

# 平成 23 年度 日本医科大学入学試験問題

## [ 理 科 ]

受験番号	
------	--

### 注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。  
(問題冊子 21 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、生物 1 枚)  
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。  
解答が終わってもまたは試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 机には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。  
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白および計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

# 生 物

[ I ] ほ乳類の血液に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

A. 血液は、白血球などの有形成分と、 と呼ばれる液体成分とからできている。白血球には  や単球などの細胞が含まれ、さらに  には、胸腺で成熟・分化する  細胞と、胸腺を経ないで成熟・分化する  細胞とがある。これらの白血球は、免疫に重要な役割を果たしている。他の個体から皮膚や臓器が移植されると、活発な食作用をもつ  がそのまわりに集まり、移植片を異物と認識して細胞内に取り込み、抗原情報を細胞表面に提示する。(1)あるタイプの細胞がこの抗原情報を受け取ると、(2)別のタイプの細胞を刺激し、増殖させる。これらの増殖した細胞が移植片を直接攻撃することにより、最終的に移植片は拒絶される。

ES細胞を使ってさまざまな細胞を分化させることが、可能になりつつある。移植しても拒絶されない臓器をES細胞からつくるためには、一般には、(3)あらかじめ  を取り除いた未受精卵に、臓器を移植される予定の個体から取り出した体細胞の  を入れて胚盤胞へと発生させ、この胚の細胞を培養してES細胞をつくる必要がある。他の個体へと発生しうる胚を用いるため、ヒトへの応用に関しては倫理的な問題が指摘されている。

B. 血液の恒常性を維持するために、肝臓は重要な働きをしている。小腸から吸収されるグルコースは、 とよばれる血管を経て肝臓に運ばれる。肝臓は、グルコースの一部から  を合成して貯蔵し、必要に応じて(4)  を分解して血液中にグルコースを供給する。また、タンパク質が分解されるときに生じる  を、毒性の低い  に変えるのも肝臓である。 は肝臓を出ると、腎臓に運ばれて体外へと排出される。グルコースも腎臓に運ばれるが、通常、(5)体外には排出されない。

問1  ～  にあてはまる語句を入れなさい。

問2 血液は、以下の(ア)～(エ)のどの組織に含まれるか。1つ選び、記号で答えなさい。また、血液と同じ組織に含まれるものを(a)～(f)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 上皮組織      (イ) 結合組織      (ウ) 筋組織      (エ) 神経組織  
 (a) 表皮      (b) 真皮      (c) 骨      (d) 心筋      (e) 腱      (f) 脊髄

問3 以下の(ア)～(キ)のうち、ヒトの 3 細胞にあてはまるものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 抗体を産生する細胞へと分化する。
- (イ) 肥満細胞（マスト細胞）へと分化する。
- (ウ) 下線部(1)の細胞を含む。
- (エ) 下線部(2)の細胞を含む。
- (オ) 活発な食作用をもつ。
- (カ) もとになる細胞は骨髄でつくられる。
- (キ) ヒト免疫不全ウイルス（HIV）によって破壊される。

問4 拒絶反応について調べるため、マウスを使って以下の移植実験を行った。ただし、マウス c1, c2, c3 は遺伝的に同じ系統のマウスで、いずれも同じ主要組織適合抗原をもつものとする。

【実験1】 マウス a およびマウス b よりそれぞれ皮膚の一部を取り出し、マウス c1 に同時に移植した。マウス a の皮膚は8日で拒絶されたが、マウス b の皮膚は拒絶されず生着した。

【実験2】 マウス a およびマウス d よりそれぞれ皮膚の一部を取り出し、実験1で用いた移植後のマウス c1 に、再び同時に移植した。マウス a の皮膚は4日で拒絶されたが、マウス d の皮膚は8日で拒絶された。

【実験3】 出生直後のマウス c2 から胸腺を摘出し、成体になるまで飼育した。このマウス c2 に、マウス a およびマウス d よりそれぞれ皮膚の一部を取り出して同時に移植した。マウス a の皮膚もマウス d の皮膚も拒絶されず生着した。

(i) 実験1～3の結果より、導かれる結論として誤りであると判断できるものを、以下の(ア)～(オ)より1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) マウス c1 は、マウス a と異なる主要組織適合抗原をもつ。
- (イ) マウス c1 は、マウス b と同じ主要組織適合抗原をもつ。
- (ウ) マウス c1 は、マウス d と異なる主要組織適合抗原をもつ。
- (エ) マウス a は、マウス b と異なる主要組織適合抗原をもつ。
- (オ) マウス a は、マウス d と同じ主要組織適合抗原をもつ。

(ii) 実験3で用いた胸腺の無いマウスc2にある操作をしたところ、マウスaの皮膚を移植しても拒絶されるようになった。この操作としてあてはまるものを、以下の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) マウスc3から取り出した  を注射した。
- (イ) マウスc3から取り出した  を移植した。
- (ウ) マウスc3から取り出した  細胞を移植した。
- (エ) マウスc3から取り出した  細胞を移植した。
- (オ) マウスc3から取り出した骨髄を移植した。

問5 主として体液性免疫に関わる現象を、以下の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) ウィルスに感染した細胞の除去
- (イ) ツベルクリン反応
- (ウ) 血液の凝固
- (エ) 血清療法
- (オ) 花粉症

問6 下線部(3)の操作は、拒絶されない臓器をつくるためになぜ必要であるのか。理由を簡潔に述べなさい。

問7 肝臓に作用し、下線部(4)の働きを促進する主なホルモンを2つあげなさい。

問8 下線部(5)でグルコースが体外に排出されない理由として適切なものを(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) グルコースは糸球体内の血液には入らない。
- (イ) グルコースは糸球体内の血液に入るが、ボーマン囊<sup>の2</sup>にこし出されない。
- (ウ) グルコースはボーマン囊<sup>の2</sup>にこし出されるが、細尿管(腎細管)で再吸収される。
- (エ) グルコースはボーマン囊<sup>の2</sup>にこし出されるが、集合管で再吸収される。
- (オ) グルコースは腎臓を出て、輸尿管で再吸収される。

問 9 ヒトの集団 110 人の血清について調べたところ、56 人の血清中に抗体（凝集素） $\alpha$  が、65 人の血清中に抗体  $\beta$  が含まれていた。このうち 23 人の血清には、抗体  $\alpha$  も抗体  $\beta$  も含まれていた。抗体  $\alpha$  と結合する抗原（凝集原）は、どの遺伝子型をもつヒトの、どの血液成分に存在するか。あてはまる遺伝子型を以下の(ア)～(カ)よりすべて、あてはまる血液成分を(a)～(e)より 1 つ選び、それぞれ記号で答えなさい。また、この集団において、血液型が A 型および AB 型のヒトの人数をそれぞれ答えなさい。

- (ア) AA    (イ) AO    (ウ) BB    (エ) BO    (オ) AB    (カ) OO  
(a) 血小板    (b) 赤血球    (c) 白血球    (d) 単球    (e) 血清

[ II ] 細胞膜における物質輸送について調べるため、下記の実験を行った。各問いに答えなさい。ただし、実験中の細胞には酸素が十分に供給され、細胞は死なないものとする。

【実験 1】 ほ乳類からある細胞を取り出し、体液とほぼ同じ組成の培養液に浮遊させて、37℃で数日間培養した。細胞内と培養液におけるナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) とカリウムイオン ( $\text{K}^+$ ) の濃度を測定したところ、下表のようであった。次に、この培養細胞を用いて実験 2 と 3 を行った。

表 細胞内と培養液における  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  の濃度 (相対値)

イオン	細胞内	培養液
$\text{Na}^+$	2	140
$\text{K}^+$	155	5

【実験 2】 実験 1 の培養液の温度を 4℃に下げて、培養細胞を 24 時間培養した。その後、細胞を集めて細胞内の  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  の濃度を測定した。

【実験 3】 実験 1 の培養細胞を、培養液から有機物を取り除いた溶液に移した。37℃で 24 時間おくと、表の値に比べて(1)細胞内の  $\text{Na}^+$  の濃度は増加し、 $\text{K}^+$  の濃度は減少していた。この細胞が入った溶液を A~E の 5 つに分け、溶液 A にはグルコース、溶液 B にはグルコースとクエン酸回路の阻害物質であるマロン酸、溶液 C にはピルビン酸、溶液 D にはピルビン酸とマロン酸、溶液 E にはマロン酸をそれぞれ加え、37℃で 4 時間おいた。各溶液中の細胞をそれぞれ集めて、細胞内の  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  の濃度を測定した。

問 1 実験 1 では、表に示したように、細胞内と培養液とでは  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  の濃度はいずれも大きく異なっていた。この濃度差をつくる機構の名称を記しなさい。

問 2 実験 2 では、細胞内の  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  の濃度は、表の値と比べて各々どのようなようになったか。以下の(ア)~(ウ)から 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

(ア) 増加した。 (イ) 変化しなかった。 (ウ) 減少した。

問 3 実験 3 の溶液 A~E のうち、下線部(1)の  $\text{Na}^+$  の濃度と比べて、細胞内の  $\text{Na}^+$  の濃度が減少した溶液はどれか。あてはまる溶液を 3 つ選び、記号で答えなさい。

問4 実験3の溶液Bにおいて、細胞内でおきた反応を、以下の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) アルコール発酵
- (イ) 解糖系
- (ウ) カルビン・ベンソン回路
- (エ) クエン酸回路
- (オ) ヒル反応

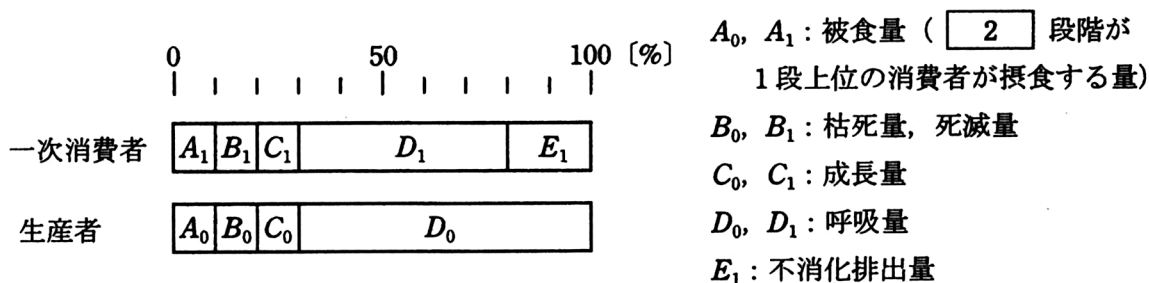
問5 実験3の溶液Cにおいて、細胞に取り込まれたピルビン酸はどのようになったか。変化がなかったときは(ア)を、他の物質に変化したときは最終産物を(イ)～(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) ピルビン酸
- (イ) エタノール
- (ウ) クエン酸
- (エ) 二酸化炭素
- (オ) 乳酸
- (カ) 水

[III] 生態系に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

生態系では、さまざまな生物が「食うものと食われるもの」という関係でつながっている。このつながりを  連鎖といい、 連鎖の各段階を  段階という。光合成によって有機物を合成することができる緑色植物は生産者とよばれ、 連鎖の出発点である。生産者が合成する有機物の総量を総生産量といい、これから生産者自身の呼吸量を差し引いた量を純生産量という。純生産量の一部は、一次消費者である植物食性動物に食べられたり（被食量）、枯葉などとなって（枯死量）失われ、残りが生産者の成長量となる。一次消費者は生産者を、また、二次消費者は一次消費者を摂食することで有機物を得る。消費者が摂食した有機物のうち、消化管などから実際に体内に吸収される量を同化量といい、残りを不消化排出量という。同化量は、生産者の場合の総生産量に相当し、これから消費者自身の呼吸量を差し引いたものが消費者の生産量である。生産量の一部は、被食量や死滅量として失われ、残りが消費者の成長量となる。これらの量は、単位面積あたり、単位時間あたりの有機物量として表される。

下図は、ある生態系における上述の各量を、生産者の場合には総生産量に対するパーセント、一次消費者の場合には摂食量に対するパーセントで示したものである。



問1 上文の  と  にあてはまる語句を入れなさい。

問2 生産者の総生産量が 450 g/(m<sup>2</sup>・年) のとき、一次消費者の成長量はどれだけか。有効数字 2 桁で答えなさい。

問3 物質 M は、いったん体内に吸収されると分解も排出もされないことがわかっている。一次消費者の同化量 1.0 g あたりに 1.2 μg の物質 M が含まれていると、一次消費者の生産量 1.0 g あたりには何 μg の物質 M が含まれることになるか。有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、1 μg は 1 g の 100 万分の 1 である。



問4 生産者の純生産量を  $X$ ，一次消費者の生産量を  $Y$ ，二次消費者の生産量を  $Z$  としたとき，これらの大きさの関係を正しく示している式は次のどれか。以下の(ア)～(ケ)から1つ選び，記号で答えなさい。

- (ア)  $X = Y = Z$       (イ)  $X > Y = Z$       (ウ)  $X < Y = Z$   
 (エ)  $X = Y > Z$       (オ)  $X > Y > Z$       (カ)  $X < Y > Z$   
 (キ)  $X = Y < Z$       (ク)  $X > Y < Z$       (ケ)  $X < Y < Z$

問5 光の強さ以外の環境条件を一定に保ち，植物の光合成速度（ $100\text{ cm}^2$ の葉が，1時間あたりに光合成によって吸収する  $\text{CO}_2$ の量 [mg]）と光の強さとの関係を調べた。植物Pでは，光の強さに比例して光合成速度が増加し，最も強い光のときに  $12\text{ mg CO}_2 / (100\text{ cm}^2 \cdot \text{時})$ であった（下図）。一方，植物Qでは，2500ルクスまでは光の強さに比例して光合成速度が増加したが，それ以上に光を強くしても光合成速度は変化しなかった。また，下表には，両植物の補償点と葉の呼吸速度（ $100\text{ cm}^2$ の葉が，1時間あたりに呼吸によって放出する  $\text{CO}_2$ の量 [mg]）を示した。これらのデータを用いて，次ページの(i)～(iii)の各問いに答えなさい。ただし，呼吸速度は光の強さに関係なく一定とする。

図 植物Pにおける光の強さと光合成速度の関係

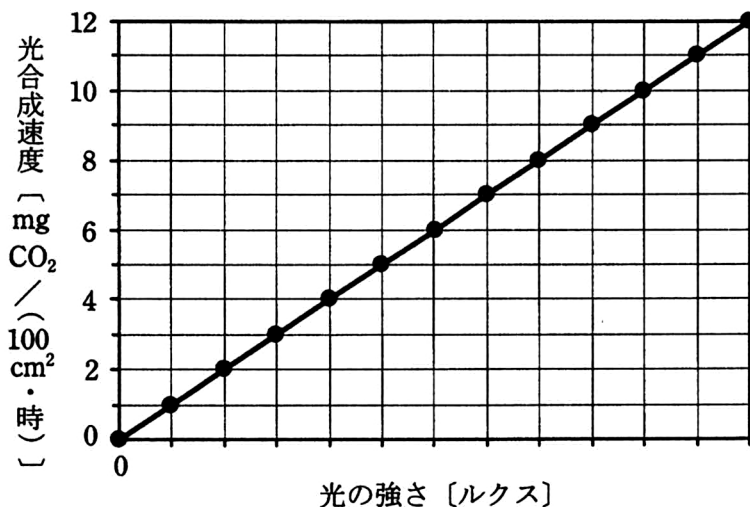


表 植物PとQにおける補償点と呼吸速度

植物	補償点 [ルクス]	呼吸速度 [mg CO <sub>2</sub> / (100 cm <sup>2</sup> · 時)]
P	2000	4.0
Q	500	1.5

- (i) 前ページの図で、光の強さ（横軸）の1目盛りは何ルクスカ。整数で答えなさい。
- (ii) 植物 P と Q に同じ強さの光を照射すると、ある強さのときに、両植物の見かけの光合成速度が等しくなる。このときの光の強さは何ルクスカ。整数で答えなさい。
- (iii) 葉の  $\text{CO}_2$  収支を、「 $100 \text{ cm}^2$ の葉が、1日あたりに、光合成によって吸収する  $\text{CO}_2$  量から、呼吸によって放出する  $\text{CO}_2$  量を差し引いた量 [mg] 」と定義する。植物 P と Q を、1日あたり12時間は一定の強さの光が照射され、12時間は暗黒に保たれる条件下においた。光の強さが2000ルクスのとき、植物 Q の葉の  $\text{CO}_2$  収支はどれだけか。有効数字2桁で答えなさい。また、植物 P の葉の  $\text{CO}_2$  収支がこれと同じ値になるのは、光の強さが何ルクスのときか。整数で答えなさい。

問6 植物が乾燥した環境におかれると、アブシシン酸という植物ホルモンがはたらき、孔辺細胞の膨圧が下がることが知られている。孔辺細胞の膨圧が下がると、通常、光合成速度も下がる。この理由を簡潔に述べなさい。