

問題・解答
用紙番号

51

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科)、看護学部、
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 代謝に関する以下の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

真核生物は、酸素を用いて炭水化物や脂肪、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でATPを合成し、生命活動を営んでいる。この異化の過程は呼吸とよばれ、以下の3つの段階に分けられる。グルコースを基質とした場合、初めの段階では、1分子のグルコースが [ア] 分子の [A] に分解される。続いて、[A] は [B]^① に運ばれ、アセチル CoA (活性酢酸) となり、炭素数 [イ] の化合物であるオキサロ酢酸と結合して [C] になる。[C] が何段階もの反応を経てオキサロ酢酸に戻る過程で生じた水素イオン (H^+) と電子 (e^-) は、補酵素の NAD^+ や FAD に受け渡される。最後の段階で、前の過程で生じた $NADH$ や $FADH_2$ から、電子が [B] の内膜にある電子伝達系に渡される。電子の移動に伴い、内膜を介して H^+ の濃度差が生じると、その濃度差を利用し、内膜にある ATP 合成酵素が ATP を合成する。電子伝達系では、1分子のグルコースあたり最大 [ウ] 分子の ATP が合成される。

一方、植物の光合成では光エネルギーを利用して炭酸同化が行われ、二酸化炭素が有機物に変えられ、酸素が発生する。この反応は植物細胞の [D] で行われる。また、細菌には、光エネルギーや化学エネルギーを用いて炭酸同化を行うものが知られている。緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などの光合成細菌は、光合成色素の [E] によって光エネルギーを吸収し、光合成を行う。ある種の細菌は無機物の酸化反応で生じるエネルギーを利用して有機物を合成する。このような炭酸同化を化学合成という。

問1 文中の [A] ~ [E] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1~11から選んでマークせよ。

- | | | | |
|------------|----------|-----------------|----------|
| 1. ピルビン酸 | 2. 発酵 | 3. ミトコンドリア | 4. 乳酸 |
| 5. 細胞質基質 | 6. クエン酸 | 7. 葉緑体 | 8. リボソーム |
| 9. アントシアニン | 10. 光化学系 | 11. バクテリオクロロフィル | |

問2 文中の [ア] ~ [ウ] にあてはまる数字はどれか。最も適当なものを①~⑧から選んでマークせよ。なお、同じ選択肢を何度選んでもよい。

- ①. 1 ②. 2 ③. 3 ④. 4 ⑤. 34 ⑥. 38 ⑦. 44 ⑧. 88

問3 下線部①について、この反応に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1~5から選んでマークせよ。

1. 酸素を必要としない。
2. 酸化リン酸化とよばれる。
3. 呼吸の3つの段階のなかで、最も多量のATPがつくられる。
4. FADが関与する。
5. おもに細胞の核内で行われる。

問4 下線部②について、図は電子伝達系とATP合成酵素を単純化したモデルとして表したものである。この過程でATPが合成されるとき、電子伝達系とATP合成酵素における H^+ の輸送の方向として正しいのは、図中の [a] ~ [d] のどれか。最も適当な組み合わせを1~4から選んでマークせよ。

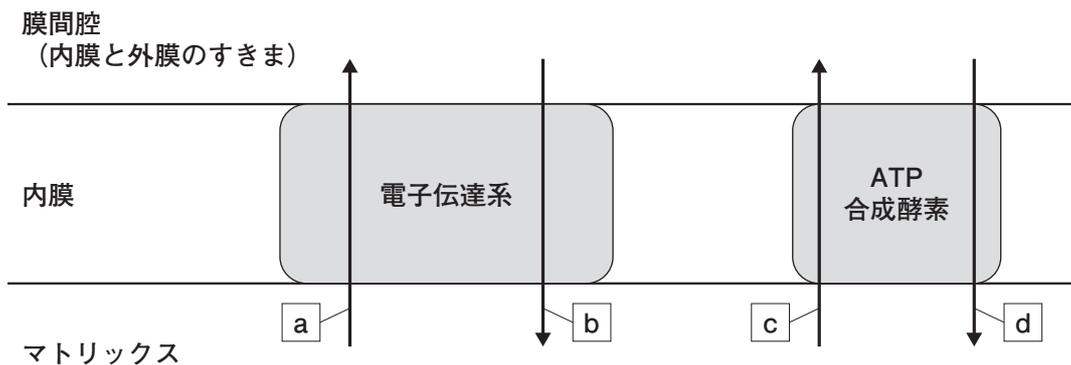
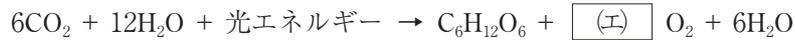


図 電子伝達系とATP合成酵素における H^+ の輸送

1. (a, c)
2. (a, d)
3. (b, c)
4. (b, d)

問5 下線部③の反応について、以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

- (1) この反応の全過程をまとめると、以下の反応式で表される。(工)にあてはまる数値を、該当する解答欄にマークせよ。なお、ここでは有機物をグルコースとして示している。



- (2) この反応でグルコース($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 60 gが合成されるとき、発生する酸素(O_2)は何gか求めよ。ただし、原子量はC=12, H=1, O=16とする。

(オ)～(カ)にあてはまる数値を、該当する解答欄にそれぞれマークせよ。10の位の数字が存在しないときは0をマークせよ。

解は $\boxed{\text{オ}} \text{ (カ)}$ gである。

問6 下線部④について、炭酸同化を行う細菌に関する記述として正しいものはa～dのどれか。

最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. 水の代わりに硫化水素を利用して光合成を行う細菌がいる。
- b. ネンジュモなどのシアノバクテリアは光合成を行わない。
- c. 海底の熱水噴出孔の周辺には、無機物を酸化したときに放出されるエネルギーを使って有機物を合成する細菌が生息している。
- d. 亜硝酸菌と硝酸菌をあわせて窒素固定細菌という。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

Ⅱ ヒトの体内環境に関する以下の文を読み、問1～4に答えよ。(25点)

① ヒトの血液中のグルコース濃度（血糖濃度）は、ほぼ一定範囲の濃度に保たれている。食後に血糖濃度が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島の [A] 細胞がこれを感知し、[B] が分泌される。また、副交感神経がすい臓にはたらい [B] の分泌を促進する。[B] は、組織でのグルコースの取り込みや消費を促進するとともに、② 肝臓や筋肉でのグルコースからグリコーゲンへの合成を促進するため、血糖濃度は低下する。

逆に、血糖濃度が低下すると、すい臓のランゲルハンス島の [C] 細胞がこれを感知し、[D] を分泌する。[D] は肝臓のグリコーゲンの分解を促進し、血糖濃度が上昇する。また、交感神経は、すい臓の [C] 細胞からの [D] の分泌や副腎髄質からの [E] の分泌を促進する。[E] も肝臓でのグリコーゲンの分解を促進する。さらに、副腎皮質刺激ホルモンは、副腎皮質にはたらい [F] を分泌させる。これらの分泌されたホルモンの作用により、血糖濃度は上昇する。

このように、血糖濃度をはじめとする体内環境の維持には、多くの場合、自律神経系による調節と ③ ホルモンによる調節 が連携しながらかかわっている。

問1 文中の [A] ～ [F] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- | | | | |
|------------|-----------|-------------|-------------|
| 1. A | 2. B | 3. 糖質コルチコイド | 4. 鉱質コルチコイド |
| 5. アセチルコリン | 6. グルカゴン | 7. セクレチン | 8. T |
| 9. 神経分泌 | 10. インスリン | 11. アドレナリン | 12. パラトルモン |

問2 下線部①について、ヒトの血液中のグルコース濃度（血糖濃度）は、空腹時で血液100 mL 当たりおよそいくりに保たれているか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

- | | | | |
|---------|----------|-----------|-----------|
| 1. 4 mg | 2. 30 mg | 3. 100 mg | 4. 300 mg |
|---------|----------|-----------|-----------|

問3 下線部②について、ヒトの肝臓の機能に関する記述として正しいものはa～dのどれか。

最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. 肝臓の代謝活動が促進されることによって、熱の発生量が減少する。
- b. 食品添加物やアルコールなどの化学物質を分解し、無害な物質にする。
- c. 体液の塩分濃度が上昇したときに、バソプレシンの分泌を増加させる。
- d. タンパク質などが分解される際に生じるアンモニアを、毒性の低い尿素につくりかえる。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d)
- 4. (b, c) 5. (b, d) 6. (c, d)

問4 下線部③について、ホルモンによる調節に関する以下の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) チロキシンの作用に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

- 1. 血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる。
- 2. 物質の代謝を促進する。
- 3. 血液中のナトリウムイオン濃度を調整する。
- 4. 血圧を上昇させる。

(2) 甲状腺刺激ホルモンが分泌される部位について、最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- 1. 甲状腺 2. 副甲状腺 3. 脳下垂体前葉
- 4. 脳下垂体後葉 5. 間脳の視床下部

(3) 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンが分泌される部位について、最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- 1. 甲状腺 2. 副甲状腺 3. 脳下垂体前葉
- 4. 脳下垂体後葉 5. 間脳の視床下部

- (4) 健康なヒトで、チロキシンの濃度が上がると、甲状腺刺激ホルモンと甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌はどのように変化するか。最も適当なものを1～9から選んでマークせよ。

選択肢	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン
1	促進	促進
2	抑制	促進
3	変化なし	促進
4	促進	変化なし
5	抑制	変化なし
6	変化なし	抑制
7	促進	抑制
8	抑制	抑制
9	変化なし	変化なし

III

動物の生殖と発生に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

[1] ウニは比較的単純な構造で観察がしやすいことから、古くから発生の研究に用いられてきた。ウニでは、精子が未受精卵と受精すると、①先体反応や表層反応などの一連の変化が起こる。進入した精子の核が卵核と出会うと、ウニでは直ちに融合が始まり1つの核となる。受精卵では細胞の生理的な活性が高まり、②分裂を繰り返しながら、胚発生が進行する。受精卵の細胞分裂は卵割とよばれ、卵の極同士を結んだ面での卵割は経割、赤道面に水平におこる卵割は緯割とよばれる。③胚の細胞は、発生の進行に伴い発生運命が決まり、さまざまな細胞がつけられていく。

問1 下線部①について、ウニの先体反応または表層反応に関する記述として正しいものは a～e のどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 先体反応では、卵の表面が先体突起に変化する。
- b. 先体反応は精子が卵のゼリー層に接触するまで始まらない。
- c. 表層反応において、表層粒の中身はゼリー層の外側に放出される。
- d. 受精膜は先体反応の前に形成される。
- e. 受精膜の役割は余分な精子の進入を防ぐことである。

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問2 下線部②について、ウニの受精後の卵の細胞分裂と発生に関する記述として正しいものは a～e のどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 桑実胚期までは細胞分裂によって同じ大きさの細胞が生じる。
- b. 受精後の卵割で生じる細胞を割球という。
- c. 卵割は経割と緯割が交互に起こる。
- d. 卵黄の量と分布は、細胞分裂の様式と関係がある。
- e. 原腸の陥入により生じた原口は、発生が進むとウニの口となる。

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問3 下線部②について、ウニの受精卵からの胚発生の時期の順番を正しく並べたものはどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。

1. 原腸胚期→胞胚期→桑実胚期→プルテウス期→プリズム期
2. 原腸胚期→桑実胚期→胞胚期→プリズム期→プルテウス期
3. 胞胚期→原腸胚期→桑実胚期→プルテウス期→プリズム期
4. 胞胚期→桑実胚期→原腸胚期→プルテウス期→プリズム期
5. 桑実胚期→胞胚期→原腸胚期→プリズム期→プルテウス期
6. 桑実胚期→原腸胚期→胞胚期→プリズム期→プルテウス期

問4 下線部③について、両生類の眼の形成過程において、水晶体を直接誘導する形成体としてはたらく組織はどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 眼杯
2. 脳
3. 表皮
4. 角膜
5. 網膜

[2] 失われた体の機能を、細胞を用いて回復させる医療を [A] 医療という。[A] 医療における研究対象の1つが、ヒトのES細胞である。ES細胞は、発生途中の [B] から内部細胞塊とよばれる細胞を取り出して培養することで得られる。ES細胞は多能性をもち、さまざまな組織の細胞に [C] させることができる。一方、iPS細胞は、皮膚細胞などの [C] した細胞に多能性をもたせた細胞である。iPS細胞は、日本人の [D] によって2006年に初めて作製された。[A] 医療の技術は、実用化を目指して日々進んでいる。

問5 文中の [A] ～ [D] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

1. 中胚葉
2. 終末期
3. 初期胚（胚盤胞）
4. 神経胚
5. 利根川進
6. 分化
7. 再生
8. 山中伸弥
9. 脱分化
10. 岡崎令治

問6 下線部④について、このような医療に用いられる細胞に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

1. iPS細胞は、がん細胞化する可能性が指摘されている。
2. ES細胞は、倫理的な問題が指摘されている。
3. ES細胞のみが拒絶反応の問題の解決を期待されている。
4. iPS細胞は、細胞に人為的に遺伝子を導入することで行われる。

IV 環境と生態系に関する[1]～[2]の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

[1] 地球上にはさまざまな生態系がみられる。陸には森林や草原などの陸上生態系があり、水域にも多様な生態系がみられる。生物が成長し生命活動を行うためには、必要な物質やエネルギーを非生物的環境や他の生物から得る必要がある。生態系内のエネルギーの流れや物質循環は、食物連鎖と密接に関係している。生産者を出発点におき、食う食われるの關係に注目すると、生産者を捕食する一次消費者、一次消費者を捕食する二次消費者、さらに三次消費者、四次消費者というように、食物連鎖を段階的に整理することができる。一般的に、エネルギーや物質は、食物連鎖を通して高次消費者に向かって移動する。

問1 下線部①について、生態系に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

1. 生物の遺体や排出物を分解する生物を分解者とよぶ。
2. 呼吸により有機物が分解されて生じた二酸化炭素は、大気中や水中に戻される。
3. 生態系において、非生物的環境が生物へ影響を及ぼすことを環境形成作用という。
4. 植物プランクトンは、海洋生態系の生産者の一つである。

問2 下線部②について、生産者に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 分解者のはたらきによってできた無機物を利用する。
2. 一般的に、消費者よりも個体数や生物量が多い。
3. 生産者について、純生産量から呼吸量を差し引いた量を総生産量という。
4. 水や二酸化炭素などの無機物を取り込んで有機物を合成する。
5. 植物は、陸上生態系の主要な生産者である。

問3 下線部③について、ある生態系にa～eの生物が生息している。この生態系の二次以上の消費者となり得る生物はa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

a. バッタ b. イヌワシ c. カマキリ d. リス e. ミミズ

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問4 下線部④について、生態系におけるエネルギーの移動に関する記述として正しいものは

a～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. エネルギーは、最終的には熱エネルギーとして生態系外に放出される。
- b. エネルギーは、食物連鎖を通じて主に熱エネルギーとして生物の間を移動する。
- c. 生物間のエネルギーの移動は、炭素循環と関係している。
- d. 分解者は、生態系におけるエネルギーの移動には関係していない。
- e. 生産者は、太陽の熱エネルギーを化学エネルギーに変換して有機物中に蓄える。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

[2] 生態系において、炭素や窒素は形を変えながら循環している。このうち窒素は、タンパク質や核酸 (DNA や RNA), ATP に含まれる生物に不可欠な元素であり、生態系の中を循環している。近年、人工的に固定される窒素の量は、生物によって固定される窒素の量より多い。また人工的に固定される窒素の大部分は、化学肥料の生産に使われている。過剰な化学肥料の投入は、河川や海洋の富栄養化を引き起こす。図は、生態系における窒素の循環を模式的に表したものである。

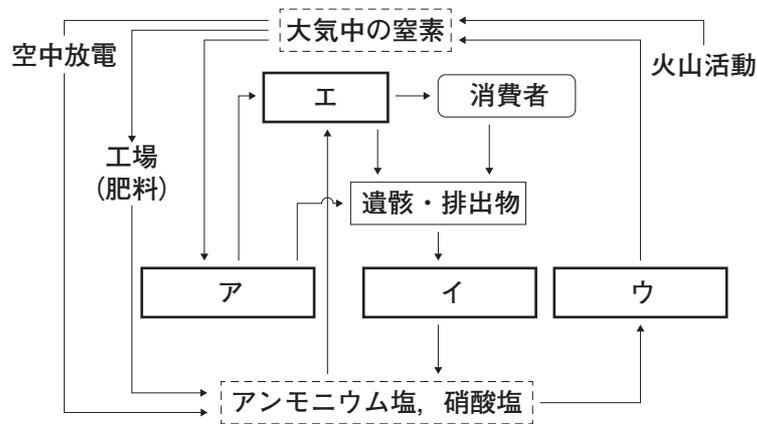


図 生態系における窒素の循環

問5 図は生態系における窒素の循環を示したものである。図中のアとウにあてはまるものはどれか。最も適当なものを1～6から選んでそれぞれマークせよ。

- 1. 根粒菌 2. 脱窒素細菌 3. 乳酸菌
- 4. ミミズ 5. 亜硝酸菌 6. 硝酸菌

問6 生態系における窒素の循環に関して、中の イ と エ の生物が行う反応に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでそれぞれマークせよ。

1. タンパク質などの有機窒素化合物を無機窒素化合物に分解する。
2. 無機窒素化合物からアミノ酸などの有機窒素化合物を合成する。
3. 窒素化合物を窒素 (N_2) に変える。
4. 窒素 (N_2) をアンモニウムイオンに変える。

問7 下線部⑤について、富栄養化に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

1. 富栄養化によって、アオコや赤潮が発生することがある。
2. 富栄養化とは、窒素やリンなどの栄養塩類が蓄積し、その濃度が濃くなる現象をいう。
3. 富栄養化によって、プランクトンが増殖することがある。
4. 増殖したプランクトンの呼吸やその遺体の分解に水中の二酸化酸素が消費され、二酸化酸素濃度が極端に低下することがある。