

令和7年8月2日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和8(2026)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。同一の語句または数字を複数回答してもよい。

問 1-1

(1) 次の文章の空欄に当てはまる語句を答えよ。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 498 と P. 523 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)

(2) (1)の a, b, f の細胞小器官について、肝細胞 1 個あたりに含まれる概数として適切な値を次の中から選べ。

1, 400, 1700, 5000, 15000

(3) (1)の a, b, f の細胞小器官について、肝細胞全体積に占める比率 (%) として適切な値を次の中から選べ。

1, 3, 6, 12, 22, 54, 78

次のページに続く。

問 1-2

次の文章の空欄に当てはまる語句または数字を答えよ.

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 184~185 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 1-3

次の文章の空欄に当てはまる語句または数字を答えよ.

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 679 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.

問 1-4

次の文章のうち、誤っているものをすべて選び記号を記せ.

- A 接着結合では, カドヘリンは細胞内のアクチンフィラメントとつながっている.
- B デスモソーム結合では, 細胞内のケラチン中間径フィラメントとつながっている.
- C ミオシンはモータータンパク質で, ATP 加水分解のエネルギーを使って中間径フィラメントに沿って動く.
- D サイクリック AMP 濃度が上昇すると, PKA が活性化され, Ca^{2+} とジアシルグリセロールがともに働くと PKC が活性化する.
- E ヒトのゲノムサイズは約 100×10^6 塩基対であり, タンパク質指令遺伝子の数は約 22000 個である.
- F DNA のメチル化パターンだけでなく, クロマチンの構造も細胞の世代を通して引き継がれることがある.
- G 酵素トリプシンはポリペプチド鎖をロイシンあるいはプロリンのカルボキシ側で切断する.
- H 筋収縮における Ca^{2+} の役割は細胞膜から収縮装置へと活動電位を伝えることである.

問題 2 (配点率 25%)

次の問いに答えよ.

問 2-1 図は生命の系統樹を表している.

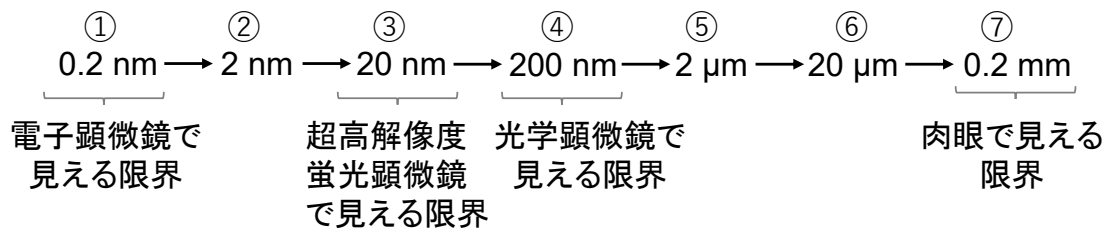
Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 314 の図 9-23 を参照して下さい。

図

- (1) 図中の記号が示す生命が分類される 3 大部門をそれぞれ答えよ.
- (2) 図中の(C)とそれ以外のグループを分かち特徴を答えよ.

問 2-2

図は 0.2 nm から 0.2 mm までを 10 倍の刻み幅で示している. また, 各大きさの対象を観察することができる装置の例を示している.



図

次のページに続く.

(1) 下記のもののおおよその大きさと最も近い図中の①～⑦の記号を答えよ。同じものを複数回選んでよい。

- (A) 皮膚の細胞
- (B) ミトコンドリア
- (C) リボソーム
- (D) DNA 二重らせんの太さ
- (E) 炭素原子の半径
- (F) II 型ミオシン分子
- (G) 微小管の太さ

(2) 電子顕微鏡の方式を2つあげ、それぞれの原理を説明せよ。

(3) タンパク質を原子の位置レベルで詳しく調べることができる異なる原理の解析法を2つあげ、それぞれの原理を説明せよ。

次のページに続く。

問 2-3

(1) 次の図に記号で示した化学結合の名称を答えよ.

Essential 細胞生物学 第5版 P. 76~77 のパネル 2-6,
P. 77~78 のパネル 2-7, P. 435 の図 13-9 を参照して下さい。

図

(2) 細胞内で重要な役割を果たす共有結合ではない分子間の相互作用を 3 つ答えよ.

次のページに続く.

問 2-4 図は DNA 複製の 3 つのモデルを示している。

- (A) 半保存的モデルは、1 回の複製で、元の鎖 1 本と新しく合成された鎖 1 本を含むハイブリッド分子が 2 個生じる。
- (B) 分散的モデルでは、複製された鎖は、新しく合成された DNA と元の鎖の DNA とが混ざったモザイクになる。
- (C) 保存的モデルでは、元の鎖はコピーされた後もそのまま残り、元の鎖と完全に新しい鎖が生じる。

Essential 細胞生物学 第 5 版 P. 202 の図 6-5 を参照して下さい。

図

(1) ^{14}N もしくは ^{15}N を含む窒素源を用いて大腸菌を培養し、DNA を抽出して塩化セシウムを用いた密度勾配遠心法を行うと、いずれの大腸菌に由来する DNA の方がより沈降するか。密度勾配遠心法の原理と合わせて答えよ。

(2) (1)の実験を応用して、(A)から(C)のいずれか 1 つのモデルを否定するには、どのような実験をすればよいか、実験の方法と予想される結果、それによって否定されるモデルを答えよ。

(3) (2)の実験の結果、残った 2 つのモデルのうち、正しいモデルを特定するには、(1)の手法を応用してどのような実験を行えばよいか、実験の方法と予想される結果、それによって否定されるモデルを答えよ。

次のページに続く。

問 2-5 次の文章の正誤を判定し、解答欄に正または誤を記せ。

- (1) 遺伝子の水平伝播は、細菌よりも真核生物でよくみられる。
- (2) マイクロ RNA は真核生物の遺伝子発現の調節因子である。
- (3) 中間径フィラメントは動物細胞が分裂するときの収縮環を作る。
- (4) サルコメアでは、アクチンフィラメントが中心にあり、ミオシンフィラメントはサルコメアの端から伸びている。
- (5) スプライシングの際、mRNA 前駆体のエキソンには分岐構造ができる。
- (6) ヒトの赤血球の特徴的な形はスペクトリンを主成分とする皮層の働きによる。
- (7) 一般的な哺乳類細胞では細胞内の方が細胞外よりも Na^+ イオンが多い。
- (8) ミトコンドリアのストロマには、独自の DNA が存在する。
- (9) 微小管の動的不安定は、チューブリン二量体自体の GTP 加水分解能による。
- (10) 間期のクロマチンの中でも最も凝縮度が高いものをヘテロクロマチンという。
- (11) キネシンは微小管のプラス端方向へ動く。
- (12) 核の外膜は小胞体膜と連続している。
- (13) パラクリン型シグナル伝達では、シグナル物質が血流に放出され、全身に伝わる。
- (14) 有糸分裂前期に核膜の分散が始まる。
- (15) ATP 合成酵素の F_1 ATP アーゼ頭部はマトリックス側にある。
- (16) Wnt タンパク質は陰窩の底部とその周辺にあるパネート細胞から分泌される。
- (17) 一酸化窒素は血管壁の平滑筋を弛緩させる。
- (18) グルタミン酸は抑制性の神経伝達物質である。

問題 3 (配点率 25%)

次の問いに答えよ. 必要であれば, $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}99 = 1.9956$, $\log_{10}999 = 2.9995$, $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.099$, $\ln 10 = 2.3$, アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 円周率は 3.14 とせよ. 解答は有効数字 2 桁で答えよ.

問 3-1

(1) 10000 kb の染色体をもつある微生物について, 平均の長さが 10 kb となるように調整した DNA 断片を利用して遺伝子ライブラリを作成する. ある特定の配列を 99% の確率で含むようにするには, DNA 断片を何個クローニングすればよいか答えよ.

(2) ある微生物の 10000 kb の染色体 DNA を制限酵素 HindIII で完全に消化すると約何種類の DNA 断片が生じるか計算せよ. HindIII の認識配列は AAGCTT である.

問 3-2

全長 12 kb のあるプラスミド DNA を制限酵素で切断し, 反応産物をゲル電気泳動で分離した. それぞれの制限酵素によって生じた切断断片の長さを見積もったところ, 以下の結果になった. DNA 分子の制限酵素切断部位全部について, その相対的な位置を表す地図を作成せよ.

- EcoRI だけで消化した場合: 12 kb だけ
- HindIII だけで消化した場合: 8 kb と 4 kb
- PstI だけで消化した場合: 5 kb と 7 kb
- EcoRI と HindIII で消化した場合: 1 kb, 4 kb, 7 kb
- EcoRI と PstI で消化した場合: 2 kb, 3 kb, 7 kb
- HindIII と PstI で消化した場合: 1 kb, 3 kb, 4 kb

次のページに続く.

問 3-3

微生物の増殖は、工学的には以下の数式で定義される比増殖速度として表される。

$$\mu = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt}$$

μ は比増殖速度 (h^{-1}), X は細胞濃度 (g L^{-1}), t は培養時間 (h) とする。

(1) 倍加時間が 3 h の微生物の比増殖速度を答えよ。栄養は枯渇せずに、細胞は常に一定の速度で増殖し続けるものとする。

(2) 比増殖速度が 0.60 h^{-1} の微生物 A と比増殖速度が 0.10 h^{-1} の微生物 B がいる。微生物 A と B の細胞数比が 1 対 10 となるように培地に植菌し、回分培養を行った。微生物 A と B の細胞数が等しくなるのは、培養を開始してから何時間後か答えよ。ただし、微生物 A と B は互いの比増殖速度に影響せず、栄養は枯渇せずに、それぞれの細胞は常に一定の速度で増殖し続けるものとする。

問 3-4

ミトコンドリアにおいて、マトリックスの pH が細胞質の pH より 1.0 高かったとする。細胞質の pH を 7.0 として、マトリックスを直径 2.0 μm の球状だと仮定すると、マトリックス内に存在するプロトンの数を答えよ。

問 3-5

拡散方程式は以下の式で定義される。

$$t = \frac{x^2}{2D}$$

t は移動に要した時間 (sec), x は移動した距離 (cm), D は拡散係数 ($\text{cm}^2 \text{ sec}^{-1}$) とする。

(1) 膜小胞の拡散係数は $5.0 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ とする。膜小胞が 1.0 cm の距離を拡散するのにかかる時間を求めよ。

(2) (1)の結果を踏まえて、実際の細胞ではどのように膜小胞を輸送しているのか、具体的に仕組みを説明せよ。

問題4（配点率25%）

次の語句の意味, および, 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.

問4-1

葉状仮足

問4-2

ゾル, ゲル, 細胞質

問4-3

緑色硫黄細菌, 光合成

問4-4

ネルンストの式

問4-5

DNAクローニング

問4-6

シンテニーの保存, 純化選択

問4-7

自己触媒, 化学平衡

問4-8

非相同末端連結

問4-9

ビスリン酸, ニリン酸

令和7年8月2日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和8(2026)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3枚である。

問題 5

以下の文章に関する設問に解答せよ。

転写の切り替えスイッチのおかげで、細胞は環境変化に対応できる。

問 5-1

細胞における転写と翻訳について、その役割を述べよ。

問 5-2

現在、遺伝子 *BI* の転写を切り替えるスイッチの研究を行っている。これまでに、細胞外シグナル分子 *a* を細胞に作用させると遺伝子 *BI* の転写がオンになることが解明されていた。最近の研究から、細胞外シグナル分子 *a* を細胞に作用させると、細胞表面の受容体 *A* がこれを検知して、細胞内のリン酸化酵素 *X* を活性化すること、活性化したリン酸化酵素 *X* が、転写因子 *Z* をリン酸化して活性化し、遺伝子 *BI* の転写がオンになることが解明された。

最近、シグナル分子 *b*, *c* も細胞に作用させると遺伝子 *BI* の転写がオンになることを見出した。これに関与するシグナル伝達タンパク質を探索し、機能を解析したい。異なる探索方法を3つ提案し、それぞれで機能が解析できる理由を説明せよ。

問 5-3

上記の研究により、シグナル伝達タンパク質を探索した結果、次の3つのタンパク質が見つかった。

リン酸化酵素 *Y*: 転写因子 *Z* をリン酸化して活性化する。

受容体 *B*: 細胞外シグナル分子 *b* を受容し、未知のシグナル伝達経路を経て遺伝子 *BI* の転写を切り替える。

受容体 *C*: 細胞外シグナル分子 *c* を受容し、未知のシグナル伝達経路を経て遺伝子 *BI* の転写を切り替える。

次のページに続く。

また、これらのタンパク質の機能解析から

- ・ 受容体 A はリン酸化酵素 X のみに作用し、活性化する。
- ・ 転写因子 Z はリン酸化酵素 X と Y のどちらか一方からリン酸化されれば活性化する。
- ・ リン酸化酵素 X と Y は、活性化と不活性化を同時に受けた場合は、不活性化する。
- ・ 受容体 B と C は、リン酸化酵素 X と Y を活性化、不活性化あるいは作用しない可能性があるが、よくわからない。

そこで、シグナル伝達経路を解明するため、細胞外シグナル分子 a, b, c を8つの組み合わせで作用させ、遺伝子 *BI* の転写を検出できるかどうか確かめる実験を行い、次のような結果が得られた。

	細胞外シグナル分子 a を作用	細胞外シグナル分子 b を作用	細胞外シグナル分子 c を作用	遺伝子 <i>BI</i> の転写
実験1	なし	なし	なし	検出されない
実験2	あり	なし	なし	検出される
実験3	なし	あり	なし	検出される
実験4	なし	なし	あり	検出される
実験5	あり	あり	なし	検出される
実験6	あり	なし	あり	検出される
実験7	なし	あり	あり	検出されない
実験8	あり	あり	あり	検出されない

以上の実験結果を解釈し、細胞外シグナル分子 a, b, c が、受容体 A, B, C とリン酸化酵素 X と Y, 転写因子 Z を介して遺伝子 *BI* の転写を制御するシグナル伝達経路について考察せよ。必要に応じて図を用いてよい。

問 5-4

遺伝子 *BI* は、細胞の環境適応に重要なため常時オンになるように細胞を改変したい。取りえる異なる改変方法を3つ提案せよ。