

【医学部医学科 生物】

出題意図

2025年度の試験問題作成に当たり、基礎的な生物学的知識に加え、読解力・論理的思考力・説明力等が問える問題になるように留意した。[1]では、外界からの刺激を中枢神経系に伝える仕組みの理解度を、[2]では、遺伝子の発現調節や、遺伝子を扱う技術の理解度を、そして[3]では、温度変化を題材に、地球の気温変動とヒトの体温変動について、基礎的な知識を問うた。また、全ての設問において、問題中に示された内容や実験データを正しく解釈する能力や応用力を問うことも試みた。

[1] 聴覚器と平衡受容器を題材として、動物が外界から受容した情報をどのように中枢神経系に伝えているのか、様々な視点から問う問題である。

問1：ヒトの耳と聴覚器の構造に関する基礎的な知識を問うた。

問2：音の高低がどのように区別されるのか、データを解釈して論理的な考察に応用できるかを問うた。

問3：ニューロンの興奮に関する基礎的な知識を問うた。

問4：平衡覚が生じるしくみを理解し、説明できるかを問うた。

[2] 原核生物と真核生物の遺伝子発現機構の違いと、遺伝子を扱う技術の理解度を問う問題である。

問1：原核生物の転写・翻訳に関する基本的な知識を問うた。

問2：mRNAとDNAに関する基礎的な知識を問うた。

問3：原核生物と真核生物の転写・翻訳の違いに関する基礎的な知識を問うた。

問4：原核生物の遺伝子の発現調節（オペロン）に関する基礎的な知識を問うた。

問5：実験結果を理解し、論理的に考察する能力を問うた。

問6-8：遺伝子組換え技術の基本的な知識と応用力を問うた。

問9：実験方法を論理的に理解し、考察する能力を問うた。

[3] 温度変化を主題として、生態系への影響が問題視されている地球温暖化や、恒温動物であるヒトの体温調節機構を、正しく理解し、簡潔に説明できるかを問う問題である。

問1：温室効果とは何かを簡潔に説明できるかを問うた。

問2：二酸化炭素濃度の小刻みな増減が、季節による植物の光合成速度の変化に起因することまで考えが及ぶかを問うた。

問3：保全が叫ばれている美しいサンゴ礁とは何かを、正しく理解しているかを問うた。

問4：地球温暖化による植生への影響を理解しているかを問うた。

問5-7：恒温動物であるヒトの体温調節の仕組みを、正確に理解できているかを問うた。

問8-9：体温変動の原因となる日周性や月経について、基礎的な知識を有するかを問うた。

解答例

1

問 1

ア-鼓膜, イ-コルチ器, ウ-おおい膜, エ-聴細胞 (有毛細胞), オ-前庭, カ-半規管 (三半規管)

問 2

(i) 図 1 から, 耳小骨に近い基底膜は高音で良く振動し, 耳小骨から遠い基底膜は低音で良く振動すると考えられる。このしくみにより, 音の高低に対して耳小骨からの距離に応じて異なる聴細胞が興奮し, それぞれの情報が聴覚中枢の異なる部位に伝えられるため, 音の高低を聞き分けることが可能になると考えられる。

(ii) ヒトの聴覚器は聴細胞の減少などにより, 微妙に振動数が違う音を聞き分ける能力が加齢に伴って低下するため。

問 3

(i) 興奮がランビエ紋輪の間を跳躍するように伝わるため。

(ii) 活動電位

①では Na^+ の透過性が高く, K^+ の透過性は低い。一方, ②では Na^+ の透過性は低く, K^+ の透過性が高い。

問 4

(i) 小脳

(ii) 平衡受容器には感覚細胞があり, からだが傾くと重力の影響で耳石が動いて感覚毛が曲がる。また, からだが回転するとリンパ液が流れて感覚毛が曲がる。感覚毛が曲がると感覚細胞は興奮し, 電気信号が神経を介して大脳に伝わる。

2

問 1

① DNA, ② mRNA, ③ リボソーム, ④ RNA ポリメラーゼ (RNA 合成酵素)

問 2

アデニン-27.5%, チミン-27.5%, グアニン-22.5%, シトシン-22.5%

②の mRNA には 28% の U が含まれている ($100 - 27 - 19 - 26 = 28$)。これに対応した DNA は 2 本鎖であり, A と T は $(27 + 28) / 2 = 27.5\%$, G と C は $(19 + 26) / 2 = 22.5\%$ となる。シャルガフの経験則に従う。

問 3

真核生物では核内で転写とスプライシングが行われ, 成熟した mRNA は細胞質に移動し, 細胞質中でリボソームにより翻訳が行われる。

問 4

トリプトファンが細胞内で過剰になると，トリプトファンが調節タンパク質に結合し，トリプトファンオペロンの調節領域(オペレーター)に結合する。この調節タンパク質がオペレーターに結合すると，RNA ポリメラーゼはプロモーターに結合できなくなり転写が阻害され，トリプトファン合成酵素群の生産が抑制される。

問 5

(例 1) 調節遺伝子に変異が生じ，トリプトファンが調節タンパク質に結合できなくなった。

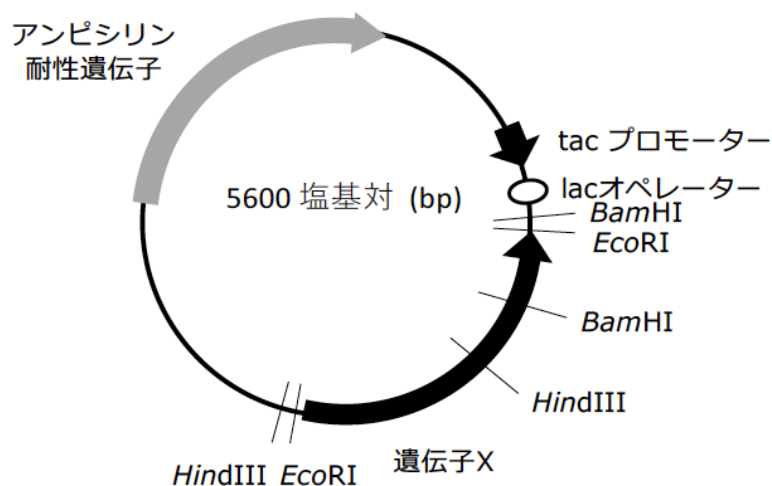
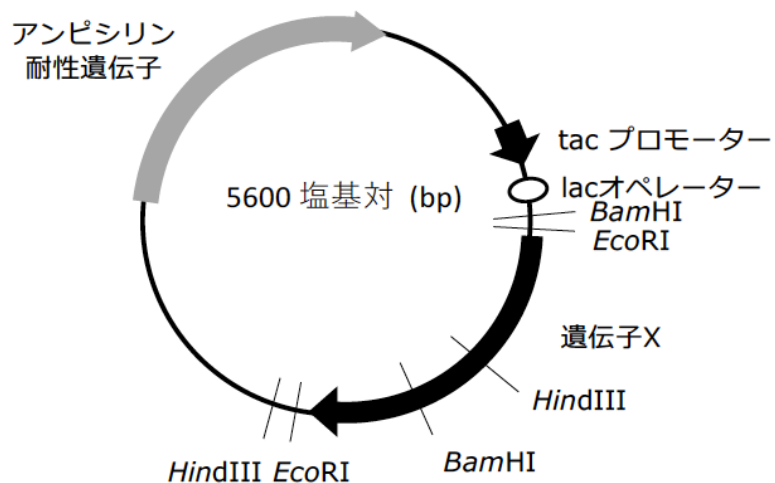
(例 2) オペレーターに変異が起こり，トリプトファンと結合した調節タンパク質がオペレーターに結合できなくなった。

(解答例以外でも論理的に正しければ正解とした)

問 6

DNA リガーゼ (トポイソメラーゼでも可)

問 7



問 8

制限酵素：*Bam*HI

DNA 断片の大きさ：1200bp と 4400bp (1.2kb と 4.4kb)

問 9

物質 Y：ラクトース代謝産物 (IPTG でも可)

タイミング：大腸菌が十分に (一定以上) 増加した後に物質 Y を加えた。

3

問 1

温室効果ガス：メタン，フロン類，水蒸気，オゾン，一酸化二窒素など

温室効果とは：大気中の二酸化炭素などの気体が，地表から放射される赤外線(熱エネルギー)を吸収し，その一部を地表に再放射することによって，地表や大気の温度を上昇させる現象。

問 2

植物の光合成速度が，季節によって変動するため。

問 3

サンゴ(虫)に共生している(褐色)藻類が，サンゴから離脱することによって，サンゴ自体の白い骨格が透けて見える現象。

問 4

地球温暖化により，植物の生息範囲は高地・高緯度へと分布拡大する。

問 5

ア-着衣，イ-冷点，ウ-間脳，エ-視床下部，オ-自律神経系，カ-内分泌系，キ-収縮，ク-脳下垂体前葉，ケ-チロキシン，コ-糖質コルチコイド

問 6

ノルアドレナリン

問 7

皮膚の血管を広げて血流量を増すことによって，血液からの熱の放散量を増加させる。また，交感神経を通して汗腺からの発汗を促進し，熱の放散量を増加させる。さらに，副交感神経を介して，心臓の拍動や肝臓・筋肉等の代謝を抑制し，熱の発生量を減少させる。

問 8

(i) 体内時計(生物時計)

(ii) 光(太陽光など)

問 9

黄体ホルモン(プロゲステロン)