

## 問題番号 [ 1 ] < 生化学 >

生化学の知識が人類の健康の維持に活かされている例についての下の設問 (1) ~ (6) に答えなさい。(計 50 点)

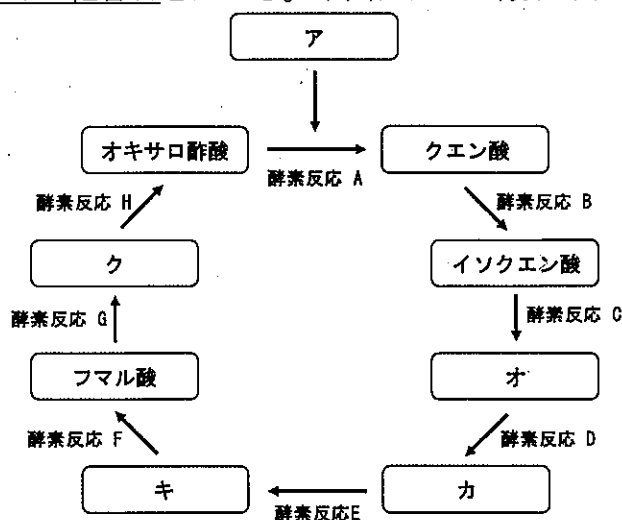
COVID-19 などのウイルス感染症によるパンデミックを抑えるために、ワクチンは有効な手段である。ワクチンは例えば病原体の一部を事前に人体に投与することにより、その病原体に対する免疫反応をあらかじめ人体に準備させることで働く。COVID-19 によるパンデミックに対して高い効果を上げ、注目を集めている mRNA ワクチンは、人体の細胞の仕組みである、転写、(ア)系を利用し、外部から導入した人工の mRNA によって COVID-19 の原因ウイルスの<sup>(a)</sup>スパイクタンパク質をヒト細胞に発現させることで働く。<sup>(b)</sup>スパイクタンパク質は、宿主細胞由来の脂質二重層で構成されたウイルスのエンベロープに挿入された膜タンパク質である。ウイルスのエンベロープに挿入された部分に対応するスパイクタンパク質中のアミノ酸残基の多くは、(イ)族や(ウ)族の側鎖を持つ。(ウ)族の側鎖を持つアミノ酸にはタンパク質中の通常のアミノ酸のうち<sup>(c)</sup>最も分子量の大きいアミノ酸が含まれる。またスパイクタンパク質は<sup>(d)</sup>三量体である。外来 RNA は、自然免疫と呼ばれる反応により人体に炎症反応を引き起こすことが多い。これを避けるため、mRNA ワクチンでは RNA を構成する塩基の一つである(エ)をヒト細胞中の<sup>(e)</sup>tRNA などに比較的多く含まれる修飾塩基に置換する工夫が加えられている。(エ)は DNA には含まれない塩基であり、DNA にはその代わりに別の塩基である(オ)が含まれている。

- (1) 文中の (ア) ~ (オ) に入る適切な語句を答えなさい。その際、対応する漢字のある語句は漢字で答えなさい。(各 3 点、計 15 点)
- (2) 下線(a)で示したスパイクタンパク質は 1273 残基からなる。アミノ酸残基数から推定したおよその分子量を答えなさい。また実際のウイルス中のスパイクタンパク質の分子量はアミノ酸配列から推定された分子量より大きい、その理由も答えなさい。(8 点)
- (3) 下線(b)について、エンベロープに挿入された部分のスパイクタンパク質中の多くのアミノ酸残基の側鎖が持つ共通の化学的特徴を、脂質二重層の化学的特徴に基づいて説明しなさい。(4 点)
- (4) 下線(c)に対応するアミノ酸の名称とその構造式を答えなさい(9 点)
- (5) 下線(d)のような、タンパク質サブユニットの空間的配置を何次構造と呼ぶか答えなさい。(3 点)
- (6) 下線(e)で示した tRNA の機能について、コドン、アンチコドン、アミノアシル tRNA 合成酵素、というキーワードを使って 200 字程度で説明しなさい。(11 点)

## 問題番号 [2] <生化学>

次のクエン酸サイクルに関する記述を読んで、下の設問 (1) ~ (6) に答えなさい。(計 50 点)

クエン酸サイクルは、糖、脂質、アミノ酸などの (ア) を生じる各種代謝燃料からエネルギーを回収する中心経路である。クエン酸サイクルは、一連の代謝反応を通して (ア) を 2 分子の (イ) に (a)酸化・還元 し、遊離するエネルギーを (ウ) や (エ) など (b)酸化・還元 型の化合物に保存する巧妙な 8 連反応よりなる。このサイクル 1 回りごとに、2 分子の (イ)、3 分子の (ウ)、1 分子の (エ) と、1 分子の (c)高エネルギー化合物 を生じる。下図はクエン酸サイクルの概略を示している。



- (1) 文中および図中の (ア) ~ (ク) に入る化合物名を答えなさい。(各 2 点、計 16 点)
- (2) クエン酸の化学構造式を示しなさい。(3 点)
- (3) 下線(a)および(b)について、酸化または還元のとどちらが正しいのかを答えなさい。(4 点)
- (4) (イ)、(ウ)、(エ) が生成する酵素反応を A~H の中からそれぞれ 2 つ、3 つ、1 つを記号で答えなさい。(12 点)
- (5) 下線(c)の化合物の名称とその化合物が生成する酵素反応を A~H の中から答えなさい。また反応を触媒する酵素名を答えなさい。(9 点)
- (6) クエン酸サイクルはいくつかのステップで制御されている。酵素反応 A~H の中の 1 つのステップについて関連する酵素の名前を示し、その調節メカニズムについて簡単に説明しなさい。(6 点)