

令和 5 年 7 月 29 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 6 (2024) 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%)

次の問い合わせよ.

問 1-1

細胞骨格をつくるタンパク質フィラメントには、微小管、中間径フィラメント、アクチンフィラメントの 3 種類がある。それぞれのフィラメントに対応する適切な説明を以下の選択肢から記号で答えよ。

- A. 中空の筒で、外側の直径は約 7 nm。細胞全体に分布しているが、細胞膜直下の皮膚に特に集中している。
- B. 直径約 7 nm の柔軟な構造で、まっすぐな束や平面の網、立体的なゲルなど様々な形をとる。細胞全体に分布しているが、細胞膜直下の皮膚に特に集中している。
- C. 中空の筒で、外側の直径は約 25 nm。他のフィラメントよりも硬くて柔軟性に乏しく、引っ張るとちぎれる。
- D. 非常に柔軟で引っ張り強度に優れ、機械刺激を受けると変形するが断裂することはない。核膜内膜直下にある核ラミナという網目構造をつくるものがある。

問 1-2

微小管上を歩くモータータンパク質としてダイニンとキネシンがある。一般的にダイニンは A 端側に動き、キネシンは B 端側に動く。

A と B に入る言葉を答えよ。

問 1-3

ダイニンやキネシンはどのような反応が供給するエネルギーを使って微小管上を進むのか答えよ。

問 1-4

微小管とアクチンフィラメントの重合体の長さを制御する仕組みの名称をそれぞれ答えよ。

問 1-5

分裂中の細胞をコルヒチンにさらした際に、微小管および細胞に生じる影響を説明せよ。

次のページへ続く。

問 1-6

分裂中の細胞をタキソールにさらした際に、微小管および細胞に生じる影響を説明せよ。

問 1-7

アクチンフィラメントに特異的な薬剤として、ファロイジン、サイトカラシン、ラトランクリンがある。それぞれアクチン単量体やアクチンフィラメントに対してどのように作用するのか答えよ。

問 1-8

細胞内のアクチン単量体がすべてアクチンフィラメントに重合してしまわないように、いくつかの小さなタンパク質が働いている。以下のタンパク質からこの働きをするものをすべて選べ。

チューブリン、チモシン、ラミン、プロフィリン、プレクチン

問 1-9

筋原線維はサルコメアという小さい収縮単位が多数つながってできている。サルコメアでは2種類の太いフィラメントと細いフィラメントが整然と集合している。太いフィラメントと細いフィラメントの名称を答えよ。

問 1-10

中間径フィラメントの多くは、フィラメント束を架橋して強くする付随タンパク質によってさらに安定化され強化されている。以下のタンパク質からこの働きをするものをすべて選べ。

チューブリン、チモシン、ラミン、プロフィリン、プレクチン

問題 2 (配点率 25%)

次の問い合わせに答えよ。

問 2-1

タンパク質が核内に輸送される仕組みを答えよ。

問 2-2

水溶性タンパク質が小胞体内に輸送され放出される仕組みを、介在する分子の名称をあげながら説明せよ。

問 2-3

小胞体からゴルジ体へのタンパク質の輸送は小胞輸送によって行われる。膜から被覆小胞が出芽する様子を示した次の図の記号で示したタンパク質の名称を答えよ。

図は Essential 細胞生物学 原書第 4 版 505 ページの図を参照して下さい。

問 2-4

被覆小胞が目的の細胞小器官に正しくたどり着く仕組みを、介在するタンパク質の名称をあげながら説明せよ。

問 2-5

小胞体に運ばれたタンパク質に施される修飾の名称は何か、答えよ。

次のページに続く。

問 2-6

タンパク質の輸送先の細胞小器官を調べる方法について、異なる原理に基づくものを2つ答えよ。

問 2-7

細胞内から細胞外や細胞膜上に物質を運ぶ輸送、および、細胞外から細胞内へ物質を運ぶ輸送の名称を何というか、答えよ。また、それぞれの輸送が果たす役割の具体例を述べよ。

問題 3 (配点率 25%)

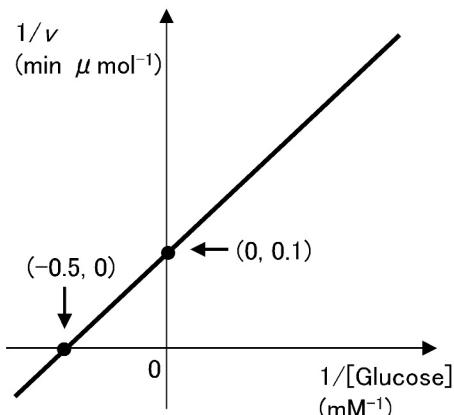
次の問い合わせよ。必要であれば、アボガドロ数は $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、円周率は 3.14、グルコースの分子量は 180 とせよ。細胞は直径 20.0 μm の球と考えよ。解答は有効数字 3 桁で答えよ。

問 3-1

ある細胞はグルコースを取り込む輸送体をもっている。この輸送体は膜を通して1種類の溶質のみを受動輸送する。この輸送体の輸送形態の名称を答えよ。

問 3-2

このグルコース輸送体の輸送速度 $v (\mu\text{mol min}^{-1})$ はミカエリス・メンテン式に従う。 1.00×10^9 個の細胞を使って様々なグルコース濃度 $[\text{Glucose}] (\text{mM})$ に対する輸送速度を測定し、図の二重逆数プロットに示した。図中の数値をもとに、このグルコース輸送体のミカエリス・メンテン定数 (mM) と 1 細胞あたりの最大グルコース取り込み速度 ($\mu\text{mol min}^{-1}$) を求めよ。



図

問 3-3

この輸送体には基質の結合を直接妨害する競合阻害剤が存在する。輸送体の基質結合部位にはグルコースも競合阻害剤も結合できるが、両方同時には結合できない。この競合阻害剤がある濃度で存在する条件下において、同様に様々なグルコース濃度に対する輸送速度を測定した際のおよその結果を予測し、解答用紙の図中に破線で書き込め。

次のページへ続く。

問 3-4

この細胞の細胞膜には、グルコース輸送体が 1.00×10^9 個 cm^{-2} で存在している。1つの細胞あたり何個のグルコース輸送体を持っているか計算せよ。また、輸送体1つが1秒間に最大で何分子のグルコースを取り込むか求めよ。

問 3-5

細胞外のグルコース濃度が 0.900 g L^{-1} のとき、1分間に1つの細胞内に輸送体で取り込まれるグルコースの分子数を計算せよ。ただし、細胞に対する細胞外の体積は十分に大きく、細胞外のグルコース濃度の低下は考慮しないものとする。また、細胞内のグルコース濃度は取り込み速度に影響しないものとし、この実験系に競合阻害剤はないものとする。

問 3-6

細胞外のグルコース濃度が 0.900 g L^{-1} のとき、この細胞に輸送体で取り込まれたグルコースがその後消費されないものとして、1分後の細胞内のグルコース濃度 (mM) を計算せよ。初期の細胞内のグルコース濃度は 0 mM とする。

問 3-7

一方、この細胞は単純拡散によってもグルコースが細胞内に取り込まれる。細胞内に取り込まれるグルコースの透過速度は膜透過係数を使って見積もることができる。膜透過係数とは、膜単位面積あたり、単位時間あたり、単位モル濃度差あたりに膜を透過する物質量を表すパラメータであり、グルコースの膜透過係数は $1.80 \times 10^{-6} \text{ cm min}^{-1}$ である。細胞内のグルコース濃度を 0 g L^{-1} 、細胞外のグルコース濃度を 0.900 g L^{-1} として考えた場合、輸送体によるグルコースの取り込み速度は単純拡散によるグルコースの取り込み速度の何倍か計算せよ。

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。(厳密な字数は問わない)

問4-1

原核生物、細菌、古細菌、原生動物

問4-2

共焦点顕微鏡、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡

問4-3

電子核、化学結合、共有結合、イオン結合

問4-4

同位体、異性体、光学異性体

問4-5

活性運搬体、共役反応、自発反応

問4-6

糖衣、炭水化物

問4-7

スペシャルペア、電荷分離状態

問4-8

プロトン駆動力、膜電位、H⁺濃度勾配

問4-9

ラクターゼ、牛の家畜化

令和 5 年 7 月 29 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 6 (2024) 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

次の文章はタンパク質を構成する α ヘリックス構造について説明したものである。次の問いに答えよ。

α ヘリックスは 1 本のポリペプチド鎖がよじれて丈夫な円筒構造になったもので、3.6 アミノ酸残基ごとに 1 回転する規則的な右巻きのらせん構造ができる。

問 5-1

生命がタンパク質を合成するセントラルドグマについて 200 文字程度で説明せよ。

問 5-2

あなたは、らせん構造の向きに関する下記の 3 種のテーマで研究に取り組むことになった。それぞれのテーマでどのような研究を実施するのか、計画を具体的に記述せよ。必要ならば図を使って説明してもよい。3 つの研究は用いる手法が異なるように設計せよ。

研究テーマ1: 生物が、左巻きではなく、右巻きの α ヘリックス構造を持つに至った理由の解明

研究テーマ2: 左巻きの α ヘリックス構造を持つタンパク質、およびそれを持つ生物を創成する研究

研究テーマ3: 左巻きの α ヘリックス構造を持つタンパク質を産業利用する研究