

生物学

【第8問】

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物共通のエネルギー通貨である ATP は、(ア)と(イ)からなるアデノシンに3個のリン酸基が結合した化合物で、ATPの外側2個のリン酸基は、それぞれ高エネルギーのリン酸無水結合で結合する。(A)ATPは水の付加によりADPと無機リン酸に加水分解される。この反応から細胞内の状況に応じてエネルギーが得られ、種々の化学反応を推進するために用いられる。従って生物は外部エネルギーをリン酸基の結合エネルギーに変換する。この変換は(ウ)と呼ばれ、(B)基質レベルの(ウ)と(C)酸化的(ウ)との2種類がある。

- (1) (ア)から(ウ)に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(A)の反応式を答えよ。この反応の平衡定数は $\text{pH} = 7$, 25°C , 1気圧の条件で $10^{5.3}$ である。この反応に対するギブスエネルギー変化を kJ/mol の単位で求めよ。ここで気体定数は 8.3 J/K/mol とし、 $\ln 10 = 2.3$ とする。
- (3) 下線部(B)の変換が筋肉細胞中と酵母細胞中で起きる際に、それぞれの細胞中で原材料となる化学物質名と生成される化学物質名を答えよ。
- (4) ミトコンドリアにおいて、下線部(C)の変換を介してATPが合成される過程を100字程度で説明せよ。その際、「NADH」、「電子伝達系」、「水素イオン」、「ATP合成酵素」という語句を用いること。
- (5) 葉緑体の光合成とミトコンドリアにおける下線部(C)の過程の類似点と相違点を、それぞれ50字程度で答えよ。

II 以下の文章を読んで設問に答えよ。

遺伝暗号表を見ると、隣り合ったコドンは、多くの場合、同じまたは類似の性質を持ったアミノ酸をコードしていることに気づく。たとえば、たいていのコドンは、第3字目が変わってもコードするアミノ酸が変化しないか、酸性アミノ酸をコードする GAG (グルタミン酸) → GAC (ア) のように非常に類似した性質のアミノ酸のコドンに変化するだけである。また、第1字目が変わっても類似の性質のアミノ酸をコードするコドンに変化することが多い。典型的な疎水性アミノ酸をコードするコドンはすべて第2字目が U または C の (イ) 塩基であり、典型的な親水性アミノ酸をコードするコドンはすべて第2字目が A または G の (ウ) 塩基である。したがって、一般にアミノ酸配列に大きな変更が起こるのは、コドンの第2字目が (イ) 塩基と (ウ) 塩基の間で変わる (エ) 型の突然変異を起こした時のみである。これらの遺伝暗号は基本的に^(A)原核生物 (真正細菌, 古細菌) と真核生物との間で共通であり、普遍暗号とも呼ばれる。

- (1) (ア) に入る最も適切なアミノ酸の名称を述べよ。
- (2) (イ) から (エ) に入る最も適切な語をつぎの中から選んで記入せよ。

疎水性, 親水性, リブローズ, グルコース, プリン, ピリミジン, トランジション, トランスバージョン, トランスレーション, トランスクリプション, 中立, 自然選択

- (3) 遺伝暗号表で隣り合ったコドンが同じまたは同様の性質を持ったアミノ酸をコードしていることは、生物の生存にとって有利であると考えられる。その理由を「タンパク質の機能」と「突然変異」の2つの語句を用いて150字程度で述べよ。
- (4) 下線部 (A) の原核生物と真核生物は、それを構成する細胞の構造が互いに大きく異なる。主要な相違点を2つ、それぞれ50字程度で述べよ。

- (5) 下線部 (A) の原核生物と真核生物は, (i) ゲノムの構造と (ii) 遺伝子の構造において異なる. これらの相違点をそれぞれ 50 字程度で述べよ.

生物学

【第9問】

I 古生物学に関する以下の問いに答えよ.

- (1) 体化石には様々な保存様式がある. そのうち代表的な3つを挙げ, それぞれ30字程度で説明せよ.
- (2) 化石鉱脈(ラガシュテッテン)は例外的に豊富な古生物学的情報を含む化石層として定義され, 大きく密集的ラガシュテッテンと保存的ラガシュテッテンの2つのカテゴリーに分けられる. 保存的ラガシュテッテンが, どのように“例外的に豊富な”情報を含むのか, 20字程度で説明せよ. また, 保存的ラガシュテッテンの例となる化石産出層準あるいは産地名を, 時代, および主な産出化石とともに一つ挙げよ.
- (3) マクロな形態進化プロセスの仮説として系列漸進説と断続平衡説とがある. 特に種分化に着目してそれぞれ50字程度で説明せよ. また, 化石記録に残る不連続な形態進化のパターンは, それぞれの仮説でどのように説明されるかを100字程度で述べよ.

II 窒素サイクルに関する次の文章を読んで, 以下の問いに答えよ.

緑色植物がアミノ酸などの窒素化合物をつくるには, (ア)が要る. マメ科植物では(イ)が^(A)共生して, 空気中の N_2 を(ア)に還元する. これを窒素固定という. 窒素固定に関与する酵素ニトロゲナーゼは, ^(B)金属を活性中心に持つ酵素で, (ア)などを含む培地ではニトロゲナーゼの活動が抑制され窒素固定能が失われる.

生物が死ぬと細胞成分は分解する. タンパク質はアミノ酸を介し, (ア)まで分解される. 土壌や水圏では, (ア)を(ウ)に酸化する *Nitrosomonas*, (ウ)を硝酸に酸化する *Nitrobacter* が活動し, (ア)はすみやかに硝

酸イオンになる。これを硝化という。これらの硝化に関わる菌は CO_2 から糖を、糖から生体成分を合成する（エ）栄養生物である。ある種の微生物は硝酸を酸化剤として有機分子を酸化し、ATPを生産する（オ）栄養生物である。硝酸還元により（ア）を生じることを硝酸呼吸というが、 N_2 を生じる場合もある。これを (c)脱窒という。これにより N_2 を大気に戻すため窒素原子は地球環境を循環する。

- (1) (ア) から (オ) に入る適切な語句を答えよ。(ア) と (ウ) については化学式も答えよ。
- (2) 下線部 (A) の共生がもたらす植物と (イ) の生物にとっての利点を、それぞれ 50 字程度で答えよ。
- (3) 下線部 (B) の酵素に含まれる金属を 2 種類答えよ。海洋でこれらの金属が不足した場合に、生態系に及ぼす影響を 50 字程度で説明せよ。
- (4) 下線部 (C) が土壌、大気、水圏、地下水等に与える影響を、2 つ例をあげてそれぞれ 50 字程度で答えよ。