

科  
目

生 物

理学部・医学部・工学部・都市デザイン学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから19ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書用紙に不備がある場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 志望学部と受験番号(2カ所)は、すべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象になりません。
7. 試験終了時に、解答用紙5枚すべて提出してください。問題冊子と下書用紙は、持ち帰ってください。

1 動物の血液に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。

多細胞生物の体内環境の維持には、体液循環が非常に重要である。脊椎動物では心臓<sup>①</sup>の拍動を駆動力とする血液の循環がその一端を担っている。血液は、有形成分と液体成分からできており、有形成分は赤血球と白血球および血小板から構成される。それぞれの主な役割は、赤血球が末梢組織<sup>②</sup>への酸素供給、白血球が生体防御、そして血小板が血液凝固である。一方、液体成分は血しょうとよばれ、その成分中には種々のタンパク質が含まれている。<sup>③</sup>

問 1. 下線部①に関して、次の心臓の構造(A)～(D)に対応する最も適切な分類群を、下の(ア)～(サ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (A) 1心房1心室 (B) 1心房2心室 (C) 2心房1心室 (D) 2心房2心室  
(ア) 魚類のみ (イ) 両生類のみ (ウ) ハ虫類のみ (エ) 鳥類のみ  
(オ) 哺乳類のみ (カ) 魚類と両生類 (キ) 両生類とハ虫類 (ク) ハ虫類と鳥類  
(ケ) 両生類と鳥類 (コ) 鳥類と哺乳類 (サ) 該当なし

問 2. 下線部②に関する次の文章を読み、下の問い(1)～(3)に答えなさい。

哺乳類の赤血球は骨髄に存在する  から分化してつくられ、その時点では核を有する。しかし、血液中に存在する成熟赤血球は核をもたないため、遺伝子の転写や細胞分裂を行うことができず、タンパク質合成の場となる  ももたない。さらに、エネルギー産生の主な場として重要な細胞小器官である  ももたないため、赤血球のエネルギー産生は解糖系に依存している。赤血球は酸素運搬に特化した細胞であり、哺乳類の場合、細胞内の大部分はヘモグロビンとよばれる  を含むタンパク質で占められている。

(1) 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語を、次の(ア)～(セ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 中心体 (イ) 小胞体 (ウ) リソソーム (エ) リボソーム  
(オ) ゴルジ体 (カ) 液胞 (キ) ミトコンドリア (ク) 微小管  
(ケ) ES細胞 (コ) 造血幹細胞 (サ) 卵原細胞 (シ) 銅  
(ス) 亜鉛 (セ) 鉄

(2) ヒトの成熟赤血球においてグルコースだけを使ってATPが産生されるとする。この時、最終的に38分子のATPが合成されるためには何分子のグルコースが必要となるか答えなさい。

- (3) ヒト赤血球における水分子とイオンの透過性に関する記述として適切なものを、次の(ア)～(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。
- (ア) 赤血球を低張液に入れると、赤血球が膨張し、細胞膜が破裂する。
  - (イ) 赤血球を高張液に入れると、原形質分離とよばれる現象が起きる。
  - (ウ) 赤血球を1.9%食塩水に入れると、見かけ上は水の出入りがなく、体積に変化がない。
  - (エ) 赤血球において、水分子の出入りはアクアポリンとよばれるタンパク質による能動輸送で制御されている。
  - (オ) 赤血球において、イオン輸送を制御する $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATP}$ アーゼとよばれるナトリウムポンプは、ATPを使ってナトリウムイオンを汲み出し、カリウムイオンを取り入れる。

問 3. 下線部③に関連して、マウスの血清タンパク質を電気泳動法で調べたところ、図1のAのような分離パターンを示した。このマウスを用いて、図2に示した手順で次の実験を行った。マウスにとって異物であるヒツジの赤血球(SRBC)を40日の期間をおいて2回注射した。2回目の注射から20日後にマウスの血液を採血して血清を分離した。その中に含まれるタンパク質を電気泳動法で調べたところ、図1のBに示すような分離パターンとなった。次に、図1のBに示すI～Vに含まれるタンパク質をそれぞれ分けて回収(分画)し、どの分画にSRBCと反応してマクロファージに食作用を誘導するはたらきがあるかを調べた。実験から得られた結果を、表1に示した。下の問い(1)～(5)に答えなさい。

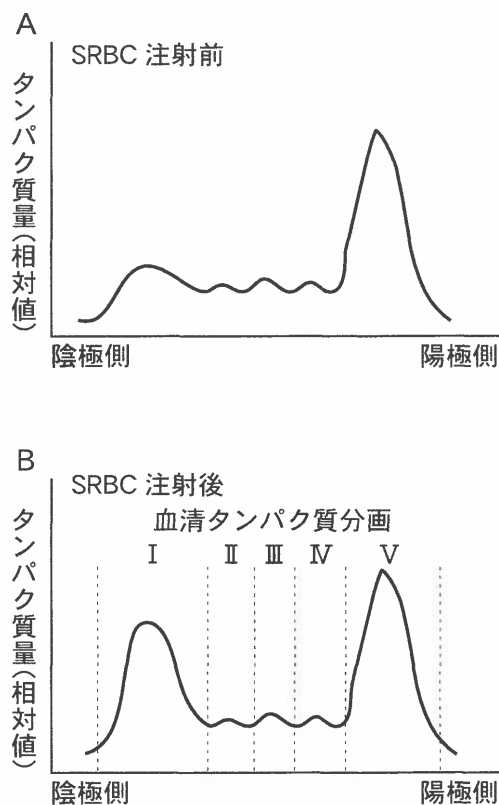


図1 SRBC注射前後の電気泳動法による血清タンパク質分離パターン



図2 実験操作の手順

表1 実験結果のまとめ

血清タンパク質分画	I	II	III	IV	V
食作用の有無	あり	なし	なし	なし	なし

- (1) 図2の操作①では、マウスにSRBCを期間をおいて2回注射した。その理由を20字以内で答えなさい。
- (2) 図2の操作②では、マウスの血液から血清を分離するために血液を凝固させた。血液凝固にはたらくタンパク質を次の(ア)~(ク)から2つ選び、記号で答えなさい。
- (ア) ディフェンシン    (イ) 免疫グロブリン    (ウ) フィブリン    (エ) リゾチーム  
(オ) アルブミン    (カ) トロンピン    (キ) ヘモグロビン    (ク) サイトカイン
- (3) 図2の操作③で血清タンパク質分画IとSRBCを混合したときに起きている反応の名称を答えなさい。
- (4) 今回の実験で得られた血清タンパク質分画Iに含まれるタンパク質の性質として適切なものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。
- (ア) SRBCにもマウス自身の赤血球にも同様に結合する。  
(イ) SRBCと結合するが、マウス自身の赤血球とは結合しない。  
(ウ) SRBCと結合するが、マウス自身の赤血球と結合するか否かは不明である。  
(エ) SRBCと結合する部位とマクロファージに結合する部位を併せもつ。  
(オ) SRBCと結合する部位はあるが、マクロファージと結合する部位はない。  
(カ) SRBCと結合する部位はないが、マクロファージと結合する部位はある。
- (5) 一般的なマクロファージの説明として適切なものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。
- (ア) マクロファージの食作用は、体液性免疫の影響を受けない。  
(イ) マクロファージは、自己の正常な赤血球に対して活発な食作用を発揮する。  
(ウ) マクロファージは、自然免疫に関わる細胞であるため、獲得免疫に関わる細胞と相互作用することはない。  
(エ) マクロファージは、トル様受容体(TLR)などの自然免疫受容体を介してバクテリアに対する食作用を発揮する。  
(オ) マクロファージは、各種病原体に対して食作用を示すが、抗体が結合した物質に対しても活発な食作用を発揮する。  
(カ) マクロファージは、一度捕食した物質を記憶しており、二度目には同じ物質に対して前回よりも強力な食作用を発揮する。

2

遺伝子発現とバイオテクノロジーに関する次の文章〔A〕,〔B〕を読み,下の問い(問1~9)に答えなさい。

〔A〕 ヒトゲノムを構成するDNA<sup>①</sup>には約22,000個の遺伝子が存在している。しかしながら,これらの遺伝子が全て同時に発現しているわけではなく,細胞の状況や周りの環境に応じて発現する遺伝子が異なる<sup>②</sup>ことが知られている。例えば,細胞周期の進行に伴う遺伝子発現パターンの変化が一例である。細胞周期は,G1期,S期,G2期,M期の順に進行する。細胞周期のそれぞれの時期に特異的に発現する<sup>③</sup>遺伝子が,細胞周期の進行に重要な役割を果たす。

問1. 下線部①に関して正しいものを,次の(ア)~(オ)からすべて選び,記号で答えなさい。

- (ア) DNAを構成する塩基は4種類あり,そのうち3種類はRNAと共通である。
- (イ) ほとんどの原核生物のDNAは直線状であり,細胞分裂時には染色体が観察できる。
- (ウ) ワトソンとクリックは,DNAは二重らせん構造を形成し半保存的に複製されることを証明した。
- (エ) DNAの複製の際,2本の鎖とも二重らせんのほどける方向に向かって連続的にDNAの合成が進行する。
- (オ) ある生物のDNAに含まれる4種類の塩基のうち,1種類の塩基の含有割合がわかれば,その他の3種類の塩基の含有割合も明らかとなる。

問2. 下線部②に関して,次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) キイロショウジョウバエのだ腺染色体では,幼虫の成長に伴って,染色体上の膨らんだ構造の位置が変化する様子が観察される。この膨らんだ構造の名称を答えなさい。また,この構造で盛んに起きている現象を答えなさい。
- (2) 核内でDNAはヒストンとよばれるタンパク質に巻きつき,ヌクレオソームやクロマチン構造を形成する。このヌクレオソームやクロマチン構造がほどけた状態でないと転写が起こらないが,その理由について30字以内で説明しなさい。

問3. 下線部③に関して,S期に起こる現象とM期に起こる現象にあてはまるものを,それぞれ次の(ア)~(キ)からすべて選び,記号で答えなさい。

- (ア) 染色体の乗換え      (イ) DNAの複製      (ウ) 染色体の分配      (エ) RNAの複製
- (オ) タンパク質の複製      (カ) 細胞質分裂      (キ) クロマチンの消失



〔B〕 バイオテクノロジーの中には、特定の遺伝子を人工的に別の DNA につなぐ遺伝子組換えという技術がある。この技術は、食品の分野では遺伝子組換え食品として、また、医療の分野では遺伝子治療として応用されている。患者個人の遺伝情報を調べ、その患者にあった薬を投与する医療は、a 医療とよばれている。

細胞へ遺伝子導入する際に、病原性を失わせたウイルスをプラスミドと同じく運び屋として用いる方法がある。目的とする遺伝子を含む DNA を、特定の塩基配列を認識するb とよばれる酵素を用いて切断し、ウイルスのゲノム内にc とよばれる酵素を用いてつなぎ合わせることで、目的とする遺伝子を含むウイルスを作製する。作製されたウイルスを細胞に感染させることで、外来遺伝子を細胞内のゲノムに組み込ませることができる。

問 5. 文中の a ～ c にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 6. 下線部④の遺伝子治療について、次の【語群】の語をすべて使い、80 字以内で説明しなさい。

【語群】 異常遺伝子、機能、正常、導入

問 7. 下線部⑤に関して、病原性を失わせたウイルスの運び屋の中には、ヒト免疫不全ウイルス由来のものも存在する。病原性のあるヒト免疫不全ウイルスによって免疫機能が低下する疾患を何とよぶか、名称を答えなさい。

問 8. 下線部⑥に関して、目的遺伝子の導入における運び屋を何とよぶか、名称を答えなさい。

問 9. 遺伝子導入に関する説明として適切なものを、次の(ア)～(オ)から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 外来遺伝子をプラスミドに挿入する方法は、PCR 法(ポリメラーゼ連鎖反応法)という。
- (イ) 外来遺伝子を細胞内に導入することにより、その形質を発現させることを形質置換という。
- (ウ) 細胞内で外来遺伝子を発現させるためには、転写開始領域であるオペレーターが必要である。
- (エ) 遺伝子導入した細胞を選択的に増殖させるために、プラスミドには抗生物質耐性遺伝子が挿入されている。
- (オ) GFP(緑色蛍光タンパク質)遺伝子を目的遺伝子に連結して挿入し、細胞内で発現させることで、目的遺伝子に由来するタンパク質の存在場所を明らかにできる。



**3** は次のページから始まります。

3 植物の成長、環境応答および植生に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 植物の成長は、さまざまな植物ホルモンによって制御されている。植物ホルモンは環境ストレスに対する応答にも関わっている。多くの植物は環境ストレスから移動して逃げることができないため、成長過程で受けるストレスに対して応答し、耐性を獲得する機構を発達させている。例えば、植物は乾燥ストレスにさらされると、細胞内でアブシシン酸が<sup>①</sup>つくり、このホルモンの<sup>②</sup>はたらきにより水分の蒸散を防いだり、乾燥ストレス応答遺伝子の発現を誘導したりする。植物はこのような非生物学的ストレスに対してだけでなく、<sup>③</sup>昆虫による食害などの生物学的ストレスに応答する経路も発達させている。

問 1. 下線部①に関して、表1は植物ホルモンとその主なはたらきを示したものである。表中の a ～ d にあてはまる最も適切な植物ホルモンの名称を、下の(ア)～(カ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

表 1

植物ホルモン	主なはたらき
a	細胞の伸長成長を促進する。細胞分裂を促進する。頂芽優勢を維持する。
b	茎の伸長成長を促進する。種子の発芽を促進する。
c	細胞分裂を促進する。気孔の開口を促進する。細胞の老化を抑制する。
d	果実の成熟を促進する。落葉を促進する。

- (ア) エチレン      (イ) サイトカイニン      (ウ) フロリゲン      (エ) オーキシン  
 (オ) ジベレリン      (カ) ブラシノステロイド

問 2. 下線部②に関して、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 水分の蒸散は気孔を閉じるにより防がれる。アブシシン酸により気孔が閉じるしくみを 40 字以内で説明しなさい。

(2) シロイヌナズナを用いた研究により、アブシシン酸に応答して合成が誘導されるタンパク質 A は、ストレス応答性遺伝子の転写調節領域に結合し、それら遺伝子の発現を誘導することで、植物体の乾燥耐性を増加させることが知られている。タンパク質 A は特定のタンパク質リン酸化酵素によりリン酸化を受けると、活性型となる。このリン酸化酵素の機能が破壊された変異体を作製し、乾燥ストレスを与えた場合、耐性の度合いは野生型個体に比べてどうなると考えられるか。最も適切なものを、次の(ア)~(ウ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 耐性が増加する            (イ) 耐性が低下する            (ウ) 変化なし

(3) シロイヌナズナにおいて、乾燥ストレスにより発現が誘導される乾燥耐性遺伝子の中には、植物体をアブシシン酸で処理した場合には誘導されないものも含まれていた。この結果の考察として最も適切なものを、次の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 乾燥ストレスに応答する経路は 1 つである。

(イ) 乾燥ストレスに応答する経路にはアブシシン酸は関与しない。

(ウ) 乾燥ストレスに応答する経路はアブシシン酸のみにより活性化される。

(エ) 乾燥ストレスに応答する経路にはアブシシン酸を介さない経路も存在する。

**問 3.** 下線部③について、昆虫などの食害に応答して植物ホルモンのジャスモン酸が合成され、ジャスモン酸がある種の物質の合成を誘導することで、食害からの防御を行うと考えられている。このジャスモン酸により合成された物質は、葉を食べた昆虫に対してどのような作用を示すか、40 字以内で説明しなさい。

[B] は次のページにあります。

〔B〕 日本の年降水量の平均は、およそ 1,700 mm と多いため、国内のほとんどの地域には森林<sup>④</sup>が発達している。低地の森林を比較すると、沖縄県では  林、屋久島から本州中部地域にかけては照葉樹林、東北地方から北海道南部にかけては夏緑樹林、北海道北東域は  林と、<sup>⑤</sup>地域によってバイオーム(生物群系)が異なっている。発達した森林では、高木層、亜高木層、低木層、草本層というような  構造がみられる。森林内には比較的<sup>⑥</sup>光の弱いところでも成長できる植物が生育している。植物の多くは開花する時期が決ま<sup>⑦</sup>っており、一日の昼夜(明期や暗期)の長さの変化で花芽形成に適した時期を認識して花が咲く植物のほかに、昼夜の長さに関係なく、一定の大きさに成長すると花芽を形成する植物も存在する。

問 4. 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 5. 下線部④に関して、もし、日本の年平均気温は変化せずに、年降水量が 500 mm になった場合、照葉樹林が存在する地域のバイオームの多くはどのように変化すると考えられるか。最も適切なものを次の(ア)～(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 雨緑樹林      (イ) サバンナ      (ウ) ステップ      (エ) 砂 漠

問 6. 下線部⑤の高木層を構成する代表的な樹木を、次の(ア)～(ク)から 2 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) ガジュマル      (イ) シイ類      (ウ) ブ ナ      (エ) ミズナラ  
(オ) タブノキ      (カ) カエデ類      (キ) トウヒ類      (ク) ダケカンバ

問 7. 下線部⑥のように、弱い光しか届かない場所に生育する植物は陰生植物とよばれる。陰生植物は、日当たりのよい場所に生育する陽生植物と比較すると、光補償点、光飽和点、呼吸速度に違いがみられる。どのような違いがあるのか、50 字以内で説明しなさい。

問 8. 下線部⑦に関して、昼夜の長さに関係なく、一定の大きさに成長すると花芽を形成する植物を何とよぶか、答えなさい。

**4** は次のページから始まります。

- 4 動物の神経系による情報処理と行動に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 脊椎動物は、さまざまな感覚情報を適切に処理し、それに応じた行動をとることができる。外部環境からの刺激を受容する眼や鼻、耳などの器官を  という。  からの情報は、脳や脊髄などの  で統合・処理された後、筋肉や分泌腺などの  に伝達されて反応が生じる。  からの情報を  へ伝える運動神経は、軸索の大部分が<sup>ずいしやう</sup>髓鞘<sup>①</sup>で覆われているため、高速で情報を伝えることが可能である。運動神経の興奮が軸索の末端に到達すると、神経伝達物質<sup>②</sup>が分泌されて筋収縮が誘導される。

- 問 1. 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。
- 問 2. 下線部①について、髓鞘で覆われている神経繊維の名称を答えなさい。
- 問 3. 下線部②について、運動神経の軸索末端から筋組織に分泌される神経伝達物質の名称を答えなさい。
- 問 4. 神経のつながった骨格筋を取り出して、図1のような神経筋標本を作製した。骨格筋と神経繊維の接合部から 3.2 cm の距離にある A 点と、5.6 cm の距離にある B 点に刺激電極を設置し、十分な強さの刺激を神経繊維上に与えたところ、A 点を刺激した場合は 5.9 ミリ秒後に、B 点を刺激した場合は 6.5 ミリ秒後に骨格筋が収縮した。下の問い(1)と(2)に答えなさい。

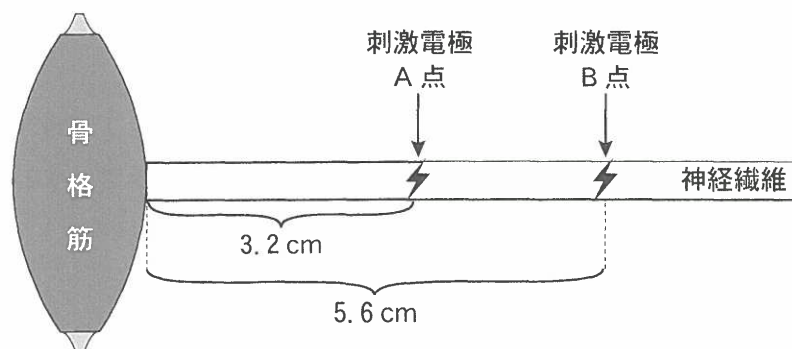


図 1

- (1) 興奮が神経繊維上を伝導する速度(メートル/秒)を答えなさい。
- (2) 興奮が軸索末端に伝わってから骨格筋が収縮するまでの時間(ミリ秒)を答えなさい。

問 5. 図 2 のように、神経筋標本の神経繊維上の離れた C 点と D 点の表面にオシロスコープの記録電極を設置し、2つの電極間の電位差を観測した。D 点より外側の神経繊維上の E 点を刺激すると、図 3 の(ア)の波形が観測された。次に C 点と D 点のちょうど中央の F 点に刺激電極を設置した。CF 間、FD 間、DE 間の距離がすべて等しい場合、下の問い(1)と(2)に答えなさい。

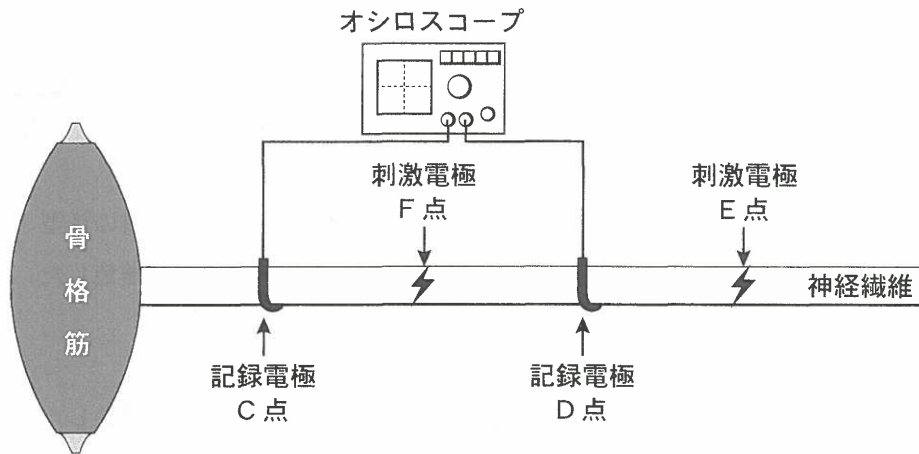


図 2

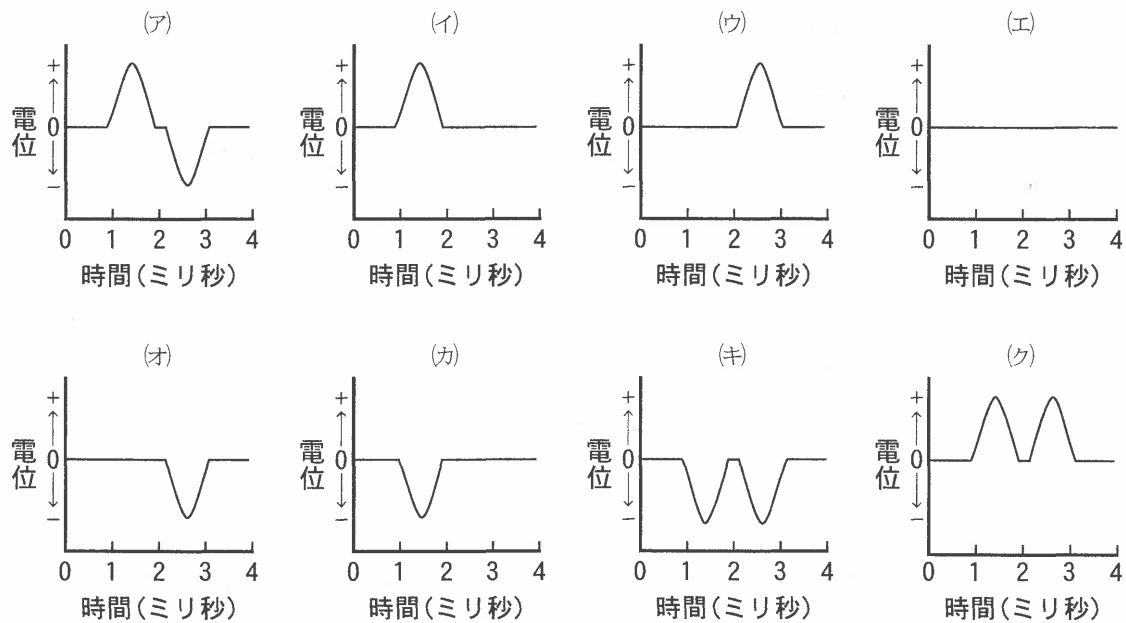


図 3

- (1) F 点に電気刺激した際のオシロスコープの波形として最も適切なものを、図 3 の(ア)~(ク)から 1 つ選び、記号で答えなさい。
- (2) F 点と D 点の間の神経を切断した後、F 点に電気刺激した際のオシロスコープの波形として最も適切なものを、図 3 の(ア)~(ク)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

[B] は次のページにあります。

〔B〕 動物は、外部環境から受ける特有の刺激に対して、生まれながらに備わった定型的な行動 <sup>③</sup>を行うことが知られている。例えば、繁殖期を迎えたイトヨ(トゲウオの一種)の雄は、腹部が鮮やかな赤色となり、水底に巣をつくる。そして、巣に近づくものが同種の雄であれば攻撃して追い払い、成熟した雌であればジグザグダンスを行い求愛する。雄の求愛に応じた雌の行動が雄の次の行動を引き起こし、雌雄の一連の動作が交互に連続して誘発されることにより、産卵・放精に至る。

ある動物行動学者は、イトヨの雄が巣に近づいた雌雄をどのようにして識別しているのか <sup>④</sup>を知るため、さまざまな模型を巣に近づけて、雄の行動を調べ、図4のような結果を得た。

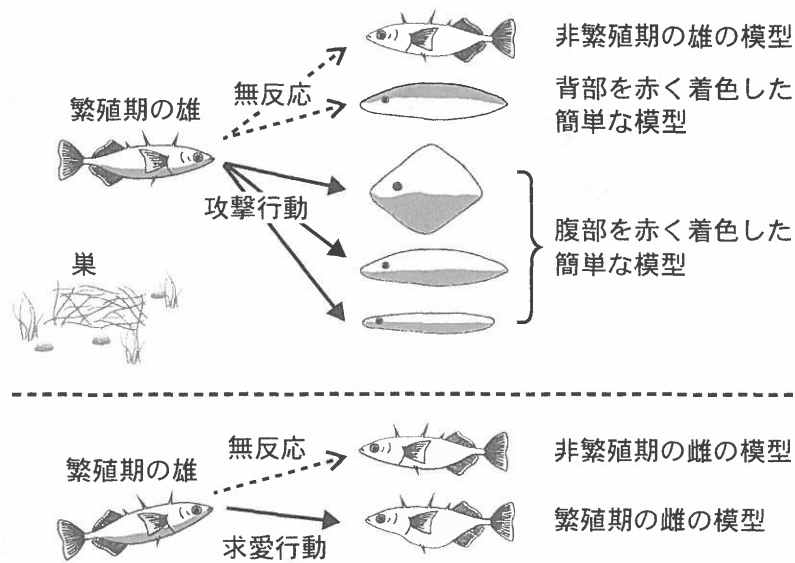


図4

問 6. 下線部③の行動として適切なものを、次の(ア)~(オ)から3つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) プラナリアが負の走光性を示す。
- (イ) ホシムクドリが太陽コンパスを利用して渡りの方向を決定する。
- (ウ) アメフラシが繰り返しの接触刺激に対してえらを引っ込めなくなる。
- (エ) ミツバチがえさ場の位置情報を8の字ダンスによって仲間に伝える。
- (オ) キンカチョウのさえずりは、幼鳥が雄親のさえずりをまねることで完成する。

問 7. 下線部④の実験を行った動物行動学者の名前を、次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) リンネ                      (イ) ウェゲナー                      (ウ) ティンバーゲン                      (エ) ローレンツ
- (オ) ヘッケル

問 8. 図4の結果から、繁殖期の雄の攻撃行動と求愛行動を引き起こさせる“かぎ刺激”をそれぞれ答えなさい。



**5** は次のページから始まります。

5 生物の進化と生態に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～9)に答えなさい。

〔A〕 遺伝子に起こる突然変異は、個体の生存や繁殖に不利にはたらく場合が多い。そのため、<sup>①</sup>新しい機能をもつ遺伝子は生じにくいと考えられる。しかし、同じ遺伝子が同一ゲノムに2つ(またはそれ以上)存在する現象である  は、新たな機能をもつ遺伝子を生じさせる可能性がある。例えば、動物の発生をつかさどるホメオティック遺伝子群は、脊椎動物では数が異なることが知られている。<sup>②</sup>ヤツメウナギなどの  では2つ、哺乳類、鳥類、ハ虫類、両生類を含む  では4つ、多くの硬骨魚類では7つのホメオティック遺伝子群をもつ。しかし、脊椎動物と祖先を共有するナメクジウオなどの  は、単一のホメオティック遺伝子群しかもたない。脊椎動物の各ホメオティック遺伝子は、 の結果、背骨や顎などの複雑な構造を形成する新しい機能を獲得したのではないかと考えられている。<sup>③</sup>

問 1. 下線部①に関して、個体の生存や繁殖に有利でも不利でもない、中立な突然変異が生じた遺伝子は、世代を経るごとに集団内でどのようなになると考えられるか。30字以内で説明しなさい。

問 2. 文中の  にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 3. 下線部②の系統・分類や特徴の説明として正しいものを、次の(ア)～(カ)から3つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 海綿動物は明確な組織や器官の分化がない。
- (イ) センチュウやカイチュウなどの線形動物は脱皮をする。
- (ウ) 節足動物には、昆虫類の他にミミズやゴカイ、ヤスデやムカデが含まれる。
- (エ) 三胚葉性の動物には、五放射相称の体形をもつヒトデなどの棘皮動物は含まれない。
- (オ) 分子データの解析により、動物は、単細胞のえり鞭毛虫べんもうちゅうに最も近縁であると推定されている。
- (カ) 分子データより得られた系統樹では、新口動物は、冠輪動物かんりんと脱皮動物に大きく分けられる。

問 4. 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語を、次の(ア)～(ク)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 旧口動物      (イ) 顎口類がくこう      (ウ) 四足(肢)動物      (エ) 無顎類
- (オ) 脊索動物      (カ) 単孔類      (キ) 原索動物      (ク) 羊膜類

問 5. 下線部③に関して、生存や繁殖に重要な遺伝子が同一ゲノムに2つ存在した場合、進化の過程で一方の遺伝子だけに、新しい機能の獲得や機能の喪失が起こりやすいと考えられる。その理由を60字以内で説明しなさい。

〔B〕 陸上植物は、維管束の有無や種子形成の有無などによってコケ植物、シダ植物、種子植物<sup>④</sup>に分類される。このうち、現在最も繁栄しているのは種子植物で、陸上植物の既知種の約8割以上を占めている。

このように陸上で繁栄している種子植物は、その約9割が受粉のための花粉の媒介(送粉)を動物(主に昆虫)に頼っていると見積もられている。花粉の運搬を担う動物(送粉動物)<sup>⑤</sup>には、その形態学的・生理学的特徴に応じて、種や分類群ごとに利用する花の種類を使い分ける傾向がある。例えば、寒冷な地域の主要な送粉動物であるマルハナバチの場合、種によって口吻(口周辺の突起で、花蜜を吸うストローとしての役割をもつ)<sup>⑥</sup>の長さが異なっている。口吻の短い種ほど花筒が短い花を、口吻の長い種ほど花筒が長い花を訪れる傾向がみられる。

問 6. 下線部④に関する文章として正しいものを、次の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 種子植物の種子の中にある胚の核相は、複相(2n)である。
- (イ) 種子植物では、受精後に受精卵が発達したものが種子になる。
- (ウ) 種子植物は、コケ植物やシダ植物と異なり、受精の際に外部の水を必要としない。
- (エ) 種子植物の受精では、花粉管中の2個の精細胞が、それぞれ卵細胞および中央細胞と融合する。
- (オ) 白亜紀に出現した種子植物は、それまで繁栄していたシダ植物と置きかわるようにして、陸域で勢力を拡大した。

問 7. 下線部⑤に関して、送粉動物の多くは、花蜜などの餌を目当てに花を訪れている。こうした送粉動物と植物のように、互いに利益をもたらしあう関係を何とよぶか、答えなさい。

問 8. 下線部⑥に関して、北アメリカには全部で46種ものマルハナバチが生息している。しかし、一部の例外を除き、同じ地域内では口吻が長い種が1種、口吻が短い種が1種、口吻の長さが中間の種が1種ずつ優占していることが多く、口吻の長さが近い2種以上のマルハナバチが、同じ地域内で同時に優占種になることは少ない。なぜこのような現象が生じるのか、考えられる理由を80字以内で説明しなさい。

問 9. 下線部⑥の仲間は、一部の例外を除き、ほぼすべての種が高度に組織化された集団を形成する社会性昆虫である。動物の社会に関する説明として適切なものを、次の(ア)~(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 社会性昆虫の多くは、一夫多妻の社会を形成している。
- (イ) 社会性昆虫は、ハチやアリに多く、それ以外の昆虫からは報告されていない。
- (ウ) 社会性昆虫の群れには、生殖に専念する個体と生殖を行わない個体が存在している。
- (エ) 社会性昆虫の群れでは、群れの大部分の個体とは血縁関係にない、ヘルパーとよばれる個体も協力して子育てを行っている。
- (オ) ニホンザルやオオカミなどの群れをつくる動物には、個体間に明確な優劣関係が存在する場合がある。これを順位制という。