

生 物

(解答番号 ~)

第1問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。(配点 25)

A (a)タンパク質は、DNAの塩基配列に基づきアミノ酸が多数つながった分子であり、生体における様々な機能や構造に関わる。(b)DNAの塩基配列に置換が起こるとアミノ酸の配列が変わることがあり、タンパク質の構造や働きに影響することがある。例えば、(c)免疫グロブリンというタンパク質は、図1のような構造をもっており、(d)可変部のアミノ酸配列が変化して多様な立体構造をもつことで、様々な抗原に対応した抗体として働くことができる。

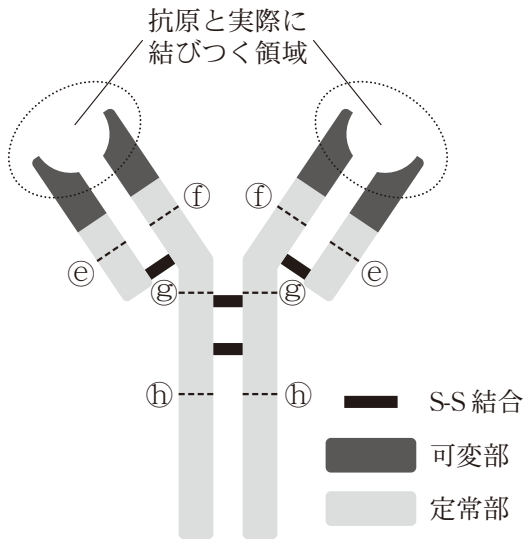


図 1

問 1 下線部(a)に関連して、タンパク質の構造に関する説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① タンパク質の立体構造は、酵素が特定の物質だけに作用する基質特異性を決める。
- ② ペプチド結合した多数のアミノ酸の並び方をタンパク質の二次構造という。
- ③ タンパク質の部分的な立体構造である α ヘリックスや β シートは、S-S結合(ジスルフィド結合)によってつくられる。
- ④ タンパク質の三次構造は、複数のポリペプチドが立体的に組み合わさることによってつくられる。

問 2 下線部(b)に関連して、DNA の塩基配列の変化には、コドンの指定するアミノ酸が別のアミノ酸に置き換わる非同義置換と、置き換わらない同義置換とがある。同義置換と非同義置換の進化的な特徴に関する説明として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 同義置換はタンパク質の機能に影響しないため、多くは進化的に中立である。
- ② 非同義置換には、タンパク質の機能に影響しない進化的に中立なものもある。
- ③ 生存や繁殖に有利な表現型を生む非同義置換は、自然選択によって集団に広がりやすい。
- ④ 生存や繁殖に不利な表現型を生む非同義置換には、自然選択が働かない。

生 物

問 3 下線部(c)に関連して、パパインと呼ばれるタンパク質分解酵素(ペプチド結合を切断する酵素)で処理すると、免疫グロブリンは三つの断片に分解されることが知られている。このうちの二つの断片は、互いに全く同一である。この二つの断片は、構造が安定していて、分解前の抗体と同じように抗原とよく結合する。残りの断片は、抗原とは全く結合しない。このとき、図1の点線①~⑧のうち、パパインによって切断されると考えられる免疫グロブリンの箇所はどれか。それらを過不足なく含むものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① e | ② f | ③ g | ④ h |
| ⑤ e, g | ⑥ e, h | ⑦ f, g | ⑧ f, h |

問 4 下線部(d)に関連して、可変部は抗原と結合する領域 X と抗原と結合しない領域 Y とに区別され、ヒトやマウスは領域 X の遺伝子(以下、遺伝子 X)と領域 Y の遺伝子(以下、遺伝子 Y)をそれぞれ複数もつ。マウスのある個体もつ複数の遺伝子 X と遺伝子 Y それぞれについて総当たりで塩基配列を比較し、同義置換の割合(同義置換となる塩基配列の違いの割合)と非同義置換の割合(非同義置換となる塩基配列の違いの割合)とを求めたところ、図 2 の結果が得られた。この結果から導かれる考察として最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 4

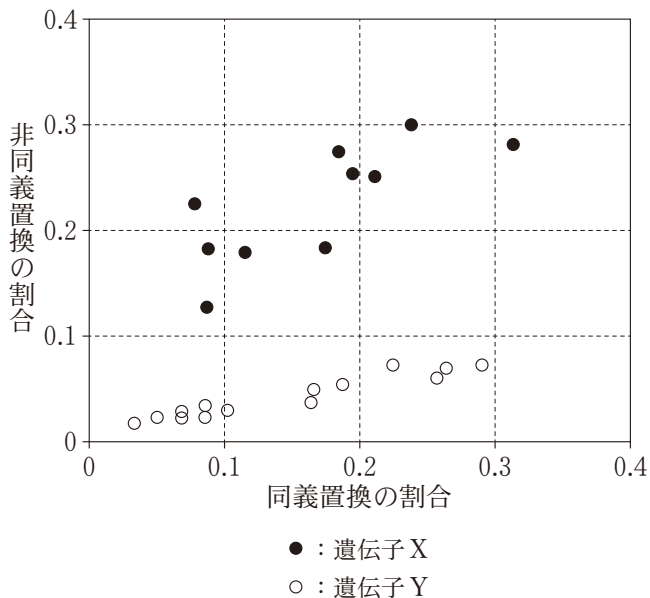


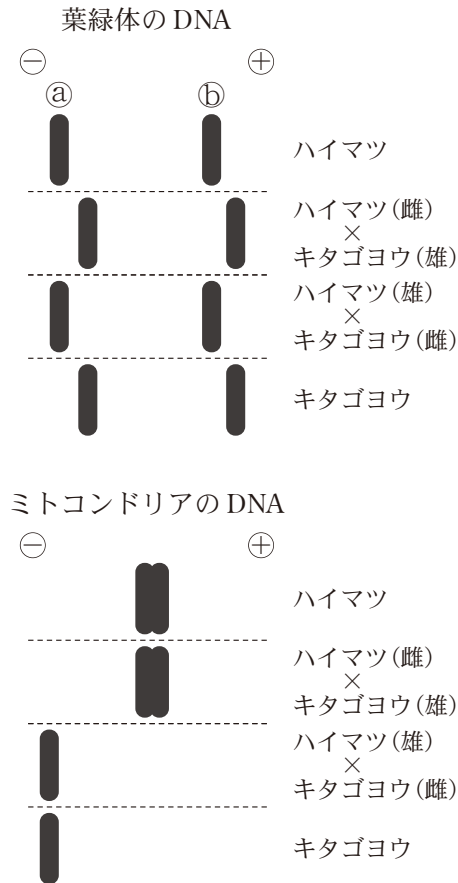
図 2

- ① 可変部では、領域の違いにかかわらず、アミノ酸配列の変化の割合は同じである。
- ② 抗原と結合する領域 X では、進化的に中立であると仮定した場合と比べ、アミノ酸配列に多くの変化がみられる。
- ③ 可変部の抗原と結合しない領域 Y におけるアミノ酸配列の変化は、進化的に中立である。
- ④ 定常部におけるアミノ酸配列の変化は、進化的に中立である。

生 物

B 動物に比べて、植物では頻繁に雑種ができる。ハイマツとその近縁種であるキタゴヨウとの交雑における配偶子の運ばれ方を調べるため、**実験 1・実験 2**を行った。

実験 1 ハイマツを雌親に、キタゴヨウを雄親にして、人工的に雑種個体をつくった。同様に、キタゴヨウを雌親に、ハイマツを雄親にして、雑種個体をつくった。そこで、両親個体と雑種個体から、葉緑体の DNA とミトコンドリアの DNA を抽出した。次に、それらのある制限酵素で切断して電気泳動したところ、図 3 の結果が得られた。



注：図中の ⊕ と ⊖ は、それぞれ泳動槽中の電極の正と負を表す。

図 3

実験2 ハイマツとキタゴヨウについて、葉緑体のDNAに存在する遺伝子S(以下、S)と、ミトコンドリアのDNAに存在する遺伝子T(以下、T)の塩基配列を調べたところ、SとTの塩基配列は、両種の間で区別できることが分かった。ある山で樹木の形態的な特徴を基準にして、ハイマツ、キタゴヨウ、および両種の間中間的な特徴をもつ個体から試料を採取し、それぞれについてSとTの塩基配列を調べた。その結果と個体が生育する標高をまとめたところ、表1のようになった。

表 1

個 体	標高(m)	形態的な特徴	Sのタイプ	Tのタイプ
1	1960	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ
2	1960	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
3	1945	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ
4	1940	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ
5	1935	中 間	キタゴヨウ	ハイマツ
6	1935	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
7	1920	中 間	キタゴヨウ	ハイマツ
8	1900	中 間	キタゴヨウ	ハイマツ
9	1890	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
10	1850	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
11	1850	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
12	1790	中 間	キタゴヨウ	ハイマツ
13	1730	ハイマツ	キタゴヨウ	ハイマツ
14	1700	キタゴヨウ	キタゴヨウ	キタゴヨウ
15	1675	キタゴヨウ	キタゴヨウ	ハイマツ
16	1665	中 間	キタゴヨウ	ハイマツ
17	1610	キタゴヨウ	キタゴヨウ	ハイマツ
18	1500	キタゴヨウ	キタゴヨウ	キタゴヨウ

生 物

問 5 実験 1 の電気泳動の結果に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

5

DNA は水溶液中で **ア** に帯電し、寒天ゲル中において、その移動速度は分子量が小さいほど **イ**。したがって、図 3 のバンド①とバンド②のうち、分子量が小さいのは **ウ** である。

	ア	イ	ウ
①	負	速 い	①
②	負	速 い	②
③	負	遅 い	①
④	負	遅 い	②
⑤	正	速 い	①
⑥	正	速 い	②
⑦	正	遅 い	①
⑧	正	遅 い	②

問 6 実験 1 の結果から導かれる考察として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 葉緑体は雄親から、ミトコンドリアは雌親から、子に伝わる。
- ② 葉緑体は雌親から、ミトコンドリアは雄親から、子に伝わる。
- ③ 葉緑体とミトコンドリアのどちらも、雄親からのみ子に伝わる。
- ④ 葉緑体とミトコンドリアのどちらも、雌親からのみ子に伝わる。
- ⑤ 葉緑体とミトコンドリアのどちらも、雄親と雌親の両方から子に伝わる。

問 7 実験 1 ・ 実験 2 の結果、および種子植物の生殖の仕組みから導かれる考察として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 雄性配偶子は、標高の低い場所から高い場所へと運ばれやすい。
- ② 雄性配偶子は、標高の高い場所から低い場所へと運ばれやすい。
- ③ 雌性配偶子は、標高の低い場所から高い場所へと運ばれやすい。
- ④ 雌性配偶子は、標高の高い場所から低い場所へと運ばれやすい。

生 物

第 2 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 6)に答えよ。(配点 22)

生物は、光受容体を用いて光を感知する。植物であれば、(a)植物群集(以下、群落)の内部の環境の情報を光によって得ている。植物は、周囲の環境の条件が整ったのちに初めて(b)種子を発芽させるが、その際にも光の情報をを用いることがある。光の強弱の感知は、1種類の光受容体によって可能である。他方、光の波長の組合せで決まる光の色の違いを感知するには、一般的に2種類以上の光受容体が必要となる。ただし、フィトクロムの場合は、異なる波長の光を吸収して赤色光吸収型と遠赤色光吸収型との間で相互変換をするため、異なる色の光を単独の受容体で区別できる。(c)群落の内部では、光が弱くなるだけでなく、(d)光の色も変化する。そのため、植物にとっては(e)周囲の光の色に関する情報を得ることも重要である。

問 1 下線部(a)に関連して、同一の植物種から構成される群落(以下、純群落)においても、ある個体の周囲の明るさは他個体の成長に伴って変化する。このような種内の相互作用によって引き起こされる現象として誤っているものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

8

- ① 中規模の攪乱かくらんによって植物の多様性が高まる。
- ② バッタの相変異が起こる。
- ③ 純群落の中で、一部の個体が自然に枯れる。
- ④ 作物の初期の密度が異なっても、最終の収量は一定になる。

問 2 下線部(b)に関連して、種子の発芽の過程には、植物ホルモンのジベレリンが関わっている。実験 1～3 は、イネ科の植物の種子を用いて、ジベレリンの作用について調べたものである。実験 1～3 の結果から導かれる考察として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 9

実験 1 種子を発芽する条件に置くと、デンプンを分解する活性がみられた。

実験 2 胚を取り除いた種子を用いて、実験 1 と同様の実験を行うと、デンプンを分解する活性はみられなかった。

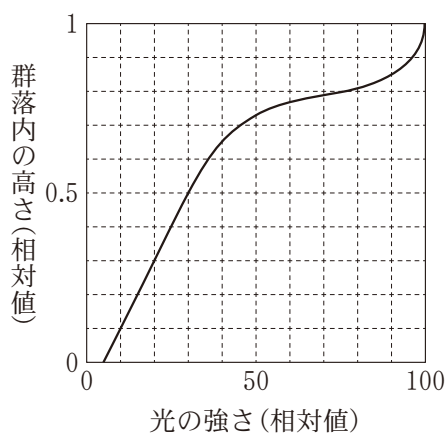
実験 3 胚を取り除いた種子にジベレリンを添加して、実験 1 と同様の実験を行うと、デンプンを分解する活性が種子にみられた。

- ① アミラーゼは、デンプンを分解する能力をもつ。
- ② デンプンが分解されて生じた糖は、胚に栄養分として供給される。
- ③ デンプンの分解における胚の役割は、ジベレリンの添加で代替できる。
- ④ 糊粉層こふんそうは、ジベレリンを合成する能力をもつ。

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、図1のグラフは、ある群落Aについて、群落内の高さ、その位置における光の強さとの関係を、一日で光が一番強くなる時刻に測定した結果である。この群落において、葉の密度が一番高いと考えられる群落内の高さとして最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

10



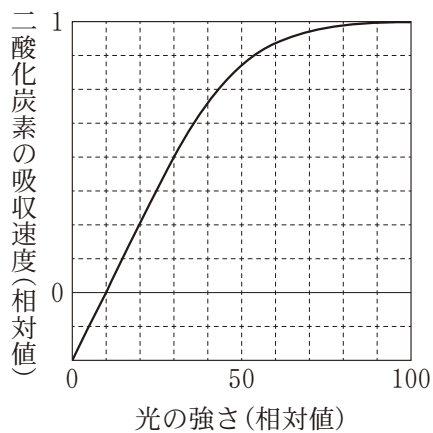
注：横軸は太陽の光が一番強いときの直射光の強さを100とした相対値として示す。

図 1

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 0.6 ④ 0.8 ⑤ 1.0

問 4 図 2 のグラフは、問 3 の群落 A の植物の葉について、光の強さと二酸化炭素の吸収速度との関係(光—光合成曲線)を示したものである。このグラフと問 3 の図 1 のグラフから考えた場合に、この群落に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。なお、光—光合成曲線は、群落内の全ての葉について同じであるとする。

11



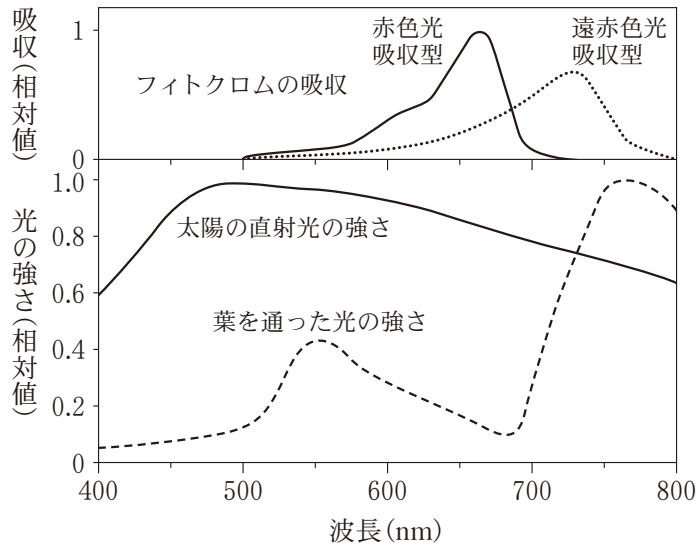
注：横軸は太陽の光が一番強いときの直射光の強さを 100 とした相対値として示す。

図 2

- ① 群落内の高さが 0 の位置(地表)の葉の二酸化炭素の吸収速度は 0 である。
- ② 群落内の高さが 0.1 の位置の葉の一日をとおしての二酸化炭素の吸収量は負となる。
- ③ 群落内の高さが 0.3 の位置の葉の二酸化炭素の吸収速度は、群落内の高さが 1 の位置の葉の二酸化炭素の吸収速度の 0.7 倍程度である。
- ④ 群落内の高さが 0.5 の位置の葉の二酸化炭素の吸収速度は飽和している。

生 物

問 5 下線部(d)に関連して、図 3 のグラフは、太陽の直射光と葉を通った光の強さを波長ごとに示したスペクトルと、フィトクロムの赤色光吸収型と遠赤色光吸収型の吸収スペクトルである。これらのグラフから導かれる考察に関する下の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **12**



注：太陽の光の強さのスペクトルでは、大気吸収を無視している。

図 3

群落の下層では、赤色光に対する遠赤色光の比率が **ア**，植物の中のフィトクロムは **イ**。

	ア	イ
①	低 く	赤色光吸収型になっている
②	低 く	遠赤色光吸収型になっている
③	高 く	赤色光吸収型になっている
④	高 く	遠赤色光吸収型になっている
⑤	等しく	群落の外と変わらない

問 6 下線部(e)に関連して、光合成に利用できる赤色光が同程度の環境でも、建物の陰と植物の陰とでは、光発芽種子の発芽率は異なる。光発芽の現象において、植物が光の色の情報を感知して避けている環境として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

13

- ① 光合成に緑色の光を利用できない環境
- ② 昼間に呼吸ができない環境
- ③ ほかの植物個体との潜在的な競争が存在する環境
- ④ 花を咲かすことができない環境
- ⑤ 被食にさらされる環境

生 物

第 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 14)

サンゴ礁になぜ多種多様な魚類が高密度で生息しているのかを明らかにするため、魚類の物質収支を調べた。あるサンゴ礁に生息している魚類を、サンゴの隙間などに隠れて暮らすハゼなどの種(以下、小型底生魚)と、これらの小型底生魚を主要な餌とするハタなどの種(以下、大型魚)との 2 群に分けることとした。これら 2 群の単位面積あたりの年間成長量、年間被食量、および現存量は、図 1 のとおりであった。

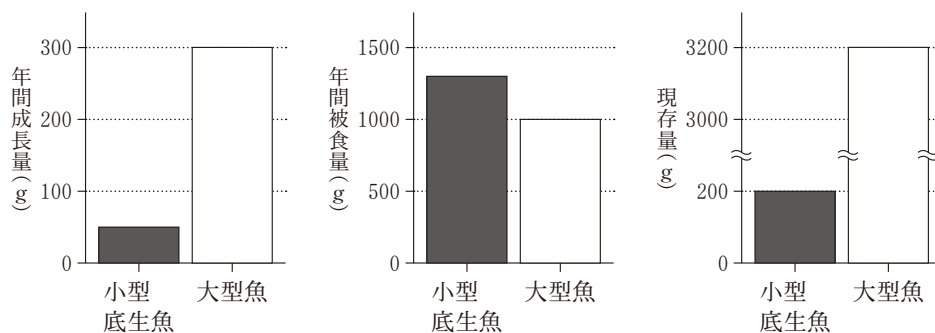


図 1

問 1 図 1 に基づいた、サンゴ礁の魚類の物質収支と群集の特性についての考察に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **14**

小型底生魚は、大型魚に比べて **ア** が大きく、年間の死亡率が **イ** と考えられる。

	ア	イ
①	現存量	低 い
②	現存量	高 い
③	年間成長量	低 い
④	年間成長量	高 い
⑤	年間被食量	低 い
⑥	年間被食量	高 い

問 2 図 1 の結果をもとに、小型底生魚と大型魚の、年間生産量(同化量から呼吸量と老廃物排出量を引いた量)と、現存量に対する年間生産量の割合を、死滅量を見捨て計算すると、表 1 のようになった。表 1 の **ウ** ・ **エ** に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。 **ウ 15** ・ **エ 16**

表 1

	年間生産量(g)	年間生産量/現存量(%)
小型底生魚	1350	エ
大型魚	ウ	41

- ① 25 ② 50 ③ 338
 ④ 675 ⑤ 1300 ⑥ 6750

生 物

問 3 一般に、高次の栄養段階の生物の現存量が低次のそれに比べ小さくなるような、生態ピラミッドと呼ばれる構造がみられる。図1と表1とから導かれる、このサンゴ礁の生態系についての考察に関する次の文章中の **オ**・**カ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **17**

小型底生魚では、大型魚に比べ、現存量あたりの生産量は **オ**。そのため、生態ピラミッドは、低次の栄養段階の現存量が **カ** 構造を示す。

	オ	カ
①	小さい	小さい，逆転した
②	小さい	大きい，すそ野の広い
③	ほぼ等しい	小さい，逆転した
④	ほぼ等しい	大きい，すそ野の広い
⑤	大きい	小さい，逆転した
⑥	大きい	大きい，すそ野の広い

生 物

第 4 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 15)

アリスさん、ルイジさん、メアリさんの三人は、お茶会で尿生成の仕組みについて話した。

ルイジ：アリス、そんなに甘いものばかり食べていると糖尿病になるよ。

アリス：糖尿病はインスリンの分泌や受容に異常があって血液中のグルコース濃度が増える病気だから、食べ過ぎた糖がそのまま出てくるのではないはずよ。

ルイジ：ごめんごめん、まあそうだね。でも、(a)血液中のグルコース濃度が増えると、尿にグルコースが出てしまうのは、なぜなのかな。

メアリ：それは腎臓の働き方に関係しているのよ。健康なヒトは血中と原尿中のグルコース濃度はどちらも 0.1 % くらいだけど、最終的な尿中にはグルコースは出てこないよね。さあ、もう一杯お茶はいかが。

アリス：ありがとう、いただくかしら。でも、お茶は大好きだけど、飲み過ぎるとトイレが近くなって困るのよね。

メアリ：お茶に含まれるカフェインに尿量を増やす作用があるからね。

ルイジ：私、尿量を増やす作用がある利尿薬 X を飲んでたことがあるよ。お医者さんが確か、(b)この薬は細尿管のループ(図 1)の上皮細胞に働いて、能動輸送による NaCl の再吸収を阻害していると言ってたよ。カフェインも同じ作用かな。

アリス：(c)細尿管で起こるアミノ酸の再吸収も能動輸送よね。でも、カフェインは中枢にも効くというし、脳下垂体後葉に働いて、(d)バソプレシンの分泌量を変えているのでは。

メアリ：それは違うよ。カフェインは血管を拡張するので、腎臓への血流量の増大により腎小体でのろ過量が増えるのよ。

ルイジ：そうか、原尿量を増やしているんだね。

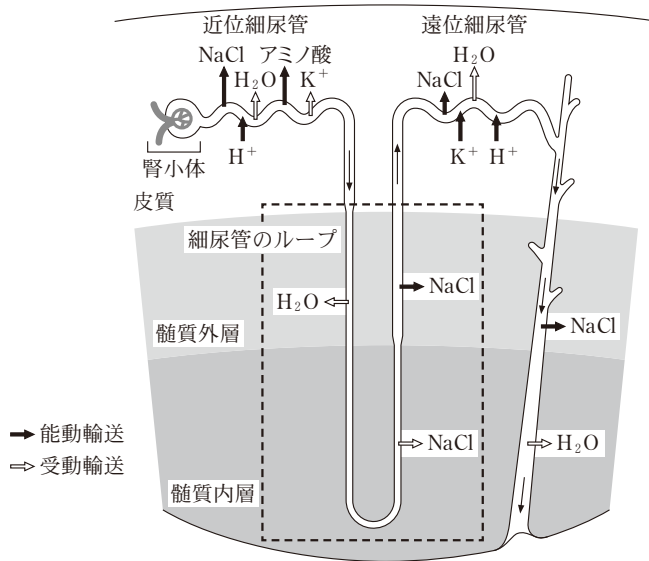


図 1

問 1 下線部(a)について，糖尿病患者にみられるこの現象を説明する理由として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 18

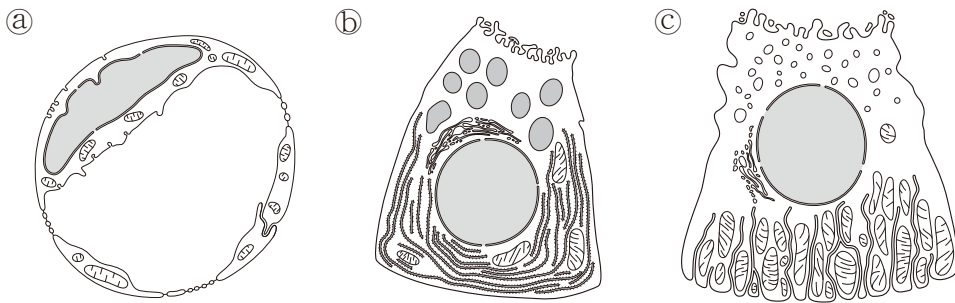
- ① 血中のグルコース濃度の上昇に応じて原尿中のグルコース濃度が高くなるため，細尿管における能動輸送ではグルコースの全量を再吸収しきれない。
- ② 血中のグルコース濃度の上昇に応じて原尿中のグルコース濃度が高くなるため，細尿管における受動輸送ではグルコースの全量を再吸収しきれない。
- ③ グルコース濃度は原尿中より血中のほうが高いため，細尿管における能動輸送によってグルコースが血中から尿中へ移動する。
- ④ グルコース濃度は原尿中より血中のほうが高いため，細尿管における受動輸送によってグルコースが血中から尿中へ移動する。

生 物

問 2 下線部(b)について、この利尿薬 X の標的分子が Na^+ を能動輸送するタンパク質 Y であることを、タンパク質 Y を発現させた培養細胞を用いて調べる実験として **適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 19

- ① 培養細胞に呼吸の電子伝達系の働きを抑える薬剤を作用させ、 Na^+ 濃度の変化に対して利尿薬 X の効果がないことを確認する。
- ② 培養細胞に DNA 合成の働きを抑える薬剤を作用させ、 Na^+ 濃度の変化に対して利尿薬 X の効果がないことを確認する。
- ③ 利尿薬 X の代わりに、タンパク質 Y と結合するが利尿作用のない薬剤 Z を用いて、 Na^+ 濃度の変化に対して効果がないことを確認する。
- ④ 実験で発現させるタンパク質 Y の遺伝子を組み換えてタンパク質 Y の働きが失われた培養細胞を作成し、 Na^+ 濃度の変化に対して利尿薬 X の効果がないことを確認する。

問 3 下線部(c)に関連して、この再吸収を担う細尿管の上皮細胞のように、能動輸送を行う細胞の電子顕微鏡写真をもとにした模式図と考えられるのは、次の①~③のうちのどれか。また、その模式図と判断する根拠は、下のⅠ~Ⅲのうちのどれか。上皮細胞の模式図と、判断する根拠との組合せとして最も適当なものを、下の①~⑨のうちから一つ選べ。 20



- Ⅰ 能動輸送には多量のATPが必要であるため、呼吸を行うミトコンドリアが多い。
- Ⅱ 能動輸送には多量のタンパク質合成が必要であるため、タンパク質合成の場である小胞体とゴルジ体が発達している。
- Ⅲ 能動輸送では物質を透過しやすくする必要があるので、細胞が扁平^{へんぺい}になっている。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① a, Ⅰ | ② a, Ⅱ | ③ a, Ⅲ |
| ④ b, Ⅰ | ⑤ b, Ⅱ | ⑥ b, Ⅲ |
| ⑦ c, Ⅰ | ⑧ c, Ⅱ | ⑨ c, Ⅲ |

	ア	イ	ウ	エ
①	細胞表層	細胞内部	ダイニン	低 く
②	細胞表層	細胞内部	ダイニン	高 く
③	細胞表層	細胞内部	ミオシン	低 く
④	細胞表層	細胞内部	ミオシン	高 く
⑤	細胞内部	細胞表層	ダイニン	低 く
⑥	細胞内部	細胞表層	ダイニン	高 く
⑦	細胞内部	細胞表層	ミオシン	低 く
⑧	細胞内部	細胞表層	ミオシン	高 く

生 物

第 5 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 12)

節足動物である昆虫のショウジョウバエにおいては、脚をつくる遺伝子 X が胸部体節(以下、ムネ)で発現するために脚が形成される。ショウジョウバエの腹部体節(以下、ハラ)で脚が形成されないのは、体節の特徴を決める調節遺伝子の一つであるホメオティック遺伝子 Y が発現し、直接に遺伝子 X の転写を抑制することで、遺伝子 X が発現しないためである。他方、昆虫ではない節足動物であるアルテミアでは、遺伝子 Y がムネで発現しているが、ムネの全てに脚がある。節足動物の進化における、遺伝子 Y の働きと脚形成との関係を知るため、ショウジョウバエとアルテミア(図 1)の遺伝子 Y に関して、**実験 1**・**実験 2**を行った。

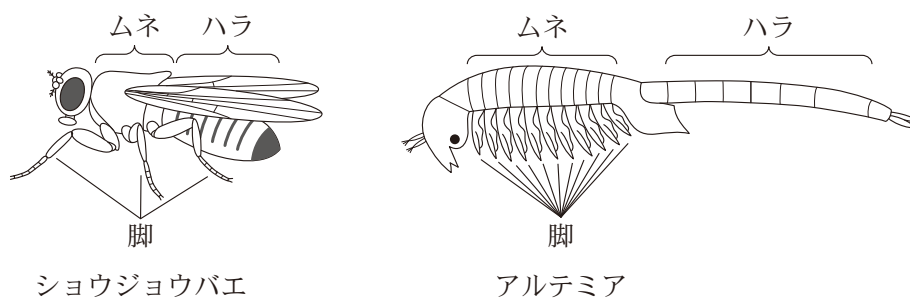


図 1

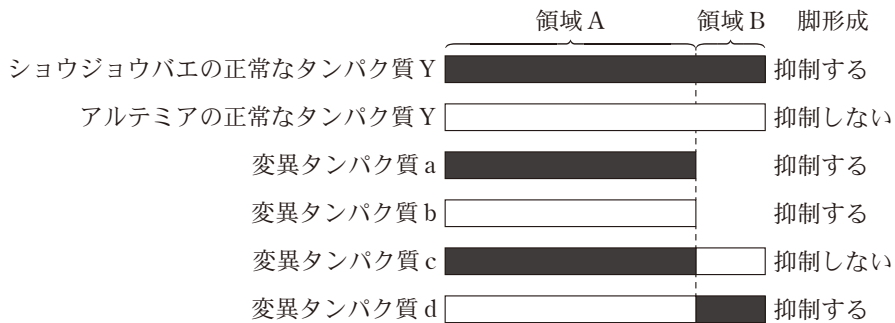
実験 1 アルテミアの遺伝子 Y をショウジョウバエのからだ全体で強制的に発現させたところ、遺伝子 X の発現は変化せず、ムネでは発現したままで、ハラでは発現しなかった。このことから、アルテミアの遺伝子 Y は脚形成を抑制しないと考えられる。

問 1 ショウジョウバエの遺伝子 Y を、実験 1 と同様に、ショウジョウバエのからだ全体で強制的に発現させたときに期待される遺伝子 X の発現の仕方として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 22

- ① ムネでは発現せず、ハラでは発現する。
- ② ムネでは発現せず、ハラでも発現しない。
- ③ ムネでは発現し、ハラでも発現する。
- ④ ムネでは発現し、ハラでは発現しない。

生 物

実験 2 遺伝子 Y からはタンパク質 Y がつくられる。ショウジョウバエのタンパク質 Y とアルテミアのタンパク質 Y との違いを調べるため、図 2 のように、それぞれの正常なタンパク質 Y、領域 B をもたない変異タンパク質 Y (変異タンパク質 a および b)、およびショウジョウバエとアルテミアのタンパク質 Y の間で領域 A と領域 B の組合せを変えた変異タンパク質 Y (変異タンパク質 c および d) の遺伝子をつくった。それぞれの遺伝子を **実験 1** と同様に、ショウジョウバエのからだ全体で強制的に発現させて脚形成に対する影響を調べたところ、図 2 の結果が得られた。なお、調節タンパク質として働くためには、領域 A が必要である。



注：■と□はそれぞれショウジョウバエとアルテミアのタンパク質 Y を示す。

図 2

問 2 実験 2 の結果から導かれる考察として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 23

- ① ショウジョウバエのタンパク質 Y の領域 A は、脚形成を抑制する。
- ② アルテミアのタンパク質 Y の領域 A は、脚形成を抑制する。
- ③ ショウジョウバエのタンパク質 Y の領域 B は、領域 A の働きを阻害する。
- ④ アルテミアのタンパク質 Y の領域 B は、領域 A の働きを阻害する。

問 3 図 3 はショウジョウバエ、アルテミア、およびムカデの系統樹である。ムカデでは、脚が形成される体節で遺伝子 Y が発現していることが分かっている。このことをふまえ、実験 1・実験 2 の結果から導かれる考察に関する下の文章中の **ア**・**イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **24**

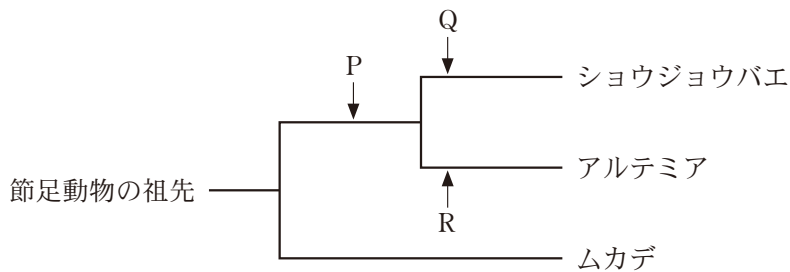


図 3

節足動物の進化の過程で、遺伝子 Y の働きが一回だけ変化したと考えたとき、遺伝子 Y の働きが変化したのは **ア** で、ショウジョウバエとアルテミアの共通祖先 P では、遺伝子 Y は脚形成を抑制 **イ**。

	ア	イ
①	P	していた
②	P	していなかった
③	Q	していた
④	Q	していなかった
⑤	R	していた
⑥	R	していなかった

生 物

第 6 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 12)

耳が音刺激を受容し、その信号が脳に伝わると聴覚が生じる。ヒトは、音の強弱や(a)音の高低などを識別している。夜行性の鳥であるメンフクロウは、夜間でも離れた距離にいる餌となるネズミのいる方向を、ネズミが発するかすかな音を頼りに特定できる。これはメンフクロウの脳に、(b)左右の耳に音が到達するわずかな時間差を検出する特有の神経回路があるためである。

問 1 下線部(a)について、ヒトが音の高低を識別するための仕組みとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

25

- ① 音波が鼓膜を振動させる際の、鼓膜の振幅の大きさの違いを指標にしている。
- ② うずまき管内のリンパ液の振動が、うずまき管内のどの位置の基底膜を振動させるかを指標にしている。
- ③ 内耳の前庭に伝わった振動によって共鳴する耳石(平衡石)の大きさの違いを指標にしている。
- ④ 内耳の半規管のうち、どの方向のリンパ液が振動するかを指標にしている。

問 2 図 1 は、メンフクロウの頭部と音源との関係を上から見た模式図である。音源がメンフクロウの前方正面から右側 30° の角度にあるとき、左右の耳に音波が到達する時間差(ミリ秒)として最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、左右両耳間の距離は 5 cm であり、音速は 340 m/秒とする。なお、音源は頭部とほぼ同じ高さにあり、メンフクロウから十分に遠いため、音波は両耳に同じ角度で届く。 26 ミリ秒

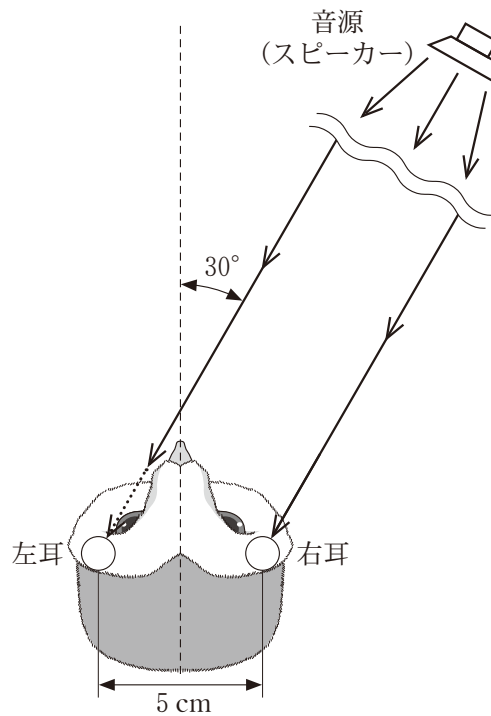


図 1

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 0.008 | ② 0.015 | ③ 0.037 |
| ④ 0.074 | ⑤ 0.127 | ⑥ 0.147 |

生 物

問 3 下線部(b)について，図 2 は，メンクロウの脳にあるわずかな時間差を検出するための神経回路を模式的に示したものである。図中の①～⑧は等間隔(0.1 mm)に存在するニューロンで，個々のニューロンは左右の耳からの信号が同時に到達したときのみ興奮する。左右それぞれの耳からの信号は，図中に示す軸索を一定の速さ(4.0 mm/ミリ秒)で伝導し，ニューロン①～⑧のいずれかにほぼ同時に到達する。

例えば，ニューロン①とニューロン⑧それぞれの近くの軸索上にある点 X と点 Y に，左右両耳からの信号が同時に到達したとき，その 0.075 ミリ秒後には，信号は点 X と点 Y からそれぞれ 0.3 mm 離れたニューロン④に同時に到達し，ニューロン④だけが興奮する。

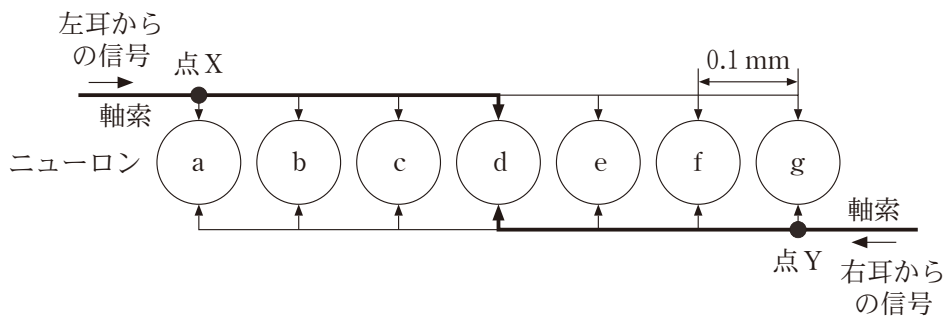


図 2

この神経回路に関する次の文章中の ・ に入るニューロンの組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。

左耳からの信号が点 X に到達した 0.050 ミリ秒後に，右耳からの信号が点 Y に到達したとすると，その時点で左耳からの信号は，ニューロン に到達している。その後，左右の耳からの信号は軸索を更に伝導し，結果としてニューロン が興奮する。

	ア	イ
①	b	d
②	b	e
③	b	f
④	c	e
⑤	c	f
⑥	c	g
⑦	d	e
⑧	d	f
⑨	d	g