

生 物 化 学 I

I 細胞内でのエネルギー授受について記述した以下の文章を読んで問いに答えなさい。

アデノシン三リン酸 (ATP) とは、アデニンとリボースからなるアデノシン部分に3つの無機リン酸が i と ii でつながれた分子である。ATP は「生体内のエネルギー通貨」と称され、筋収縮などの広範な生命現象が ATP を介したエネルギー授受により駆動されている。

ATP は高エネルギー化合物の一種で、加水分解によって ii が切断されてアデノシン二リン酸 (ADP) と無機リン酸 (Pi) が放出される際、大きな自由エネルギー変化を生じる。ATP 加水分解反応の生化学的標準状態 (25 °C, pH 7.0) における自由エネルギー変化 $\Delta G^{0'}$ は $-30.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ であり、これは iii に当たる。よって、ある生体分子の担う化学反応 X がエネルギー的に不利な iv であったとしても、ATP 加水分解反応と共役させることで反応 X を進行させることが可能となる。具体例として、v によるタンパク質分子の品質管理が挙げられる。

(1) 空欄 i ~ v を埋めるのに適当な語句を選択しなさい。

水素結合	ミオシン	吸エルゴン反応
リン酸エステル結合	酸化還元反応	発エルゴン反応
シャペロニン	一次反応	二次反応
不可逆反応	Na^+/K^+ ポンプ	赤血球
アクチン	リン酸無水物結合	ホスホジエステル結合

(2) $\Delta G^{0'}$ の算出に使用されている生化学的標準状態は生体内では現実的にあり得ない。その理由を述べなさい。

(3) 標準状態と異なる別条件で、ATP 加水分解の自由エネルギー変化 ΔG を見積もる式として適当なものを次より選びなさい。

A) $\Delta G = \Delta G^{0'} + RT \ln \left(\frac{[\text{ADP}][\text{Pi}]}{[\text{ATP}]} \right)$ B) $\Delta G = \Delta G^{0'} + RT \ln \left(\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ADP}][\text{Pi}]} \right)$

C) $\Delta G = -\Delta G^{0'} + RT \ln \left(\frac{[\text{ADP}][\text{Pi}]}{[\text{ATP}]} \right)$ D) $\Delta G = -\Delta G^{0'} + RT \ln \left(\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ADP}][\text{Pi}]} \right)$

ただし、 R は気体定数 ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)、 T は絶対温度 (K) を表す。

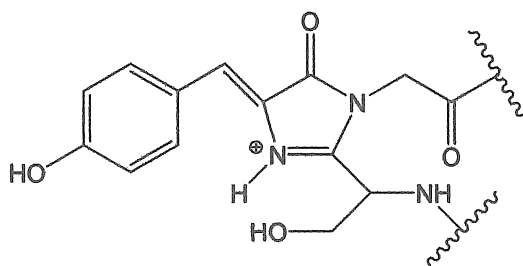
(4) ATP、ADP、Pi の細胞内濃度をそれぞれ 3.0 mM、1.0 mM、3.0 mM として、37 °C (= 310 K) における ATP 加水分解反応の自由エネルギー変化を次の数値と近似式を用いて計算しなさい。

$R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $\ln(10) \approx 2$

生 物 化 学 II

II 以下の設問に答えなさい。

- (1) プロトンチャネルとプロトンポンプの機能上の違いについて説明しなさい。
- (2) 視覚に関わるタンパク質であるロドプシンが光を受容する分子機構について、以下の語句を全て利用して説明しなさい。
(11-*cis* 型レチナール、光異性化、発色団)
- (3) オワンクラゲから発見された緑色蛍光タンパク質 (GFP) の発色団の構造式を以下に示す。この発色団は3つの連続したアミノ酸残基が環化して形成される。これらのアミノ酸残基の名称を答えなさい。また、この発色団が光を吸収して緑色蛍光を発する分子機構を説明しなさい。



- (4) 以下の文中のア～オにあてはまる言葉を答えなさい。

酵素の高い基質特異性は、アを構成するアミノ酸残基が基質の特徴的な官能基と結合できるように高次構造を形成していることに由来する。基質とよく似ており、アと結合するが酵素反応を受けない物質をイという。

イは下に示したウと呼ばれる式中におけるエの値を大きくするがオの値は変化させない。

$$V = \frac{V_{\max}}{1 + K_m/[S]}$$

V : 反応初速度、 V_{\max} : 最大反応初速度、 K_m : ミカエリス定数、
 $[S]$: 基質濃度