

1 生物とエネルギーに関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

私たちの体は、^(A)食物から得た（ ① ）を分解して生命活動に必要なエネルギーを取り出している。この反応を呼吸といい、最終的に得られる化学エネルギーは（ ② ）として蓄えられる。この分子は「エネルギーの（ ③ ）」ともよばれ、（ ④ ）の収縮や神経の伝達、物質輸送などに直接利用される。

呼吸は細胞内の（ ⑤ ）で行われる。もしガソリンの燃焼のように一度に大量のエネルギーが出れば体温は急上昇してしまうが、呼吸では触媒のはたらきにより段階的に制御され、少しずつ取り出される。^(B)このしくみのおかげで、生物は体温を一定に保ちつつ効率よくエネルギーを利用できる。

これらの触媒はタンパク質からなり、^(C)その遺伝情報は主に細胞小器官の（ ⑥ ）に存在し、一部は（ ⑤ ）に存在する。したがって、遺伝子に変化が生じると構造やはたらきが変わり、細胞内での化学反応の進行やエネルギーの利用に影響を与えることがある。

さらに、免疫応答においても呼吸は重要である。^(D)病原体が侵入すると白血球などが活発にはたらくが、その活動には大量の（ ② ）が消費されるので、（ ⑦ ）を使って（ ① ）を分解し、多くのエネルギーをつくりだす。そのため、この（ ⑦ ）が体内に十分供給されることは重要である。

問1 文中の（ ① ）～（ ⑦ ）に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(A)に関して、私たちは生命活動を維持するために、絶えず（ ② ）を消費している。にもかかわらず、一日の食事はおよそ3回程度であり、継続的に栄養を摂取しなくてもよい。これは体内におけるどのようなエネルギー管理機構によるものか、50字程度で述べなさい。

問3 下線部(B)に関して、このしくみではたらく触媒は酵素であるが、酵素の作用を受ける物質を何というか答えなさい。

問4 下線部(C)に関して、触媒の合成に必要な遺伝情報は、どの分子に記録されているか答えなさい。

問5 下線部(D)に関して、白血球が活発にはたらくと、大量の（ ② ）が消費される。白血球1個が活動するのに必要な（ ② ）は270分子である。また、1分子のグルコースから（ ② ）が36分子生成されたとする。このとき必要なグルコースの分子数を求めなさい。

2 免疫のはたらきに関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

ヒトの生体防御機構には、(A) 体外からの病原体などの異物の侵入を防ぐものと、侵入した異物や体内に入った病原体を認識して排除するものがある。後者は、自然免疫と適応免疫（獲得免疫）に分けられる。適応免疫を発動させ、リンパ球を活性化する物質を（ ① ）という。このはたらきには、（ ② ）細胞がかかわる。（ ② ）細胞は、異物を取り込んで分解し、分解物を細胞の表面に示す。これを（ ③ ）という。（ ② ）細胞は、自身が提示する（ ① ）を特異的に認識した（ ④ ）だけを活性化する。適応免疫には、(B) B細胞から分化した細胞が産出する（C）抗体によって排除する免疫と、(D) 別のリンパ球が、(E) 直接作用して排除する免疫の2つがある。（F）通常は、自己の物質に対して免疫反応は起こらないしくみになっているが、免疫のしくみがうまくはたらかず、自己抗体が自身のタンパク質などに結合して、生理的な反応を妨げてしまうことがある。この反応により生じる疾患を（ ⑤ ）といい、重症筋無力症や関節リウマチなどが挙げられる。

問1 文中の（ ① ）～（ ⑤ ）に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(A)に関して、下記の(1)と(2)の問いに答えなさい。

(1) この生体防御機構ではたらく物質をア～オから2つ選び、記号で答えなさい。

ア カタラーゼ

イ リゾチーム

ウ インスリン

エ リパーゼ

オ デイフェンシン

(2) 気管や消化管の粘膜が、異物を体外へ送り出すためにもっている特徴を50字程度で述べなさい。

問3 下線部(B)と下線部(D)の細胞の名称をそれぞれ答えなさい。

問4 下線部(C)と下線部(E)の免疫反応の名称をそれぞれ答えなさい。

問5 下線部(F)に関して、このしくみの名称を答えなさい。

3 原核生物の遺伝子発現に関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

(A) 遺伝子の転写調節は、(①) とよばれるタンパク質が DNA の特定の塩基配列に結合することで行われる。転写は RNA ポリメラーゼが(②)に結合することで開始されるため、(①) は(②) やその周辺に結合し、RNA ポリメラーゼの結合を促進または阻害して転写を調節している。

大腸菌では、培地にグルコースがある場合、ラクトースを加えても利用されない。一方で、グルコースがなく、ラクトースしかない培地に移すと、(B) ラクトース分解酵素などの合成が誘導され、ラクトースを利用できるようになる。

原核生物では、一連の反応に関与する複数の酵素の構造遺伝子が隣接して配置され、(③) とよばれる転写単位を形成することがある。(③) を構成する構造遺伝子は、1つの(②) の支配下でまとめて調節され、(④) 本の mRNA として転写される。ラクトース(③) の構造遺伝子は、ラクトース代謝に必要な 3 種類の酵素の遺伝子である。

(C) ラクトースが存在しない場合、(⑤) に(⑥) としてはたらく(①) が結合しているため、RNA ポリメラーゼは(②) に結合できず、3 種類の酵素は合成されない。一方で、(D) グルコースがなく、ラクトースが存在する場合は、ラクトースの代謝産物が(⑥) に結合して立体構造を変化させる。その結果、(⑤) に結合できなくなるため、RNA ポリメラーゼが(②) に結合して転写が開始され、3 種類の酵素が合成される。

問 1 文中の(①) ～ (⑥) に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部 (A) に関して、上記の文章中の原核生物の転写調節機構を提唱したのはだれか次のア～カから 2 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|--------|---------|--------|
| ア ワトソン | イ クリック | ウ ジャコブ |
| エ モノー | オ ファイアー | カ メロー |

問 3 下線部 (B) に関して、この酵素の名称を次のア～オから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|--------------|--------|
| ア アミラーゼ | イ β-ガラクトシダーゼ | ウ ペプシン |
| エ RNA ポリメラーゼ | オ DNA ポリメラーゼ | |

問 4 下線部 (C) に関して、ラクトースが存在しない場合、RNA ポリメラーゼが特定の DNA 領域に結合できない理由を次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア DNA に発現を抑制する分子が結合しているため。
 イ RNA ポリメラーゼの結合領域が変異しているため。
 ウ リボソームが阻害しているため。
 エ mRNA が分解されているため。

問 5 下線部 (D) に関して、グルコースが存在する培地でラクトース分解酵素がほとんどつくられない理由として正しいものを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア 抑制するタンパク質が分解されるため。
 イ ラクトースが全くないため。
 ウ RNA ポリメラーゼが存在しないため。
 エ グルコースがあると、酵素を作る遺伝子群の転写が抑制されるため。

4 花芽形成と構造に関する次の文章を読み、後の問いに答えなさい。

季節に応じて花をつける植物は、日長を感知し、それに応じて花芽形成を促進する物質を合成している。日長が一定以上になると花芽を形成する植物を（①）といい、一定以下になると花芽を形成する植物を（②）という。このように日長に反応する性質を（③）という。花芽を形成するかしないかの境界となる暗期の長さを（④）という。トマトやエンドウ、トウモロコシなどは（⑤）とよばれる。

葉では、適切な日長を感知すると（⑥）とよばれる物質が花芽形成を促進していることがわかってきた。（①）であるイネでは、（⑦）タンパク質が、（②）であるシロイヌナズナでは（⑧）タンパク質が花芽形成を促進することが明らかとなっている。花は植物の生殖器官であり、植物の器官の中で最も変化に富んだ形態をもつ。種子植物の花の基本的な構造は共通で、(A) 外側から内側に向かって同心円状に配置されている。花を構成する部分を（⑨）という。シロイヌナズナの (B) 突然変異の研究などから、花の形成には、クラス A, B, C とよばれる 3 つのクラスの調節遺伝子がはたらいていることが明らかとなった。例えば、めしべはクラス（⑩）遺伝子のみがはたらくことによって形成され、(C) おしべも同様にモデルに沿って形成される。また、(D) 一方の発現が他方の発現を抑制するはたらきをする場合もある。また、(E) どちらか一方のはたらきが失われた場合、他方の遺伝子が発現するようになる。

問 1 文中の（①）～（⑩）に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部 (A) に関して、4 つの部位を外側から順に正しい順で記述しなさい。

問 3 下線部 (B) に関して、発現領域に特有な構造を形成する位置情報をもたらし遺伝子群の名称を答えなさい。

問 4 下線部 (C) 及び (D) に関して、それぞれのしくみを説明する適切な語句を次のア～オから 1 つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。

- ア クラス A 遺伝子のみ
- イ クラス B 遺伝子のみ
- ウ クラス A 遺伝子とクラス B 遺伝子
- エ クラス B 遺伝子とクラス C 遺伝子
- オ クラス A 遺伝子とクラス C 遺伝子

問 5 下線部 (E) に関して、クラス A の遺伝子が機能を失った場合、外側から内側に向かってどのような配置となるか答えなさい。