

令和 7 年度入学試験問題

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るので、解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入しなさい。また、解答用紙は問題ごとに別になっているので、注意すること。
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、表紙を含めて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. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問に答えよ。

ヒトは、表1のような、適刺激を受容器で受容している。

表1 ヒトの受容器と適刺激

受容器		適刺激	感覚
眼	(ア)	光	視覚
耳	(イ)	音波	(ウ)
	(エ)	からだの回転	(カ)
	(オ)	からだの傾き	
鼻	(キ)	空気中の化学物質	(ク)
舌	味覚芽, 味蕾	(ケ)中の化学物質	味覚

様々な感覚を含めた情報は、表2のような中枢神経系の機能的役割により処理され、応答につながる。

表2 ヒトの中枢神経系とその機能的役割

名称		機能的役割
大脳皮質	新皮質	学習や経験による行動
	辺縁皮質	感情や欲求
(コ)		随意運動調節, からだの平衡保持
脳幹	(サ)	(シ)神経系の中樞, 内臓の働き, 体温や血糖値などの調節
	(ス)	瞳孔反射, 眼球運動, 姿勢保持
	(セ)	呼吸運動, 循環器官・消化器官の働き, 生命維持に重要
(ソ)		からだの各部と脳を結ぶ連絡路, 反射の中樞

さらに、応答の一つである随意運動は骨格筋によってもたらされる。

骨格筋の収縮は、中枢神経系からの信号を伝達する(タ)によってコントロールされている。その終末は、筋細胞との間で(チ)を形成しており、これを神経筋接合部と呼ぶ。この神経筋接合部で(タ)の終末から放出される神経伝達物質である(ツ)が筋細胞の細胞膜上の受容体に結合すると、(テ)が細胞膜を通過するためのイオンチャネルが開かれ、筋細胞の細胞膜の膜電位に脱分極が起こることで活動電位が生じ、筋細胞の興奮を引き起こす。

筋細胞内では、内部に(ト)を貯蓄した(ナ)という袋状構造体が、(ニ)フィラメントと(ヌ)フィラメントから構成される筋原繊維を取り囲んでいる。筋細胞が興奮し、(ナ)内部の

(ト)が筋細胞の細胞質基質へ放出されると、(ネ)と結合する。それを契機に(ニ)フィラメント上の(ノ)の立体構造が変わる。その結果、(ニ)と(ヌ)が結合できるようになり、骨格筋が収縮する。

問1 ヒトのおもな受容器と適刺激、感覚に関して、表1の(ア)～(ケ)に入る適切な用語を答えよ。

問2 ヒトの中枢神経系に関して、表2の(コ)～(ソ)に入る適切な用語を答えよ。

問3 ヒトの骨格筋収縮のコントロールについて、文中の(タ)～(ノ)にあてはまる用語を(A)～(J)から選べ。

- | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------|
| (A) トロポニン | (B) 筋小胞体 | (C) ミオシン |
| (D) アクチン | (E) トロポミオシン | (F) Na^+ 、ナトリウムイオン |
| (G) アセチルコリン | (H) Ca^{2+} 、カルシウムイオン | (I) 運動ニューロン |
| (J) シナプス | | |

問4 ヒトが床に落ちている硬貨を拾う過程を、刺激の受容と反応の観点から200字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問に答えよ。

生物の遺伝情報を担う DNA は2本のヌクレオチド鎖からなる(ア)をしており、ヌクレオチドは(イ)、(ウ)、(エ)から構成される。ヌクレオチド鎖には方向性があり、(ウ)側は5'末端、(イ)側は3'末端とよばれる。(エ)にはアデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類があり、(ア)内ではそれぞれのヌクレオチド鎖に由来するAとT、GとCが水素結合により相補的な(エ)対を形成している。遺伝情報はこれら4種類の(エ)の並び方によって決定される。

細胞が分裂して増えるとき、DNA は正確に複製され、2つの娘細胞に分配される。その際、(ア)はほどかれ、各ヌクレオチド鎖を鋳型としてそれぞれに相補的な(エ)をもつヌクレオチドが結合し、新たなヌクレオチド鎖が伸長していく。この仕組みは、もとのヌクレオチド鎖と新たに合成されたヌクレオチド鎖が組み合わさった2組の2本鎖 DNA をつくりだすため、(オ)とよばれる。

DNA の複製は無秩序に開始するわけではなく、(エ)対の水素結合が切断され、部分的に1本鎖となる特定の領域から起こる。この領域のことを(カ)といい、(カ)から(キ)に複製は進行する。真核生物のDNA は(ク)状で長く、1つのDNA につき(カ)が複数存在する。一方で、原核生物のDNA は(ケ)状で真核生物と比べて短いものが多く、通常、(カ)は1か所である。

現在では、遺伝子を扱うさまざまな技術が開発されている。ある生物由来の遺伝子を他の生物のDNA につなぎ合わせる技術を遺伝子組換えといい、遺伝子組換えにより、本来はその生物にない外来遺伝子を導入した生物が(コ)生物である。(コ)動物は、例えばマウスの場合、(サ)の核に組換え DNA を微量注入する方法で作製することができる。一方で、(コ)植物の作製には、目的遺伝子を組み込んだプラスミドをもつ(シ)を植物に感染させる方法が一般的に用いられている。

問1 文章中の(ア)～(シ)に入る適切な用語を下記の(A)～(Z)から選び記号で答えよ。

- | | | |
|-----------------|-------------|---------------|
| (A) ループ構造 | (B) 脂質二重層構造 | (C) 二重らせん構造 |
| (D) 糖 | (E) アミノ酸 | (F) リン脂質 |
| (G) 塩基 | (H) リン酸 | (I) 転写 |
| (J) 逆転写 | (K) 翻訳 | (L) 半保存的複製 |
| (M) セントラルドグマ | (N) 両方向 | (O) 一方向 |
| (P) 複製起点(複製開始点) | (Q) テロメア | (R) 環 |
| (S) 線 | (T) 突然変異 | (U) トランスジェニック |
| (V) エピジェネティック | (W) 体細胞 | (X) 受精卵 |
| (Y) アグロバクテリウム | (Z) 大腸菌 | |

問2 下線の仕組みについて、以下の用語をすべて用いて200字程度で説明せよ。

用語：岡崎フラグメント、5'→3'方向、プライマー、DNAヘリカーゼ、DNAポリメラーゼ、DNAリガーゼ、ラギング鎖、リーディング鎖

問3 遺伝子を扱うさまざまな技術について、以下の説明①～⑥に該当する方法や酵素、法律の名称を答えよ。

- ① DNAの特定の配列(多くが回文配列)を特異的に認識して切断する酵素を何と呼ぶか。
- ② 温度変化を与えることで、試験管内で2種類のプライマーで挟み込んだ目的のDNA領域を多量に増幅することができ、発明者のマリスが1993年にノーベル化学賞を受賞した方法は何か。
- ③ 緩衝液に浸した寒天ゲルの中で長さや量の異なるDNAを電気的に分離する方法は何か。
- ④ DNA複製を利用したもので、DNA合成の材料であるデオキシヌクレオチドの中に特殊なジデオキシヌクレオチドを少量加えてDNAの伸長反応をさまざまな長さで停止させることで、取り込まれる相補的なヌクレオチドの順番から配列を解析する方法は何か。
- ⑤ DNAの配列が繰り返されている領域を調べることによって個体を識別することができ、刑事捜査や食品表示の偽装検査などに利用されている方法は何か。
- ⑥ 遺伝子組換え生物などの取り扱いに関して定められた国際的枠組みを日本で実施するため、遺伝子組換え生物などを用いる際の規制措置を講じる法律は何か。通称も可とする。

問4 実現化している遺伝子組換え生物の作製方法を説明した以下の文①～③の正誤を○または×で答えよ。

- ① 青いバラは、発現できなくなっていた青色色素をつくる酵素の遺伝子を、外部からの遺伝子導入を行わず、自身の遺伝子改変によって再び発現できるように操作して作製された。
- ② 青色光(または紫外線)を当てると全身が緑色に光るマウスは、緑色蛍光タンパク質(GFP)の遺伝子をマウスに導入して作製された。
- ③ β カロテンを多く含むイネは、 β カロテンの合成に関与する遺伝子を導入して作製された。

3 次の文章を読み、問に答えよ。

1. 生物は、有機物の分解で得られたエネルギーを利用して ADP(アデノシン二リン酸)とリン酸から ATP(アデノシン三リン酸)を合成する。この ATP を分解して放出されるエネルギーが生命活動に利用される。

代謝では物質の酸化反応と還元反応がみられ、プロトン(H^+)と電子(e^-)のやりとりによってエネルギーが移動する。プロトン(H^+)と電子(e^-)のやりとりには(ア)、(イ)、FAD といった補酵素が働いている。(ア)は光合成で働く補酵素である。これらには還元型と酸化型があり、還元型から酸化型に変わるときにエネルギーが放出されて、ATP や有機物の合成に用いられる。

真核生物の呼吸によって、グルコースは解糖系で代謝される。解糖系では、ATP を 1 分子消費し、1 分子のグルコースからグルコース-6-リン酸が生成される。その後、グリセルアルデヒドリン酸またはグリセルアルデヒド-3-リン酸という物質を経て(ウ)分子のピルビン酸に変換される。

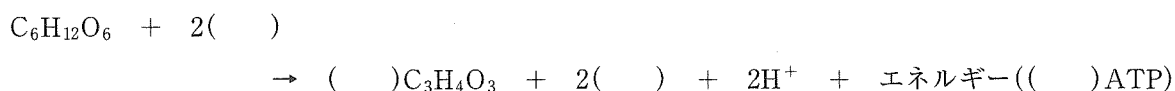
ピルビン酸はミトコンドリアのマトリックスに移動した後、クエン酸回路で種々の物質に変換される。ピルビン酸は補酵素である CoA と結合してアセチル CoA になる。アセチル CoA は(エ)と結合してクエン酸になる。クエン酸回路では、補酵素が還元され(オ)、プロトン(H^+)、 $FADH_2$ が生成される。

(オ)と $FADH_2$ などはミトコンドリア(カ)にある電子伝達系に運ばれる。電子伝達系では(オ)や $FADH_2$ から電子(e^-)が放出され、電子(e^-)はミトコンドリア(カ)に存在するタンパク質や補酵素に次々に受け渡されていき最後に酸素を還元する。電子(e^-)が受け渡されている間に、プロトン(H^+)がマトリックスから膜間腔へ輸送され、(カ)を隔てたプロトン(H^+)の濃度勾配(濃度差)が形成される。濃度の高い空間から濃度の低いマトリックスにプロトン(H^+)が流れ込む。このプロトン(H^+)の流入で放出されるエネルギーを用いて ATP 合成酵素が ADP とリン酸から ATP を合成する。電子伝達系ではグルコース 1 分子あたり最大 34 分子^(注)の ATP が生成される。このように電子伝達系において、補酵素を酸化しながら、ADP のリン酸化を行い ATP を合成する反応を酸化リン酸化という。

(注) グルコース 1 分子から合成される ATP は 26~28 分子程度であるという説もある。本問題では 34 分子とみなして解答すること。

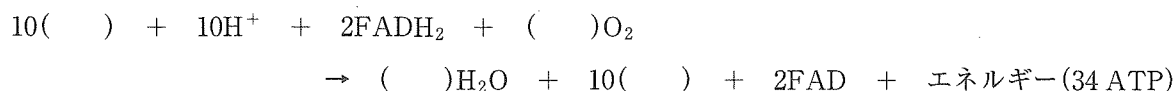
問1 文中の空欄(ア)~(カ)に適切な用語または数字をいれよ。

問2 下線部①について、次の空欄を埋めて反応式を完成せよ。

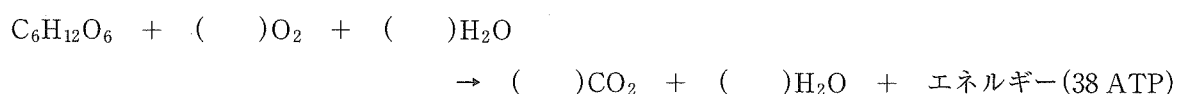


問3 下線部②について、クエン酸から脱炭酸反応によって二酸化炭素が生じてできる物質がある。その物質名を答えよ。

問4 下線部③について、電子伝達系の反応式を次の空欄を埋めて完成せよ。



問5 呼吸でグルコースが完全に分解されるとき、次の空欄を埋めて反応式を完成せよ。



2. グルコース(炭水化物)以外の有機物、特に脂肪やタンパク質も呼吸基質として利用され、エネルギー源となる。

脂肪は、呼吸に利用される場合、グリセリンと脂肪酸に分解される。グリセリンは解糖系に入り、脂肪酸はさらに分解されてアセチル CoA になったのちクエン酸回路に入る。最終的には二酸化炭素④と水に分解される。

タンパク質はアミノ酸に分解される。分解されたアミノ酸はアミノ基が取り除かれて有機酸とアンモニアになる。有機酸はクエン酸回路に入り、最終的に二酸化炭素と水に分解される。アンモニアは、人では肝臓で毒性の弱い尿素になって、尿の成分として排出される。

生物が呼吸して放出する二酸化炭素と外界から吸収する酸素との体積比(モル比)を呼吸商という。

$$\text{呼吸商} = \frac{\text{放出する CO}_2 \text{ 量}}{\text{吸収する O}_2 \text{ 量}}$$

⑥ 生物の呼吸商を測ることで、その生物が炭水化物、脂肪、タンパク質のどれを呼吸基質として利用しているか推定することができる。

問6 下線部④について、脂肪酸であるオレイン酸($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$)が二酸化炭素と水に分解される反応式を係数が整数になるようにして完成せよ。

問7 下線部⑤について、アミノ酸であるロイシン($\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_2\text{N}$)が二酸化炭素、水、アンモニアに分解される反応式を係数が整数になるようにして完成せよ。

問8 下線部⑥について、コムギの発芽種子の呼吸商が1.0、トウゴマの発芽種子の呼吸商が0.7である場合、コムギとトウゴマの呼吸基質を推定せよ。

4 次の文章を読み、問に答えよ。

過酸化水素は生物の代謝の過程で発生し、周りの物質を酸化して代謝を乱したり、DNAを傷つけた
りするため、生体にとって有害である。そのため、代謝の盛んな肝臓などの細胞は、過酸化水素を分解
する触媒である(ア)を多く含む。(ア)のような触媒作用を有するタンパク質を酵素と呼び、触
媒作用を受ける過酸化水素のような物質を(イ)という。酵素は特定の(イ)と結合する活性部位
という特異的な形状を有する。活性部位は、タンパク質を構成するアミノ酸配列に依存したフォール
ディング過程を経て形成される。その過程には、分子鎖内または分子鎖間の結合として α -ヘリックス
構造のらせん軸方向や β -シート構造のシート方向に見られる(ウ)結合や、システイン側鎖の硫黄
原子の間で形成される(エ)結合の形成が含まれる。酵素に結合してその働きを低下させる物質を阻
害物質という。

肝細胞における過酸化水素の分解を調べるため、以下の内容物を含む試験管 a～d を用意した。

試験管 a	5 % 過酸化水素水 5 mL	ブタの新鮮な肝臓片 5 g	蒸留水 5 mL
試験管 b	5 % 過酸化水素水 5 mL	ブタの新鮮な肝臓片 5 g	5 % 塩酸 5 mL
試験管 c	5 % 過酸化水素水 5 mL	石英の粉 5 g	蒸留水 5 mL
試験管 d	5 % 過酸化水素水 5 mL	煮沸処理後のブタの肝臓片 5 g	蒸留水 5 mL

問1 文章中の(ア)～(エ)に適語を入れよ。

問2 上記の文章で述べられている(ア)が触媒する過酸化水素の分解反応の化学反応式を書け。

問3 実験の結果、試験管 a のみで気体の発生が観察された。試験管 b, c, d で気体の発生が観察さ
れなかった理由を、それぞれ 30 字以内で説明せよ。

問4 上記の文章で述べられている阻害反応を調べるため、2種類の阻害物質XとYを用意した。阻害物質Xは酵素の活性部位に結合し、阻害物質Yは酵素の活性部位以外に結合する。試験管aに阻害物質Xを加えた場合と阻害物質Yを加えた場合に、過酸化水素の濃度と最大反応速度の関係について、阻害物質添加前と比較すると、以下の(i)~(iv)のうち、どのようになると予想されるか。阻害物質XとYの場合について、それぞれ最適と考えられるものを(i)~(iv)の記号で答えよ。

- (i) 過酸化水素濃度を大きくするほど阻害の影響は小さくなり、最大反応速度は小さくなる。
- (ii) 過酸化水素濃度を大きくするほど阻害の影響は小さくなり、最大反応速度は変わらない。
- (iii) 過酸化水素濃度を大きくしても阻害の影響は変わらず、最大反応速度は小さくなる。
- (iv) 過酸化水素濃度を大きくしても阻害の影響は変わらず、最大反応速度は変わらない。

問5 過酸化水素の分解反応の追加実験を行うために、新たに以下の内容物を含む試験管eとfを用意した。以下の設問1と2に答えよ。

試験管 e	5 % 過酸化水素水 5 mL	すりおろしたダイコン 5 g	蒸留水 5 mL
試験管 f	5 % 過酸化水素水 5 mL	酸化マンガン(IV) 0.5 g	蒸留水 5 mL

設問1 40℃の条件で、気体の発生が観察されと思われる試験管をeとfのうちからすべて選べ。どちらも気体が発生しない場合は、「気体は発生しない。」と解答欄に述べよ。

設問2 試験管eとfを5℃にした場合と90℃にした場合では、40℃にした場合と比較して、気体の発生速度にどのような変化が生じるか。試験管eとfの場合について、それぞれ最適と考えられるものを(i)~(iv)の記号で答えよ。

- (i) 気体の発生速度は増加する。
- (ii) 気体の発生速度は減少する。
- (iii) 気体の発生速度は変わらない。
- (iv) 気体は発生しない。

問6 上記の文章で述べられているフォールディング過程について、生体にはタンパク質の合成中に正常な立体構造に折りたたまれるよう補助するフォールディングに関わるタンパク質が備わっている。このフォールディングに関わるタンパク質の名称を答えよ。

