

問題訂正

科目名 「生物」

20 ページ  (問3) 問題文4行目

(誤)  植物

(正) 裸子植物

※ (問3) (ア)  については、解答を要しない。

# 理 科

## 試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は120分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は60分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 13
生物	1 ~ 3	14 ~ 21
地学	1 ~ 4	22 ~ 29

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。  
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

## 生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

ヒトの体細胞は、常染色体  対と性染色体  本をもつ。体細胞の数を増やす細胞分裂は体細胞分裂と呼ばれ、その過程は、核分裂と  に分けられる。体細胞分裂の前期では、倍加した染色体が凝縮し、中心体から伸びた  が  と呼ばれる染色体の特定の部位に結合する。この後、中期・後期および終期をへて、体細胞分裂が終了する。

一方、卵や精子などの生殖細胞をつくる細胞分裂は、減数分裂と呼ばれる。卵は受精後、体細胞分裂を開始し、DNAの遺伝情報にもとづいて、物質の代謝に参与する酵素などのタンパク質を合成し、<sup>b)</sup>胚発生が進行する。  
c)

(問1) 文中の  ～  に適切な語句または数値を入れよ。

(問2) 下線部 a) に関して、ヒトでの性決定の様式を、下記の [  ] 内の語句をすべて用いて説明せよ。

[ 卵      精子      染色体 ]

(問3) 下線部 b) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

ある代謝に関わる酵素を合成する遺伝子に異常があると、正常な酵素が生成されず、その代謝の異常が起こる。このような遺伝子と酵素の関係が明らかにされたのは、ピードルとテータムによるアカパンカビの研究によるところが大きい。ヒトでも、遺伝子欠陥のため正常な酵素を体内で合成できない遺伝病が存在し、それを治療する試みの一つとして遺伝子治療が行われている。このような遺伝子治療で利用される遺伝子組換え技術は、治療薬として用いられるタンパク質の生産にも使われている。

(ア) ピードルとテータムが提唱した仮説を何と呼ぶか答えよ。

(イ) DNAの遺伝情報にしたがって酵素などのタンパク質が合成される過程は大きく2つに分けられるが、それぞれは何と呼ばれるか答えよ。

(ウ) 食物中のタンパク質に含まれるフェニルアラニンをチロシンに変換する酵素の遺伝子欠陥に基づく病気の名称を答えよ。

(エ) DNAポリメラーゼを用いて遺伝子を人工的に増幅することができるが、その方法を何と呼ぶか答えよ。

(オ) 遺伝子組換え実験で用いる(1)特定のDNA配列を切断する酵素、および(2)切断されたDNA断片をつなぎ合わせる酵素の名前をそれぞれ答えよ。

(カ) 遺伝子組換え実験において、特定の遺伝子を目的の細胞(生体)に導入するために用いる DNA を一般的に何と呼ぶか答えよ。

(キ) 外来遺伝子を導入して、その動物が本来もっていなかった遺伝形質をもたせることができる。このようにして作成した動物を何と呼ぶか答えよ。

(問 4) 下線部 c)に関する次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

ウニの未受精卵を動物極と植物極を通る面で縦に2分割し、それぞれを別々に受精させると、分割した卵のいずれに核があっても、どちらとも正常に胚発生し、小さいながらも完全な幼生になった。しかし、未受精卵を動物極側の半球と植物極側の半球に2分割し、それぞれを別々に受精させると、半球のいずれに核があっても、動物極側の半球は胚発生が胞胚期で止まり、植物極側の半球から発生した胚は不完全な幼生にしかならなかった。未受精卵を動物極側の半球と植物極側の半球に分けて受精させると、なぜ発生が正常に進行しないのか、考えられる理由を述べよ。

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

ほ乳類の肺の基となる肺芽は、前腸の腹側壁の細胞が盛んに分裂することにより、膨らんで形成される 1 <sup>a)</sup> 胚葉起源の未熟管状構造である(図1)。さらに発生が続くと、肺芽は、分岐と伸長を繰り返し、気道と肺胞からなる成熟肺を形成する。

ヒトの肺は、吸い込んだ空気から酸素を血液中に取り込み、二酸化炭素を排出する重要な働きをしている。<sup>b)</sup> 肺への空気の取り込みと排出は、肋間筋や横隔膜などの呼吸筋による胸部の膨張・収縮に伴い、肺が膨張・収縮を繰り返すことによって営まれている。一方、組織では細胞呼吸が行われ、酸素を利用する好気呼吸と利用しない 2 呼吸が行われる。この時、呼吸基質から生命活動に必要なATPが産生される。肺での呼吸と組織での細胞呼吸は血液循環を介してつながっており、肺胞で血液中に取り込まれた酸素は、赤血球のヘモグロビンと結合して酸素ヘモグロビンとなり、<sup>c)</sup> 循環系を介して各組織に運ばれ、組織中に放出される。呼吸筋において好気呼吸が行われると、産生されたATPを利用して筋収縮が起き、呼吸の恒常性が維持される。

呼吸筋のような骨格筋や心筋には横縞があり、3 と呼ばれる。このうち、骨格筋を構成する筋細胞は、4 の束からなる巨大で細長い多核細胞である。4 では、両側がZ膜ではさまれた 5 と呼ばれる単位が繰り返され、<sup>d)</sup> 中央部暗帯にあるミオシンフィラメントが、両側明帯にあるアクチンフィラメントを中央に牽引することにより筋収縮が起こる。

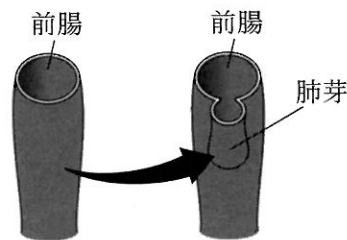


図1 肺芽形成

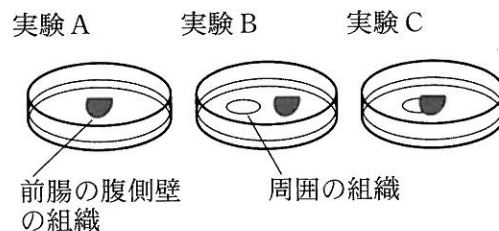


図2 培養実験

(問1) 文章中の 1 ~ 5 に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a) の肺芽の形成過程において、前腸の腹側壁と周囲の組織との関係を調べるために、3つの仮定を立てた。また、それぞれの仮定を確かめるために、図2にある培養実験A～Cを行った。それぞれの仮定が正しいとき、どの実験で前腸の腹側壁の細胞が盛んに増殖するか。増殖する場合は○を、しない場合は×を解答欄に記入せよ。

〈仮定〉

仮定1：周囲の組織から、前腸の腹側壁の細胞の増殖を盛んにする物質が分泌され、肺芽が形成される。

仮定 2 : 前腸の腹側壁の細胞の増殖が、ある時期が来ると自律的に盛んになり、肺芽が形成される。

仮定 3 : 周囲の組織と、前腸の腹側壁が接触すると、腹側壁の細胞増殖が盛んになり、肺芽が形成される。

(培養実験)

実験 A : 前腸の腹側壁の組織だけを取り出して培養した。

実験 B : 前腸の腹側壁の組織と周囲の組織を、同じ容器内で、接触させないで培養した。

実験 C : 前腸の腹側壁の組織と周囲の組織を、同じ容器内で、接触させて培養した。

(問 3) 下線部 b) に関して、魚類のうきぶくろは、肺から進化したと考えられている。このように、見かけ上の形や働きが異なっても、同一の起源を持ち基本的な構造が同じ器官を何というか。

(問 4) 下線部 c) に関して、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

図 3 の 2 本の実線は、肺胞と組織における酸素解離曲線を示している。ただし、肺胞での酸素分圧は 100 mmHg、二酸化炭素分圧は 40 mmHg、組織での酸素分圧は 30 mmHg、二酸化炭素分圧は 60 mmHg とする。この条件下で、ある人の血液ヘモグロビン濃度は 0.1 g/ml、心拍数は 80 回/分、1 回心拍出量(1 回の心拍で心臓から大動脈に押し出される血液の量)は 80 ml であった。

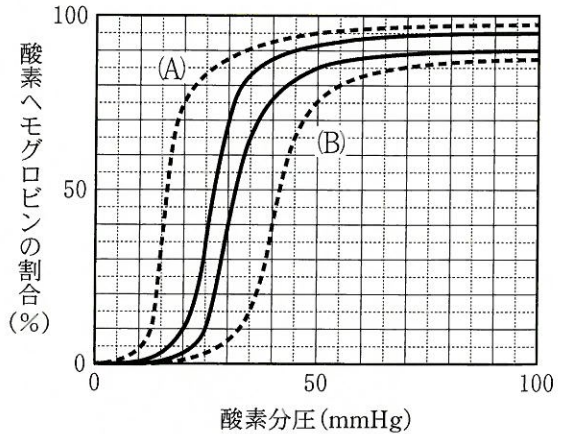


図 3

(ア) 肺胞および組織における酸素ヘモグロビンの割合はそれぞれ何%か。以下の①~⑤から正しいものを選び、番号で答えよ。

- ① 10%      ② 40%      ③ 70%      ④ 90%      ⑤ 95%

(イ) 肺胞における酸素ヘモグロビンの何%が、組織において酸素を解離するか。小数点第一位を四捨五入して整数で答えること。

(ウ) ヘモグロビン 1 g に酸素 1.3 ml が結合できるとすると、組織で 1 分間に放出される酸素は何 ml か。小数点第一位を四捨五入して整数で答えること。また、計算過程も解答欄に記入すること。

(エ) 胎児ヘモグロビンは胎盤において母体ヘモグロビンから解離した酸素と結合する。胎児ヘモグロビンの酸素解離曲線を描くと破線(A), (B)のどちらになるか。

(問 5) 下線部 d) に関して、骨格筋の収縮に関わる現象を順番に並べたとき、以下の(ア)~(オ)にあてはまるものを(A)~(E)の中から選び、記号で答えよ。

運動神経の興奮 → (ア) → (イ) → 筋小胞体からの  $\text{Ca}^{2+}$  の放出 → (ウ) → (エ) → (オ) → 骨格筋の収縮

- (A) アクチンフィラメントへの  $\text{Ca}^{2+}$  の結合
- (B) アクチンフィラメントへのミオシン頭部の結合
- (C) 筋細胞の膜電位の上昇
- (D) シナプス小胞からのアセチルコリンの放出
- (E) ミオシン頭部の屈曲

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

生命は、約40億年前に形成された原始海洋の中で誕生したと考えられている。最初に誕生した生命は、細胞構造が単純な原核生物であった。その後、少なくとも約27億年前には、独立栄養生物であるラン藻(シアノバクテリア)が誕生し、酸素発生型の光合成が始まった。さらに20億年ほど前になると真核生物が出現した。その後、生物は長い進化の歴史をへて多様化し、現在、地球上には約180万種が知られている。これらの多様な生物群をどのように分類すべきかについては、リンネの時代から長らく植物界と動物界に分ける二界説が採用されてきたが、現在では、生物界全体を原核生物界・原生生物界・植物界・菌界・動物界の5つに分ける五界説が用いられることが多い。しかし実際の生物多様性は、非常に複雑である。進化の歴史を考慮した場合、生物群の分類体系は今後も変わっていく可能性がある。

(問1) 生命の誕生と多様化に関して、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

- (ア) 生命が誕生するためには、原始地球において無機物から簡単な有機物が生成され、さらに複雑な生体高分子化合物(タンパク質や核酸など)が合成される必要があった。この過程を何とよいか答えよ。
- (イ) ラン藻が誕生したことにより大気中の酸素濃度が上昇し、成層圏にはオゾン層が形成された。オゾン層の形成により、生物はどのような環境への進出が可能になったか、理由を含めて答えよ。
- (ウ) 南オーストラリアの約6億年前の先カンブリア時代の地層から、かたい骨格や殻を持たない多細胞動物群の化石が見つかっている。その動物群を何と呼ぶか答えよ。

(問2) 下線部a)に関して、リンネの業績の一つとして、階層による分類体系の提唱がある。

これは生物を次第に上位の階級の分類群にまとめる方法である。ヒトも動物界の一種である。ヒトと動物界の間に設定されている下記の分類群を、下位分類群から上位分類群に並べ替え、番号で答えよ。

- ① ほ乳綱    ② ヒト科    ③ サル目(霊長目)    ④ 脊椎動物門    ⑤ ヒト属



(問 3) 下線部 b) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

陸上植物は、緑藻類から分岐して陸上に進出した緑色植物の一群である。現存の陸上植物には、維管束が発達していない  と、維管束植物がある。さらに、維管束植物は、 でふえるシダ植物と、種子でふえる種子植物に分けられる。種子植物には、胚珠の一部が外界に露出している  植物と、露出していない被子植物があり、被子植物は、さらに単子葉類と双子葉類に分けることができる。

d)  
種子植物の葉について考えてみよう。葉は一層の表皮細胞でおおわれており、表皮には気体の出入りや水の蒸散に関わる気孔が存在する。葉の内部の葉肉には、円柱状の細胞が密に並んださく状組織と、細胞の形態が不規則で細胞間げきが発達した  組織がある。また葉脈を形成する維管束が走っている。

e)  
ア) 文中の  ~  に適切な語句を入れよ。

イ) 下線部 d) に関して、単子葉類および双子葉類に属する植物を下記の選択肢より 2 つずつ選び、番号で答えよ。

- ① サクラ    ② ウミユリ    ③ ワラビ    ④ イネ    ⑤ イチョウ  
⑥ ススキ    ⑦ アカマツ    ⑧ アサクサノリ    ⑨ エンドウ

ウ) 下線部 e) に関して、以下の設問に答えよ。

維管束は木部と師部からなる。木部を構成する道管に関連する特徴について、あてはまるものを下記の選択肢より 3 つ選び、番号で答えよ。

- ① 水や無機物をおもに運ぶ                      ② 葉で作られた栄養物をおもに運ぶ  
③ 死細胞からなる                                ④ 生細胞からなる  
⑤ 双子葉類の葉脈では通常、木部は師部よりも葉の裏側に近い位置にある  
⑥ 双子葉類の葉脈では通常、木部は師部よりも葉の表側に近い位置にある

(問 4) 下線部 c) に関して、次の文章を読み、以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

多くの陸上の生物では、海や山脈などの地理的な障壁ができることによって集団間の個体の交流が妨げられる。このように地理的に隔離された集団は、時間とともにそれぞれの環境に適応していく。その後、海などの地理的障壁がなくなり、隔離されていた集団間の個体の交流が可能となっても、それらの間では生殖的隔離が生じていることがある。

生物は環境と関わりながら生活している。温度、水、光、大気、土壌などの無機的环境が生物に影響を与えることを 1 という。逆に、生物の活動も無機的环境に影響を与え、これを 2 という。生物の間にもさまざまな働き合いがあり、これを 3 という。生物にとっては他の生物も環境の一部である。動物では、アユ(鮎)などのように、個体がある一定の生活空間を占有し、同種の他の個体から積極的に防衛することがある。この生活空間を縄張りという。

(ア) 文中の 1 ~ 3 に適切な語句を入れよ。

(イ) 下線部 f) に関して、生殖的隔離が生じている異なる集団の個体の間でも交配が行われることがある。そこで子ができた場合、集団間で生殖的隔離が生じていることを確かめるには、何を調べればよいか答えよ。

(ウ) 下線部 g) に関して、アユの縄張りから得られる食物の藻類の量(利益)と縄張りを守るための労力の関係は図 1 のようになっているとする。縄張りの大きさ A ~ E のうち最適なものを選び、記号で答えよ。

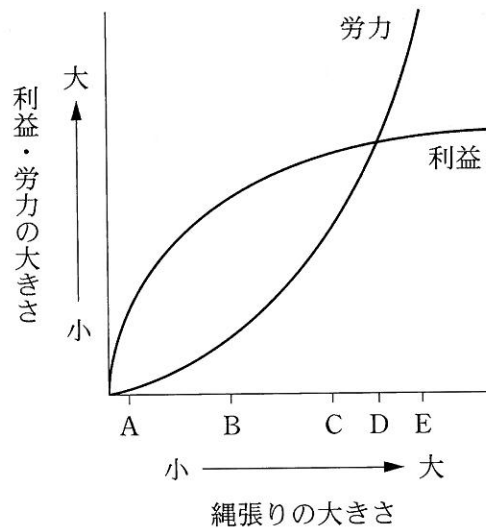


図 1