

令和6年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和6年1月21日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子は100ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～36ページ
化学 38～58ページ
生物 60～95ページ
- 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

(問題は次ページから始まる)

生 物

1 呼吸と発酵に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 生物は、炭水化物・脂肪・タンパク質などの有機物を分解し、これに伴って放出されるエネルギーを用いて ATP を合成し、生命活動を営んでいる。炭水化物などの複雑な物質を二酸化炭素などの単純な物質に分解することを異化といい、異化の例として a 呼吸や発酵がある。

呼吸は、大きく分けて解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3つの過程からなる。解糖系は細胞質基質で行われる代謝経路で、グルコース1分子がピルビン酸2分子に分解される。クエン酸回路はミトコンドリアの で行われる代謝経路で、b ピルビン酸から生じたアセチル CoA がオキサロ酢酸と反応してクエン酸となり、 α -ケトグルタル酸、コハク酸、フマル酸、リンゴ酸を経て、オキサロ酢酸へと戻る。電子伝達系はミトコンドリアの に存在する複数のタンパク質複合体で構成され、ATP 合成酵素によって、グルコース1分子に由来する H^+ から最大で 分子の ATP が生成される。

問1 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	ストロマ	外膜	34
②	ストロマ	外膜	38
③	ストロマ	内膜	34
④	ストロマ	内膜	38
⑤	マトリックス	外膜	34
⑥	マトリックス	外膜	38
⑦	マトリックス	内膜	34
⑧	マトリックス	内膜	38

問2 下線部 a に関して、呼吸、乳酸発酵、アルコール発酵の共通点や相違点についての記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、呼吸から生成される ATP の量は最大であるとする。 2

- ① 1 分子の ATP を合成するために必要なグルコースの量は、呼吸より発酵の方が大きい。
- ② 呼吸ではつくられた NADH がすべて消費されるが、アルコール発酵では一部の NADH が消費されずに残る。
- ③ 呼吸では二酸化炭素が発生するが、アルコール発酵では発生しない。
- ④ 脱水素酵素のはたらきを阻害すると、呼吸の反応は停止するが、乳酸発酵の反応は停止しない。
- ⑤ 脱炭酸酵素のはたらきを阻害すると、呼吸の反応は停止するが、アルコール発酵の反応は停止しない。
- ⑥ 乳酸発酵では、ピルビン酸が乳酸になる過程で ATP が合成される。

問3 下線部 b に関して、次の各物質 1 分子に含まれる炭素の数の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

	オキサロ酢酸	クエン酸	α -ケトグルタル酸	コハク酸
①	3	5	3	3
②	3	5	4	3
③	3	6	4	4
④	3	6	5	3
⑤	4	5	4	4
⑥	4	5	5	4
⑦	4	6	5	4
⑧	4	6	6	5

問4 クエン酸回路においてコハク酸をフマル酸にする反応を触媒する酵素を、酵素 X とする。酵素 X による反応の有無はメチレンブルーを用いて実験的に確かめることができ、メチレンブルーには酸化型（青色）と還元型（無色）がある。酵素 X ならびにメチレンブルーを用いた実験に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- ① 酵素 X によって、1 分子のコハク酸から 1 分子の ATP が生じる。
- ② 酵素 X によって、1 分子のコハク酸から 1 分子の NADH が生じる。
- ③ 酵素 X によって、1 分子のコハク酸から 2 分子の FADH_2 が生じる。
- ④ 酵素 X によって、1 分子のコハク酸から 2 つの水素が奪われる。
- ⑤ メチレンブルーを用いた実験では、実験容器から二酸化炭素を除いておく必要がある。
- ⑥ メチレンブルーを用いた実験では、反応溶液の色が無色から青色へと変化することで、脱水素反応が起きたことを確かめることができる。

問5 酸素が得られない状態では、クエン酸回路は停止するが発酵は停止しない。この理由に関する記述 A～D のうち、正しい記述を過不足なく含むものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

- A クエン酸回路の進行に必要な酸化型の補酵素が枯渇するため。
- B クエン酸回路の進行には、回路内に直接酸素を取り入れる必要があるため。
- C 発酵の反応に必要な酸化型の補酵素は、酸素がなくても生成されるため。
- D 発酵の反応過程で酸素が発生し、この酸素によって発酵の進行に必要な補酵素が供給されるため。

- ① A, B ② A, C ③ A, D
- ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

B 解糖系においてグルコース 1 分子がピルビン酸に分解されるまでの過程は次のようになる。まず、ATP を 1 分子消費してグルコースをグルコース 6-リン酸とする。グルコース 6-リン酸はフルクトース 6-リン酸へと変換されたのち、さらに ATP を 1 分子消費してフルクトース 1,6-ビスリン酸となる。フルクトース 1,6-ビスリン酸は、エ、オ、ピルビン酸の順番で分解されていき、その過程で ATP が 4 分子合成される。したがって解糖系では、グルコース 1 分子につき、差し引き 2 分子の ATP が生成されることになる。

動物の筋組織では乳酸発酵と同じ代謝がみられ、解糖と呼ばれる。筋収縮の直接のエネルギー源は ATP であるが、細胞内に ATP を多く貯蔵することはできないため、解糖や呼吸によって必要な ATP をまかなう。この他にも、筋組織では高エネルギー物質として カ が多量に貯蔵されており、カ から ATP を再合成することができる。

筋組織では、細胞外から取り込んだグルコースの代わりに、貯蔵していたグリコーゲンをエネルギー源とすることもある。グリコーゲンが分解される過程では、ATP を消費することなくグルコース-6 リン酸が生成される。c 肝臓ではグルコース-6 リン酸を脱リン酸化してグルコースをつくり血中に放出できるが、筋組織ではこれができず、生成したグルコース-6 リン酸は細胞内でそのまま解糖や呼吸の基質として用られる。

問6 文中の エ ～ カ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

	エ	オ	カ
①	1,3-ビスホスホグリセリン酸	グリセルアルデヒド3-リン酸	クレアチン
②	1,3-ビスホスホグリセリン酸	グリセルアルデヒド3-リン酸	クレアチンリン酸
③	1,3-ビスホスホグリセリン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸	クレアチン
④	1,3-ビスホスホグリセリン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸	クレアチンリン酸
⑤	グリセルアルデヒド3-リン酸	1,3-ビスホスホグリセリン酸	クレアチン
⑥	グリセルアルデヒド3-リン酸	1,3-ビスホスホグリセリン酸	クレアチンリン酸
⑦	グリセルアルデヒド3-リン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸	クレアチン
⑧	グリセルアルデヒド3-リン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸	クレアチンリン酸

問7 下線部 c に関して、グリコーゲンは $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される、 $C_6H_{10}O_5$ が多数連なった多糖類である。グリコーゲンを解糖ですべて消費すると仮定するとき、差し引き 1 mol の ATP を生成するのに必要なグリコーゲンの量として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、原子量は $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$ とし、1 g のグリコーゲンと 1 g のグルコースでは、生成されるグルコース-6 リン酸の分子数は等しいものとする。 7 g

- ① 45 ② 54 ③ 60
④ 84 ⑤ 135 ⑥ 180

問8 動物から筋組織を摘出し、組織中のクレアチンおよびクレアチンリン酸を取り除いた。その後、次の記述 A～C のいずれかの処理を行い、呼吸または解糖によって ATP が合成されるかどうかをしらべた。ATP が合成された処理を過不足なく含むものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、記述 A～C の処理によって呼吸または解糖のある過程を阻害したとき、それ以降の過程も瞬時に停止するものとする。

8

- A 酸素を含む状態で、解糖系のみを完全に阻害した。
- B 酸素を含む状態で、クエン酸回路のみを完全に阻害した。
- C 酸素を完全に除いた。

- | | | |
|------------|-------------|--------|
| ① A のみ | ② B のみ | ③ C のみ |
| ④ A, B | ⑤ A, C | ⑥ B, C |
| ⑦ すべて合成される | ⑧ どれも合成されない | |

2 遺伝情報の発現に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号 **1** ～ **7** 〕

A DNA の塩基配列が RNA に転写され、RNA の塩基配列がタンパク質に翻訳されることを a 遺伝情報の発現 という。遺伝情報の発現の仕組みはすべての生物で基本的に同じであるが、原核生物と真核生物とでいくつかの違いがみられる。

問1 下線部 a に関して、真核生物の遺伝情報の発現に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **1**

- ① mRNA 前駆体が細胞質でスプライシングを受けることで mRNA になる。
- ② mRNA のポリ A 鎖がある程度分解されるとキャップが除去されて、mRNA が急速に分解される。
- ③ DNA の複製は核内で行われるが、RNA への転写は細胞質で行われる。
- ④ DNA ヘリカーゼがクロマチン繊維をほどくことで、複製や翻訳が行われる。
- ⑤ 転写活性化因子がプロモーターから外れることで転写を促進する場合を、正の調節という。
- ⑥ プロモーターに調節タンパク質と RNA ポリメラーゼからなる基本転写因子が結合すると、転写が開始される。

問2 次の図1はあるペプチドを指定する DNA 領域を示している。この領域には開始コドンと終止コドンが含まれ、転写産物はスプライシングを受けずに翻訳され、完成したペプチドとなる。a・b 鎖のうち翻訳の際に鋳型となるヌクレオチド鎖と、合成されたペプチドを構成するアミノ酸の数の組合せとして最も適切なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、開始コドンは AUG、終止コドンは UAA、UAG、UGA である。 2

a 鎖 3'-ATGCCCgATGTACAAATTCGAGAGCTTAGGATACATCAACTGCTTGGGC-5'
b 鎖 5'-TACGGGCTACATGTTTAAGCTCTCGAATCCTATGTAGTTGACGAACCCG-3'

図1

	鋳型鎖	アミノ酸数
①	a 鎖	8
②	a 鎖	9
③	a 鎖	16
④	b 鎖	8
⑤	b 鎖	9
⑥	b 鎖	16

B ヒトゲノムには約 2 万個の遺伝子が存在すると考えられているが、実際につくられるタンパク質の種類数は 10 万種類といわれている。遺伝子数よりも翻訳されるタンパク質の種類数の方が多いと考えられる理由の一つが、選択的スプライシングである。

図 2 はある mRNA 前駆体の模式図である。この mRNA 前駆体には 7 つのエキソンと 6 つのイントロンが含まれており、選択的スプライシングによってエキソンの組合せが異なる mRNA が生成される。また、エキソン B とエキソン b はどちらか一方のみが mRNA に残り、エキソン D とエキソン d はどちらか一方のみが残る場合と両方が残る場合がある。表 1 はそれぞれのエキソンが mRNA に残る確率と、エキソン D とエキソン d が両方残る確率を示したものである。

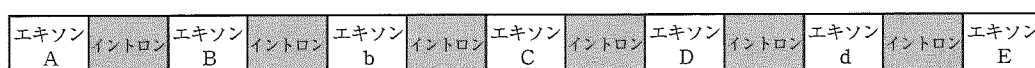


図 2

表 1

エキソンの名称	mRNA に残る確率(%)
エキソン A	100
エキソン B	80
エキソン b	20
エキソン C	60
エキソン D のみ	50
エキソン d のみ	40
エキソン D とエキソン d が両方残る確率	10
エキソン E	100

問3 この mRNA 前駆体から選択的スプライシングによって生成される mRNA の種類の数最大でいくつか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

種類

① 6 ② 8 ③ 12 ④ 14 ⑤ 18 ⑥ 32

問4 この mRNA 前駆体から選択的スプライシングによって、エキソン ABCDdE からなる mRNA が生じる確率（％）として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 %

① 4.8 ② 6.2 ③ 19.2 ④ 24.0 ⑤ 48.0 ⑥ 62.0

C b 原核生物では機能的に関連のある遺伝子が隣接して存在し、まとめて転写されることが多い。このような遺伝子群をオペロンという。オペロンは調節タンパク質によって発現が調節されており、調節タンパク質が DNA の転写調節領域に結合することによって遺伝子の発現調節が行われる。

大腸菌は呼吸基質としてグルコースを利用するが、培地にグルコースがなくラクトースがあるときはラクトースを利用するのに必要な遺伝子群（c ラクトースオペロン）がまとめて発現する。

表 2 は培養条件 1～4 で大腸菌を培養した場合の、ラクトースオペロンの発現の有無を示したものである。表中の「+」・「-」は各培地におけるそれぞれの糖の有無を、「有」・「無」はラクトースオペロンの発現の有無を示す。

条件 3 の場合、ア に イ が結合し、オペロンの発現は抑制されている。しかし、条件 4 ではラクトースの代謝産物が イ に結合するため、イ は ア に結合できなくなり、RNA ポリメラーゼが ウ に結合して転写抑制が解除される。

また、大腸菌を条件 2 で培養すると、図 3 のような増殖曲線が得られる。グルコースが存在すると、細胞内のタンパク質 X が不活性な状態に保たれ、ラクトースオペロンが発現しない。そのため、図 3 中の区間 I では栄養源として主に エ が消費されている。区間 II では オ の発現がはじまり、区間 III では栄養源として カ を消費されている。

表 2

培養条件	グルコース	ラクトース	ラクトースオペロンの発現
条件 1	—	—	無
条件 2	+	+	無
条件 3	+	—	無
条件 4	—	+	有

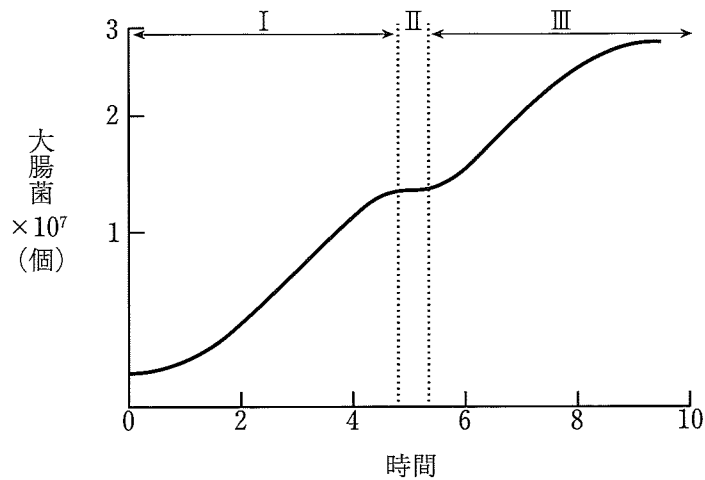


図 3

問 5 下線部 b に関して、原核生物の遺伝情報の発現に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 原核生物の RNA ポリメラーゼはタンパク質合成の場としてもはたらくため、転写と翻訳が同時並行で行われる。
- ② 原核生物の遺伝子には、ふつう、イントロンが存在しないため、転写が完了する前に翻訳がはじまる。
- ③ 原核生物の DNA は環状の構造をしており、遺伝情報の転写は、転写の開始点を起点に鋳型鎖上を両方向へと進んでいく。
- ④ 原核生物の発現に開始コドンは必要なく、任意の塩基から翻訳が開始される。
- ⑤ 1つのオペロンに複数のオペレーターが存在し、素早く多量のタンパク質が合成される。

問6 下線部cに関して、次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

- (1) 文中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

	ア	イ	ウ
①	オペレーター	ラクトース	オペレーター
②	オペレーター	ラクトース	プロモーター
③	オペレーター	リプレッサー	オペレーター
④	オペレーター	リプレッサー	プロモーター
⑤	プロモーター	ラクトース	オペレーター
⑥	プロモーター	ラクトース	プロモーター
⑦	プロモーター	リプレッサー	オペレーター
⑧	プロモーター	リプレッサー	プロモーター

- (2) 文中の **エ** ～ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **7**

	エ	オ	カ
①	グルコース	β -ガラクトシダーゼ	グルコースとラクトース
②	グルコース	β -ガラクトシダーゼ	ラクトース
③	グルコース	リプレッサー	グルコースとラクトース
④	グルコース	リプレッサー	ラクトース
⑤	グルコースとラクトース	β -ガラクトシダーゼ	グルコースとラクトース
⑥	グルコースとラクトース	β -ガラクトシダーゼ	ラクトース
⑦	グルコースとラクトース	リプレッサー	グルコースとラクトース
⑧	グルコースとラクトース	リプレッサー	ラクトース

3 植物の環境応答に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 多くの植物は、日長に反応して花芽形成を行うが、日長に関係なく花芽を形成する植物もあり、これらは中性植物と呼ばれる。日長は葉で感知される。日長を感知すると と呼ばれる植物ホルモンが で合成され を通って茎頂分裂組織に移動し、花芽の分化を促進する。

問1 中性植物の例として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① アブラナ， エンドウ
- ② アブラナ， サツマイモ
- ③ アブラナ， トウモロコシ
- ④ エンドウ， サツマイモ
- ⑤ エンドウ， トウモロコシ
- ⑥ サツマイモ， トウモロコシ

問2 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|----|----|
| ① | オーキシン | 側芽 | 師管 |
| ② | オーキシン | 側芽 | 道管 |
| ③ | オーキシン | 葉 | 師管 |
| ④ | オーキシン | 葉 | 道管 |
| ⑤ | フロリゲン | 側芽 | 師管 |
| ⑥ | フロリゲン | 側芽 | 道管 |
| ⑦ | フロリゲン | 葉 | 師管 |
| ⑧ | フロリゲン | 葉 | 道管 |

B 植物の茎の成長には、いくつかの植物ホルモンが関与している。縦方向（頂端—基部軸方向）または横方向（頂端—基部軸と直交する方向）のいずれに成長するかは、植物細胞にある **エ** の方向によって、細胞壁を構成するセルロース繊維の合成方向が変わることで決定される。ジベレリンがはたらくとセルロース繊維は **オ** に合成され、細胞は **カ** に成長しやすくなる。茎の伸長成長には、フィトクロムと呼ばれる赤色光受容体が関わっている。

問3 文中の **エ** ～ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

	エ	オ	カ
①	アクチンフィラメント	縦方向	縦方向
②	アクチンフィラメント	縦方向	横方向
③	アクチンフィラメント	横方向	縦方向
④	アクチンフィラメント	横方向	横方向
⑤	微小管	縦方向	縦方向
⑥	微小管	縦方向	横方向
⑦	微小管	横方向	縦方向
⑧	微小管	横方向	横方向

問4 光受容体には、フィトクロムの他にクリプトクロムやフォトトロピンがある。これらの光受容体のはたらきに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4**

- ① クリプトクロムは青色光を受容し、気孔の開口にかかわる。
- ② クリプトクロムは青色光を受容し、光発芽種子の発芽にかかわる。
- ③ クリプトクロムは赤色光を受容し、葉緑体の定位運動にかかわる。
- ④ フォトトロピンは青色光を受容し、茎の伸長抑制にかかわる。
- ⑤ フォトトロピンは青色光を受容し、光屈性にかかわる。
- ⑥ フォトトロピンは赤色光を受容し、気孔の閉鎖にかかわる。

C 茎頂分裂組織が花芽に分化すると、花芽からは花を形成する部位であるがく片、花弁、おしべ、めしべが形成される。シロイヌナズナにおける花の形成のしくみは図1のようなABCモデルで説明される。Aクラス遺伝子は領域1と領域2、Bクラス遺伝子は領域2と領域3、Cクラス遺伝子は領域3と領域4で発現する。Aクラス遺伝子のみが発現する領域1はがく片、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子が発現する領域2は花弁、Bクラス遺伝子とCクラス遺伝子が発現する領域3はおしべ、Cクラス遺伝子のみが発現する領域4はめしべに分化する。また、Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子は、互いの発現を抑制し合っている。これらの遺伝子は調節遺伝子であり、特定の部位への分化に関与する遺伝子の発現を調節している。分裂組織の維持または分裂が終わり完成した組織への分化は、いくつかの遺伝子によって調節されており、Cクラス遺伝子には、茎頂分裂組織の **キ** の幹細胞の分化を **ク** する WUS 遺伝子の発現を抑制するはたらきもある。

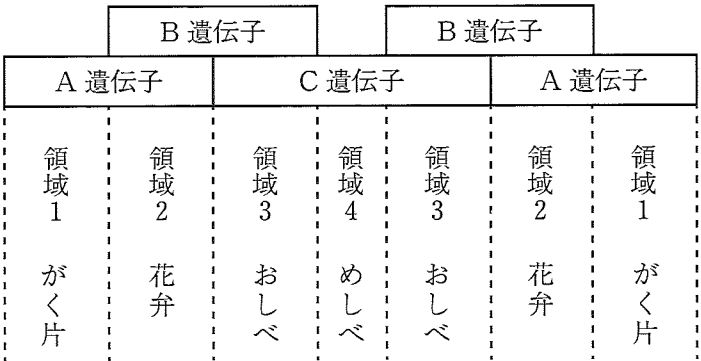


図 1

問5 文中の **キ** ・ **ク** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
どれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

- | | キ | ク |
|---|------|----|
| ① | 形成中心 | 促進 |
| ② | 形成中心 | 抑制 |
| ③ | 周辺領域 | 促進 |
| ④ | 周辺領域 | 抑制 |
| ⑤ | 中心領域 | 促進 |
| ⑥ | 中心領域 | 抑制 |

問6 A クラス遺伝子の機能が変異により失われると、領域1にめしべ、領域2にお
しべができる変異体となる。次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

(1) A クラス遺伝子の機能が失われた変異体と同様に、調節遺伝子の変異によって
生じる例として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びな
さい。 **6**

- ① 交雑と倍数化によるコムギの進化
- ② 酵素遺伝子の変異によるヒトのフェニルケトン尿症
- ③ 三倍体になったために生じる種なしスイカ
- ④ 触角ができる位置に脚ができる、ショウジョウバエのアンテナペディア変異
体
- ⑤ ヘモグロビン遺伝子の変異によるヒトのかま状赤血球症

- (2) アサガオの野生型の花は、5枚のがく片、5枚の花弁、5本のおしべ、1つのめしべをもち、A、B、Cクラスの各遺伝子のはたらきはシロイヌナズナと同様である。アサガオでBクラス遺伝子の変異し機能を失った場合の、がく片、花弁、おしべ、めしべの数の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、ある花器官が別の花器官に変異する際、本来の枚数や本数を維持したまま別の花器官に変化するものとする。 7

	がく片	花弁	おしべ	めしべ
①	0	5	6	0
②	0	10	6	0
③	5	0	0	6
④	5	5	1	5
⑤	5	5	5	1
⑥	5	5	6	0
⑦	10	0	0	1
⑧	10	0	0	6

- 問7 チューリップの花の構造もA、B、Cクラス遺伝子の発現の組合せによって形成される。基本的な花の構造はシロイヌナズナと同じだが、いずれかのクラスの遺伝子の発現領域が異なるため、花弁、おしべ、めしべをもつが、がく片のない花となる。チューリップの調節遺伝子の発現領域に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 8

- ① Aクラス遺伝子が領域1、領域2、領域3で発現する。
- ② Bクラス遺伝子が領域2でのみ発現する。
- ③ Bクラス遺伝子が領域1、領域2、領域3で発現する。
- ④ Bクラス遺伝子が領域2、領域3、領域4で発現する。
- ⑤ Cクラス遺伝子が領域1、領域2、領域4で発現する。
- ⑥ Cクラス遺伝子が領域2、領域3、領域4で発現する。

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

- 4 個体群と生物多様性に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～6に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 8〕

A 生態系における食う食われるの関係は、実際には直線的なつながりではなく、相互につながった複雑な ア となっている。複数種の生物の _a 個体群が相互に関係をもちながら集まって形成される集団を生物群集という。生物群集のなかにおいて、それぞれの生物種が占める生活空間や活動時間はおおよそ決まっており、このように生態系においてある種が占める位置を イ という。また、地理的に大きく離れた地域に イ の似通う生物が生息している場合、このような生物は ウ 種と呼ばれる。

同じ地域に イ の似通う生物が存在する場合、イ の重複が大きい生物間ほど エ が強まり、資源の利用効率が高い種が、利用効率の低い種を駆逐する オ が生じる。その一方で、カ が成立すると イ の重複が小さい生物種間では オ が生じず、共存することができる。

- 問1 文中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	食物網	ギャップ	生態的同位
②	食物網	ギャップ	相同
③	食物網	ニッチ	生態的同位
④	食物網	ニッチ	相同
⑤	食物連鎖	ギャップ	生態的同位
⑥	食物連鎖	ギャップ	相同
⑦	食物連鎖	ニッチ	生態的同位
⑧	食物連鎖	ニッチ	相同

問2 文中の エ ～ カ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
どれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

- | | エ | オ | カ |
|---|------|-------|------|
| ① | 種間競争 | 間接効果 | 共生 |
| ② | 種間競争 | 間接効果 | すみわけ |
| ③ | 種間競争 | 競争的排除 | 共生 |
| ④ | 種間競争 | 競争的排除 | すみわけ |
| ⑤ | 捕食圧 | 間接効果 | 共生 |
| ⑥ | 捕食圧 | 間接効果 | すみわけ |
| ⑦ | 捕食圧 | 競争的排除 | 共生 |
| ⑧ | 捕食圧 | 競争的排除 | すみわけ |

問3 下線部 a に関して、下の(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) 個体群を構成する個体数を知る方法として、標識再捕法がある。標識再捕法を用いる際の注意点に関する次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- A 捕獲した際に付ける標識は、対象となる生物に与える影響が少なくなるよう、付けたのち直ぐに消えるものを使用する。
- B 標識を付けられた個体の行動が、標識を付ける前後で変わらないようなものを標識として使用する。
- C 動物の多くは1日の行動時間が決まっているため、より多くのサンプルが得られるよう、2回目の捕獲は最初の捕獲と別の時間帯に行う。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(2) トノサマバッタにおいて、個体群密度が過度に上昇した状態が数世代続いたときに個体にみられる変化として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4

- ① 1 個体あたりの産卵数の増加
- ② 移動性の増加
- ③ 個体の成長速度の増加
- ④ 体長に対して前翅が長くなる
- ⑤ 集合性が強くなる

(3) メタ個体群は、複数の個体群の集合である。メタ個体群に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① メタ個体群は、複数種の生物の個体群からなる。
- ② メタ個体群では、個別の個体群の間で個体の移入・移出がみられない。
- ③ メタ個体群全体での個体数は、個別の個体群と比べて変動しやすい。
- ④ メタ個体群内のある個体群が絶滅しても、他からの移入によって再び個体群が形成されることがある。
- ⑤ メタ個体群では、個別の個体群で異所的種分化が起こりやすい。

問4 次の図1は被食者と捕食者の経時的な個体数密度の変動を示し、図2は被食者と捕食者の個体数変動のモデルを示す。なお、図1中の実線と破線は、それぞれ被食者または捕食者のどちらかを示す。図1中のa～dはそれぞれ、図2中のア～エのいずれかにあてはまる。図1中のa～dと図2中のア～エの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～④のうちから一つ選びなさい。

6

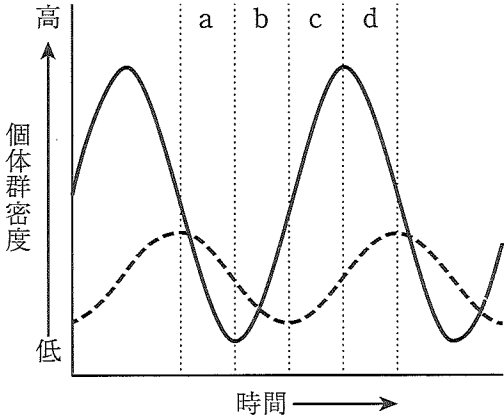


図1

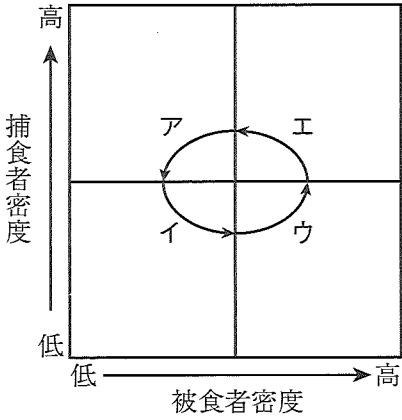


図2

- | | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| ① | ア | イ | ウ | エ |
| ② | イ | ウ | エ | ア |
| ③ | ウ | エ | ア | イ |
| ④ | エ | ア | イ | ウ |

B 生物間にみられる多様性を生物多様性という。地球上には多様な生態系が存在し、それぞれの生態系にはさまざまな生物が多様な関係をもって生息している。生態系を構成する生物は、同種の生物であっても個体間で遺伝子は異なっており、種全体としては多様な遺伝子が存在する。しかし、**b** 人間活動による影響によって、近年、生物多様性は大きく減少しつつある。

問5 下線部 **b** に関する次の記述 A～D のうち正しい記述を過不足なく含むものとして最も適当なものはどれか。下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 7

- A 開発などによる生息地の分断により個体群の移動が妨げられると、遺伝子の多様性が低下する。
- B 里山は人間が管理する生態系であり、人間が管理をやめることで里山の多様性は高まる。
- C 人間が動植物を本来の生息地から別の土地に移すことで、移入先における生物多様性が増加する。
- D 生活排水などが湖に大量に流入して生産者である植物プランクトンが大量に発生すると、酸素が増え、生物多様性が増加する。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① A のみ | ② B のみ | ③ C のみ |
| ④ A, B | ⑤ A, C | ⑥ A, D |
| ⑦ B, C | ⑧ B, D | ⑨ C, D |

問6 生物多様性には遺伝的多様性、種多様性、生態系多様性の3つの段階がある。
生物多様性に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから
一つ選べなさい。

8

- ① ヒトの MHC 分子の多様性は遺伝的多様性であるが、一塩基多型は遺伝的多様性ではない。
- ② ヒトの一塩基多型は遺伝的多様性であるが、MHC 分子の多様性は遺伝的多様性でない。
- ③ 種多様性が高いほど、生態系のかく乱への抵抗性が高くなる。
- ④ 生息する種数が同じ場合、どの生物も均等に含まれているよりも、ある1つの種の優占度が高い方が、種多様性が高いと評価される。
- ⑤ 生態系多様性は、遺伝的多様性と種多様性の2つを総合して評価したものである。
- ⑥ 生態系多様性は陸上の植生の相観によって区別され、バイオームとも呼ばれる。

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

5 生物の進化に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 生物集団にはさまざまな形質をもつ個体が存在する。生物集団がそれぞれ生息する環境に応じて、生存や生殖に有利な形質をもつ個体がより多くの子を残す結果、次世代では環境により適応した個体が多くなる。これを a 自然選択 という。また、環境条件が変化すると、これまでとは異なった形質が有利となる場合があり、世代を経ることで元の集団とは異なった形質をもつ集団となることがある。こうした集団の変化を引き起こす要因を b 選択圧 という。

これとは別に c 遺伝的浮動 によって変異が集団内に広まっていく場合もある。自然選択や遺伝的浮動により、生物集団に起きる遺伝的形質の頻度の変化が進化の本質であると考えられている。

問1 下線部 a に関して、次の記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- A 自然選択は適応進化をもたらす唯一の要因である。
B 自然選択によって特定の遺伝子が集団から排除される場合と集団内に広まる場合がある。
C 進化に関わる自然選択は遺伝的形質にのみはたらく。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 下線部 b に関して、性選択の結果生じたと考えられる形質に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- ① ウマの化石を比較することで、ウマのひづめが長い時間をかけて進化してきたことがわかる。
- ② 北太平洋周辺に生息するトドの雄は、同じ雌の3倍以上の重量がある。
- ③ 工業化にともなって、そこに生息するオオシモフリエダシャクの体色が黒化した。
- ④ 毒をもたないハナアブが、毒をもつハチと似た黄と黒の縞模様をもつ。
- ⑤ ハナカマキリは生息場所のランの花によく似た形態をもつ。
- ⑥ マラリアの感染地域ではかま状赤血球症の遺伝子頻度が他の地域と比べて高い。

問3 下線部cに関して、次の記述A～Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

A 遺伝的浮動とは、集団内の対立遺伝子の割合が偶然の結果によって変化する現象である。

B 集団の大きさが大きい場合に比べ、小さい場合に遺伝的浮動の影響が大きい。

C 遺伝的浮動による影響は、生存に不利な遺伝子に対してよりも、生存に有利な遺伝子に対して大きい。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

B イギリスの数学者ハーディとドイツの医師ワインベルグによって発見されたハーディ・ワインベルグの法則は、集団遺伝学の基礎をなす重要な考え方である。この法則が成立するためには、集団に突然変異が起こらない、集団への個体の移出入がない、集団内で交配が任意に行われる、アといった条件が必要である。

問4 次の記述 A～D のうち、文中のアにあてはまる、ハーディ・ワインベルグの法則を成立させる条件の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べなさい。4

- A 集団を構成する雌雄の数に差がない
- B 集団内での出生数の年による変動が少ない
- C 集団に対する遺伝的浮動の影響が無視できるほど小さい
- D 集団に自然選択がはたらかない

- ① A, B ② A, C ③ A, D
- ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問5 二倍体のある生物集団において、1つの形質の決定に関与する、対立関係にある3つの遺伝子P、Q、Rを考える。この形質は遺伝子P、Q、Rのみによって決まり他の対立遺伝子は存在しない。遺伝子Pと遺伝子Qとの間に優劣関係はなく、遺伝子Pおよび遺伝子Qは遺伝子Rに対して完全に優性な遺伝子としてはたらく。したがって遺伝子Pのみをもつ個体、または遺伝子PとRをもつ個体の表現型は[P]となり、遺伝子Qのみをもつ個体、または遺伝子QとRをもつ個体の表現型は[Q]となる。遺伝子Pと遺伝子Qをもつ個体の表現型は[PQ]であり、遺伝子Rのみをもつ個体の表現型は[R]となる。5000個体からなるある集団において、この遺伝子の関わる表現型を調査したところ、[P] 1950個体、[Q] 1200個体、[PQ] 600個体、[R] 1250個体であった。P、Q、Rの遺伝子頻度として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。なお、この生物集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立っているものとする。

P , Q , R

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.1 | ② 0.2 | ③ 0.3 | ④ 0.4 | ⑤ 0.5 |
| ⑥ 0.6 | ⑦ 0.7 | ⑧ 0.8 | ⑨ 0.9 | |

C 生物は世代を経るに従って DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が変化する。このような分子に生じる変化を分子進化と呼び、その速度を d 分子時計 と言う。分子時計では、生命活動の根幹にかかわるようなタンパク質やその情報のもとになる DNA から得られるデータを用いることで、かけ離れた分類群に属する生物間の系統関係を検討することができ、また、祖先を同じにする生物間の分岐年代を推定することができる。次の表 1 は、さまざまな脊椎動物におけるヘモグロビン α 鎖の 141 個のアミノ酸配列の違いを比較し、異なるアミノ酸の数をまとめたものである。

表 1

ウマ	18		
イモリ	62	64	
コイ	68	67	74
	ヒト	ウマ	イモリ

問6 今から 8000 万年前にヒトとウマが共通の祖先から分岐したと考え、表 1 をもとにして、次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

- (1) 進化の過程でヘモグロビン α 鎖のある特定の位置のアミノ酸に置換の起こる 1 年あたりの確率を計算する式として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、共通の祖先から分岐後、ヒトとウマでは互いに同数ずつ異なる位置のアミノ酸に置換が起きたと仮定する。 8

- ① $18 \div 8000 \text{ 万}$
- ② $18 \div 2 \div 8000 \text{ 万}$
- ③ $18 \div 8000 \text{ 万} \div 141$
- ④ $18 \div 2 \div 8000 \text{ 万} \div 141$
- ⑤ $18 \div 8000 \text{ 万} \times 141$
- ⑥ $18 \div 2 \div 8000 \text{ 万} \times 141$

- (2) タンパク質のアミノ酸 1 個が置換されるのに必要な年数が一定であると仮定すると、ヒトとイモリが共通の祖先から分岐したのはおよそいつ頃と考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9 年前

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 1400 万 | ② 2800 万 | ③ 5600 万 |
| ④ 1.4 億 | ⑤ 2.8 億 | ⑥ 5.6 億 |

問7 下線部 d に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

10

- ① アミノ酸配列の大部分がタンパク質の機能に重要な役割を果たしている場合、近縁種の間でのみ分岐年代を推定できる。
- ② 一般に、タンパク質の遺伝子において同義置換が生じる速度は非同義置換が生じる速度に比べて大きい。
- ③ イントロンの変化する速度はエキソンの変化する速度に比べて大きい。
- ④ コドンの3番目の塩基にあたるDNAの塩基は、1番目や2番目の塩基と比べて変化する速度が大きい。
- ⑤ 遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が変化する速度は、生存に重要な機能をもつものほど遅い。
- ⑥ 分子時計の考え方は、生物の生息環境や身体の構造の複雑さの程度、生存した時代によらず、進化速度が一定であることを前提としている。

