

令和4年7月30日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和5(2023)年度 博士前期課程 入学試験問題  
(一般選抜)

専門科目

(生物情報)

筆記試験1

9:00~11:00

【注意事項】

- 次の4題の問題すべてに解答しなさい。
- 全ての解答用紙に受験番号を記入すること。
- 解答は、解答用紙の所定の欄に記入すること。
- 解答時間に注意すること。時間になるまで問題冊子を開いてはいけない。
- 問題用紙は表紙を含めて8枚である。
- 配点率は記してある。

## 問題 1 (配点率 25%)

真核生物の遺伝子が転写、翻訳を経てタンパク質となり、機能を発揮する過程は複数の段階で調節されている。これに関し、次の問いに答えよ。

### 問 1-1

遺伝情報が転写、翻訳され、タンパク質に伝達される分子生物学の基本概念を何というか、答えよ。

### 問 1-2

真核生物のプロモーターに存在する TATA ボックスと呼ばれる配列に転写基本因子が結合すると、RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できるようになり、遺伝子の転写が開始される。転写活性化因子が転写基本因子を介して転写を活性化する仕組みを説明せよ。

### 問 1-3

問 1-2 の仕組みのほかに転写活性化因子が DNA の構造変化を介して転写を活性化する仕組みを 1 つ説明せよ。

### 問 1-4

真核生物の遺伝子は複数の転写調節因子の組み合わせによって制御されている。このような制御を行う利点を述べよ。

### 問 1-5

真核生物では転写の活性化以外に、遺伝子の転写産物量はどのような方法で調節されるか、方法を 3 つ挙げよ。

### 問 1-6

翻訳されてできたタンパク質が完全な機能を持つまでになされる処理を 3 つ挙げよ。

### 問 1-7

タンパク質はアロステリックな制御によってもその活性が調節される。これはどのような仕組みか、説明せよ。

次のページへ続く。

問 1-8

タンパク質の発現量の調節にはタンパク質の分解の制御が役立っている。細胞内のタンパク質を無差別に分解しないで済むように備えられた仕組みを述べよ。

問 1-9

タンパク質は発揮する機能ごとに大きく 8 つのカテゴリーに分類される。次の例に習って残りの7つのタンパク質のカテゴリーを挙げ、その機能を説明せよ。

例 酵素タンパク質は共有結合の切断や形成を触媒する。

問 1-10

タンパク質の研究史において、次の出来事を古い順に並べよ。

- (ア) マン、エイバソールド、イェーツが、質量分析法を用いて、複雑な混合物中のタンパク質を同定する効率的な方法を開発した。
- (イ) ヘンダーソンとアンウィンが電子顕微鏡写真をコンピュータで再構成する技術を用いて、膜貫通タンパク質の三次元構造を決定した。
- (ウ) フィリップスが X 線回折を用いてリゾチームの三次元構造を示した。
- (エ) ティセリウスが溶液中のタンパク質の分離に電気泳動を導入した。
- (オ) ヴェートリッヒが核磁気共鳴法を用いて、可溶性精子タンパク質の三次元構造を決定した。

## 問題 2 (配点率 25%)

次の問いに答えよ。

### 問 2-1

真核細胞の細胞周期制御系では、細胞周期の進行を 3 つの主要な移行点により調節している。それぞれの移行点について、どの期において制御系は何を確認しているのか答えよ。

### 問 2-2

下の図 1 は細胞周期における M サイクリンの濃度とサイクリン-Cdk 複合体 (M-Cdk) 活性の変化を示す。

Essential 細胞生物学 第 4 版 P. 608 の図 18-5 を参照ください。

図 1

- (1) 細胞周期が進行する過程で M サイクリンの濃度は緩やかに上昇するが、続いて急激に下がる。図 1 における M サイクリン濃度の急激な減少はどのような仕組みによって引き起こされるか、説明せよ。
- (2) M サイクリンを分解することができない変異細胞では、細胞周期において何が起きるか、説明せよ。
- (3) M サイクリンの濃度は間期の間にも緩やかに上昇しているにもかかわらず、M-Cdk 活性はとても急激に変化している。なぜこのような違いが起こるのか理由を 200 文字程度で述べよ。厳密な字数は問わない。

次のページに続く。

問 2-3

M-Cdk は有糸分裂の最初の段階に起こる細胞構成成分の多様で複雑な再構成すべてを開始させる。この時期に働くタンパク質複合体のコヒーシンとコンデンシンはどのような役割を担っているか。それぞれ 100 文字程度で述べよ。厳密な字数は問わない。

問 2-4

有糸分裂後期には、後期 A と後期 B の 2 つの過程で娘染色体が引き離される。後期 A では娘染色体が両紡錘体極のほうへ引っ張られ、後期 B では 2 つの紡錘体極が押されて引き離される。2 つの過程の移動の原動力はそれぞれ何と考えられるか答えよ。

問 2-5

細胞はアポトーシスと呼ばれるプログラムされた細胞死の一形態を起こして自殺するよう誘導する仕組みを有している。アポトーシスによる細胞死は、単に壊死する場合と比較して、生物にとってどのような利点があるか。違いが生じる理由を踏まえて、200 字程度で答えよ。厳密な字数は問わない。

問 2-6

動物細胞と植物細胞における細胞質分裂の違いを述べよ。

### 問題 3 (配点率 25%)

次の問いに答えよ。

#### 問 3-1

カリウムイオン( $K^+$ )によって、細胞膜の両側に電位差(静止膜電位)が形成される仕組みを説明せよ。

#### 問 3-2

空腹時に腸管上皮細胞が頂端部からグルコースを取り込み、基底部から細胞外液へグルコースを放出する過程を細胞内外のグルコース濃度と介在する輸送体に触れながら説明せよ。

#### 問 3-3

ある物質 A が細胞膜を隔てて細胞内に  $C_i$  [ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ], 細胞外に  $C_o$  [ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ] の濃度で存在する。細胞膜には、ATP の加水分解エネルギー ( $\Delta G = -12 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) を使って物質 A を能動的に細胞外から細胞内に輸送するポンプと、細胞内外の物質 A の濃度勾配に応じて受動的に輸送するチャネルがある。膜電位が  $V$  のとき、電荷  $z$  の物質 1.0 mol を細胞外から細胞内へ輸送するのに必要な自由エネルギー変化 ( $\Delta G_{in}$ ) は次の式で記述される。

$$\Delta G_{in} = -2.3RT \log_{10} \frac{C_o}{C_i} + zFV$$

気体定数  $R = 1.98 \times 10^{-3} \text{ kcal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 絶対温度  $T = 310 \text{ K}$ , ファラデー定数  $F = 23 \text{ kcal}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 膜電位  $V = -60 \text{ mV}$  とせよ。必要であれば,  $\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ ,  $\log_{10}5 = 0.70$  とし, 次の問いに答えよ。有効数字は 2 桁とし, 計算過程も示せ。

- (1) 1.0 mol の ATP の加水分解エネルギーを使って, グルコースを細胞外から細胞内へ輸送するポンプがあったとすると, 細胞内外のグルコースの濃度比  $C_o/C_i$  はいくらか。10 のべき乗で答えよ。
- (2) 1.0 mol の ATP の加水分解エネルギーを使って, カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) を細胞内から細胞外へ輸送するポンプがあったとき, 細胞内外の  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度比  $C_o/C_i$  はいくらか。10 のべき乗で答えよ。なお, 細胞内から細胞外へ輸送するのに必要な自由エネルギー変化  $\Delta G_{out}$  は,  $-\Delta G_{in}$  で表される。

次のページへ続く。

- (3)  $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプの輸送様式を答えよ。また、このポンプでは、 $\text{Na}^+$ は細胞内と細胞外のどちら側からどちら側へ輸送されるか答えよ。同様に  $\text{K}^+$ についても輸送の向きを答えよ。
- (4) ナトリウムの細胞外濃度  $150 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、ナトリウムの細胞内濃度  $10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、カリウムの細胞外濃度  $5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、カリウムの細胞内濃度  $150 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  のとき、 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプを駆動するのに必要なエネルギーを求めよ。なお、全体の輸送反応のエネルギーはそれぞれのイオンの輸送に必要なエネルギーの和で与えられる。
- (5) ATP の加水分解によって得られるエネルギーで  $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプを駆動する際の効率を求めよ。

#### 問 3-4

神経細胞がシグナルを受け渡す仕組みについて、次の問いに答えよ。

- (1) ニューロンが刺激されて、活動電位が軸索を伝って神経末端に伝達される仕組みを、イオンの輸送体の状態に触れながら、元に戻るまでの過程を含めて述べよ。
- (2) ニューロンの神経末端に到達した活動電位が引き金となって、シナプス間隙へ神経伝達物質の放出が起こる仕組みを述べよ。
- (3) 興奮性と抑制性の神経伝達物質が、異なる活動電位の変化を引き起こす理由を述べよ。

**問題4**（配点率25%）

次の語句の意味，語句が複数の場合はそれらの違いや関連性を，100字から200字程度で説明せよ。（厳密な字数は問わない）

問4-1

Ras, がん, GTPアーゼ活性

問4-2

グリコシド結合, 細胞壁, 多様な多糖

問4-3

グリコサミノグリカン, グルクロン酸, N-アセチルグルコサミン, プロテオグリカン

問4-4

ミトコンドリア, 葉緑体, エネルギー生成

問4-5

snRNA, snRNPs, スプライソソーム, スプライシング

問4-6

遺伝子導入植物, アグロバクテリウム, カルス

問4-7

分泌小胞, 調節性分泌経路, エクソサイトーシス

問4-8

選択的スプライシング

問4-9

クロマチン構造, ヒストン, ヌクレオソームコア粒子, ヒストン尾部



令和4年7月30日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和5(2023)年度 博士前期課程 入学試験問題  
(一般選抜)

専門科目

(生物情報)

筆記試験2

11:00~12:00

【注意事項】

- 次の1題の問題に解答しなさい。
- すべての解答用紙には受験番号を記入すること。
- 解答時間に注意すること。時間になるまで問題冊子を開いてはいけない。
- 問題用紙は表紙を含めて2枚である。

## 問題 5

次の文章を読んで問いに答えなさい。

Essential 細胞生物学 第4版 P. 352 の図 10-36 の説明を参照ください。

### 問 5-1

DNA ヘリカーゼは二重らせんの片方の DNA 鎖に沿って動き、二重らせんをほどく役割を果たしている。DNA ヘリカーゼ遺伝子の変異により早期老化が引き起こされるのはなぜかと推察されるか、100 字以内で説明せよ。

### 問 5-2

胚性幹細胞 (ES 細胞) を利用して、マウスに標的遺伝子を導入する方法を説明せよ。

### 問 5-3

以下の(1)と(2)の二つの研究テーマについて、あなたは老化に関する研究を始めようとしている。(1)と(2)のそれぞれについて、(A)研究計画と、(B)期待される結果を示しなさい。

- (1) DNA ヘリカーゼ遺伝子の変異以外の老化に関する新規メカニズムの解明
- (2) 早期老化を治療する新規方法の開発