

生 物

(解答番号 ~)

第1問 タンパク質と遺伝子発現に関する次の文章を読み、後の問い(問1～3)に答えよ。(配点 20)

(a) タンパク質は特定の立体構造をとることで、その機能を発揮する。しかし、高温などの条件下では、立体構造が変化してしまうことがある。異常な立体構造をもつタンパク質が細胞内に増加すると、(b) シャペロンと呼ばれるタンパク質が異常な立体構造を修復する。ある細胞で働くシャペロン A の調節には、(c) 遺伝子 X が関わることが分かっている。

問1 下線部(a)に関連して、タンパク質のアミノ酸配列は DNA の塩基配列によって決まる。次の突然変異①～③のうち、あるタンパク質のアミノ酸を指定する DNA 領域で起こっても、その変異した遺伝子から転写、翻訳されたタンパク質のアミノ酸配列が全く変化しない場合があるものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の④～⑦のうちから一つ選べ。

- ① 1 塩基の置換
- ② 1 塩基の挿入
- ③ 1 塩基の欠失

- | | | |
|-----------|--------|--------|
| ④ ① | ⑤ ② | ⑥ ③ |
| ⑦ ①, ② | ⑧ ①, ③ | ⑨ ②, ③ |
| ⑩ ①, ②, ③ | | |

問 2 下線部(b)に関連して，シャペロンの直接的な作用によって修復される可能性のある構造として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

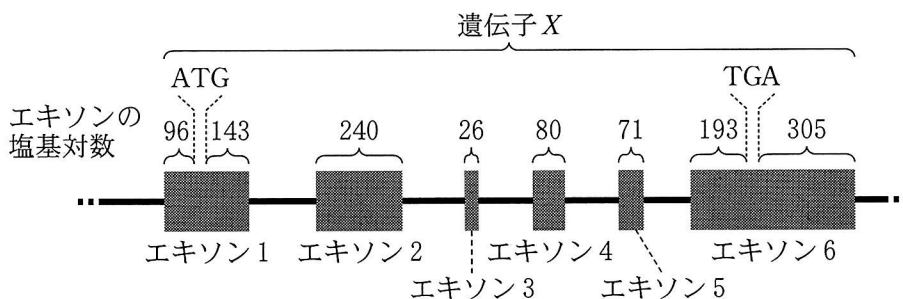
2

- ① DNA の突然変異によって変化した，タンパク質の一次構造
- ② ペプチド結合の切断によって変化した，タンパク質の構造
- ③ pH が変わったことによって変化した，酵素の活性部位の構造
- ④ 代謝の過程で変化した，補酵素(補助因子)の構造

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、ヒトの遺伝子 X は、図 1 で示すようにエキソン 1 ～ 6 から構成される。遺伝子 X から合成されるタンパク質について調べるために、実験 1 を行った。

実験 1 通常条件下で培養したヒト細胞における遺伝子 X の mRNA を調べたところ、1160 塩基だった。この mRNA から翻訳されるタンパク質(以下、タンパク質 Xu)は 252 個のアミノ酸で構成されていた。次に、この細胞を高温条件下で培養した後、遺伝子 X の mRNA を調べたところ、選択的スプライシングにより特定のエキソンに相当する領域が取り除かれ、mRNA は 1134 塩基だった。この mRNA から翻訳されるタンパク質(以下、タンパク質 Xs)は 172 個のアミノ酸で構成されていた。なお、タンパク質 Xu とタンパク質 Xs の翻訳は、ともにエキソン 1 に存在する開始コドンからはじまっていた。



注：ATG はタンパク質 Xu・タンパク質 Xs を合成するための開始コドンに、TGA はタンパク質 Xu の合成を終了するための終止コドンに対応する。

図 1

- (1) 実験 1 の結果から考えられる，タンパク質 Xs の合成を説明する次の文章
 中の ア ・ イ および ウ ・ エ に入る語句の組合せとし
 て最も適当なものを，それぞれ後の①～⑥および⑦～⑩のうちから一つずつ
 選べ。

ア・イ 3 ウ・エ 4

タンパク質 Xs を合成する mRNA (以下，Xs mRNA) では，ア に相
 当する領域が取り除かれた。それ以外の領域は，タンパク質 Xu を合成する
 mRNA と イ 配列であった。Xs mRNA では，取り除かれた領域より
ウ 末端側でコドンの読み枠がずれ，タンパク質 Xu とは異なるアミノ
 酸配列へと翻訳された。その結果，Xs mRNA では エ に相当する領域
 に生じた終止コドンで翻訳が終了した。

	ア	イ
①	エキソン 2	同 じ
②	エキソン 2	異なる
③	エキソン 3	同 じ
④	エキソン 3	異なる
⑤	エキソン 4	同 じ
⑥	エキソン 4	異なる

	ウ	エ
⑦	5′	エキソン 5
⑧	5′	エキソン 6
⑨	3′	エキソン 5
⑩	3′	エキソン 6

生 物

(2) 遺伝子 X から翻訳されるタンパク質 X_u とタンパク質 X_s の働きについて、後の記述④～⑥の仮説を立てて**実験 2**を行った。その結果を表 1 に示した。表 1 の結果から支持される仮説として適当なものはどれか。また、その仮説をさらに検証するための実験として、後の記述⑦・⑧のうち適当なものはどちらか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。

5

実験 2 シャペロン A 遺伝子のプロモーターと転写調節領域を含む DNA を、緑色蛍光タンパク質 (以下、GFP) の遺伝子につなげたプラスミドを作製し、遺伝子 X を欠損した培養細胞に導入した。さらに、この培養細胞にタンパク質 X_u ・タンパク質 X_s のどちらも導入しないもの、あるいはどちらか一方のみを導入したものに、青色光を照射し、GFP の有無を観察した。なお、GFP の有無は、青色光を照射したときの、緑色蛍光の有無で判断できる。

表 1

導入したタンパク質	なし	タンパク質 X_u	タンパク質 X_s
観察結果	緑色蛍光なし	緑色蛍光なし	緑色蛍光あり

タンパク質 Xu・タンパク質 Xs の働きについての仮説

- Ⓐ タンパク質 Xu は、シャペロン A タンパク質を分解する。
- Ⓑ タンパク質 Xs は、シャペロン A タンパク質を分解する。
- Ⓒ タンパク質 Xu は、シャペロン A の mRNA の合成を促進する。
- Ⓓ タンパク質 Xs は、シャペロン A の mRNA の合成を促進する。

その仮説を検証するための実験

- Ⓔ タンパク質 Xu・タンパク質 Xs が、シャペロン A タンパク質と結合するか調べる。
- Ⓕ タンパク質 Xu・タンパク質 Xs が、シャペロン A 遺伝子のプロモーターや転写調節領域に結合するか調べる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① Ⓐ, Ⓔ | ② Ⓐ, Ⓕ | ③ Ⓑ, Ⓔ | ④ Ⓑ, Ⓕ |
| ⑤ Ⓒ, Ⓔ | ⑥ Ⓒ, Ⓕ | ⑦ Ⓓ, Ⓔ | ⑧ Ⓓ, Ⓕ |

生 物

第2問 植物による無機窒素化合物の利用と物質生産に関する次の文章を読み、後の問い(問1～3)に答えよ。(配点 18)

植物は土壌中の無機窒素化合物(硝酸イオンとアンモニウムイオン)を根で吸収し、タンパク質、核酸などの有機窒素化合物に変換する(以下、窒素同化)。植物の成長量(生産量)は、基本的に^(a)光合成量と呼吸量によって決まる。^(b)生産量は無機窒素化合物の量に依存して増大する。自然の生態系では土壌中の無機窒素化合物は必ずしも多くなく、植物の成長の制限要因となっている。一方で、現代の農業では、化学合成した無機窒素化合物を窒素肥料として大量に使用している。その結果、農作物の生産量は増え、世界の食糧状況は大きく改善したが、^(c)大量の窒素肥料の使用が生態系に影響を及ぼしている。

問 1 下線部(a)に関連して、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、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

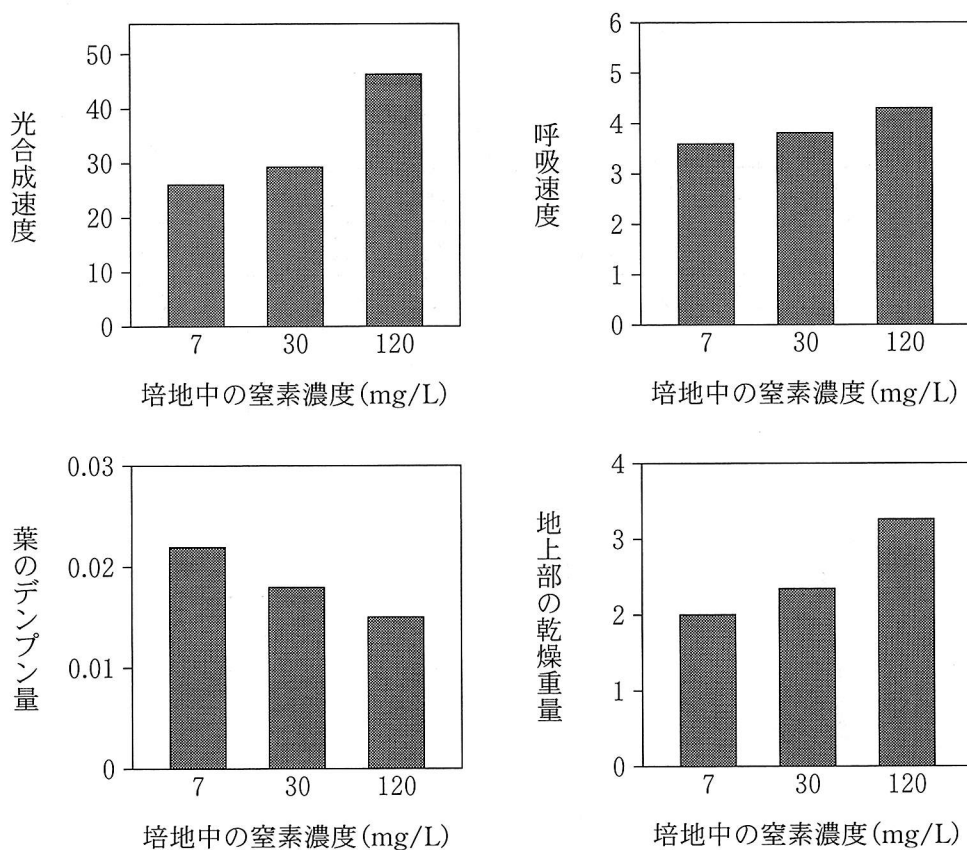
光合成と呼吸の電子伝達系には類似点と相違点がある。ともに、電子伝達系の働きで膜をはさんで水素イオン(H^+)の濃度勾配が形成される。水素イオン(H^+)の濃度は、葉緑体では ア で、ミトコンドリアでは イ で高くなる。一方、最初に電子伝達系に電子を渡す化合物は異なり、光合成では ウ , 呼吸では $NADH$ と $FADH_2$ である。

	ア	イ	ウ
①	ストロマ	内膜と外膜の間	O_2
②	ストロマ	内膜と外膜の間	H_2O
③	ストロマ	マトリックス	O_2
④	ストロマ	マトリックス	H_2O
⑤	チラコイドの内側	内膜と外膜の間	O_2
⑥	チラコイドの内側	内膜と外膜の間	H_2O
⑦	チラコイドの内側	マトリックス	O_2
⑧	チラコイドの内側	マトリックス	H_2O

生 物

問 2 下線部(b)に関連して、植物の成長と無機窒素化合物の供給量との関係を調べるために、実験 1 を行った。

実験 1 イネを、異なる窒素濃度の培地(硝酸イオンとアンモニウムイオンを含む)で一定期間栽培し、葉の光合成速度と呼吸速度、同じ葉のデンプン量および地上部(葉と茎)の乾燥重量を調べたところ、図 1 の結果が得られた。



注：光合成速度と呼吸速度の単位は、葉 100 cm² 当たり 1 時間に吸収あるいは放出される CO₂ の質量 (mg)。

葉のデンプン量は葉 100 cm² 当たりの質量 (g)。

地上部の乾燥重量は植物 1 個体当たりの重さ (g)。

図 1

- (1) 図 1 から、培地中の窒素濃度が高いと葉の光合成速度が大きいことがわかった。その理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 窒素同化量が増加し、フィトクロムやフォトトロピンの量が増加した。
- ② 窒素同化量が増加し、ルビスコやクロロフィルの量が増加した。
- ③ 窒素同化に伴って産生される ATP と NADPH の量が増加し、光合成の反応を促進した。
- ④ 窒素同化に伴って産生される有機酸の量が増加し、光合成の反応を促進した。
- ⑤ 呼吸によってより多くの CO_2 が放出され、光合成の反応に使われた。

- (2) 図 1 から、培地中の窒素濃度が高いと葉のデンプン量が少ないことがわかった。その理由として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 8 ・ 9

- ① より多くのデンプンが、光化学系の反応に使われた。
- ② より多くのデンプンが、光合成の電子伝達系の反応に使われた。
- ③ より多くのデンプンが、リブローズビスリン酸 (RuBP) の供給に使われた。
- ④ より多くの光合成の生産物が根に共生する根粒菌の増殖に使われ、葉でのデンプンの蓄積が抑えられた。
- ⑤ より多くの光合成の生産物が窒素同化に使われ、葉でのデンプンの蓄積が抑えられた。
- ⑥ より多くの光合成の生産物が個体の成長に使われ、葉でのデンプンの蓄積が抑えられた。

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、大量の窒素肥料の使用が生態系に及ぼす影響に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 硝化菌の働きが促進され、土壌中に有機窒素化合物が過剰に蓄積する。
- ② 生態系内を循環する窒素量が低下して、生産者と消費者の割合が変わる。
- ③ 環境中に流出する無機窒素化合物の量が増え、河川、湖沼、海洋における植物プランクトンの大量発生の原因となる。
- ④ 植物に吸収された窒素肥料が、窒素(N_2)として空気中に放出され、大気汚染の原因となる。

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

生 物

第 3 問 眼の発生と視覚に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ～ 3)に答えよ。

(配点 20)

脊椎動物において、(a)視覚器である眼は頭部の左右にあり、左右対称の構造をしている。ある発生段階の胚では、図 1 に示すように、前脳から側方に突出した眼胞が左右の頭部外胚葉に接触する。このとき、頭部外胚葉と脳、眼胞の間には間充織かんじゅうしきが存在している。その後、眼胞と接した(b)頭部外胚葉は水晶体に、眼胞は網膜になる。水晶体は、眼に入った光が網膜に像を結ぶのに必要であり、(c)網膜の視神経で生じた信号は、視神経の細胞体から伸びた軸索によって、脳の視覚の中
枢へ伝わる。

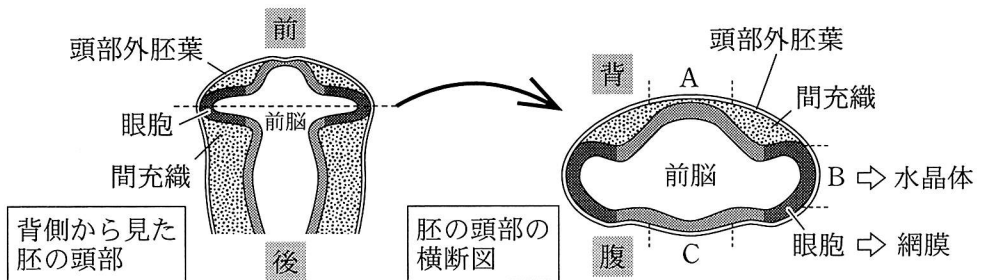


図 1

問 1 下線部(a)に関連して、ヒトの視覚に関する記述として適当なものを、次の

①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

11

12

- ① 視神経の軸索の束が眼球から出る場所には、視細胞が分布しない。
- ② ヒトは眼が頭部前面についており、眼が頭部側方についている哺乳類と比べて立体視できる範囲が狭い。
- ③ 視神経は、網膜の色素細胞層に隣接している。
- ④ 近距離に焦点を合わせるときには、毛様筋(毛様体の筋肉)が弛緩しかんする。
- ⑤ 交感神経の作用によって、瞳孔が収縮する。
- ⑥ 桿体細胞かんたいでは、ロドプシンの量が減少すると、光刺激に対する感度が下がる。

問 2 下線部(b)に関連して、水晶体の分化の仕組みを調べるため、実験 1 を行ったところ、表 1 の結果が得られた。後の記述④～⑥のうち、実験 1 の結果から考えられることとして適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。 13

実験 1 図 1 の胚の A～C に位置する頭部外胚葉を単離し、それを単独で培養、あるいは、同じ発生段階の胚から単離した眼胞または、その眼胞の周りの間充織と共に培養して、水晶体の形成の有無を調べた。

表 1

単離した頭部外胚葉	共に培養した組織	水晶体の形成
A	な し	—
B	な し	+
B	間充織	—
B	眼 胞	+
C	な し	+
C	間充織	—

注：＋は水晶体が形成されたこと、－は水晶体が形成されなかったことを示す。

- ④ 頭部外胚葉が水晶体を形成するには、図 1 の発生段階で、眼胞から頭部外胚葉への作用が必要である。
- ⑤ 眼胞の周りの間充織は、頭部外胚葉が水晶体を形成するのを阻害する。
- ⑥ 頭部外胚葉の C を B の位置に移植すると、胚の中で C は水晶体を形成する。

- ① ④ ② ⑤ ③ ⑥
- ④ ④, ⑤ ⑤ ④, ⑥ ⑥ ⑤, ⑥
- ⑦ ④, ⑤, ⑥

生 物

問 3 下線部(c)に関連して、図 2、図 3 は、マウスの眼の位置と、網膜および視神経の軸索を示した図である。視神経の軸索は、網膜から出て、視交叉を経て脳の左側、または脳の右側(以下、左脳、右脳)の視覚中枢に伸びる。右の耳に近い腹側(以下、耳腹側)と左の耳腹側以外の網膜(図 3 で黒く塗られた領域)の全ての細胞体から伸びた軸索は右脳に興奮を伝え、残りの網膜(図 3 で黒く塗られていない領域)の細胞体は左脳に興奮を伝える。

背側から見たマウスの頭部



頭部左側から見た網膜と軸索の模式図

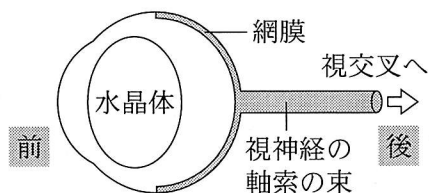


図 2

頭部後方から見た網膜と軸索の模式図

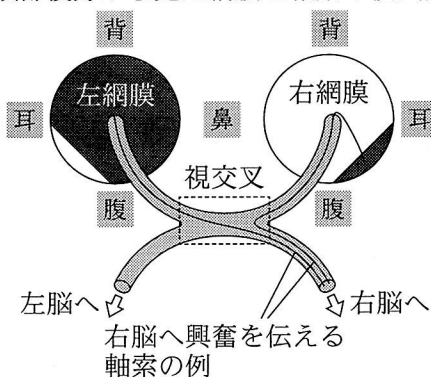


図 3

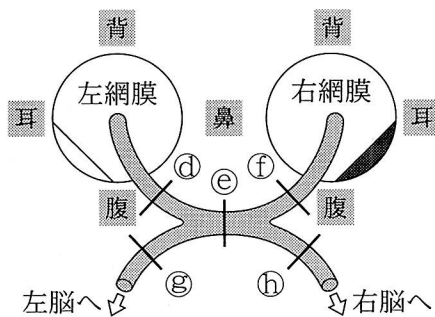


図 4

- (1) 視神経の軸索を、図4に示す㉑～㉓のうちどこか1か所で切断すると、右脳に細胞体の興奮が伝わった網膜の領域は右の耳腹側のみになった。どこを切断したかを説明した次の文章中の ア ・ イ に入る記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つ選べ。 14

右脳に細胞体の興奮が伝わった網膜の領域が右の耳腹側のみになったのは、ア を切断したとき、あるいは、イ を切断したときである。

	ア	イ
①	㉑	㉓
②	㉑	㉒
③	㉑	㉒
④	㉑	㉒
⑤	㉒	㉒
⑥	㉒	㉒
⑦	㉒	㉒
⑧	㉒	㉒
⑨	㉒	㉒
⑩	㉒	㉒

生 物

- (2) 視神経の軸索は、決まった経路で伸長する。図 5 に示すように、軸索が伸長する際には、その先端にある成長円錐が多くの反発因子や誘引因子を受容し、反発因子の方向には伸びず、誘引因子の方向に伸びることで、軸索の伸長方向が調節されている。

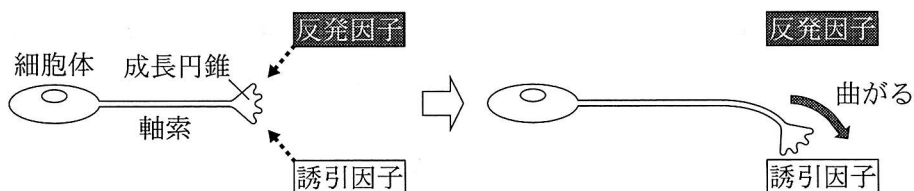


図 5

胚発生過程でタンパク質 P は、図 6 に示すように、視神経の軸索が伸びる以前から、のちに視交叉の中心になる部分に存在しており、視神経の軸索の伸長を調節している。タンパク質 P の機能を失ったマウスでは、左の網膜の全ての細胞体の興奮が右脳に、右の網膜の全ての細胞体の興奮が左脳に伝わった(図 7)。

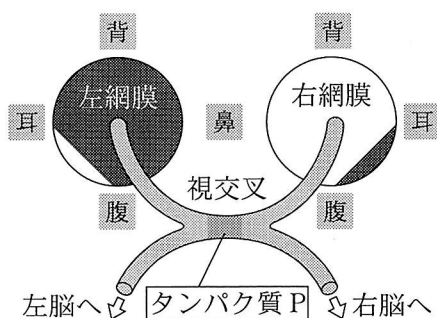


図 6

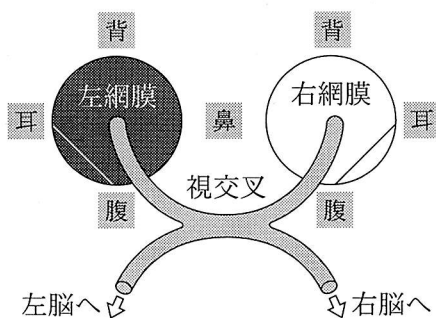


図 7

この結果から考えられるタンパク質 P の働き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 耳腹側の網膜から伸びた軸索には反発因子として働くが、それ以外の網膜から伸びた軸索には影響しない。
- ② 耳腹側の網膜から伸びた軸索には影響しないが、それ以外の網膜から伸びた軸索には誘引因子として働く。
- ③ 網膜全体から伸びた軸索に、反発因子として働く。
- ④ 網膜全体から伸びた軸索に、誘引因子として働く。

生 物

第 4 問 動物の危険回避に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。(配点 21)

A 動物は様々な刺激を受容し、(a)反応を示す。陸生の軟体動物であるナメクジは、触角の先端にある嗅^{きゆうじようひ}上皮で匂いを受容する。受容した匂いがナメクジにとって食物の匂いであれば誘引される。一方、(b)ある匂いに対しては触角やからだを縮める行動(以下、忌避行動)を示し、匂い源に接触する前に回避する。

問 1 下線部(a)に関連して、脊椎動物の運動神経の反応や、骨格筋の運動に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

16

- ① 運動神経のニューロンでは、電位依存性ナトリウムチャネルを通してナトリウムイオンが細胞外に出ていくことで、活動電位がもとに戻る。
- ② 運動神経のニューロンと筋繊維の間のシナプスでは、主にグルタミン酸が神経伝達物質として使われる。
- ③ 筋肉では、運動神経からの刺激の強さにかかわらず常に同じ強さの収縮が起こる。
- ④ 筋肉が収縮しても筋原繊維のフィラメントの長さは変わらず、サルコメアの長さも変わらない。
- ⑤ 筋肉の収縮時には、ATP がミオシンの頭部によって分解される。

問 2 下線部(b)に関連して、図 1 のように、ニンニクの匂いを与えたナメクジは、人工飼料の匂いを与えたナメクジに比べて、^{がいたう}外套の長さが短くなる。そこで「ニンニクの匂いを受容すると、感覚神経と運動神経を介して外套に信号が伝わり、その結果、外套の筋肉が収縮してからだが縮まる」という仮説を立て、ナメクジの個体や個体から取り出した神経系を使った実験を計画した。この仮説を検証するための実験として適当でないものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 17



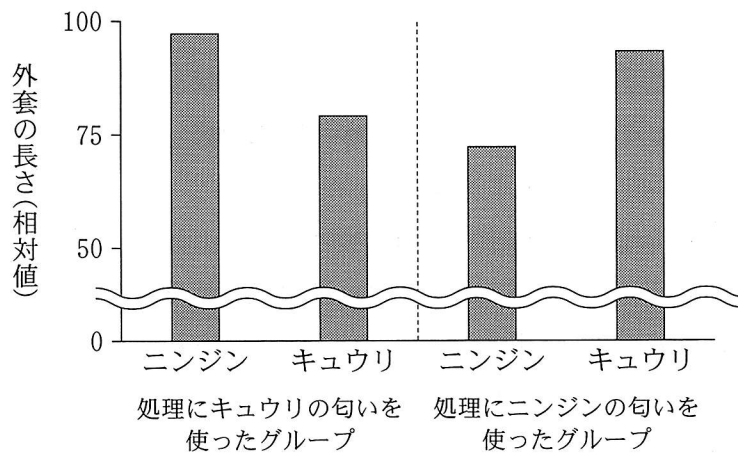
図 1

- ① 触角に人工飼料やニンニクの匂いを与え、触角の感覚神経のニューロンで活動電位が発生する頻度を調べる。
- ② 触角に人工飼料やニンニクの匂いを与え、外套の筋肉につながる運動神経のニューロンで活動電位が発生する頻度を調べる。
- ③ 触角の感覚神経に電気刺激を与え、感覚神経のニューロンに様々な頻度で活動電位を発生させたときの、外套の筋肉の収縮率を調べる。
- ④ 外套の筋肉に様々な強さの電気刺激を与え、外套の筋肉につながる運動神経のニューロンで活動電位が発生する頻度を調べる。

生 物

問 3 ナメクジの口の部分には味覚の感覚神経があり，その部分に電気刺激を与えると，ニンニクの匂いがなくても外套が収縮する忌避行動を示す。ナメクジの匂いに対する行動が，学習によって変化するかどうか調べるため，外套の長さを忌避行動の強さの指標として，**実験 1**を行ったところ，図 2 の結果が得られた。この結果と結果から導かれる考察について述べた後の文章中の **ア** ～ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを，後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **18**

実験 1 ナメクジに，キュウリまたはニンジンの匂いを与えながら，口の部分に電気刺激を与える処理(以下，処理)を行い，この処理の後でそれぞれの匂いを与えたときの外套の長さを調べた。



注：縦軸は，匂いを与える直前の長さを 100 としたときの相対値。

図 2

処理後のナメクジは、匂いの種類にかかわらず、処理に使った匂いを与えると、処理に使わなかった匂いを与えたときよりも **ア** 忌避行動を示した。このとき、処理後のナメクジの神経系では、処理に使った匂いに対する **イ** の応答が、処理前と比べて増加していると考えられる。このような行動は、 **ウ** のような生得的行動とは区別されると考えられる。

	ア	イ	ウ
①	弱 い	触角の感覚神経	光に対する負の走性
②	弱 い	触角の感覚神経	接触刺激に対する慣れ
③	弱 い	外套の運動神経	光に対する負の走性
④	弱 い	外套の運動神経	接触刺激に対する慣れ
⑤	強 い	触角の感覚神経	光に対する負の走性
⑥	強 い	触角の感覚神経	接触刺激に対する慣れ
⑦	強 い	外套の運動神経	光に対する負の走性
⑧	強 い	外套の運動神経	接触刺激に対する慣れ

生 物

- B 動物にとって、捕食者(天敵)からの回避は生存にとって不可欠であり、捕食者の発見に一定の時間を費やしている。(c)群れの形成は、捕食者を発見するための負担の軽減と、捕食される危険を的確に回避することに役立つとされている。一方、(d)群れの個体間では様々な争いが生じることも考えられる。

問 4 下線部(c)が成り立つとすると、群れの個体数の増加に伴って次の④～⑥の値はどのように変化すると考えられるか。その予測の組合せとして最も適当なものを、後の①～③のうちから一つ選べ。 19

- ④ 群れの中でスズメが周囲を警戒して見回すとき、1 個体あたりの見回し回数
- ⑤ メダカの群れの近くに天敵を置いたとき、その天敵を避ける個体の割合
- ⑥ ハトの群れが天敵のタカを発見できる距離

	㉑	㉒	㉓
①	増加する	増加する	長くなる
②	増加する	増加する	短くなる
③	増加する	減少する	長くなる
④	増加する	減少する	短くなる
⑤	減少する	増加する	長くなる
⑥	減少する	増加する	短くなる
⑦	減少する	減少する	長くなる
⑧	減少する	減少する	短くなる

生 物

問 5 下線部(d)に関連して、群れの形成と食物をめぐる争いについて考察した次の文章中の **工** ・ **オ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 20

群れが大きくなっても、群れ全体が得られる食物量が増えない場合では、食物をめぐる争いは激しくなるだろう。群れの大きさと、1 個体が警戒や争いにかかる合計時間との関係は図 3 の曲線のようになり、この時間が最も少なくなるとき群れの大きさは最適になる。もし、警戒にかかる時間は変わらず、群れ全体で得られる食物量が増えると、図 4 のグラフ **工** の実線のように変化するだろう。また、順位関係が顕著な霊長類などでは、順位関係が食物をめぐる争いに影響するため、1 個体が得られる食物の量と順位との関係は図 5 の実線のようにになると予測できる。しかし、順位関係があっても主に **オ** 分布する食物を利用している場合には、その食物を独占できず図 5 の破線のようにになると予測できる。

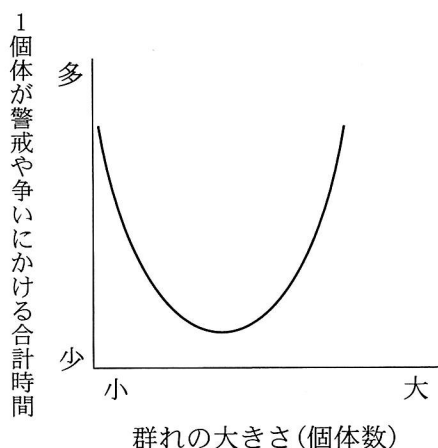


図 3

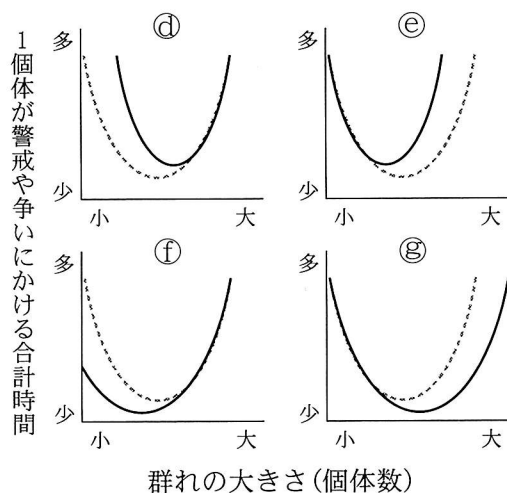


図 4

注：破線は、図 3 の曲線を表す。

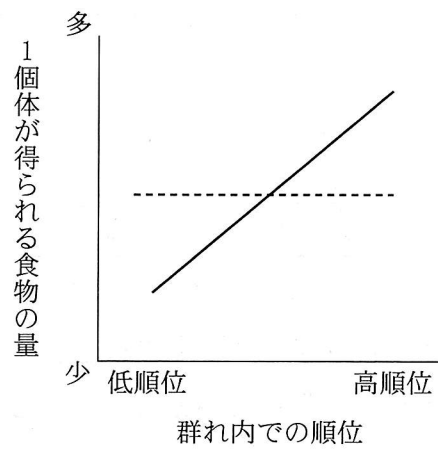


図 5

	エ	オ
①	㉔	ランダムに
②	㉔	集中して
③	㉔	ランダムに
④	㉔	集中して
⑤	㉔	ランダムに
⑥	㉔	集中して
⑦	㉔	ランダムに
⑧	㉔	集中して

生 物

第 5 問 生物の進化と個体群に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ～ 4)に答えよ。(配点 21)

生物は、形態や^(a)DNA の塩基配列などの類似と相違によって分類されている。この類似と相違をもとに、^(b)系統関係を表す系統樹を作成できる。

キリンやシカを含む分類群(^{ぐうてい}鯨偶蹄目)には、頭部に角を持つ種と、持たない種の両方が存在する。^(c)系統樹からは、この分類群において角がどのように進化してきたのか推測できる。これらの角は^(d)雌をめぐる雄どうしの闘争によく用いられてきた。

問 1 下線部(a)に関連して、DNA の塩基配列の相違に関する記述として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

21

・

22

- ① DNA の塩基配列の変異が世代を経て蓄積する速度は、生存に重要な遺伝子と生存に重要でない遺伝子の間で差はない。
- ② 有性生殖をしている同一種内では、全個体間で DNA の塩基配列に相違がない。
- ③ 生存に有利な突然変異だけが進化に関わる。
- ④ 多細胞生物において、突然変異には、遺伝するものと遺伝しないものがあり、進化に関わるのは遺伝するものである。
- ⑤ ハーディ・ワインベルグの法則が成立する集団では、突然変異による DNA の塩基配列の変化が一定の割合で起こる。
- ⑥ 遺伝子プールには、突然変異によって過去に生じた DNA の塩基配列の相違が全て保存されている。
- ⑦ 集団内の遺伝子頻度は、その集団が小さいほど遺伝的浮動の影響を受けやすい。

生 物

問 2 下線部(b)に関連して、鯨偶蹄目の 5 種類の動物の間で、一部の DNA の塩基配列を総当たりで比較し、異なる塩基の割合(%)を算出したところ、表 1 の結果が得られた。この結果をもとに系統樹を作成すると、図 1 のようになった。表 1 の ア ~ ウ に入る動物名の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 23

表 1

	ア	イ	ウ	オカピ	ジャコウジカ
ア					
イ	13.8				
ウ	17.7	18.2			
オカピ	12.0	14.2	17.6		
ジャコウジカ	13.2	12.7	17.4	12.9	

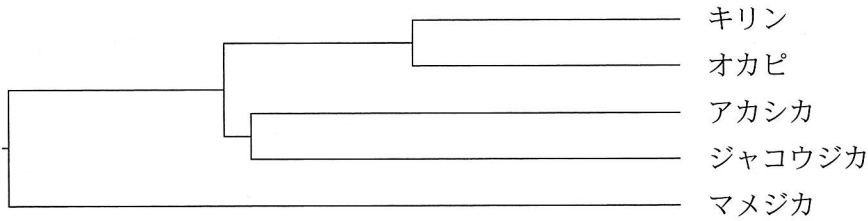


図 1

	ア	イ	ウ
①	キリン	マメジカ	アカシカ
②	キリン	アカシカ	マメジカ
③	マメジカ	キリン	アカシカ
④	マメジカ	アカシカ	キリン
⑤	アカシカ	キリン	マメジカ
⑥	アカシカ	マメジカ	キリン

問 3 下線部(C)に関連して、図 2 は、化石種 Z(図中の●)を含む鯨偶蹄目の系統樹と、それぞれの動物の角の有無とを示したものである。分岐点あるいは端点を結ぶ各枝上の記号 A~I は、それぞれの枝が対応する祖先の系統を表す。キリン、オカピおよびアカシカは、少なくとも雄の成体が頭に角を持つが、ジャコウジカ、マメジカおよび化石種 Z は、角を持たない。角を持つよう進化した回数と失うよう進化した回数の合計が系統樹全体で最小となると仮定する場合、角の進化の過程を推測する記述として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

24

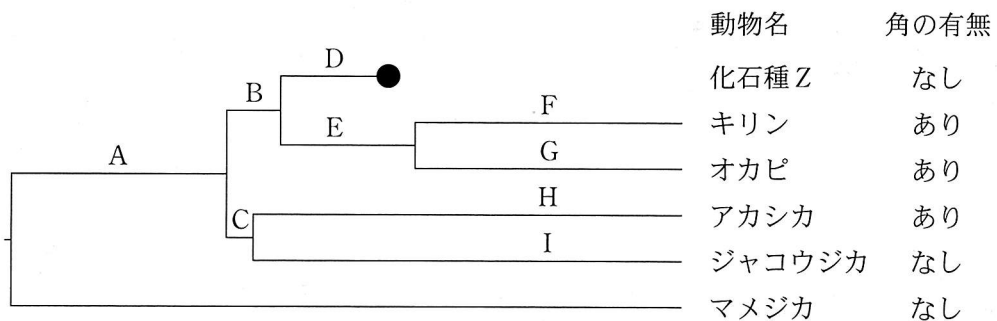


図 2

- ① 祖先 C と祖先 E とで、それぞれ角を持つよう進化した。
- ② 祖先 F, 祖先 G および祖先 H で、それぞれ角を持つよう進化した。
- ③ 祖先 E と祖先 H とで、それぞれ角を持つよう進化した。
- ④ 祖先 A で角を持つよう進化した後、祖先 I で角を失うよう進化した。

生 物

問 4 下線部(d)に関連して、アカシカは、雄どうしの闘争で勝利した一頭の雄と複数の雌とからなる群れ(ハレム)を形成し、繁殖する。ハレムを持てなかった雄はほとんど子を残さない。図 3 は、ある地域における複数のハレムを含むアカシカの全個体を対象とした調査結果から、各年齢で一頭が一年当たりにつくる子の数の平均と、生存曲線とを雌雄別に示したものである。後の記述④～⑤のうち、この図から読み取れることの組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

25

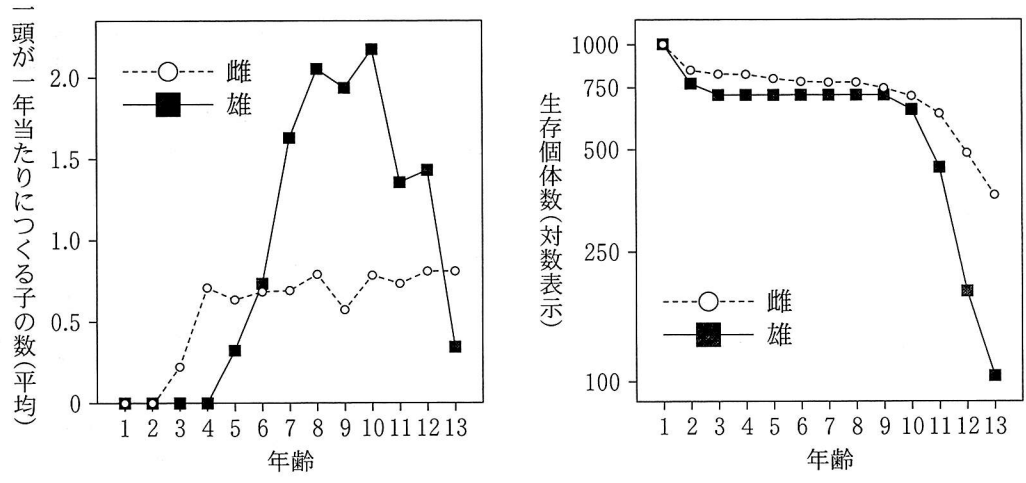


図 3

- ① 10 歳以上の雄では、生存個体数の減少の結果として、一頭が一年当たりにつくる子の数の平均が減少する。
- ② 雄は一頭が一年当たりにつくる子の数のピークを迎えた後、雌より死亡率が高まる。
- ③ 子を残し始める年齢は、雌のほうが雄よりも低い。
- ④ この地域の 8 歳の雌から産まれる子の総数と 13 歳の雌から産まれる子の総数は、ほぼ同じである。

① a, b

② a, c

③ a, d

④ b, c

⑤ b, d

⑥ c, d