

平成 24 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 18 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～8 ページ、生物は 9～18 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 3 枚、生物 3 枚の合計 8 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 8 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はそれぞれ 1 字相当とする。

生 物

問題 1 ヒトの生体反応におけるカルシウムイオンの役割に関する次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

カルシウムイオン(Ca^{2+})は生体反応のさまざまな過程で働いているイオンの1つである。骨格筋の収縮では、筋繊維の[A]から放出された Ca^{2+} が筋原繊維の [1] に作用すると、この構造が変化して [2] との結合が起こる。この結果、両者で相互作用が起きて骨格筋は収縮する。このとき、ATPの化学エネルギーが利用される。^(ア)

神経活動では、興奮がニューロンの軸索の末端まで到達すると、 [3] とよばれる通路が開いて Ca^{2+} がニューロン内部へ流入する。その結果、シナプス小胞から神経伝達物質が放出され、これが隣接するニューロンの受容体と結合することで興奮が伝えられる。^(イ)

血液が凝固するときには、血しょう中の Ca^{2+} が血小板などから放出される凝固因子と共同して働き、 [4] を [5] という酵素に変える。この酵素の作用によって [6] が繊維状の [7] に変わり、これに血球がからんで塊状の血べいとなる。

体内には血液中の Ca^{2+} 濃度を適正な範囲に保つしくみがあるので、通常、 Ca^{2+} の関わる生体反応は支障なく起こる。^(ウ)

問 1 [A]に当てはまる細胞小器官を答えなさい。

問 2 [1] ~ [7] に当てはまる語を答えなさい。

問 3 下線部(ア)に関して、解糖や好気呼吸による新たなATPの供給がなくても、十数秒程度であればヒトは激しい運動を続けることができる。この理由を80字以内で述べなさい。

問 4 下線部(イ)に関して，下の(1)~(5)から正しいものを2つ選び，番号で答えなさい。

- (1) 副交感神経から放出される神経伝達物質は主としてアセチルコリンである。
- (2) 興奮を受け取るニューロンでは神経伝達物質の受容体は核内にある。
- (3) 神経伝達物質によるニューロンの興奮はカリウムイオンの流入によって起こる。
- (4) 興奮の伝達に使われた神経伝達物質は分解や回収によって直ちに消去される。
- (5) 神経伝達物質を介した興奮の伝達は末梢神経系でしか起こらない。

問 5 下線部(ウ)に関して，血液中の Ca^{2+} 濃度が低下したときに分泌されるホルモンとそれを分泌する内分泌腺の名称を答えなさい。また，そのホルモンの標的器官を2つ挙げてそれぞれに対する作用を簡潔に述べなさい。

問題 2 プロトプラストに関する次の文章を読んで、問 1 から問 4 に答えなさい。

プロトプラストを作製するために、キャベツの葉とニンジンの根の形成層をそれぞれカミソリ刃で細かくきざんで小片にする。酵素液(表 1)の入ったシャーレを 2 個用意し、それぞれの小片を別々のシャーレに入れて 25℃で数時間処理する。シャーレを軽くゆすってから、それぞれの酵素処理液をナイロンメッシュでろ過し、得られたろ過液を別々の試験管に入れて遠心分離を行う。ピペットで上ずみの酵素液を除去したあと、洗浄液で軽く洗って、キャベツとニンジンのプロトプラスト懸濁液を作る。これらの懸濁液を別々のホールスライドガラスに 1 滴のせ、カバーガラスをかぶせてプレパラートを作る。光学顕微鏡を使って、100 倍の倍率でプロトプラストができていることを確認する。^(ア)

次に、2 種類のプロトプラストを融合させるために、それぞれの懸濁液を 1 枚のスライドガラスの上に 20 μ l ずつ置いて、両者を混ぜ合わせる。混合したプロトプラスト懸濁液の周辺 4 カ所に 40%の A 溶液を 40 μ l ずつ置く。ピペットを使って、この溶液とプロトプラスト懸濁液を接触させて、よく混ぜ合わせる。そして、同様に光学顕微鏡を使って、プロトプラストの融合が起きているかどうかを確認する。

表 1 酵素液の組成(蒸留水 100 ml 中)

マンニトール	11 g
B	1 g
ペクチナーゼ	0.1 g
塩化カルシウム	0.05 g

注) 0.4%塩酸もしくは 0.4%水酸化ナトリウム溶液で酵素液の pH を 5.5 に調整する。^(イ)

問 1 文章中の A と表 1 中の B に当てはまる語を答えなさい。

問 2 表 1 の酵素液に細胞膜を透過できないマンニトールを加えてある理由を 50 字以内で述べなさい。

問 3 以下の文(a)~(e)を、下線部(ア)の顕微鏡観察の操作手順になるように並べかえ、記号で答えなさい。

- (a) ステージにプレパラートをのせ、試料を視野の中央に移動させてクリップでとめる。
- (b) 接眼レンズ(10 倍)と対物レンズ(4 倍, 10 倍, 40 倍)を取り付け、レボルバーを回転させて 10 倍の対物レンズが真下にくるようにする。
- (c) しぼりを開き、接眼レンズをのぞきながら反射鏡の向きを変え、視野が最も明るくなるように調節する。
- (d) 接眼レンズをのぞきながら調節ネジを回して対物レンズとプレパラートを遠ざけてピントを合わせ、しぼりを調節して鮮明な像が見えるようにする。
- (e) 横から見ながら、調節ネジを回して対物レンズとプレパラートを近づける。

問 4 表 1 脚注の下線部(イ)の操作を行う理由を簡潔に述べなさい。

問題 3 発生のしくみに関する次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

両生類の受精卵では、精子が進入した場所の反対側が将来の背側になる。精子の進入によって卵表層の回転が起こるため、精子進入場所の反対側には[A]とよばれる模様がある。この部分の細胞質を含んだ細胞群は初期原腸胚では[B]とよばれる。イモリの初期原腸胚から[B]を切り出して、同じ時期にある別の胚(宿主胚)の腹側の胞胚腔に移植すると、宿主胚の腹側に二次胚が作られる。この二次胚の脊索と体節の一部は移植片からできるが、それ以外の組織は宿主胚の細胞に由来する。サンショウウオの胞胚から動物極側の上部の細胞群と植物極側の細胞群を切り出して、図1の実験1のように、^(ア)両者を接触させて^(イ)培養すると、動物極側上部の細胞群は、植物極側の細胞群の働きによって本来の予定運命とは異なる脊索や筋肉、血球に分化する。

こういうしくみで、胚には未分化な細胞に働きかけて分化の方向を決定する働きをもつ部位が生じ、これによって細胞の分化が連鎖的に起きて複雑な器官がつくられる。

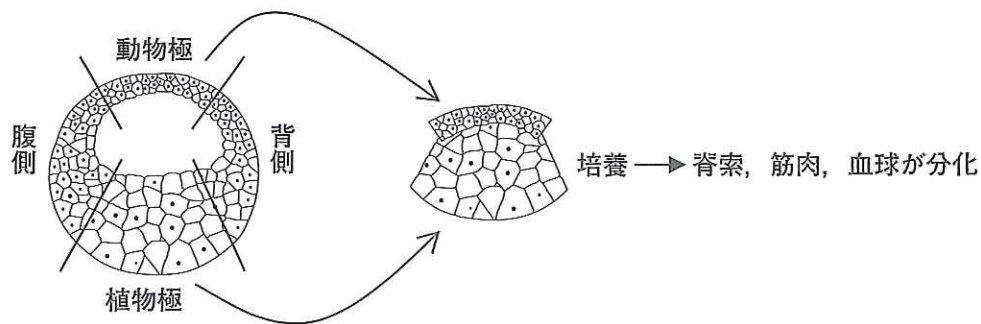


図1 胞胚を用いた実験1

問1 [A]と[B]に当てはまる名称をそれぞれ答えなさい。

問2 下線部(ア)の細胞群は、正常発生においてそれぞれ何に分化するか。下の

(1)~(5)から1つずつ選び、番号で答えなさい。

- (1) 肝臓 (2) 心臓 (3) 腎臓 (4) 表皮 (5) 骨

問 3 下線部(イ)で述べられている植物極側の細胞群の働きを何というか、答えなさい。

問 4 下線部(イ)に関して、図2の実験2のように、植物極側の細胞群から将来腹側になる部分(a)と背側になる部分(b)を切り出し、それらを動物極側上部の細胞群と接触させて培養すると、それぞれの動物極側上部の細胞群はどのような組織に分化するか。下の(1)~(5)から正しいものを1つ選び、番号で答えなさい。

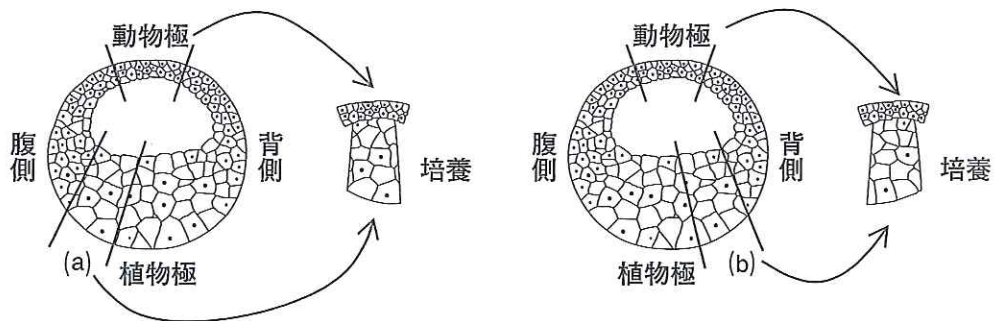


図2 胞胚を用いた実験2

- (1) (a)を接触させた方は脊索と血球に分化し、(b)を接触させた方は筋肉に分化する。
- (2) (a)を接触させた方は筋肉に分化し、(b)を接触させた方は脊索と血球に分化する。
- (3) (a)を接触させた方は脊索と筋肉に分化し、(b)を接触させた方は血球に分化する。
- (4) (a)を接触させた方は血球に分化し、(b)を接触させた方は脊索と筋肉に分化する。
- (5) (a)と(b)のどちらを接触させた場合でも、脊索、筋肉、血球に分化する。

問 5 下線部(ウ)のような部位を何というか、答えなさい。

問題 4 遺伝子発現の制御機構に関する次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

大腸菌はグルコース(ブドウ糖)を栄養源としている。グルコースの代わりにラクトース(乳糖)が与えられると、やがてラクトースをグルコースとガラクトースに分解するβ-ガラクトシダーゼなどの酵素を産生するようになる。そのため、グルコースがなくてもラクトースを栄養源として利用できるよう

になる。このように、大腸菌では、外部環境の変化に応じて、β-ガラクトシダーゼなど、ラクトースの分解に関わる酵素群の産生が調節されている。この酵素群の遺伝子(z)の発現調節には、調節遺伝子(i)、プロモーター(p)、オペレーター(o)とよばれるDNAの各領域が関わっている(図3)。なお、遺伝子工学の技術を用いれば、図3のDNAをネズミに導入することが可能である。その際に、バクテリオファージ(ファージともいう)のDNAが図3のDNAのベクターとして使用されることがある。この場合、図3のDNAとともにファージのDNA全体もネズミに導入される。

ファージの感染によって細菌が壊れる現象を溶菌という。溶菌は寒天培地上で溶菌斑として検出される。1個のファージが宿主となる大腸菌に感染して増殖し、隣り合う複数の大腸菌に次々と感染する結果、1つの溶菌斑が形成される。正常な活性をもつβ-ガラクトシダーゼが作用すると青色に発色するX-Galという物質を寒天培地に加えておけば、β-ガラクトシダーゼを産生した大腸菌の溶菌斑を検出できる(図4)。

そこで次のような実験を行った。図3のDNAが導入されたネズミに、突然変異を生じやすくするある種の化学物質を投与したり、または、X線を照射した

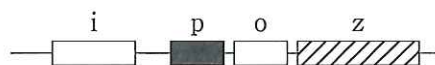


図3 大腸菌におけるβ-ガラクトシダーゼなどの酵素の産生に関わるDNA領域

- i: 調節遺伝子
- p: プロモーター
- o: オペレーター
- z: β-ガラクトシダーゼなどの遺伝子

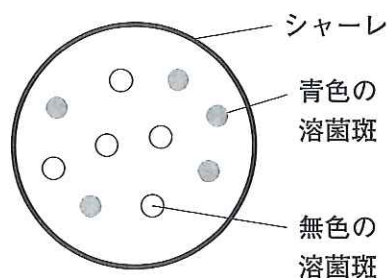


図4 バクテリオファージの感染による大腸菌の溶菌斑

りした後、小腸の組織から DNA を抽出した。その DNA から感染能力のあるファージを作りなおし、X-Gal とグルコースを含むがラクトースを含んでいない寒天培地中で大腸菌に感染させて青色の溶菌斑の数を調べた。化学物質を投与したネズミの実験では、青色の溶菌斑の出現頻度は、投与量に依存して高くな^(エ)った。一方、X線を照射したネズミの実験では、突然変異を生じさせるのに十分な線量のX線を照射したにもかかわらず、青色の溶菌斑の出現頻度を高める作用は化学物質と比べて弱かった(図5)。この原因の1つとして、化学物質とX線と^(オ)では、生じた遺伝子突然変異の種類(表2)が異なっていたことが考えられる。

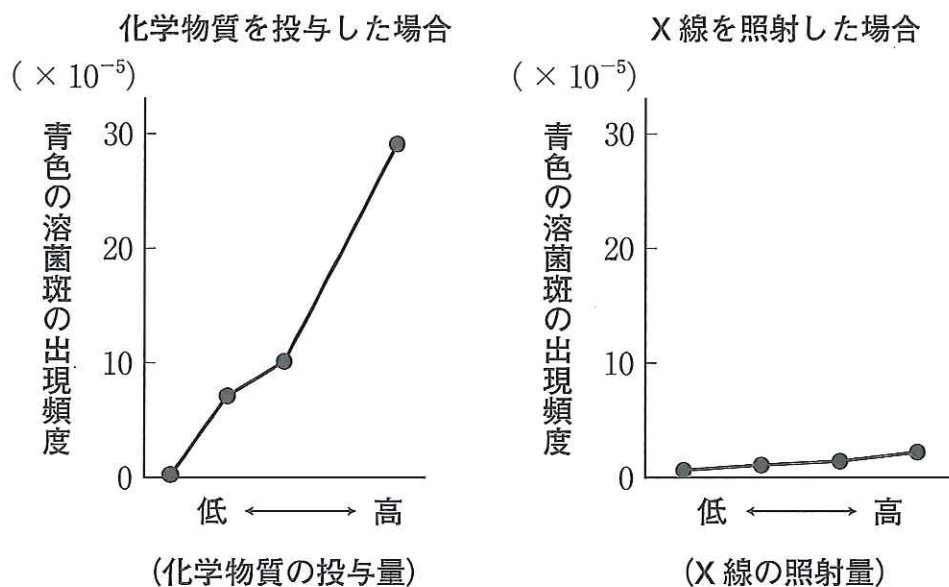


図5 小腸組織の DNA から作ったファージによる青色の溶菌斑の出現頻度

表2 遺伝子突然変異

種類	DNA 塩基配列の変化の内容
置換	本来の塩基とは異なる塩基に置き換わる。
挿入	新しく塩基が付加される。
欠失	一部の塩基が失われる。

問 1 下線部(ア)に関して、下の(1)~(3)に該当する DNA 領域をそれぞれ i, p, o, z からすべて選び、記号(i, p, o, z)で答えなさい。

- (1) 調節タンパク質が結合する。
- (2) mRNA に転写される。
- (3) RNA 合成酵素が最初に結合する。

問 2 下線部(イ)のネズミのように、他の生物の遺伝子が導入された生物を何というか、答えなさい。また、このネズミの導入遺伝子に関する説明として適切なものを下の(1)~(4)から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- (1) 生物体を構成するすべての細胞の核に導入遺伝子が存在する。
- (2) 生物体を構成する体細胞の核には導入遺伝子が存在するが、生殖細胞の核には存在しない。
- (3) 生物体を構成するすべての体細胞の核に導入遺伝子が存在するわけではなく、どの細胞の核に導入されるかはランダムである。
- (4) 生物体を構成するすべての細胞の核に導入遺伝子が存在するが、どの染色体に存在するかは細胞によって異なる。

問 3 下線部(ウ)に関して、 T_2 ファージというバクテリオファージが大腸菌に感染するしくみを説明した文として適切なものを下の(1)~(4)から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- (1) ファージは大腸菌の表面に付着し、やがて大腸菌内に取り込まれて大腸菌内で増殖する。
- (2) ファージは大腸菌の表面に付着し、ファージの DNA のみが大腸菌内に入り、複製された後にタンパク質の殻に包まれる。
- (3) ファージは大腸菌の表面に付着し、大腸菌を溶かした後、ファージの DNA が複製されてタンパク質の殻に包まれる。
- (4) ファージは大腸菌の表面に付着し、ファージの DNA が複製された後にそれぞれの DNA が大腸菌に取り込まれ、タンパク質の殻に包まれる。

問 4 下線部(エ)の実験結果から、**図 3** の DNA 領域が関わる β -ガラクトシダーゼ産生の調節機構にはどのような変化が生じたと考えられるか。1つの可能性について 80 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(オ)に関して、X 線照射によって**図 3** の DNA にどのような種類の突然変異が生じたと考えられるか。そのように考えた根拠を含めて 200 字以内で述べなさい。なお、宿主となる大腸菌の遺伝子発現は影響しないものとする。