぞれ答えなさい。

(ii) 神経 A と神経 B が効果器に興奮を伝達する際の神経伝達物質は何か、それぞれ答えなさい。

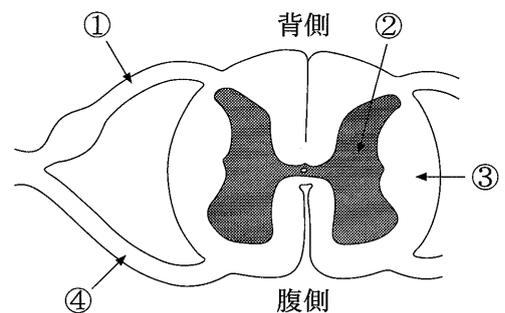


図 2

問 5 下線部(d)について、

(i) 神経 A が興奮した時、胃の運動はどの様に変化するか答えなさい。

(ii) 哺乳類や鳥類において、神経 A は寒冷時に体温を保つために皮膚に分布する効果器をどの様に調節するか、2 つ答えなさい。

問 6 脊ついで動物の組織や器官は 3 種類の胚葉に由来する。以下の組織や器官①から④はどの胚葉に由来するか、それぞれ答えなさい。

① 脊 髄

② 骨格筋

③ 皮膚表皮(皮膚の上皮組織)

④ 胃粘膜上皮(胃の上皮組織)



- (iii) 4つの遺伝子A, B, CおよびDが同じ連鎖群に属している。これらの遺伝子間の組換え価を調べたところ、B—C間において19.5%, A—D間において7.6%, A—B間において9.6%であった。これら4つの遺伝子の染色体上の配列を

A — ア — イ — ウ

とする時、ア、イ、ウは遺伝子B, C, Dのいずれに相当するか答えなさい。さらに、C—D間の組換え価を推定しなさい。

- (iv) 組換え価から求めた遺伝子間の距離は実際の距離と異なることがある。この主な原因を1つ答えなさい。

問 6 下線部(e)について、まれな対立遺伝子tはSTS遺伝子の突然変異によって生じたと考えられる。放射線は遺伝子に突然変異を起こす原因の1つであるが、医療現場で有効利用されている。その利用例を2つ答えなさい。

問 7 下線部(f)について、Xg血液型陰性で魚鱗癬を発症している父親に、Xg血液型陽性で魚鱗癬を発症していない娘がいる。この娘の父親および母親由来X染色体上の、XGとSTS遺伝子における対立遺伝子を、それぞれのX染色体ごとに答えなさい。

問 8 問7の文章中の下線部について、組換えが起こることも考慮して、この娘から生まれる子について以下の(i)から(iii)を計算しなさい。なお、答えは分数で表わしなさい。

- (i) 子が男子の場合、Xg血液型陽性で魚鱗癬となる確率
- (ii) 子が魚鱗癬の男子の場合、Xg血液型陽性となる確率
- (iii) 子の父親がXg血液型陽性の場合、子がXg血液型陰性となる確率

問 9 下線部(g)について、

- (i) カルシウムイオンは、その他の因子と協同して、血液凝固において重要なはたらきをする。このカルシウムイオンのはたらきを簡潔に説明しなさい。
- (ii) 血液を採取・保存する際、血液が凝固しないようにクエン酸ナトリウムをくわえる場合がある。このクエン酸ナトリウムのはたらき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。

核酸はリン酸、糖と塩基の化合物である ア を単位とした繰り返し構造を持つ直鎖状の高分子であり、DNA と RNA に分類される。DNA は遺伝子の本体であり、2本の鎖が並んでねじれた二重らせん構造をしている。DNA の ア の並び方は生物種に固有の遺伝情報といえるが、DNA を構成する4種類の ア はリン酸と糖が共通であるものの塩基は異なっていることから、遺伝情報は塩基の並び方、すなわち、塩基配列として表すことができる。真核生物のDNAに塩基配列として蓄えられた遺伝情報は イ と呼ばれる酵素のはたらきによっていったんRNAに写し取られるが、すみやかに不要な部分が除かれ、必要な部分がつなぎ合わされて伝令RNAとなる。次に、伝令RNAは ウ を通って細胞質に運ばれる。そして、細胞小器官である エ において伝令RNAの情報が次々とアミノ酸に解読され、それらのアミノ酸が重合してポリペプチドとなり、タンパク質が合成されていく。こうして合成されたタンパク質が様々な機能を発揮することで生物の体が形成され、また、個体が維持される。

通常ポリペプチドは折りたたまれて複雑な立体構造をとるが、その際、比較的狭い範囲で形成される水素結合を介した部分的な構造や、折りたたまれたポリペプチドの中で近接するシステイン同士の間で形成される共有結合である オ 結合などによって、全体として安定した立体構造をとるようになる。この構造をタンパク質の カ 次構造という。タンパク質には1本のポリペプチドとして機能するものもあれば、複数のポリペプチドが集合して複合体を形成し機能するものもある。複合体全体の立体構造をタンパク質の キ 次構造という。タンパク質の立体構造は、構成するアミノ酸の配列のみならず、タンパク質が存在する環境の影響を受ける。

キ 次構造をとるタンパク質の典型例は、赤血球に存在して酸素の運搬に関わるヘモグロビンである。ヒト成人のヘモグロビンはグロビン $\alpha$ 鎖2本とグロビン $\beta$ 鎖2本が集合した4量体タンパク質であり、いずれのグロビン鎖も1個の酸素分子と結合する能力を持っている。ヘモグロビンはグロビン鎖の1つに酸素分子が1個結合すると構造が変化し、酸素分子と結合していない他のグロビン鎖がより酸素分子と結合しやすくなる性質を持っている。血液の色はヘモグロビンの酸素飽和度(酸素ヘモグロビンの割合)を反映し、動脈血と静脈血では異なっている。グロビン鎖遺伝子には様々な型の変異が報告されており、なかには変異が原因となってヘモグロビンタンパク質の構造や機能に異常をきたす場合がある。こうした変異ヘモグロビンを含む赤血球は、変異の種類に依存して、破壊されやすくなったり、酸素運搬能が低下したりする。

問1 文章中の空欄 ア から キ にあてはまる適切な語句を答えなさい。ただし、カ と キ は数字で答えなさい。なお、同じ記号の付された空欄には同じ語句が入る。

問 2 下線部(a)について、DNA が二重らせん構造をとるのは塩基が持つどのような特性によるか、簡潔に説明しなさい。

問 3 下線部(b)について、(i)この過程を何というか答えなさい。また、(ii)伝令 RNA に残される塩基配列に対応する遺伝子の領域、および(iii)伝令 RNA に残されない塩基配列に対応する遺伝子の領域を何というか、それぞれ答えなさい。

問 4 下線部(c)について、

(i) 伝令 RNA の塩基配列の情報をアミノ酸の並び方に変換する機能を担っている RNA を何というか答えなさい。

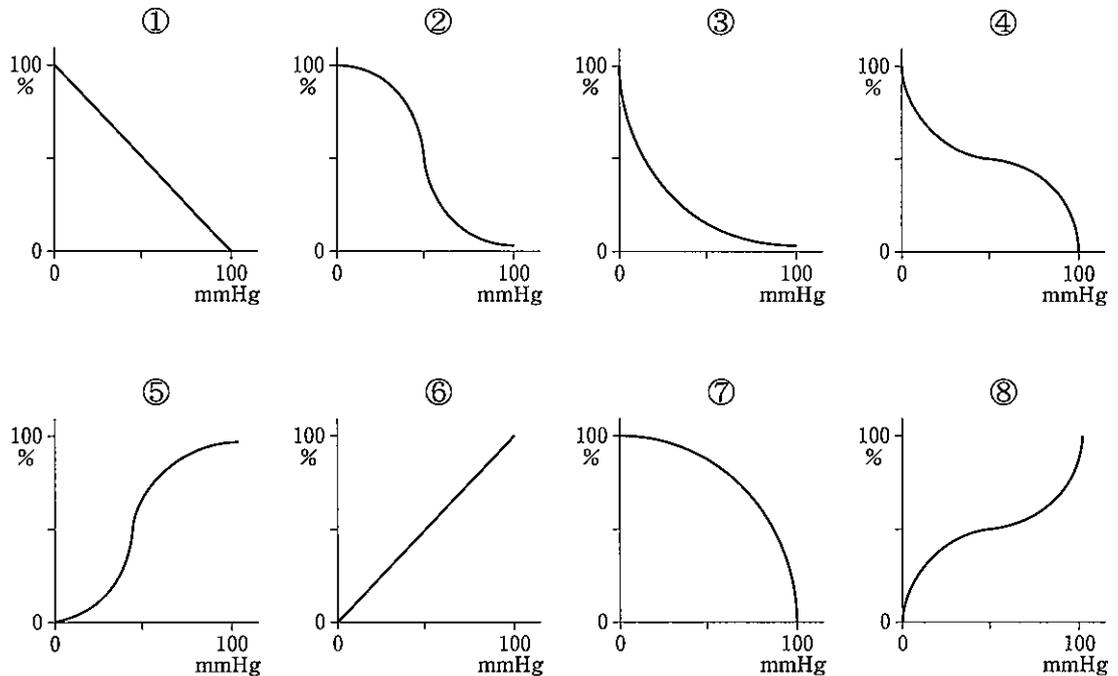
(ii) その機能を発揮する上で不可欠で、伝令 RNA と結合するこの RNA の部分を何というか答えなさい。

問 5 下線部(d)の構造にはどのようなものがあるか、2つ答えなさい。

問 6 下線部(e)について、タンパク質の立体構造に影響を及ぼす環境要因を2つ答えなさい。

問 7 下線部(f)について、

(i) 横軸を酸素分圧(血中の酸素濃度)、縦軸をヘモグロビン酸素飽和度とした時、両者の関係は一般にどのように表わされるか。下記の①から⑧の中からあてはまるものを選び、番号で答えなさい。



(ii) 特定の調節物質が結合することでタンパク質の立体構造が変わり、それによって機能が変化する現象は、フィードバック制御を受ける酵素などの他のタンパク質でもしばしば認められる。この現象を一般に何効果というか答えなさい。

(iii) タンパク質が複合体を形成して機能する利点の1つを簡潔に説明しなさい。なお、下線部(f)に記載したヘモグロビンにみられる利点は除く。

問 8 下線部(g)および(h)について、グロビン鎖に変異を持つヒトでは、動脈血であるにもかかわらず静脈血のような色をしている場合がある。考えられる理由を簡潔に説明しなさい。

問 9 下線部(h)について、

(i) DNA に起こる変異である遺伝子突然変異にはどのようなものがあるか、2つ答えなさい。

(ii) 次のグロビン $\beta$ 鎖タンパク質の変異型 I および II では遺伝子にどのような変異が起こったと考えられるか、それぞれ簡潔に説明しなさい。なお、正常型グロビン $\beta$ 鎖タンパク質のアミノ酸総数は 146 個である。

変異型 I : アミノ酸の総数は変わらないが、アミノ末端から 63 番目のアミノ酸が別のアミノ酸に変化している。

変異型 II : アミノ末端から 25 番目のアミノ酸が欠落してアミノ酸総数は 145 個だが、他のアミノ酸配列に違いを認めない。