

前期日程

科目

生 物

理学部・医学部・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22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。

実施年月日
-5. 2. 25
富山大学

字数制限のある解答文中で記号や数字を用いる場合には、元素記号は各元素で1字、その他の記号・数字は(上付き, 下付きでも)それぞれ各1字と数えること。(例: Ca^{2+} は

Ca	2	+
----	---	---

)

1 哺乳類の身体の機能調節に関する次の文章[A],[B]を読み, 下の問い(問1~11)に答えなさい。

[A] 身体の臓器は様々な種類の細胞から構成されていて, 個々の細胞種が臓器の機能に重要な役割を果たしている。その良い例として, 腎臓を考えてみよう。腎臓は血液をろ過し, こした液(原尿)から身体にとって有用な成分と水分を再吸収した後、^①尿として排出するはたらきがある。この一連のはたらきは腎臓の内部にある構造である

a

 によって行われる。

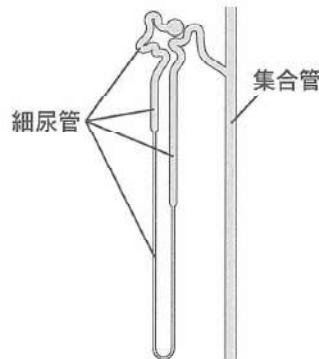


図1

a

 を構成する構造のうち, 再吸収に関わる構造は細尿管と集合管である(図1)。細尿管を構成する細胞は、グルコースやアミノ酸のような有用な成分を再吸収する。集合管を構成する細胞は水をよく通し, 管の外の浸透圧が高いことから^②管腔内の水が外に^③抜けていく。また, 集合管を構成する細胞は, Na^+ を細胞内によく通す。そして, ナトリウムポンプによって細胞内の Na^+ を管の外に汲み出す。集合管の細胞は鉱質コルチコイド受容体とバソプレシン受容体をもっており, 鉱質コルチコイドが作用すると^④ Na^+ の再吸収が促進され、^⑤バソプレシンが作用すると水の透過性が高まる。^⑥

腎臓は血圧を調整するはたらきがある。水分の再吸収が盛んに行われると, 血液の量が増えて血圧が上がる。逆に水分の再吸収が少ないと尿量が増え, 血圧は下がる。

問1. 文中の

a

 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に関して, 次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1)

a

 を構成する構造の中で, 血液のろ過を行う構造の名称を, 次の(ア)~(カ)から1つ選び, 記号で答えなさい。

- (ア) 腎小体 (イ) 腎う (ウ) 輸尿管 (エ) ぼうこう (オ) 副腎皮質
(カ) 副腎髄質

(2) (1)の構造ではろ過されず、正常なヒトでは原尿に排出されないものを、次の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 赤血球 (イ) 免疫グロブリン (ウ) クレアチニン (エ) 尿素
(オ) Cl^-

問 3. 下線部②に関して、グルコースは細尿管の管腔に面した部位で Na^+ 依存性グルコース輸送体によって、 Na^+ の濃度勾配に従って細胞内に輸送される。このグルコース輸送の説明として正しいものを、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 管腔のグルコース濃度が細胞内より高いときのみ、グルコースは細胞内に輸送される。
(イ) 管腔のグルコース濃度が細胞内より低いときのみ、グルコースは細胞内に輸送される。
(ウ) 管腔の Na^+ 濃度が細胞内より高いときのみ、グルコースは細胞内に輸送される。
(エ) 管腔の Na^+ 濃度が細胞内より低いときのみ、グルコースは細胞内に輸送される。

問 4. 下線部③に関して、これは水を通す膜タンパク質が存在するからである。このタンパク質の名称を答えなさい。

問 5. 下線部④に関して、ナトリウムポンプのはたらきについて、次の語群の語をすべて用いて110字以内で説明しなさい。

【語群】 Na^+ , K^+ , ATP, ADP, ポンプ, 構造変化, 3個, 2個

問 6. 下線部⑤に関して、鉍質コルチコイドが分泌される部位を、次の(ア)~(キ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 脳下垂体前葉 (イ) 脳下垂体後葉 (ウ) ランゲルハンス島
(エ) 副腎皮質 (オ) 副腎髄質 (カ) 甲状腺 (キ) 副甲状腺

問 7. 下線部⑥に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) バソプレシンが分泌される部位を、次の(ア)~(キ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 脳下垂体前葉 (イ) 脳下垂体後葉 (ウ) ランゲルハンス島
(エ) 副腎皮質 (オ) 副腎髄質 (カ) 甲状腺 (キ) 副甲状腺

(2) バソプレシンのはたらきによる身体への影響として正しいものを、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 尿量を増やすとともに、血圧を上げる。
(イ) 尿量を増やすとともに、血圧を下げる。
(ウ) 尿量を減らすとともに、血圧を上げる。
(エ) 尿量を減らすとともに、血圧を下げる。

〔B〕 1800年頃にジェンナーは、牛痘ウイルス^{ぎゅうとう}を人工的にあらかじめ接種することでヒト天然痘^{てんねんとう}の感染を予防する方法(種痘^{しゅとう})^⑦を開発した。これがワクチンのはじまりである。種痘によりワクチンが人体に投与されるとウイルス抗原は、樹状細胞^{じゅじょうせうぼう}によって^⑧ [b] に結合した状態でリンパ球の一種である [c] に提示される。[c] は [d] で抗原を認識する。[c] は活性化してサイトカインを放出し、別のリンパ球の一種である [e] を [f] に分化させる。[f] は抗体産生に特化した細胞であり、種痘の場合では [f] から天然痘ウイルスに対する抗体が産生される。抗体は抗原と特異的に結合して種々の抗原排除のしくみを誘導するはたらきがある。特に抗原の病原性や毒性に重要な分子構造に直接結合し、そのはたらきを阻害する抗体は中和抗体^{ちゅうちゅうたいぶ}とよばれる。ウイルスの中和抗体は、ウイルスと細胞の結合を阻止することで、感染^{かんせん}や重症化を予防する。^⑨

問 8. 文中の [b] ~ [f] にあてはまる最も適切な語を、次の(ア)~(ス)からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) マクロファージ (イ) 好中球 (ウ) B細胞 (エ) ヘルパーT細胞
 (オ) マスト細胞 (カ) キラーT細胞 (キ) 抗原提示細胞 (ク) 形質細胞
 (ケ) NK細胞 (コ) MHCタンパク質 (ク) 抗体 (シ) TCR (ス) TLR

問 9. 下線部⑦に関して、ウイルスの説明として正しいものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 独自のウイルスタンパク質をもつ。
 (イ) 原核生物と同じ、遺伝情報の複製酵素をもつ。
 (ウ) グルコースからATPを合成することができる。
 (エ) 脂質二重層からなる膜で囲われた小器官をもつ。
 (オ) 真核生物にのみ感染し、原核生物に感染するものはない。
 (カ) 真核生物の細胞内にウイルスRNAを導入して増殖するものがある。

問10. 下線部⑧に関して、ワクチンには人工的に不活性化したウイルスそのものを投与するものもある。しかし、最近ではウイルスDNAやmRNAの一部を投与する核酸ワクチンが開発された。核酸ワクチンに関する記述として正しいものを、次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 核酸分子中に抗体結合部位がある。
 (イ) 核酸は抗体産生細胞内に直接導入される。
 (ウ) 核酸は樹状細胞によって直接提示される。
 (エ) 核酸にサイトカインの情報が含まれている。
 (オ) 核酸に抗原タンパク質の情報が含まれている。

問11. 下線部⑨に関して、マウスで以下の中和抗体誘導実験を行った。ウイルス X は、マウスの細胞 Y を溶解する性質をもつ。実験手順を図 2 に、実験結果のグラフと観察例を図 3 に示した。この実験後、中和抗体の効果がみられなくなったマウスに再度、初回と同じ手順で 2 回目のウイルス X ワクチンによる中和抗体誘導実験を行った。下の問い(1)と(2)に答えなさい。

[実験手順]

1. ウイルス X のワクチンをマウスに注射した。(初回投与)
2. ワクチンを投与した日(0日)を含めて2日ごとに7回採血して7種類の血清を得た。
3. 得られた各血清とウイルス X をそれぞれよく混ぜて抗原抗体反応を行った。
4. 上記処理した混合液をそれぞれ細胞 Y に添加し、1日後に残存する細胞 Y の細胞数よりウイルス X の細胞 Y 溶解率を計算した。

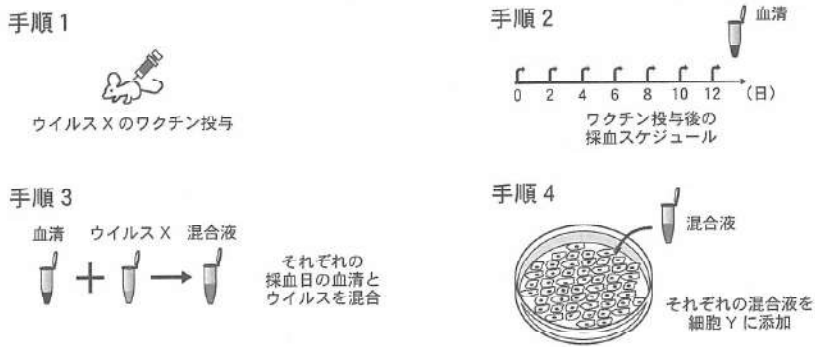


図 2

[実験結果のグラフとウイルス X による細胞 Y 溶解の観察例]

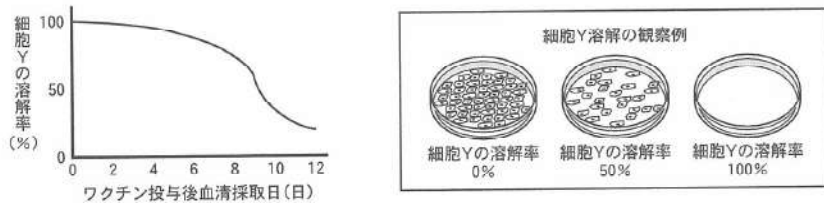
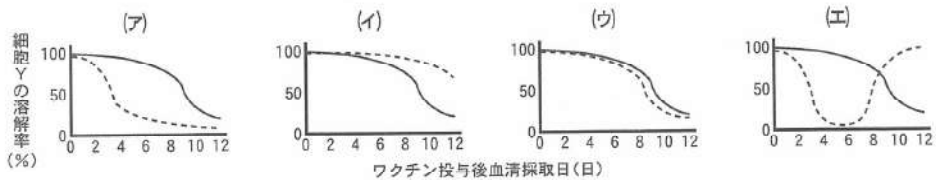


図 3

- (1) 2 回目のワクチン投与の結果を示すグラフとして最も適切なものを、下の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、グラフ中の実線は初回の実験結果を示し、破線が 2 回目の実験結果を示す。
- (2) (1)のグラフを選んだ理由を、獲得免疫の二次応答の特性から 70 字以内で説明しなさい。



2

遺伝子やタンパク質に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 タンパク質を合成するための遺伝情報は遺伝子であり、細胞内で発現する遺伝子の種類やその発現量は、環境や成長に応じて調節されている。原核生物では、関連する機能をもつ複数の遺伝子が とよばれる遺伝子群となって存在していることがある。 は、1つのプロモーターによって転写が調節され、mRNA が転写される。そのプロモーターの近くには、オペレーターとよばれる調節領域が存在し、そこに調節タンパク質が結合して の転写が調節される。例えば、大腸菌のトリプトファン代謝における転写調節が知られている。真核生物では、核内に存在し転写の開始を助ける が必要である。転写調節領域、調節タンパク質、、RNA ポリメラーゼ、プロモーターが結合して複合体を形成することで、転写が開始される。

問 1. 文中の と 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に関して、細胞内で合成されたトリプトファンが過剰になると、トリプトファン合成酵素の合成が抑制される負の制御が起きる。その負の制御のしくみについて、次の語群の語をすべて用いて100字以内で説明しなさい。

【語群】 調節タンパク質、オペレーター、プロモーター、トリプトファン、
RNA ポリメラーゼ、トリプトファン合成酵素遺伝子

問 3. 遺伝子やタンパク質に関する説明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) どの生物の DNA でもアデニンはチミンと、グアニンはシトシンと同量存在することをシャルガフの法則(規則)という。
- (イ) 遺伝子の情報が転写された mRNA は、核内のリボソームに輸送されタンパク質が合成される。
- (ウ) タンパク質を構成するアミノ酸どうしは、ペプチド結合によって結合している。
- (エ) タンパク質を構成するアミノ酸のうち、成人が十分に合成することができないものを重要アミノ酸という。
- (オ) DNA のヌクレオチド鎖には、方向性がある。

問 4. RNA を鋳型として DNA が合成されることを何とよぶか、その名称を答えなさい。

問 5. タンパク質に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 熱や酸、アルカリによって構造が変化し、タンパク質本来の性質や機能が失われる現象を何とよぶか、その名称を答えなさい。
- (2) 細胞内にはシャペロンとよばれるタンパク質が存在する。このシャペロンの機能について50字以内で説明しなさい。

〔B〕は次のページにあります。

〔B〕 ヒトの ABO 式血液型は、赤血球の表面にある糖鎖抗原構造によって区別される。A 型のヒトは遺伝子 A をもち、A 型糖鎖を合成する。B 型のヒトは遺伝子 B をもち、B 型糖鎖を合成する。AB 型のヒトは遺伝子 A と遺伝子 B の両方もち、O 型のヒトは A 型糖鎖も B 型糖鎖も合成しない。

ABO 式血液型の遺伝子は 9 番染色体に位置し、遺伝子 A、遺伝子 B、遺伝子 O の 3 種類の対立遺伝子が存在する。遺伝子 A と遺伝子 B の間には、翻訳される領域内にアミノ酸の置換が起こる 1 塩基対の置換が 4 か所ある。遺伝子 O と遺伝子 A にはほとんど差異が認められないが、翻訳される領域内に 1 塩基 G の欠失が認められる。遺伝子の塩基配列のわずかな違いが酵素(タンパク質)の機能の差となって、ABO 式血液型を決定している。

問 6. 下線部②に関して、ある 1 か所の 1 塩基の置換を図 1 に示す。その結果、囲み部分がコードするアミノ酸が、遺伝子 A では c であるが、遺伝子 B では d に置換される。c と d にあてはまるアミノ酸の名称を、表 1 の遺伝暗号表を参考にしてそれぞれ答えなさい。



センス鎖(非鋳型鎖)の塩基配列を示す
下線部は 1 塩基の違いを示す

図 1

表 1

		2 番目の塩基					
		U	C	A	G		
1 番目の塩基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	3 番目の塩基
		ロイシン		終止コドン	終止コドン	A	
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U	
				グルタミン		A	
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U	
				メチオニン	リシン	アルギニン	
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U	
				グルタミン酸		A	
						G	

問 7. 下線部③に関して、この塩基配列の変化はアミノ酸配列にどのような変化をもたらすか、40 字以内で説明しなさい。

問 8. 自分の血液型を知らない山田さんは、ABO 式血液型の遺伝子型を調べるために、口腔内の細胞からゲノム DNA を採取した。図 2 に示すとおり、1 塩基の違いを含む領域 I と領域 II を PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)法によって増幅し、領域 I の PCR 産物を制限酵素 a で、領域 II の PCR 産物を制限酵素 b で、それぞれ十分反応させた。そして、制限酵素で処理したものの(+)と処理していないもの(-)についてゲル電気泳動を行った(図 3)。制限酵素 a は領域 I に関して、遺伝子 O を切断するが、遺伝子 A、遺伝子 B を切断しないことがわかっている。また、制限酵素 b は領域 II に関して、遺伝子 A、遺伝子 O を切断するが、遺伝子 B を切断しないことがわかっている。下の問い(1)と(2)に答えなさい。

ABO 式血液型遺伝子の構造

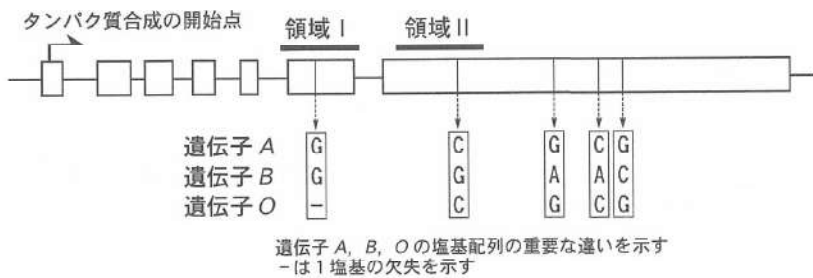


図 2

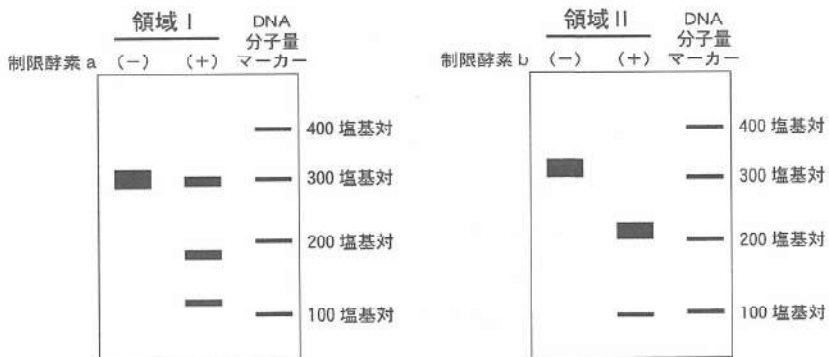


図 3

- (1) 下線部④に関して、ABO 式血液型を、血液ではなく口腔内の細胞を用いて調べることができる理由を 60 字以内で説明しなさい。
- (2) 図 3 の電気泳動の結果から、山田さんの ABO 式血液型の遺伝子型および血液型を答えなさい。

- 3 動物の体内環境の維持と行動の調節に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～10)に答えなさい。

〔A〕 動物において、細胞の活動は、細胞と組織液との間で、酸素、養分、老廃物などの物質の交換が行われることで維持される。そのため、組織液に常に十分な成分を供給し、老廃物を取り除くしくみが必要である。心臓や血管などからなる [a] 系は、体液を全身にめぐらせ、細胞と組織液との間で物質や熱などの効率的な交換にはたっている。ヒトの [a] 系は、血管系と [b] 系からなっており、血管系には動脈、静脈、毛細血管という構造の異なる3つの血管が存在する。脊椎動物の場合、心臓から送り出された血液は上述の3つの血管を通して再び心臓に戻るが、このような血管系は [c] 血管系とよばれている。血管内を流れる血液は、有形成分である赤血球、白血球、 [d] と、液体成分の [e] からなる。心臓は、血管系の中心的な器官であり、その規則的な拍動リズムは [f] とよばれる部分で作りだされる。また、心臓の拍動数は、運動すると増加し、休息すると平常の拍動数に戻る。これは、 [f] が神経によって調節されているためである。脊椎動物の心臓の構造は、動物の種類によって異なっており、その動物の生活場所や進化との関連が深いといわれている。

問 1. 文中の [a] ~ [f] 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に関して、それぞれの血管の特徴を示す適切な記述を、次の(ア)~(キ)からそれぞれすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 筋肉層をもつ他の血管に比べて筋肉層が薄い。
- (イ) 筋肉層をもつ他の血管に比べて筋肉層が厚い。
- (ウ) 筋肉層をもたず一層の内皮細胞のみからなる。
- (エ) 血液の逆流を防ぐための弁がある。
- (オ) 周囲の組織との間で物質の交換が容易に行われる。
- (カ) 心臓から体の各部へと向かう血液が流れる。
- (キ) 体の各部から心臓に戻る血液が流れる。

問 3. 下線部②に関して、ヒトの白血球の中で、食作用によって体内に侵入した異物の排除を行っている細胞を、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) B細胞 (イ) マクロファージ (ウ) NK細胞 (エ) ヘルパーT細胞
- (オ) キラーT細胞 (カ) 好中球

問 4. 下線部③に関して、次の文章を読み、下の問い(1)と(2)に答えなさい。

カエルの心臓2つを図1のようにつなぎ、リンガー液を流して拍動を観察した。心臓Iにつながっている神経Aを電気刺激したところ、心臓Iの拍動が速くなり、しばらくして心臓IIの拍動も速くなった。

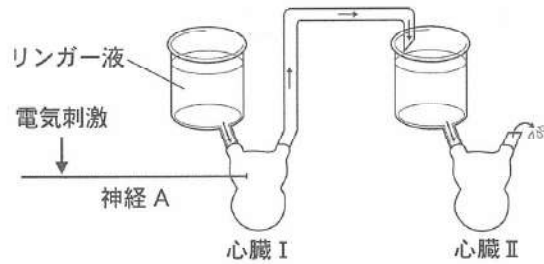


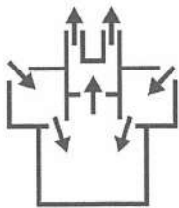
図 1

- (1) 神経 A は何とよばれる神経か、その名称を答えなさい。
- (2) 心臓 II の拍動を速めた物質の名称を答えなさい。

問 5. 下線部④に関して、次の(A)~(D)の動物の心臓の構造として適切なものを、下の(ア)~(ウ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。なお、同じ記号を何度用いても構わない。矢印は血液の流れを示している。

- (A) 魚類 (B) 鳥類 (C) 両生類 (D) 哺乳類

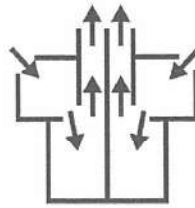
(ア)



(イ)



(ウ)



〔B〕 神経細胞は、シナプスとよばれる構造を介して情報をやり取りする。図2にシナプスの模式図を示した。シナプス前細胞の興奮、すなわち活動電位が神経終末に到達すると、神経終末から神経伝達物質が放出され、シナプス後細胞がそれを受容することで情報が伝達される。シナプスには、シナプス前細胞の興奮がシナプス後細胞の活動電位の発生を促進させるものと抑制させるものが存在する。前者を興奮性シナプス、後者を抑制性シナプスとよぶ。脳の発達期に興奮性シナプスと抑制性シナプスがバランス良くつくられることが、動物の行動調節に極めて重要である。その1つの例として図3に示した膝蓋腱反射^{しつがいけん}があげられる。この反射は、椅子に座った状態で、ひざ関節のすぐ下の部分をかかると、思わず足前に跳ね上がるというものである。たたいた際に膝蓋腱につながる筋肉が引っ張られることで、この筋肉内の受容器^{きんぱうすい}（筋紡錘）が刺激され、感覚神経が興奮する。この感覚神経の興奮は脊髄でシナプスを介して運動神経に伝達され、この運動神経が大腿部の筋肉 A を収縮させることによって足が前に跳ね上がる（経路1）。一方、この感覚神経は、脊髄の介在神経ともシナプスをつくっている。この介在神経は、大腿部の筋肉 B を収縮させる運動神経とシナプスをつくっている（経路2）。

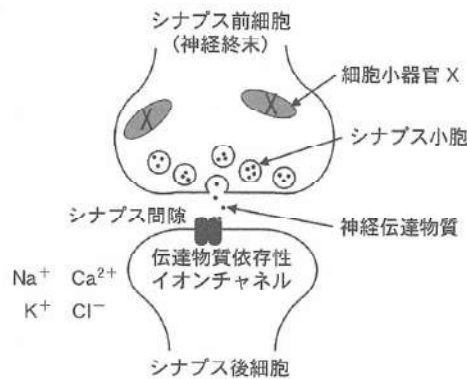


図2

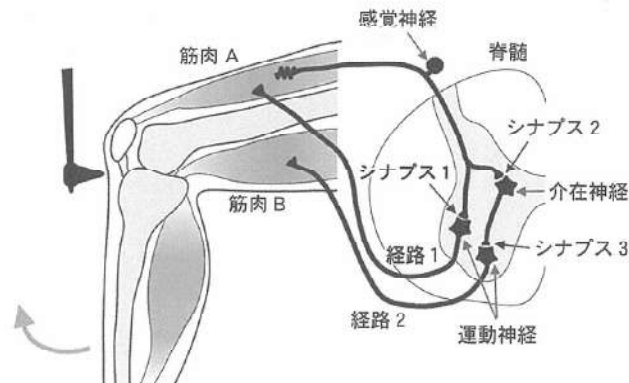


図3

問 6. 図 2 に示すように、活動電位が神経終末に到達すると、神経伝達物質を含んだシナプス小胞が神経終末の細胞膜に融合し、それによって神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。放出された神経伝達物質は再びシナプス小胞に充填され、次の活動電位の到達に備える。この過程には ATP の加水分解によるエネルギーが必要である。そのため、多くの神経終末には図 2 の X で示した細胞小器官が配置されている。この細胞小器官の名称を答えなさい。

問 7. 下線部⑤に関して、シナプス間隙に放出された神経伝達物質によって興奮性シナプス後電位が生じるしくみについて、図 2 に示した語を用いて 80 字以内で説明しなさい。ただし、すべての語を使う必要はない。

問 8. 下線部⑥に関して、興奮性シナプスと抑制性シナプスの神経伝達物質として最も適切な組み合わせを、次の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| (ア) 興奮性シナプス - ノルアドレナリン | 抑制性シナプス - アセチルコリン |
| (イ) 興奮性シナプス - アセチルコリン | 抑制性シナプス - ノルアドレナリン |
| (ウ) 興奮性シナプス - グルタミン酸 | 抑制性シナプス - γ アミノ酪酸 |
| (エ) 興奮性シナプス - γ アミノ酪酸 | 抑制性シナプス - グルタミン酸 |

問 9. 図 3 に示したシナプス 1~3 は興奮性、抑制性のいずれのシナプスであるか、最も適切な組み合わせを次の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------------|--------------|--------------|
| (ア) シナプス 1 - 興奮性 | シナプス 2 - 興奮性 | シナプス 3 - 興奮性 |
| (イ) シナプス 1 - 興奮性 | シナプス 2 - 興奮性 | シナプス 3 - 抑制性 |
| (ウ) シナプス 1 - 興奮性 | シナプス 2 - 抑制性 | シナプス 3 - 抑制性 |
| (エ) シナプス 1 - 抑制性 | シナプス 2 - 興奮性 | シナプス 3 - 興奮性 |
| (オ) シナプス 1 - 抑制性 | シナプス 2 - 興奮性 | シナプス 3 - 抑制性 |
| (カ) シナプス 1 - 抑制性 | シナプス 2 - 抑制性 | シナプス 3 - 興奮性 |

問 10. 膝蓋腱反射における経路 2 の役割について 70 字以内で説明しなさい。

4 植物ホルモンのはたらきに関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

〔A〕 イネなどの穀類の種子の発芽におけるジベレリンの作用を調べるため、脱穀したイネの種子(玄米)を用いて次の実験1～3を行った。次のページの問い(問1～3)に答えなさい。

〔実験1〕 発芽における胚の役割を調べるため、種子を吸水させ、吸水開始から4日後まで、1日ごとに種子を取り出して、胚を含む側(有胚部)と含まない側(無胚部)となるように半分に切断した。有胚部と無胚部でそれぞれのアミラーゼ活性を調べた結果、表1のようになった。表中の－は活性なし、＋は活性あり、＋の数は活性の強さを表す。

表1

吸水後の日数	有胚部	無胚部
1	－	－
2	＋	－
3	＋＋	＋
4	＋＋＋	＋＋

〔実験2〕 種子を1日間吸水させた後、有胚部と無胚部となるように半分に切断し、それぞれをある濃度のジベレリンを含む、あるいは含まない水溶液に浸し、さらに3日間おいた。有胚部と無胚部のアミラーゼ活性を調べた結果、表2のようになった。表中の－は活性なし、＋は活性あり、＋の数は活性の強さを表す。また、ジベレリンを含む場合は、ジベレリンを含まない場合と比べて、有胚部で^{幼葉鞘}がより伸長していた。

表2

ジベレリン	有胚部	無胚部
含まない	＋＋＋	－
含む	＋＋＋	＋＋＋

〔実験3〕 ^{こふんそう}糊粉層細胞の役割を調べるため、糊粉層の単離を試みたところ、種子吸水開始から6日後にはうまく単離することができた。単離した糊粉層を培養し、培養開始直後(0日後)から2日後まで1日ごとに糊粉層中および培養液中のアミラーゼ活性をそれぞれ調べた結果、表3のようになった。表中の－は活性なし、＋は活性あり、＋の数は活性の強さを表す。

表 3

培養後の日数	糊粉層	培養液
0	+++	-
1	+++	++
2	+++	++

問 1. 実験 1 の結果では、吸水開始から 4 日後の無胚部でアミラーゼ活性が検出されたのに対し、実験 2 の結果では、ジベレリンを含まない場合、無胚部でアミラーゼ活性が検出されなかったのはなぜか。その理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 2. 実験 2 の結果では、ジベレリンを含む場合は、ジベレリンを含まない場合と比べて、有胚部で幼葉鞘がより伸長していた。このことについて、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) ジベレリンの作用として、細胞伸長を促進する効果が知られるが、この実験のみから、ジベレリンが幼葉鞘に直接はたらきかけて伸長を促進したと断言することはできない。その主な理由を説明する次の記述の ~ に入る最も適切な語を、下の選択肢からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。

[記述] 外から加えたジベレリンが、種子の 内の にあるデンプンの分解を することで、幼葉鞘の伸長を間接的に促進した、という可能性も考えられるため。

- | | | | |
|--------------------------------|------|---------|---------------------|
| <input type="text" value="a"/> | の選択肢 | (ア) 有胚部 | (イ) 無胚部 |
| <input type="text" value="b"/> | の選択肢 | (ウ) 胚 | (エ) 胚乳 (オ) 糊粉層 |
| <input type="text" value="c"/> | の選択肢 | (カ) 促進 | (キ) 抑制 |

(2) ジベレリンが幼葉鞘に直接はたらきかけて伸長を促進したか否かを確かめるためには、実験 2 にどのような追加実験を行えば良いと考えられるか。想定される実験について、60 字以内で説明しなさい。

問 3. 実験 3 の結果から考察されることとして適切なものを、次の(ア)~(エ)から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 糊粉層の培養開始から 1 日後には、ジベレリンが糊粉層から外側に分泌されていた。
- (イ) 糊粉層の培養開始から 1 日後には、アミラーゼが糊粉層から外側に分泌されていた。
- (ウ) 糊粉層の培養開始から 2 日後には、糊粉層のほとんどのアミラーゼが外側に分泌されていた。
- (エ) 種子吸水開始から 6 日後までに、ジベレリンが胚から糊粉層にはたらきかけていた。

〔B〕 ジベレリンは、前駆物質からいくつかの酵素により合成される。ジベレリンの前駆物質や合成過程で生成される中間産物は、ジベレリンとしてのはたらきを示さない。植物がジベレリンに応答した生理的・形態的变化を示すためには、いくつかのタンパク質が必要である。植物の細胞の中には Z タンパク質とよばれるタンパク質が存在し、このような生理的・形態的变化に関わる遺伝子の発現を抑制している。合成されたジベレリンは、作用する組織へ移動した後に細胞の核内へ入り、ジベレリン受容体と結合する。ジベレリンと結合したジベレリン受容体は、Z タンパク質に結合し、このタンパク質を分解に導く。その結果、Z タンパク質による遺伝子発現抑制が解除されて、植物はジベレリンに応答した変化を示す。

問 4. ジベレリンによる茎の伸長促進に関して、次の問い(1)~(3)に答えなさい。

- (1) イネではジベレリンによる茎の伸長に異常が生じた変異体がいくつか同定されている。次の変異体 X, Y, Z は、それぞれ野生型個体と比べて茎の長さはどうなるか、下の選択肢(ア)と(イ)から適切なものをそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。なお、すべての変異体において、変異した対立遺伝子は劣性(潜性)である。また、変異体は変異型対立遺伝子をホモ接合体でもち、その他の遺伝子には変異は生じていないものとし、野生型個体はそれぞれの野生型対立遺伝子をホモ接合体でもつものとする。

〔変異体 X〕 ジベレリン合成酵素遺伝子の1つ(遺伝子 X)が変異し、活性をもつジベレリンを合成できない変異体

〔変異体 Y〕 ジベレリン受容体遺伝子(遺伝子 Y)が変異し、ジベレリンと結合できない受容体を発現する変異体

〔変異体 Z〕 Z タンパク質遺伝子(遺伝子 Z)が変異し、Z タンパク質による遺伝子発現抑制ができない変異体

〔選択肢〕 (ア) 野生型個体と比べて茎の長さが短い。

(イ) 野生型個体と比べて茎の長さが長い。

- (2) (1)で示した変異体 X, Y, Z から異なる2つの変異体を選び、交雑させて F₁ 植物を得た。また、遺伝子 X, Y, Z の変異型対立遺伝子のうち、2種類の変異型対立遺伝子をそれぞれホモ接合体でもつ植物を得た。これらの植物を育成し、茎の長さを野生型個体と比べたところ、次のページの表4のようになった。表4の

d

 ~

i

 にあてはまる最も適切な結果を、表4の下の選択肢(ア)~(ウ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。なお、各々の変異体において変異が生じた遺伝子は互いに異なる染色体上に位置し、すべての遺伝子について野生型の対立遺伝子が優性(顕性)、変異型の対立遺伝子が劣性(潜性)であるとする。

表 4

調査した個体	茎の長さ
変異体 X と変異体 Y の F ₁	d
変異体 X と変異体 Z の F ₁	e
変異体 Y と変異体 Z の F ₁	f
遺伝子 X と遺伝子 Y の変異型対立遺伝子をそれぞれホモ接合体でもつ植物	g
遺伝子 X と遺伝子 Z の変異型対立遺伝子をそれぞれホモ接合体でもつ植物	h
遺伝子 Y と遺伝子 Z の変異型対立遺伝子をそれぞれホモ接合体でもつ植物	i

- [選択肢] (ア) 野生型個体と比べて茎の長さが短い。
 (イ) 野生型個体と比べて茎の長さが長い。
 (ウ) 野生型個体と比べて茎の長さは変わらない。

(3) 他家受粉によってのみ種子をつけることができる、ある 2 倍体の被子植物において、ジベレリン合成酵素遺伝子に変異が生じ、野生型個体(野生型対立遺伝子をホモ接合体でもつ個体)と比べて茎の長さに異常が生じた変異体が得られた。この変異体を、野生型個体と混ぜて育成する実験を行った。変異体を全個体の 8% の割合で混ぜた場合、子の世代で正常な茎の長さをもつ個体の割合(%)はどのようになるか計算しなさい。数値が小数点以下を含む場合は、小数点以下第 2 位を四捨五入して小数点以下第 1 位まで答えなさい。なお、ジベレリン合成酵素遺伝子は野生型の対立遺伝子が優性(顕性)、変異型の対立遺伝子が劣性(潜性)であるとする。また、実験には十分多くの数の個体を用い、ジベレリン合成酵素遺伝子の変異は生存や繁殖に何の影響も与えない、実験集団内では自由な交配が起こる、集団内に他の変異は起こらないという条件を満たすものとする。

問 5. 種なしブドウをつくりだす際に、ブドウの花をジベレリン水溶液に浸す処理を行う。通常ジベレリンの処理は 2 回行われ、1 回目は開花時期の花をジベレリンで処理し、種子の形成を阻害する。1 回目の処理から約 2 週間後に 2 回目の処理が行われる。2 回目の処理はジベレリンのどのようなはたらきを利用するものか、答えなさい。

5

生物の生態と進化に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～9)に答えなさい。

〔A〕 ある一定の地域内に存在する同種個体の集合を個体群といい、ある一定の地域内に存在する様々な生物種個体群の集合を生物群集(群集)という。生物群集を構成する各個体は、同種や異種の他個体と互いに様々な影響を及ぼしあいながら生活している。こうした種内や種間の相互作用は、個体の性質や個体の分布、各生物種個体群の成長パターンなどに影響することとて、非生物的環境とともに、生物群集の構造を決定する重要な要因となっている。

問 1. 下線部①に関して、トビイロウンカのメスには、幼虫時代に近縁他種や同種の他個体からの刺激を受けずに育つと短翅型(翅の短い個体)として成熟するが、他個体からの刺激を多く受けて育つと長翅型(翅の長い個体)として成熟する傾向が知られている。このように、遺伝的な変異によらず、個体群密度の違いによって明確に異なる性質をもつ個体が生じる現象を何とよぶか、その名称を答えなさい。

問 2. 下線部②に関して、個体群内の個体の分布様式は、環境条件の空間的な不均質性や他種の影響が無視できる条件では、大まかには次の(1)～(3)の3通りの場合に分けて考えることができる。それぞれの状況下で期待される個体の空間分布様式を何とよぶか、その名称を答えなさい。

- (1) 空間占有にもとづく個体間の排他性が強くはたらいている場合
- (2) 繁殖や相互誘引による個体間の集合性が強くはたらいている場合
- (3) 排他性と集合性が拮抗している場合、もしくはどちらもはたらいていない場合

問 3. 下線部③に関して、ある動物種の個体群において、個体数と個体数の増加率(個体群の成長率)の関係を調べたら、図1のようであった。次のページの問い(1)～(3)に答えなさい。

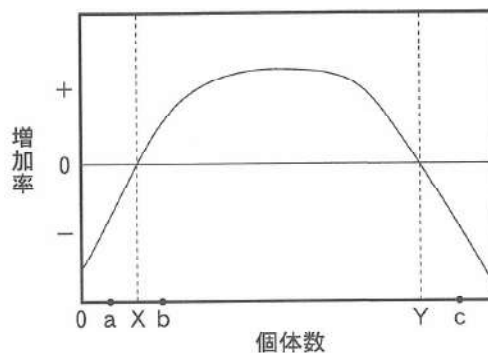
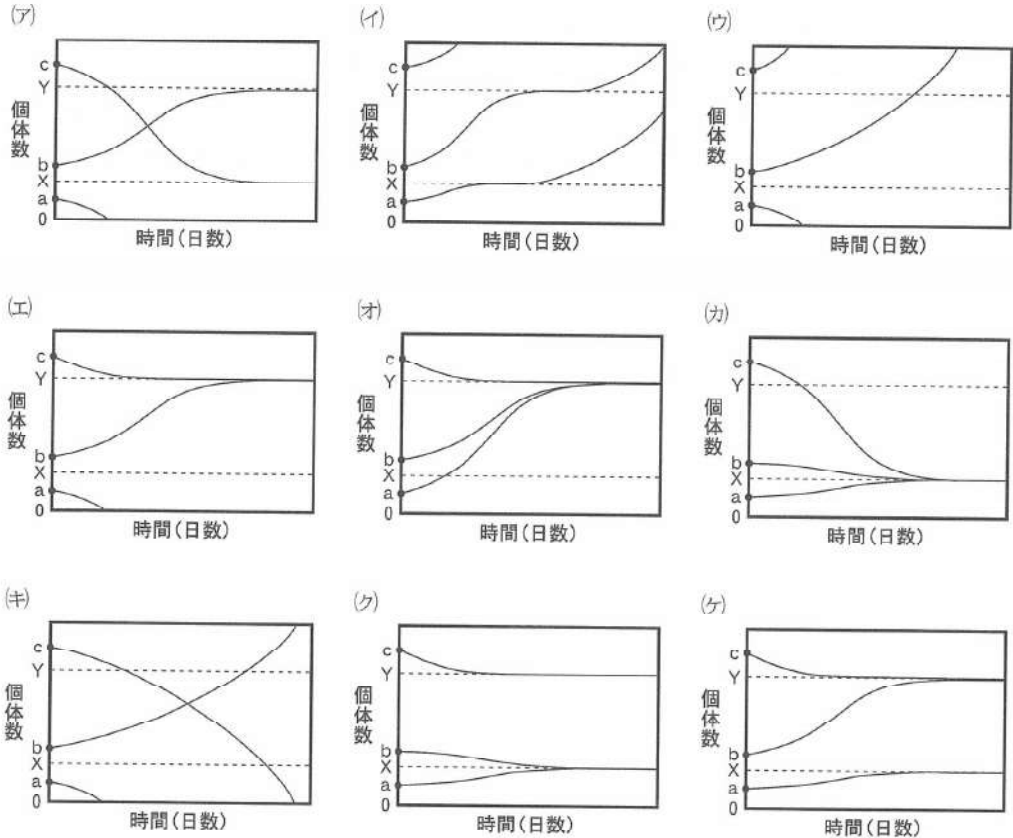


図1

(1) この個体群の現在の個体数が図1の a, b および c のとき、理論的には個体数は今後それぞれどのように推移していくことが期待されるか。次の(ア)~(ケ)から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。



(2) 図1中の Y の個体数を何とよぶか、その名称を答えなさい。

(3) 群集の個体数が図1の a のとき、個体数の増加率が負(マイナス)になる原因としてあげられるものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 種内競争に伴う出生率の低下
- (イ) 種内競争に伴う死亡率の増加
- (ウ) 血縁度の高い個体どうしの交配による近交弱勢
- (エ) 人口学的な確率性に伴う交配機会の減少
- (オ) 資源不足による個体の成長の鈍化

問 4. 下線部④に関して、非生物的環境が生物に影響を及ぼすことを何とよぶか、その名称を答えなさい。

問 5. 下線部⑤に関して、北アメリカの太平洋沿いの岩礁潮間帯^{がんしょうちようかんたい}には、イガイやカメノテ、フジツボ類、カサガイ類など、互いに空間を巡って競争関係にある多くの種類の固着生物種が共存し、多様性の高い生物群集が築かれている。しかしこの群集から、固着生物種たちの共通の捕食者であるヒトデを除去すると、岩礁のほとんどがイガイで占められるようになり、群集の多様性は大幅に失われた。このことから、この地域の固着生物種の多様性は、ヒトデによって保たれていることが示された。次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) ヒトデがいることで固着生物種の多様性が保たれる理由を80字以内で説明しなさい。
- (2) この地域のヒトデのように、生物群集の構造に大きな影響を与える生物種のことを何とよぶか、答えなさい。

〔B〕は次のページにあります。

[B] アブラムシの体内には菌細胞という特殊化した大型の細胞があり、その細胞質中には *Buchnera* 属の細菌(以下、ブフネラ)が生息している。ブフネラは、アブラムシの体内で胚に感染することで次世代へと安定して伝わり、アブラムシ体外での生活期間(自由生活期間)をまったくもたない。ブフネラは、現存するアブラムシの共通祖先へと侵入し、共生を開始した自由生活性の細菌に由来すると考えられている。共生の歴史はきわめて長く、アブラムシ細胞内に生息し続けてきたブフネラは、アブラムシとともに種分化してきたと推定されている。長い共生の結果、ブフネラはアブラムシの細胞外では増殖できず、またアブラムシはブフネラなしには生存や繁殖ができない、という相互依存的な関係が共進化してきた。

問 6. アブラムシとブフネラは、それぞれ異なる分類群に属する生物である。次の文章(1)と(2)の

~ にあてはまる最も適切な語を、それぞれ記入しなさい。

(1) 五界説では、アブラムシは 界、ブフネラは 界に属する。

(2) 3ドメイン説では、アブラムシは ドメイン、ブフネラは ドメインに属する。

問 7. 下線部⑥のように、微生物が別の生物の細胞内で生存する現象を細胞内共生とよぶ。真核生物は、その祖先となる細胞内に好気性細菌やシアノバクテリアなどの原核生物が共生することによって生じた、とする説を提唱したのは誰か、次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) ラマルク (イ) きむらもと お木村資生 (ウ) マーグリス (エ) ホイタッカー
(オ) ウーズ

問 8. 下線部⑦に関して、4種のアブラムシ A ~ D 内に生息するブフネラおよび近縁の自由生活性細菌の細菌種間で、ある遺伝子 R の塩基配列を比較した。そして、細菌種間で違いが見られる塩基の数を数えたところ、表1のような結果になった。

表 1

	アブラムシ種 A の ブフネラ	アブラムシ種 B の ブフネラ	アブラムシ種 C の ブフネラ	アブラムシ種 D の ブフネラ
ブフネラに近縁の 自由生活性の細菌	173	170	168	171
アブラムシ種 A の ブフネラ	—	95	110	62
アブラムシ種 B の ブフネラ	—	—	107	94
アブラムシ種 C の ブフネラ	—	—	—	109

遺伝子 R の塩基配列の変化が蓄積する速度は、細菌種にかかわらず時間的に一定であるとして、表 1 の情報をもとに細菌種間の関係を示す図 2 を描いた(枝の長さは必ずしも正確ではない)。下の問い(1)~(3)に答えなさい。

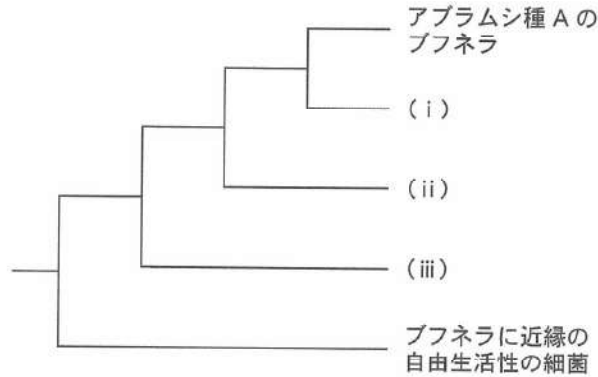


図 2

- (1) 図 2 の (i)~(iii) にあてはまるものとして最も適切なものを、次の(ア)~(ウ)からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。
- (ア) アブラムシ種 B のプフネラ
 - (イ) アブラムシ種 C のプフネラ
 - (ウ) アブラムシ種 D のプフネラ
- (2) 琥珀内のアブラムシ化石を証拠として、アブラムシ種 A のプフネラと図 2 の (i) との間の分岐年代が 7000 万年前であると推定されているとき、遺伝子 R の塩基 1 個の変化が固定されるのにかかる時間(単位：万年)を答えなさい。なお、数値が小数点以下を含む場合は、小数点以下第 3 位を四捨五入し、小数点以下第 2 位まで求めなさい。
- (3) プフネラとアブラムシの共生の起源として最も適切な時期を、次の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。
- (ア) 1 億 1000 万年前~7000 万年前
 - (イ) 2 億年前~1 億 2000 万年前
 - (ウ) 2 億 9000 万年前~2 億 1000 万年前
 - (エ) 3 億 8000 万年前~3 億年前

問 9. 下線部⑧に関して、共進化の例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) ランの花と、それに擬態したハナカマキリ
- (イ) クジャクの装飾化されたオスの尾羽と、クジャクのメスの好み
- (ウ) 距(蜜をためる細い管)が長く伸びたランと、距の奥に届く長い口器をもつズメガ
- (エ) 煤煙による樹皮の黒ずみと、暗色型のオオシモフリエダシャク