

生 物

〔I〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

動物の生体は糖質、脂質やタンパク質といった栄養物質を分解しエネルギーを得ている。特にグルコースなどの糖代謝では解糖系とクエン酸回路の二つの代謝経路が重要な役割を果たしており、^(a)血中のグルコースや細胞内のグリコーゲンは、解糖系によってピルビン酸となりミトコンドリアに運ばれる。^(b)ミトコンドリアにてピルビン酸はクエン酸回路に入り、ピルビン酸2分子からNADHを(A)分子、FADH₂を(B)分子産生し、水と(ア)にまで完全酸化される。一方で、脂質の主要な構成成分である脂肪酸は、 β 酸化を受けて脂肪酸の端から炭素(C)個を含む部分が切り取られていき、これが(イ)と結合することでアセチル CoA となる。アセチル CoA はクエン酸回路に入り、最終的にグルコースと同様に水と(ア)になる。タンパク質の場合には、分解されて生じたアミノ酸がさらに脱アミノ化されてピルビン酸やその他の有機酸に変わり、解糖系やクエン酸回路に入っていく。

問1 (ア) と (イ) にあてはまる最も適切な語を答えよ。ただし同じ記号には同じ語があてはまる。

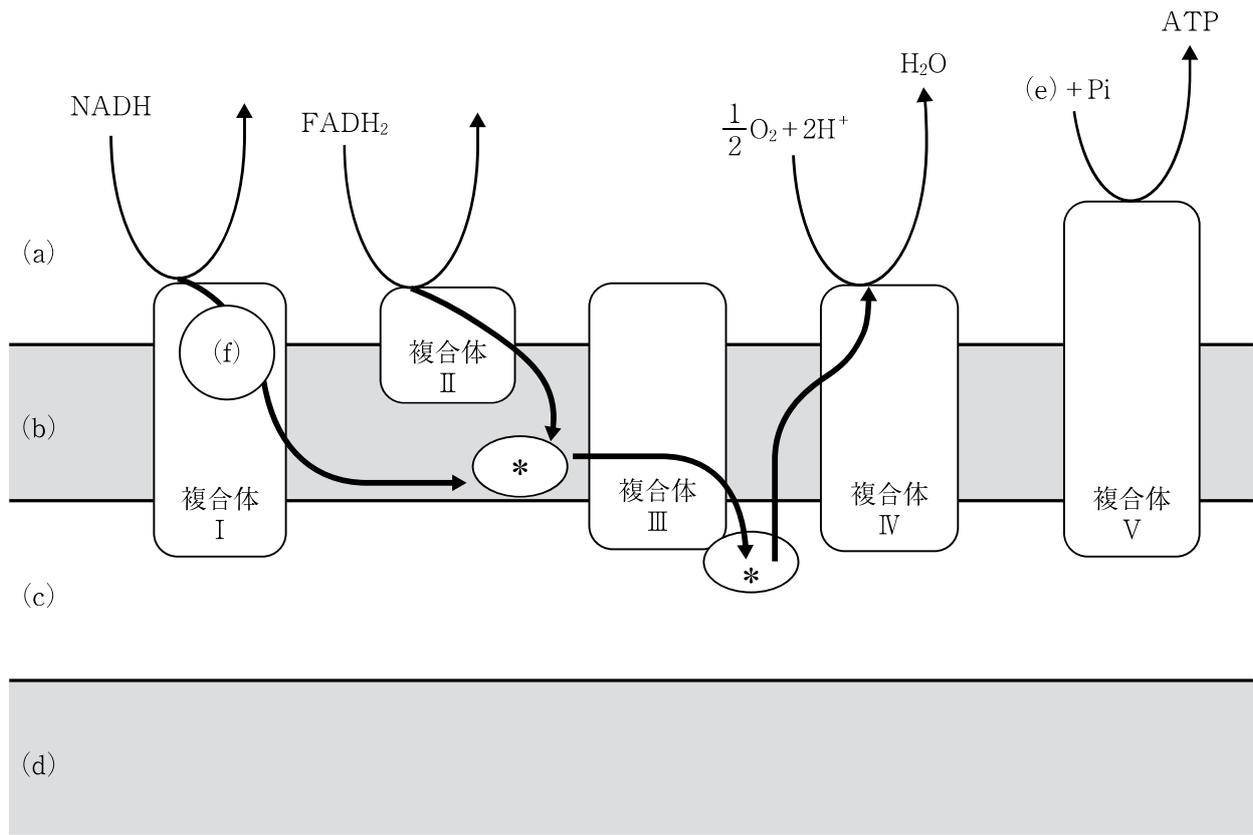
問2 (A) から (C) にあてはまる最も適切な数字を答えよ。

問3 文中の下線部 (a) について、血液中から酸素が運ばれない場合には、動物の細胞は嫌気的な反応(酸素が必要無い反応)である解糖でエネルギーを得る。この時、ピルビン酸から乳酸を合成する反応について、最も適切な記述を次の解答群から選び、記号で答えよ。

<解答群>

- ① 合成された乳酸は脂肪酸と同様に β 酸化されてエネルギー源となる。
- ② ピルビン酸から乳酸を合成する反応で、NADHが酸化されNAD⁺が作られる。
- ③ 合成された乳酸はさらにリンゴ酸に変換されてクエン酸回路で使われる。
- ④ ピルビン酸から乳酸を合成する反応で、FADが還元されFADH₂が作られる。
- ⑤ 合成された乳酸はアルコール発酵され最終的にエタノールとなる。

問4 文中の下線部 (b) について、ミトコンドリアにてNADHとFADH₂が電子伝達系で利用される経路とその後のATP合成を模式的に次の図に示した。小問1から小問3に答えよ。ただし図中のPiはリン酸を表し、図中の*は(f)の通り道となるタンパク質を示す。



図

小問1 図中の(a)から(d)に該当するミトコンドリアの部位として、最も適切な語を解答群から選び答えよ。ただし(b)と(d)は異なる生体膜である。

<解答群> 内膜, 外膜, 膜間腔, マトリックス, クロロフィル

小問2 図中の(e)および(f)にあてはまる物質として最も適切なものを解答群から選び答えよ。

<解答群> NADH, NAD⁺, NADPH, NADP⁺, FADH₂, FAD, ATP, ADP, AMP, H⁺, O₂, CO₂, H₂O, e⁻

小問3 H⁺は複合体を(a)から(c)または(c)から(a)の方向に移動する。複合体I, III, IVおよびVにおけるH⁺の移動の向きをそれぞれ解答群からひとつ選び, ①または②の記号で答えよ。

<解答群>

- ① (a) から (c)
- ② (c) から (a)

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

真核生物では、遺伝子が発現してタンパク質が合成される過程は2段階からなる。1段階目は、DNAの遺伝子の塩基配列が写し取られることでRNAという物質が作られる過程である(①)であり、2段階目は、それによって作られたRNAの塩基配列が、アミノ酸の配列に読みかえられる過程である翻訳である。

DNAとは異なり、RNAを構成する糖は、(②)という糖である。また、RNAを構成する塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)に加え、(③)(U)がある。

遺伝子の塩基配列を写し取ってできたRNAは、スプライシングを経て(④)になる。(④)においては、連続した塩基3個の配列が、1個のアミノ酸を指定している。この塩基3個の配列をコドンという。(④)の塩基配列は、対応するアミノ酸を運ぶRNAの一種である(⑤)によって、アミノ酸配列に読みかえられる。

ニールンバークやコラナらは、コドンが指定するアミノ酸を遺伝暗号表にまとめた。この表では、64通りのコドンに対して、コドンが指定するアミノ酸は(⑥)種類なので、ほとんどのアミノ酸は、複数のコドンによって指定されていることをつきとめた。

問1 文中の(①)～(⑥)にあてはまる最も適切な語もしくは数字を答えよ。

問2 文中の下線部に関し、次の実験を行った。この実験について、次の小問に答えよ。

<実験1> AUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAの配列をもつ24塩基の人工RNAを無細胞翻訳系に加えると、アスパラギンのみのポリペプチドとイソロイシンのみのポリペプチドが合成された。

<実験2> UAUUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAUAの配列をもつ24塩基の人工RNAを無細胞翻訳系に加えると、チロシンとイソロイシンが交互に連結したポリペプチドが合成された。

注1：ポリペプチドとは、アミノ酸が2分子以上連結した分子とする。

注2：翻訳は文中の人工RNA配列を左側から右側へ進むものとする。

小問1 <実験1>と<実験2>の結果から、<実験1>と<実験2>で合成されるポリペプチド鎖は、最長何分子のアミノ酸が連結したものが答えよ。

小問2 <実験1>と<実験2>から、AUAとUAUのコドンが指定するアミノ酸を答えよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

季節の花が日長を感知して花芽を形成するように、生理現象が日長の変化に応答して起こる性質を（ ① ）という。このような植物における花芽形成の有無は、連続した暗期（夜）の長さで決まる。（ ② ）では、連続した暗期が一定の長さ以下になると花芽形成が始まり、（ ③ ）では、連続した暗期の長さが一定以上になると花芽形成が始まる。暗期の途中で光を照射すると、連続した暗期を分断できる。

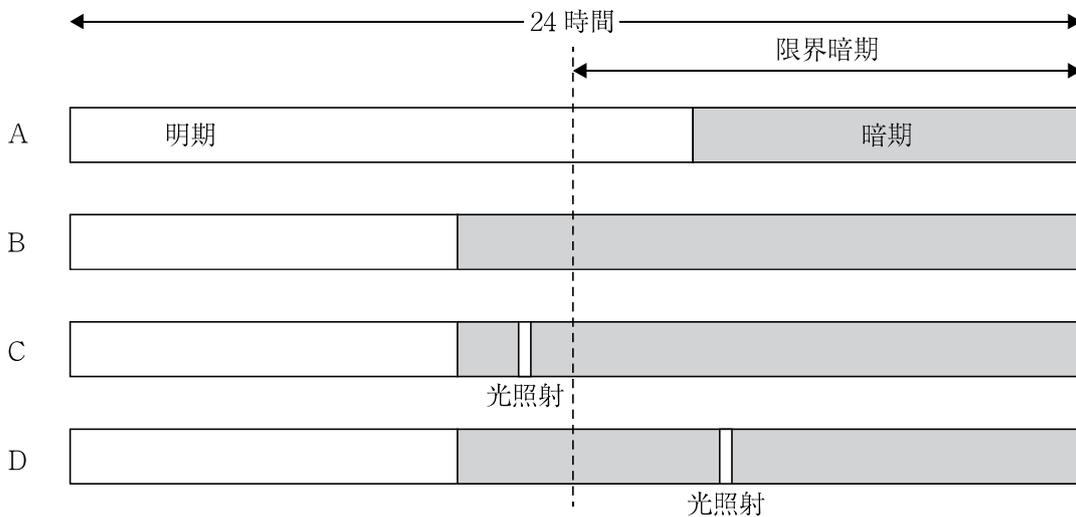
問1 文中の（ ① ）にあてはまる語を漢字3文字で答えよ。

問2 文中の（ ② ）と（ ③ ）にあてはまる語をそれぞれ次の解答群から1つずつ選び、答えよ。

<解答群> 長日植物、短日植物、中性植物、C₃植物、C₄植物

問3 下線部の操作により連続した暗期の効果が打ち消される。この操作の名称を漢字3文字で答えよ。

問4 次の図には、ある短日植物と長日植物の花芽形成と日長の関係を表した。それぞれの花芽が形成される条件を、図中のA～Dからすべて選び、答えよ。ただしこれらの植物の限界暗期の長さは等しいものとする。また、アサガオ、ダイズ、コムギ、アブラナのうち、短日植物を全て選び、答えよ。



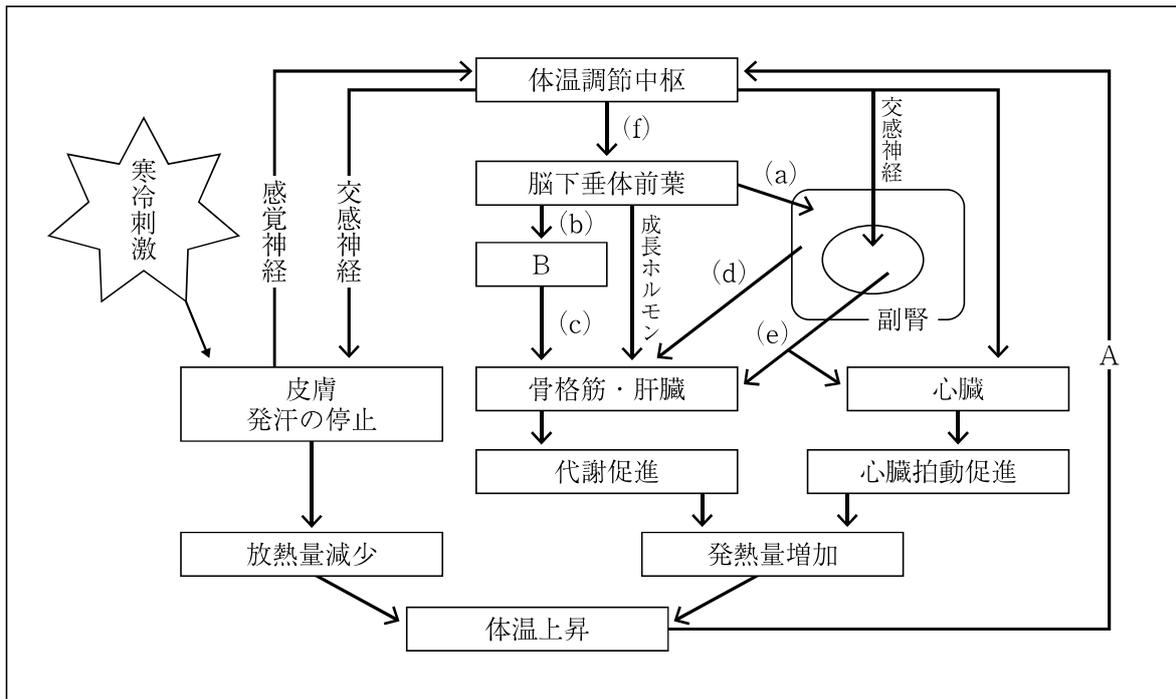
図

〔IV〕 次の文を読み、それぞれの文が指す名称や事象として適切な語を答えよ。

- ① 外観やはたらきが異なっても、発生起源が同じため、同じ基本構造をもつ器官の名称
- ② 起源は異なるが、似た形態やはたらきをもつように変化してできた器官の名称
- ③ ランとこの蜜を吸うスズメガのように、複数の種が互いに影響を及ぼしながらともに進化すること
- ④ 同種内の個体間に見られる形質の違いのうち、遺伝する部分
- ⑤ 原始地球にて無機物から単純な構造の有機物を経て複雑な有機物が生成されていった過程
- ⑥ 同種の生物の集団が山脈や海などの障害に阻まれて自由に交配できなくなり、遺伝子流動が妨げられ、その集団の遺伝子プールが分断されること
- ⑦ DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの分子情報と系統の関係を利用して作成される系統樹の名称
- ⑧ 共通した形態的・生理的な特徴を持ち、自然状態での交配が可能である生物群を指すとともに、生物の分類の基本的な単位を指す語

〔V〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

北海道の気温は、氷点下（冬季）から 30℃ 以上（夏季）までの変動がある。このような環境でも、ヒトを含めた哺乳類や鳥類などでは外界の温度が変化しても体温を一定に保つ調節機能があり、北海道の四季を通じて一定の活動を続けることができる。次の図は、寒冷刺激を受けたヒトの体温調節機構を模式的に表す。図中の矢印は調節の方向を示す。



図

問1 体温の調節中枢がある部位の名称を漢字4文字で答えよ。

問2 図中の A に示されている調節作用のことを何と呼ぶか、答えよ。

問3 図の内分泌腺 B の器官の名称を答えよ。また、図の (a)～(e) には体温調節に関わるホルモンがあてはまる。それぞれのホルモンの名称を答えよ。ただし図中の (a)～(e) の矢印の先端にある四角はそれぞれの標的器官を示す。(e) はカタカナ6文字で答えよ。

問4 図中の (a)～(d) に対し、(f) ではある細胞が毛細血管に直接ホルモンを分泌している。このようなホルモン分泌の方式の最適な名称を答えよ。

生

7

問5 寒冷刺激を受けた時、生体は体温を一定に保とうとする。その際、発汗停止以外に皮膚ではどのような反応がみられるか。2つ答えよ。

問6 図のホルモンは血液によって全身に運ばれるが、作用する細胞（標的細胞）は決まっている。その理由について50字以内で答えよ。