

入 試 年度	2026 年度	入試時期	I 期入学試験	実施日	2025 年 9 月 17 日
課程	博士前期課程	研究科	農学研究科	専攻・コース	生命科学専攻
入 試 方式	一般入学試験 外国人留学生入学試験		試験科目	基礎科目 (生命科学)	
「出題の意図」および「解答」または「解答例」					

問題 1

【出題の意図】

生命科学専攻においては、育種や病態モデル動物を用いた研究が行われており、優良形質や病態責任遺伝子の集団内での伝達の知識は必須と考えられます。そこで本問題 1 では常染色体潜性遺伝病責任遺伝子を例に、集団内での遺伝子型頻度の計算についてのハーディーワインベルクの法則の理解度、および個別の家族内ではメンデルの法則をもとに遺伝子型頻度の計算ができることを確認することを意図しています。

【解答】

- (1) 対立遺伝子頻度 $A = 199/200$ 、 $a = 1/200$
- (2) Aa の遺伝子型頻度 $199/20,000$
- (3) 両親の遺伝子型 父母ともに Aa
- (4) 本人が健常者であり、この両親から生まれる可能性のある aa のホモ接合であることが否定されるため。補足：実際の計算は(ヘテロ接合の健常者 $1/2$) ÷ (全健常者 $1/4 + 1/2$) = $2/3$

問題 2

【出題の意図】

問題 2 は真核生物の細胞の特徴を対象とした出題です。基礎的な知識についての問い 2 問と、遺伝子機能の研究手法についての問い 1 問から構成されています。基礎力と研究手法についての理解力を評価することを意図しました。

【解答】

問 1

- (1) 細胞骨格、(2) アクチン繊維、(3) 微小管、(4) G-アクチン、
(5) チューブリン、(6) ATP

問 2

- (1) M 期 (分裂期)、(2) G1 期、(3) S 期、(4) G2 期

【解答例】

問 3

それぞれの単独変異体は異常を示さないことから、A、B、C が冗長的に機能している可能性がある。3 つの遺伝子の間の組換え体を取得することは困難であることから、A、B、

C の機能を同時に抑制するためにはゲノム編集により 3 つの遺伝子に変異を導入する実験や、A、B、C の遺伝子の発現を同時に抑制できる amiRNA (人工マイクロ RNA) を発現させる実験が有効である。

問題 3

【出題の意図】

問題 3 は細胞生物学に関する出題である。基礎学力を評価することを意図した。

【解答例 (採点時の観点)】

問 1

解答例：膜輸送は、膜輸送タンパク質を必要としない単純拡散と、膜輸送タンパク質を必要とする促進輸送に大別される。促進輸送はさらに、エネルギーを必要としない受動輸送と、エネルギーを必要とする能動輸送に分けられる。受動輸送は濃度勾配に従い輸送される一方、能動輸送は濃度勾配に逆らってでも輸送される。

採点時の観点：指定したキーワードを用いて正しく説明できているかどうかを基準に評価した。

問 2

解答例：リボソーム膜には膜タンパク質がないため、単純拡散による透過性を考えれば良い。拡散速度は、一般に分子が小さく、疎水性であればあるほど、また非極性であればあるほど速く拡散し、膜を通過する。電荷を有するイオンの透過性は非常に小さい。 N_2 の分子の大きさは小さく、非極性分子である。エタノールの分子の大きさは小さいが、わずかに極性を有している。水の分子の大きさは小さいが、極性を有している。グルコースの分子の大きさは大きく、極性を有している。 Ca^{2+} の分子の大きさは小さいが、電荷を有する。RNA の分子の大きさは非常に大きく、電荷を有する。以上の理由により、透過性は $N_2 > \text{エタノール} > \text{水} > \text{グルコース} > Ca^{2+} > RNA$ の順になったと考えられる。

採点時の観点：単純拡散による透過性が問われていることを理解し、分子の大きさや極性、電荷の有無に着眼し各分子の特徴を正しく捉えているかどうか評価した。

問 3

解答例：樹状細胞が抗原を提示し、抗原特異的 T 細胞が活性化すると細胞分裂やサイトカイン産生などの細胞応答が誘導される。この時、T 細胞受容体の下流ではまず、T 細胞受容体に会合している CD3 複合体の細胞内領域にある ITAM モチーフのチロシン残基がチロシンキナーゼである Lck によりリン酸化され、ここに SH2 ドメインを有する Zap70 が会合し活性化される。活性化した Zap70 はアダプター分子である LAT のチロシン残基をリン酸化すると、ここにホスホリパーゼ $PLC\gamma 1$ が会合し活性化される。活性化した $PLC\gamma 1$ は生体膜成分の PIP_2 に作用し、DAG と IP_3 が生じる。DAG は PKC を活性化することで NF- κB の核内移行を誘導し、サイトカインなどの遺伝子発現が誘導される。DAG はまた、Ras/ERK 経路を活性化することで細胞分裂の誘導にも関わる。一方、 IP_3 が小胞体

膜にある IP₃R に結合すると、小胞体内の Ca²⁺が細胞内に流入し、カルシニューリンが活性化する。カルシニューリンは NFAT を脱リン酸化し活性化する。脱リン酸化された NFAT は核内に移行し、サイトカインなどの遺伝子発現が誘導される。

また、免疫細胞の遊走に深く関与するケモカイン受容体は、G タンパク質共役型受容体に分類される。一般に、G タンパク質共役型受容体は 7 回膜貫通型のタンパク質であり、細胞内ドメインで G α 、G β 、G γ ヘテロトリマーと会合している。リガンドの結合により、ヘテロトリマーは G α と G $\beta\gamma$ 複合体の 2 つに分かれる。G α には、G α_s 、G α_i 、G α_q 、G $\alpha_{12/13}$ といったサブファミリーがある。G α_s はアデニル酸シクラーゼを活性化し細胞内 cAMP 濃度を増加させる一方、G α_i はアデニル酸シクラーゼを抑制し細胞内 cAMP 濃度を低下させる。G α_q は PLC を活性化して細胞内 Ca²⁺を上昇させる。G $\alpha_{12/13}$ は Rho や MAPK の活性を促進する。このように、G α のタイプによりシグナル伝達経路が異なる。ケモカイン受容体の多くは G α_i 共役型である。

採点時の観点：シグナル伝達機構について複数の例をあげて詳述できているかどうか評価した。

合否判定の方法及び基準

入学試験は農学研究科のアドミッションポリシーに基づき、これを満たす学生を募集することを目的に実施しています。

合否判定については、本研究科のアドミッションポリシーを満たすことを、総合的な視点により合否を判断しております。