

令和 2 年 8 月 1 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 3 (2021) 年度 博士前期課程(8 月選抜) 入学試験問題
(一般選抜)

専門科目

(生物情報 1)

筆記試験1

9:00～11:00

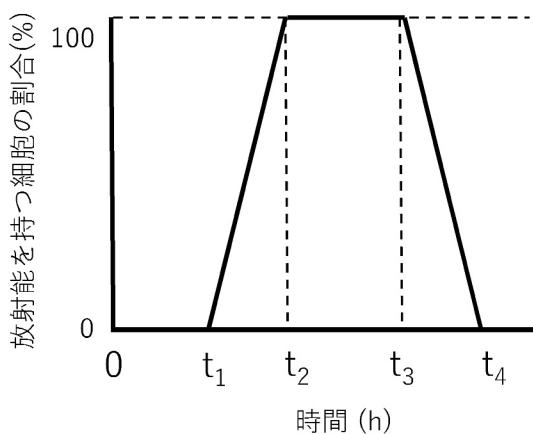
【注意事項】

- 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%)

次の文章を読んで問い合わせに答えなさい。

放射性チミジンを含んだ培地で細胞を培養すると特定の周期の細胞の DNA にチミジンが取り込まれる。こうしてできた細胞核内の放射性 DNA はオートラジオグラフィで検出可能である。放射性チミジンを含んだ培地で細胞を短時間培養した。次に、培地を非標識チミジン培地に取り換えて培養し、色々な時間の細胞を顕微鏡で調べた。各時刻で細胞が丸くなり染色体が凝縮している有糸分裂中の細胞を選び、オートラジオグラフィで標識細胞の割合を調べた。図は、放射性チミジン培地から非標識チミジン培地に取り換えた時間をゼロとしたときの放射能を持つ細胞の割合の変化を示したものである。



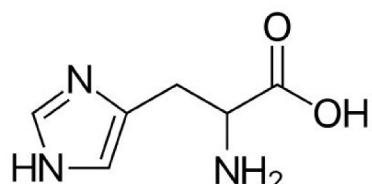
問 1-1

チミジンは次の何か、記号で答えよ。

- A) アミノ酸、B) 糖、C) ヌクレオチド、D) ヌクレオシド

問 1-2

チミジンの構造を示せ。ただし構造は例のようにならって書くこと。



例 ヒスチジン

問 1-3

オートラジオグラフィの原理を説明し、上記の実験で放射性チミジンを取り込んだ細胞の割合がなぜ定量できるのか説明せよ。

問 1-4

標識が終わった時点ですべての細胞に放射性チミジンが取り込まれていると考えられるか、理由を付して答えよ。

問 1-5

細胞の倍加時間を T とする。実験の結果の図から細胞周期の G_1 、 S 、 G_2 、 M 期の長さを求めなさい。求める過程を示すこと。図を使って説明してもよい。

問題 2 (配点率 25%)

次の文章を読んで問い合わせに答えなさい。

真核生物では、新たに合成されたタンパク質は、各細胞小器官に間違いなく届けられ、分泌されたり、分解されたタンパク質を補ったりする。細胞が成長・分裂したり、正しく機能したりするには、新たに合成されたタンパク質を目的の細胞小器官に的確に送り込む方法が必要である。

問 2-1

図は肝細胞の断面の一部を示す電子顕微鏡写真である。A～E の各細胞小器官の名前とその主要な役割を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 4 版 P.488 の図 15-1 の図を参照してください。

問 2-2

図の A の細胞小器官内は酸性環境であることが知られている。この細胞内小器官の加水分解酵素は酸性環境で最大活性を示す。これは細胞にとってどのような利点があるのか述べよ。

問 2-3

二重膜構造が特徴的な図の C の細胞小器官の主要な役割を担う酵素の名称を二つ答えよ。また、この細胞小器官に取り込まれるタンパク質は、どのような仕組みによって輸送されるか述べよ。図を使って説明してもよい。

問 2-4

図の D と E の細胞小器官へのタンパク質の取り込み機能を比較し、相違点をあげよ。

問 2-5

単離した小器官サンプル中に特定のタンパク質が輸送されるかどうか調べる方法を述べよ。

問題 3 (配点率 25%)

次の文章を読んで問い合わせに答えよ。

2種の細胞内分子 X と分子 Y は、ともに正常状態には1細胞あたり毎秒 1000 分子(一定)の速度で生産されている。また、分子 X、分子 Y の分解速度(分子数 s^{-1} $cell^{-1}$) は

$$[\text{分子の分解速度}] = k \cdot [\text{細胞内の分子数}]$$

で与えられる。ここで、k は分解速度定数 (s^{-1}) である。 $[\text{細胞内の分子数}]$ の単位は(分子数 $cell^{-1}$)である。正常状態では分子の生成速度と分解速度が釣り合って細胞内の分子数は一定になっている。

問 3-1

X の分解速度定数は $0.01 s^{-1}$ 、Y の分解速度定数は $0.1 s^{-1}$ として、それぞれの分子の細胞内の分子数を求めよ。

問 3-2

ある時間に X と Y の生成速度が 10 倍に変化したとする。このとき分解速度は正常状態の値を保持したままですると、1s 後に X と Y は、分子数は正常状態の何倍になったか計算せよ。

問 3-3

シグナル分子が情報伝達を担っているという側面から考えて、X と Y のどちらの分子がシグナル伝達にとって有効な分子と考えられるか。理由を付して述べよ。

問 3-4

ヒトが恐怖を感じたり興奮したりすると副腎からアドレナリンを放出する。血流にのってアドレナリンが各種細胞でアドレナリン受容体に結合する。骨格筋では、これが引き金になって、グリコゲンを分解し合成を阻害する。このような代謝変化はどうしてもたらされるか。シグナル伝達の様式について、次の用語を用いて 200 字程度で説明せよ。

用語 G タンパク、アデニル酸環化酵素、グリコゲンホスホリラーゼ、エネルギー

問 3-5

細胞表面受容体に作用する外来物質に関する以下の表の空欄に当てはまる適当な語、文章を入れよ。

| 外来物質 | 本来のシグナル | 受容体への作用 | 効果 |
|--------|------------------|-----------------------|-----------|
| モルヒネ | エンドルフィンとエンケファリン類 | G タンパク共役型オピエート受容体を刺激 | 鎮痛、陶酔 |
| メントール | (A) | 温度受容性イオンチャネル共役型受容体を刺激 | (B) |
| ニコチン | (C) | (D) | 血管収縮、血圧上昇 |
| カプサイシン | 熱 | (E) | (F) |

問題4 (配点率25%)

次の語句の意味、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

カラムクロマトグラフィー、クロマトグラフ、クロマトグラム

問4-2

遺伝子、染色体、DNA、ゲノム

問4-3

機能獲得変異、機能欠損変異、優性、劣性

問4-4

酸化還元電位と酸化還元反応の向き

問4-5

化学平衡と平衡定数

問4-6

タンパク質のドメイン、膜のドメイン、分類学上のドメイン

問4-7

遺伝子地図

令和 2 年 8 月 1 日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和 3 (2021) 年度 博士前期課程(8 月選抜) 入学試験問題
(一般選抜)

専門科目

(生物情報 1)

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

次の文章は人工多能性幹細胞について説明したものである。これまでに人工多能性幹細胞の代謝については多くの研究がなされてきたため、あなたは代謝以外の観点から人工多能性幹細胞を材料にした研究に取り組むことになった。3 つの異なる研究を提案せよ。3 つの研究は、得られる結果の意義、用いる手法が異なるように設計せよ。

Essential 細胞生物学 第 4 版 P.711 2 段落目の文章を参照してください。

問 5-1

研究のタイトルを 3 つ挙げよ。

問 5-2

得られる研究結果の意義について述べよ。

問 5-3

目的を達成するためにどのような研究を実施するのか、計画を具体的にかけ。必要ならば図を使って説明してもよい。