

平成26年度入学試験問題(前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから2科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した2科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 問題冊子は1冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 以下の文章を読み、設問に答えよ。

生体を構成する物質の多くは絶えず分解・合成されており、このことを代謝という。代謝には、同化と異化がある。細胞がグルコースなどの有機物の分解を行ってATPを得る過程は異化の過程であり、呼吸と呼ばれる。呼吸には好気呼吸と嫌気呼吸とがある。好気呼吸では、グルコースはいくつかの反応過程を経て段階的に分解され、最終的に酸素が消費され二酸化炭素と水が生成される。またこの時、(1)がミトコンドリア内膜に存在するタンパク質群の間を受け渡されるのに伴って、ミトコンドリア内膜を介した(2)の濃度勾配が生じ、これを利用してATPが生成される。

問 1 (1)と(2)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 生体を構成する有機物をタンパク質以外に3つあげよ。

問 3 物質変換およびエネルギー代謝の観点から、同化を説明せよ。また、同化の例を1つあげよ。

問 4 進化の過程における好気呼吸を行う生物の出現は、ある原核生物の代謝に伴った、地球大気中の酸素濃度の増加により可能となったと考えられている。酸素濃度の増加に寄与した原核生物の一般名称と、その酸素はどの化学物質に由来したかを答えよ。また、その原核生物が存在した証拠として発見されている岩石の名称は何か。

問 5 下線部で示される反応過程のうち、次の特徴を持つ反応過程の名称を答えよ。

- (1) 嫌気呼吸においても存在する。
- (2) ミトコンドリアの基質(マトリックス)でおもに行われる。

II 以下の文章を読み、設問に答えよ。

大腸菌(*Escherichia coli*)の野生株は、グルコースを炭素栄養源としているが、ラクトースだけを含む培地で培養すると、それまでになかったラクターゼなど3種類の酵素(以下、3酵素と略す)を合成してラクトースを分解し、これを生命活動に利用する。フランスの研究者達(1)と(2)は、培地にラクトースがなくても3酵素を合成する突然変異株があることを見つけ、この変異株の解析を通して、(3)説という転写調節モデルを提唱した。その後の研究も加えて現在までに以下のことが分かっている。3酵素のアミノ酸配列を指定する3つの遺伝子はDNA上でひとかたまりにならんでおり、それらの転写をまとめて制御する調節遺伝子が別に存在する。調節遺伝子の産物は調節タンパク質といい、これはDNA上の特定の領域であるオペレーターに結合したり離れたることにより転写を制御する。オペレーターの近くにはRNA合成酵素が結合する(4)という領域がある。野生株の場合、グルコース存在下では、オペレーターに調節タンパク質が結合しており、RNA合成酵素は3酵素の遺伝子を転写できない。しかし大腸菌をラクトースだけを含む培地に移すと、ラクトースは大腸菌内に取り込まれてある物質に変化し、その物質が調節タンパク質に結合する。その結果、調節タンパク質のDNAと結合する部位の立体構造が変化し、結合していた調節タンパク質がオペレーターから離れ、RNA合成酵素が3酵素の遺伝子を転写できるようになる。

問 1 (1)~(4)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 二名法による大腸菌の学名は*Escherichia coli*である。二名法を確立したのは(A)である。はじめの*Escherichia*は(B)名、二番目の*coli*は(C)名である。(A)~(C)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 3 リプレッサーとよばれるタンパク質は、上の転写調節モデルでは何に相当するか。

問 4 下線部のような突然変異株は2種類得られた。それぞれを変異株Xと変異株Yとする。変異株X、Yの異常は、それぞれ調節遺伝子の異常か、オペレーターの異常(調節タンパク質が結合できない)かのどちらかだった。両変異株に、正常な「調節遺伝子」、「オペレーター」、「(4)」、「3酵素の遺伝子」のすべてを含むDNA領域を導入した。このとき、変異株の大腸菌が持っているDNAと、導入したDNAはどちらもはたらく。

- ① 一般に大腸菌内に特定の遺伝子を導入する際に、ベクターとして使われる環状DNA(ア)、特定の配列のDNAを切断する酵素(イ)、DNAどうしをつなぎ合わせる酵素(ウ)の名称を答えよ。
- ② DNAが導入された変異株Xはラクトースが存在するときだけ3酵素を合成した。変異株Xは、調節遺伝子かオペレーターのどちらに異常があるか。また、DNA導入後はラクトース非存在下で3酵素を合成しない理由を説明せよ。
- ③ DNAが導入された変異株Yはラクトースがあってもなくても3酵素を合成した。変異株Yは、調節遺伝子かオペレーターのどちらに異常があるか。また、DNA導入後もラクトース非存在下で3酵素を合成する理由を説明せよ。

Ⅲ 以下の文章を読み、設問に答えよ。

卵は、受精すると細胞分裂を開始する。受精卵の細胞分裂を(1)といい、それによって生じた細胞を(2)という。図は、アフリカツメガエルにおける8細胞期からの初期発生過程を側面または植物極側から観察したものを、時間経過とともに示したものである。アフリカツメガエルの場合は、(a)のような植物極側の(2)が、動物極側の(2)よりも大きい。このような受精卵は(3)と呼ばれ、この場合の(1)の様式を(4)という。

胚発生では、時間経過とともに(1)が進行し(2)の数が增加する。桑実胚期を経て、(ア)の時期には、胚の内部に(5)と呼ばれる空所が生じる。やがて発生が(イ)の時期まで進行すると、胚の側面の細胞群が胚の内部に向かって移動する。この移動を(6)という。このとき、(6)によって胚の内部に生じた新たな空所は(7)と呼ばれ、(6)が起こる部分を(8)という。その後、胚の内部に移動した細胞群は中胚葉となり、将来特定の器官に分化する。

問 1 (1)～(8)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 図における(a)のような植物極側の細胞に多く含まれる成分を何というか。またその機能は何か。

問 3 図の(ア)と(イ)の発生時期の名称をそれぞれ答えよ。

問 4 周囲の細胞群の分化を誘導する胚の特定の領域を何というか。

問 5 アフリカツメガエル胚において、図の(ア)の動物極と植物極の両方を通る断面図を描き、赤道付近の細胞群の中胚葉への分化を誘導する領域を斜線で示せ。

問 6 問5で示した領域が中胚葉を誘導することを証明するにはどのような実験を行えばよいか。簡潔に述べよ。

問 7 図の(イ)からさらに発生が進むと、アフリカツメガエル胚では、目の形成が始まる。両生類における眼胞の形成以降の目の発生過程を「眼杯」、「水晶体」、「角膜」という語句を用いて説明せよ。

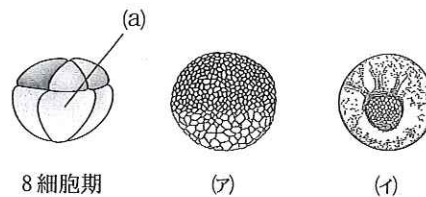


図 アフリカツメガエルの初期発生 Nieuwkoop and Faber (1994)より

Ⅳ 以下の文章を読み、設問に答えよ。

海にすむ硬骨魚類は、体液が海水よりも低張で、海中では絶えず体内の水が失われている。そのため、水を補うために海水を飲み、同時に入ってくる無機塩類を^(a)えらにある特別な細胞で積極的に排出し、腎臓から体液と等張の尿を少量排出することで、体液の浸透圧を一定に調節している。淡水にすむ硬骨魚類は、体液が淡水よりも高張なので、水が体内に絶えず浸透してくる。そのため淡水にすむ硬骨魚類は、^(b)体液を淡水よりも高張に保つしくみをもっている。

陸生の哺乳動物では、腎臓が体液の浸透圧調節において重要なはたらきをしている。ヒトでは体液の浸透圧の変化を感知するのは間脳の(1)である。はげしい発汗などで体から水分が失われて体液の浸透圧が上昇すると、(2)からペプチドホルモンである(3)の分泌が増加し、おもに腎臓の(4)からの水分の再吸収が増加して尿量が減少し、体液の浸透圧は低下する。一方、^(c)多量の水を飲むなどして体液の浸透圧が低下すると、(3)の分泌が減少し、おもに腎臓の(4)からの水の再吸収が減少して尿量を増加させ、体液の浸透圧は上昇する。

問 1 (1)～(4)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)の特別な細胞は何と呼ばれているか。

問 3 海水を飲むウミガメやカモメは眼の付近に無機塩類を排出する特別なしくみを持っている。それは何か。

問 4 淡水にすむ単細胞生物であるゾウリムシは、どのようなしくみで細胞内浸透圧を調節しているか。

問 5 下線部(b)において、淡水にすむ硬骨魚類はどのようにして体液の浸透圧を調節しているか。

問 6 サケやウナギなどの淡水と海水を往来する硬骨魚類は、どのようにして外部環境の浸透圧の変化に対応しているか。

問 7 下線部(c)の場合、腎臓におけるナトリウムイオンの再吸収を促進するステロイドホルモンおよび分泌器官の名称を答えよ。