

生 物

第1問 生物進化に関する次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

生物の進化を理解するためには、自然選択のような形質の進化のしくみだけでなく、①遺传的浮動のような遺伝情報の進化のしくみも重要である。これらのしくみを理解することで、生物がどのようにして②新しい種へと分化し、現在の多様性を生み出してきたのかを読み解くことができる。生物の進化的な関係性は、形態や分子情報をもとにした③系統樹によって、生物の共通祖先や分岐の順序を視覚的に表すことができる。系統樹は、進化の理解だけでなく、生物分類や生物史の把握に有用である。形態的な多様性については、④相同器官と相似器官を区別し、収れん的な進化を見分けることが必要である。

問1 下線部①の遺传的浮動に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **1**

- a 遺传的浮動によって、有利な形質が集団に固定される。
- b 遺传的浮動は大集団で顕著に起こる。
- c 遺传的浮動は偶然によって遺伝子頻度に変化する。
- d 遺传的浮動は外的な環境によって生じる。
- e 遺传的浮動と自然選択は同様の結果を生じる。

問2 下線部②について、種分化に関する記述として正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **2**

- a 自然選択のみによって起こる。
- b 地理的な隔離によって起こる。
- c 常に大規模な突然変異によって起こる。
- d 個体の発生と成長過程で起こる。
- e 同じ地域に生息する集団では起こらない。

問3 下線部③の系統樹に関する記述として、正しいのはどれか。次の **a** ~ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

- a** 生物間での形態の類似性と DNA 配列の類似性は常に一致する。
- b** 系統樹は、生物進化の順序を系統関係として表す図である。
- c** 系統樹により、地球上での生命の誕生を推定できる。
- d** 系統樹により、出土化石の年代を推測する。
- e** 系統分類は、生物進化と独立した分類法である。

問4 下線部④について、相同器官と相似器官や収れん的な進化に関する記述として正しいのはどれか。次の **a** ~ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **4**

- a** 収れん的な進化によって、共通祖先から由来する似た形質が獲得される。
- b** 相同器官は、起源は異なるが同じ機能をもつ器官である。
- c** 収れん的な進化の結果、異なる系統の生物が似た形態をもつ。
- d** 収れん的な進化の結果、相同器官が生じる。
- e** 相似器官は、共通祖先から由来する同じ機能をもった器官である。

第2問 代謝に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

代謝は生体内で起こる化学反応であり、複雑な物質から単純な物質が作られる **ア** と、単純な物質から複雑な物質が作られる **イ** に大別される。**ア** の例として、^①呼吸は有機物からエネルギーを取り出す反応であり、その他の例としては **ウ** などがある。**イ** の例として、^②光合成は二酸化炭素から有機物を合成する反応である。

エネルギーを産生する反応には、呼吸とは異なる代謝として、微生物の^③発酵が知られている。これらの生体内の化学反応には活性化エネルギーが必要であり、生体内では^④酵素のはたらきによって活性化エネルギーを減少させて反応を促進している。

問1 本文中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語として、正しいのはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

	ア	イ	ウ
a	同化	異化	転写
b	同化	異化	翻訳
c	同化	異化	消化
d	異化	同化	翻訳
e	異化	同化	消化

問2 下線部^①の呼吸の説明として、正しいのはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **6**

- a** 呼吸はミトコンドリア内でのみ生じる反応である。
- b** クエン酸回路の反応には二酸化炭素が必要である。
- c** 呼吸の最終段階で、酸素は電子を受け取り、水が生成される。
- d** 呼吸とはデンプンからグルコースを取り出す反応のことである。
- e** 呼吸は ATP を合成する反応であり、ATP を消費することはない。

問3 下線部①に関して、酸素の供給が不足した場合、起こりやすい現象はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

- a 乳酸の蓄積
- b ADPの減少
- c 解糖系の停止
- d 電子伝達系の促進
- e 二酸化炭素の増加

問4 下線部②に関して、光合成の際にチラコイド膜で起こる反応として正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

- a 酸素の放出
- b ATPの消費
- c NADPHの消費
- d 二酸化炭素の固定
- e グルコースの合成

問5 下線部③の発酵に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **9**

- a 基質レベルのリン酸化は起こらない。
- b アルコール発酵では酸素を消費する。
- c 酵母は発酵によって無機物から有機物を合成する。
- d 乳酸菌は乳酸をエネルギー源として使用する。
- e 乳酸発酵ではNADHがピルビン酸を還元し、乳酸が生じる。

問6 下線部④に関して、酵素の一般的な性質について正しいのはどれか。次の a～e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 10

- a 酵素の立体構造は pH の影響を受けない。
- b 酵素の反応は温度が高いほど活発になる。
- c 酵素は基質以外の物質と結合することはない。
- d 酵素は基質にエネルギーを供与し、反応を促進する。
- e 酵素の基質特異性は、基質の構造的な特性によって決まる。

第3問 光る大腸菌を作製するための遺伝子操作に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

プラスミドA（約3000塩基対）とDNA断片B（約800塩基対）を用意した。プラスミドAは、アンピシリン耐性遺伝子と、大腸菌内で恒常的に発現を誘導するプロモーターをもっており、プロモーターの下流には、ある **ア** の切断配列が存在する。また、DNA断片Bは、^①GFP（緑色蛍光タンパク質）遺伝子の構造遺伝子のみからなり、その両末端には、プラスミドAのプロモーター下流と同じ **ア** の切断配列が存在する。

そこで、プラスミドAとDNA断片Bを、その **ア** で切断した。切断の結果生じた全てのDNA断片を混合し、**イ** で結合した。この反応でできたDNAを使用して、大腸菌を^②形質転換させた。アンピシリンを添加した培地で培養し、^③ブラックライトを照射すると、光る大腸菌を確認することができた。

問1 下線部①について、GFPを発見した科学者はだれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つを選べ。 **11**

- a 大隈 良典
- b 岡崎 令治
- c 下村 脩
- d 利根川 進
- e 山中 伸弥

問2 **ア** と **イ** にあてはまる語として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **12**

- | ア | イ |
|-------------|-----------|
| a 制限酵素 | DNA リガーゼ |
| b 制限酵素 | DNA ヘリカーゼ |
| c DNA リガーゼ | 制限酵素 |
| d DNA ヘリカーゼ | 制限酵素 |
| e DNA リガーゼ | DNA ヘリカーゼ |

問3 下線部②について、遺伝子を扱う技術に関する記述として、誤っているのはどれか。次の a～e のうちから一つ選べ。 13

- a 植物で遺伝子導入を行う際には、アグロバクテリウムと呼ばれる細菌を用いる。
- b 動物細胞で遺伝子導入を行う際には、ウイルスや人工的に作製した脂質の小胞であるリポソームが使用される。
- c CRISPR/Cas9 は、短時間でゲノムを編集する技術として注目されている。
- d 塩化カルシウム法は、大腸菌などにプラスミドを効率的に取り込ませる方法である。
- e ノックアウトとは、mRNA を壊したり翻訳を阻害して遺伝子発現を減少させることである。

問4 下線部③について、GFP 遺伝子は によって転写される。GFP 遺伝子が転写される際に、鋳型鎖となるのは、図1に示す2本鎖のうち、 の鎖である。, にあてはまる語として、正しいのはどれか。次の a～d のうちから最も適当なものを一つ選べ。 14

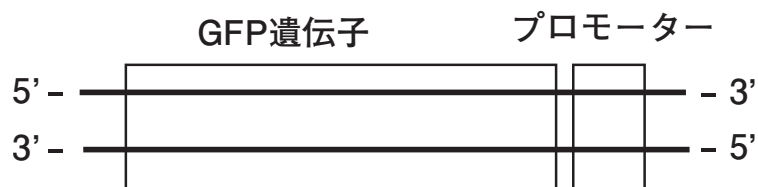


図1 GFP 遺伝子とその発現に関わるプロモーター

- | | ウ | エ |
|---|------------|----|
| a | RNA ポリメラーゼ | 上側 |
| b | RNA ポリメラーゼ | 下側 |
| c | DNA ポリメラーゼ | 上側 |
| d | DNA ポリメラーゼ | 下側 |

問5 下線部③のブラックライトで観察した際、光る大腸菌とともに、光らない大腸菌も培地上に増殖していた。光らなかったコロニーのプラスミドDNAの大きさが約3800塩基対であった場合、光らなかった原因はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 15

- a ブラックライトに異常があったから
- b アンピシリンが失活していたから
- c GFP 遺伝子が挿入されていなかったから
- d GFP の阻害物質が培地に混入したから
- e GFP 遺伝子が転写方向と逆向きで挿入されていたから

第4問 神経と情報伝達に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

ヒトの神経系において、①情報を伝達したり処理したりするのは②ニューロン（神経細胞）である。ニューロンは、核のある細胞体から伸びる多数の樹状突起と、通常は1本の長い軸索をもつ。③ニューロンが刺激を受けると活動電位が生じ、その電位の急激な変化が興奮として軸索を伝導する。軸索の末端の接合部位（シナプス）は、他のニューロンとすき間をおいて接続している。④あるニューロン（シナプス前細胞）で生じた興奮が神経終末に到達すると、その内部にあるシナプス小胞から神経伝達物質が放出される。⑤この神経伝達物質は、シナプス間隙を横切って次のニューロン（シナプス後細胞）の細胞膜上にある受容体と結合し、その細胞の膜電位が変化する。中枢神経では、

ア

も情報伝達を担うリガンドとしてはたらき、記憶の形成に関わるとされている。

問1 下線部①の情報の伝達の方向として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。なお、矢印は伝達の方向を示している。

16

- a 受容器 → 感覚ニューロン → 介在ニューロン → 運動ニューロン → 効果器
- b 受容器 → 介在ニューロン → 感覚ニューロン → 運動ニューロン → 効果器
- c 受容器 → 感覚ニューロン → 効果器 → 介在ニューロン → 運動ニューロン
- d 感覚ニューロン → 受容器 → 介在ニューロン → 運動ニューロン → 効果器
- e 感覚ニューロン → 受容器 → 介在ニューロン → 効果器 → 運動ニューロン

問2 下線部②のニューロンの特徴として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。

17

- a 抗原提示細胞として、自然免疫に関与している。
- b 樹状突起や細胞体の部分で他の細胞から情報を受け取る。
- c 軸索は、シュワン細胞が連なって形成されている。
- d ランビエ絞輪は、軸索が束になって形成されている。
- e 細胞外と細胞内のナトリウムイオン（Na⁺）濃度は、ほぼ同じである。

問3 下線部③に関して，刺激の強さと一つのニューロンに発生した活動電位の大きさの関係を模式的に表したグラフとして，正しいのはどれか。下の図2のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 18

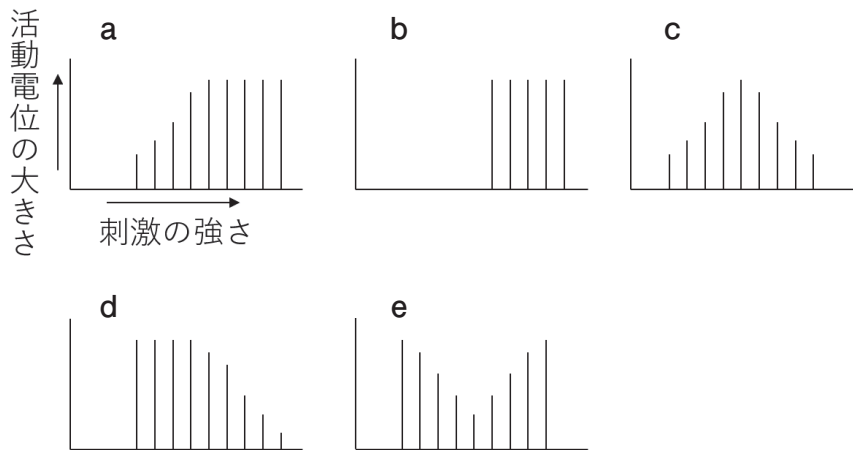


図2 神経細胞における刺激の強さと活動電位の大きさとの関係

問4 下線部④の興奮が神経終末に到達した後に起こる現象に関する記述として，誤っているのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 19

- a 神経終末の脱分極を引き起こす。
- b アセチルコリンやノルアドレナリンなどが神経伝達物質として放出される。
- c 神経終末の細胞膜の伝達物質依存性イオンチャネルが閉じる。
- d 電位依存性カルシウムチャネルが開き，神経終末内にカルシウムイオン (Ca^{2+}) が流入する。
- e 神経終末内での Ca^{2+} 濃度の上昇により，シナプス小胞のエキソサイトーシスが誘発される。

問5 下線部⑤のシナプス後細胞で起こる神経伝達物質と情報伝達に関する記述として、誤っているのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 20

- a 神経伝達物質は、リガンドとして作用する。
- b シナプスでの情報伝達は、一方向にしか起こらない。
- c 放出された神経伝達物質は長く保持されるので、興奮の伝達は長く続く。
- d 細胞膜にある受容体には、 Na^+ やクロライドイオン (Cl^-) を通すイオンチャネルとして作用するものがある。
- e γ -アミノ酪酸 (GABA) がリガンドとなる場合は、シナプス後細胞の膜電位が低下する。

問6 のリガンドとして、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 21

- a アブシシン酸
- b オキサロ酢酸
- c クレアチニン
- d グルタミン酸
- e Gタンパク質

第5問 生態系とエネルギーに関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

生態系は、生物と非生物的環境が相互に関わりながら構成される複雑なシステムである。生態系内では、生産者・消費者・分解者がそれぞれの役割を果たし、エネルギーは一方向に流れ、物質は循環することが知られている。

問1 生態系における物質生産に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **22**

- a 消費者が有機物を摂取すること
- b 分解者が有機物を分解すること
- c 生産者が有機物を合成すること
- d 動物が繁殖して個体数を増やすこと
- e 植物が呼吸によってエネルギーを得ること

問2 生態系におけるエネルギーの流れに関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **23**

- a エネルギーは、生態系内で完全に循環する。
- b エネルギーは、分解者によって再利用される。
- c エネルギーは、最終的に熱として失われる。
- d エネルギーは、無機物から自然に生じる。
- e エネルギーは、常に保存される。

問3 生態系における物質循環の例に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **24**

- a 光合成によるエネルギーの獲得
- b 植物による水の吸収
- c 細菌による窒素固定
- d 呼吸によるATPの合成
- e 捕食による個体数の調整