

問題番号 [1] <生化学>

次の文章を読んで、設問 (1)、(2) に答えなさい。(計 50 点)

哺乳類の細胞表面に局在するタンパク質の (ア) は、赤血球を除くすべての細胞に発現しており、非感染時には自己タンパク質由来のペプチド断片を抗原提示する。一方、(イ) は、プロフェッショナル抗原提示細胞とも呼ばれる (ウ)、単球・マクロファージ、および B 細胞に発現して抗原提示に関与する。T 細胞には CD 抗原である (エ) を発現するキラー T 細胞と (オ) を発現しているヘルパー T 細胞がある。(ウ) は、貪食したタンパク質由来のペプチド断片を (イ) を介してナイーブヘルパー T 細胞に抗原提示する。ナイーブヘルパー T 細胞が活性化されるには、抗原提示された断片ペプチドがナイーブヘルパー T 細胞上の (カ) によって認識される必要がある。しかし、その活性化には (カ) との相互作用だけでなく、(ウ) に発現されている (キ) 分子がナイーブヘルパー T 細胞表面の CD28 と相互作用する必要がある。この際、(キ) を含まない抗原刺激を受けた T 細胞は、麻痺状態の (ク) となる。B 細胞は (ケ) と呼ばれる一次リンパ器官で分化し、一方、T 細胞は (コ) で分化する。B 細胞は、B 細胞レセプター (BCR) により抗原を認識するが、BCR の実体は (サ) である。腸管における抗原は、(シ) 板に存在する M 細胞が取り込んで (ウ) に渡す。無顎類のヤツメウナギにおいては、抗原受容体として (ス) がリンパ球様細胞に発現している。抗体のアイソタイプである (セ) はすべての脊椎動物に見られる。鳥類に進化すると IgA が出現し、さらに哺乳類になると IgG やアレルギーに関与するアイソタイプである (ソ) が出現する。

(1) 文中の (ア) ~ (ソ) に入る適切な語句を答えなさい。(30 点)

(2) 文章中の下線で示したように、タンパク質抗原を貪食した (ウ) は、抗原由来のペプチド断片をナイーブヘルパー T 細胞に抗原提示し、その後、同じ抗原を貪食した B 細胞との共同作業により、ペプチド断片に特異的な抗体が産生される。ところが、あるタンパク質に化学物質 A を結合させた抗原で免疫すると、抗原提示されるペプチド断片 X に化学物質 A が含まれていないにも関わらず、化学物質 A に対する特異的な抗体産生が誘導される。その分子機構について、下記の語句をすべて使って説明しなさい。なお、語句は繰り返し使ってもよい。(20 点)

語句: 化学物質 A を認識できるナイーブ B 細胞; 化学物質 A を結合したタンパク質抗原; ペプチド断片 X の抗原提示; ペプチド断片 X に特異的なナイーブヘルパー T 細胞; ペプチド断片 X に特異的な活性化ヘルパー T 細胞; ペプチド断片 X を抗原提示する B 細胞; 化学物質 A に対する抗体産生細胞

問題番号 [2] < 生化学 >

ATP に関する以下の文章について、下の設問 (1) ~ (6) に答えなさい。(計 50 点)

(a) ATP は生体のエネルギー通貨とも呼ばれ、生体の多くの活動を支えている。ATP は生体の活動に伴い、常時消費され、また作られている。1 日に作られる ATP の重さは、私たちの体重と同程度にも達する。ATP はエネルギー通貨としての機能の他、遺伝情報の伝達や翻訳を担う (ア) の合成のための直接の基質としても用いられる。

動物細胞においては好氣的条件下では、(b) 大部分の ATP は (イ) と呼ばれるオルガネラで合成される。(c) このオルガネラで最も多くの ATP が作り出される過程は (ウ) 的リン酸化と呼ばれる。一方、多くの植物には、光エネルギーを利用して ATP を合成する光合成の明反応 (光化学反応) と呼ばれる機構が存在する。この機構は (エ) と呼ばれるオルガネラで働いている。(イ) や (エ) における ATP 合成の多くは、(d) 脂質二重層 (脂質二重膜) に埋め込まれた膜タンパク質である ATP 合成酵素が担う。ATP 合成酵素は脂質二重層を挟んだ (オ) の濃度勾配を利用し、触媒反応が α 、 β サブユニットに対する γ サブユニットの (カ) と共役した機構である、(カ) 触媒機構 (あるいは (カ) 型触媒作用) により ADP とリン酸から ATP を合成する。(e) (イ) や (エ) の ATP 合成酵素の立体構造は、サブユニット構成も含め、お互いによく類似している。

- (1) 文中の (ア) ~ (カ) に入る適切な語句を答えなさい。(18 点)
- (2) 下線(a)に関して、ATP 中の全ての種類の元素を元素記号で答えなさい。(5 点)
- (3) 下線(b)に関して、解糖系ではこのオルガネラではない細胞内の別の区画で ATP が合成されるが、それは細胞内のどの区画か答えなさい。(3 点)
- (4) 下線(c)に関して、同じ質量のグルコースとステアリン酸 (脂肪酸の一種) が好氣的条件下で完全に代謝される場合を比較すると、この過程での ATP 合成も含め、代謝経路全体で合成される ATP の量はどちらの方が多いか答えなさい。(3 点)
- (5) 下線(d)に関して、高等動物の細胞膜における脂質二重層を構成する代表的なリン脂質の名称を 2 つ答えなさい。また細胞膜を構成するリン脂質以外の脂質の名称を 1 つ答えなさい。また、リン脂質が水溶液中で脂質二重層を形成する仕組みを、その物理化学的性質に基づいて答えなさい (図を使用してもよい)。(15 点)
- (6) 下線(e)に関して、これらのオルガネラや細菌の ATP 合成酵素の立体構造がどれもよく類似している理由を進化的観点から考察して答えなさい。(6 点)