

【理科（生物基礎・生物）】

作問意図

平成31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・説明力が問える問題になるように留意した。

大問 1

A では、生物にみられる多様な分子の識別機構に関する説明文を読解し、論理的な思考に基づいて疑問に答える能力を備えているかを問うた。

B では、過去の実験例の説明文を読解し、記載された実験結果からその実験背景を読み取る能力と推論する能力を問うた。

問1：抗体遺伝子座の遺伝子断片の数から、作りうる抗体の組み合わせを計算することによって、抗体の多様性を生み出すメカニズムの理解度を問うた。

問2：問題文を読み解き、設問にある仮定や条件を正しく理解し、論理的な思考によって正解に辿り着く力があるかを問うた。

問3：後天的免疫寛容の発見に至る過程を示した説明文を読み、記載された実験を行なった論理的背景を推察する能力を問うた。

問4：実験3、実験4ともに、問3で示した作業仮説をさらに支持する実験結果であるが、その実験結果の意義を正確に理解し記述する能力を問うた。

問5：胎児期に暴露された抗原に対して寛容を示すようになる免疫系と比較しつつ、新生児期において刺激がマウスの行動に影響を与える嗅覚系について、柔軟な発想から様々な可能性を想定し、論理的思考によって深く洞察し、説明する能力があるかを問うた。

大問 2

問1から問4：細胞膜の選択的透過性と輸送に関する基礎的知識を問うた。

問5：実験結果を解釈し、その背景や関連する生理現象を推論し、説明する能力を問うた。

問6および問7：自律神経系とホルモンによる血糖調節機構に関する基礎的知識を問うた。

問8：遺伝の法則に基づき、遺伝子疾患の発症頻度から保因率や発症確率を求める方法を理解しているかを問うた。

解答例

大問 1

問1 $40 \times 25 \times 6 \times (40 \times 5 + 30 \times 4) = 6000 \times (200 + 120) = 1920000$ (通り)

問2 (i) 興奮する嗅細胞の組み合わせは、 $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ 通り。

におい分子が存在しない場合は「におい」が生じないので、 $32 - 1 = 31$ 。

においの種類： 31種類

(ii) O_1 と O_2 、及び、 O_2 と O_3 のにおい分子の違いを嗅細胞の興奮状態で区別できない。個々のにおい分子の組合せに応じた興奮嗅細胞の組合せを確認した形跡やその計算過程が示されていれば良

い。例： $5 + 8 + 5 + 1 + 0 = 19$ においの種類： 19種類

問3 胎児期に出会った抗原は、非自己であっても自己と認識するようになる。このメカニズムによって、ウシの二卵性双生児間での皮膚移植が成立する。

問4 実験3) 通常の系統2マウスのリンパ球(免疫細胞)は、系統1の皮膚を非自己と認識しているため、注射されたリンパ球は生着している系統1の皮膚を攻撃するため。

実験4) 胎児期に系統1マウス由来の細胞を注射された系統2マウスのリンパ球は、系統1の皮膚を自己と認識しているが、系統3の皮膚は非自己と認識しているため。

問5 新生仔期にかいだ「におい」は、母親による授乳保育行動などに関連学習して、心地良いものとして記憶されるので、成体となった後もそのにおいに対して愛着を示すと考えられる。一方、新生仔期に鼻の穴を塞ぐなどして「におい」をかげなくした場合は、本来はその時期に仲間の「におい」など、マウスの社会行動に必要な情報を刷り込んで好きになっておくべきところ、それができなかったために、仲間の「におい」を避けるようになったと考えられる。

大問 2

問1 ①, ③, ④

問2 選択的透過性

問3 受動輸送

問4 ナトリウムポンプは、(ATP)の加水分解エネルギーを使って、細胞内の(Na^+)と細胞外の(K^+)を交換する。

問5 (i) 腸管側の細胞膜を通過してグルコースと一緒に Na^+ が上皮細胞に入り、しょう膜側の細胞膜にあるナトリウムポンプが Na^+ をしょう膜側に輸送する。全体としてプラスの電荷をもつ Na^+ が腸管側からしょう膜側に動き、電位差はプラスに動く。

(ii) (ウ) ③, (エ) ①, (オ) ①

(iii) 食事の直前

理由：マルターゼは1分子のマルトースを2分子のグルコースに分解する。食事に含まれるマルトースの分解を阻害することで、血糖値の上昇を抑制するためには、マルトースを摂取する直前か同時にマルターゼ阻害剤を服用することが効果的と予想される。

問6 (i) ②

(ii) 高濃度のグルコースがB細胞により感知されるとB細胞からインスリンが分泌される。インスリンは、①肝臓や筋肉でのグリコーゲン合成、②細胞へのグルコースの取り込みなどを促進し、血糖量を減少させる。

問7 (i) 間脳視床下部 (ii) 副交感神経 (iii) アセチルコリン

問8 (i) ① (ii) 2/3 (iii) ③