

平成 26 年度 入学者選抜学力検査問題

# 理 科

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ~ 9	4
化 学	10 ~ 19	5
生 物	20 ~ 32	5
地 学	33 ~ 45	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

# 生 物

1 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

神経からの興奮を受けて応答する器官を  といい、多くの動物では筋肉をはじめとした、いろいろな  が働いている。手足などの骨格と結びついた骨格筋を顕微鏡で見ると、明るく見える明帯と暗く見える暗帯とがある。このような筋肉を横紋筋という。骨格筋は、多数の細胞が融合した筋繊維という巨大な多核細胞の束でできている。筋繊維の内部には  と呼ばれる細い繊維状の構造が多数並んでいる。内部にカルシウムイオンを含む筋小胞体が  のまわりを取り囲んでいる。また、胃や腸などの消化管壁の筋肉は平滑筋といい、紡錘形をした細胞が集まってできている。

骨格筋の  は、おもに  と  という2種類のタンパク質から構成されている。 は細いフィラメントの主成分で、 は太いフィラメントの主成分である。これらのフィラメントは、 の長軸にそって並んでいる。 は、Z膜とよばれる網目状のタンパク質複合体で仕切られている。細いフィラメントは、その一端がZ膜に付着し、Z膜の両側に伸びている。向かいあう2枚のZ膜のあいだに、それぞれのZ膜から伸びてきた細いフィラメントと重なりあうように太いフィラメントが位置している。あるZ膜からとなりのZ膜までの構造が筋肉の収縮のための  とよばれる基本構造である。

問1 文中の  ～  に適切な語句を記入しなさい。

問 2 以下の文(a)~(d)は、骨格筋の収縮過程を述べたものである。(a)~(d)を時間経過にしたがって左から順に並べなさい。

- (a) 筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。
- (b) 筋繊維の細胞膜で活動電位が発生し、その興奮は膜全体に伝わる。
- (c) ニューロンの軸索の末端まで信号が達し、シナプス小胞内にある神経伝達物質であるアセチルコリンが放出される。
- (d) 太いフィラメントと細いフィラメントが、互いの重なりが大きくなるようにすべり込む。

問 3 筋収縮が起きると明帯の幅と暗帯の幅はそれぞれどうなるか、20字以内で説明しなさい。

問 4 ヒトの筋肉について述べた以下の文(a)~(d)のうち、正しいものを1つ選びなさい。

- (a) 血管の筋肉は、骨格筋の一種である。
- (b) 平滑筋細胞は、多核である。
- (c) 心臓の筋肉は、横紋筋からなる。
- (d) 舌の筋肉は、平滑筋からなる。

問 5 カエルの筋肉を取り出し、引き伸ばして割りばしに固定した。これを50%グリセリン水溶液に浸し、冷蔵庫で数日間置いてグリセリン筋をつくった。グリセリン筋を生理的塩類溶液で洗浄し、長さ数cm、太さ1mm程度にほぐした。新鮮な筋肉を取り出してATP溶液をかけても収縮しないが、グリセリン筋にATP溶液をかけると収縮した。筋繊維はグリセリン水溶液に浸されたことでどのように変化したか、80字以内で説明しなさい。

問 6  と同じようにATPの化学エネルギーを力に変換するタンパク質は、モータータンパク質とよばれ、筋繊維以外の細胞内にも存在する。

以外のモータータンパク質を2つ書きなさい。

2 次の文章AとBを読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

A 有性生殖において配偶子は減数分裂によって形成される。減数分裂では染色体の分配の過程が体細胞分裂と異なり、配偶子に遺伝的な多様性をもたらす。2倍体の生物における体細胞分裂では、形や大きさの等しい  染色体が2本ずつ存在するが、生殖母細胞の減数分裂第一分裂前期では、 染色体が対合して  染色体が形成される。減数分裂が進み、第一分裂の後期に分離した  染色体は、終期に娘細胞に分配される。

父方と母方由来の  染色体は、配偶子へ区別なく分配されるため、配偶子の染色体構成の多様性は、生殖母細胞の染色体数によって変わる。たとえば、ある生物の染色体数が  $2n = 12$  の場合、その配偶子をもつ染色体の組合せは、 通りの可能性がある。さらに、この生物の雌雄の配偶子が受精して得られる子孫については、可能な染色体の組合せは  通りある。

また、減数分裂において、対合した染色体の間で交叉が起こると、連鎖している複数の遺伝子の間で組換えが生じることがある。組換えも生物に遺伝的な多様性をもたらす要因となる。組換えの発生頻度を調べることにより、染色体上に存在する遺伝子の位置関係をあらわす染色体地図を作ることができる。

問1 文中の  ～  に適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 下線部①について、以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 同一の常染色体上にある、3つの異なる遺伝子A、B、Cについて、ホモ接合体どうしの交雑により、3つの遺伝子すべてについてヘテロ接合体であるF<sub>1</sub>を得た。このF<sub>1</sub>の雌と、3つの遺伝子すべてが劣性ホモ接合体である雄とを交雑させると、表1に示す表現型の子孫が得られた。F<sub>1</sub>とその両親について、それぞれの遺伝子型を書きなさい。

表 1

表現型	個体数	表現型	個体数
[ABC]	76	[Abc]	0
[ABc]	334	[aBc]	61
[AbC]	69	[abC]	336
[aBC]	0	[abc]	84

(2) 遺伝子  $A, B, C$  について、組換え価(%)を四捨五入により小数点以下一桁まで求め、それぞれの遺伝子の染色体上の位置関係を書き、染色体地図を完成させなさい。(地図上の距離は正確でなくてもよい。)

B 遺伝子の正体がまだ不明であった時代に、モーガンらはキイロショウジョウバエを使って、遺伝のしくみについて実験を行った。突然変異体である白眼の雄と、野生型の赤眼の雌を交雑させて得た  $F_1$  について調べると、雌雄とも全て赤眼であった。 $F_1$  の雌を白眼の雄と交雑させると、赤眼と白眼の個体が  $1 : 1$  の割合で得られた。<sup>②</sup>次に、 $F_1$  の雌雄どうしを交雑させると、 $F_2$  全体で赤眼と白眼の個体が  $3 : 1$  の分離比で得られた。<sup>③</sup>

問 3 下線部②について、この形質の優性遺伝子が  $A$ 、劣性遺伝子が  $a$  である場合の、 $F_1$  の雌の遺伝子型を書きなさい。

問 4 父親と母親の眼色の表現型を入れ替えて、赤眼の雄と白眼の雌を交雑すると、 $F_1$  の雄はすべて白眼、雌はすべて赤眼となった。この結果は、眼色の形質遺伝子が性染色体上に存在すると仮定すると、メンデルの法則に矛盾せず説明できる。優性遺伝子を  $A$ 、劣性遺伝子を  $a$  とし、この交雑の結果について説明しなさい。

問 5 下線部③について、雌雄を区別してもう一度調べると、 $F_2$  の表現型はどのように分かれるか。それぞれについて分離比を書きなさい。

3 次の文章AとBを読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

A 外部環境の変化に対して、体の内部の状況や機能を一定に保っておこうとする性質を  という。脊椎動物では、大部分の細胞は外部環境と直接接触しておらず、体液に浸されている。体液は血液、 , 組織液に分けられる。脊椎動物の血液は、血しょうに有形成分である赤血球、白血球、血小板が浮遊したものである。赤血球に含まれる  というタンパク質は、肺で酸素と結合して体内の組織へ酸素を運搬する働きをもつ。白血球は病原体などの異物から生体を守る役割をもち、  と呼ばれる働きで細菌やウイルスを取り込み除去する。

問1 文中の  ～  に適切な語句を記入しなさい。

問2 健康なヒトの血液中の赤血球、白血球および血小板の数を多い順に左から並べなさい。

問3 以下の動物種について、成体の成熟した赤血球に核をもつものをすべて選び、その記号を書きなさい。

- |               |            |
|---------------|------------|
| (a) ショウジョウバエ  | (b) メダカ    |
| (c) アフリカツメガエル | (d) ウズラ    |
| (e) イルカ       | (f) チンパンジー |

B 腎臓では、血しょうに似た体液が糸球体毛細血管からボーマン嚢にろ過される。このろ液(原尿)は細尿管へ送られ、再吸収と分泌によってその組成が変化し、尿となって体外へ排出される。腎臓のすべての糸球体によって単位時間あたりにろ過される血しょう量を糸球体ろ過量( $GFR$ )といい、腎機能の評価に用いられる。 $GFR$ を導き出すには、糸球体で自由にろ過されるが細尿管では分泌も再吸収もされない物質 A を投与し、一定時間内のその排泄量と血しょう中の濃度を測定すればよい。すなわち、物質 A の尿中の濃度を  $U$ 、動脈血しょう中の濃度を  $P$ 、単位時間あたりの尿量を  $V$  とすると、 $GFR$  は以下の式で導かれる。

$$GFR = \frac{U \times V}{P}$$

問 4 健康な成人の尿の生成について誤っているものを 1 つ選び、その記号を書きなさい。

- (a) グルコースのほとんどは再吸収される。
- (b) 尿の尿素濃度は原尿に比べて高い。
- (c) 尿のナトリウム濃度は血しょうに比べて半分以下である。
- (d) 原尿中にはタンパク質はほとんど含まれない。

問 5 イヌリンは糸球体でろ過されるが再吸収されない。健康な成人の  $GFR$  を測定するためイヌリンを静脈注射したところ、以下の結果を得た。以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

$$U = 35.0 \text{ mg/ml}$$

$$V = 0.90 \text{ ml/分}$$

$$P = 0.252 \text{ mg/ml}$$

- (1) この場合の  $GFR$ ( $\text{ml/分}$ )を求めなさい。
- (2) この時、尿の量が 1 日当たり  $2 \text{ l}$  とすると、糸球体でろ過された水分の何%が再吸収されたことになるか、四捨五入により小数点以下二桁まで答えなさい。

問 6 健康なヒトでは血液の浸透圧が上がると、脳下垂体後葉からあるホルモンの分泌が増加して腎臓の機能を調節する。以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) このホルモンの名称を答えなさい。
- (2) このホルモンの作用により何が起きるか、40字以内で答えなさい。



4 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

植物の一生は、発芽、成長、開花、結実、落葉、休眠などからなる多種多様な現象で構成されている。植物は一旦定着すると場所を移動できないので、周囲の環境要因の変化に適切に反応する能力が発達している。上記の現象と能力は情報伝達物質である微量な植物ホルモンで制御されている。

問1 次の文章は、レタスの種子の発芽特性を説明したものである。[ア]～[ウ]に適切な語句を記入しなさい。

レタスの種子は、発芽に光を必要とする [ア] であり、貯蔵エネルギーが少ないので光合成が可能な時だけ発芽するように調節されている。この種子は、赤色光(波長が660 nm付近の光)を感じると [イ] を合成して発芽が進み、それより波長が長い遠赤色光(730 nm)があたると発芽が [ウ] される。また、赤色光を感じると、 [イ] を合成し、この植物ホルモンが発芽に必要な酵素の合成を誘導する。

問2 次の文章は、オーキシンが植物の生育に与える作用を説明したものである。以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

オーキシンは主に幼葉鞘の先端でつくられ、幼葉鞘が光の照射方向に曲がる性質<sup>①</sup>の原因となることが知られている。また、茎の先端にある頂芽が盛んに成長しているときは下方の側芽の成長は抑えられる<sup>②</sup>が、頂芽を切り取ると側芽が成長を始める。この現象にも、頂芽でつくられるオーキシンが関係する。オーキシンの作用は植物体の内部での植物ホルモンの移動・分布と関係が深い<sup>③</sup>。

- (1) 下線部①と②の性質をそれぞれ何というか、答えなさい。
- (2) 下線部③の現象を何というか、答えなさい。また、その現象を30字以内で説明しなさい。

問 3 次の文章は、オナモミを使った花芽形成の実験を説明したものである。以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

植物の栄養成長が進み、温度や日長条件が整うと葉の形成が抑制されて、花芽の形成が起こる。図1はオナモミの花芽形成と葉の関係を探るために行った実験の様子を示す模式図である。オナモミは短日植物で、花芽の形成には1日9時間以上の暗期が必要であることがわかっている。そこで、毎日16時間以上の明期で育て、その後、1～10に示す状態にした。それぞれの茎(A～N)を約1か月間生育させた。いくつかの条件では、植物体の一部または全体を1日の暗期が9時間連続するように短日処理を行った。記号FとNの2つの茎については、環状除皮を行った。5と10の状態では、接木により2つの植物個体を癒合したものをを用いた。

- (1) 図1のA～Nの茎のうち、花芽形成に至った茎の記号を全て答えなさい。  
 (2) 上記の実験より考えられるオナモミの花芽形成のしくみを以下の六つの用語をすべて使い、80字以内で説明しなさい。

連続暗期の長さ、日長刺激、葉、色素タンパク質、フロリゲン、篩管

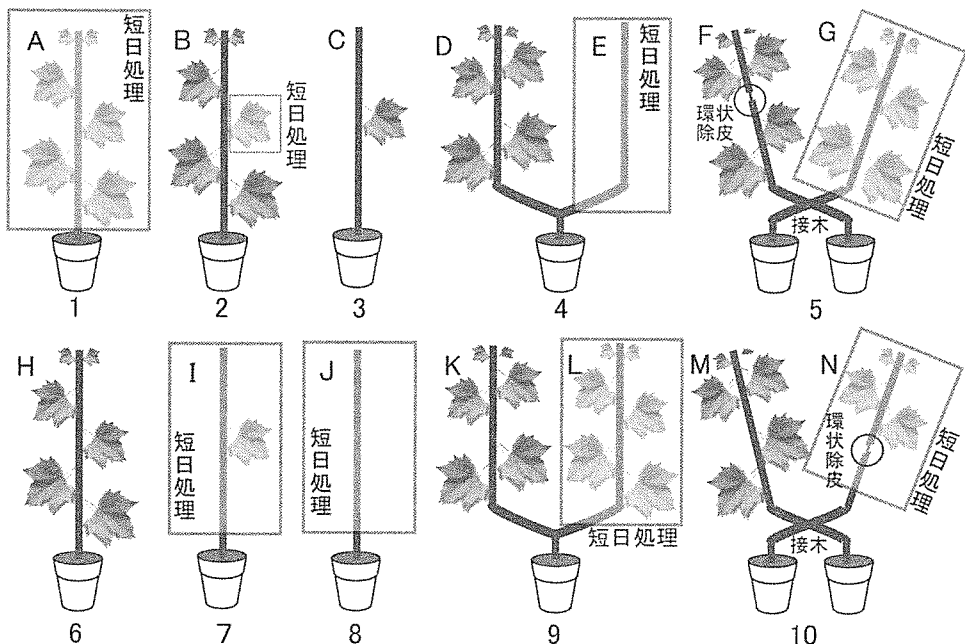


図1

問 4 次の文章は、果実の成熟に関する植物ホルモンについて説明したものである。以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

果実は成長するとやがて成熟して柔らかくなる。ある種の果実が成熟する時期には呼吸速度が著しく高まるとともに、気体の植物ホルモンである  が発生する。果実の成熟には、この植物ホルモンが深く関わっていると考えられている。

- (1)  に適切な語句を記入しなさい。
- (2) この植物ホルモンの他の作用を 2 つ答えなさい。

5 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

染色体はDNAに様々なタンパク質が結合することによりその構造がつけられており、結合したタンパク質によって遺伝子の発現が調節されている。真核細胞の核内のDNAは間期であっても、場所によっては何重にも折りたたまれた状態で存在する。このような状態のDNAには、RNAポリメラーゼが結合できないために遺伝子は転写されないが、ほどけた状態のDNAにある遺伝子は転写されて、RNAが合成される。

一方、細胞から抽出したほどけた状態のDNAに、材料の  とRNAポリメラーゼを加えても転写はほとんど起こらない。核内に存在する転写の開始を助けるタンパク質(基本転写因子)を加えることで、はじめて転写が開始される。

核内には、転写開始に必要な基本転写因子の他に、転写を促進あるいは抑制するタンパク質がある。これを  という。 は、ある塩基配列に特異的に結合することで、転写の量を調節できる。

問1 文中の  と  に適切な語句を記入しなさい。

問2 以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) RNAに含まれる糖はリボースであるが、DNAに含まれる糖はリボースからある原子が1個除かれている。この原子は何か答えなさい。
- (2) 真核細胞の複製と転写はゲノムDNAをもとに、それぞれDNAとRNAを合成する反応である。それぞれの過程での鋳型の用いられかたの違いを60字以内で述べなさい。

問 3 下線部①について、以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) ある条件で染色体の DNA を電子顕微鏡で観察すると、「糸でつながるビーズ」のような形が見えた(図 1)。この「糸」と「ビーズ」は何か、60 字以内で説明しなさい。

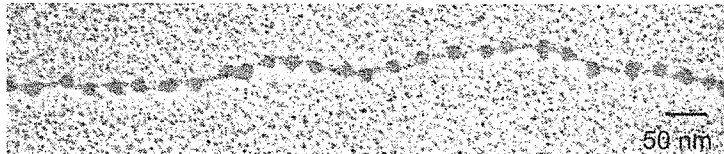


図 1 電子顕微鏡写真

(出典：細胞の分子生物学)

- (2) 真核細胞の染色体は、ふだんは核内に分散しているが、体細胞分裂の中期には凝縮する。例えば、ヒト第 1 染色体の DNA はほどけた状態で長さ数 cm である。細胞分裂の中期にはこの DNA がどれくらいの長さに凝縮しているか、以下の(a)~(e)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(a)  $30\ \mu\text{m}$     (b)  $10\ \mu\text{m}$     (c)  $2\ \mu\text{m}$     (d)  $1\ \mu\text{m}$     (e)  $0.5\ \mu\text{m}$

問 4 下線部②について、以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 一般に、1 つの個体を構成する細胞はどれも同じ遺伝子を持ち、それらの調節配列も同じである。それにもかかわらず、様々な種類の細胞ができる理由を、 と関連させて 30 字以内で説明しなさい。
- (2)  の遺伝子のうち、ショウジョウバエの器官の形成を調節し、体節の特異的な構造を決める遺伝子を何というか、答えなさい。

問 5 次の問いに答えなさい。

転写開始と調節に必要な配列を含む遺伝子  $A$  の DNA を、マウス受精卵の核に注入し、遺伝子  $A$  をもつ複数個体のトランスジェニックマウスを作製した。同性のマウス個体間で比較したところ、ある組織で、遺伝子  $A$  の情報をもとに合成されるタンパク質の発現量に違いが生じた。導入された遺伝子  $A$  の数は同じで、マウスのもつゲノム DNA の異なる 1 か所に挿入されたと仮定して、その違いが生じた理由を、染色体の構造に着目して、60 字以内で述べなさい。