

岡山大学大学院ヘルスシステム統合科学研究科博士前期課程  
ヘルスシステム統合科学専攻  
(バイオ・創薬部門)

令和4年度入学試験  
専門科目(選択)

- <注意> 問題は、生化学と無機化学があります。  
これら2科目の中から1科目を選択し、該当する2問を解答しなさい。  
解答する科目については、解答用紙の左上「選択チェック欄」  
に○印を付けなさい。  
解答しない科目については、解答用紙の左上「選択チェック欄」  
に×印を付けなさい。  
2科目解答・提出した場合、採点しないこともあります。  
解答は、指定された解答用紙に記入しなさい。  
解答用紙は、冊子から切り離さないこと。  
問題冊子は持ち帰ること。

## 選択科目（生化学）問題

その1 / 8

### 第1問 次の問1～問4に答えよ。

問1. 大腸菌のDNAの複製が進行していくとき、複製フォーク付近でリーディング鎖およびラギング鎖が合成される分子メカニズムを図を用いて具体的に説明せよ。解答はリーディング鎖、ラギング鎖のそれぞれの解答欄に記入せよ。

問2. ある特定のタンパク質をコードする mRNA を微小針による直接注入やエンドサイトーシス\*などによって生細胞に導入することができる。次の(1)～(3)の間に答えよ。(※エンドサイトーシス：細胞が細胞外物質を取り込む作用の1つ。)

- (1) この方法はさまざまな生物学研究, 医療などに応用されている。どのような応用が考えられるか。 具体例をあげて説明せよ。
- (2) 細胞のゲノムや他の mRNA の翻訳に影響を与えずに, 導入された特定の mRNA の翻訳のみを特異的に停止させるにはどうすればよいか。その方法を説明せよ。
- (3) セントラルドグマによれば上記の導入された mRNA が細胞のゲノムに影響することは考えにくい。外来の mRNA にコードされた遺伝情報をゲノムに組み込むにはどのようにすればよいか。その方法を説明せよ。

問3. 大腸菌の tRNA についての以下の記述が正しければ○を解答用紙の正誤欄に記入せよ。誤りならば×を正誤欄に記入し, その理由を簡潔に説明せよ。

1. tRNAのアンチコドン部分がアミノ酸と結合する。
2. アミノ酸はtRNAの3'末端と結合する。
3. tRNAはアミノ酸のアミノ基と結合する。

(次ページに続く)

## 第1問のつづき

4. 大腸菌のtRNAはA（アデニン），G（グアニン），C（シトシン），U（ウラシル）以外の特殊な塩基は持たない。
5. tRNAは同一分子内で相補的に水素結合を形成する領域がある。
6. アミノアシルtRNAの形成には酵素を必要としない。
7. 大腸菌が持つtRNAの種類とアミノ酸の種類とは同じ数である。
8. アンチコドンのU（ウラシル）は必ずコドンのA（アデニン）と塩基対を形成する。

問4. 大腸菌において、ラクトースの異化酵素である  $\beta$ -ガラクトシダーゼの発現は、抑制因子 (*Iac repressor*) と活性化因子 (*catabolite activator protein, CAP*) によって調節されている。次の①と②の2通りの場合を比較して、 $\beta$ -ガラクトシダーゼの発現量がより多いのは、①あるいは②の何れか、解答欄に番号で記入せよ。また、①、②それぞれの場合の発現調節の分子メカニズムを簡潔に説明せよ。解答には図を用いてもよい。

- ①培地にラクトースがなく、グルコースもない場合    ②培地にラクトースがあり、グルコースがない場合

**第2問** 脂肪酸とその代謝に関する次の文章を読み、次の問1～問6に答えよ。

脂肪酸は生体の燃料分子の一つであり、(A)と呼ばれる還元された無水物として脂肪細胞内に貯蔵され、(A)の小滴は集合して(B)を構成する。脂肪酸は(C)や糖脂質の構成要素となるだけでなく、(1)多くのタンパク質に結合して、しかるべき生体膜の位置に局在させる。摂取された(A)は小腸上皮細胞において酵素(D)により分解され、遊離脂肪酸として吸収される。一方、脂肪組織の貯蔵脂質はアドレナリンやグルカゴンなどの刺激に伴い、(E)の細胞内増加とそれに伴い活性化した酵素(F)による(B)関連タンパク質(G)とホルモン感受性(D)のリン酸化により脂肪酸の遊離が誘導される。この時、これらのホルモンは同時に(2)脂肪酸合成の律速酵素である(H)を阻害することにより脂肪酸合成を抑制することで、脂肪酸代謝を厳密に制御する。脂肪酸の合成は細胞内の(I)で行われるが、分解は主として(J)において行われ、1分子のパルミチン酸の完全酸化により106分子のATPが生じることが知られている。

問1. 上の文章について、(A)～(J)に入る語句を答えよ。

問2. 脂肪酸代謝制御において、アドレナリンとは逆の作用（脂肪酸の遊離を阻害）を持つホルモンを一つ答えよ。

問3. 下線部(1)に関して、その詳細について例を挙げて説明せよ。

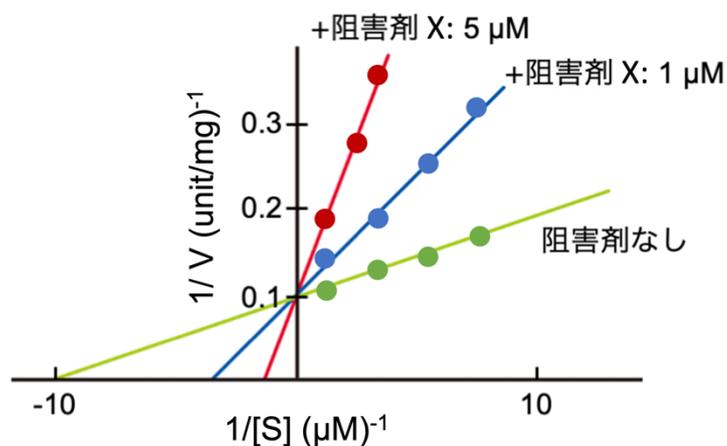
問4. 下線部(2)に関して、エネルギー(ATP)枯渇状態における脂肪酸合成反応の制御について、その分子メカニズムを説明せよ。

問5. 問題文に記述されていない脂肪酸の生理的役割を一つ答えよ。

(次ページに続く)

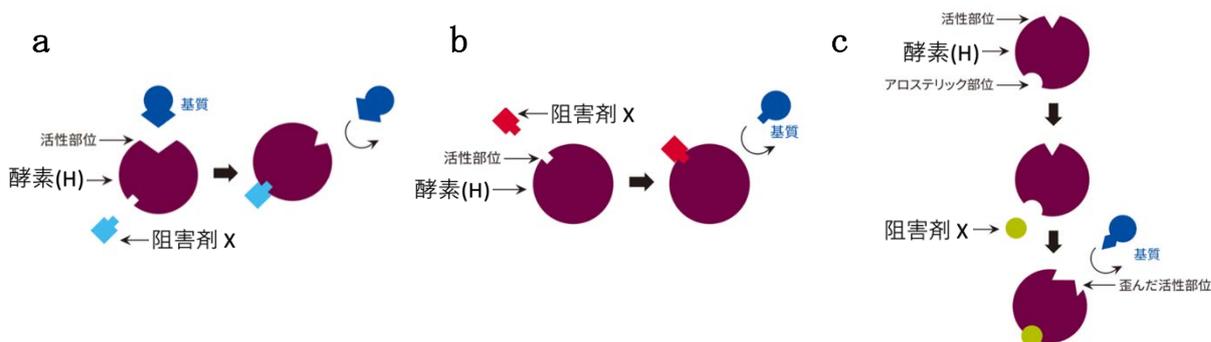
第2問のつづき

問6. 脂肪酸合成を抑制するために開発した脂肪酸合成の律速酵素である（H）に対する阻害剤X（1及び5 μM）を用いて、基質Sの種々の濃度存在下に、酵素活性を測定しLineweaver-Burkプロットにより阻害剤Xの性質を検討した（下図）。下図に表した結果をもとに、次の問（1）～（3）に答えよ。



注意：酵素活性は1分間に触媒できる酵素活性を1 unit 単位で表す

- (1) 測定した酵素（H）の最大活性 ( $V_{max}$ ) と基質 S に対する見かけ上の親和性 ( $K_m$ ) の値を求めよ（単位も含めること）。
- (2) 酵素（H）に対する阻害剤 X の阻害様式名を書き、その理由を説明せよ。
- (3) 阻害剤 X の酵素阻害モデルとして正しいものを以下の a～c から一つ選べ。



**第1問** 次の問1～問2に答えよ。

**問1.** 原子・イオン・分子に関する次の（1）～（6）の問に答えよ。

（1） 次の原子の基底状態の電子配置を示せ。

(a) C（原子番号  $Z = 6$ ）

(b) P（原子番号  $Z = 15$ ）

（2） C と N の 2p 電子の有効核電荷の差は 0.69 であるのに対して、N と O の 2p 電子の有効核電荷の差は 0.62 である。2p 電子の有効核電荷の差が後者の方が前者よりも小さい理由を説明せよ。

（3） P と S の第一イオン化エネルギーはそれぞれ 1011 kJ/mol, 1000 kJ/mol である。S の第一イオン化エネルギーが P よりも小さい理由を説明せよ。

（4） F<sup>-</sup> と I<sup>-</sup> ではどちらが分極しやすいか、理由とともに説明せよ。

（5） 窒素分子のルイス構造を描け。

（6） 窒素分子 N<sub>2</sub> の基底状態の電子配置を示せ。ただし、N<sub>2</sub> の分子軌道のエネルギー準位は、 $1\sigma_g < 1\sigma_u < 1\pi_u < 2\sigma_g < 1\pi_g < 2\sigma_u$  とする。

(次ページに続く)

第1問のつづき

問2. 酸と塩基に関する次の(1)～(6)の間に答えよ。

(1) ポーリングの規則を利用して、次の酸の  $pK_a$  の値を求めよ。

(あ)  $HNO_2$                       (い)  $H_2SO_4$                       (う)  $H_2PO_4^-$

(2) 次のイオンを水溶液中で、酸性度が増加する順に並べよ。

$Na^+$                $Fe^{3+}$                $Ca^{2+}$                $Sr^{2+}$

(3) ホウ酸の水溶液中におけるプロトン移動平衡式を記せ。

(4) フッ化水素は無水硫酸中では酸として作用する。この反応の反応式を記せ。

(5) 次の分子を酸性度の高くなる順に並べなさい。さらに、その順に並べた理由を説明せよ。

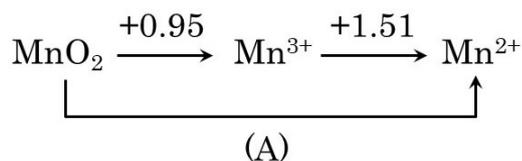
$BCl_3$                $BI_3$                $BF_3$                $BBr_3$

(6)  $F^-$ ,  $I^-$ ,  $SCN^-$ ,  $CO_3^{2-}$ の中から  $Ag^+$ と結合しやすいイオンをすべて選び、それらを選んだ理由を説明せよ。ただし、多原子アニオンを選んだ場合には、 $Ag^+$ が結合する原子を示せ。

(次ページに続く)

第2問 次の問1～問3に答えよ。

問1. 酸性溶液におけるマンガンのラチマー図に関する次の(1)～(2)の間に答えよ。



- (1)  $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}$ 系に対する標準電位(A)の値を求めよ。
- (2)  $\text{Mn}^{3+}(\text{aq})$  が  $\text{MnO}_2(\text{s})$  と  $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$  に不均化するか、その反応式を示した上で、不均化反応に対する電位と標準反応ギブズエネルギー変化の関係に基づいて説明せよ。

問2. 次の(1)～(2)の間に答えよ。

- (1) 次の分子が属する点群を帰属し、極性分子を選び記号で答えよ。

(a)  $\text{CH}_4$       (b)  $\text{H}_2\text{O}$       (c)  $\text{BCl}_3$       (d)  $\text{XeF}_4$

- (2)  $\text{NH}_3$  にはいくつの基準振動モードがあるか。 $\text{NH}_3$  における原子の変位を考慮して、振動モードの数を求めよ。さらに、下記の  $C_{3v}$  の指標表を用いて基準振動モードの対称種を決定せよ。

$C_{3v}$  の指標表

$C_{3v}$	$E$	$2C_3$	$3\sigma_v$	$h = 6$	
$A_1$	1	1	1	$z$	$x^2+y^2, z^2$
$A_2$	1	1	-1	$R_z$	
$E$	2	-1	0	$(x, y) (R_x, R_y)$	$(x^2-y^2, xy) (zx, yz)$

(次ページに続く)

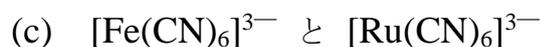
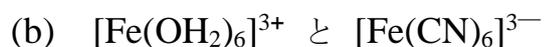
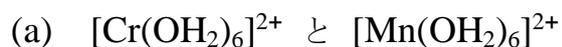
第2問のつづき

問3. イオン固体や金属錯体に関する次の(1)～(3)の間に答えよ。

- (1) 塩化ナトリウム型構造をとる次の4つの化合物を格子エネルギーが増加する順に並べよ。



- (2) 次の正八面体錯体の組み合わせにおいて、配位子場安定化エネルギーが大きいのはどちらか、結晶場理論およびd軌道の電子配置に基づいて説明せよ。



- (3) 次の3d金属錯体が属する点群を帰属して、各錯体の溶液が呈する色を支配している電子遷移の起源を説明せよ。

