

平成 22 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	～ 6 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 13 頁
生	物 I・II	14 頁	～ 19 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。

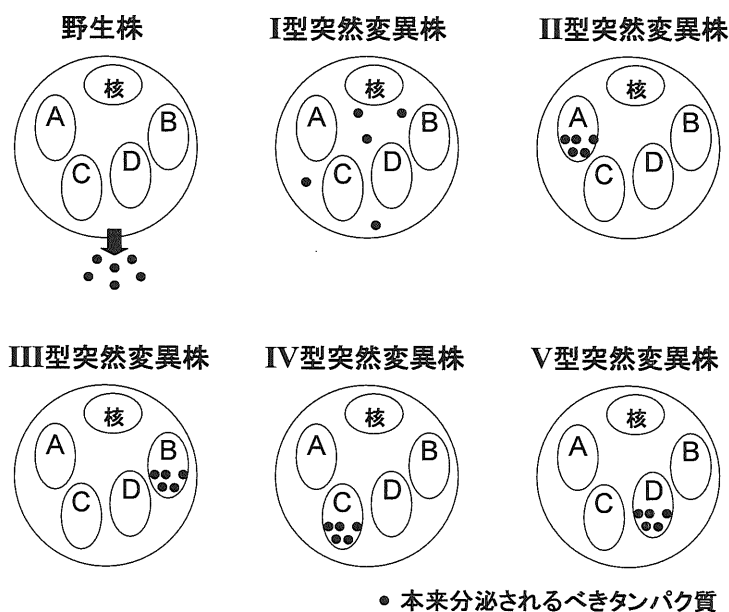
生 物 I・II

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

酵母や動物などの真核生物の細胞には様々な細胞小器官が存在し、それぞれの役割を担っている。遺伝情報を担う細胞小器官は核であり、酢酸オルセインなどでよく染まる **ア** には遺伝子の本体である DNA が含まれている。**イ** は遺伝情報に基づいてタンパク質を合成する細胞小器官であり、一方タンパク質などの分解は主に **ウ** 内で行われる。

酵母菌や動物細胞では、**イ** で合成されたタンパク質の一部は細胞の外まで運ばれ、細胞外で働いている。それらは分泌タンパク質と呼ばれている。下の図に示すように、分泌タンパク質は細胞内に存在する A～D の細胞小器官を次々と経由したのち細胞外に分泌される。なお、A～D の細胞小器官は小胞体、分泌小胞、輸送小胞、ゴルジ体のいずれかを表している。

(b) 酵母菌では分泌に異常のある突然変異株が多数見つかっているが、それらはすべて下の図に示す I 型～V 型の分泌異常として分類される。本来分泌されるべきタンパク質が、I 型突然変異株では細胞質基質に蓄積されており、II 型から V 型の突然変異株ではそれぞれ A～D の細胞小器官に蓄積されている。そこで分泌タンパク質が、どのような順番でこれらの細胞小器官を経由して分泌されるのかを決定するため、次の【実験】を行った。



(注) A～D の細胞小器官は細胞内で様々な形・大きさ・数で存在しているが、ここではそれぞれを便宜的に同じ形・大きさ・数で表している。

【実験】

I 型の原因となる遺伝子の突然変異と II 型の原因となる遺伝子の突然変異を同時に持つ 2 重突然変異株を、I 型突然変異株と II 型突然変異株とを交配させることで作製した。同様にして、すべての組み合わせの 2 重突然変異株を作製し、本来分泌されるべきタンパク質が細胞内のどこに蓄積されるかを観察した。

その結果、本来分泌されるべきタンパク質は、

- ① I 型と II 型の 2 重突然変異株では、細胞質基質に蓄積されていた。
- ② II 型と III 型の 2 重突然変異株では、A に蓄積されていた。
- ③ III 型と IV 型の 2 重突然変異株では、C に蓄積されていた。
- ④ IV 型と V 型の 2 重突然変異株では、D に蓄積されていた。
- ⑤ I 型と V 型の 2 重突然変異株では、細胞質基質に蓄積されていた。
- ⑥ II 型と IV 型の 2 重突然変異株では、C に蓄積されていた。

問 1 文章中の空欄 から にあてはまる適切な用語を答えなさい。なお、同じ記号の付された空欄には、同じ用語が入る。

問 2 下線部(a)に関し、酵母菌は酸素の少ない時は嫌気呼吸により ATP を生成している。

- (i) この過程は何と呼ばれているか、答えなさい。
- (ii) このとき退化してしまう細胞小器官は何か、答えなさい。なお、以下の問いでは、この細胞小器官を X で表す。
- (iii) 酸素が多くなると、X が発達し、同時にグルコースの消費量が減少する。なぜグルコースの消費量が減少するのか、その理由を解糖系と ATP に関連させて答えなさい。
- (iv) X には DNA が含まれている。その理由として考えられることを答えなさい。
- (v) 真核細胞の細胞小器官のうち、X や核以外で DNA を含むものを 1 つ答えなさい。

問 3 【実験】の結果を考慮して、

- (i) なぜ 2 重突然変異株では、細胞内の 2 カ所ではなく 1 カ所の細胞小器官もしくは細胞質基質に本来分泌されるべきタンパク質が蓄積されるのか、その理由を答えなさい。
- (ii) II 型、III 型、IV 型の 3 重突然変異株を作製した。この 3 重突然変異株では、細胞質基質または A～D のどの細胞小器官に本来分泌されるべきタンパク質の蓄積が見られると予想されるか、答えなさい。
- (iii) 実験結果から、分泌タンパク質はどのような順番でこれらの細胞小器官を經由して分泌されると考えられるか、その順番を記号 A～D で答えなさい。
- (iv) 下線部(b)に関し、C は輸送小胞を表し、小胞体とゴルジ体の間での輸送を担当する小胞である。そこで、A、B および D に対応する細胞小器官名をそれぞれ答えなさい。

2 次の(A)および(B)の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

(A) 生体は、多数の細胞の協調によって秩序ある構造と機能を維持している。そのためには細胞間での情報伝達が必要であり、細胞間での情報伝達にはタンパク質が重要な役割を果たしている。細胞は、情報伝達物質に対して応答する。これは、その情報伝達物質を受容し、情報がどのような内容であるかを認識するしくみが、細胞に備わっているからである。情報伝達物質を受容するのは、受容体とよばれるタンパク質である。受容体は、それぞれの情報伝達物質に対して高い特異性をもっている。したがって、ある情報伝達物質に^(b)応答できる細胞は決まっております、このような情報伝達物質と受容体との関係が、細胞間の秩序だったコミュニケーションを可能にしている。

受容体には、細胞外にある情報伝達物質を受容するもの、細胞膜を通過してきた細胞質にある^(c)情報伝達物質を受容するもの、細胞膜外表面に結合した情報伝達物質を受容するものなどがある。受容体が情報伝達物質と結合すると、細胞内で一連の反応がおき、最終的に情報に応じた特異的な応答がおこる。多量に汗をかくと、脳下垂体後葉から ア が分泌され、腎臓の イ に作用し、ウ の促進により血液の浸透圧の上昇を防ぐ。逆に、多量の水を飲むと、副腎皮質から エ が分泌され、腎臓の オ に作用し、カ の促進により血液の浸透圧の低下を防ぐ。

問 1 文章中の空欄 ア から カ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)に関し、主にリンパ球が分泌し、免疫応答、炎症反応、細胞増殖や細胞分化などに関与するものを何というか、答えなさい。

問 3 下線部(b)に関し、このような細胞を何というか、答えなさい。

問 4 下線部(c)に関し、細胞外にある情報伝達物質と細胞膜を通過して細胞質にある情報伝達物質とは非常に異なった性質を有する。その性質の違いを簡潔に答えなさい。

(B) およそ 100 年前に開発された動物細胞の培養技術は、現在のバイオテクノロジーの基盤となっている。ここに 2 種類の培養細胞、A 細胞と B 細胞がある。A 細胞に物質 I を作用させると可溶性の因子 S を合成し、培養液中に分泌する。また、A 細胞に物質 II を作用させると細胞膜の外表面に結合する因子 L を合成する。この因子 L は培養液中には分泌されない。B 細胞の細胞膜の外表面には因子 S と結合する受容体 SR と因子 L と結合する受容体 LR が存在している。なお、物質 I および II は B 細胞に対しては何の作用も示さない。このような性質を持つ A 細胞と B 細胞を 1 つの培養皿に一緒に入れて培養し、物質 I および II を添加すると、因子と受容体の反応により B 細胞では分化に必要な遺伝子 X および Y の転写がおこり、結果として B 細胞が C 細胞に分化する。今、A 細胞と B 細胞を用いて、実験①～⑤を行い、次の結果を得た。

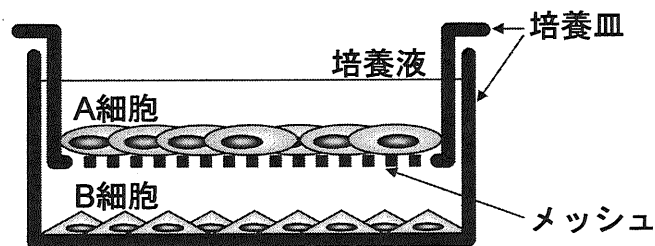
実験①：培養皿に A 細胞と B 細胞を一緒に入れて培養し、物質 I を添加すると、B 細胞では遺伝子 X の転写はあったが、遺伝子 Y の転写はおこらず、C 細胞への分化は誘導されなかった。これは物質 I が A 細胞に作用して因子 S の分泌を誘導し、分泌された因子 S が B 細胞の受容体 SR に結合した結果、遺伝子 X の転写はあったが、^(d)遺伝子 Y の転写はおこらなかったために、C 細胞への分化が誘導されなかったことを示している。

実験②：培養皿に A 細胞と B 細胞を一緒に入れて培養し、物質 II を添加すると、B 細胞では^(e)遺伝子 X および Y の転写はともにおこらず、C 細胞への分化は誘導されなかった。

実験③：A 細胞のみを培養して物質 I および II を添加した後、一晚培養した培養液を B 細胞のみを培養した培養皿に添加すると、B 細胞では^(f)遺伝子 X の転写はあったが、遺伝子 Y の転写はおこらず、C 細胞への分化は誘導されなかった。

実験④：A 細胞と B 細胞を下図のように細胞が通り抜けられないメッシュ(網目)で分けて培養し、物質 I および II を添加すると、B 細胞では^(g)遺伝子 X の転写はあったが、遺伝子 Y の転写はおこらず、C 細胞への分化は誘導されなかった。

実験⑤：培養皿に A 細胞と B 細胞を一緒に入れて培養し、培養液に因子 S に対して特異的に結合する抗体を添加すると、物質 I および II を添加しても、B 細胞では^(h)遺伝子 X および Y の転写はともにおこらず、C 細胞への分化は誘導されなかった。



問 5 下線部(d)に関し、遺伝子 Y の転写がおこらなかったのはなぜか、答えなさい。

問 6 下線部(e)に関し、遺伝子 X の転写がおこらなかったのはなぜか、答えなさい。

問 7 下線部(f)に関し、遺伝子 Y の転写がおこらなかったのはなぜか、答えなさい。

問 8 下線部(g)に関し、遺伝子 Y の転写がおこらなかったのはなぜか、答えなさい。

問 9 下線部(h)に関し、遺伝子 X の転写がおこらなかったのはなぜか、答えなさい。

問10 B 細胞での遺伝子 Y の転写には何と何が必要であると考えられるか、答えなさい。

問11 このような技術は、将来、医学にどのように応用されると考えられるか、答えなさい。

3 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

病気を診断するため、患者さんから採血した血液が分析される。ヒトの血液は有形成分と血しょうから構成され、血液の重さのおよそ %を血しょうが占める。^(a) なお、ヒトの血液は体重のおよそ %の重さを占める。血液のはたらきの一つは、ガスや物質の運搬である。^(b) ヒトの血管系は閉じた回路を形成し、血液の主な成分はその回路内を循環している。^(c) ヒトの血液を希釈するには生理食塩水が通常用いられる。採血した血液を放置すると、細胞成分がからめとられて沈殿し、血べいとなる。^(d) 血べいを除いたやや黄色の上澄みを血清という。^(e) 血清中には様々な臓器に由来する酵素が含まれ、これら酵素の変化を調べて病気の診断に利用する。^(f) また、健康なヒトから献血された血液は、輸血に使用される。^(g)

問 1 下線部(a)に関し、

- (i) 血液は 4 種類の組織のうちどれに属するか、答えなさい。
- (ii) 3 種類の体液のうち血液とリンパ液以外のものは何か、答えなさい。
- (iii) ヒト(成人)において、有形成分がつけられるのはどこか、答えなさい。
- (iv) ヒト(成人)において、古くなった赤血球が破壊されるのはどこどこか、答えなさい。

問 2 文章中の空欄 と にあてはまる適切な数値を以下から選び、それぞれ該当する番号①～⑤で答えなさい。

ア：① 25 ② 40 ③ 55 ④ 70 ⑤ 85

イ：① 2 ② 4 ③ 8 ④ 16 ⑤ 32

問 3 下線部(b)に関し、一般に、動脈血は鮮やかな紅色を、静脈血は暗い赤色を呈している。このように色調の違いがあるのはなぜか、答えなさい。

問 4 下線部(c)に関し、

- (i) ヒトの血液循環において、左心房を出発点とした場合、以下の部位①～⑨を血液が流れる順序に正しく並べなさい。なお、該当する番号で答えなさい。
 - ① 全身 ② 肺 ③ 肺静脈 ④ 肺動脈 ⑤ 大静脈
 - ⑥ 大動脈 ⑦ 右心房 ⑧ 右心室 ⑨ 左心室
- (ii) もう 1 つの循環系であるヒトのリンパ系において、リンパ管が最終的に血管に合流するのはどこか、血管名で答えなさい。
- (iii) ヒトの心臓を構成する 2 心房 2 心室のうち、筋肉の壁が最も厚いのはどれか、その理由とともに答えなさい。

問 5 下線部(d)に関し、ヒトの赤血球を顕微鏡で観察する時、スライドガラスの上のせた少量の血液に、誤って 1.5% 食塩水を加えて希釈してしまった。赤血球にはどのような変化が観察されるか、その理由とともに答えなさい。

問 6 下線部(e)に関し,

- (i) 細胞成分をからめるのは何か, 答えなさい。
- (ii) 血液を冷却した場合, 血液の凝固の進行が遅くなる。それはなぜか, 答えなさい。
- (iii) ヒトの血液を原料として製造された血液製剤が治療に利用されていたが, 血液に混在していたウイルスによる感染症が発症し問題となった。その感染症を1つあげなさい。

問 7 下線部(f)に関し,

- (i) リン酸エステルを加水分解する酵素であるホスファターゼは, 赤血球, 肝臓, 前立腺などに由来するものが血清中に混在している。そのうち, 前立腺由来のホスファターゼは前立腺がんの診断に利用されていた。前立腺由来のホスファターゼの活性は酒石酸イオンによって強く阻害されるが, 前立腺由来以外のホスファターゼの活性は阻害されない。そこで, 血清中の前立腺由来ホスファターゼのみの活性を調べたい。どのようにしたらよいか, 答えなさい。
- (ii) フェノールフタレインリン酸は pH 指示薬であるフェノールフタレインとリン酸とのエステル化合物である。ホスファターゼによって加水分解を受けるとフェノールフタレインが遊離する。そこで, この化合物を用いて, ホスファターゼの活性を簡便に調べたい。どのようにしたらよいか, 答えなさい。なお, フェノールフタレインリン酸は, アルカリ性の溶液中で無色であり, 自然に加水分解されないものとする。
- (iii) 血清中には唾液腺などに由来するアミラーゼが含まれている。デンプンを用いてアミラーゼの活性を調べる際, 生成される物質は何か。さらに, アミラーゼによるデンプンの分解を調べるときに良く用いられる反応は何か, それぞれ答えなさい。

問 8 下線部(g)に関し,

- (i) 輸血用の血液を低温保存していると赤血球内部のナトリウムイオン濃度が高くなる。そのような血液にグルコースを加え, さらに体温程度の温度に戻すと, 内部のナトリウムイオン濃度は減少する。このようなナトリウムイオン濃度の減少はどのようにしておこるか, 答えなさい。
- (ii) 輸血に際し, ABO 式血液型が判定される。あるヒト集団の ABO 式血液型の対立遺伝子頻度について, A 対立遺伝子の頻度は 0.3, B 対立遺伝子の頻度は 0.1, O 対立遺伝子の頻度は 0.6 であった。そのような集団の次世代 1,000 名について, O 型の人と AB 型の人をそれぞれ計算しなさい。なお, この集団における ABO 式血液型にはハーディ・ワインベルグの法則が成り立つとする。