

生物基礎・生物 (その1)

第1問 生物とエネルギーに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

(1) 外界から取り込んだ無機物のみから生命活動に必要な有機物を合成することができる生物を (ア) 生物という。これに対して、この能力をもたず、ほかの生物のつくった有機物に依存する生物は (イ) 生物とよばれる。(イ) 生物は (ア) 生物が合成した有機物を取り込んで分解し、必要とするエネルギーを得ている。このとき、エネルギー源となる有機物を呼吸基質とよぶ。

(イ) 生物がエネルギーを獲得する代表的な過程として、(2) グルコースを呼吸基質として用いるものがある。この過程には酸素を用いない経路(発酵)と酸素を用いる経路(呼吸)が知られている。前者の例としては(3) 乳酸菌における乳酸発酵がある。乳酸発酵ではグルコース1分子からピルビン酸を経て2分子の(4) 乳酸が生成され、その間に(ウ)分子の(5) ATPがつくられる。(6) グルコースがピルビン酸に分解される経路は(エ)系とよばれる。

これに対し、酸素を用いる呼吸では、グルコースは二酸化炭素と水にまで分解される。この経路は上記の(エ)系に加え、(7) (オ)回路と電子伝達系からなり、1分子のグルコースがこの経路に入ると、(8) 発酵に比べて多数のATPがつくられる。

問1 文中の(ア)～(オ)に適語または数値を記せ。

問2 下線部(1)について、(ア)生物が無機物から有機物を合成する代表的な例をエネルギーの種類も含めて反応式で表せ。

問3 下線部(2)について、ヒトはグルコースの供給源として主にデンプンを摂取するが、体内でデンプンをグルコースにする過程ではたらく酵素名を反応順に2つ記せ。

問4 下線部(3)について、乳酸菌による反応を利用してつくられる食品として、次の①～⑤から適当なものをすべて選び、番号で記せ。

- ① ワイン ② ヨーグルト ③ チーズ ④ 納豆 ⑤ むか漬

問5 下線部(4)について、グルコースを化学式 $C_6H_{12}O_6$ で表すと、乳酸はどのように表せるか。化学式で記せ。

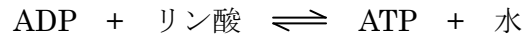
生物基礎・生物 (その2)

問6 下線部(5)について、

- 1) ATP の [A] は、ある物質の英語名の頭文字である。[T] と [P] は、[A] に3分子のリン酸が結合していることを意味している。[A] と略されている物質名をカタカナで記せ。
- 2) ATP の化学構造と最も類似性の高いものを、次の ① ~ ⑤ から1つ選び、番号で記せ。

- ① グリコーゲンの構造の一部 ② リン脂質の構造の一部
 ③ タンパク質の構造の一部 ④ RNA の構造の一部 ⑤ DNA の構造の一部

- 3) ATP の分子量はいくらか。次の ① ~ ⑤ から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。ただし、分子量は、[A] = 267, リン酸 = 98, 水 = 18 とし、次の反応式を参考にせよ。



- ① 489 ② 507 ③ 525 ④ 543 ⑤ 561

問7 下線部(6)について、この経路は細胞内のどこに存在するか。名称を記せ。

問8 下線部(7)について、2つの過程はミトコンドリアで行われている。

- 1) 2つの過程が行われているミトコンドリア内の場所はどこか。(**オ**) 回路と電子伝達系の順にそれぞれ記せ。
- 2) ほ乳類では (**オ**) 回路をもたない細胞がある。その細胞の名称を1つ記せ。

問9 下線部(8)について、グルコース1分子あたり呼吸によって合成される ATP 分子の最大数は、発酵によって合成される ATP 分子数の約何倍か。次の ① ~ ⑤ から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 2倍 ② 5倍 ③ 10倍 ④ 20倍 ⑤ 30倍

生物基礎・生物 (その3)

第2問 神経系に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

細胞には、細胞膜をはさんで細胞内外に電位差（膜電位）があり、興奮していない神経細胞では、⁽¹⁾ 静止電位とよばれる一定の大きさの膜電位に保たれている。神経の興奮は、膜電位の変化の伝導としてとらえることができる。

神経細胞は、細胞体とそこから突き出た多数の（ア）と長く伸びた（イ）からなる。神経細胞において情報は細胞体と（ア）で集められ、⁽²⁾ 興奮が起こる最小の刺激の強さを超えると ⁽³⁾ 一過性の大きな膜電位の変化が発生し、（イ）を伝える。例えば、熱いものに手が触れると、すぐに腕を曲げて手を引っ込める。このとき、皮膚にある熱受容器で受容した刺激は、興奮として（ウ）神経に伝わり、中枢神経を構成する（エ）神経を中継して筋肉を動かす（オ）神経に伝達されている。（イ）の末端は、⁽⁴⁾ となりの神経細胞とごく狭いすきまを隔てて接している。そのため、膜電位の変化として伝わってきた情報がこの部分でとだえてしまう。しかし、この部分では⁽⁵⁾ 神経伝達物質を分泌することによって隣接する細胞に膜電位変化を生じさせ、情報を伝達することができる。

問1 文中の（ア）～（オ）に適語を記せ。

問2 下線部（1）について、

- 1) 細胞膜の外側を基準とした場合、神経細胞の静止電位はどれくらいか。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

① -70 mV ② -30 mV ③ 0 mV ④ $+30\text{ mV}$ ⑤ $+70\text{ mV}$

2) 静止電位を保つために、ヒトの神経細胞はATPを使って物質輸送を行っている。このようなエネルギーを使った物質輸送を何とよぶか、名称を記せ。

3) 静止電位を保つために、2)を行う膜タンパク質は何か、名称を記せ。

4) 3)の膜タンパク質のはたらきにより、細胞外よりも細胞内に多く存在するイオンは何か、元素記号を使って記せ。

生物基礎・生物 (その4)

問3 (イ)について、

- 1) 末梢神経には (イ) の周りに細胞膜を何重にも巻きつけている細胞をもつものがある。この細胞からなる構造を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) (イ) のうち、1) の構造をもつものを特に何とよぶか、名称を記せ。
- 3) 1) の構造はところどころ途切れてくびれているように見える。この部分を何とよぶか、名称を記せ。
- 4) 3) を利用した興奮の伝導を何とよぶか、名称を記せ。
- 5) 4) 以外に興奮が伝わる速さに影響を与える要因は何か、1つ記せ。

問4 下線部(2)について、これを何とよぶか、名称を記せ。

問5 下線部(3)について、

- 1) この膜電位変化を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) この膜電位変化の時間はどれくらいか。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

① 1秒 ② 0.5秒 ③ 0.1秒 ④ 0.01秒 ⑤ 0.001秒

- 3) 神経細胞の静止電位から測った膜電位変化の最大値はどれくらいか。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

① 30 mV ② 50 mV ③ 100 mV ④ 150 mV ⑤ 180 mV

問6 下線部(4)について、この部分を何とよぶか、名称を記せ。

問7 下線部(5)について、

- 1) 副交感神経の末端から分泌される神経伝達物質は何か、名称を記せ。
- 2) 興奮を抑制する神経伝達物質には何があるか、名称を1つ記せ。
- 3) 情報を伝達した後、神経伝達物質はどうなるか、簡潔に記せ。

生物基礎・生物 (その5)

第3問 ヒトの遺伝情報に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

ヒトのゲノム DNA は約 (ア) 塩基対からなり、その中に約2万2千個の⁽¹⁾ 遺伝子が含まれている。DNA は、細胞周期にともない分裂期に凝縮した染色体となり、分裂時に2つの細胞に分配される。染色体は体細胞では (イ) 本あり、大きさや形が同じ染色体は対をなして (ウ) 染色体とよばれる。染色体上で遺伝子は特定の位置を占め、その場所を (エ) とよぶ。(ウ) 染色体上の同じ (エ) に存在する遺伝子で、同一の塩基配列をもつ場合をホモ接合、同一の塩基配列でない場合を (オ) 接合とよぶ。

近年、単一遺伝子が原因となる遺伝病が同定されてきた。それらは、常染色体上の同じ (エ) の片方の⁽²⁾ 遺伝子の変化により症状が現れる常染色体優性遺伝病、両方の遺伝子の変化により症状が現れる常染色体劣性遺伝病、また X 染色体上の遺伝子の変化により症状が現れる伴性遺伝病などがある。⁽³⁾ それぞれの遺伝病は家系内で患者の現れ方に特徴がある。例えば、⁽⁴⁾ イギリス王家のビクトリア女王の子孫における血友病患者の現れ方はその一例である。

一般に、⁽⁵⁾ 一定の条件を満たす集団では、各対立遺伝子の遺伝子頻度は世代を経ても変化しない。⁽⁶⁾ これを「(カ) の法則」とよび、常染色体劣性遺伝病において、原因となる遺伝子の片方に変化をもつ人の頻度を推定するのに役立つ。

問1 文中の (ア) ~ (カ) に適語または数値を記せ。

問2 下線部 (1) について、

- 1) 1つの遺伝子の DNA 塩基配列中には、転写後にスプライシングで除かれる配列がある。それを何とよぶか、名称を記せ。
- 2) 翻訳の際に開始コドンで指定されるアミノ酸は何か、名称を記せ。

問3 下線部 (2) について、

- 1) あるアミノ酸を指定しているコドンが、別のアミノ酸を指定するコドンになる遺伝子の変化を何とよぶか。名称を記せ。
- 2) あるアミノ酸を指定しているコドンが、終止コドンとなる遺伝子の変化を何とよぶか。名称を記せ。

生物基礎・生物 (その6)

問4 下線部(3)について、ある遺伝子が原因となる遺伝病の患者は、家系内で患者とその妹のみで、両親も患者の子供も含めそのほかの親族にこの病気の患者はいなかった。この病気で予測される遺伝病として、次の①～③から最も可能性が高いものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 常染色体優性遺伝病 ② 常染色体劣性遺伝病 ③ 伴性遺伝病

問5 下線部(4)について、

- 1) 血友病はどのような遺伝病か。**問4**の①～③から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。
- 2) 男性の血友病患者の子供が血友病を発症する確率はいくらか、%で記せ。ただし、突然変異は起こらず、患者の配偶者の血友病の原因遺伝子に変化はないものとする。

問6 下線部(5)について、

- 1) この法則が成り立つために必要な集団の条件として適当なものを、次の①～⑤からすべて選び、番号で記せ。

- ① 個体数が小さい。 ② 他集団との間で移入、移出が起こる。
 ③ 突然変異が起こらない。 ④ 自然選択が行われない。
 ⑤ 自由交配が行われない。

- 2) 遺伝子頻度が偶然に変化することがある。それを何とよぶか、名称を記せ。

問7 下線部(6)について、この法則が成り立つ集団において、常染色体上の対立遺伝子を A と a 、それぞれの遺伝子頻度を p と q ($p + q = 1$) とした場合、

- 1) 次世代の遺伝子型 AA 、 Aa 、 aa の頻度を、それぞれ p と q を用いて記せ。
- 2) 次世代の A 遺伝子の頻度を、1) で求めた結果を用いて記せ。
- 3) 次世代の遺伝子型頻度が $AA : Aa : aa = 9 : 12 : 4$ であった場合、 A と a の遺伝子頻度 p と q はそれぞれいくらか。
- 4) 常染色体劣性遺伝病で、患者と同じ遺伝子型の頻度が 0.0144 の場合、原因となる遺伝子の片方に変化をもつ人の遺伝子型の頻度はいくらか。四捨五入して小数点以下第二位まで記せ。