

## 平成 22 年度入学者選抜学力検査問題

## 理 科

物 理 1 ページ～ 20 ページ

化 学 21 ページ～ 34 ページ

生 物 35 ページ～ 62 ページ

地 学 63 ページ～ 72 ページ

## 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう台図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

# 生 物

注 意 1. 志望学部・学科別により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号
教育学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 および <input type="checkbox"/> 8 と <input type="checkbox"/> 9 のどちらかの4題について解答する。
医学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
理学部 生物学科志望者	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 9
理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 および <input type="checkbox"/> 7 と <input type="checkbox"/> 9 のどちらかの4題について解答する。
園芸学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 および <input type="checkbox"/> 8 と <input type="checkbox"/> 9 のどちらかの4題について解答する。

2. 7 と 9 あるいは 8 と 9 のうち、どちらか1題を選択して解答する必要がある学部・学科は、選択した問題の解答用紙上部にある選択欄の「選択しました」の○印を黒く塗りつぶして●にしなさい。選択しなかった問題の解答用紙にも、受験番号と座席番号を所定欄に記入し、選択欄の「選択しませんでした」の○印を黒く塗りつぶして●にしなさい。7, 8, 9 の解答用紙はいずれも回収します。理学部生物学科志望者は、解答用紙の選択欄を●に塗りつぶす必要はありません。

1 次の文章を読み、以下の問1～6に答えなさい。

細胞は生物の構造とはたらきの基本単位であり、1665年にフックが手製の顕微鏡を用いて発見した。細胞の構造は、その後の顕微鏡技術の発達とともに解明されてきた。1950年頃には、電子顕微鏡を用いることにより、微細な膜構造が細胞内に存在することが明らかになった。細胞内の膜構造をもつものの多くは細胞小器官とよばれている。

細胞質基質を外界から仕切る脂質二重層でできている細胞膜には、タンパク質が埋め込まれている。このタンパク質は、膜を構成する脂質とともに、膜内を水平に移動することができる。このような細胞膜の構造は  モデルとよばれる。細胞内外への物質の輸送を制御する  は、細胞内と外界における物質の濃度勾配を生み出している。この物質輸送には、主に  で合成され、生体内のエネルギー通貨である  が必要である。一方、溶液中の酸素などの小さい分子は細胞膜を自由に通り抜けることができ、濃度勾配にしたがって拡散するため、このような物質輸送は  とよばれる。核を細胞質基質と仕切る  には、核孔と呼ばれる多数の孔が開いている。核は生物の形質の決定に重要な役割を果たす。核内の染色体を構成する主な成分はタンパク質と  であり、 は細胞分裂において娘細胞へと正確に分配される。通常、核は細胞に1個存在するが、細胞の種類によっては、細胞あたりの核が1個であるとは限らない。核に隣接した粗面小胞体は、タンパク質合成の場であるリボソームが付着した袋状の膜から構成される。扁平な袋を数枚重ねたような形態をとるゴルジ体は、腺細胞のような分泌細胞や神経細胞でよく発達している。

問1 文章中の  ～  にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(1)に関して、次の(a)~(c)について、正しい記述をすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 細胞膜には、イオンの輸送を制御するイオンチャネルが存在している。
- (b) ホルモンの中には、細胞膜を透過して細胞内の受容体と結合するものがある。
- (c) ヒトの赤血球を 0.9% の食塩水に入れると溶血が起こる。

問 3 下線部(2)が哺乳類にも当てはまることを、どのように証明できるか。ヒツジを用いて行われた実験を例に挙げて、80 字以内で説明しなさい。

問 4 脊椎動物において、下線部(3)の例となる細胞の名称を 2 つ書きなさい。

問 5 ある細胞を培養している培地に、薬剤 A を添加して 12 時間後に観察したところ、約半数の細胞で、中心体は細胞の両端に分かれたが、凝集した染色体は赤道面に並ばない現象が確認できた。薬剤 A を添加して 24 時間後には、ほとんどすべての細胞で同様の現象が確認でき、染色体の凝集以降の細胞分裂過程が途中で止まっていた。この状態から、薬剤 A を培地から除くと、凝集した染色体は一斉に赤道面に並び、ほぼ同調して細胞分裂を再開した。この薬剤 A が形成を阻害した細胞内の構造体(a)の名称を答えなさい。また、この構造体(a)は染色体の特定の部位に結合する。この部位(b)の名称を答えなさい。

問 6 下線部(4)の理由について、ゴルジ体の機能をもとに 80 字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読み、以下の問1～3に答えなさい。

哺乳類は、腎臓などの働きによって、老廃物の排出を行うとともに、体液中の塩類濃度を一定に保ち、を調節している。腎臓では、大動脈より分岐したから送り込まれた血液はでろ過され、を除く血しょう成分のほとんどはに出て原尿となる。とを合わせて腎小体といわれる。原尿はに送られ、ここでグルコースやアミノ酸などが毛細血管に再吸収される。その後原尿は、集合管に送られ、ここで主に水分が再吸収されて尿となる。

肝臓は、多量の血液を貯蔵して循環血液量を調節し、物質の合成や分解を通して、血液のを維持する上で重要な役割を果たしている。肝臓における化学反応に伴って発生する熱は、の維持に役立つ。肝臓に流入する血管には、とがあり、小腸で吸収されたグルコースは、を経て肝臓に入り、一部はとして貯蔵される。は必要に応じてグルコースに分解され、が調節される。肝臓では、血しょうに含まれるプロトロンピンなどの血液凝固に関わるタンパク質も合成される。また肝臓は、有害な物質を無害な物質に変える作用を持つ。例えば、タンパク質などが分解されて生じた有害なは、毒性の低いに変えられる。は肝細胞で作られ、作用によって生じた不要な物質を含んでいる。はに一時的に貯えられて濃縮された後、必要に応じて十二指腸に分泌され、の消化を助ける働きがある。

問1 文章中の～にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。



3 次の文章を読み、以下の問1～3に答えなさい。

生物の細胞や組織の内部にはさまざまな化学物質が存在し、さまざまな化学反応が起きている。これらの化学反応は、主に酵素によって触媒される。酵素の本体は、抗体などと同じく **ア** である。多数のアミノ酸がペプチド結合してポリペプチドが形成されたのち、アミノ酸分子の相互作用によりポリペプチドの各部分が結びつけられることにより分子が折りたたまれ、固有の立体構造をもつ **ア** となる。例えば、硫黄を含むアミノ酸であるシステインどうしは、**イ** 結合により互いに結びつけられる。**イ** 結合は比較的強固な結合で、熱に対して安定性が高い。酵素の作用や性質は、このような **ア** の構造によって決定されている。酵素の構造の中でも基質と直接結合して作用を発揮する部分のことを、**ウ** と呼ぶ。

酵素が作用する基質は酵素ごとに異なっており、特定の酵素は特定の基質に対してしか作用しない。このような性質のことを、**エ** という。また、活性に最適な温度やpHも酵素ごとに異なっている。例えば、動物の消化酵素であるペプシンおよびトリプシンはいずれも **ア** を分解する。両者の作用における最適pHは異なっており、ペプシンがpH 2付近であるのに対して、トリプシンはpH 8付近である。

**ア** である酵素の本体(アポ酵素)に補助因子が結合しなければ活性が発揮されない場合がある。このような因子のうち、低分子の有機物のものを **オ** と呼ぶ。このほかに、金属イオンが補助因子となる場合もある。

問1 上の文章中の **ア** ～ **オ** に最も適切な語句を入れなさい。

問2 上の文章中の下線部について、ペプシンおよびトリプシンの最適pHがそれぞれpH 2およびpH 8であることは、これら酵素の生体内での働きを考えた場合にどのような意味をもっているか。80字以内で述べなさい。

問 3 図 1 は、物質 A が各酵素の作用によりほかの物質に変化していく様子を  
示した模式図である。例えば、物質 A は酵素 1 により物質 B に、物質 B は  
酵素 2 により物質 C に変えられることを示している。図 2 は、pH 7 におけ  
る酵素 1～4 の温度ごとの反応速度を示したグラフで、横軸は反応温度を、  
縦軸は 1 分子の酵素によって 1 分間に触媒された基質分子数の相対値をあら  
わしている。これらについて、次の(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、1  
分子の物質から酵素反応によって生成される物質の分子数はすべて 1 とす  
る。

(1) それぞれ同じ分子数の酵素 1～4 と一定量の物質 A を含む pH 7 の反応  
液を準備し、一定の温度で 1 時間反応させたところ、その生成物は下の  
i) および ii) のようになった。これらの結果から判断して、グラフ(a)～(d)  
はそれぞれ酵素 1～4 のいずれの反応速度をあらわすと考えられるか。

i) 55℃ で反応させたあとの反応液には、物質 B のみが生じていた。

ii) 30℃ で反応させたあとの反応液には、物質 D と物質 E が 2 : 1 の  
割合で含まれていた。

(2) 酵素 3 について、50℃ で反応させたあとの反応液をそのまま 40℃ にし  
て反応させたところ、酵素活性がみとめられた。しかし、60℃ で反応さ  
せたあとの反応液を 40℃ にしても、酵素活性は一切みとめられなかつ  
た。この理由を 50 字以内で述べなさい。

(3) 上記(2)の問題文に示したように酵素活性が失われてしまう温度は、酵素  
ごとに異なる。この理由を 80 字以内で述べなさい。

(4) 酵素 1 はアロステリック酵素であり、物質 C によるフィードバック調節  
をうけて活性が抑制される。酵素 1 の活性は具体的にどのようなしくみで  
制御されるか。120 字以内で述べなさい。

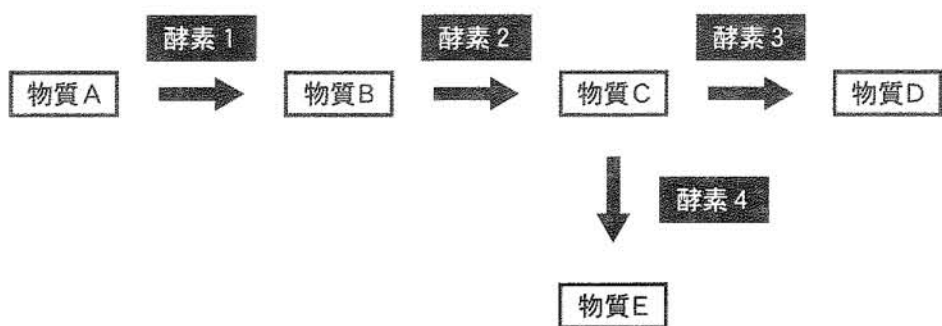


図1

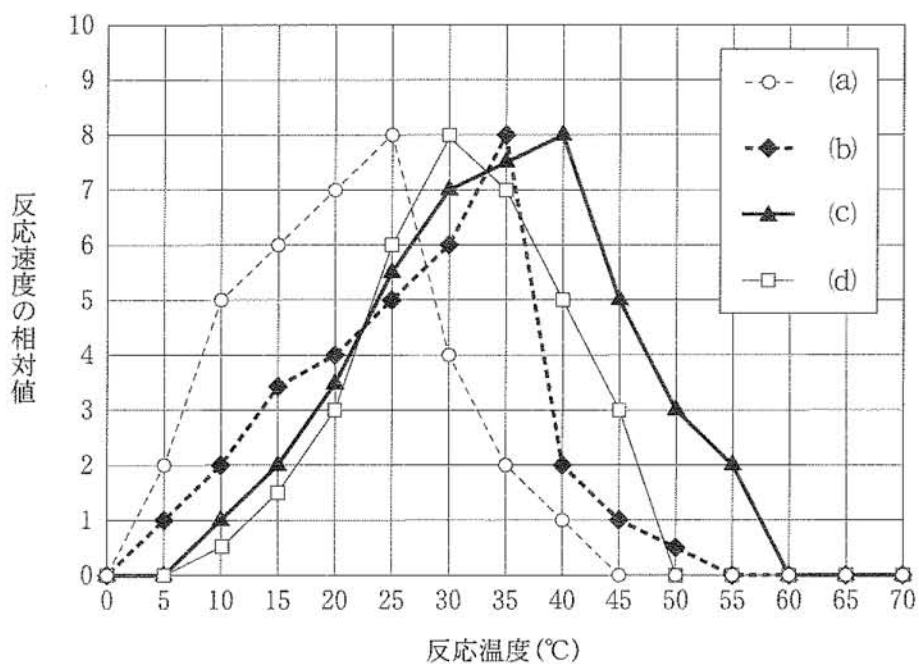


図2

4 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

未分化な細胞ほど多分化能をもっている。未分化な細胞の典型的な例は受精卵で、全ての組織・器官を作り出す能力をもっている。一般に、ある未分化な組織が誘導作用により組織 a に分化する過程は、順に次の①～④のように4段階に分けることができ、早い発生段階の組織ほど誘導作用を受けやすい。

- ① 未分化な状態。
- ② 誘導因子 A の作用により組織 a へと発生運命が方向づけられた状態。この時点ではまだ発生運命の変更は可能で、誘導因子 A の代わりに誘導因子 B が作用すると組織 b へと方向づけられる。
- ③ 誘導因子 A の作用により組織 a へと発生運命が決定した状態。この時点になると発生運命の変更は不可能で、誘導因子 A の代わりに誘導因子 B が作用しても組織 a に分化する。
- ④ 組織 a の特徴が現れて、分化した状態。

カエルでは、尾芽胚初期に眼胞から誘導因子が分泌され、この誘導因子を受容した頭部表皮から水晶体が分化することが知られている。そこで、以下のような実験をおこなった。供与体として原腸胚初期、原腸胚後期、神経胚初期、神経胚後期の4つの発生段階の胚を準備し、頭部表皮片と胴部表皮片とを切り出し、これを移植用の組織片とした。次に、宿主として神経胚後期の胚を準備し、将来水晶体が形成される部位の表皮片を除去し、そこへ供与体の組織片を移植した。この個体を尾芽胚後期まで発生させ、供与体の組織が水晶体に分化したか、あるいは表皮に分化したかを調べた。結果は次ページの表1のようになった。

眼胞からの誘導因子を受容する受容体 C は細胞膜に存在するタンパク質で、<sup>(2)</sup>細胞外領域、膜貫通領域、細胞内領域から構成される。細胞外領域に誘導因子が結合すると、受容体の立体構造が変化し、細胞内領域が酵素活性を持つように変化する。この酵素の触媒作用により、細胞内の物質 D が変化し、変化した物質 D は水晶体特異的遺伝子 E の転写調節領域に結合できるようになり、転写を調節する。

表 1

供与体の 発生段階と部位	実験個体 の総数	尾芽胚後期に分化した組織*		
		水 晶 体	水晶体と 表皮の中間	表 皮
① 原腸胚初期の頭部	24	0	0	24
② 原腸胚初期の胴部	23	0	0	23
③ 原腸胚後期の頭部	21	5	11	5
④ 原腸胚後期の胴部	20	0	0	20
⑤ 神経胚初期の頭部	24	20	1	3
⑥ 神経胚初期の胴部	23	0	0	23
⑦ 神経胚後期の頭部	20	20	0	0
⑧ 神経胚後期の胴部	19	0	0	19

\*：数値は、それぞれの実験個体数を表している。

問 1 水晶体と眼胞はそれぞれ何胚葉に由来するか、答えなさい。

問 2 表 1 の結果から、次の(ア)～(エ)の 4 つの結論を導き出した。結論が正しい場合は「○」のみを記入しなさい。結論が正しくない場合は「×」を記入し、その誤りを指摘しなさい。

- (ア) 下線部(1)と同様に、早い発生段階の頭部表皮ほど眼胞の誘導作用を受けやすい。
- (イ) 胴部表皮であっても、早い発生段階の組織なら眼胞の誘導作用を受けて水晶体に分化する。
- (ウ) 頭部表皮は原腸胚初期に表皮に分化するように発生運命が決定されたが、尾芽胚期に眼胞からの誘導作用を受けて水晶体に分化するように発生運命が変更された。
- (エ) 頭部表皮は胴部表皮とは異なり、原腸胚初期から神経胚後期にかけて眼胞からの誘導作用を受けやすいように変化した。

問 3 下線部②の受容体 C を人為的に改変して、細胞内領域のみを欠いた受容体を細胞に発現させる技術がある。この技術を用いて、正常な受容体に加えて、その数の 10 倍量の改変型受容体が細胞膜に存在する神経胚後期の胚を準備した。この胚を供与体とし、正常胚を宿主として、表 1 の⑦と同様な移植実験をおこなった場合、どのような結果になるか、理由とともに 90 字以内で説明しなさい。

問 4 物質 D とは別に、遺伝子 E の転写調節領域に結合する物質 F が発見された。物質 F を全ての細胞で産生できなくした胚(F マイナス)を作り、神経胚後期の F マイナス胚と正常胚を用いて、供与体と宿主の組合せを変えて表 1 の⑦と同様な移植実験をおこなった。結果は表 2 のようになった。物質 F は水晶体の分化においてどのような機能を果たしているか、40 字以内で説明しなさい。

表 2

供 与 体	宿 主	水晶体が分化した割合(%)
正 常	正 常	100
F マイナス	正 常	0
正 常	F マイナス	100
F マイナス	F マイナス	0

問 5 受容体 C と物質 D は、発生段階による差はなく、頭部と胴部での差もなく、それぞれ表皮の細胞膜と細胞内に存在していた。遺伝子 E の転写が物質 D と物質 F のみによって調節されていると仮定した時、表 1 の結果を矛盾なく説明できる仮説を、160 字以内で書きなさい。

5 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

ニワトリ肢芽の正しい発生には極性化活性域 zone of polarizing activity (ZPA) と呼ばれる肢芽の後部の領域が必要である。前肢芽における ZPA の位置と正常な前肢の骨構造を図1に示す。3本の指骨は前方(頭部側)から2指、3指、4指と呼ばれる。これを[234]と表現することとする。3本の指骨の他に、上腕骨、橈(とう)骨、尺骨などが発生する。

ZPA の肢芽発生に対する働きを検討する目的で以下の実験を行った。

実験1 図2に示すように前肢芽の前方に、他の個体から ZPA を移植したら、過剰な指骨が発生し、[432234]となった。

実験2 図3に示すように ZPA を前方に移植し、宿主の ZPA を除去すると、指骨の発生は正常とは逆で、[432]となった。

実験3 図4に示すように宿主 ZPA はそのままとし、移植する ZPA の位置を A から I まで変化させた場合の2つの ZPA 間の指骨発生パターンを観察した。1つの移植位置について8匹ずつのニワトリを観察した。その結果を表1に示す。

実験4 ZPA を前方に移植する代わりに、レチノイン酸 retinoic acid (RA) を徐々に放出する樹脂 (RA 樹脂) を移植した結果、図5aに示す骨の発生が見られた。RA 樹脂を一定の時間が経過した後に除去しても、同じ結果となった。RA の効果がどこまで達しているかは、RA 受容体の発現量を組織染色すると分かる。その結果を図5bに示す。発現量の多い部分ほど濃い色で示している。

問1 実験1と実験2から、前肢芽発生に対する ZPA の働きはどのようなものと言えるか。30字以内で述べなさい。

問 2 以下の文は実験 3 の結果について述べたものである。結果の解釈として正しいものをすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

- (a) 移植 ZPA の指骨発生への影響は、位置 B に移植した場合より位置 A に移植した場合の方が大きい。
- (b) 2 つの ZPA は干渉することなく、ZPA に近い方から 4 指、3 指、2 指の順に発生を促す。
- (c) 2 つの ZPA の距離が短くなるに従って、ZPA に近い方から 4 指、3 指、2 指の順に発生していた指が 2 指、3 指、4 指の順に変化する。
- (d) 2 つの ZPA の距離が短くなるに従って、2 指、3 指、4 指の順に発生が認められなくなる。それぞれの ZPA に影響を受けて発生する指の順番には影響がない。
- (e) 2 つの ZPA の距離が短くなりすぎると全く指の発生が認められなくなる。

問 3 以上の実験から、ZPA はある物質 M を分泌し、その濃度は ZPA から離れるに従って低下し、適切な濃度の物質 M に刺激された肢芽の組織が 4 指、3 指、2 指となる仕組みがあるとする仮説を立てた(図 6)。グラフ中の 3 本の水平線は上から、4 指、3 指、2 指を誘導する物質 M の最適濃度を示している。この仮説によると、実験 3 の結果をうまく説明することが可能である。

- (1) 実験 3 における物質 M の濃度が図 7 a のように想定される場合、指の発生はどうなるか。表記例に従って解答欄に記入しなさい。
- (2) 物質 M の濃度が図 7 b のようになるのは、ZPA をどの位置に移植した場合か。A~I の中から 1 つ選んで、解答欄に記入しなさい。
- (3) 図 7 c に示すように ZPA を移植した場合、指の発生パターンは [434] となった。この場合、2 つの ZPA の間の物質 M の濃度はどうだったと推定されるか。解答欄のグラフに記入しなさい。

- 問 4 実験 4 までの結果から、レチノイン酸 (RA) と ZPA は移植実験が行われた時期以降の前肢芽発生に対し、どのような影響を与えていると見られるか。以下の記述のうちで適切なものをすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。
- (a) RA は ZPA の細胞が分泌する物質 M である。
  - (b) RA は ZPA の働きを阻害する。
  - (c) RA は前肢芽の組織を ZPA と同じ機能を持つ細胞に変化させる働きを持つ。
  - (d) RA がないと正常な前肢芽の発生が起こらない。
  - (e) RA と ZPA は橈(とう)骨と尺骨の発生には大きな影響を与えない。

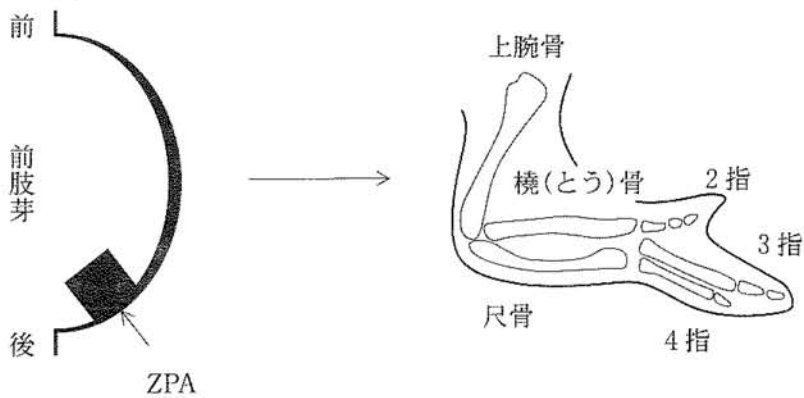


図 1 正常な肢芽の発達

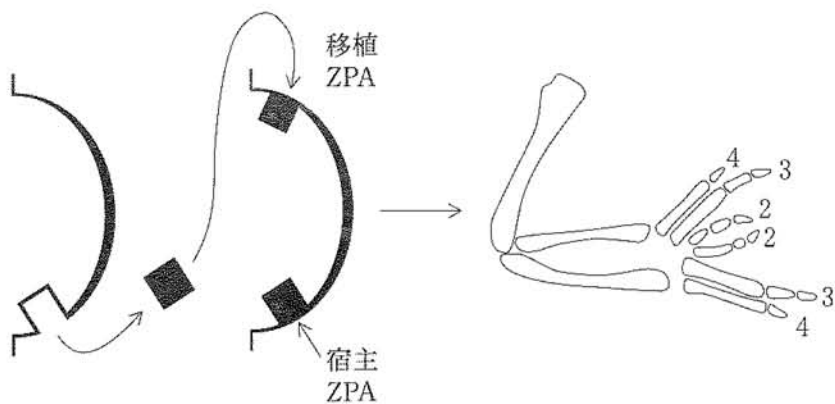


図 2 実験 1 の方法と結果

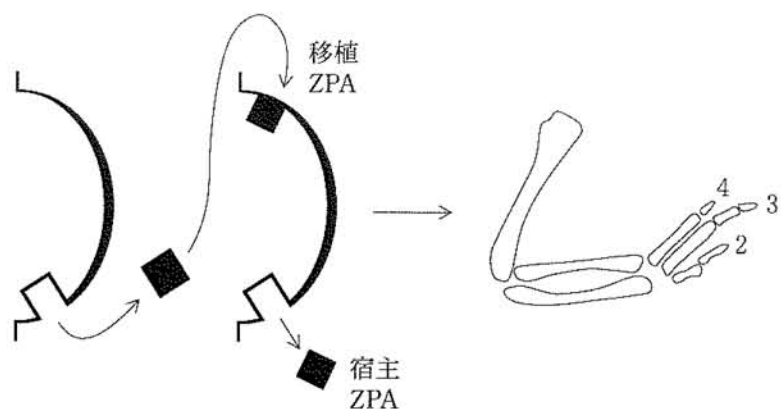


図3 実験2の方法と結果



図4 実験3 A~Iの位置にZPAを移植

表1 実験3の結果

指の発生パターン	移植した ZPA の位置								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
[234]	6								
[2234]	1								
[32234]	1	3							
[432234]		5	3						
[43234]			5						
[4334]				8	7	2	1		
[434]					1	6	6	1	
[4]							1	3	
発生無し								4	8

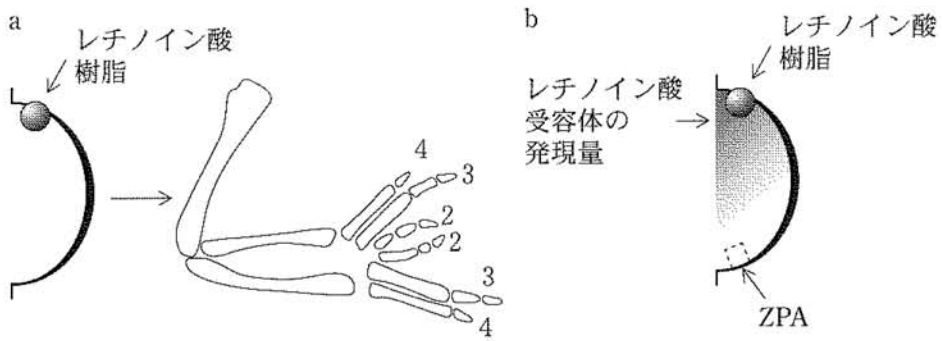


図5 実験4の方法と結果

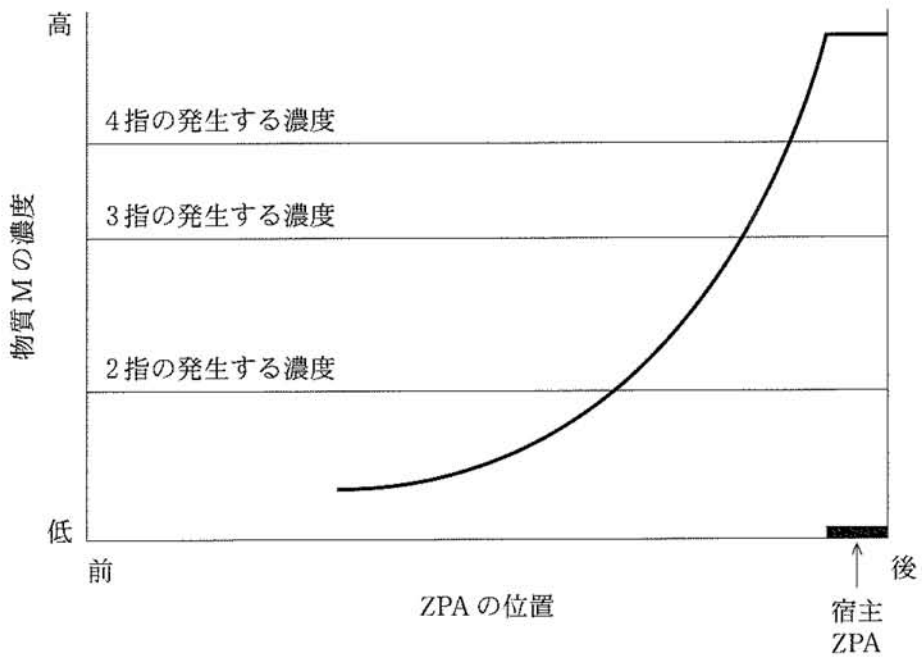


図6 ZPAによる肢芽発生制御の仕組み

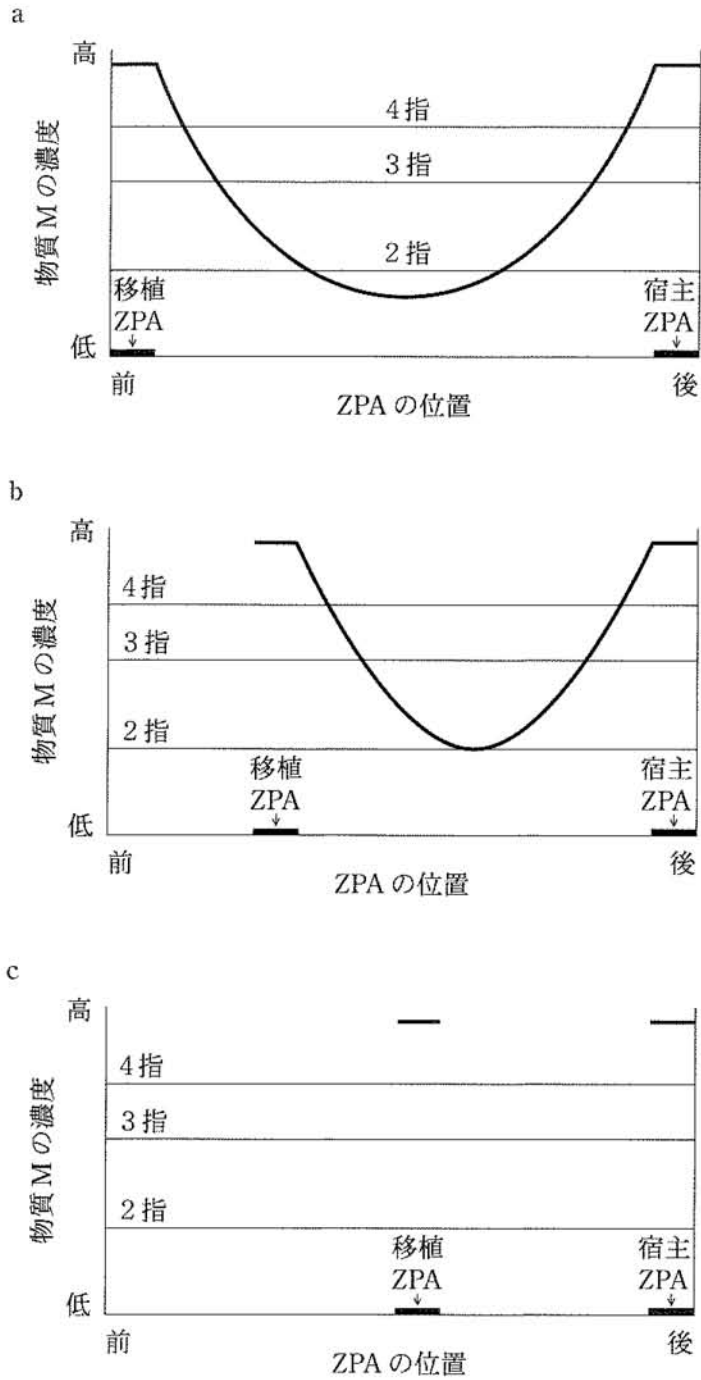


図7 2つのZPA間の物質Mの濃度

6 次の文章を読み、以下の問1～8に答えなさい。

1900年にメンデルの法則が再発見されてから100年を経た21世紀初頭には、  
<sup>(1)</sup>ヒトの遺伝子数は約2万2千個程度であることが明らかとなったが、タンパク質  
<sup>(2)</sup>の種類はそれよりも多いと考えられている。そのメカニズムの一つとして単一の  
遺伝子からアミノ酸配列のことなる複数のタンパク質が合成されることがわかっ  
<sup>(3)</sup>  
ている。

細胞における遺伝情報の発現は、DNAの塩基配列をもとに伝令RNAが作られ、その伝令RNAのコドンに従って一つのアミノ酸が指定されて複数のアミノ酸のつながったタンパク質が合成される。遺伝情報は原則としてDNA → RNA → タンパク質へと一方向に流れる。このような遺伝情報の流れに関する原則をセントラルドグマという。

<sup>(4)</sup>これまでの分子生物学の進歩を経て、現在は生命現象を遺伝子やタンパク質の  
<sup>(5)</sup>働きから理解できる時代となっており、病気の起こる原因を解明したり、薬の代謝の個人差を調べるバイオテクノロジーの利用も可能となりつつある。

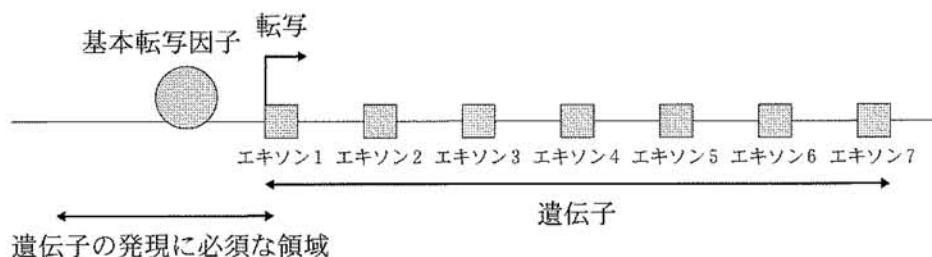


図1 遺伝子の構造

問 1 下線部(1)に関して、次のア、イ、ウにあてはまる適当な言葉を書きなさい。

人の ABO 式血液型はメンデルの法則に従うことが知られている。この遺伝のしくみは、血液型を決めている遺伝子には A 型(遺伝子 A)、B 型(遺伝子 B)、O 型(遺伝子 O)の 3 種類があり、遺伝子 A と遺伝子 B の間には  関係がなく、いずれも遺伝子 O に対して  であると仮定すると説明できる。このように 3 つ以上の遺伝子が対立関係にある場合、これらの遺伝子を  という。

問 2 下線部(2)に関して、大部分のヒトの遺伝子の転写開始部位付近には、図 1 のような遺伝子発現に必須の領域が存在する。この領域を何というか。最も適当なものを一つ選び、その記号を書きなさい。

- (a) 転写調節領域(転写調節配列)
- (b) オペロン
- (c) プロモーター
- (d) 調節遺伝子

問 3 下線部(3)に関し、図 1 のような 7 つのエキソンをもつ遺伝子の発現において、2 つのエキソンがスプライシング時に除かれる(選択された残りのエキソンのみでスプライシングがおこる)とすると、理論上何種類の伝令 RNA が作られるか。正しいものを一つ選び、その記号を書きなさい。ただし、エキソン 1 とエキソン 7 は必ず残るものとする。

- (a) 7 種類
- (b) 8 種類
- (c) 9 種類
- (d) 10 種類

問 4 ヒトでは2種類の遺伝子から約1億種類以上の抗体を作ることができるといわれる。なぜこのように多くの抗体を作ることができるのか。遺伝子の発現のしくみからみて重要な点を2つあげて60字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(4)に関して、次の4つの中からセントラルドグマに従わないものを一つ選び、その記号を書きなさい。

- (a) DNA ウイルス
- (b) RNA ウイルス
- (c) 細菌
- (d) カビ

問 6 下線部(4)に関して、生物の形質を伝える物質がタンパク質か DNA かを調べるために、ハーシーとチェイスはバクテリオファージを大腸菌に感染させる実験を行った。彼らはバクテリオファージのタンパク質と DNA を構成する元素の違いに着目して、その元素を標識することにより DNA のみが子孫へ形質を伝えることを証明した。着目した元素に関して正しい文章の一つを選び、その記号を書きなさい。

- (a) DNA にはリンが含まれるがイオウは含まれない。
- (b) DNA には炭素が含まれるが酸素は含まれない。
- (c) タンパク質にはリンが含まれるがケイ素は含まれない。
- (d) タンパク質には炭素が含まれるが窒素は含まれない。

問 7 下線部(5)に関して、最も古くから知られている事柄は次のうちどれか。正しいもの一つを選び、その記号を書きなさい。

- (a) メセルソンとスタールが DNA の半保存的複製を窒素の同位体  $^{15}\text{N}$  を用いた実験で証明した。
- (b) ワトソンとクリックが DNA の二重らせん構造を提唱した。
- (c) ジャコブとモノーがラクトースオペロン仮説を提唱した。
- (d) グリフィスが肺炎双球菌を非病原性から病原性へと形質転換した。

問 8 下線部(6)に関して、正しい文章は次のどれか。最も適当なものを一つ選び、その記号を書きなさい。

- (a) PCR 法により RNA を直接増幅することが可能である。
- (b) ES 細胞から筋肉、神経、皮膚などの組織に分化させることが可能である。
- (c) ヒトの病気の原因となる遺伝子は、大腸菌内で発現させることはできない。
- (d) RNA 干渉は遺伝子の発現の調節には関与していない。

7 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

ある地域に生息する生物種の集団を **ア** と呼ぶ。千葉さんは、**ア** について研究するために、草原でトノサマバツタの個体数を50年にわたって調査している。毎年成虫が現れる時期に、トノサマバツタの単位面積あたりの個体数、つまり **イ** を、<sup>(1)</sup>標識再捕獲法によって調査した。調査の結果、<sup>(1)</sup>図1のような個体数の変動が見られた。個体数の変動をみると、点線のあたりで個体数が頭打ちになっているのが分かる。このように個体数が増加すると、**ウ** 効果によって個体数のさらなる増加が制限され、さらに、<sup>(2)</sup>餌資源の食い尽くしが生じると個体数が減少する。点線で表されるこの上限の個体数は、トノサマバツタ **ア** についての **エ** を表しているといえる。

また、個体数が数年にわたって多くなった調査開始46年目(図1の矢印)には、他の年に見られるよりも、体サイズと比較して翅の長い個体が多く見つかった。このような形態の変化は **オ** と呼ばれる。

<sup>(3)</sup>

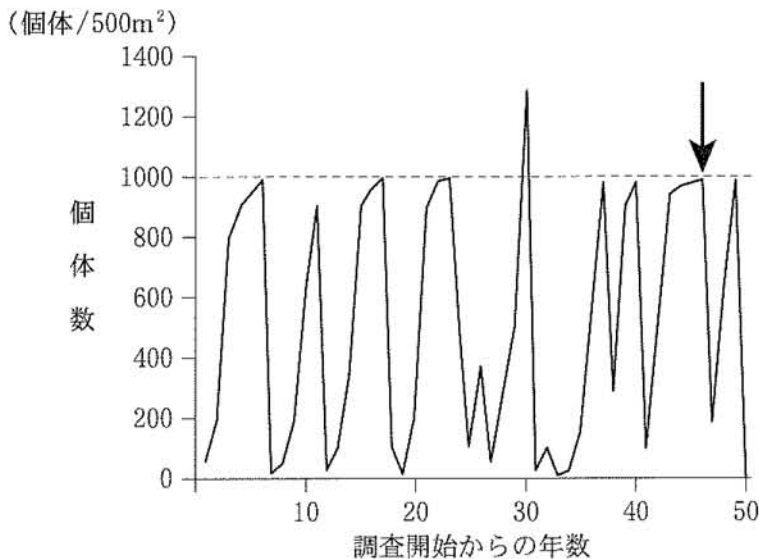


図1

問 1 文中の ア ~ オ にあてはまる語句を入れなさい。

問 2 下線部(1)について、500 m<sup>2</sup> の調査地において、ある年の 1 回目の調査で 420 個体のトノサマバツタを捕獲し全個体にマークをつけた。数日後 2 回目の調査で 460 個体を捕獲したところ、300 個体にマークが付いていた。この時、この調査地には何個体のトノサマバツタがいたと推定されるか。ただし、付けたマークは確実に残り、2 回の調査の間で死亡したり、調査地に飛来した個体はなく、また、個体は調査地内で移動し十分に混ざりあっていたものとする。

問 3 下線部(2)の効果について、個体数の増加が制限される理由として考えられる機構を 2 つあげなさい。

問 4 下線部(3)について、以下の問いに答えなさい。

- (1) トノサマバツタにとって、このような変化が起こることの利点を答えなさい。
- (2) 体サイズと比較して翅が長くなること以外に、このトノサマバツタに起こっていたと考えられる変化を 1 つあげなさい。

問 5 図 1 に示されたトノサマバツタの個体数の変動から図 2 を作成した。この図は、横軸がある年の個体数、縦軸がある年からその次の年への個体数の変化の量

$$(\text{次の年の個体数}) - (\text{ある年の個体数})$$

を示している。

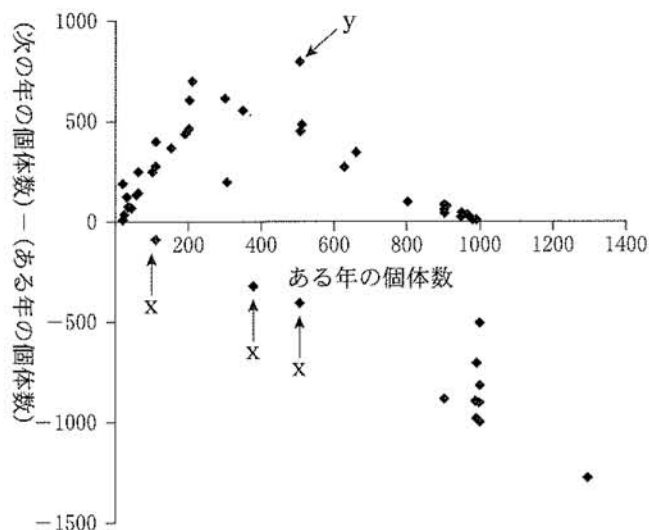


図 2

図 2 において、矢印 x で示された 3 つの点と矢印 y が示す点にあたるある年(横軸の年)の次の年に起こったこととして、それぞれ適当と考えられる説明を以下からすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 調査地の草原に草刈りが入り、トノサマバツタが大量に死亡した。
- (b) 調査期間に雨が降り、トノサマバツタに付けたマークの一部が流れ落ちた。
- (c) 別の場所で発生したトノサマバツタが調査地に大量に飛来した。
- (d) 調査地の草原に除草剤がまかれ、トノサマバツタが大量に死んだ。
- (e) 調査地で大量に発生したトノサマバツタが他の場所へ移動した。

8 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

生態系を構成する生物と大気、水、土といった非生物的環境の間をさまざまな物質(元素)が循環している。それらの物質のうち、炭素と窒素は、いずれも大気中に多量に存在する。<sup>(1)</sup>

生態系では有機物が落葉などのかたちで土壌に供給され、土壌中の生物によって分解される。有機物に含まれる窒素は、さまざまな生物に分解されながら無機物である  になり、さらに  によって  に酸化される。 や  は植物の根から吸収されて植物体を構成する有機物となる。 の一部は  のはたらきにより亜酸化窒素や  として大気中に放出される。

問1 文中の  ～  にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問2 下線部(1)について、大気中の窒素が森林に取り込まれる経路を2つあげなさい。ただし、工業によるものを除く。

問3 窒素は植物の生育に不可欠である。窒素の供給量が光合成量に影響することが知られている。極相状態の森林では、毎年、ほぼ一定量の光合成が行われるが、耕作地(畑)では人為的に窒素を添加しなければ光合成量が減少する。この理由を物質循環の観点から120字以内で説明しなさい。

問4 図1は、森林生態系を構成する大気、植物、動物、菌類・細菌類の間の炭素と窒素の移動経路の一部を示したものである。図中の経路①～⑧を、炭素のみに見られる経路、窒素のみに見られる経路、炭素・窒素に共通の経路、に分類しなさい。

問 5 ある森林で一部の樹木を伐採したところ(一部伐採区), 図2のように, 土壌中の炭素量が隣接する伐採を行わない森林(対照区)に比べて一時減少した。この原因として考えられるものを2つあげなさい。なお, 伐採された樹木は森林外に持ち出されたものとする。

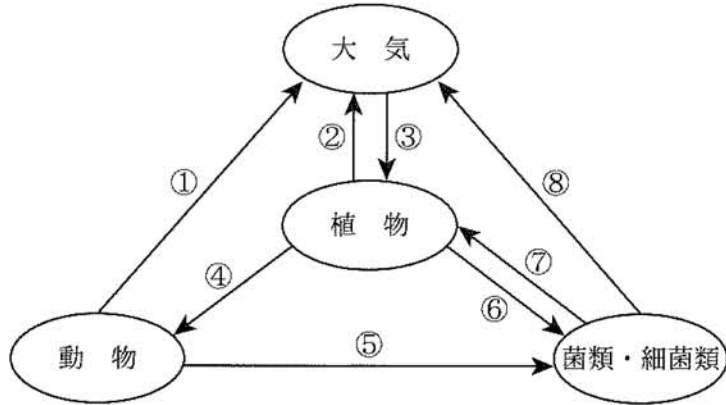


図1 森林生態系をめぐる炭素と窒素の移動経路

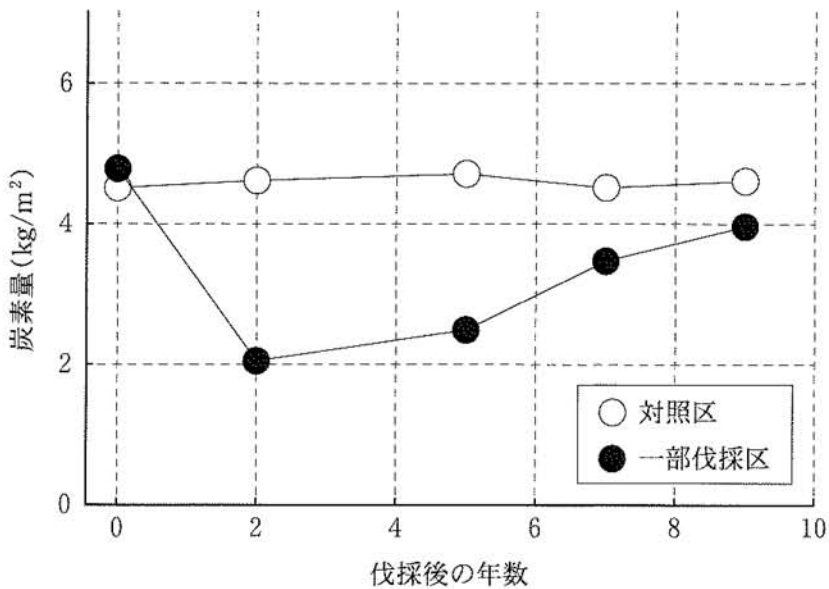


図2 樹木伐採後の土壌(深さ0~10 cm)中の炭素量の変化

9 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

生物が進化するしくみを説明する進化論のさきがけとなったのは、ラマルクであった。ラマルクの進化論は **ア** 説とよばれ、彼の1809年の著書「動物哲学」の中で説明されている。現在の進化論の基礎となったダーウィンの進化論は **イ** 説と呼ばれ、1859年に発行された彼の著書「**ウ**」の中で、提案されている。

ラマルクとダーウィンの進化論を、ある一年生のイカの<sup>しよくわん</sup> 蝕腕の長さを例に、考えてみよう。蝕腕は他の腕に比べてより長い二本の腕で、獲物をとらえる時や生殖の際に重要な働きをする。図1の点線は、イカのある幼个体集団が成熟時に示すと考えられる、遺伝的に決定された蝕腕の長さの頻度分布を示す。遺伝的に決定された蝕腕の長さにはばらつきがあり、平均値  $a$  付近の個体数が最も多く、平均から離れるにしたがって個体数が少なくなる。この遺伝的な蝕腕の長さのばらつきは、遺伝子の違いに起因する。

ラマルクの進化論では、この幼个体集団のイカが遠くの獲物を捕らえようと、蝕腕を頻繁に使用すると、各個体の蝕腕が遺伝的に決定された長さよりも長くなる。その結果、成熟個体の蝕腕の長さの頻度分布は、図1の実線のようになって、平均値  $b$  は  $a$  より大きくなる。より長くなった蝕腕の特徴は次世代に反映

されて、次世代のイカ集団は、<sup>(1)</sup> 遺伝的により長い蝕腕をもつ個体の集団となる。  
同じ集団に、ダーウィンの進化論を当てはめるとどうなるか考えてみよう。  
<sup>(2)</sup>

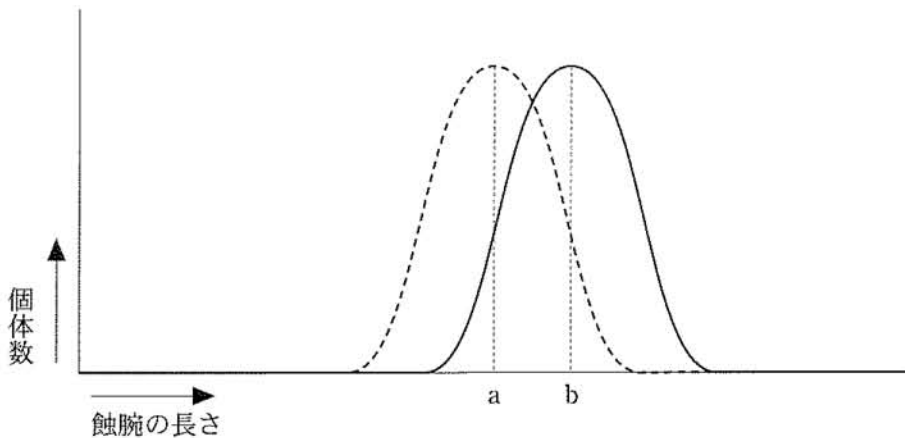


図 1

問 1  ~  にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(1)のような考えは、現在は否定されている。その理由を生物学的な知見に基づき 30 字以内で答えなさい。

問 3 下線部(2)に関して、図 1 の点線の幼個体集団にダーウィンの進化論を当てはめると、この世代の成熟個体の触腕の長さの頻度分布はどうか。予想される頻度分布を線で示し、そのようになる理由を 80 字以内で答えなさい。なお、イカの触腕の長さは、環境や使用頻度の影響を受けず、長いほど生存や生殖に有利であると仮定する。また、解答欄の点線は図 1 の点線に一致するものとする。

問 4 現在の進化論では、進化の重要な要因のひとつとして遺伝子の突然変異があげられている。進化の要因となるような、タンパク質の変化をとまなう遺伝子の突然変異にはどのようなものがあるか、代表的なしくみを 2 つ、120 字以内で答えなさい。