

平成28年度入学試験問題

理科 (生物)

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入しなさい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は12ページあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子には、教育学部、医学部、農学部、繊維学部が指定する問題があります。
7. 受験する学部により解答する問題が異なります。問題冊子の表紙の「学部が指定する問題」に従い、正しく解答しなさい。
8. この問題冊子は持ち帰ること。

学部が指定する問題

学部	指定する問題
教育学部	1, 2, 3 の3問
医学部	1, 2, 3, 4 の4問
農学部	1, 2, 3, 4 の4問
繊維学部	1, 2, 3, 4 の4問

平成 28 年度一般入試(前期日程) 問題訂正等
理科 (生物)

7 ページ

問題 2 問 3 3) の問題文に，以下の文言を加える。

3) …を促進したい場合，もっとも適切な処理はどれか，…

9 ページ

問題 3 問 6 a の次の下線部分を訂正する。

(誤) …日当たりのよい場所でのみ発芽する。

(正) …日当たりのよい場所で発芽しやすい。

1 DNA複製に関する次の文章を読み、問1～6に答えなさい。

1953年、ワトソンとクリックはDNAの二重らせん構造モデルを提唱した。二重らせんモデルを提唱した論文で、彼らは、DNAの構造から予想される複製のしくみについて記述している。その内容は次のようになる。アデニンが塩基対の1つなら、対になる他の塩基は(ア)である。同様に、シトシン^①に対しては、(イ)が対となる。このようにDNAの複製の際には、片方のDNA鎖の塩基配列が決まっていれば、もう片方のDNA鎖の塩基配列も決定される。DNAの複製は、複製起点の2本鎖DNAが1本鎖状に開裂することから始まる。1本鎖状に開裂したDNAを鋳型として、まず、短いRNA鎖である(ウ)の合成が行われる。続いて(エ)のはたらきにより、新しいDNA鎖が合成される。

2本鎖DNAの開裂と同じ方向に合成されるリーディング鎖は、(オ)的に合成され、2本鎖DNAの開裂とは逆方向に合成されるラギング鎖は(カ)に合成される。ラギング鎖の合成の際は、岡崎フラグメントが合成された後に、複数の岡崎フラグメントが(キ)のはたらきによりつなげられる。部分的なDNAの複製は、DNA修復の際にも同様の活性をもつ酵素によって行われる。また、DNAの複製の研究にともなって発見された(エ)は、PCR法^③、および塩基配列決定法において広く利用されている。

問1 (ア)～(キ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①のように対になる塩基の間ではたらいっている結合の名前を書きなさい。また、アデニンがつくる塩基対とシトシンがつくる塩基対では、塩基の間ではたらいっている結合の強さが異なる。その理由を50字以内で説明しなさい。

問3 下線部②における、リーディング鎖とラギング鎖のこのような合成方法の違いは、(エ)が行う反応のある特徴に起因している。その特徴を50字以内で説明しなさい。

問4 岡崎フラグメントが細胞内で蓄積するのはどのような場合か、次のa～cの中から選びなさい。

- a. DNA複製の途中で(ウ)の合成が止まる。
- b. DNA複製の途中で(エ)がはたらかなくなる。
- c. DNA複製の途中で(キ)がはたらかなくなる。

問5 下線部③のPCRは日本語で何というか、答えなさい。

問6 PCR法を実際に行う場合は、耐熱性の酵素を用いて、通常、次の3つの温度条件、(1)約95℃、(2)50から60℃、および(3)約72℃で反応を行う。これら3つの温度条件も考慮して、PCRの原理を250字以内で説明しなさい。

(下書き用紙)

2 次の文章を読み、問1～4に答えなさい。

収穫後のリンゴやバナナの果実も生命活動を営んでおり、未成熟な果実は成熟に向かって変化する。果実が成熟するときには、果肉の軟化、果皮色の変化、香りの増加といった、いろいろな変化がおこる。このような変化は、生体内での物質の合成や分解などのさまざまな代謝の結果として観察される。

代謝のうち(ア)では、一般に(イ)がもつエネルギーの総和に比べて、(ウ)がもつエネルギーの方が多くなる。すなわち、(ア)はエネルギーを(エ)して反応が進行する。多くの場合、このエネルギーの供給役となっているのは(X)の(Y)である。

収穫された果実は、呼吸により果実内に蓄積された呼吸基質を分解して(X)を合成している。

問1 (ア)～(エ)に入る語句の正しい組合せはどれか。a～eの記号で答えなさい。

	ア	イ	ウ	エ
a	異化	生成物	素材となる物質	吸収
b	同化	生成物	素材となる物質	放出
c	異化	素材となる物質	生成物	吸収
d	同化	素材となる物質	生成物	吸収
e	異化	素材となる物質	生成物	放出

問2 (X)と(Y)に入る適切な語句を答えなさい。ただし、(X)については解答欄に語句を記入し、(Y)については、次の語群より選び、記号で答えなさい。

【語群】 (a) 脱アミノ反応、(b) ヒル反応、(c) 加水分解反応、(d) 脱水素反応、
(e) 光リン酸化反応

問3 下線部①に関係する次の各設問に答えなさい。

- 1) この変化を促進する作用をもつ植物ホルモンについての記述として正しいものはどれか。
a～cの記号で答えなさい。
 - a. このホルモンは離層形成を促し、落葉を促進させる。
 - b. このホルモンは果実の肥大成長を促進するので、充分に発達した果実となる。
 - c. このホルモンの水溶液は、種なしブドウの生産に使用されている。

(問3 続き)

- 2) バナナが成熟するときの果皮色の変化は、緑葉が黄化するときと同様、緑色の色素が減少し、もともと存在した黄色の色素の色調が強く感じられるようになるものである。バナナや緑葉に存在する、これらの色素の特徴についての記述として正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。
- a. 緑色の色素は「光合成色素」、黄色の色素は「キサントプロテイン」と呼ばれる。
 - b. 緑色の色素と黄色の色素は、共に葉緑体のチラコイド膜に存在する。
 - c. 黄色の色素はストロマに存在し、カルビン・ベンソン回路での二酸化炭素固定に関与している。
 - d. 緑色の色素は青と赤の光を強く吸収する。
- 3) 未熟なバナナの成熟を促進したい場合、適切な処理はどれか、a～dの記号で答えなさい。
- a. 密閉容器に入れ、容器の外に熟したバナナを置く。
 - b. できるだけ多くの未熟バナナを密閉容器に入れる。
 - c. 熟したリンゴと一緒に密閉容器に入れる。
 - d. 未熟なリンゴと一緒に冷蔵庫に入れる。

問4 下線部②に関係する次の各設問に答えなさい。

- 1) 果実内に蓄積された呼吸基質としては、デンプンやグルコースなどがあげられるが、これらの糖質はおもにどのようにして果実内に蓄積されてきたのか。キーワードをすべて使用し、60字程度で説明しなさい。

[キーワード：葉，同化デンプン，転流]

- 2) グルコース 1 mol が完全に酸化分解されると物質のもつエネルギーは 2870 kJ 減少する。生物はこのエネルギーの一部を「取り出し可能なエネルギー」として(X)に保存している。1 mol のグルコースから呼吸によって生産可能な最大モル数の(X)が生産された場合、「取り出し可能なエネルギー」として(X)に保存されるエネルギーは何%であるか。1 mol の(X)から取り出し可能なエネルギーを 30.5 kJ として計算し、小数点第 2 位を四捨五入して答えなさい。また、解答欄には計算の過程も記入しなさい。
- 3) 上記 2) で(X)に保存されなかったエネルギーはどのようになるか、答えなさい。

3 次の文章を読み、問1～6に答えなさい。

ある地域で生活する同種の生物集団は個体群と呼ばれ、個体群の大きさは個体数や個体群密度で表される。個体群を構成する個体の分布様式は、非生物的環境要因の分布だけでなく、その生物の個体間相互作用や種間関係を反映し、主な分布様式は3つあることが知られている。

ある年に長野県内の日当たりの良い空地でタンポポの分布を調査した。調査地域では外来種のセイヨウタンポポが多数生育し、在来種のシナノタンポポはごく一部に生育していた。調査地域にはこの2種のみが生育していた。セイヨウタンポポの個体群密度を調べるため、図1のように個体群密度が高い場所と個体群密度が低い場所に、ある一定の大きさ(面積B)の調査区画を設置したところ、密度が高い区画の個体数は(n_c)、密度が低い区画の個体数は(n_d)となった。調査地域でセイヨウタンポポの個体数を長期間調査した結果、時間と個体数の関係を示すS字状曲線が得られた(図2)。また、調査地域に生育していたシナノタンポポの個体数はほとんど変化せず、個体群密度は低いままであった。

調査地域で成熟した種子を実験室に持ち帰り発芽試験を行った。植物は種子が発芽した場所から大きく動くことができないため、発芽に関わる光環境を知ることは、植物の生き残り戦略を考える上で重要である。タンポポ類の種子には、太陽光を感知する(ア)と呼ばれる色素タンパク質があり、PrとPfrという2つの型がある。Prは(イ)色光をよく吸収してPfrに、Pfrは(ウ)色光をよく吸収してPrへ可逆的に相互変換する性質をもっている。セイヨウタンポポの種子は(イ)色光を照射するとよく発芽し、(ウ)色光を照射するとごく一部が発芽した。一方、シナノタンポポは(イ)色光を照射したときのみ発芽した。

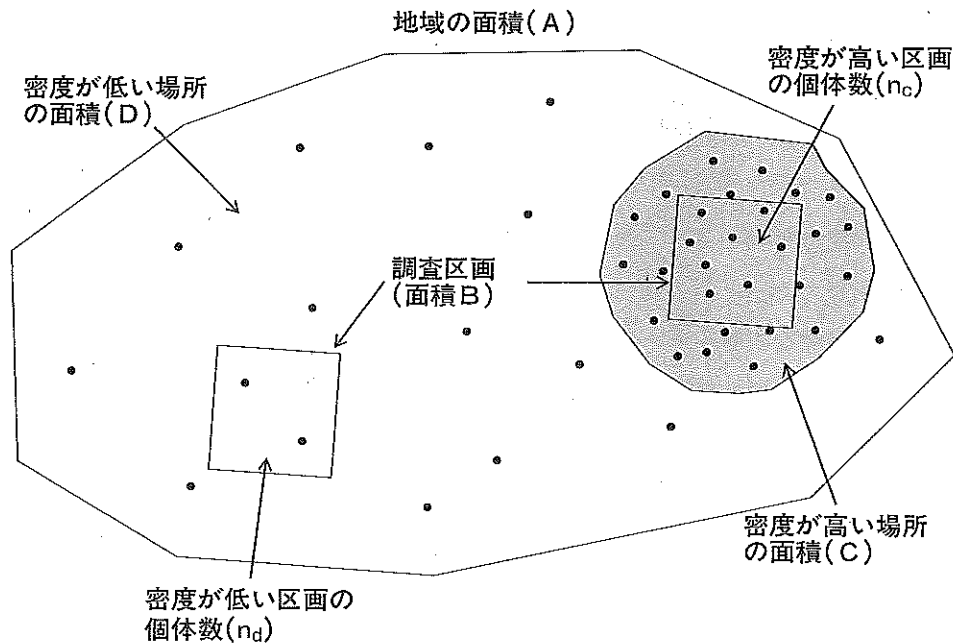


図1 調査地域における個体分布と区画法による密度調査
図中の●はセイヨウタンポポの発生地点を示す

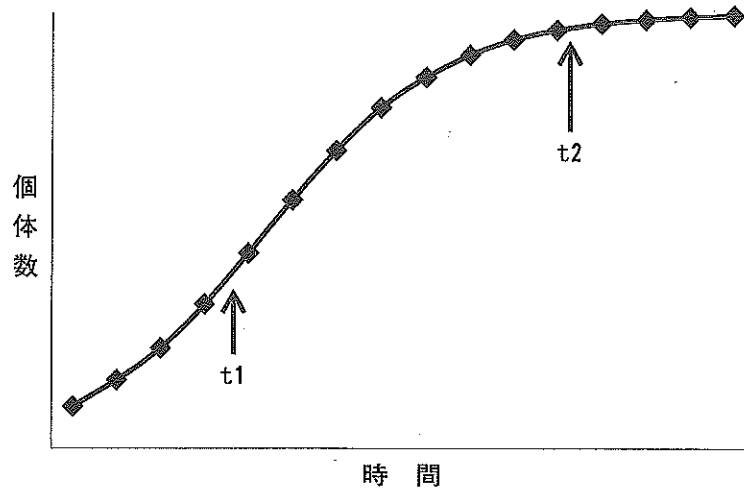


図2 セイヨウタンポポの個体群成長曲線

- 問1 文章中の(ア)~(ウ)に入る適切な語句を答えなさい。
- 問2 下線部①に関して、個体の空間分布の3つの型の名称を書きなさい。
- 問3 図1の記号を利用して、調査地域全体におけるセイヨウタンポポの個体群密度(X)を推定する式を作成しなさい。
- 問4 下線部②に関連して、在来種のシナノタンポポは有性生殖で種子を形成し、一方、外来種のセイヨウタンポポは、卵細胞が受精なしに胚発生し種子が形成される。個体群の増加において、セイヨウタンポポの繁殖方法がシナノタンポポよりも有利となる理由を80字以内で説明しなさい。
- 問5 図2において、時間t1と時間t2では個体群の増加率に違いがあるが、その理由を100字以内で説明しなさい。
- 問6 下線部③に関連して、セイヨウタンポポとシナノタンポポの生き残り戦略として正しい記述を下記からすべて選びなさい。
- シナノタンポポは、個体群密度が低く日当たりのよい場所でのみ発芽する。
 - 個体群密度が高い場所での個体の定着数は、シナノタンポポの方が多い。
 - 個体群密度が高い場所のセイヨウタンポポは、個体当たりの頭花数が増加する。
 - セイヨウタンポポとシナノタンポポは、種子散布によって生育場所が移動することがある。

4 遺伝と進化のしくみに関する次の文章を読み、問1～7に答えなさい。

19世紀から今日に至るまで、遺伝や進化に関する学問が著しく発展した。19世紀には、ラマルクにより用不用説、ダーウィンにより自然選択説^①、メンデルにより遺伝の法則が提唱された。

1900年にメンデルの遺伝の法則が再発見され、20世紀に入ると、ド・フリースの突然変異説^②、生物集団の遺伝子頻度に関するハーディ・ワインベルグの法則^③が登場した。つづいて、モルガンにより染色体の遺伝機能が明らかにされ、やがてエイブリーによって遺伝子の本体がDNAであることが明らかにされた。1953年にワトソンとクリックによってDNAの二重らせんモデルが発表され、1958年にクリックにより、遺伝情報がDNA→RNA→タンパク質の順で伝達されるとするセントラルドグマが提唱された。その後、遺伝情報の発現のメカニズムが次々と解明されてきた。1968年に木村資生は遺伝子の進化について分子進化の中立説^④を唱えた。その後、分子進化と分子時計^⑤に関する知見が蓄積した。このような背景から、現在、進化のプロセスはダーウィン以降の種々の法則や説を中心に説明されており、分子レベルから生物集団レベルにわたる研究が進められている。

遺伝子頻度とその変化のしくみの例として、次のような説明がある。繁殖可能な個体群のすべての個体もつ遺伝子の集まりを(ア)と呼ぶ。生存に有利不利のない対立遺伝子が次世代に伝えられる場合、偶然によって遺伝子頻度が変化することを(イ)という。これは個体数が少ない小集団で起こりやすい。個体数の多い大集団が、気候変動や自然災害、人間の活動などによって個体数を減ずることで遺伝子頻度は変化する。これを(ウ)と呼ぶ。個体数が減ってから再び個体数が回復したとしても、回復後の集団の遺伝子頻度はもとの集団の遺伝子頻度と異なることがある。このように遺伝子頻度の増減が起こると、(ア)の構成が変化する。このような遺伝子頻度の変化を(エ)と呼ぶ。

問1 文章中の空欄(ア)～(エ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①の自然選択とはどのような現象か、解答欄に収まる範囲で説明しなさい。

問3 下線部②に関して、DNA塩基配列にみられる突然変異についてどのようなものがあるか、3つ答えなさい。

問4 下線部③のハーディ・ワインベルグの法則はどのような法則か、解答欄に収まる範囲で説明しなさい。また、その法則が成り立つ条件を3つ答えなさい。

問5 下線部④の分子進化の中立説について70字以内で説明しなさい。

問6 下線部⑤の分子時計とはどのようなことか、50字以内で説明しなさい。

問7 ヒトのある集団 A における MN 式血液型の人数を調べたところ、表のような結果になった。MN 式血液型遺伝子は 1 つの遺伝子の変異によって M 型遺伝子と N 型遺伝子に分かれる。MM 型は M 型遺伝子のホモ接合体、MN 型は M 型遺伝子と N 型遺伝子のヘテロ接合体、NN 型は N 型遺伝子のホモ接合体である。集団 A における M 型遺伝子頻度と N 型遺伝子頻度をそれぞれ計算しなさい。解答欄には計算の過程を記入し、答えは小数第 2 位まで記しなさい。

表 集団 A における MN 式血液型の人数

	MM 型	MN 型	NN 型	合計
集団 A	119	242	139	500