

旭川医科大学

平成 26 年度一般入試後期日程

理 科 問 題 紙

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 19 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～10 ページ、生物は 11～19 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 10 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目の解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出しなさい。解答用紙は全科目分の 10 枚を必ず提出しなさい。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りなさい。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りなさい。
 - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
 - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき 25～30 字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは 1 字とする。数字および分子式やイオン式、その他の記号・略称はそれぞれ 1 字相当とする。

生 物

問題 1 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

メダカを白い背地に10分ほど置いておくと体色も白っぽくなり、逆に、黒い背地では体色も黒っぽくなる。アフリカツメガエルなどでも同様な体色変化がみられる。この体色変化は、動物の体表面にある黒色素胞という細胞に含まれる黒い色素果粒(メラニン果粒)が中心部に集まったり枝状部末端へ拡がったりすることで起こる(図1)。メラニン果粒の移動は、モータータンパク質がATPを分解しながら細胞骨格の微小管上を動くことによって起こる。

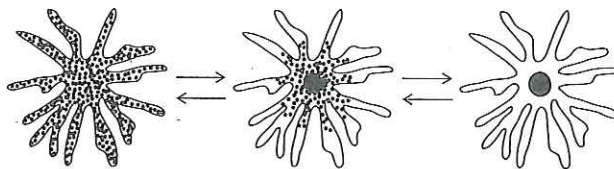


図1 黒色素胞におけるメラニン果粒の拡散と凝集

体色変化を引き起こす直接の刺激は眼から入る外界の光である。眼で受容された視覚情報は感覚神経を介して中枢に送られ、統合される。その結果、末梢神経系や内分泌系の活動が起こる。魚類では一般に、白い背地に置かれると、交感神経が刺激されてノルアドレナリンが分泌され、メラニン果粒は凝集する。さらに脳下垂体後葉からメラニン凝集ホルモン(MCH)が分泌され、白っぽい体色が保たれる。黒い背地では交感神経の活動が抑えられる一方で、脳下垂体中葉から黒色素胞刺激ホルモン(MSH)が分泌される。両生類では主としてMSHが体色変化を調節しているので、手術によって脳下垂体を除去すると、背地の明暗に関わらず体色は白っぽくなる。脳下垂体の活動は視床下部によって調節を受けており、視床下部と脳下垂体の連絡を断つとMSHが分泌され続けるので、背地の明暗に関わらず体色は黒っぽくなる。

問1 下線部(ア)の体色変化の役割を50字以内で述べなさい。

問 2 下線部(イ)のようにモータータンパク質と微小管の相互作用によって起こる現象を、下から2つ選び、番号で答えなさい。

- (1) 筋繊維の収縮
- (2) 精子の鞭毛運動
- (3) 神経細胞の軸索におけるシナプス小胞の輸送
- (4) 赤血球におけるナトリウムイオンの能動輸送
- (5) 腎細管における水の再吸収

問 3 下線部(ウ)に関して、興奮の伝わり方には方向性があり、伝導と伝達の際に興奮が逆戻りすることはない。この理由を、伝導と伝達の両方について合わせて150字以内で述べなさい。

問 4 下線部(エ)によってヒトの体に起こる反応を下から2つ選び、番号で答えなさい。

- (1) 瞳孔が縮小する。
- (2) 心臓の拍動が激しくなる。
- (3) 気管支が収縮する。
- (4) 胃腸のぜん動運動が活発になる。
- (5) 立毛筋が収縮する。

問 5 下線部(オ)に関して、視床下部には脳下垂体の前葉や中葉の活動を調節するホルモンを分泌する細胞がある。この細胞の名称を答えなさい。

問題 2 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

ほ乳類の受精は輸卵管の上部で起こる。受精卵は細胞分裂を繰り返しながら輸卵管を下って移動し、子宮に到達する。^(ア)この時期の胚を胚盤胞といい、内部の細胞塊(内部細胞塊という)とその周りの細胞層(栄養膜細胞層という)からできている。さらに外側には、胚全体を包んでいる透明帯というタンパク質の膜がある(図2)。子宮の壁の内部で内部細胞塊は、外胚葉、内胚葉、中胚葉に分かれ、それぞれから体のいろいろな器官が分化してくる。^(イ)一方、栄養膜細胞層は子宮の組織とともに胎盤を形成する。胎盤は妊娠中に母親と胎児を連絡する器官であり、これを介して両者の間でさまざまな物質の交換が行われる。

マウスでは発生過程で働く遺伝子が数多く見つかっている。そのうちの *Ets2* という遺伝子に着目して①と②の実験を行い、それぞれの結果を得た。なお、②の実験で用いたウイルスには病原性がなく、ベクターとしての機能をもっている。

- ① 正常遺伝子 *Ets2* と、それを改変して働かなくさせた変異遺伝子 *mEts2* の、ヘテロ接合体(*Ets2/mEts2*)同士の交配で生まれた子マウスの中に、変異遺伝子のホモ接合体(*mEts2/mEts2*)は見つからなかった。
- ② ①と同じ交配によって変異遺伝子のホモ接合体の胚盤胞をつくり、それを体外へ取り出して酵素で処理して透明帯を除去した。その胚盤胞を正常遺伝子 *Ets2* を組込んだウイルスを含む培地の中でしばらく培養してから、別のマウスの子宮に移植すると、子マウスが生まれた(図2)。その子マウスのいろいろな臓器から採取した細胞のゲノム中には、正常遺伝子 *Ets2* は見つからなかった。一方、変異遺伝子のホモ接合体の胚盤胞を、正常遺伝子 *Ets2* を組込んだウイルスを含まない培地で培養して移植した場合には、子マウスは生まれなかった。

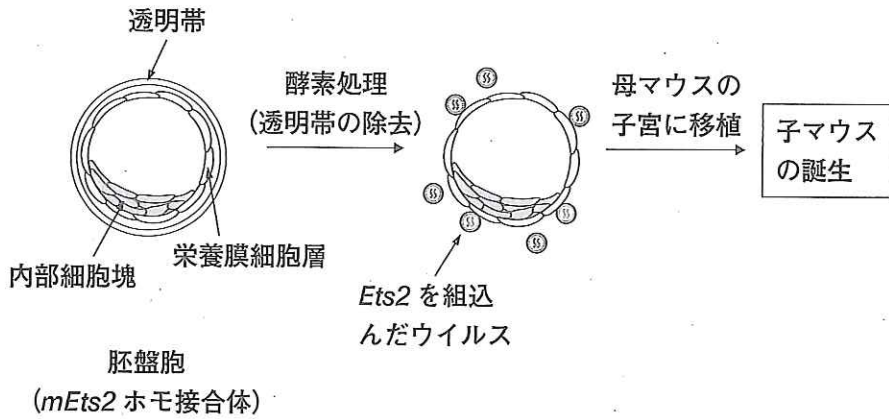


図2 胚盤胞と実験手順

問1 下線部(ア)の細胞分裂の特徴を50字以内で述べなさい。

問2 下線部(イ)に関して、外胚葉、内胚葉、中胚葉から分化する器官をそれぞれ下からすべて選び、番号で答えなさい。

- (1) 肝臓 (2) 骨格 (3) 心臓 (4) 腎臓
(5) 肺 (6) 表皮 (7) 脳 (8) 輸尿管

問3 下線部(イ)に関して、どのような種類の細胞にも分化できる能力のある細胞が内部細胞塊から取り出され、培養されている。このような性質をもつ細胞の名称を答えなさい。

問4 ①において12匹の子マウスが生まれた場合、何匹がヘテロ接合体であると期待されるか。

問5 ②において子マウスが生まれた理由として考えられることを、70字以内で述べなさい。

問題 3 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

ヒトを含む多細胞生物では、細胞や組織の種類によって形態や機能が異なっており、つくられるタンパク質も特徴的である。このような多様性は、形態形成や細胞分化の過程で遺伝子自体が変化することによって生まれるのではなく、特定の時期に特定の遺伝子が働くように調節されていることで生じる。たとえば、アフリカツメガエルの核移植実験では、分化した細胞でも受精卵と同じような遺伝子をもつことが明らかになっている。ショウジョウバエやユスリカの幼虫のだ腺染色体には、RNA合成の盛んなパフという膨らみが現れる。パフの位置は発生(ウ)の段階によって異なる。これは発生の段階ごとに異なる遺伝子が働いていることを示している。

ヒトの病気には遺伝子の変異が原因で起こるものがある。先天性代謝異常症のフェニルケトン尿症は を に変換する酵素がつかれないことで起こる。また、ヘモグロビン異常症の鎌状赤血球症(カ)では、ヘモグロビン遺伝子の1塩基置換によって、ポリペプチド鎖のアミノ酸のうちの1個が から に置き換わっている。

問1 下線部(ア)に関して、次の(a)~(d)のヒトの細胞や組織に特徴的なタンパク質を下の語群からそれぞれ1つ選び、番号で答えなさい。

- (a) 水晶体細胞 (b) 表皮細胞 (c) 臄けん (d) だ液腺

【語群】

- (1) アミラーゼ (2) クリスタリン (3) グルカゴン
(4) ケラチン (5) コラーゲン (6) フィブリン
(7) ペプシン (8) ロドプシン

問 2 下線部(イ)の実験では、核小体 2 個の系統の未受精卵に紫外線が照射され、それに、核小体 1 個の系統の幼生の小腸上皮細胞から取り出された核が移植された。その結果、核移植された卵は発生を開始し、低率にはあるが、正常な幼生が得られた。(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 核を移植する前に未受精卵に紫外線を照射した理由を簡潔に述べなさい。
- (2) 核小体数の異なる系統を用いた理由を 50 字以内で述べなさい。

問 3 下線部(ウ)に関して、パフの部分で RNA 合成が起きていることを確かめるためにはどのような実験を行えばよいか。50 字以内で述べなさい。

問 4

A

 ~

D

 に当てはまるアミノ酸を下から選び、番号で答えなさい。

- | | | |
|------------|---------------|-----------|
| (1) アスパラギン | (2) アスパラギン酸 | (3) グルタミン |
| (4) グルタミン酸 | (5) システイン | (6) セリン |
| (7) チロシン | (8) トリプトファン | (9) トレオニン |
| (10) バリン | (11) フェニルアラニン | (12) ロイシン |

問 5 下線部(エ)に関して、遺伝子の 1 塩基置換によってポリペプチド鎖のアミノ酸の種類が変化する理由を 100 字以内で述べなさい。

問題 4 次の文章を読んで、問1から問4に答えなさい。

シロイヌナズナの花は、外側から順に、がく片、花弁、雄ずい、雌ずいの4つの器官が同心円状に配列している。花の原基内の細胞からこれらの器官のうちのどれが形成されるかは、3つの主要な調節遺伝子 A, B, C の組み合わせによって決まる(図3)。すなわち、花の原基内の一番外側の細胞(領域1)では調節遺伝子 A が働いてがく片が形成され、それより内側の細胞(領域2)では調節遺伝子 A と B が働いて花弁が形成される。領域2よりも内側の細胞(領域3)では調節遺伝子 B と C が働いて雄ずいが形成され、そして中心部の細胞(領域4)では調節遺伝子 C が働いて雌ずいが形成される。また、調節遺伝子 A と C は拮抗的に働くため、両方が同時に働くことはない。もしも働いている方が突然変異などによって働かなくなった場合には、もう

一方が働くようになる。花の器官形成に関わる調節遺伝子は A, B, C 以外にもあり、その1つである調節遺伝子 SUPは領域4で調節遺伝子 Bの働きを抑制している。

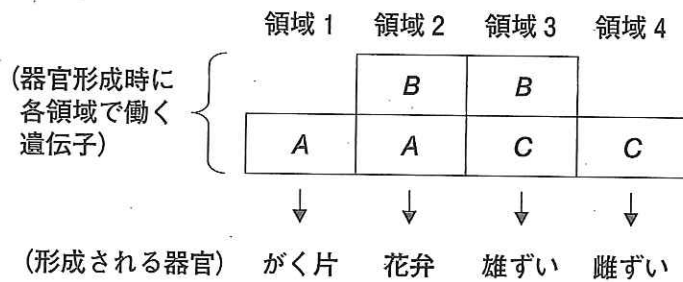


図3 花の器官形成と調節遺伝子

正常な調節遺伝子 C, またはその突然変異によって生じた3つの異なる変異遺伝子 C₁, C₂, C₃ のいずれかを別々のシロイヌナズナに導入して、4種類のトランスジェニック植物を作製した。それぞれの植物を、導入した遺伝子に対応させて(c), (c1), (c2), (c3)とする。表1は、トランスジェニック植物に導入された遺伝子の発現が本来の正常な調節遺伝子 A, B, C の働きにどう影響するかを花の器官形成パターンによって調べた結果である。

なお、正常な調節遺伝子 C からつくられる調節タンパク質(C)のポリペプチド鎖は5つの部位(I, II, III, IV, V)に分けられる。変異遺伝子 C₁, C₂, C₃ のそれぞれがつくる調節タンパク質(C₁), (C₂), (C₃)は1つまたは3つの部位を欠いている(図4)。

表1 トランスジェニック植物における花の器官形成パターン

観察対象	各領域で形成された花の器官			
	領域1	領域2	領域3	領域4
野生型	がく片	花弁	雄ずい	雌ずい
トランスジェニック植物 (c)	雌ずい	雄ずい	雄ずい	雌ずい
(c1)	がく片	花弁	花弁	がく片
(c2)	がく片	花弁	雄ずい	雌ずい
(c3)	雌ずい	雄ずい	雄ずい	雌ずい

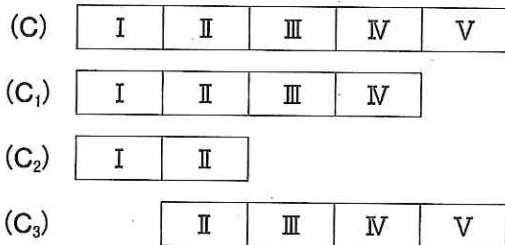


図4 トランスジェニック植物において導入遺伝子からつくられる調節タンパク質の構造の模式図

- 問1 ある器官が形成されなかったり、または別の部位に形成されたりするような突然変異体の研究から発見された調節遺伝子を、何というか。
- 問2 下線部に関して、調節遺伝子 *SUP* に突然変異が起きて調節タンパク質がつくられなくなった場合、器官形成にどのような変化が現れると考えられるか。50字以内で述べなさい。
- 問3 正常な調節遺伝子 *C* が導入されたトランスジェニック植物(c)において、がく片と花弁が形成されないのはなぜか。考えられる理由を100字以内で述べなさい。

問 4 表 1 の結果の解釈として正しいものを下から 2 つ選び、番号で答えなさい。

- (1) トランスジェニック植物(c)では、導入された正常な調節遺伝子 C によって本来存在する正常な調節遺伝子 B の働きは影響を受ける。
- (2) トランスジェニック植物(c1)では、導入された変異遺伝子 C_1 によって本来存在する正常な調節遺伝子 C の働きは影響を受けない。
- (3) トランスジェニック植物(c2)では、導入された変異遺伝子 C_2 によって本来存在する正常な調節遺伝子 C の働きは影響を受けない。
- (4) トランスジェニック植物(c3)では、導入された変異遺伝子 C_3 によって本来存在する正常な調節遺伝子 B の働きは影響を受ける。
- (5) 調節タンパク質(C)が機能するためには I 部位は必要ない。
- (6) 調節タンパク質(C)が機能するためには V 部位は必要ない。