

2020 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	11

検査開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 検査開始の合図の後、すべて(5枚)の解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず記入すること。
2. 理科の選択科目は、出願時に選択したものと異なるものについて解答してはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 検査終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机の上に置くこと。解答用紙は、解答していないものも含め、すべて(5枚)を回収する。
5. 検査終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

[1] 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生物のからだを構成する細胞は、細胞膜により外界と仕切られている。この膜の主要な構成物質は、 a とタンパク質であり、 a は、水になじみやすい b 部分と、水になじみにくい c 部分からなる。この a の分子が二層に並ぶことで、 安定な生体膜が形成され、生体膜には、さまざまなはたらきを持つタンパク質が存在している。

細胞には、タンパク質以外にも、 脂質、炭水化物、核酸、無機塩類、水などの物質が含まれている。動物細胞におけるこれらの物質の割合(質量比)では、タンパク質は d の次に多く含まれる物質である。タンパク質は、多数のアミノ酸が連結した分子であり、これを構成するアミノ酸は e 種類ある。アミノ酸を構成する元素には、炭素、水素、酸素の他に f や g が含まれている。

タンパク質の一つとして、病原体や異物を排除する生体防御に関わるタンパク質がある。獲得免疫の一つの体液性免疫では、樹状細胞などが体内に侵入した異物を認識して取り込んで分解し、その一部をリンパ球の細胞表面に抗原として提示する。提示された抗原を認識した h 細胞が増殖し、B細胞を活性化させる。活性化されたB細胞は抗体を大量に生産する細胞となり、体液中に Y字状の抗体 を分泌する。この抗体が抗原と特異的に結合し、抗体が結合した異物は最終的にマクロファージの i 作用によって処理される。

また、細胞性免疫にかかわるタンパク質として、 自己の細胞か非自己の細胞かを示すタンパク質 がある。これはほとんどすべての細胞の表面に提示されており、T細胞の表面にある受容体が、これが異物であるかないかを認識する。例えば、ウイルスに感染した細胞では、ウイルスのタンパク質の断片が 下線部④ のタンパク質にのせて提示され、活性化したキラーT細胞の受容体がこれと特異的に結合すると、キラーT細胞が感染細胞を攻撃して死滅させる。

問 1 文章中の ~ に適切な語句もしくは数字を記入せよ。
ただし、 については、下線部②にある物質から選択せよ。
 と は順不同とする。

問 2 下線部①について、安定な二層になっている生体膜と、そこに存在するタンパク質の簡易的な模式図を記せ。ただし、生体膜を構成する主要物質の 部分を(○), 部分を(∥), タンパク質は(□)で表示せよ。

問 3 下線部①について、生体膜に存在するタンパク質には、どのような役割をはたすタンパク質があるのか、例にならって1つ答えよ。

(例) 生体防御にかかわるタンパク質(抗体)

問 4 下線部③について、以下の問いに答えよ。

- (1) このタンパク質名を答えよ。
- (2) このタンパク質は特定の異物と特異的に結合する可変部とその他の定常部からなるが、特定の異物を認識する可変部はその形状に応じて構造を変化させている。可変部が構造を変化させることができる理由を答えよ。

問 5 下線部④について、以下の問いに答えよ。

- (1) このタンパク質名を答えよ。
- (2) このタンパク質には非常に多くの型があり、他の個体と一致する確率は非常に低い。これが原因でT細胞が活性化し攻撃する場合がある。どのような例があるのか答えよ。

〔2〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～8)に答えよ。

DNA と RNA は、糖と塩基^①とリン酸からなるヌクレオチドが連なったヌクレオチド鎖で構成される。DNA の 2 本のヌクレオチド鎖は、方向性があり、互いに向かいあい内側^②に突き出た塩基どうしは [a] 結合で結合して全体にねじれた [b] 状の構造をしている。

DNA のもつさまざまな遺伝情報は、その発現が巧みに調節され転写^③、翻訳^④が行われている。転写の開始に関与する DNA の領域は、[c] と呼ばれる。

真核生物では [d] と呼ばれる複数のタンパク質が [c] に結合する。転写は、[d] とそれを認識した [e] と呼ばれる酵素が DNA に結合することで開始する。そこにさらに調節タンパク質が結合することで転写は調節される。

原核生物では、関連する機能をもつ複数の遺伝子がまとめて転写されることが多い。このような遺伝子群を [f] という。[f] の転写は、調節タンパク質が [g] と呼ばれる転写調節領域に結合することで調節される。大腸菌は培地にラクトースがあれば [h] がない状態でも、ラクトースの分解に関わる 3 種類の酵素を合成して [h] をつくる。ラクトースがないときは、[g] に転写を抑制するはたらきをもつ調節タンパク質が結合するため [e] ^⑤は働くことができず転写されない。

生物のゲノムから目的の DNA 断片を実験的に単離・増幅させる方法は、生物体を用いない方法と生物体を用いる方法がある。生物体を用いて目的の DNA 断片を増幅させる場合、DNA 断片とプラスミドを、特定の塩基配列を切断する酵素と混合し、[i] ^⑦を用いて連結する。目的の DNA 断片が組み込まれたプラスミドは大腸菌などに導入して発現させる。

問 1 文章中の [a] ～ [i] に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部①について、DNA と RNA を構成するヌクレオチドの塩基には、違いがみられる。DNA と RNA を構成する塩基それぞれ全て答えよ。

問 1 文章中の [a] ～ [d] に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部①に該当する生物を以下から 2 つ選び、答えよ。
(ミミズ、センチュウ、ムカデ、ゴカイ、カイチュウ、プラナリア)

問 3 下線部②について、以下の問いに答えよ。
(1) このような習性をもつ魚類または鳥類のどちらかについて、1 種の種名を答えよ。
(2) この習性から得られる利益を 50 字以内で答えよ。

問 4 下線部③について、被食者の個体数が減少した場合、その後に、捕食者と被食者の個体数は、どのような増減の周期を示すかを 100 字以内で答えよ。

問 5 下線部④について、個体数の変動幅が小さくなる理由を 100 字以内で説明せよ。ただし、捕食者にとって被食者の見つけやすさは季節や年によって変わらず、温度や住み場所が個体数に及ぼす影響はないものとする。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

DNAの塩基配列の比較により、旧口動物には冠輪動物と 動物の2つの大きな系統が認められている。節足動物は、節のある肢をもち、体には体節があり、薄い殻でできた外骨格の によって成長し、 動物に属する。 動物には、節足動物のほかに、偽体腔をもち、 によって成長する 線形動物が含まれる。

自然界には多様な種が生息しており、その個体数は種によってさまざまである。ある一定の地域に生息する同種の集まりを とよぶ。魚類・鳥類・哺乳類・昆虫類などのいくつかの種では、 を維持するために、1個体や1家族が空間を占有し、 同じ種内のほかの個体はその空間に侵入してくると追いつく習性が知られている。この習性によって防衛された空間を とよぶ。 密度が高いと を維持するコストが大きくなるため、 が解消されることもある。

ある は、同じ地域に生息する別の種の と相互に関係している。種間関係において「食う－食われる」の捕食と被食の関係が1つの栄養段階だけでなく、次の栄養段階、さらに高次の栄養段階へと一本につながっていくことを とよぶ。自然界では、捕食者が被食者を食べつくしてしまうことはほとんどなく、捕食者と被食者は共存している。「食う－食われる」の関係において、 捕食者が特定の単一種の被食者のみを食物とする場合には両者の個体数は大きく増加または減少する変動を示すことが観測されている。一方、 捕食者が複数種の生物を捕食する場合、被食者と捕食者の個体数の増減の幅が小さくなる傾向がある。このように、1つの が独立して存在することはまれであり、1種の生物が2種以上の生物を食物とすることによって、複数の が入り組み、網目状の構造を形成する。ある場所に生息する生物の「食う－食われる」関係の網目上の構造が複雑になるほど、その場所に生息する生物の個体数の変動は安定すると考えられている。

問3 下線部②について、以下の問いに答えよ。

- (1) DNAは放射線や紫外線などによって損傷を受けたり、複製時の誤りによってDNAの塩基配列が変化することがある。これを何と呼ぶか答えよ。
- (2) 一部の塩基が元の塩基とは異なる塩基に置き換わる変化を何と呼ぶか答えよ。
- (3) ある2人のゲノムの塩基配列を比較すると約1000塩基に1つの割合で互いに異なる塩基対をもつ。このように個体間で一定の範囲の塩基配列の中に1塩基だけの違いがみられることを何と呼ぶか答えよ。

問4 下線部③について、原核生物と真核生物では転写が行われる場所が異なる。それぞれの生物では細胞内のどこで転写が行われるか答えよ。

問5 下線部④について、以下の問いに答えよ。

- (1) 真核生物の遺伝子では、DNAの塩基配列に翻訳されない配列と翻訳される配列が転写されるが、翻訳される配列のことを何と呼ぶか答えよ。
- (2) 転写によってできたRNAでは翻訳されない配列は取り除かれ、翻訳される配列がつながれる過程を経てmRNAができる。この過程を何と呼ぶか答えよ。
- (3) 以下の文章中の ～ に適切な数字を記入せよ。
mRNAはリボソーム上で 個の塩基配列が1組となって1個のアミノ酸を指定する。RNAには 個の塩基が存在するため計算上は 通りのコドンが存在することになる。

問6 下線部⑤の転写を抑制するはたらきをもつ調節タンパク質のことを何と呼ぶか答えよ。

問 7 下線部⑥について、プライマー、ヌクレオチド、DNA ポリメラーゼを用いて温度変化を繰り返すことでわずかな DNA をもとに特定の DNA 領域を多量に増幅する方法がある。この方法ではステップ 1 (約 95 °C)、ステップ 2 (約 60 °C)、ステップ 3 (約 72 °C) と 3 つのステップを繰り返すことにより DNA を増幅する。ステップ 1 およびステップ 2 ではそれぞれどのような反応が行われているか。以下の語句を用いて答えよ。ただし、重複して用いても構わない。

(1 本鎖 DNA, 2 本鎖 DNA, プライマー, 相補的)

問 8 下線部⑦の酵素の 1 つである *EcoRI* は、DNA の塩基配列が GAATTC の G と A の間を切断する。目的の DNA 断片とプラスミドを *EcoRI* で切断した場合、プラスミド側の 1 本鎖の突出部の塩基配列はどのようになるか。5' から 3' の方向で答えよ。

問 3 下線部③のフズリナのように、ある地質年代にのみ見られることから、地質時代の確定に用いられる化石を何と呼ぶか答えよ。

問 4 下線部④は、ある地質時代を表している。以下に挙げた地質時代を年代の古い順に並べよ。

(白亜紀, シルル紀, 第四紀, 石炭紀, デボン紀, ジュラ紀)

問 5 下線部⑤について、ゴリラの頭骨とヒトの頭骨で差異が顕著な形質を 2 つ答えよ。

問 6 下線部⑥について、集団内の個体数が一定レベル以下になると個体数の減少が加速し絶滅する場合があります、「絶滅の渦」と呼ばれる。絶滅の渦を引き起こす要因として、以下の 4 つが考えられる。このうち 2 つの要因を選択して、絶滅に至る過程をそれぞれ 100 字以上 150 字以内で説明せよ。

(遺伝的多様性の低下, 近交弱勢, アリー効果の低下, 人口学的な確率性)

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

太郎は生物資料室の前にいた。歴代の研究者によって集められた生物資料のリストを作成するためだ。どのような資料があるのかをおおまかに把握するために、太郎は資料に目を通すことにした。

資料室に入って向かって右の資料棚には古い時代の化石が置いてあった。一見すると、ただの石の塊のように見えるストロマトライト、直径が50 cm ほどもあるディキンソニアの化石、バージェス動物群であるアノマロカリスの化石、フズリナ、三葉虫の化石などもある。

部屋の正面の棚にはジュラ紀や白亜紀の地層から産出した化石が置いてあった。イグアノドンの骨の断面、ティラノサウルスの歯、恐竜の卵の化石などだ。裸子植物の化石やアンモナイトなどもある。

資料室の左の資料棚には動物の頭骨の標本やはく製が置いてあった。頭骨の多くは小型の哺乳類のものだが、中にはゴリラの頭骨や、絶滅したフクロオオカミのはく製もあった。

問1 下線部①はシアノバクテリアによってつくられたものである。シアノバクテリアは細菌ドメインに含まれる。この資料室の他の生物はすべて真核生物ドメインに含まれる。細菌ドメインと真核生物ドメイン以外にどのようなドメインがあるか答えよ。また、そのドメインに含まれる生物を1つ答えよ。

問2 下線部②について、以下の問いに答えよ。

- (1) バージェス動物群がみられた地質時代は5.4億年前からはじまった。100年を1mmとして年表を作成するとき、5.4億年前は現在からどれほどの距離があるか答えよ。
- (2) バージェス動物群がみられた地質時代に現在みられるほとんどの動物の門が出現した。この地質時代の多様な大形動物の急速な進化を何と呼ぶか答えよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

イネに関する生物学的な特徴を理解しておくことは、イネの栽培管理を行う上でとても重要である。一般に、イネは春に種子から苗を育てて水田に移植され、^①適切な管理を行いながら秋に収穫される。日長は花芽形成を左右する重要な環境要因であり、生物が日長に対して反応する性質を^② という。イネは代表的な 植物であり、連続した暗期が一定の時間より 時に花芽形成が促進される。このような植物の中には電照栽培をして出荷時期を遅らせるものもある。なお、トマトのように日長に関係なく花芽を形成する植物を 植物という。

植物の成長に重要な光合成の反応は、葉緑体のチラコイドでの反応とストロマでの反応に大別できる。また植物は、光合成により^③二酸化炭素を取り込むことと蒸散による水分の損失を抑えることを気孔の開閉を通してうまく調節している。気孔の開口には光が関与しており、光受容体のフォトトロピンが青色光を感知すると孔辺細胞の浸透圧が高まり、水の流入を招くことで膨圧が上昇するため孔辺細胞が膨らみ、気孔が開く。植物が水不足の状態になると植物ホルモンである ^④ が孔辺細胞に作用して気孔が閉じる。そのため水が不足しやすい夏場では適切な水管理が大切である。

イネでは茎が伸びすぎると倒れやすく、収穫作業を困難にする。そのため植物ホルモンである の合成阻害剤が用いられることがある。

イネの花では、6本の に入っている大量の花粉が柱頭に付着して受粉した後、子房の胚珠にある で重複受精が行われる。40℃近い高温下では受粉がうまくいかず、受精障害を引き起こすことがある。

問1 文章中の ～ に適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①について、植物の種子では発芽に必要な栄養分をたくわえる部位が植物により異なる。イネおよびダイズの種子における栄養分をたくわえる部位の名称をそれぞれ答えよ。

問3 下線部②に関連して、以下の問いに答えよ。

(1) イネと同じ 植物を次の中から1つ選び、答えよ。

(コムギ, キク, アブラナ, トウモロコシ, ホウレンソウ)

(2) 花芽形成が起きるかどうかの境界となるような連続した暗期のことを何と呼ぶか答えよ。

(3) 花芽形成は温度の影響を受ける場合もある。一定期間、低温にさらされることにより花芽形成が誘導される現象を何と呼ぶか答えよ。

問4 下線部③について、葉緑体のチラコイドでは光エネルギーが化学エネルギーであるATPに変換される。光合成におけるATP合成反応は呼吸によるATP合成反応とは基盤となるエネルギーが異なる。光合成におけるATP合成反応は何と呼ばれているか、その名称を答えよ。

問5 下線部④について、気孔は1組の孔辺細胞に挟まれたすき間である。孔辺細胞への水の流入に伴い孔辺細胞が膨らみ、孔辺細胞間のすき間は広がる。そのすき間の広がりには、孔辺細胞の形態的特徴が大きく関与している。すき間が広がる理由について、孔辺細胞の形態的特徴に着目しながら、次の語句を入れて80字以内で説明せよ。

(孔辺細胞, 細胞壁, 膨圧, すき間)