

## 平成 26 年度入学者選抜学力検査問題

## 理 科

物 理 1 ページ～ 19 ページ

化 学 20 ページ～ 33 ページ

生 物 34 ページ～ 53 ページ

地 学 54 ページ～ 63 ページ

## 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

# 生 物

注 意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題を解答すること。

| 志 望 す る 学 部 ・ 学 科         | 解 答 す る 問 題 番 号                                                                                                                                                      |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教育学部 志望者のうち生物を選択する者       | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 7                                                          |
| 理 学 部 生物学科志望者             | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6<br><input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 |
| 理 学 部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者 | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 7 および<br><input type="checkbox"/> 8 と <input type="checkbox"/> 9 のどちらかの4題について解答する。    |
| 医 学 部 志望者のうち生物を選択する者      | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 8                                                          |
| 看護学部 志望者のうち生物を選択する者       | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6                                                          |
| 工 学 部 志望者のうち生物を選択する者      | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7                                                          |
| 園芸学部 志望者のうち生物を選択する者       | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 および<br><input type="checkbox"/> 8 と <input type="checkbox"/> 9 のどちらかの4題について解答する。    |

2. ☐8 と ☐9 のうち、どちらか1題を選択して解答する必要がある学部・学科の志望者は、選択した問題の解答用紙上部にある選択欄の「選択しました」の○印を黒く塗りつぶして●にしてください。選択しなかった問題の解答用紙にも、受験番号と座席番号を所定欄に記入し、選択欄の「選択しませんでした」の○印を黒く塗りつぶして●にしてください。  
☐8, ☐9 の解答用紙はいずれも回収します。理学部生物学科および医学部志望者は、解答用紙の選択欄を●に塗りつぶす必要はありません。

1

次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

図1は、両生類のイモリの胞胚を第1卵割面と一致する面で切った時の断面の模式図である。

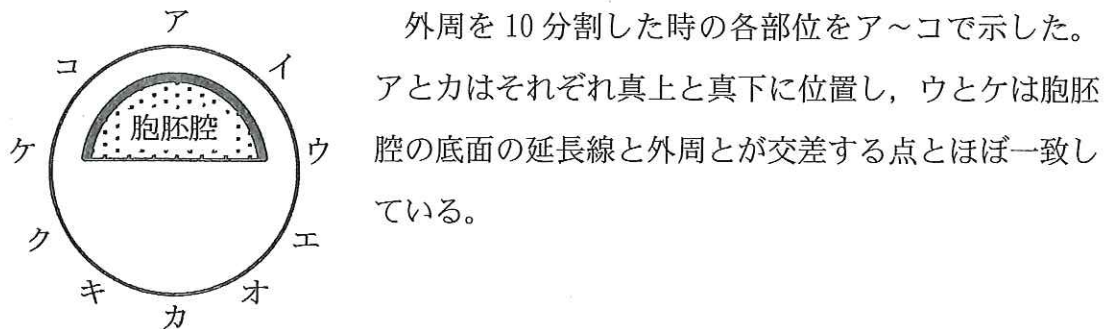


図1 胞胚の断面の模式図

胞胚腔の壁を観察したところ、天井部分(図1の太線)にだけフィブロネクチン(FN)と呼ばれるタンパク質が細胞外に存在していた。原腸が形成される時のFNの役割を調べるため、次の実験1～3をおこなった。

実験1：陥入した原腸の組織を取り出し、単細胞になるまで解離し、この細胞を培養液と共にシャーレに加えた。細胞は底に沈み、1時間後には底面と接着し、シャーレを揺すってもはがれることはなかった。その後10時間まで経過観察したところ、細胞は底面と接着したままほとんど動かなかった。

実験2：底面をあらかじめFNでコートしたシャーレを用意し、実験1と同様の操作をした。細胞は底に沈み、1時間後には底面と接着し、シャーレを揺すってもはがれることはなかった。その後10時間まで経過観察したところ、細胞は底面と接着しつつ盛んに動きまわった。

実験 3：底面をあらかじめ血清タンパク質のアルブミンでコートしたシャーレを用意し、実験 1 と同様の操作をした。細胞は底に沈んだが、1 時間後になっても底面と接着せず、シャーレを揺ると一緒に揺れ動いた。その後 10 時間まで経過観察したところ、細胞は底面と接着するようになったが、ほとんど動かなかった。

実験 1 ～ 3 の結果から、陥入した細胞は移動する際に FN を足場として利用することが判明した。

問 1 図 1 のアとカの名称として最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問 2 図 1 のウとケを結ぶ線よりア側の組織とカ側の組織とを比較すると、構成する細胞に性質や特徴の違いが見られる。その違いを述べた次の文の中から、正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 染色体数は、ア側の細胞を  $2n$  とすると、カ側の大部分の細胞では  $3n$  である。
- (b) 翻訳は、ア側の細胞ではおこなわれているが、カ側の大部分の細胞ではおこなわれていない。
- (c) 細胞のサイズの平均値は、ア側よりカ側の方が大きい。
- (d) 細胞が含む卵黄量の平均値は、ア側よりカ側の方が大きい。
- (e) 血管系は、ア側には存在しないが、カ側では発達している。

問 3 胞胚から原腸胚へと発生が進むと、特定の部位に原口が形成される。しかし、問題文で与えられている情報だけでは、原口が形成されると予想される部位を図 1 の一か所に限定することはできない。

- (1) 原口が最初に形成されると予想される全ての部位を図 1 の記号ア～コで答えなさい。
- (2) ある事象が胞胚期以前の胚のどこで起こったかの情報があると、原口が形成される部位を図 1 の一か所に限定することができる。どの発生段階のどのような事象の位置情報か、20 字以内で答えなさい。

問 4 イモリの発生について述べた次の文の中から、正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 胞胚腔は、内部の細胞がプログラムされた細胞死をおこなうことによって形成される。
- (b) 胞胚腔は成体まで維持され、成体では体腔と呼ばれる。
- (c) 陥入した原腸の組織はすべて内胚葉へと分化し、接した組織を中胚葉へと分化させる。
- (d) 原口に形成される卵黄栓は、卵黄が原口からもれ出すのを防いでいる。
- (e) 原口は、成体では肛門の領域となる。

問 5 FN はアミノ酸約 2200 個からなる分子で、そのアミノ酸配列情報も判明している。その情報をもとに、FN のある部分と配列が一致するアミノ酸 15 個からなるペプチド A と、その部分からアミノ酸数で約 50 個離れた部分と配列が一致するアミノ酸 15 個からなるペプチド B とを合成した。また、FN のどの部分とも配列が一致しないアミノ酸 15 個からなるペプチド C を合成した。充分量のペプチド A を胞胚腔へ注入し経過観察したところ、原腸の陥入は起こらず、原口の形成予定域には陥入できなかった細胞の塊が形成された。同量のペプチド B とペプチド C とをそれぞれ個別に別な胚の胞胚腔へ注入したところ、どちらの場合も原腸の形成は正常に進行した。なお、合成したペプチド A、B と同じ配列はそれぞれ FN 上に 1 か所のみ存在し、アミノ酸 1 個が置換したような類似した配列も存在しなかった。

次に、ペプチド A、B、C を抗原としてそれぞれ個別にウサギに注射し、ペプチド A に対する抗体 A、ペプチド B に対する抗体 B、ペプチド C に対する抗体 C を得た。充分量の抗体 A を胞胚腔へ注入し経過観察したところ、原腸の陥入は起こらず、原口の形成予定域には陥入できなかった細胞の塊が形成された。同量の抗体 B と抗体 C とをそれぞれ個別に別な胚の胞胚腔へ注入したところ、抗体 B の場合は抗体 A の結果と同じになったが、抗体 C の場合には原腸の形成は正常に進行した。なお、ここで用いた 3 種の抗体はどれもアミノ酸約 1300 個からできており、抗体どうしが互いに結合することはなかった。

また、下線部の「充分量の」とは、ペプチド A または抗体 A を実験 2 の培養液に加えた時に細胞の移動が十分に阻害される濃度を決め、胞胚腔内での最終的濃度がその濃度になるような量を注入したことを意味する。

- (1) ペプチド A はどのような仕組みで原腸の陥入を阻害したと考えられるか、40 字以内で答えなさい。
- (2) ペプチド A, B の場合と異なり、抗体 A, B の注入実験では結果が同じになった。それぞれの抗体はどのように作用して同じ効果を発揮したと考えられるか、120 字以内で答えなさい。

2 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

哺乳類の発生過程においては、受精卵が細胞分裂を繰り返して細胞の数がある程度増えた時点で、メスでのみそれぞれの細胞がもつ2本のX染色体のうちの1本が凝集して不活性化し、その染色体上のほとんどの遺伝子が発現しなくなる。このX染色体の不活性化において、2本のX染色体のうちのどちらが不活性化されるかは、細胞ごとに無作為(ランダム)に決まる。さらに、一度不活性化されたX染色体は娘細胞でも引き続き不活性化される。したがって、哺乳類のメスの体には、母親由来のX染色体が不活性化された細胞群と、父親由来のX染色体が不活性化された細胞群が<sup>まだら</sup>斑状に存在することになる。

X染色体上の遺伝子は  遺伝とよばれる遺伝様式をとる。ネコの毛の色を決めるX染色体上の対立遺伝子に、色素細胞の色が茶色となる茶色遺伝子  $R$  と、黒色となる黒色遺伝子  $r$  が存在する。メスにはX染色体が2本存在するので、メスのネコの上記の遺伝子型には、  ,  ,  の3つの可能性がある。

ネコの毛の色を決める別の遺伝子として、常染色体上の対立遺伝子である白斑遺伝子  $A$  と単色遺伝子  $a$  がある。この遺伝子は発生過程における色素細胞の移動を制御しており、遺伝子型が白斑遺伝子のホモ接合  $AA$  あるいは白斑遺伝子と単色遺伝子のヘテロ接合  $Aa$  の個体では、色素細胞は体表全体へは広がらない。そのため毛根に色素細胞の存在しない白い毛が体の一部で生じ、体色は茶と白の斑や、黒と白の斑となる。一方、遺伝子型が単色遺伝子のホモ接合  $aa$  の個体では、色素細胞は体表全体へ移動する。そのため、 $aa$  の個体の体色は、茶色遺伝子がホモ接合の  の場合には茶一色となり、黒色遺伝子がホモ接合の  の場合には黒一色になる。しかし、 $aa$  の個体が茶色遺伝子と黒色遺伝子のヘテロ接合  の場合、体色は茶と黒の斑になる。また、遺伝子型が  $AA$  あるいは  $Aa$  の個体では、色素細胞の移動が制限されるため、茶色遺伝子/黒色遺伝子が  の場合には体色は  ,  の場合は  ,  の場合は  になる。

問 1 文章中の ア にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文章中の イ ~ エ にあてはまる遺伝子型を答えなさい。

問 3 文章中の オ ~ キ にあてはまる体色を次の選択肢の中から  
選び、記号で答えなさい。

- |             |           |           |
|-------------|-----------|-----------|
| (a) 茶一色     | (b) 黒一色   | (c) 白一色   |
| (d) 茶と白の斑   | (e) 黒と白の斑 | (f) 茶と黒の斑 |
| (g) 茶と黒と白の斑 |           |           |

問 4 一般に、茶と黒と白の斑のネコを三毛猫とよぶが、オスの三毛猫はほとんどみられない。その理由を 60 字以内で述べなさい。

問 5 あなたがメスの黒ネコを飼っていたとする。次の(1)~(3)に答えなさい。

(1) このネコに三毛猫を最も高い確率で産ませたい場合、どのような体色のオスとかけ合わせるのがよいか、問 3 の選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。

(2) (1)のかけ合わせで、産まれた子ネコが三毛猫となる確率を次の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- |                    |                    |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| (a) $\frac{3}{16}$ | (b) $\frac{1}{4}$  | (c) $\frac{1}{3}$ |
| (d) $\frac{1}{2}$  | (e) $\frac{9}{16}$ | (f) $\frac{3}{4}$ |

(3) (1)のかけ合わせで産まれた子ネコ達の間で無作為にかけ合わせを行い、次世代のネコ(孫ネコ)を得たとする。メスの孫ネコには出現する可能性がない体色を問 3 の選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。

3 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。

制限酵素は、二本鎖 DNA 中に存在する特定の塩基配列を認識して切断する酵素である。表 1 に示したように、異なる制限酵素は異なる性質をもち、溶液の組成や反応条件が最適条件から大きく外れると、酵素活性が低下したり、酵素の機能が不可逆的に失われたりする。

表 1 各制限酵素の性質

| 制限酵素名 | 認識配列      | 最適温度 (°C) | 最適温度で 1 時間処理後の<br>ある二本鎖 DNA の切断率 (%) |      |      | 各温度・時間で処理後の<br>制限酵素の残存活性 |               |
|-------|-----------|-----------|--------------------------------------|------|------|--------------------------|---------------|
|       |           |           | 溶液 1                                 | 溶液 2 | 溶液 3 | 0 °C ～ 最適温度<br>2 時間      | 60 °C<br>15 分 |
| A     | GGGCC C   | 37        | 100                                  | 20   | 20   | あり                       | なし            |
| B     | G GTNACC  | 60        | 20                                   | 60   | 100  | あり                       | あり            |
| C     | GC GGCCGC | 37        | 20                                   | 20   | 20   | あり                       | あり            |
| D     | GG CC     | 37        | 60                                   | 100  | 100  | あり                       | あり            |
| E     | GAT ATC   | 37        | 20                                   | 40   | 100  | あり                       | あり            |
| F     | G AATTC   | 37        | 20                                   | 100  | 100  | あり                       | なし            |

認識配列は片方の DNA 鎖のみを示しており、認識配列中の「|」は制限酵素による切断位置を、N は ATGC いずれの塩基でもよいことを示している。

問 1 制限酵素の基質となるものを、次の選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| (a) プラスミド DNA  | (b) DNA リガーゼ    |
| (c) DNA ポリメラーゼ | (d) 葉緑体 DNA     |
| (e) 染色体 DNA    | (f) ミトコンドリア DNA |

問 2 制限酵素には、DNA の切断を行った際に一本鎖部分が生じるタイプと生じないタイプがある。切断時に DNA の一本鎖が生じないタイプを表 1 からすべて選び、制限酵素名で答えなさい。

問 3 ランダムな塩基配列からなる十分に大きな DNA を制限酵素で完全に切断する場合、制限酵素 A, 制限酵素 B, 制限酵素 C, 制限酵素 D は理論上、何塩基対の DNA 断片を生じるか。それぞれの平均値を答えなさい。

問 4 制限酵素活性の単位(ユニット)は、ランダムな塩基配列を持つある一定の大きさの DNA を、最適条件下で一定時間内に完全に切断するために必要な酵素量として定義される。同じユニット数の制限酵素があたえられたとき、同じ時間内では、制限酵素 D は制限酵素 E の何倍多くの切断をおこなうことになるか答えなさい。

問 5 制限酵素 B と制限酵素 F の認識配列を持つ DNA 断片を、制限酵素で切断したい。同一の反応容器内の DNA 断片に対して行う操作のうち、目的の反応産物が得られる手順はどれか。次の選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。なお、反応は溶液 3 を用いて行うこととし、各温度での処理時間は 1 時間、制限酵素は常温 (25 °C) で添加するものとする。また、最適温度より 10 °C 以上異なると、反応はまったく進まないものとする。

- (a) 制限酵素 B を添加し 60 °C で処理後、制限酵素 F を添加し 37 °C で処理
- (b) 制限酵素 F を添加し 37 °C で処理後、制限酵素 B を添加し 60 °C で処理
- (c) 制限酵素 B と制限酵素 F を混合して添加し 37 °C で処理
- (d) 制限酵素 B と制限酵素 F を混合して添加し 60 °C で処理
- (e) 制限酵素 B と制限酵素 F を混合して添加し 37 °C で処理後、60 °C で処理
- (f) 制限酵素 B と制限酵素 F を混合して添加し 60 °C で処理後、37 °C で処理

4 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

光合成の速度は二酸化炭素濃度、温度、光の強さの3つの要因によって決まる。ある環境において、これらのうち最も条件が悪いものを光合成の限定要因と呼ぶ。

大気の二酸化炭素濃度は0.038%で、ふつう、これが光合成の限定要因となっている。とくに、真夏の太陽光が降り注ぐ水田などでは、さかんな光合成で二酸化炭素が急速に吸収されるため植物体周囲の二酸化炭素濃度が下がり、光合成速度が低下する。しかし、熱帯地方が原産のトウモロコシやサトウキビなどは、強い光のもとでも光合成速度が低下しにくい。これは、二酸化炭素を効率よく取り入れて光合成に用いるしくみをもっているからである。<sup>(1)</sup>これらの植物は、 $C_4$ 植物と呼ばれ、気孔から取り込まれた二酸化炭素は  細胞の細胞質に溶け、PEPカルボキシラーゼと呼ばれる酵素によってホスホエノールピルビン酸と反応し、オキサロ酢酸( $C_4$ 化合物)が生じる。トウモロコシではオキサロ酢酸はリンゴ酸に還元されてから  細胞に運ばれた後、再び二酸化炭素が取り出され、カルビン・ベンソン回路に使われる。

これに対して、タバコなどの植物は $C_3$ 植物と呼ばれ、細胞質の二酸化炭素はリブロース二リン酸カルボキシラーゼによってリブロース二リン酸と反応し、ホスホグリセリン酸( $C_3$ 化合物)が生じる。このとき、PEPカルボキシラーゼが反応に使うのは細胞質に溶けた二酸化炭素と水が反応してできる炭酸水素イオン( $HCO_3^-$ )であるのに対し、リブロース二リン酸カルボキシラーゼが反応に使うのは二酸化炭素そのものである。細胞質では二酸化炭素と炭酸水素イオンは一定の濃度に保たれ、pH 7.2ではそれぞれ約0.00002%と約0.0003%の濃度であることが知られている。<sup>(2)</sup>

また、乾燥地に生育するサボテン科やベンケイソウ科の植物や樹上に着生するラン科の植物などは、昼間は気孔を閉じているが、夜間は気孔を開いて $C_4$ 植物と同様な反応で二酸化炭素を取り込み、リンゴ酸として液胞に貯えている。<sup>(3)</sup>日中、光が当たるようになると、夜間に貯えたリンゴ酸を分解し、生じる二酸化炭素を用いて光合成を行う。このような植物は、CAM植物と呼ばれ、乾燥した環境での生育に適している。

問 1 文章中の ア , イ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)について, PEP カルボキシラーゼとリブローズ二リン酸カルボキシラーゼの反応速度が同程度と仮定した場合,  $C_4$  植物が効率よく二酸化炭素を取り入れられる理由を下線部(2)の数値をもとにして 80 字以内で説明しなさい。

問 3 トウモロコシでは, イ 細胞の二酸化炭素濃度が 0.002 % にもなることが知られている。これが光合成に関して有利な点を 50 字以内で答えなさい。

問 4 下線部(3)について, その理由を 30 字以内で答えなさい。

問 5 CAM 植物は二酸化炭素を取り込む反応とカルビン・ベンソン回路で炭水化物を合成する反応をそれぞれ夜と昼に行うことで乾燥に適応しているが, 乾燥条件でない場合は一般の  $C_3$  植物よりも効率が悪いと考えられる。その説明として正しいと考えられるものを選択肢からすべて選んで記号で答えなさい。

- (a) 体内に貯えた水分が液胞内に存在するために, この水分を光合成に利用できない。
- (b) 昼間どんなに条件が良くても夜間に取り込んだ二酸化炭素しか光合成に利用できないので, 光合成産物の量に上限がある。
- (c) 二酸化炭素を一度  $C_4$  化合物にし, もう一度分解するために  $C_3$  植物よりも多くの酵素を必要とするので, より多くのタンパク質合成などの代謝を行う必要がある。
- (d) 気孔を閉じているために光合成によって生じる酸素が組織内に拡散し, 代謝に悪影響を与える。
- (e) 太陽の光が当たっている間だけ電子伝達系が働いているため, 生産される ATP が  $C_3$  植物よりも少ない。

5 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。

血液凝固はケガ等の際に損傷した血管からの出血を止めるとともに、傷口からの細菌の侵入を防ぐため生体防御の面からも重要である。この血液凝固には、血球成分の一つである  や、血しょうに存在し凝固に関係する各種の因子の働きが関係している。採血した血液を試験管の中に入れて放置すると、 や各種の凝固因子が活性化しプロトロンビンから  が生成される。 は酵素であり、血しょうに存在するタンパク質である  を  に変える。この  に血球がからめ捕られると、血液は塊状の  と液体の血清に分かれる。これらの一連の血液凝固反応が促進するためには  イオンが重要な働きをする。

問 1 文章中の  ～  にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 液体成分である血しょうと血清の中のタンパク質濃度はどちらが高いか答えなさい。また、その理由を 50 字以内で説明しなさい。

問 3 血液を採取しその直後にクエン酸ナトリウムを加えたところ血液凝固が起らなかった。この理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 4 2 本の試験管 A, B に血液を採取し試験管 A を 37℃, 試験管 B を 4℃ で維持した。どちらの試験管の中の血液凝固が早く進むか答えなさい。また、その理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 5 X さんから採取した血液から血清を分離し、ABO 式血液型が A 型である Y さんから採取した赤血球と混ぜ合わせたところ、赤血球の凝集塊が生じた。X さんの ABO 式血液型として考えられるものを全て挙げなさい。また、その理由を 80 字以内で説明しなさい。

6 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。

動物の骨格筋には、激しい運動にも対応できるよう、エネルギーの供給と備蓄のメカニズムが備わっている。骨格筋には、呼吸基質として多量の ア が蓄積されており、筋収縮時にはこれを分解することでATP(アデノシン三リン酸)<sup>(1)</sup>がつくられ、エネルギー源となる。ATP 分子内の化学結合は大きなエネルギーを蓄積できるため イ 結合と呼ばれる。ATP は、安静時は主に好気呼吸<sup>(2)</sup>によってまかなわれるが、運動開始時や激しい運動で酸素供給が追いつかなくなると、嫌気呼吸である ウ によって供給される。この過程は、乳酸菌によってヨーグルトやチーズが製造される乳酸発酵と同様である。筋肉内では、多量の ATP を備蓄しておくことができないため、<sup>(3)</sup>安静時に作られた ATP のエネルギーを用いて、より化学的に安定な エ が合成され、備蓄される。筋収縮が連続し、筋肉内の ATP が消費されるとただちに エ から ATP が再合成され利用される。

大脳皮質運動野からの命令が運動神経に伝わり、神経終末から効果器に伝達物質が放出されると、筋線維の細胞膜に活動電位が発生する。興奮が筋原線維を包む筋小胞体に伝わると、オ イオンが放出される。これがトロポニンと結合すると、ミオシン頭部にて ATP が分解される。そのエネルギーにより、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込み、筋収縮がおこる。<sup>(4)</sup>

問 1 文章中の ア ～ オ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)に関して、呼吸基質として脂肪が使用された場合、どのような分解経路でエネルギー産生に利用されるか。80 字以内で具体的に説明しなさい。

問 3 下線部(2)の好気呼吸に関して、ヒトとウマで呼吸商を測定したところ、ヒトはおよそ 0.8～0.9 であるのに対して、ウマは 0.96 であった。違いが生じた理由について 80 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(3)に関して、1分子のグルコースを基質とした場合の乳酸発酵の ATP 産生量と効率を、好気呼吸と対比し、80 字以内で具体的に説明しなさい。

問 5 下線部(4)に関して、骨格筋の収縮のメカニズムを調べるため、以下の実験をおこなった。

座骨神経を付着させたままカエルのふくらはぎの筋肉(ひ腹筋)を摘出し、両端を固定したのち、一定の条件で神経を刺激して筋収縮力(最大収縮力を 100 % とした相対値)を測定した。筋肉の長さの最小単位である筋節(サルコメア)を様々な長さに変化させて刺激を行うと、以下のようなグラフがえられた。筋節長が  $1.9 \sim 2.2 \mu\text{m}$  で最大収縮力を示し、筋肉を伸ばすほど(筋節が長くなるほど)収縮力は減衰している。筋収縮のメカニズムをもとに、収縮力が減衰する機序を 120 字以内で説明しなさい。ただし、筋節が短くなると収縮力が減衰することに関しては諸説あるため、説明の必要はありません。

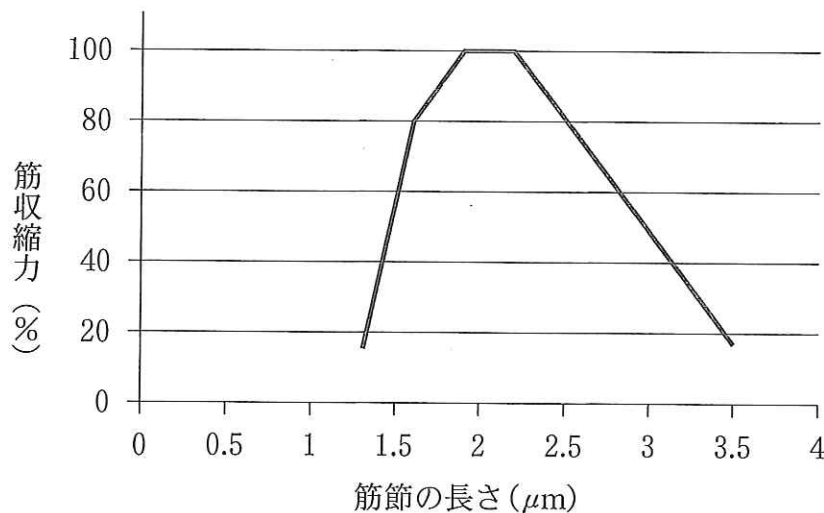


図 筋節の長さと筋収縮力との関係

7 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 4 に答えなさい。

ヒトの目は外界の明暗が変化すると、ア の大きさが変化し、目に入る光の量を調節する。この調節は イ に存在する筋肉が収縮することにより行われる。遠近の調節は ウ の厚みを変えることにより行われるが、これは エ の筋肉の収縮・弛緩によるものである。網膜に光が当たることにより視細胞を興奮させ、この刺激が視神経を通じて、最終的には大脳の後頭葉にある視覚野に到達する。ヒト視細胞には オ 細胞と カ 細胞が存在し、前者は色の識別を、後者は明暗の識別を主に行っている。

問 1 文章中の ア ～ カ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 ヒトが暗所から明所へと移動した際に、明るさに慣れていく現象を何と呼ぶか答えなさい。また、そのしくみについて 50 字以内で答えなさい。

問 3 エ の筋肉が収縮することにより、網膜には近方のものが像を結ぶようになる。この理由を 30 字以内で答えなさい。

問 4 網膜剥離は、視細胞が色素細胞から剥離し、働きが低下する疾患である。正常では図 1 のように見えていた右眼が網膜剥離により、上半分の網膜の働きを失った。この右眼に関してはどのような見え方になるか、図 2 の(a)～(d)から最も近いものを選びなさい。また、その理由を 30 字以内で答えなさい。

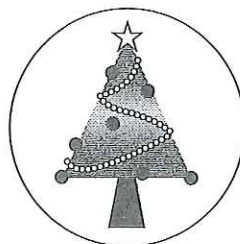


図 1

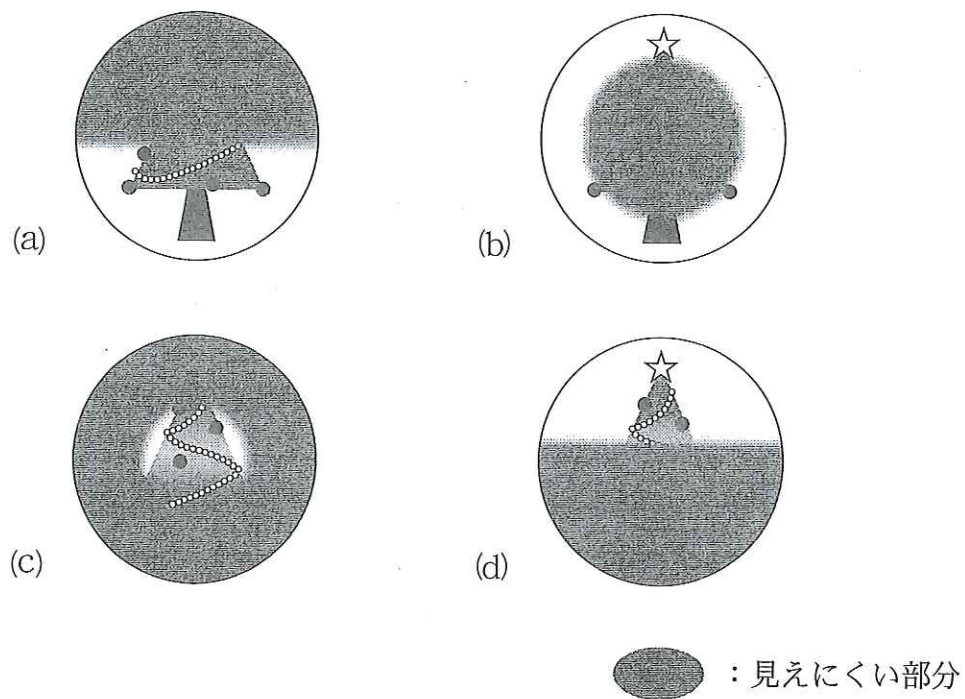


図 2

植物個体群の構造と生産力との関係を知るため、個体群の地上部を等間隔の高<sup>(1)</sup>  
さに分けて刈り取り、それぞれの層について同化器官(葉)と非同化器官(茎・葉  
柄・花など)の乾燥重量を測定した。異なる植物種 a, b それぞれ1種類からな  
 る2つの個体群について、同じ方法の測定を行ったところ、図1のように異なる<sup>(2)</sup>  
特徴をもつ図が得られた。また、葉の角度(水平角)が植物種 a, b の間で異なる  
 ことも観察された。

つぎに、仮想的な2つの個体群 X, Y で、葉の角度が葉面積あたりの光の強さ  
 と光合成速度にあたえる影響について検討した。葉の角度がより水平に近い個体  
 群を X, より傾いた個体群を Y とする。個体群内の葉の密度はすべての層で均  
 一で、個体群 X, Y 間で同一であるが、葉の角度のみが個体群 X, Y 間で異なる  
 と仮定する。また、個体群内の葉の量は十分多く、個体群に当てる光は十分強  
 く、葉の角度は極端に傾いていないと仮定する。個体群 X, Y に真上から光をあ  
てて、葉の高さと葉面積あたりの光の強さとの関係を理論的に検討し、図2を得  
た。さらに、2つの個体群で、葉面積あたりの光の強さと光合成速度との関係は  
 図3のようになると仮定すると、図3上で、個体群 X, Y の上部の葉と下部の葉  
の光合成速度について考えることができる。<sup>(4)</sup>ただし、図2, 3で、光の強さ A,  
 A', B, B'はそれぞれ同じ値を指すものとする。

最後に、再び図1の種 a, b について実験を行った。種 a, b の個体を同数混  
ぜて植え、光をめぐる種間競争の効果を観察した。<sup>(5)</sup>ただし、植えられた個体の密  
 度は種 a, b ともに十分高いとする。

問1 下線部(1)に関して、調査方法の名称と、この方法によって得られる図をな  
 んというか答えなさい。

問2 下線部(2)に関して、種 a, b の特徴を以下のキーワードを使用して120字  
 以内で答えなさい。

キーワード：葉の量、葉の角度、光の強さ

問3 下線部(3)に関して、個体群 X の上部・下部の葉面積あたりの光の強さは  
 A-B, A'-B'のどちらの組み合わせになるか、答えなさい。また、なぜ、そ  
 のように考えられるか、120字以内で答えなさい。

問 4 下線部(4)に関して、光の強さ  $I$  に対応した光合成速度を  $p(I)$  とすると、  
 個体群上部の葉と下部の葉の光合成速度の合計  $p(A) + p(B)$  と  
 $p(A') + p(B')$  のうち、どちらが大きいのか、式を答えなさい。また、この結  
 果から、個体群 X 全体の光合成速度と個体群 Y 全体の光合成速度のうち、  
 どちらがより大きくなると予想されるか、個体群名を答えなさい。

問 5 下線部(5)に関して、光をめぐる種間競争によってどのようなことが生じる  
 か、80 字以内で答えなさい。

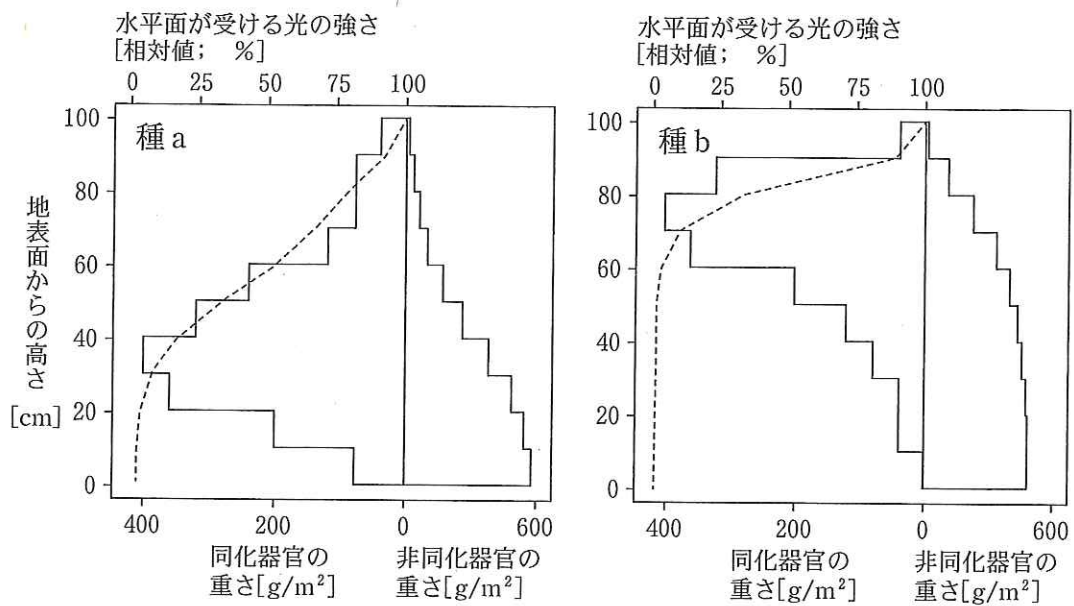


図 1

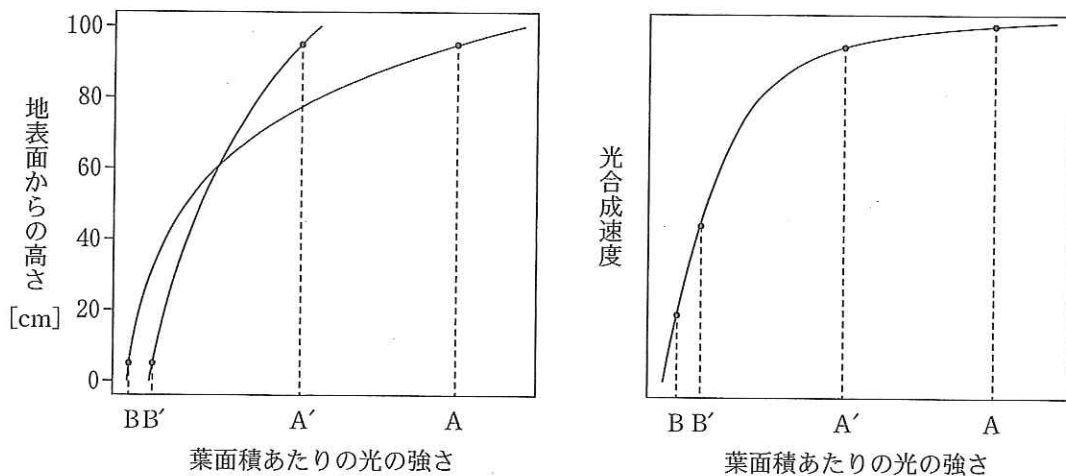


図 2

図 3

9

次の文章を読み、以下の問1～3に答えなさい。

界は、生物分類における上位の分類階級であり、古くは動物界と植物界の二つの界に分ける二界説が主流であった。しかし、多様な生物に関する知見が蓄積されてくると、二界説では不十分になってきた。例えば、単細胞生物を中心に動物<sup>(1)</sup>か植物か不明な生物がいることなどから、新たな界が提唱された。また、細胞内<sup>(2)</sup>の構造の違いが動物と植物の違いよりも根本的な違いであると考えられるようになり、新しい界が提唱された。現在は、これら4つの界に菌界を加えた、五界説が広く受け入れられている。しかし、五界説も各界の範囲には異論があり、分子<sup>(3)</sup>系統学的解析に基づいた新たな枠組みも作られている。

問1 下線部(1)に関して、下記の生物分類群は、二界説における動物の特徴と植物の特徴とをあわせ持つ。どのような点で両方の特徴をあわせ持つのか、それぞれ100字以内で説明しなさい。

(1) ミドリムシ藻類

(2) 細胞性粘菌

問2 下線部(2)に関して、この界の名称を答え、細胞内の構造の特徴について、60字以内で説明しなさい。

問3 下線部(3)に関して、ワカメやヒジキなどが属する褐藻類は、五界説でも研究者により植物界に含められることもあれば、原生生物界に含められることもある。褐藻類の進化過程を明らかにするために、核内にあるDNAの塩基配列に基づく系統解析を行ったところ、図1のような結果になった。さらに、図1の解析に用いた生物のうち、葉緑体を持つ生物について、葉緑体にあるDNAの塩基配列に基づく系統解析を行ったところ、図2のような結果になった。二つの系統樹の結果から、褐藻類の葉緑体はどのように起源したと考えられるか、100字以内で説明しなさい。

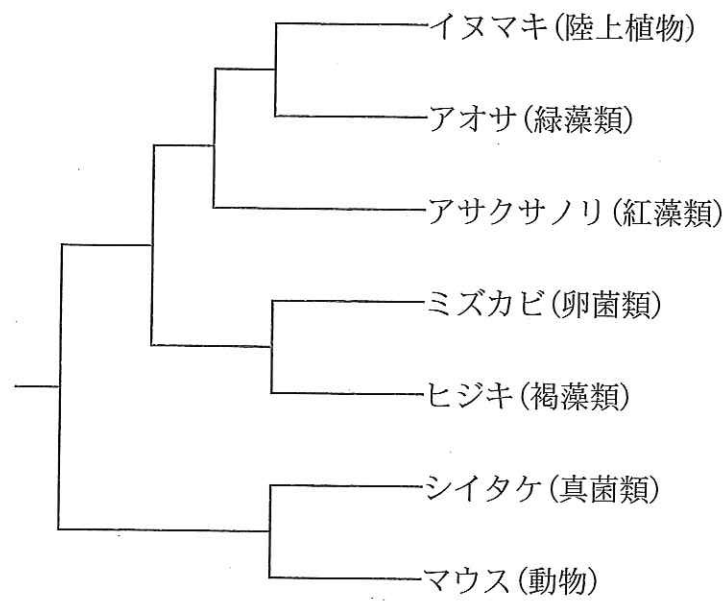


図 1

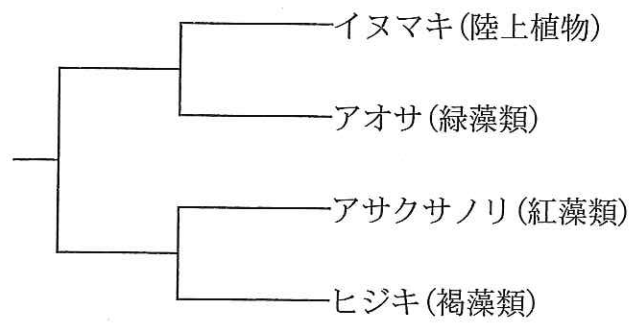


図 2