

2024年 7月 14日実施

2025年度（夏季）
立教大学大学院 理学研究科 博士課程前期課程
生命理学専攻 入学試験問題
（生命理学）

〔注意〕 ＊合図があるまでこのページをめくらないこと。

1. 解答用紙が5枚配られていることを確認せよ。そうでない場合は挙手して試験監督者に伝えよ。
2. 配られたすべての解答用紙に受験番号を記入せよ。
3. 解答はすべて解答用紙に記入し、問題ごとに解答用紙1枚を使用せよ。
4. 問1～10の中から5問を選び解答せよ。ただし、6問以上答えてはならない。
5. 解答用紙の左上に、選択した問題の番号を記入すること。たとえば問1を選択した場合には、「1」ではなく「問1」と記入すること。解答用紙の裏面を使用してもよいが、その場合には表面の所定の欄に○印を記入すること。
6. 質問がある場合は挙手して試験監督者に伝えよ。

問 1. 細胞の表層構造に関して、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 次の生物 a)~d)のそれぞれについて、①細胞壁を持つか否か、②細胞壁を持つ生物については、細胞壁を構成する物質名を述べよ。

a) 動物、b) 植物、c) バクテリア、d) カビ

(2) 次の抗生物質 a)~d)のうち、その作用が細胞壁に深く関係しているものを 1つ選び、その作用機構を説明せよ。

a) クロラムフェニコール、b) テトラサイクリン、c) アンピシリン、
d) ナリジクス酸 (ナリジキシニン酸)

問 2. 生体膜を構成する脂質と膜タンパク質に関する以下の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

(1) 動物細胞の生体膜を構成するグリセロリン脂質の具体例を 3つ挙げ、共通する化学構造とそれぞれの特性を述べよ。

(2) 生体膜を構成する主要なグリセロリン脂質は、膜のどちらかの単層に偏って存在する。このように脂質が偏在する機構について、簡潔に説明せよ。

(3) 膜タンパク質の膜貫通部位を構成するポリペプチドの二次構造には、2種類の代表的な構造がある。それぞれの名称と構造的な特徴を述べよ。

(4) タンパク質の中には、翻訳後修飾により共有結合した脂質を介して生体膜と相互作用できるものがある。その脂質修飾の具体例を 3つ挙げ、それぞれの特徴を述べよ。

問 3. エネルギー代謝に関する以下の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) 動物ミトコンドリアでの酸化的リン酸化反応について、関係する反応、触媒する酵素をあげて説明せよ。電子の移動についても説明すること。

(2) 高等植物葉緑体での光リン酸化反応について、関係する反応、触媒する酵素をあげて説明せよ。電子の移動についても説明すること。

(3) 動物ミトコンドリアでの酸化的リン酸化反応と高等植物葉緑体での光リン酸化反応について、類似点を記せ。

問 4. 翻訳に関して、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 翻訳の開始機構に関して、バクテリアと真核生物の相違点を説明せよ。

(2) 大腸菌の翻訳におけるポリペプチド鎖の伸長過程を説明せよ。

ただし、説明においては次の 2点 a)、b)に留意せよ。

a) リボソームの A 部位が空になった状態から説明を始めよ。

b) 解答には次の語句をすべて用い、用いた語句には下線を施せ。

(語句) 伸長因子 Tu (elongation factor Tu, EF-Tu)、転位 (translocation)、

伸長因子 G (elongation factor G, EF-G)、23S rRNA、GTPase

問5. 以下の設問(1)～(3)に答えよ。なお、温度 300K、pH 7.0、気体定数 $R = 8.3 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 96500 \text{ Cmol}^{-1}$ 、 $\ln 10 = 2.3$ とし、解答は有効数字 2 桁で求めよ。

- (1) 筋細胞内にある筋小胞体には Ca^{2+} が貯蔵される。細胞内の Ca^{2+} 濃度が 10^{-7} M で、筋小胞体内の Ca^{2+} 濃度が 10^{-4} M である時、 Ca^{2+} イオンを細胞内から筋小胞体内へ運び込む反応のギブスエネルギー変化 (Ca^{2+} イオンの電気化学ポテンシャル差) を計算せよ。このとき、膜電位はゼロであるとする。
- (2) (1) の条件の Ca^{2+} イオンの濃度差による拡散電位によって膜電位が形成される場合の膜電位を、細胞内の電位を基準にして筋小胞体内の電位として求めよ。
- (3) Ca^{2+} -ATPase は ATP 1 個を加水分解するエネルギーを用いて、濃度勾配に逆らって Ca^{2+} を 2 個、筋小胞体内に輸送する。[ATP]= 4.0 mM、[ADP]= 1.0 mM、[無機リン酸]= 4.0 mM のとき、(1)の条件(膜電位はゼロ)で Ca^{2+} を輸送するときの ATP 加水分解のエネルギーの利用効率を求めよ。なお、ATP 加水分解の生化学的標準反応ギブスエネルギー変化 $\Delta_r G^{\circ} = -30.5 \text{ kJmol}^{-1}$ である。

問6. 細胞中の DNA は頻繁に損傷を受けており、細胞は DNA 損傷に応答する機構を備えている。DNA 損傷に関して以下の設問(1)～(4)に答えよ。

- (1) 細胞内で生じる異なるタイプの DNA 損傷を 2 種類挙げよ。
- (2) (1) で答えた DNA 損傷のそれぞれに関して、損傷が生じる原因について説明せよ。
- (3) (1) で答えた DNA 損傷のそれぞれに関して、その損傷はどのような機構で修復または対処されるかについて説明せよ。その際、どのような活性を持つ酵素が働いているかについても触れること。
- (4) (1) で答えた DNA 損傷のそれぞれに関して、その損傷が修復または対処されずに放置されると、どのような不都合が生じるかについて説明せよ。

問7. アポトーシスと呼ばれるプログラムされた細胞の死に関する以下の設問(1)～(4)に答えよ。

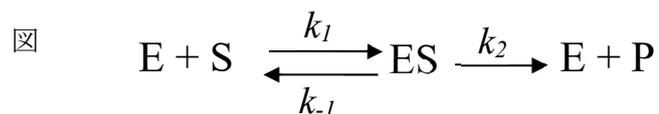
- (1) アポトーシスにより死んだ細胞には、通常の壊死した細胞とは異なる特徴が見られる。その特徴を 2 つ述べよ。
- (2) アポトーシスの誘導に重要な役割を果たすプロテアーゼファミリーの名称を答えよ。
- (3) アポトーシスの誘導には、複数の細胞内の経路が存在することが知られている。それらの経路では、Bcl2 ファミリーと呼ばれるタンパク質ファミリーが、アポトーシス誘導の調節に働いている。細胞内のアポトーシス誘導経路を 1 つ挙げ、その経路に働く Bcl2 ファミリータンパク質の役割を説明せよ。
- (4) 膵臓のインシュリン分泌細胞では、分泌タンパク質の過剰な生産により小胞体内腔でタンパク質の折り畳みの失敗が起きることがある。このようなタンパク質生合成の失敗が細胞にストレスとなり、最終的にはアポトーシスを引き起こす。この小胞体でのストレスを介した自律的なアポトーシスの機構を、簡潔に説明せよ。

問 8. 真核生物の遺伝子発現におけるヒストンの修飾に関する以下の設問 (1) ~ (5) に答えよ。

- (1) 真核生物の染色体に含まれるヒストンは様々な修飾を受けることで遺伝子発現に関与している。このような遺伝子発現に関与するヒストン修飾の総称を答えよ。
- (2) ヒストンの修飾を 4 種類記せ。
- (3) H3K27Ac とは何を表しているか記せ。
- (4) H3K27Ac は遺伝子発現を上昇させる。そのメカニズムを少なくとも 2 種類述べよ。
- (5) 遺伝子発現を抑制する場合のメカニズムを述べよ。

問 9. 酵素反応に関する以下の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 図に示す酵素反応において、定常状態を仮定して、ミカエリス・メンテン(Michaelis-Menten)の式を導け。ただし、 E 、 S 、 P 、 ES はそれぞれ、酵素、基質、反応生成物、酵素・基質複合体を表し、 k_1 、 k_{-1} 、 k_2 はそれぞれの反応速度定数を表す。反応系に含まれる全酵素濃度を $[E]_0$ とし、酵素、基質、反応生成物、酵素・基質複合体それぞれの濃度を $[E]$ 、 $[S]$ 、 $[P]$ 、 $[ES]$ とせよ。また、酵素との結合や反応の進行による $[S]$ の変化は無視せよ。



- (2) ある酵素はミカエリス・メンテン型の基質濃度依存性を示す。その反応速度は、基質濃度 $10 \mu\text{M}$ のときが 36 s^{-1} 、 $100 \mu\text{M}$ のときが 120 s^{-1} であった。基質濃度 $400 \mu\text{M}$ での反応速度を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程を明示すること。
- (3) (2) の酵素の反応液に、阻害定数 $K_i = 100 \mu\text{M}$ の競合阻害剤(competitive inhibitor)を濃度 $200 \mu\text{M}$ で加え、基質濃度 $400 \mu\text{M}$ で反応させた。このときの反応速度を (2) と同様に求めよ。

問 10. 核と細胞質の間のタンパク質輸送に関する以下の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 核の内部と細胞質の間の移動では、小さな水溶性分子は自由に行き来できるが、ある大きさ以上のタンパク質の通過を妨げる構造物がある。その名称を答えよ。
- (2) 核の内部へ運ばれるタンパク質は、適切なシグナル配列を持っている。そのシグナル配列の名称と、アミノ酸配列の特徴を述べよ。
- (3) 核内へのタンパク質の輸送機構について、働く因子とエネルギーの必要性を含めて説明せよ。
- (4) 核外へのタンパク質の輸送機構について、働く因子とエネルギーの必要性を含めて説明せよ。

以上