

問1. タンパク質の構造に関する以下の問に答えよ。

- 1) 通常、タンパク質を完全変性させる際には、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還元剤を加える必要がある。この理由について説明せよ。
- 2) トリプシンはタンパク質分解酵素の一つで、タンパク質中のアルギニン残基やリシン（リジン）残基のC-末端側のペプチド結合を加水分解する活性をもつ。トリプシンはどのようにしてこれらのアミノ酸を特異的に認識しているのかを、トリプシンの基質結合部位の構造や特徴をもとに説明せよ。
- 3) α -ヘリックスや β -シートなどの二次構造はポリペプチド鎖内のどのような相互作用で形成（維持）されているかを述べよ。
- 4) タンパク質の立体構造を決定する方法として、X線結晶構造解析と核磁気共鳴（NMR）が用いられている。両者の特徴を比較して説明せよ。
- 5) 血液中の酸素輸送タンパク質であるヘモグロビンは、4本のポリペプチド鎖から成る四量体タンパク質である。このような複数のポリペプチド鎖から成る立体構造は一般に何と呼ばれるか。また、ヘモグロビンにおいて、このような複数のポリペプチド鎖から成る構造は、その酸素結合特性にどのような影響を及ぼしているかを説明せよ。

問2. 糖質に関する以下の問に答えよ。

- 1) 3つの炭素から成る単糖は、立体異性体を考慮した場合、アルデヒド基を持つもの（アルドース）二種類とケトン基を持つもの（ケトース）一種類が存在する。それらの名称と構造式を記せ。
- 2) 次に示す糖及びその誘導体のうち還元性を示さないものはどれかを、その理由とともに答えよ。
メチル- α -D-グルコピラノシド、スクロース（ショ糖）、グルコース、マルトース（麦芽糖）、グアノシン（ヌクレオシド）
- 3) エビヤカニなどの甲殻類の外骨格に多く含まれ、セルロースと同じ結合様式をもつ不溶性の多糖の名称と、それを構成する単糖の名称を答えよ。
- 4) 主に動物の筋肉や肝臓に含まれ、貯蔵エネルギー源として利用される多糖の名称と、それを構成する単糖の名称を答えよ。
- 5) 細胞表面には多様なオリゴ糖鎖が存在し、それらはさまざまな細胞同士の認識分子として重要な役割を果たしている。このようにオリゴ糖鎖が生体内で細胞同士の認識に用いられている理由（利点）を、オリゴ糖鎖の構造的特徴をもとに説明せよ。

（問1と問2の解答は、以下に記入すること。必要であれば、用紙の裏に記入してもよい。）

問3. 核酸に関する以下の問に答えよ。

- 1) アルカリ水溶液中 (例えば 0.1 M の NaOH 水溶液中) における DNA と RNA の安定性の違いを、両者の構造の違いから説明せよ。
- 2) DNA の二重らせん構造はどのような実験結果から推定されたのかを説明せよ。
- 3) DNA から RNA への転写を行う酵素の一般的な名称と、その酵素が認識する DNA 中の転写開始部位の名称を答えよ。
- 4) 原核生物において、mRNA 中の開始コドンの規定する配列は何と呼ばれるか。また、その配列はどのようにして開始コドンの規定するのかを答えよ。
- 5) 真核生物 mRNA の 3'-末端に転写後に付加される特徴的な配列は何か。

問4. 脂質および細胞膜に関する以下の問に答えよ。

- 1) 脂肪酸の炭化水素鎖の長さおよび二重結合の数と、脂肪酸の融点との関係を、理由とともに説明せよ。
- 2) 細胞膜構成リン脂質を 2 種類挙げ、それらの構造式を記せ。ただし、炭化水素鎖は R で表わすこと。
- 3) 細胞膜には質量で 20~25% のコレステロールが含まれる。このことが細胞膜の物性に与える影響を説明せよ。
- 4) 細胞膜に含まれる膜タンパク質の役割を、例を挙げて説明せよ。

(問3と問4の解答は、以下に記入すること。必要であれば、用紙の裏に記入してもよい。)

問5. 糖質代謝及びエネルギー生産に関する以下の間に答えよ。

- 1) 1分子のグルコースを解糖、クエン酸回路、NADHおよび QH_2 の再酸化によって異化したとき生成するATPは最大で何分子か、分子数を答えよ。
- 2) 解糖ではグリセルアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼの反応で NAD^+ が NADH へ還元される。解糖が継続的に進行するためには、 NAD^+ を再生する必要がある。嫌気的な条件下では、どのようにして NAD^+ を再生しているか説明せよ。複数の方法が考えられるが、一つだけ答えよ。
- 3) 解糖の調節の一つに、ホルモンによるグルコースの細胞内への輸送の調節が知られている。これに関わるホルモンの名称と、どのようにして調節しているか、その機構を説明せよ。
- 4) 解糖と糖新生を調節する酵素として、6-ホスホフルクトキナーゼ、フルクトース-1,6-ビスホスファターゼが知られている。これらの酵素の調節に関して設問(a)~(c)に答えよ。
 - (a) 6-ホスホフルクトキナーゼの活性を調節する物質の名称と、それらの物質がどのように調節するか答えよ。複数の物質が調節に関与しているので、知りうる限りすべて書くこと。
 - (b) 6-ホスホフルクトキナーゼ、フルクトース-1,6-ビスホスファターゼの二つの酵素は、制御因子となる物質によって双方向に調節されている。その制御因子となる物質の名称と、その制御因子となる物質をつくる酵素の名称を答えよ。
 - (c) 設問(b)で答えた酵素は、二つの機能をもつ二機能性酵素である。その二つの機能はどのように調節されているか答えよ。
- 5) 1分子のクエン酸がクエン酸回路および引き続く反応で完全に酸化されると何分子のATPが生産されるか、分子数を答えよ。完全に酸化されるとは、クエン酸回路の反応で生じた NADH と QH_2 がすべて完全に酸化されてATPを生産することを意味している。リンゴ酸-アスパラギン酸シャトルが機能しているとする。
- 6) ミトコンドリアでは、膜結合電子伝達系によりプロトン勾配が形成される。ATPシンターゼはプロトン勾配で駆動される反応によりATPを生成する。ATP生成過程では、プロトンはミトコンドリアのどこからどこへ移動するか、ミトコンドリア内の名称を移動の向きを含めてそれぞれ答えよ。

(問5の解答は、以下に記入すること。必要であれば、用紙の裏に記入してもよい。)

問6. 光合成に関する以下の間に答えよ。

- 1) 光合成真核生物で、集光性の光化学系が局在しているオルガネラ（細胞小器官）の名称を答えよ。
- 2) シアノバクテリアの共役光化学系に関して、設問(a)~(c)に答えよ。
 - (a) 光化学系 II からシトクロム *b_f* へ電子を受け渡す物質の名称を答えよ。
 - (b) 光化学系 I で非循環電子伝達反応が起こるときに生じる還元型補酵素の名称を答えよ。
 - (c) 光化学系 II の P680⁺の還元は、どのようにして起こるか説明せよ。
- 3) カルビン回路に関して、設問(a)~(c)に答えよ。
 - (a) カルビン回路の最初の段階であるリブローズ-1,5-ビスリン酸から 3-ホスホグリセリン酸を生じる反応を触媒する酵素の名称を答えよ。酵素の名称は略称で答えても良い。
 - (b) 設問(a)で答えた酵素は、光呼吸と呼ばれる現象に関係している。光呼吸とはどのような反応か、またそれを引き起こす(a)で答えた酵素の特徴について説明せよ。
 - (c) 3分子のリブローズ-1,5-ビスリン酸がカルビン回路を一周して、再び3分子のリブローズ-1,5-ビスリン酸となるときに生じるグリセルアルデヒド 3-リン酸の分子数及び反応に必要な ATP 及び NADPH の分子数を答えよ。

問7. ヌクレオチド代謝に関する以下の間に答えよ。

- 1) ヌクレオチドの構成成分である塩基には、プリン塩基とピリミジン塩基がある。生体内で使われているプリン塩基を二つ、ピリミジン塩基を三つ、名称を答えよ。
- 2) リボヌクレオチドからデオキシリボヌクレオチドへの還元は、大部分の生物ではヌクレオチドに、特定個数のリン酸基が結合した状態で起こる。それは何個か、答えよ。
- 3) リボヌクレオチドからデオキシリボヌクレオチドへの還元で、還元されるヒドロキシ基はどれか、下図に示したリボヌクレオシドに記入して示せ。

(問6と問7の解答は、以下に記入すること。必要であれば、用紙の裏に記入してもよい。)

