

令和 6 年 7 月 27 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 7 (2025) 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 12 枚である.
- 配点率は記してある.

問題 1（配点率 25%）

次の問いに答えよ.

問 1-1

次の文章の空欄に当てはまる語句または数字を答えよ. 同一の語句または数字を複数回答してもよい.

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 129 の文章を一部改変して出題
（著作権の関係で文章の掲載を割愛）

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 254 の文章を一部改変して出題
（著作権の関係で文章の掲載を割愛）

次のページに続く.

Essential 細胞生物学 第5版 P. 316～317 の文章を一部改変して出題
(著作権の関係で文章の掲載を割愛)

問 1-2

DNA 複製に関わる次のタンパク質の役割を 50 文字程度で説明せよ。厳密な文字数は問わない。

- (1) DNA ポリメラーゼ
- (2) DNA ヘリカーゼ
- (3) 1 本鎖 DNA 結合タンパク質
- (4) DNA トポイソメラーゼ
- (5) 滑る留め金
- (6) 留め金装着タンパク質
- (7) プライマーゼ
- (8) DNA リガーゼ

問 1-3

ジデオキシ法とイルミナ法の原理を説明せよ。

次のページに続く。

問 1-4

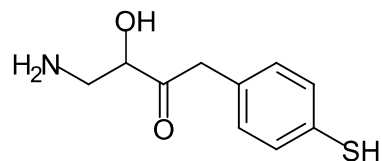
次の文章のうち、誤っているものをすべて選べ.

- A ヒト免疫不全ウイルスはレンチウイルスである.
- B 遺伝性疾患である赤色ぼろ線維を伴うミオクロームステんかんは、核に必要な複数のタンパク質の不足が原因である.
- C イノシトールリン脂質は細胞膜に大量に含まれている.
- D ドリコールリン酸は糖タンパク質やある種の多糖が膜で合成される際に、活性化した電子を運ぶ働きをする.
- E *Lac* オペロンは, *Lac* アクチベーターと転写活性化因子 CAP に制御される.

問 1-5

タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸のうち、次の文章に該当するアミノ酸の名称を一つ挙げ、その構造を例にならって書け.

構造の例



- (1) 側鎖に硫黄原子を含むアミノ酸
- (2) 側鎖に窒素原子を含む非荷電極性のアミノ酸
- (3) 側鎖に共鳴構造と窒素原子を含むアミノ酸

問題 2（配点率 25%）

次の問いに答えよ.

問 2-1

(1) 図 1 に示す化合物の名称を答えよ.

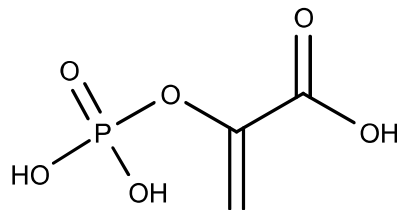


図 1

(2) 図 1 に示す化合物が基質もしくは生成物として関与する反応を触媒する酵素もしくは酵素複合体の名称を2つ答えよ.

問 2-2

(1) 図 2 には GPCR と RTK によって活性化されるおもな細胞内シグナル伝達系が示されている. 図中の空欄に入るタンパク質や化合物の名称を答えよ.

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.562 の図 16-35 を参照して下さい。
--

図 2

次のページに続く.

(2) 活性型 Akt は Bad というタンパク質をリン酸化して不活性化する。Bad がリン酸化されると細胞の振る舞いにどのような変化が生じるか答えよ。

(3) 図 3 に示す化合物の構造の例にならって、環状 AMP の構造を書け。

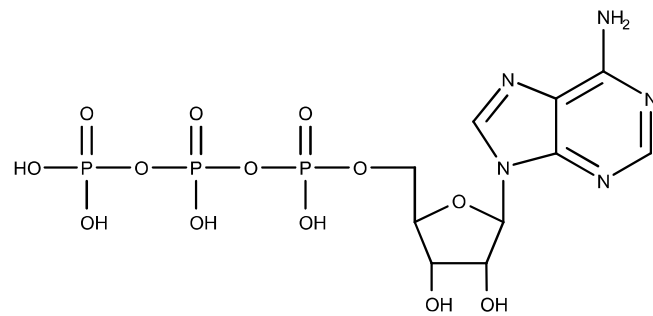


図 3

問 2-3

(1) 図 4 は 1 個の葉緑体の超薄切片の電子顕微鏡写真である。図中の記号がさす構造の名称を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.487 の図 14-42 を参照して下さい。

図 4

次のページに続く。

- (2) 図 5 は光化学系の電子伝達における電子の流れに伴う酸化還元電位の変化を表す。図中の記号がさす電子運搬体やタンパク質の名称を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.485 の図 14-39 を参照して下さい。

図 5

- (3) 光化学系で生み出された NADPH や ATP は、 CO_2 から糖を作り出す炭酸固定(カルビン回路)に利用される。カルビン回路の反応は図 4 の A と B がさす構造のどちらで起きるか答えよ。
- (4) カルビン回路では、3 分子の CO_2 から 1 分子のグリセルアルデヒド 3-リン酸を生産する際に、何分子の ATP と NADPH を消費するか。それぞれ答えよ。

問 2-4

- (1) 図 6 は有糸分裂中の動物細胞の光学顕微鏡写真である。染色体を橙色、微小管を緑色に染色している。時系列順に並べかえ、記号で答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.628～629 の図を参照して下さい。

図 6

次のページに続く。

- (2) 図 7 は有糸分裂中に染色体が付着した紡錘体の模式図である。記号がさす構造の名称を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.632 の図 18-24 を参照して下さい。

図 7

問 2-5

- (1) 図 8 はピルビン酸脱水素酵素複合体が触媒する反応の模式図である。記号がさす酵素の名称を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.438 の図 13-10 を参照して下さい。

図 8

- (2) クエン酸回路の反応を触媒する酵素、もしくは酵素複合体で、NADH を生産するものをピルビン酸脱水素酵素複合体以外に 2 種類答えよ。

次のページに続く。

(3) 電子伝達鎖において NADH がもつ高エネルギー電子はどのようにして ATP に変換されるのか. エネルギー変換の仕組みを答えよ.

(4) NADH と同様, FADH_2 も高エネルギー電子と水素の運搬体である. 1 分子あたりの FADH_2 の ATP 生産量が NADH よりも小さい理由を答えよ.

問 2-6

(1) 図 9 は光エネルギーの吸収に関わる分子の構造を表している. この分子の名称を答えよ.

(2) 図 9 の矢印(i)の青色で示された領域の構造名を答えよ.

(3) 図 9 の矢印(ii)の緑色で示された尾部の役割を答えよ.

(4) 図 9 の分子がよく吸収する光の波長領域を以下からすべて選び, 記号で答えよ.

- A 青色 (400 ~ 450 nm)
- B 緑色 (480 ~ 540 nm)
- C 黄色 (540 ~ 600 nm)
- D 赤色 (630 ~ 700 nm)

Essential 細胞生物学 第 5 版 P.481 の図 14-32 を参照して下さい。
--

図 9

問題 3 (配点率 25%)

次の問いに答えよ。必要であれば、気体定数 $R = 1.98 \times 10^{-3} \text{ kcal K}^{-1}$, 絶対温度 $T = 310 \text{ K}$, $\ln 2 = 0.69$, $\ln 3 = 1.10$, $\ln 5 = 1.61$, アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 1 モルの気体の体積は 22.4 L とし, 有効数字 2 桁で答えよ。物質の濃度(単位: M)は, [ATP] のように表記せよ。

問 3-1

グルコースを二酸化炭素に完全酸化する際の化学反応式を書け。

問 3-2

ADP と P_i から ATP が再生される反応のギブズ自由エネルギー変化 ΔG を表す式を書け。必要であれば, この ATP 再生反応の標準ギブズ自由エネルギー変化を ΔG° とせよ。

問 3-3

単離したミトコンドリアは, $[\text{ATP}] / ([\text{ADP}][\text{P}_i])$ が $1.0 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ になるまで ATP を再生する。 $2.0 \times 10^2 \text{ mV}$ の電気化学的プロトン勾配を使ってマトリックスに移動する 1 mol のプロトンは, 4.6 kcal の自由エネルギーを放出する。ATP を合成するのに必要なプロトンの最小量は何個か答えよ。ただし, 37°C における ATP 再生反応の標準ギブズ自由エネルギー変化 ΔG° は $7.3 \text{ kcal mol}^{-1}$ とせよ。

問 3-4

ATP が ADP と P_i に加水分解される反応において, $[\text{ATP}]$, $[\text{ADP}]$, $[\text{P}_i]$ がすべて 1 M のとき, 1 mM のとき, それぞれ ΔG を計算せよ。ただし, ATP 加水分解反応の標準ギブズ自由エネルギー変化 ΔG° は $-7.3 \text{ kcal mol}^{-1}$ とせよ。

問 3-5

動物細胞を一辺 $10 \text{ }\mu\text{m}$ の立方体と考え, 毎分 1.5×10^9 個の ATP 分子を消費するとする。グルコース 1 mol の完全酸化反応で 30 mol の ATP が得られると仮定すると, 細胞は毎分どれだけの酸素を消費するか。また自分の体積に等しい量の酸素ガスを使い切るにはどれだけの時間が必要か答えよ。

次のページに続く。

問 3-6

大きさが $2.0 \times 10^3 \mu\text{m}^3$ でサイトゾル中の Ca^{2+} 濃度が $2.0 \times 10^2 \text{ nM}$ という細胞の細胞膜に、 3.2×10^3 個の Ca^{2+} チャンネルがあるとする。サイトゾル中の Ca^{2+} 濃度を $8.0 \mu\text{M}$ に上昇させるには、チャンネルがどのくらいの時間開いている必要があるか答えよ。外部の溶液中にある利用可能な Ca^{2+} の量は実質的には無制限としてよく、1 個のチャンネルは毎秒 1.0×10^6 個の Ca^{2+} を通過させるとする。

問題4（配点率25%）

次の語句の意味，および，それらの違いや関連性を，100字から200字程度で説明せよ．

問4-1

抗体，ジスルフィド結合，構造

問4-2

クロラムフェニコール，作用，原核生物

問4-3

エピジェネティックな遺伝，シトシン

問4-4

DNA直列反復，DNAフィンガープリンティング，PCR

問4-5

細胞膜，流動性，蛍光回復

問4-6

ニューロンのシグナル，脱分極，活動電位

問4-7

糖新生，フルクトース，キナーゼ，ホスファターゼ

問4-8

核内へのタンパク質の輸送，GTP，核局在シグナル配列，ゲル状の網目構造

問4-9

リソソーム，オートファジー，自食胞

令和 6 年 7 月 27 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 7 (2025) 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.
- 全ての解答用紙に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よ.

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 306 を参照してください

問 5-1

ゲノムとは何か説明せよ.

問 5-2

あなたは倍数性に関して次の観点から研究を実施することになった. それぞれのテーマの方法と期待される結果について説明せよ.

研究テーマ1: 倍数性が変化して子孫に受け継がれる仕組み

研究テーマ2: 細胞レベルにおける倍数性の観測

研究テーマ3: 生物の倍数性に着目した産業応用