

# 令和6年度入学試験問題

## 理 科

	ページ
物 理.....	1～19
化 学.....	20～35
生 物.....	36～49
地 学.....	50～60

### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後は、すべての解答用紙に受験番号（2か所）・氏名を記入すること。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
4. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
5. 解答用紙は持ち出さないこと。

# 生 物

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

細胞は細胞膜に包まれており、これにより外界から隔てられている。細胞膜は①  からなる二重層でできている。真核細胞の細胞膜で囲まれた部分のうち、核以外の部分は細胞質と呼ばれ、様々な細胞小器官を含んでいる。動物の細胞小器官のうち、 2 は原核細胞が別の細胞の内部に共生することでできたという仮説が提唱されている。これを細胞内共生説という。細胞質のうち、細胞小器官を除いた部分を細胞質基質という。細胞質基質には細胞骨格が存在し、細胞の形の支持や細胞小器官の移動などに関与している。②

私たちのからだを構成する細胞の多くは他の細胞と組み合わせあって組織を形成する。組織は上皮組織、結合組織、筋組織、 3 組織の4種類に分けられる。上皮組織を構成する細胞はお互いに細胞接着でつながり、また、基底膜という細胞外基質に対しても接着している。③ チャネルは 1 二重層を貫通させる小さな孔を形成している。上皮細胞は栄養素に特異的な 4 によって細胞外から栄養素を取り込み、イオンポンプによって細胞内外のイオン濃度差を作る。水分子のみを通過させるチャネルは 5 と呼ばれる。

細胞小器官の成分や働きを調べるとき、細胞分画法が有用である。細胞小器官のタンパク質の発現の違いを検討するために、ある動物細胞を図1に示すような細胞分画法で、細胞小器官をほとんど壊さないようにして分離した。まず、低温で細胞内液と等張なスクロース溶液中で細胞をすりつぶし、細胞破碎液を作った。④ 次に、細胞破碎液を試験管に入れて、1,000 g ( $g$ は重力を基準とした遠心力の大きさを表す)で10分間遠心分離し、沈殿aと上澄みAの2つの区画に分けた。上澄みAを新しい試験管に移し、20,000 gで20分間遠心分離し、沈殿bと上澄みBに分けた。上澄みBをさらに新しい試験管に移し、100,000 gで60分間遠心分離し、沈殿cと上澄みCに分けた。

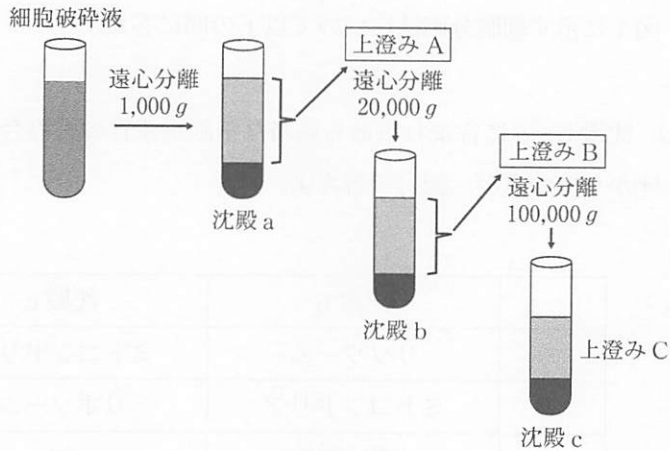


図1 細胞分画法

問 1 文章中の 1 ~ 5 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 2 下線部①について、細胞の定義にあてはまるものを以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ウイルス                      (イ) マクロファージ      (ウ) 精子  
 (エ) プラスミド                    (オ) 大腸菌

問 3 下線部②について、動物細胞の細胞骨格は太さや構成するタンパク質の違いなどから3つに分類できる。細胞骨格の3つの名称をすべて記せ。

問 4 下線部③について、以下の問に答えよ。

- (1) 細胞接着のうち、接着している細胞同士でイオンなどの低分子の移動を可能にする結合を何と呼ぶか、その名称を記せ。
- (2) 細胞膜上に存在する、上皮細胞と基底膜とのあいだの細胞接着を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問 5 図 1 に示す細胞分画法について以下の問に答えよ。

- (1) 沈殿 b, c に含まれる最も適当な細胞小器官の組み合わせを以下の(ア)～(オ)から 1 つ選び, 記号で答えよ。

	沈殿 b	沈殿 c
(ア)	リソソーム	ミトコンドリア
(イ)	ミトコンドリア	リボソーム
(ウ)	ゴルジ体	核
(エ)	リボソーム	ゴルジ体
(オ)	核	小胞体

- (2) 下線部④に関連して, 動物細胞と植物細胞をそれぞれ等張液ではなく, 高張液に入れるとどのような現象が起きるか。動物細胞については 30 字以内, 植物細胞については 40 字以内で述べよ。
- (3) 下線部④について, 細胞破碎液を低温で処理するのはなぜか, 40 字以内で述べよ。

2 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生体には、体内への異物の侵入を防ぎ、体内に侵入した異物を排除する仕組みが備わっており、これを免疫という。ヒトやマウス等の哺乳類の免疫の仕組みは [1] 免疫と [2] 免疫に分けられ、両者は協調し合って異物の排除を行う。 [1] 免疫では、病原体が体内に侵入した場合、早期に好中球、マクロファージ等の食作用によって異物が排除される。食細胞の一種である [3] は、食作用によって取り込んだ異物の情報を効率よくリンパ球に伝え、これによって [2] 免疫が開始される。

[2] 免疫に属するリンパ球の中のB細胞はその細胞表面に抗原認識受容体であるB細胞受容体(BCR)を持ち、活性化されるとBCRと同じ抗原結合部位をもつ免疫グロブリン、すなわち抗体を産生する。免疫グロブリンはH鎖とL鎖の2種類のポリペプチドが2組結合したY字型のタンパク質である。Y字型の2つの先端部分は抗原結合部位であり [4] と呼ばれる。 [4] 以外の部位は [5] と呼ばれる。各ポリペプチドの遺伝子は、H鎖の [4] を構成するV、D、J遺伝子、L鎖の [4] を構成するV、J遺伝子と、H鎖及びL鎖の [5] を構成するC遺伝子からなる。V、D、J遺伝子はゲノムの上ではそれぞれ数種類から数十種類程度の遺伝子断片が並んでおり、B細胞が成熟する過程でV、D、J遺伝子からそれぞれ1つずつ選ばれて連結される。この仕組みを遺伝子の再編成と呼ぶ。さらに結合部位の遺伝子にもランダムに塩基が挿入されたり除去されたりするために、結果として膨大な種類の抗原結合部位を持つ免疫グロブリンが作られることになる。生じたBCRには自己の成分に反応するものや機能しないものも含まれ、それらのBCRを持つB細胞クローンの多くは胸腺や骨髄での成熟過程で排除される。その影響により、最終的な生体内の免疫グロブリンの多様性は、遺伝子の組み合わせと塩基のランダムな挿入、除去の結果より計算されるものと比べて [A] と考えられる。体内に分泌された抗体によって異物を排除する働きを [6] 免疫という。

[2] 免疫に属するリンパ球の中のT細胞はその細胞表面に抗原認識受容体であるT細胞受容体(TCR)を持ち、TCRは主要組織適合遺伝子複合体(MHC)

と呼ばれる遺伝子がつくる分子とその分子に提示された抗原のタンパク質断片ペプチドとの複合体に結合する。T細胞には抗原ペプチドとMHCクラスII分子との複合体を認識するヘルパーT細胞と、抗原ペプチドとMHCクラスI分子との複合体を認識するキラーT細胞がある。活性化したヘルパーT細胞は  を分泌してB細胞を  に分化させたり、キラーT細胞などを活性化させたりする。活性化したキラーT細胞はウイルスに感染した細胞、結核菌等の細胞内寄生菌<sup>③</sup>に感染した細胞、がん細胞等を非自己とみなして直接攻撃して排除する。キラーT細胞を中心としたこの働きを  免疫という。

問1 文章中の  ～  にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問2 文章中の  にあてはまる最も適切と考えられるものを以下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

- |                  |           |
|------------------|-----------|
| (ア) 増加する         | (イ) 減少する  |
| (ウ) 増加したり減少したりする | (エ) 変わらない |

問3 下線部①について、好中球やマクロファージがトル様受容体を用いて認識すると考えられるものを以下の(ア)～(シ)から3つ選び、記号で答えよ。

- |              |              |                     |
|--------------|--------------|---------------------|
| (ア) HLA      | (イ) 細菌の細胞壁   | (ウ) ペプチド-MHC複合体     |
| (エ) ホルモン     | (オ) ウイルスのRNA | (カ) ヒスタミン           |
| (キ) ATP      | (ク) 酸素       | (ケ) Na <sup>+</sup> |
| (コ) ウイルスのDNA | (サ) 温度変化     | (シ) 抗体              |

問 4 下線部②について、遺伝子の再編成は T 細胞の抗原認識受容体である T 細胞受容体(TCR)についても起こっていることが知られている。TCR は  $\alpha$  鎖 1 本と  $\beta$  鎖 1 本の 2 種類のポリペプチドが結合して T 細胞の細胞表面上に存在する。ある生物の TCR 遺伝子が図 1 に示すように  $\alpha$  鎖の V 遺伝子 80 種, J 遺伝子 60 種, C 遺伝子 1 種と,  $\beta$  鎖の V 遺伝子 50 種, D 遺伝子 2 種, J 遺伝子 7 種, C 遺伝子 1 種から成り, それぞれ再編成して  $\alpha$  鎖と  $\beta$  鎖のポリペプチドを形成する場合, 何種類の異なる TCR が作られることが予想されるか。

ただし, 各遺伝子が選ばれる確率は均一であり, 結合部位の遺伝子にランダムに塩基が挿入されたり除去されたりすることは考慮しないものとする。また, 父親と母親から受け継ぐ  $\alpha$  鎖と  $\beta$  鎖の遺伝子は, それぞれ同一であると仮定する。

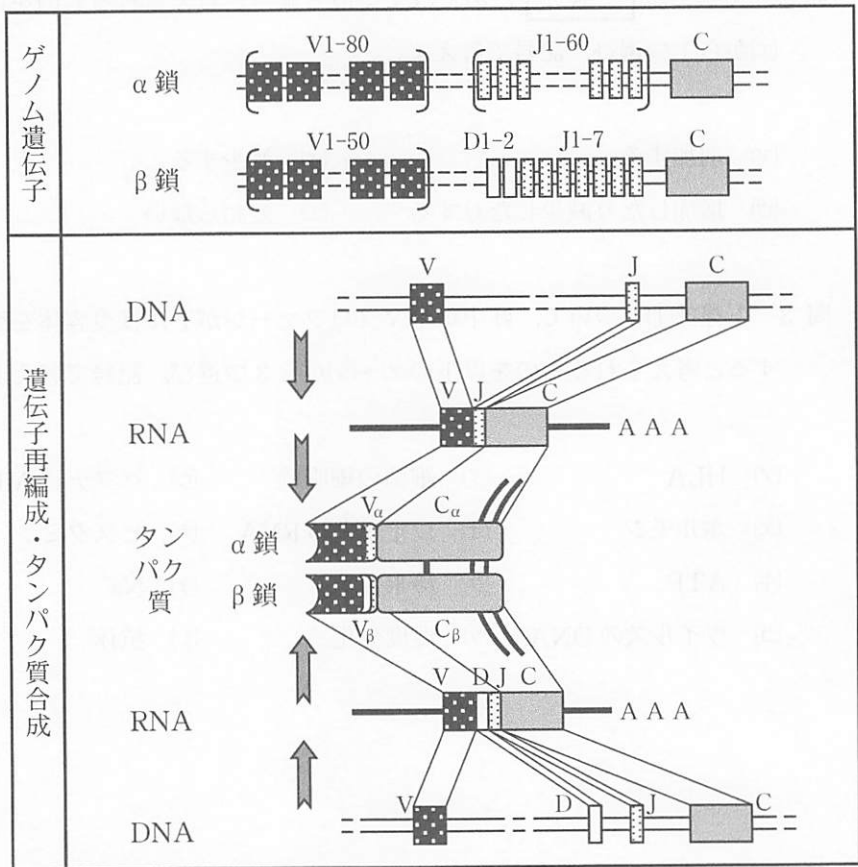


図 1 T 細胞受容体の再編成

問 5 下線部②について、遺伝子の再編成という仕組みによって、生体にはどのような利点をもたらされていると考えられるか、60字以内で述べよ。

問 6 下線部③について、細胞内寄生菌に感染した細胞やがん細胞を排除する際に、キラー T 細胞による免疫応答が抗体による免疫応答よりも有利であると考えられる点について、標的の認識に注目して 90 字以内で述べよ。



3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物は自身の周囲の環境変化を感知すると、その変化を感知した細胞が他の細胞へ情報を伝える。このとき情報の伝達にはたらく物質を総称して植物ホルモン①という。この植物ホルモンには、オーキシン、ジベレリン、アブシシン酸、エチレンなどが存在し、人間社会においても植物ホルモンそのものや、植物ホルモンの量を変化させるような遺伝子を改変した植物が利用されている。②③④

植物の環境応答には様々な反応が知られている。例えば、光や重力に対して一定の方向性をもって屈曲する反応を [ 1 ] と呼ぶ。特に、刺激の方向へ屈曲する [ 1 ] を正の [ 1 ] と呼ぶ。重力に対する [ 1 ] にはオーキシンが重要な役割をもっている。このオーキシンのうち植物が合成する天然のものを [ 2 ] と呼ぶ。オーキシンは、イネ科植物の幼葉鞘<sup>ようようしょう</sup>で発見された。発見時には、幼葉鞘の先端でオーキシンは合成され、その移動は決まった方向へのみ移動することが明らかにされた。このような、物質の移動を [ 3 ] と呼ぶ。オーキシンの [ 3 ] は細胞基部に局在する [ 4 ] によって生じると考えられている。

また、植物ホルモンは植物の防御応答にも重要な役割をもっている。例えば、昆虫による食害に対して植物は、 [ 5 ] を合成し、昆虫の消化酵素のはたらきを阻害するような物質の合成を促進する。一方で、病原体に対しては [ 6 ] を合成し、病原体への抵抗性を高めている。

問 1 文章中の 1 ~ 6 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 2 下線部①について、以下の(ア)~(オ)から植物ホルモンとして知られている物質をすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ブラシノステロイド    (イ) アミロプラスト    (ウ) AUX タンパク質  
(エ) フォトリロピン        (オ) サイトカイニン

問 3 下線部②について、オーキシンは茎や根の成長に重要な役割をもつことが知られている。このとき、部位によってオーキシシン濃度に対する反応が異なることが分かっている。図 1 は、根の切除断片におけるオーキシシン濃度に対する反応を示したものである。このグラフに、茎の切除断片におけるオーキシシン濃度に対する反応を記せ。解答時には茎の反応を実線で示すこと。

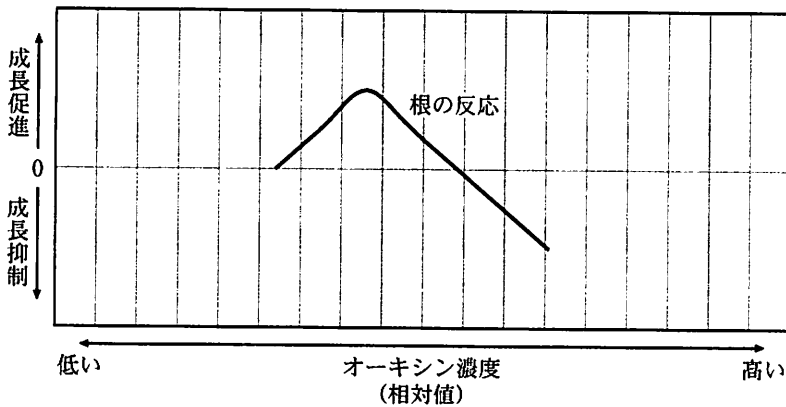


図 1 オーキシシン濃度(相対値)に対する根の反応

問 4 下線部③について、ジベレリンは発芽に重要な役割をもっていることが知られている。これに関して、以下の問に答えよ。

(1) 植物の種子には、特定の波長をもつ光(赤色光)の受容を発芽条件とするものがある。このような植物の種子は、光発芽種子と呼ばれる。光発芽種子を作る植物を以下の(ア)～(オ)から 2つ 選び、記号で答えよ。

- (ア) レタス                      (イ) ケイトウ                      (ウ) カボチャ  
(エ) シロイヌナズナ          (オ) イネ

(2) 光発芽種子が、光を受容して発芽するにはフィトクロムというタンパク質が重要な役割をもっている。このフィトクロムがどのような働きをすることで発芽が促進されるのか、115字以内で述べよ。

(3) オオムギの種子を中央で切断し、胚を含んだものと胚を含んでいないものに分けた。そして、図2のように、それぞれの種子断片をデンプンを含んだ寒天培地に切り口を下側にして静置した。数日後、種子断片を取り除いた寒天培地にヨウ素液をかけた。このとき、胚を含まない種子断片を置いていた寒天培地では、すべてが青紫色に染まったが、胚を含んだ種子断片を置いていた寒天培地では、種子断片の置かれていた部分以外が青紫色に染まった。このような結果が得られた理由を60字以内で述べよ。

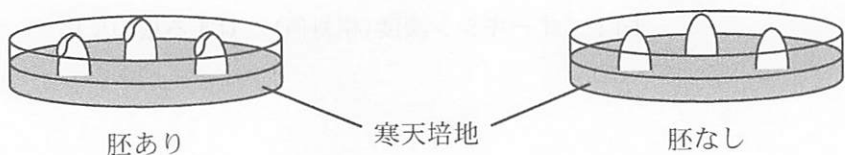


図2 寒天培地に静置した種子断片

問 5 下線部④について以下の問に答えよ。

(1) 植物ホルモンの応用例として適当なものを以下の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 未熟のパナナと一緒にエチレンを箱に入れ密封することで、成熟させる。

(イ) オーキシシン溶液にブドウの花房を2回浸し、種なしブドウを生産する。

(ウ) ジベレリン溶液をイネに吹き付け、背丈を低くし倒れることを防ぐ。

(エ) トマトの花にオーキシシン生合成阻害剤を吹き付けることで結実させる。

(2) 地球環境の変動により砂漠化が進んでいる地域がある。砂漠化した環境でも作物の育成を可能にするため、アブシシン酸の合成に関する遺伝子を改変する技術が開発されている。アブシシン酸が、どのように植物の乾燥ストレスに対して働くのか、100字以内で述べよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

多種多様な生物を、それらの共通性にもとづいてグループ分けすることを分類という。分類の基本単位は種であり、1つの種は他の種から明らかに区別される。種は系統に基づいて段階的にグループ分けされており、高次の段階には界が置かれている。このような段階を分類階級と呼ぶ。

生物を大きくいくつかのグループに分ける際、分子レベルでの解析が行われる以前には、形態形質などの分析により様々な分類体系が提唱された。生物を動物界と植物界に分ける二界説、原生生物界を独立させた三界説、さらには菌類を独立させた四界説などがあった。電子顕微鏡による観察が進むと、核膜の有無が生物の違いであると考えられるようになり、ホイットカーは、生物を<sup>①</sup>原核生物界・<sup>②</sup>原生生物界・<sup>③</sup>植物界・<sup>④</sup>菌界・<sup>⑤</sup>動物界に分ける五界説を提唱した。その後、マーズらによってさらに五界説の改変が重ねられた。

問1 下線部①について、ウーズらがおこなった様々な生物のリボソームRNAの塩基配列解析により、原核生物界には、細菌と古細菌という2つの異なる系統の生物群が存在することが明らかになった。さらに、生物は、細菌と古細菌に真核生物をあわせた3つの大きなまとまりに分けられることがわかり、これらの階層が界よりもさらに上位の分類群に当たるとした。これに関連した以下の問に答えよ。

(1) 細菌と古細菌には、リボソームRNA以外にもいくつかの相違点がある。そのうちの1つを記せ。

(2) 以下の(ア)～(オ)のうち、細菌に含まれるものと古細菌に含まれるものはどれか。それぞれすべて選び、記号で答えよ。

(ア) 酵母

(イ) 高度好塩菌

(ウ) 乳酸菌

(エ) メタン菌

(オ) 枯草菌

- (3) 界よりも上位の分類階級を何と呼ぶか、その名称を答えよ。
- (4) 界と種の間分類階級として、科、綱、属、目、門が存在する。これら5つの分類階級を、上位から順に並びかえよ。

問 2 下線部②の原生生物界について、以下の問に答えよ。

- (1) 原生生物とはどのような生物をまとめた分類群か、30字以内で答えよ。
- (2) 以下の(ア)~(オ)のうち原生生物に含まれないものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ツリガネムシ      (イ) ワムシ      (ウ) ミドリムシ  
(エ) ゾウリムシ      (オ) ヤコウチュウ

問 3 下線部③の植物界について、以下の問に答えよ。

- (1) 植物の系統は、大きく3つのグループに分類することができる。この分類に用いられる特徴を2つ記せ。
- (2) 植物の生活環に関する次の記述(ア)~(ウ)のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。なお、正しいものがない場合は「なし」と記せ。
- (ア) コケ植物の受精卵は配偶体に付着したまま発生し、胞子体となる。
- (イ) シダ植物の前葉体にある造精器では、減数分裂により精子が作られる。
- (ウ) すべての裸子植物では花粉管が精細胞を運ぶため、受精に水を必要としない。

問 4 下線部④の菌界について、以下の問に答えよ。

- (1) 地衣類と呼ばれる菌類は、その他の菌類が生息できないような栄養分の乏しい環境でも生育できる。その理由を 25 字以内で記せ。
- (2) 菌類の細胞壁の主成分は何か、名称を記せ。

問 5 下線部⑤について、動物界には約 35 の門が存在し、それらは体組織や器官がほとんど分化しないグループと、消化管をもつが肛門をもたないグループ、さらには脊椎動物のように体組織や器官が高度に分化したグループに大別されている。これに関連した以下の問に答えよ。

- (1) 下線部⑥と⑦のようなグループの動物について発生様式をもとに分類した場合の総称を何と呼ぶか、それぞれの総称を答えよ。
- (2) 下線部⑥と⑦のグループに含まれる門の名称をそれぞれ 1 つ答えよ。
- (3) 下線部⑧のグループは、その胚発生過程の特徴からさらに 2 つのグループに分けられる。その 2 つのうち、ナマコの仲間が含まれるグループの胚発生における特徴を 35 字以内で説明せよ。
- (4) 下線部⑧のグループに属する動物の形態の類似は相似と相同に分けられる。相似器官とはどのようなものか、35 字以内で説明せよ。