

令和2(2020)年度一般入試問題(第2次)
《自然科学研究科 農生命科学専攻(生命科学コース)》

生命科学コースでは専門分野の幅広い知識、理念、研究手法に関わる問題(英文問題を含む)を出題し、生命科学的現象に関する理解力、論理的な分析能力、そして解答説明の文章力を総合的に評価する。

*生物科学分野に関する問題(英文問題を含む)(出題意図、解答例)

B1の出題意図:神経系を構成するニューロンの基本的性質と電位発生の機構、並びにニューロン間のシナプス伝達の機構について理解し、論理的に説明できるかを問う。

<解答例>

問1 細胞膜に存在する $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 交換ポンプにより、ニューロンの細胞内外には Na^+ イオンと K^+ イオンの濃度勾配が生じ、 K^+ イオンは細胞内が細胞外に比べて高くなっている。一方、細胞膜には K^+ イオンを選択的に透過する K^+ 漏洩チャンネルが開いており、 K^+ イオンは濃度勾配により細胞内から細胞外へ流出する。流出した K^+ イオンは細胞内の陰イオンと膜を挟んで相互作用し細胞膜外表面に留まるため、細胞膜の外側が+、内側が-となる電位差が生じる。生じた電位差は、濃度勾配とは逆に K^+ イオンの流入を促すため、それらが平衡状態になった時点で K^+ イオンの正味の移動量はゼロとなり、このときの膜内外の電位差が静止電位となる。

問2 活動電位は、ニューロンにある大きさ以上の脱分極刺激が与えられたとき発生し、1 msec程度持続する一過性の脱分極性電位で、その大きさは刺激の大きさにかかわらず一定である。通常、軸索起始部で発生して軸索上を軸索終末に向かって伝搬し、その大きさは減衰しない。ニューロンに脱分極性の刺激が加わると、細胞膜に存在する電位依存性の Na^+ チャンネルが開き、 Na^+ イオンはその濃度勾配に従って細胞内に流入し、これが細胞内の陰イオンを中和して脱分極を引き起こし、さらに流入が続くと細胞内が細胞外に比べて+の電位となる。 Na^+ チャンネルにわずかに遅れて電位依存性 K^+ チャンネルが開いて K^+ の流出が起こり、さらに Na^+ チャンネルが不活性化して Na^+ の流入が止まるため、細胞の再分極が起こって静止状態に戻る。

問3 シナプス前膜近傍には、神経伝達物質を含んだシナプス小胞が多数存在し、アクティブゾーンにある小胞はシナプス前膜に係留されている。軸索終末部に活動電位が到達すると、そこに分布する電位依存性 Ca^{++} チャンネルが開き、 Ca^{++} イオンが細胞内に流入する。細胞内の Ca^{++} イオン濃度の上昇を検知して、係留されたシナプス小胞の小胞膜と、シナプス前膜との融合が起こる。この融合には、両方の膜に存在するSNAREタンパク質群のカルシウム依存的な複合体形成が関与している。膜融合により、小胞内の神経伝達物質はシナプス間隙へと放出され、放出された神経伝達物質はシナプス後膜上にある受容体タンパク質に結合する。興奮性シナプスでは、多くの場合受容体はリガンド感受性の陽イオンチャンネルを形成し、神経伝達物質の結合によりチャンネルが開いて Na^+ イオンなどの流入が起こり、脱分極性の興奮性シナプス後電位を発生する。この電位が軸索起始部に伝わり、閾値に達す

ると活動電位が発生する。

B2の出題意図：光屈性と植物ホルモンに関する基礎知識と英文読解力を問う。

<解答例>

問2：光屈性

問4：auxin（オーキシン）

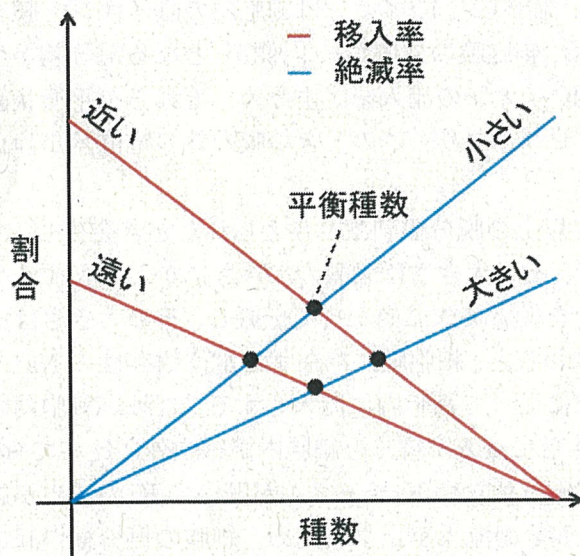
B3の出題意図：英文の読解力を評価するとともに、作図とその説明によって、生態学の基礎理論についての理解を問う。

<解答例>

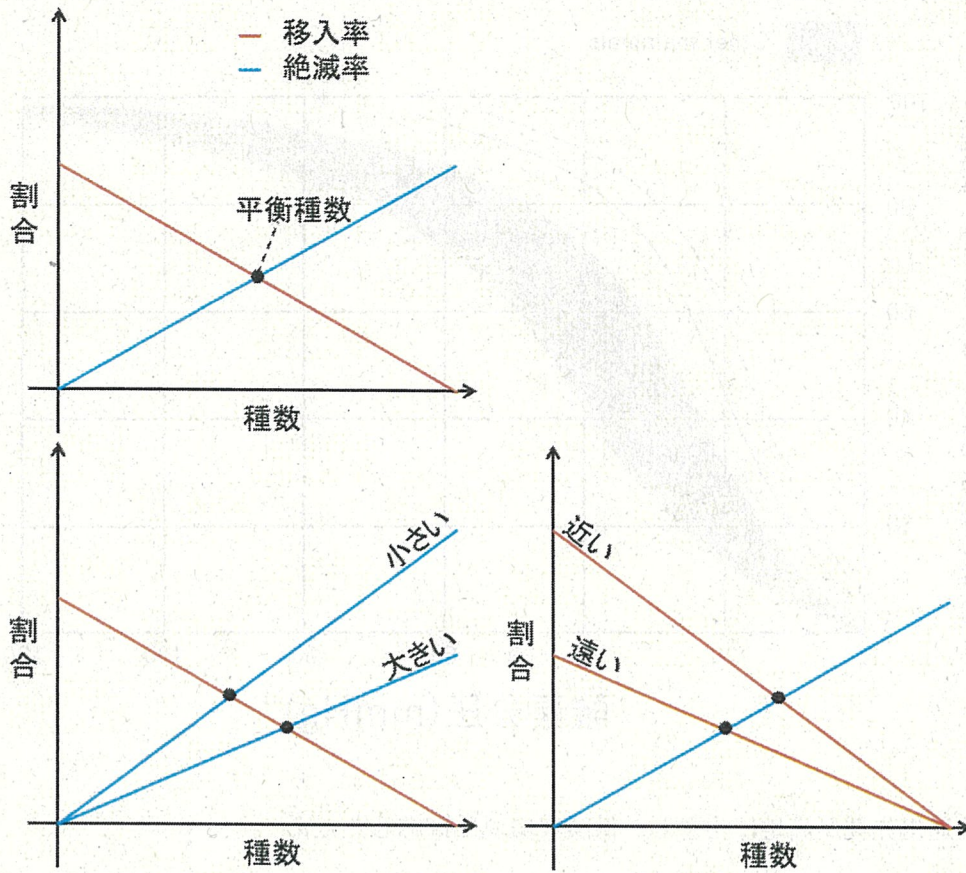
問1

島に生息する種の数が多くなると、偶然や島の他の種と共存できないことによって、絶滅する可能性がより高くなる。ある島で維持される種の数、その島の移入率と絶滅率の平衡によって決まる。

問2



島に生息する種数は移入率と絶滅率の平衡によって算出される。面積が大きい島ほど多くの資源があり、絶滅率が低くなるため、大きい島では小さい島より平衡種数が多くなる。供給源となる他の陸地に近いほど、移入率は高くなるため、近い島では遠い島より平衡種数が多くなる。



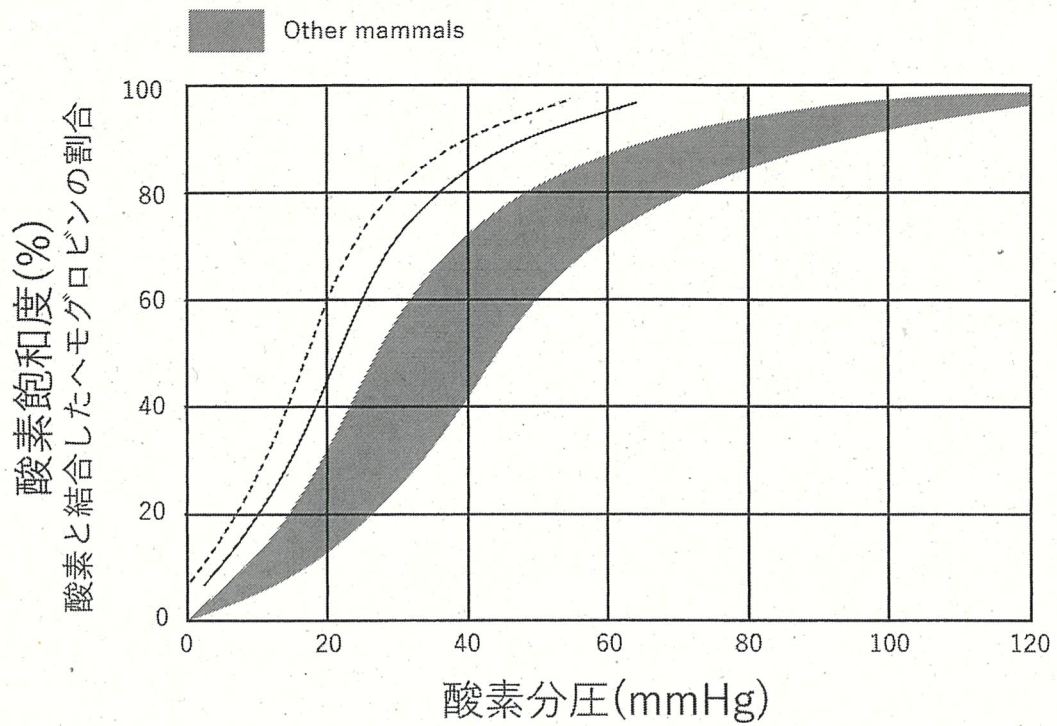
B4 の出題意図：生物の環境適応機構に関する基礎知識を問う。ならびに、英語の読解力と論理的思考力をみる。

<解答例>

問 1

哺乳類ヘモグロビンの構造・機能連関ならびに酸素輸送における生理学的役割はよく知られているため、高地に生息する哺乳類のヘモグロビンの多様性を調べることにより、低酸素環境への適応の本質について、血液生化学から個体全体の生理学までのレベルで理解できると大いに期待される。

問 2



問 3

ラクダ科の共通祖先種が高地に生息し、低酸素環境に適応したため。

* 英語問題 (出題意図)

- E1. 生命科学に関連する英文への理解力と、基礎知識を問う。
- E2. 生体分子の分析に関する基礎的な読解力を評価する。また、併せて有機化学の基礎的な理解力を評価する。
- E3. 大学院生として必要な基礎的な英文読解力と生物学的知識を問う。
- E4. 植物科学に必要な遺伝子工学的手法の基礎知識について問うとともに、大学院で必要な英文読解能力を計る。