

令和5年度長崎大学大学院工学研究科

博士前期課程 総合工学専攻一般入試

化学・物質工学コース 専門科目 B

## 生化学

この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け、選択しない場合は×を付けること。

受験番号 \_\_\_\_\_

※用紙の2枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

---

この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号 \_\_\_\_\_

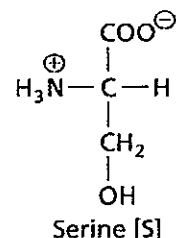
※解答はそれぞれの問の下の枠内に記入すること。

問1. タンパク質に関する以下の問に答えよ。

- 1) タンパク質のアミノ酸配列（一次構造）を比較することで、生物種間の関連性や進化について推測することが可能である。異なる生物に共通して存在するタンパク質（たとえばシトクロムcなど）のアミノ酸配列から、どのようにして生物種の進化的関係を推測できるかについて説明せよ。
- 2) タンパク質の一次構造を決定する化学的方法としてはエドマン分解があるが、この方法では一度に数十残基の配列しか決定できないので、アミノ酸を100個以上含むタンパク質の全配列を一度に決定することはできない。どのような手順でタンパク質の全配列を決定することができるかを説明せよ。
- 3) タンパク質の二次構造の代表であるαヘリックスとβシートにおいて、アミノ酸残基の側鎖は立体構造上どのような位置に存在するかを答えよ。
- 4) タンパク質を完全に変性させる場合には、尿素などの変性剤とともに2-メルカプトエタノールなどのチオール基を含む還元剤を加えることが多い。その理由について述べよ。

1)	
2)	
3)	
4)	

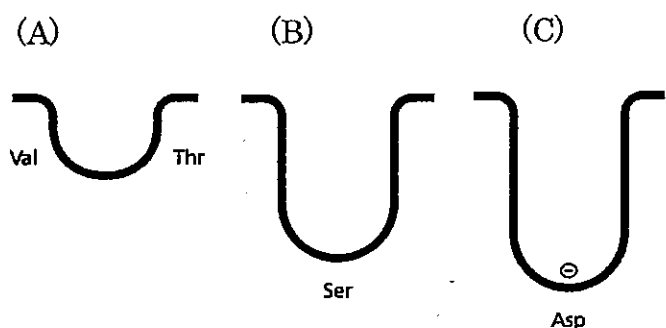
問2. タンパク質分解酵素（プロテアーゼ）であるトリプシン、キモトリプシン、エラスターゼに関する以下の問に答えよ。



- 1) この3種のプロテアーゼはヒトのどの臓器で合成され、体内でどのような役割を果たしているかを答えよ。
- 2) これらのプロテアーゼはいずれも活性部位に存在するセリン残基（右図）が触媒残基となってタンパク質のペプチド結合を加水分解するため、セリンプロテアーゼとよばれる。この活性部位に存在するセリン残基は触媒機構においてどのような役割を果たしているかを説明せよ。

1) 臓器の名前	プロテアーゼの役割
2)	

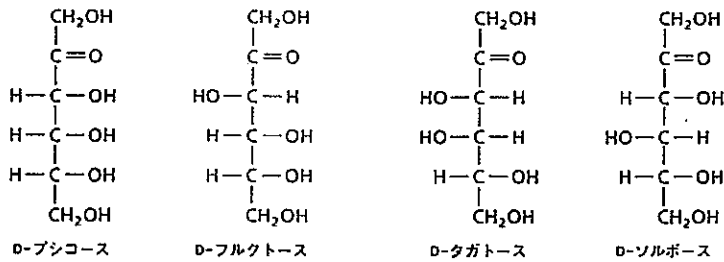
- 3) 下の図は、これら3種類のプロテアーゼの基質結合部位（基質が結合するタンパク質表面のくぼみ）の模式図である。(A), (B), (C) がそれぞれどのプロテアーゼのものかを答えよ。ただし、トリプシンはリシン (Lys) とアルギニン (Arg), キモトリプシンはトリプトファン (Trp), チロシン (Tyr), フェニルアラニン (Phe), ロイシン (Leu) など, エラスターゼはグリシン (Gly), アラニン (Ala) などのアミノ酸残基を認識してペプチド結合を加水分解する。また、図に表示しているアミノ酸の略号 (Val, Thr, Ser, Asp) は酵素の基質結合部位周辺に存在するアミノ酸残基の種類と位置を表している。



(A)	
(B)	
(C)	

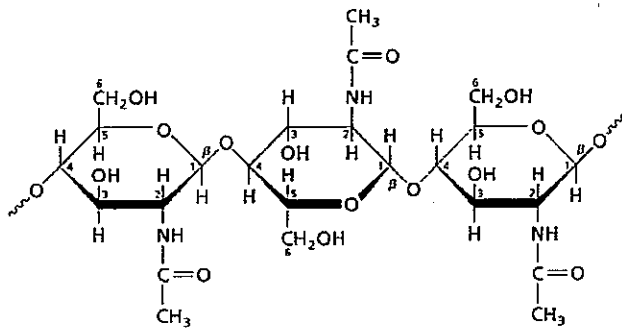
問3. 糖質に関する以下の問に答えよ。

- 1) ケトヘキソース（六炭糖ケトース）には鎖状構造において8種類の立体異性体が存在する。下に4種類のケトヘキソースをフィッシャー投影式で示している。残りの4種類の立体異性体の構造をフィッシャー投影式で描き、それぞれの構造式の下に名前を記入せよ。



- 2) 下の図は、Nアセチルグルコサミンがβ-(1→4)結合して直鎖状構造となった多糖の構造であり、これは昆虫や甲殻類（エビ、カニなど）の外骨格（殻）に多く含まれている。この多糖について以下の問に答えよ。

- (a) この多糖の名前を答えよ。  
 (b) これと同じ結合様式でNアセチルグルコサミンの代わりにグルコースのみが直鎖状に結合した多糖の名称を答えよ。  
 (c) この多糖は水や熱水に不溶であるが、その理由を述べよ。  
 (d) この多糖を完全に酸加水分解した際に生成する物質を、すべて答えよ。



(a)
(b)
(c)
(d)

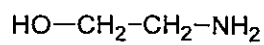
問4. 核酸と遺伝情報の流れに関する以下の問に答えよ。

- 1) 真核生物において、ゲノムDNAはヒストンに巻き付いた形でヌクレオソームを形成している。  
 (a) ヒストンは塩基性アミノ酸を多く含む塩基性タンパク質であるが、これはDNAとの相互作用にどのような関係があるのかを答えよ。  
 (b) ヒストンのN末端領域に存在する塩基性アミノ酸のうちリシン残基はヒストンアセチルトランスフェラーゼによって、その側鎖のアミノ基がアセチル化されることがある。このアセチル化と遺伝子発現との関係を述べよ。
- 2) 真核細胞内には、核内のゲノムDNA以外にも遺伝子を含むDNAが存在するオルガネラがある。そのオルガネラの名称を1つ答えよ。また、そのオルガネラがDNAを含む理由について説明せよ。
- 3) 標準遺伝暗号においては64種類のコドンのうち61種類がアミノ酸に対応しており、残りの3つは対応していない。  
 (a) 多くの場合、複数のコドンが同じアミノ酸に対応しているが、これは何と呼ばれるか。  
 (b) アミノ酸に対応していない3つのコドンの役割は何か。
- 4) 真核生物において、分泌タンパク質や膜タンパク質を合成しているオルガネラは何か。また、合成されたタンパク質はどのような経路をたどって細胞外へ分泌されたり、膜内に組み込まれたりするかを説明せよ。

1)	(a)	(b)
2)	オルガネラの名称	理由
3)	(a)	(b)
4)	オルガネラの名称	
	タンパク質の分泌や膜への組み込みの過程	

問5. 脂質に関する以下の問に答えよ。

- 天然の脂質を構成する脂肪酸アシル基の炭化水素鎖の長さや二重結合の数は、脂肪酸の融点とどのような関係があるかを説明せよ。
- 細胞膜に多く含まれるグリセロリン脂質であるホスファチジルエタノールアミンの極性頭部には、次の構造を持つエタノールアミンがエステル結合で結合している。これを参考にしてホスファチジルエタノールアミンの構造式を描け。ただし、アシル基の炭化水素鎖は R-で示すこと。



エタノールアミン

- 生体膜は流動性をもつ脂質二重層から成り、脂質分子は膜に沿って水平方向に素早く拡散することができる。しかし、脂質二重層の2つの層の間での垂直拡散は非常に遅く、水平方向に比べて10億分の1程度の拡散速度であることがわかっている。この理由について述べよ。

1)
2)
3)

問6. 解糖系、糖新生およびグリコーゲン代謝に関する以下の問に答えよ。

- 1) 解糖系は、エネルギーを付与する準備段階であるヘキソース（六炭糖）が関わる前半と、エネルギー獲得段階であるトリオース（三炭糖）が関わる後半の二つに大別できる。この前半と後半それぞれにおいて、グルコース1分子あたり消費もしくは生成されるATPの分子数を答えよ。解答には、消費もしくは生成のどちらが起こっているかも明記せよ。
- 2) グリコーゲンの合成において、下記の分子は促進もしくは抑制のどちらに作用するかそれぞれ答えよ。  
【cAMP, アドレナリン, インスリン, グルカゴン】

1)	
2)	

問7. アミノ酸代謝に関する以下の問に答えよ。

- 1) アンモニアの取り込みによって、以下の基質から生成されるアミノ酸をそれぞれ答えよ。  
a) 2-オキソグルタル酸      b) グルタミン酸
- 2) 窒素固定について説明せよ。
- 3) アミノ酸異化における糖原性とケト原性について説明せよ。

1)	
2)	
3)	

問8. ヌクレオチド代謝に関する以下の問に答えよ。

- 1) 標準塩基5種類について、それらをプリン塩基およびピリミジン塩基の2グループに分類し、それぞれの名称を答えよ。
- 2) 霊長類において、プリン塩基は異化経路で物質Aに変換された後、尿や便から排泄される。Aの物質名を答えよ。
- 3) ヌクレオチドの新生合成経路に関わる物質を、以下の中から選択せよ（複数選択可）。  
【アスパラギン酸, グルタミン, ATP, リボース5-リン酸, Rubisco, アルドラーゼ】

1)	
2)	
3)	

問9. 細胞小器官と代謝経路の関係について、次の 1) ~ 7) に示す代謝経路と関係する、細胞小器官、細胞内領域、細胞小器官内の領域などを、a ~ g の中からそれぞれ選択せよ。

(代謝経路)

- 1) 解糖系                      2) クエン酸回路              3) 電子伝達系              4) 脂肪酸 β 酸化
- 5) 脂肪酸合成              6) 植物の光合成明反応      7) 植物の光合成暗反応

(細胞小器官, 細胞内領域, 細胞小器官内の領域など)

- a. 細胞質ゾル              b. ミトコンドリア              c. ストロマ              d. チラコイド膜
- e. 液胞                      f. 細胞壁                      g. リソソーム

1)	2)	3)	4)
5)	6)	7)	