

生物基礎・生物

【問題 1】 炭酸同化に関する以下の説明文を読み、設問 1～7 について、最も適切な選択肢を選び、指定された解答欄にマークせよ。

生物が外界から炭素源を取り入れ有機物を合成するはたらきを炭酸同化というが、これには光エネルギーを利用する光合成と化学エネルギーを利用する化学合成がある。

植物が行う光合成では、二酸化炭素と水から炭水化物などの有機物が合成される。地球上のほとんどの生物は、光合成によってつくられた有機物を直接または間接的に利用して生活している。また、光合成によって放出される酸素も多くの生物に利用されている。真核生物である植物が光合成を行う場合は、1) 葉緑体である。葉緑体は内膜と外膜の二重の膜で包まれており、内膜に囲まれた部分はチラコイドと呼ばれるへん平な袋状構造と、ストロマと呼ばれる領域からなる。光合成の過程は、2) 光が直接関係する反応段階と、3) 光が直接関係しない反応段階に分けられる。

光合成を行う細菌のうち、4) シアノバクテリアは植物の葉緑体と同じしくみで二酸化炭素を固定し水を分解して酸素を発生させるが、5) 植物とは異なるしくみの炭酸同化を行う細菌も知られている。細菌の中には、光に依存せずに独立栄養生活を営むものもいるが、このような細菌は無機物の酸化反応で放出された化学エネルギーを利用する化学合成を行うことから 6) 化学合成細菌と呼ばれる。

設問 1. 下線部 1) に関して、光合成色素を豊富に含む部位はどこか。解答欄 にマークせよ。

- ① 葉緑体の外膜 ② 葉緑体の内膜 ③ チラコイドの内腔
- ④ チラコイドの膜 ⑤ ストロマ

設問 2. 下線部 1) に関して、チラコイドで起こる反応として正しいのはどれか。2つ選んで解答欄 と にマークせよ。

- ① 水の分解
- ② グリセルアルデヒドリン酸の合成
- ③ 二酸化炭素の固定
- ④ ホスホグリセリン酸の還元
- ⑤ ATP の合成

設問 3. 下線部 2) に関して、光化学系の反応として正しいのはどれか。解答欄 (4) にマークせよ。

- ① 光化学系 I で生じた H^+ が、最終的に光化学系 II において **NADH** の生成に利用される。
- ② 光化学系 I で生じた電子が、最終的に光化学系 II において **NADH** の生成に利用される。
- ③ 光化学系 II で生じた H^+ が、最終的に光化学系 I においてクロロフィルの還元を利用される。
- ④ 光化学系 II で生じた電子が、最終的に光化学系 I において **NADPH** の生成に利用される。
- ⑤ 光化学系 II で生じた **ATP** が、最終的に光化学系 I において H_2O の分解に利用される。

設問 4. 下線部 3) に関する説明として、正しいのはどれか。解答欄 (5) にマークせよ。

- ① ルビスコのはたらきによって **C₅** 化合物から **C₃** 化合物が生じる。
- ② ルビスコのはたらきによって **C₃** 化合物から **C₅** 化合物が生じる。
- ③ ルビスコのはたらきによって **ATP** が合成される。
- ④ **NADH** のはたらきによって **C₅** 化合物から **C₃** 化合物が生じる。
- ⑤ **NADH** のはたらきによって **C₃** 化合物から **C₅** 化合物が生じる。

設問 5. 下線部 4) に関して、シアノバクテリアがもつ光合成の主色素はどれか。解答欄 (6) にマークせよ。

- ① フォトリドシン ② フィトクロム ③ クロロフィル **a**
- ④ クロロフィル **b** ⑤ バクテリオクロロフィル

設問 6. 下線部 5) に該当する細菌名とその細菌による炭酸同化の反応の特徴の組合せとして正しいのはどれか。解答欄 (7) にマークせよ。

	細菌名	炭酸同化の反応の特徴
①	硫黄細菌	硫黄を利用して硫化水素を生成する
②	緑色硫黄細菌	水を利用して酸素を生成する
③	紅色硫黄細菌	硫化水素を利用して硫黄を生成する
④	硝酸菌	硝酸を利用して亜硝酸を生成する
⑤	亜硝酸菌	水を利用して酸素を生成する

設問 7. 下線部 6) に該当し、海底の熱水噴出孔付近に生息する細菌はどれか。解答欄 (8) にマークせよ。

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| ① 硫黄細菌 | ② 緑色硫黄細菌 | ③ 紅色硫黄細菌 |
| ④ アゾトバクター | ⑤ クロストリジウム | |

【問題2】 カエルの発生に関する以下の文章を読み、設問1～8について、最も適切な選択肢を選び、指定された解答欄にマークせよ。

卵形成の過程で、卵の細胞質基質内には、さまざまな mRNA やタンパク質が蓄えられている。これらのうち、発生過程に影響を及ぼすものを母性因子という。受精卵内における母性因子の偏りやそのはたらきが体軸の決定に関与することが分かっている。カエルの場合、精子が卵の（ア）から進入し受精すると、¹⁾表層回転という現象が起こり、（イ）の卵表面に灰色三日月環が生じる。この部分は将来の（ウ）になる。体軸の決定には、母性因子であるディシェベルドが関係している。卵の（エ）の表層に存在するディシェベルドは、表層回転により灰色三日月環のできる領域に移動する。【タンパク質A】は卵全体の細胞質基質で mRNA から合成されつつ分解され、当初は、ほぼ一定の濃度で均一に存在している。ディシェベルドには【タンパク質A】の分解を阻害するはたらきがあり、【タンパク質A】はディシェベルドが移動した側で高く、反対側では低くなるような濃度勾配を形成する。卵割が進むと、（ウ）の細胞質基質に蓄積された【タンパク質A】は核に移動し、調節タンパク質としてはたらき、（ウ）の形成に関与するさまざまな調節遺伝子の発現を引き起こす。

さらに発生が進むにつれて、細胞は周囲の細胞と相互作用も行うようになる。胞胚期には²⁾中胚葉誘導がみられ、この現象には【タンパク質B】が関与する。

設問 1. （ア）・（イ）にあてはまる語句の組合せとして、正しいのはどれか。解答欄 にマークせよ。

	（ア）	（イ）
①	赤道面	精子進入点側
②	動物半球	精子進入点側
③	植物半球	精子進入点側
④	動物半球	精子進入点の反対側
⑤	植物半球	精子進入点の反対側

設問 2. （ウ）にあてはまる語句として、正しいのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 頭側 ② 尾側 ③ 背側 ④ 腹側 ⑤ 左側

設問 3. (エ) にあてはまる語句として、最も適切なのはどれか。解答欄 (11) にマークせよ。

- ① 動物極付近 ② 植物極付近 ③ 赤道面
- ④ 精子進入点側 ⑤ 精子進入点の反対側

設問 4. 【タンパク質 A】の名称として、正しいのはどれか。解答欄 (12) にマークせよ。

- ① BMP ② β カテニン ③ カドヘリン
- ④ キネシン ⑤ ビコイド

設問 5. 【タンパク質 B】の名称として、正しいのはどれか。解答欄 (13) にマークせよ。

- ① コーディン ② ダイニン ③ ナノス
- ④ ノギン ⑤ ノーダル

設問 6. 下線部 1) に関して、卵の表層の細胞質の回転方向とその角度についての説明として正しいのはどれか。解答欄 (14) にマークせよ。

- ① 精子の進入点側では動物極に向かい、進入点の反対側では植物極に向かい、約 30° 回転する。
- ② 精子の進入点側では植物極に向かい、進入点の反対側では動物極に向かい、約 30° 回転する。
- ③ 精子の進入点側では動物極に向かい、進入点の反対側では植物極に向かい、約 45° 回転する。
- ④ 精子の進入点側では植物極に向かい、進入点の反対側では動物極に向かい、約 45° 回転する。
- ⑤ 精子の進入点側では動物極に向かい、進入点の反対側では植物極に向かい、約 60° 回転する。

設問 7. 下線部 2) の説明として、正しいのはどれか。解答欄 (15) にマークせよ。

- ① 外胚葉になる動物極側の細胞が、内胚葉になる植物極側の細胞にはたらきかけることによって、中胚葉の細胞がつくり出される。
- ② 内胚葉になる動物極側の細胞が、外胚葉になる植物極側の細胞にはたらきかけることによって、中胚葉の細胞がつくり出される。
- ③ 内胚葉になる植物極側の細胞が、外胚葉になる動物極側の細胞にはたらきかけることによって、中胚葉の細胞がつくり出される。
- ④ 外胚葉になる動物極側の細胞と内胚葉になる植物極側の細胞が融合することによって、中胚葉の細胞がつくり出される。
- ⑤ 内胚葉になる動物極側の細胞と外胚葉になる植物極側の細胞が融合することによって、中胚葉の細胞がつくり出される。

設問 8. 下線部 2) の現象を発見した人物として、正しいのはどれか。解答欄 (16) にマークせよ。

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① ガードン | ② シュペーマン | ③ ニューコープ |
| ④ フォークト | ⑤ マンゴールド | |

【問題3】 刺激の受容と感覚に関する以下の文章を読み、設問1～6について、最も適切な選択肢を選び、指定された解答欄にマークせよ。

動物は光や音、重力、化学物質などのさまざまな外界からの刺激を、受容器と呼ばれる特殊化した器官によって受容している。受容器が外界からの刺激を受容すると、その情報が神経によって脳などの中枢神経系に伝えられ感覚が生じる。さらに、神経によって中枢神経系から筋肉などの効果器へと情報が伝えられ、刺激に対する反応が生じる。

1) 受容器は刺激の種類ごとに決まった感覚細胞をもち、特定の刺激（適刺激）だけに反応するが、同じ種類の刺激であっても受容できる刺激の範囲は動物によって異なっている。例えば紫外線を受容することができるモンシロチョウは紫外線を反射する羽をもつメスと反射しないオスを区別することができるが、ヒトの眼は紫外線を受容できないので、色だけでは雌雄を判別しにくい。また、2) イルカは超音波を使って個体どうしの交信を行っているが、ヒトは超音波が聞こえないといった事例がこれに該当する。

眼は光刺激の受容器である。ヒトの眼は直径約 25 mm の球形で、3) 眼球内部にある水晶体は光を屈折させて網膜上に像を結ばせる。次に、4) 網膜上に存在する視細胞で生じた電気的変化が視神経を介して脳にある視覚中枢へと伝えられる。

ヒトの耳は外耳、中耳、内耳からなり、5) 内耳には音波を受容する聴覚器と、からだの動きや傾きを受容する平衡受容器がある。音波は外耳の耳殻によって集められ、外耳道を通して鼓膜に達し、これを振動させる。鼓膜の振動は耳小骨のテコの作用によって増幅されて卵円窓へ伝わる。最終的に聴覚器で発生した電気的変化が聴神経を介して脳にある聴覚中枢へと伝えられる。

設問 1. 下線部 1) に関して、ヒトについて適刺激と受容器の名称の組合せとして正しいのはどれか。2つ選んで解答欄 と にマークせよ。

	適刺激	受容器
①	音波	半規管
②	からだの傾き	前庭
③	からだの回転	コルチ器
④	強い圧力・極端な熱	圧点
⑤	液体中の化学物質	味蕾

設問 2. 下線部 2)に関連して、ヒトが聞くことのできる最大の音波振動数 (Hz:ヘルツ) として最も適切なのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 200 Hz ② 5,000 Hz ③ 20,000 Hz
- ④ 50,000 Hz ⑤ 100,000 Hz

設問 3. 下線部 3)に関連して、遠近調節の方法として正しいのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 遠くを見る時は、毛様筋が収縮し、チン小帯がゆるんで水晶体が薄くなる。
- ② 遠くを見る時は、毛様筋が弛緩し、チン小帯が引っ張られて水晶体が厚くなる。
- ③ 近くを見る時は、毛様筋が弛緩し、チン小帯が引っ張られて水晶体が厚くなる。
- ④ 近くを見る時は、毛様筋が収縮し、チン小帯がゆるんで水晶体が厚くなる。
- ⑤ 近くを見る時は、毛様筋が収縮し、チン小帯がゆるんで水晶体が薄くなる。

設問 4. 下線部 4)に関連して、ヒトの視細胞の説明として正しいのはどれか。2つ選んで解答欄 と にマークせよ。

- ① 錐体細胞は主に色の区別に関与し、フォトプシンという視物質を含む。
- ② 吸収する光の波長によって、感度の異なる 6 種類の錐体細胞がある。
- ③ 桿体細胞は弱い光に反応することができ、ロドプシンという視物質を含む。
- ④ 桿体細胞は網膜全体に広く均等に分布している。
- ⑤ 錐体細胞は盲斑と呼ばれる部分に集中して分布している。

設問 5. 下線部 5)に関連して、平衡受容器がもつ平衡石の主成分として正しいのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 炭酸カルシウム ② アブシシン酸 ③ リン脂質
- ④ ペプチドグリカン ⑤ 酸化マンガン

設問 6. 下線部 5)に関連して、平衡受容器と同様に自己受容器と呼ばれるのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 痛点 ② 網膜 ③ 嗅上皮 ④ 筋紡錘 ⑤ コルチ器

【問題 4】 からだを守るしくみに関する以下の説明文を読み、設問 1～7 について、最も適切な選択肢を選び、指定された解答欄にマークせよ。

ヒトの生体防御は、感染そのものを防ぐ物理的・化学的防御、侵入してきた病原体を過去の感染の経験によらず食作用によって即座に排除する自然免疫、侵入してきた病原体を特異的に排除する獲得免疫（適応免疫）に分けることができる。

第 1 の防御機構である物理的・化学的防御の場合、物理的防御としては皮膚の角質層や鼻や口、消化管、気管の内壁を占める粘膜をおおう粘液が常に入れ替わることで病原体の侵入を防いでいることが挙げられる。一方、¹⁾化学的防御としては、体外や消化管などの内壁に分泌される液体に含まれるタンパク質や液体の pH が病原体の増殖や侵入を防ぐ役割を担っていることが挙げられる。また、消化管の内壁や皮膚に生息している多数の細菌（常在菌）が病原体となる他の細菌の増殖を抑えていることも知られている。

第 1 の防御機構をすり抜けて体内に侵入した病原体などの異物に対しては、第 2 の防御機構である自然免疫が作用する。ここでは²⁾食細胞が病原体などを取り込んで消化・分解して排除する。病原体を取り込んで活性化した食細胞の中には、近くの毛細血管にはたらきかけて³⁾炎症を誘導する細胞や、獲得免疫を開始させる細胞がある。また、体外からの異物を認識する食細胞のほかに、⁴⁾病原体に感染した細胞やがん細胞を排除するはたらきをもつ細胞も自然免疫を担う細胞の 1 つである。

第 2 の防御機構でも排除しきれなかった異物に対しては、第 3 の防御機構である獲得免疫が作用する。獲得免疫はからだに侵入した病原体を特異的に認識する T 細胞や B 細胞のみが活性化されて増殖し、病原体を排除する。⁵⁾獲得免疫は反応するリンパ球の種類によって細胞性免疫と体液性免疫に分けられる。

設問 1. 下線部 1) に関して、化学的防御に該当する例として正しいのはどれか。2 つ選んで解答欄 と にマークせよ。

- ① 胃液が酸性である。
- ② 汗がアルカリ性である。
- ③ 涙にビリルビンが含まれる。
- ④ だ液にアミラーゼが含まれる。
- ⑤ 汗にディフェンシンが含まれる。

設問 2. 下線部 2)に関連して、抗原提示機能をもつ細胞はどれか。2つ選んで解答欄 と にマークせよ。

- ① 好中球 ② マクロファージ ③ 樹状細胞
- ④ マスト細胞 ⑤ ヘルパー T 細胞

設問 3. 下線部 2)に関連して、血液中に存在し、血管内から組織に移動すると、組織の食細胞としてはたらく細胞はどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① マクロファージ ② 好中球 ③ 単球
- ④ マスト細胞 ⑤ NK 細胞

設問 4. 下線部 3)に関連して、炎症が引き金となって全身性の体温上昇を起こすことがある。このような炎症により生じる刺激が作用する体温調節中枢はどこにあるか。解答欄 にマークせよ。

- ① 中脳 ② 小脳 ③ 延髄 ④ 間脳の視床 ⑤ 間脳の視床下部

設問 5. 下線部 4)に該当する細胞はどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① 好中球 ② 単球 ③ NK 細胞
- ④ マスト細胞 ⑤ マクロファージ

設問 6. 下線部 5) に関して，細胞性免疫による反応として正しいのはどれか。解答欄 にマークせよ。

- ① B 細胞によってヘルパー T 細胞が活性化される。
- ② 樹状細胞によってキラー T 細胞が活性化される。
- ③ 好中球の一部は記憶細胞へと分化する。
- ④ 活性化されたヘルパー T 細胞は形質細胞を活性化する。
- ⑤ マクロファージは NK 細胞を活性化する。

設問 7. 下線部 5) に関して，体液性免疫による反応として正しいのはどれか。2 つ選んで解答欄 と にマークせよ。

- ① 形質細胞が抗体を産生する。
- ② リンパ節で産生された B 細胞が形質細胞となる。
- ③ キラー T 細胞が標的となる細胞を攻撃する。
- ④ ヘルパー T 細胞の抗原提示機能によって形質細胞が活性化される。
- ⑤ T 細胞と B 細胞の一部は記憶細胞になる。

【問題5】 植物の遷移に関する以下の文章を読み、設問1～6について、最も適切な選択肢を選び、指定された解答欄にマークせよ。

ある場所の植生が、時間とともにしだいに変化していく現象を遷移という。遷移は、遷移が始まる状態により、大きく¹⁾一次遷移と二次遷移に分けられる。

地表面をおおっている植生が、火山の噴火や大規模な山崩れなどによって破壊されると、それまであった土壌、植物の根、種子などのまったくない裸地ができる。しかし、そのような裸地にも植物は侵入し、その場所の植生は時間とともに徐々に回復していく。

噴火で流出した岩石によってできた裸地には、植物が生育しておらず、土壌も形成されていない。このような場所には（ア）などが最初に侵入してくる場合が多い。（ア）が定着すると、²⁾土壌が形成されはじめ、やがてススキのような（イ）が生育するようになる。その後、低木が生育し、アカマツなどの樹種からなる（ウ）を経て、（エ）へと変化する植生は安定する。このように安定した植生の状態を³⁾極相という。このような陸地から始まる遷移は乾性遷移と呼ばれるが、湖沼でも遷移は起こる。湖や沼にどのような植物が生育するかは、水深によって変わる。そのため、湖沼が浅くなるにつれて、（オ）から（カ）、そしてヨシなどの（キ）の順に遷移が進む。水深が浅くなると、湖や沼はしだいに湿原へと変化する。さらに乾燥化が進むと、湿原は草原へと移り変わり、その後は乾性遷移と同じ過程をたどる。

設問 1. （ア）にあてはまる語句として、正しいのはどれか。解答欄 (35) にマークせよ。

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ① カエデ類 | ② チーク類 | ③ トウヒ類 |
| ④ フタバガキ類 | ⑤ 地衣類 | |

設問 2. (イ)・(ウ)・(エ) にあてはまる語句の組合せとして、正しいのはどれか。

解答欄 (36) にマークせよ。

	(イ)	(ウ)	(エ)
①	陰樹林	陽樹林	草本植物
②	草本植物	陽樹林	陰樹林
③	陽樹林	草本植物	陰樹林
④	陰樹林	草本植物	陽樹林
⑤	草本植物	陰樹林	陽樹林

設問 3. (オ)・(カ)・(キ) にあてはまる語句の組合せとして、正しいのはどれか。

解答欄 (37) にマークせよ。

	(オ)	(カ)	(キ)
①	抽水植物	沈水植物	浮葉植物
②	沈水植物	抽水植物	浮葉植物
③	浮葉植物	抽水植物	沈水植物
④	沈水植物	浮葉植物	抽水植物
⑤	抽水植物	浮葉植物	沈水植物

設問 4. 下線部 1) の説明として、正しいのはどれか。解答欄 (38) にマークせよ。

- ① 乾性遷移は一次遷移、湿性遷移は二次遷移である。
- ② 湿性遷移は一次遷移、乾性遷移は二次遷移である。
- ③ 二次遷移は一次遷移に比べ、植生の回復が遅い。
- ④ 二次遷移は一次遷移に比べ、短い時間で遷移が進む。
- ⑤ 二次遷移は一次遷移と同様、土壌の形成から始まる。

設問 5. 下線部 2)に関連して，遷移初期の段階の土壌やそこに侵入する植物の種子が，極相林におけるそれらと異なる点について，過不足なく含む選択肢として，正しいのはどれか。
解答欄

(39)

 にマークせよ。

- a. 土壌の水分が少ない b. 土壌に栄養塩類が豊富である c. 種子が移動しやすい

- ① a ② a, b ③ a, c ④ b, c ⑤ a, b, c

設問 6. 下線部 3)に関連して，日本において東北地方から北海道南部の低地にみられる極相林の優占種として正しいのはどれか。解答欄

(40)

 にマークせよ。

- ① ブナ・ミズナラ
② スダジイ・アラカシ
③ オオシラビソ・コメツガ
④ エゾマツ・トドマツ
⑤ ハイマツ・コマクサ