

# 生 物

問 題	選 択 方 法
第 1 問	必 答
第 2 問	必 答
第 3 問	必 答
第 4 問	必 答
第 5 問	必 答
第 6 問	} いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 7 問	

第 1 問 (必答問題)

生命現象と物質に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 18)

A 葉緑体では、光エネルギーを用いて光合成が行われ、二酸化炭素が有機物に変換される。実験 1～3 は、光合成のしくみを明らかにするために行われた研究である。

実験 1 ある植物の緑葉をすりつぶして得られた葉緑体片を含む溶液に、シュウ酸鉄(Ⅲ)を加えた。この溶液を図 1 のように、密閉できる容器に入れて空気を取り除き、光を照射したところ、シュウ酸鉄(Ⅲ)はシュウ酸鉄(Ⅱ)に還元され、酸素が発生した。同じ条件で、シュウ酸鉄(Ⅲ)を加えない場合は、酸素は発生しなかった。

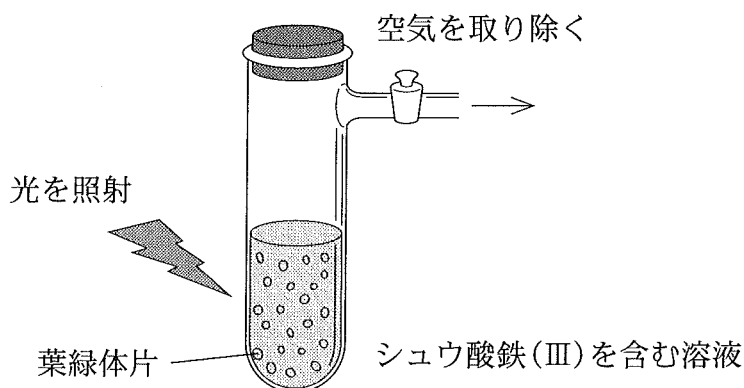


図 1

実験 2 ある緑藻に、ほとんどの酸素原子を同位体の酸素  $^{18}\text{O}$  に置き換えた水と、通常の水と、ほとんどの酸素原子を  $^{18}\text{O}$  に置き換えた二酸化炭素を与えて光を照射したところ、発生した酸素に  $^{18}\text{O}$  は含まれていなかった。

実験 3 ある緑藻に放射性同位体の炭素原子  $^{14}\text{C}$  を含む二酸化炭素を与え、温度を一定に保ったまま光を短時間照射したところ、 $^{14}\text{C}$  は炭素 3 個からなる化合物に取り込まれた。同じ条件で、光を照射しない場合は、 $^{14}\text{C}$  はどの化合物にも取り込まれなかった。

問 1 実験 1～3 の結果から導かれる結論や考察として適当でないものを、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。

・

- ① 実験 1 では、空気が取り除かれているので、発生した酸素は二酸化炭素に由来しないと考えられる。
- ② 実験 1 で、酸素発生の際には還元されやすい物質が必要であると考えられる。
- ③ 実験 2 から、発生した酸素は、水に由来することが分かる。
- ④ 実験 2 から、二酸化炭素が有機物合成に使われることが分かる。
- ⑤ 実験 3 から、二酸化炭素が固定される反応経路の一部が分かる。
- ⑥ 実験 3 から、 $^{14}\text{C}$  が炭素 3 個からなる化合物に取り込まれる反応は、温度変化によって影響を受けることが分かる。

問 2 光合成に関する次の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

光合成は、葉緑体内の  における光が直接関係する過程と、葉緑体内の  における光が直接関係しない過程に分けられる。光合成にどのような波長の光が有効かは、植物にいろいろな波長の光を照射して光合成速度を調べることで分かる。光の波長と光合成速度の関係を示したものを  という。

	ア	イ	ウ
①	ストロマ	チラコイド	作用スペクトル(作用曲線)
②	ストロマ	チラコイド	吸収スペクトル(吸収曲線)
③	チラコイド	ストロマ	作用スペクトル(作用曲線)
④	チラコイド	ストロマ	吸収スペクトル(吸収曲線)

## 生 物

B 細胞膜は、細胞質を外界から隔てる役割を果たしている。また、単なる仕切りではなく物質の出入りの調節も行っている。細胞膜や細胞小器官の膜をまとめて(a)生体膜といい、(b)物質の輸送や細胞どうしの接着などに関与する様々なタンパク質が配置されている。

問 3 下線部(a)に関連して、次の①~④のうち、内外 2 枚の生体膜で囲まれた細胞小器官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。

① 核                      ② 液 胞                      ③ ゴルジ体                      ④ 葉緑体

① ① a, ②                      ② ① a, ③                      ③ ① a, ④  
④ ② b, ③                      ⑤ ② b, ④                      ⑥ ③ c, ④

問 4 下線部(b)に関連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。

- ① チャンネルによる物質の輸送は能動輸送である。
- ② ナトリウムポンプは、ナトリウムイオンを細胞外へ放出し、カルシウムイオンを細胞内に取り込む。
- ③ ナトリウムイオンは、ナトリウムチャンネルを通過する。
- ④ ナトリウムポンプは、物質の輸送に ADP のエネルギーを利用する。
- ⑤ アクアポリンは、水分子の輸送に関わるポンプである。

## 生 物

問 5 生体膜は半透膜に近い性質をもつ。半透膜では、膜を隔てて食塩水と蒸留水がある場合、食塩水側に水が移動する。ヒトの血液から取り出した赤血球を、濃度の異なる食塩水㉔～㉒に浸し、一定時間後に観察したところ、赤血球は次のような状態を示した。食塩水㉔～㉒の食塩濃度の値の大小関係を正しく表しているものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

食塩水㉔ 破裂していた。

食塩水㉕ 変化していなかった。

食塩水㉖ 収縮していた。

食塩水㉒ 膨張していた。

①  $e > f > g > h$

③  $f > e > h > g$

⑤  $g > f > h > e$

⑦  $h > f > e > g$

②  $e > h > f > g$

④  $f > g > h > e$

⑥  $g > f > e > h$

⑧  $h > g > f > e$

# 生 物

## 第 2 問 (必答問題)

生殖と発生に関する次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 18)

A ネコやヒトなどの多くの哺乳類は, 雄 XY 型, 雌 XX 型の性決定様式をもつ。これらの動物では, 性染色体も常染色体と同じように子孫に伝わり, X および Y 染色体の組合せによって個体の性が決まる。また, 性染色体上には, 性を決める遺伝子のほかにも, 多数の遺伝子が存在する。

三毛ネコは, 茶, 黒, および白の三色のまだらの毛色をもち, ほとんどが雌である。白毛のまだら部分は, 常染色体上の優性遺伝子によって決まる。白毛以外の部分は, X 染色体上の遺伝子 Z によって, 茶または黒のどちらの毛色になるかが決まる。(a)  $Z^{\text{茶}}$  と  $Z^{\text{黒}}$  の対立遺伝子を両方もつ雌は, 茶と黒の毛色をもつ。

茶と黒の毛色は, 図 1 に示すように制御される。哺乳類の雌の胚では, 発生が少し進んだ段階で, 個々の細胞内の X 染色体のうち片方の遺伝子の転写が起こらない状態(不活性化)になり, もう片方の染色体上の対立遺伝子だけがはたらく。細胞内の二つの X 染色体のうちどちらが不活性化されるかは, 細胞ごとにランダムに決まり, (b) X 染色体の不活性化が一度起こると, 細胞分裂を経ても不活性化した状態が分裂後の細胞でも維持される。 この結果,  $Z^{\text{茶}}$  と  $Z^{\text{黒}}$  を対立遺伝子にもつ雌ネコは, 個体ごとに異なった茶と黒のまだらの毛色をもつ。一方, 雄は X 染色体を一つだけもち, X 染色体は不活性化されない。

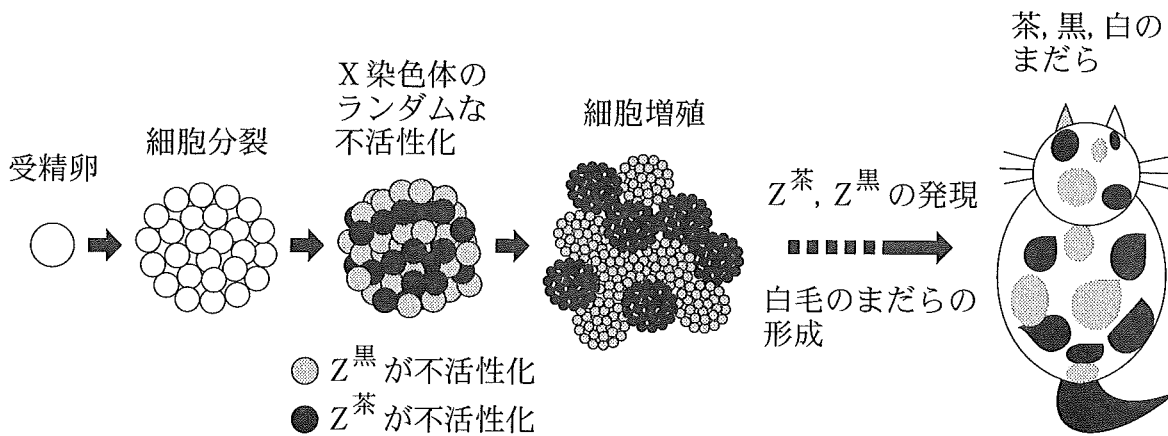


図 1

問 1 下線部(a)に関連して、性染色体上の遺伝子も、常染色体上の遺伝子と同じように遺伝する。雌の三毛ネコ( $Z^{\text{茶}}$ ,  $Z^{\text{黒}}$ をそれぞれ1遺伝子もつ)を、黒の雄( $Z^{\text{黒}}$ を1遺伝子だけもつ)と交雑した場合、生まれる子ネコのうち、茶と黒の両方の毛色をもつものの割合は何%と期待されるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、Z以外の遺伝子は、茶、黒の毛色の出現に影響しないものとする。  %

- ① 0      ② 12.5      ③ 25      ④ 50      ⑤ 75      ⑥ 100

問 2 下線部(b)に関連して、三毛ネコの体細胞から核を採取してクローンネコを作ることができる。このとき、核移植によって体細胞のX染色体不活性化の状態が、完全に初期の状態(どちらのX染色体も不活性化されていない状態)に戻るとすると、クローンネコの予想される毛色と模様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 三毛ネコになり、細胞を採取したネコと同一の模様になる。  
 ② 三毛ネコになり、細胞を採取したネコとは異なるまだらになる。  
 ③ 三毛ネコにはならず、茶または黒のみの毛色をもつ。  
 ④ 三毛ネコにはならず、茶、黒どちらの毛色ももたない。

## 生 物

B (c) 植物における組織や器官の形成は、多様なポリペプチドによって制御される。例えば、ある植物の葉では、光合成に使われる二酸化炭素の量を調節するために、表皮組織の単位面積あたりの気孔の数(以後、気孔密度とよぶ)がポリペプチド A およびポリペプチド B によって制御されている。ポリペプチド A およびポリペプチド B によって気孔密度が制御されるしくみを調べるため、**実験 1・実験 2**を行った。

**実験 1** 野生型植物(以後、野生型とよぶ)の表皮組織の細胞(以後、表皮細胞とよぶ)と、表皮組織に隣接する葉肉組織の細胞(以後、葉肉細胞とよぶ)において、ポリペプチド A をコードする遺伝子 A の mRNA の量を比較したところ、**図 2**の結果が得られた。また、実験室で合成したポリペプチド A を含む溶液あるいは含まない溶液に野生型の芽ばえを浸した後、これらの芽ばえを 3 日間育てた。その後、気孔密度(個/mm<sup>2</sup>)を調べたところ、**図 3**の結果が得られた。

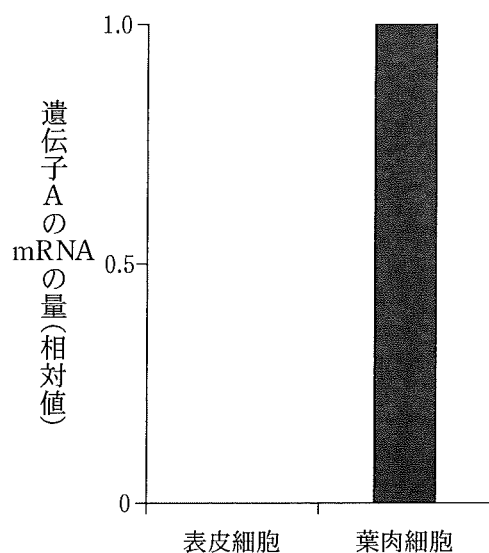


図 2

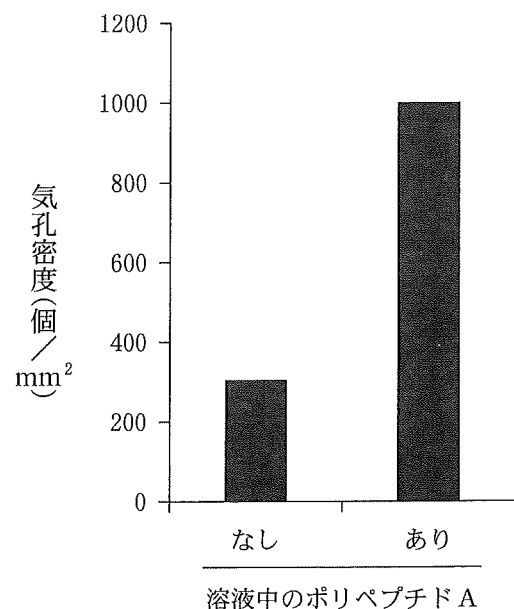


図 3



実験 2 ポリペプチド A を欠く突然変異体(以後, 変異体 a とよぶ), ポリペプチド B を欠く突然変異体(以後, 変異体 b とよぶ), およびポリペプチド A とポリペプチド B の両方を欠く突然変異体(以後, 変異体 ab とよぶ)の気孔密度を調べたところ, 図 4 の結果が得られた。

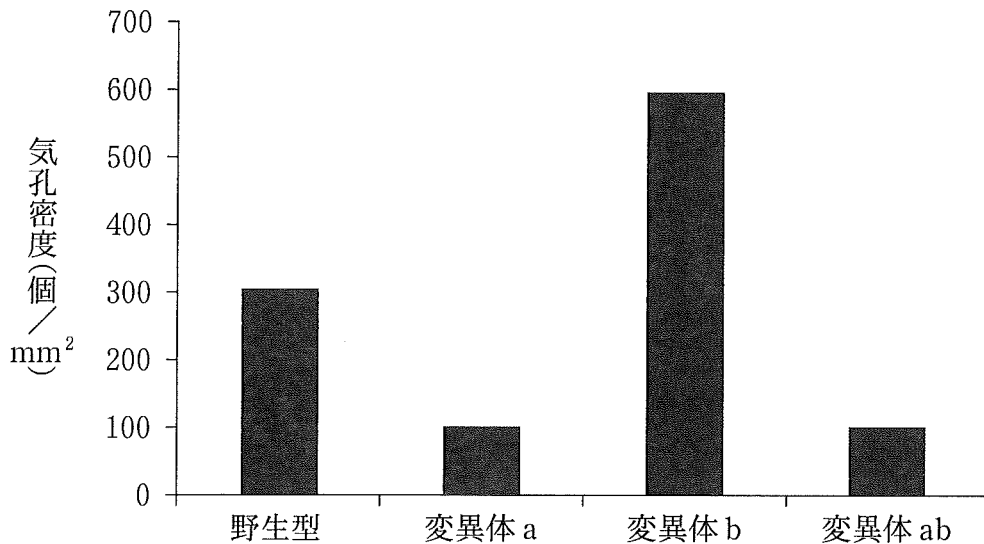


図 4

問 3 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①~④のうちから一つ選べ。 3

- ① ポリペプチド A は, 表皮細胞でつくられ, 表皮組織における気孔密度を上昇させる。
- ② ポリペプチド A は, 表皮細胞でつくられ, 表皮組織における気孔密度を低下させる。
- ③ ポリペプチド A は, 葉肉細胞でつくられ, 表皮組織における気孔密度を上昇させる。
- ④ ポリペプチド A は, 葉肉細胞でつくられ, 表皮組織における気孔密度を低下させる。

## 生 物

問 4 実験 2 の結果から導かれる考察として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ポリペプチド B は、ポリペプチド A のはたらきを促進することによって、気孔密度を上昇させる。
- ② ポリペプチド B は、ポリペプチド A のはたらきを促進することによって、気孔密度を低下させる。
- ③ ポリペプチド B は、ポリペプチド A のはたらきを抑制することによって、気孔密度を上昇させる。
- ④ ポリペプチド B は、ポリペプチド A のはたらきを抑制することによって、気孔密度を低下させる。

問 5 下線部(C)に関して、次の文章中の  ・  に入る語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。

植物における様々な組織や器官の構造は、植物の生存にとって重要な役割を果たす。葉や茎では、乾燥を防止するため、その表面は  で覆われている。また根では、  を保護するため、根冠が根の先端に形成される。

	ア	イ
①	クチクラ(層)	根 毛
②	クチクラ(層)	分裂組織
③	クチクラ(層)	維管束
④	形成層	根 毛
⑤	形成層	分裂組織
⑥	形成層	維管束

生 物

第 3 問 (必答問題)

生物の環境応答に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 18)

A <sup>め</sup>眼が受容器となる光刺激で生じる感覚を、視覚という。光は、眼球前部にある角膜と水晶体で屈折し、網膜上に像を結ぶ。ヒトの網膜には、(a)<sup>すいたい</sup>錐体細胞と<sup>かん</sup>桿体細胞とが存在し、(b)それぞれ、光に対する反応と網膜上の分布は、異なる。また、(c)<sup>もうはん</sup>盲斑には、錐体細胞も桿体細胞も存在せず、ここでは光を感じることができない。

問 1 下線部(a)に関連して、桿体細胞と三種類の錐体細胞(赤錐体細胞、緑錐体細胞、青錐体細胞)が、図1のような光の波長と吸光量との関係を示すとき、下の文章中の  ~  に入る語の組合せとして最も適切なものを、後の①～③のうちから一つ選べ。

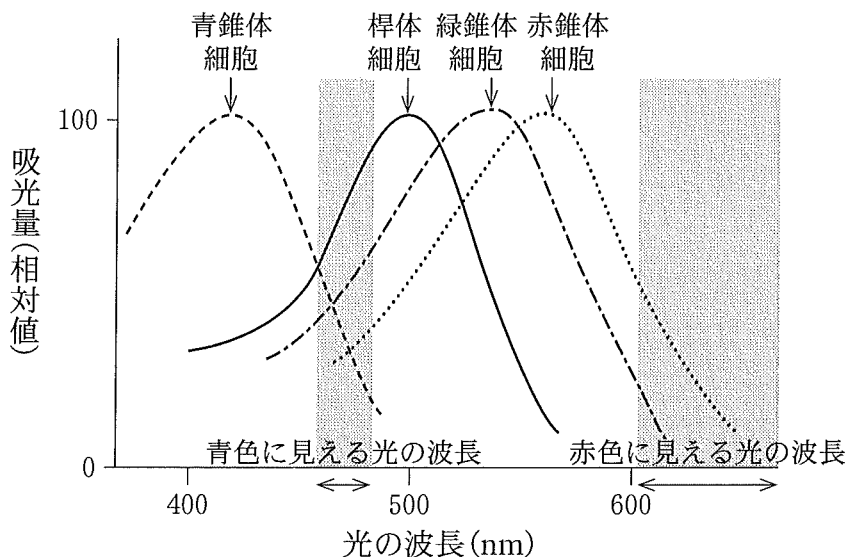


図 1

## 生 物

チェコの生理学者プルキンエは、ある日、赤色と青色の花が咲いている公園を散歩していて、昼間は赤色の花が青色の花よりも明るくはっきりと見えるが、夕方、日が暮れて暗くなるにつれ、青色の花の方が赤色の花よりもはっきりと見えるようになることに気づいた。この現象は、ヒトの網膜では、赤錐体細胞は青錐体細胞よりも数が多いこと、暗くなるにつれて **ア** が起き、 **イ** 細胞の感度が上がること、また、 **ウ** 色として認識される光の波長は、桿体細胞で高い吸光量となる波長に近いこと、などによって説明される。

	ア	イ	ウ
①	明順応	錐 体	青
②	明順応	錐 体	赤
③	明順応	桿 体	青
④	明順応	桿 体	赤
⑤	暗順応	錐 体	青
⑥	暗順応	錐 体	赤
⑦	暗順応	桿 体	青
⑧	暗順応	桿 体	赤

## 生 物

問 2 下線部(b)に関連して、次のことが知られている。錐体細胞は、色の認識に必要な細胞であるが、弱い光では反応しないので、暗所では色を認識できない。一方、桿体細胞は、色の認識はできないが、弱い光でも反応する。錐体細胞は、黄斑おうはんとよばれる網膜の中央部に多く存在し、桿体細胞は、黄斑を取り巻く部分に多く分布する。夜空にある暗い星を肉眼で観測したい場合の方法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 多くの光を眼球に取り込むため、目を大きく開き、星を眺める。
- ② 多くの光を眼球に取り込むため、周りに明るい街灯があるところで星を眺める。
- ③ 星を視線の中心(黄斑の中心)に捉えて眺める。
- ④ 星を視線の中心(黄斑の中心)からずらして眺める。

問 3 下線部(c)に関連して、図 2 は、左眼の網膜上における錐体細胞と桿体細胞の分布を、黄斑の位置を  $0^\circ$  とし、黄斑からの距離を  $0^\circ \sim 40^\circ$  の角度として示している。図 3 は、ある一定の高さまで離れた状態で、「+」を真上から左眼のみで注視した際の「+」からの距離を、対応する網膜上の角度  $0^\circ \sim 40^\circ$  として示している。このとき、図 3 のアルファベット A~D の見え方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、図 3 は、実際の網膜上の角度を正確に反映させずに作図している。 3

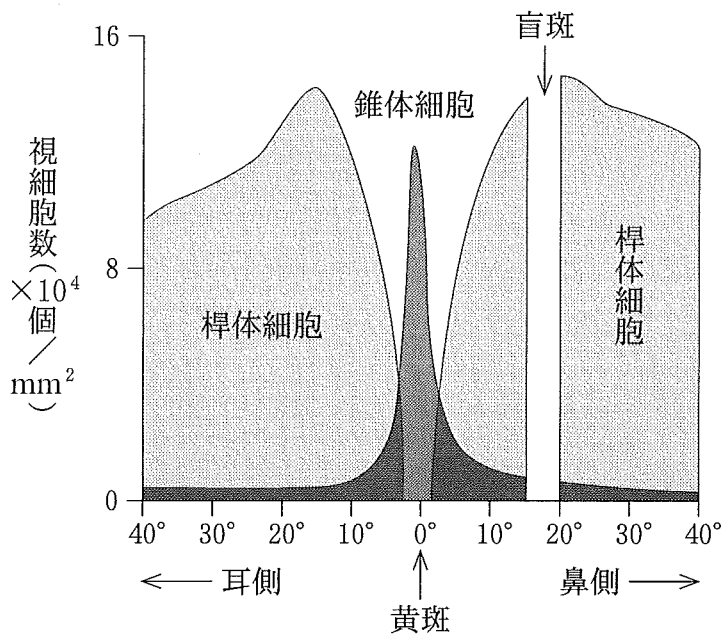


図 2

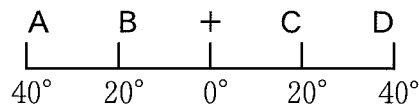


図 3

- ① Aは見えない。
- ② Bは見えない。
- ③ Cは見えない。
- ④ Dは見えない。

## 生 物

**B** 硝酸イオンは、植物の成長にとって重要な窒素源である。しかし、土壌中の硝酸イオンは不均一に分布するため、植物は窒素源不足となる場合がある。シロイヌナズナの野生型植物(以後、野生型とよぶ)は、タンパク質 X によって窒素源不足を感知すると、硝酸イオンの取り込みの促進に関わる遺伝子 Y を根において発現する。植物がどのように窒素源不足に応答するかを調べるために、野生型と、タンパク質 X を欠く突然変異体(以後、変異体 x とよぶ)を用いて、実験 1・実験 2 を行った。

**実験 1** 野生型の芽ばえを硝酸イオンが含まれる寒天培地 N の上で 14 日間栽培した。その後、図 4 のような寒天培地 A を用意し、半数の根(左の根)を硝酸イオンが含まれる領域(硝酸イオンあり)の上に置き、残りの半数の根(右の根)を硝酸イオンが含まれない領域(硝酸イオンなし)の上に置いて 2 日間栽培した。また、対照実験として、図 5 のような寒天培地 B を用意し、左右両方の根を硝酸イオンが含まれる領域の上に置いて 2 日間栽培した。その後、それぞれの根において、遺伝子 Y の発現量を調べたところ、図 6 の結果が得られた。

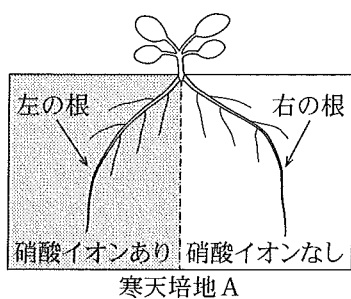


図 4

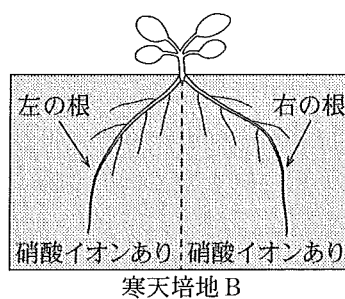


図 5

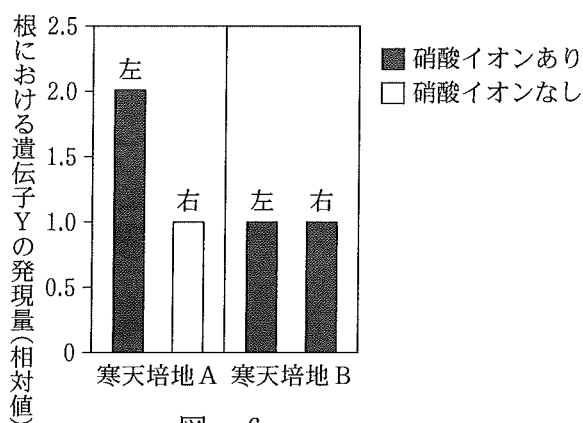


図 6

実験2 野生型と変異体 x の芽ばえを，硝酸イオンが含まれる寒天培地 N の上で4日間栽培した。その後，野生型と変異体 x の接ぎ穂(地上部)と台木(根)を，様々な組合せで図7のように接ぎ木し，硝酸イオンが含まれる寒天培地 N の上で10日間栽培した。次に，接ぎ木した植物を，図4と同様に寒天培地 A の上で2日間栽培し，左の根と右の根における遺伝子 Y の発現量を調べたところ，図8の結果が得られた。

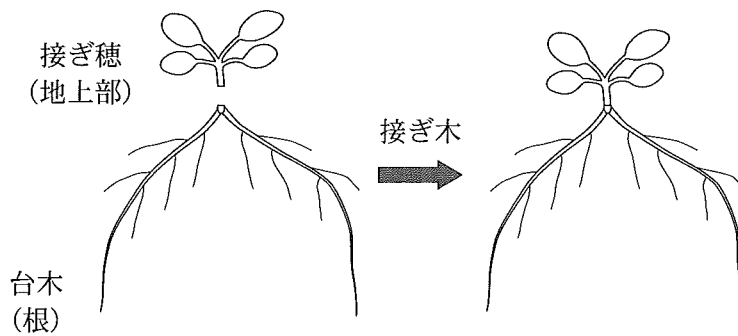


図 7

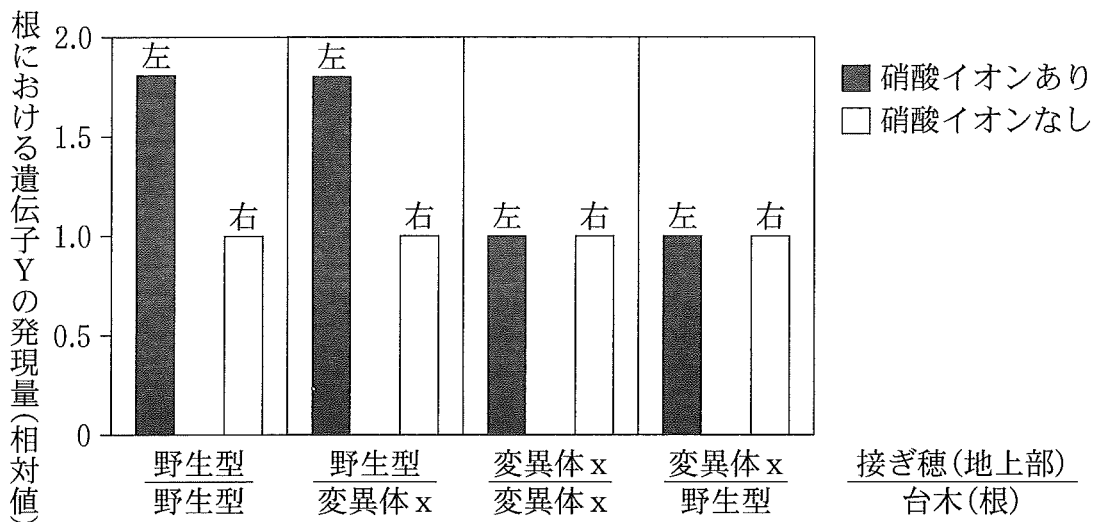


図 8



## 生 物

問 4 実験 1・実験 2 の結果に関して、次の文章中の  ・  に入る語句として最も適当なものを、下の①～④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。エ  ・オ

シロイヌナズナは、硝酸イオンが不均一に分布している土壤環境では、窒素源不足を感知した根から、窒素源不足の情報を  でつくられるタンパク質 X に伝達する。その後、タンパク質 X は、 において遺伝子 Y の発現量を上昇させることで、硝酸イオンの取り込みを促進する。

- ① 地上部
- ② 全ての根
- ③ 周囲に窒素源が十分ある根
- ④ 周囲に窒素源が不足している根

# 生 物

## 第 4 問 (必答問題)

生態と環境に関する次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 18)

A ある一つの地域に生息している同じ種の個体の集まりを個体群という。個体群には、通常、様々な齢や発育段階の個体が含まれている。また、種によっては、複数の個体が集団で生活する群れが、個体群の中に形成されることがある。このとき、群れをつくることによって、捕食者に対する警戒や防衛の能力の向上、餌の発見効率の向上といった利益が得られる反面、捕食者に見つかりやすくなったり餌を奪いあつたりするという不利益も生じる。

1965年に、それまでジャコウウシのいなかったグリーンランドのある地域で、27頭のジャコウウシが野外に放たれた。この個体群が野外に定着するかどうかを調べるため、その後1990年まで、計6回、この個体群の個体数が調査された。この調査から得られた個体数の推移を図1に示した。1988年と1990年には、この個体群の齢構成も調べられた。その結果、1988年の齢構成のピラミッド(年齢ピラミッド)は、型に分類された。また、1990年の年齢ピラミッドも、同じ型に分類できた。このことから、1990年以降の数年間、個体数はことが予測された。

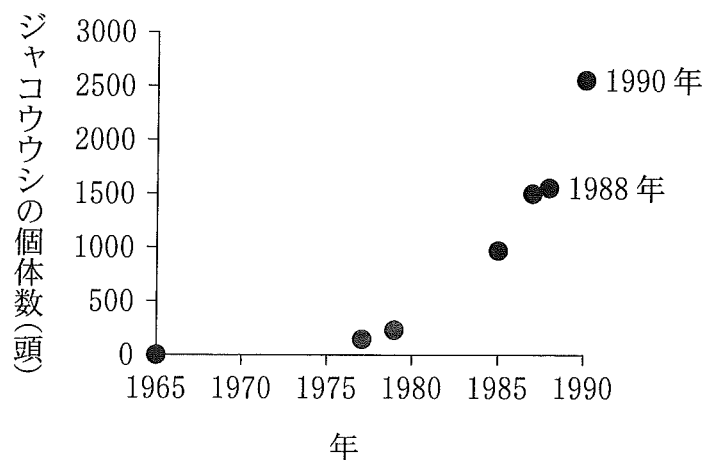


図 1

問 1 上の文章中の  ・  に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	幼若(若齡)	増加していく
②	幼若(若齡)	減少していく
③	幼若(若齡)	ほとんど変化しない
④	老化(老齡)	増加していく
⑤	老化(老齡)	減少していく
⑥	老化(老齡)	ほとんど変化しない

## 生 物

問 2 5～40頭ほどの群れをつくって生活するジャコウウシは、生息地にいる捕食者の個体数や、餌のを見つけやすさに応じて、群れの大きさを変える。ジャコウウシの主な捕食者はオオカミである。オオカミのいない地域、少ない地域、多い地域をそれぞれ複数選び、ジャコウウシが餌を見つけやすい季節 X と見つけにくい季節 Y において、ジャコウウシの群れの大きさを調べた。その結果、一つの群れを構成している個体数の平均値は、図 2 のようになった。このようにジャコウウシが群れの大きさを変化させる理由として適当なものを、下の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ・

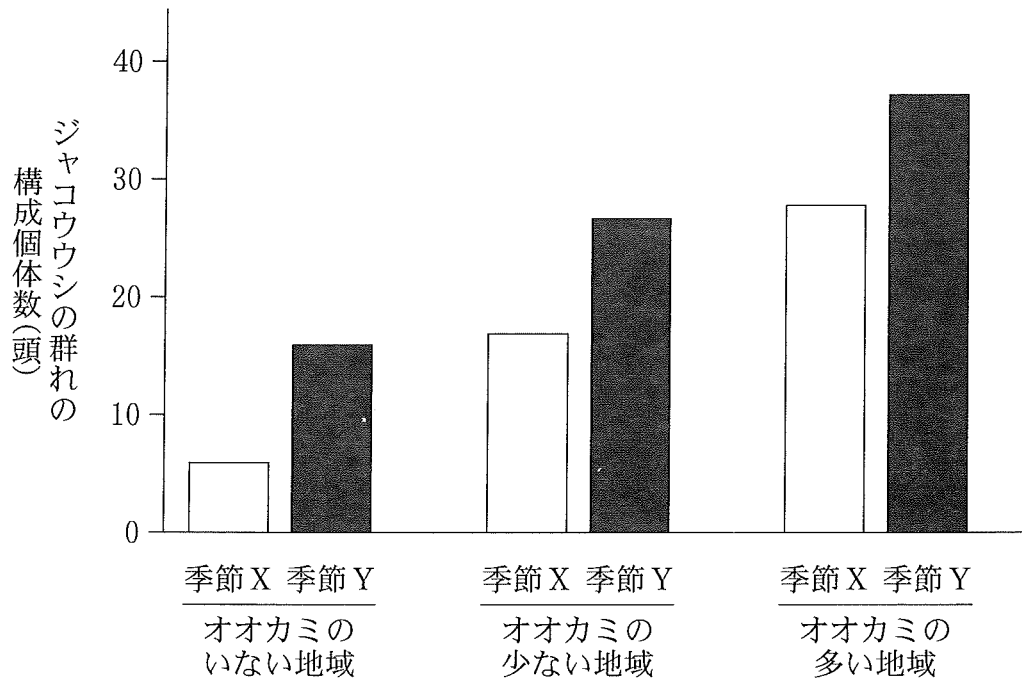


図 2

- ① 群れを大きくすると、オオカミに捕食されやすくなるため。
- ② 群れを大きくすると、オオカミに捕食されにくくなるため。
- ③ 群れの大きさにかかわらず、捕食されやすさは変わらないため。
- ④ 群れを大きくすると、オオカミがいる地域でのみ、餌を見つけやすくなるため。
- ⑤ 群れを大きくすると、オオカミがいない地域でのみ、餌を見つけやすくなるため。
- ⑥ オオカミがいるかいないかにかかわらず、群れを大きくしても、群れることの不利益は増えないため。
- ⑦ オオカミがいるかいないかにかかわらず、群れを大きくすると、餌を見つけやすくなるため。

## 生 物

**B** 3種のイネ科草本A～Cは、海水の塩分の影響を受ける海岸周辺に出現する。

3種のうち、種B、種Cは土壌の塩分濃度が高い場所において多く、種Aはその周辺の塩分濃度が低い場所に比較的多く見られる。この分布の違いは、それぞれの種の塩分に対する耐性(以後、耐塩性とよぶ)と競争力の違いを反映していると考えられる。それぞれの種の耐塩性と競争力を調べるため、**実験1・実験2**を行った。これらの実験では、一定の大きさの植木鉢内における土壌中の水分の塩分濃度(以後、鉢内塩分濃度とよぶ)を0～1.4%まで複数設定し、それぞれの設定で種子から発芽したばかりの苗を生育させた。90日後に苗を収穫し、植木鉢あたりの現存量を測定した。

**実験1** 種A～Cのいずれか一種を、一つの植木鉢に150個体育て(単植)、その現存量を図3に示した。図3の結果から、鉢内塩分濃度0%の場合に対する各鉢内塩分濃度における現存量の相対値を計算し、耐塩性の指標とした。この結果を図4に示した。

**実験2** 種A～Cそれぞれ150個体ずつ(計450個体)を、一つの植木鉢に混在させて育て(混植)、種ごとの現存量を図5に示した。また、各鉢内塩分濃度において、混植させた3種の現存量の和に対する、各種の現存量の比を、種の優占度と定義し、種の競争力の指標とした。鉢内塩分濃度とそれぞれの種の優占度との関係を図6に示した。

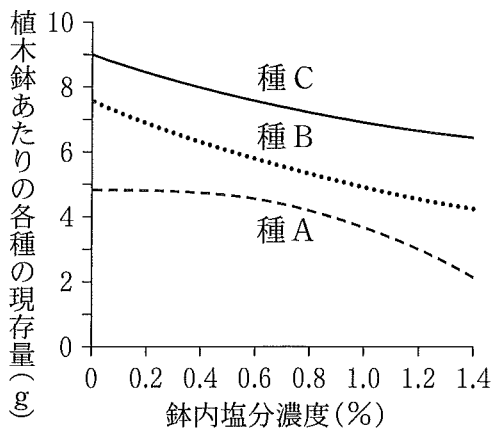


図3 単植における現存量

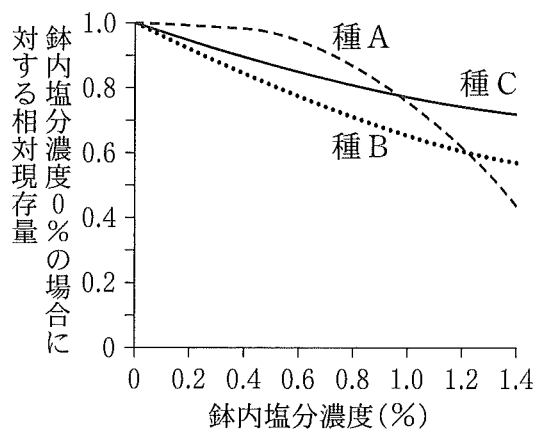


図4 単植における相対現存量

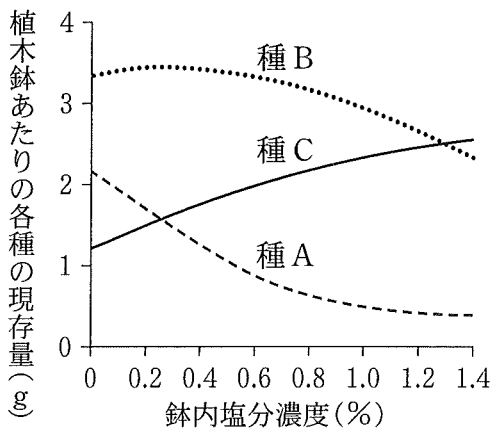


図5 混植における現存量

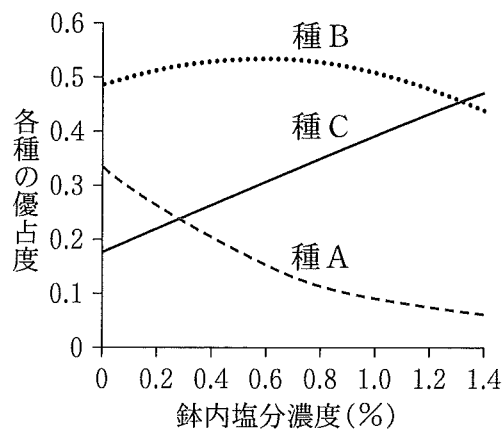


図6 混植における優占度

問3 実験1・実験2の結果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。 4 ・ 5

- ① 種Aは、鉢内塩分濃度が最も高いとき、耐塩性が最も低い種だった。
- ② 種Bは、鉢内塩分濃度が中程度(0.7%)のとき、耐塩性が最も高かったが、競争力は最も低い種だった。
- ③ 種Cは、鉢内塩分濃度が0%のとき、種間競争がなければ最も現存量が大きいが、種間競争下では最も現存量が小さい種だった。
- ④ 種間競争がない場合、鉢内塩分濃度の増加によって現存量が増加した種とそうでない種があった。
- ⑤ 鉢内塩分濃度が0%のとき、種間競争のある状態とない状態との現存量の差は、 $B < C < A$ の順に大きくなった。
- ⑥ 種間競争のある状態では、それぞれの種の現存量が最大になる鉢内塩分濃度と、優占度が最大となる鉢内塩分濃度は一致した。

# 生 物

## 第 5 問 (必答問題)

生物の進化と系統に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 18)

A 地球上の生物種は、生物がもつ形質などに基づいて、階層的に分類されている。例えば、近年絶滅が危惧されているニホンウナギが属する分類群を、網より下位のものについて階層が高い方から表記すると、 ・  ・  となる。

20 世紀後半になり分子生物学の手法が発達すると、生物がもつタンパク質や核酸などの分子を調べて、系統関係を推定する分子系統解析が盛んに行われた。ウーズらは分子系統解析の結果から、界より上位の分類群であるドメインを設定し、全ての生物を三つのドメインに分類する説(3ドメイン説)を提唱した。また、ゲノムの一部は、異なった生物種間で伝えられることがある。このことを考慮に入れ、(a)分子から推定された系統関係を、枝分かれのみからなる系統樹の形ではなく、網目の形で表すことがある。

問 1 上の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	ウナギ属	ウナギ目	ウナギ科
②	ウナギ属	ウナギ科	ウナギ目
③	ウナギ目	ウナギ属	ウナギ科
④	ウナギ目	ウナギ科	ウナギ属
⑤	ウナギ科	ウナギ属	ウナギ目
⑥	ウナギ科	ウナギ目	ウナギ属



問 2 下線部(a)に関連して、図1は3ドメイン説に基づいた生物の系統関係を模式的に表しており、2本の破線は、葉緑体またはミトコンドリアの(細胞内)共生によって生じた系統関係を表している。図1のドメインA～Cの名称の組合せのうち最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

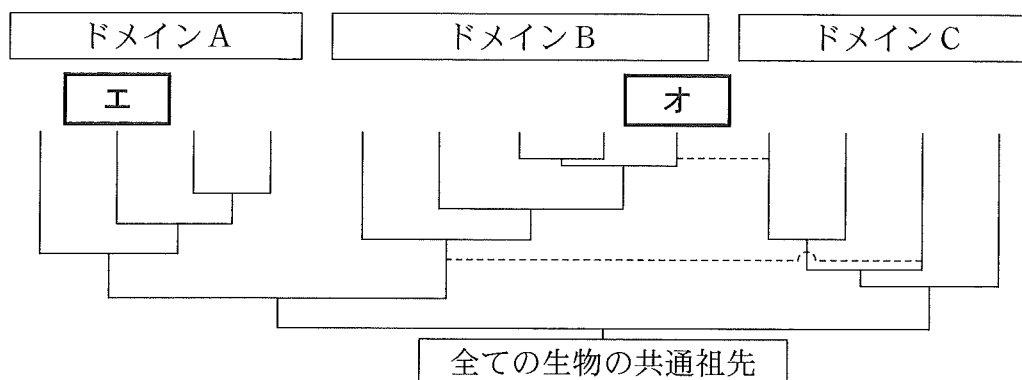


図 1

	ドメイン A	ドメイン B	ドメイン C
①	古細菌	細菌	真核生物
②	古細菌	真核生物	細菌
③	細菌	古細菌	真核生物
④	細菌	真核生物	古細菌
⑤	真核生物	細菌	古細菌
⑥	真核生物	古細菌	細菌

問 3 図1の エ ・ オ に入る生物種として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。エ 3 ・ オ 4

- ① 緑色硫黄細菌                      ② メタン生成菌(メタン菌)
- ③ シアノバクテリア              ④ 大腸菌                              ⑤ 酵母菌(酵母)
- ⑥ ヒト                                      ⑦ バフンウニ                          ⑧ アメーバ
- ⑨ ゼニゴケ

## 生 物

B (b) 生物は長い進化の歴史をもっている。約 46 億年前に地球が誕生した後、原始の海洋中で生物は出現した。当初の生物は核をもたない原核生物であったが、約 20 億年前には核をもった真核生物が出現した。約 5.4 億年前以降の **カ** 紀には現生の動物につながる多くの系統が出現し、ヒト(ホモ・サピエンス)が属する **キ** 動物の特徴をもつ最古の化石もこの時代の地層から見つかっている。その後、大気中にオゾン層が形成されたことによって、地上に降り注ぐ紫外線量が減少し、 **キ** 動物や **ク** 動物、(c) 植物 など、いくつかの系統の生物が陸上への進出を果たした。

問 4 上の文章中の **カ** ~ **ク** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 **5**

	カ	キ	ク
①	カンブリア	<small>きよく</small> 棘 <small>ひ</small> 皮	節 足
②	カンブリア	棘 皮	<small>し</small> 刺 <small>ほう</small> 胞
③	カンブリア	脊 椎	節 足
④	カンブリア	脊 椎	刺 胞
⑤	オルドビス	棘 皮	節 足
⑥	オルドビス	棘 皮	刺 胞
⑦	オルドビス	脊 椎	節 足
⑧	オルドビス	脊 椎	刺 胞

## 生 物

問 5 下線部(b)に関連して、生物の変遷に関する記述として、波線部に誤りを含  
むものを、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。  ・

- ① カンブリア紀に出現した生物群として、エディアカラ生物群やバージェス動物群などが知られている。
- ② 古生代デボン紀には、魚類の一部から、肺をもち、ひれが四肢に変化し、陸上生活ができるようになった両生類が出現した。
- ③ 古生代石炭紀には、高さ数十 m もあるリンボクなどのシダ植物が大森林を形成し、その枯死体はやがて石炭となった。
- ④ 中生代には、爬虫類が多様化・大形化し、地上では恐竜類が繁栄した。
- ⑤ 中生代には、子房がむきだしの裸子植物が繁栄し、乾燥地や寒冷地を含む陸上の広い地域に進出した。
- ⑥ 新生代には、ものを立体視できる眼や指先に平爪をもった霊長類が出現した。
- ⑦ 新生代には、被子植物や哺乳類が繁栄し、地球上の様々な環境に適応していった。

問 6 下線部(c)に関して、陸上植物に最も近縁な生物として適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- |             |        |         |
|-------------|--------|---------|
| ① ミドリムシ類    | ② 紅藻類  | ③ 光合成細菌 |
| ④ シャジクモ(藻)類 | ⑤ ケイ藻類 | ⑥ 褐藻類   |

第 6 問 (選択問題)

DNA の複製と遺伝情報の転写・発現に関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

[解答番号 1 ~ 3] (配点 10)

細胞の増殖に伴って (a)DNA は複製され、子孫の細胞へ受け継がれる。遺伝情報(遺伝子)は、(b)RNA へと転写され、さらにタンパク質に翻訳される。(c)遺伝子の転写は、多くの場合、決まった細胞や組織で起こるように制御されている。

問 1 下線部(a)に関連して、次の文章中の ア ・ イ に入る数値と語の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 1

DNA の複製に関して次の実験を行った。ある物質で標識したヌクレオチド(標識ヌクレオチド)を含む培地で大腸菌を 37℃ で一晩培養し、DNA 中のヌクレオチドをほぼすべて標識ヌクレオチドに置き換えた。その後、標識ヌクレオチドを含まない培地に移して培養し、大腸菌を 1 回だけ分裂させた。1 回の分裂直後、標識ヌクレオチドを含むゲノム DNA をもつ大腸菌の割合は、ア %である。

DNA の複製において、DNA 鎖を合成する酵素は、DNA 鎖の 5′ 末端から 3′ 末端の方向へ一方向にしか DNA を合成できない。複製される DNA 鎖のうち イ 鎖とよばれる DNA 鎖は連続的に合成が行われるが、もう一方の鎖は、岡崎フラグメントとよばれる短い DNA 鎖が断続的に合成された後に、それらが連結されることによって複製される。

生 物

	ア	イ
①	50	ラギング
②	50	リーディング
③	100	ラギング
④	100	リーディング

## 生 物

問 2 下線部(b)に関連して、次の文章中の ウ ・ エ に入る記号と数値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。 2

図 1 は、ある短いタンパク質の全長をコードする DNA 領域(開始コドンと終止コドンを含む)を示している。図 1 の二本鎖 DNA の④鎖、⑤鎖のうち、転写の鋳型となるのは ウ 鎖である。このタンパク質を構成するアミノ酸の数は、エ 個である。なお、鋳型となる DNA 鎖は 3′ 末端から 5′ 末端方向へ読み取られ、RNA は 5′ 末端から 3′ 末端方向へ合成される。スプライシングは起こらず、どのアミノ酸も翻訳後に除かれることはないものとする。開始コドンは AUG、終止コドンは UAA、UGA および UAG である。

④鎖 5′-TTACTAGCTAAGTTGAATAGCTACTCATAT-3′  
 ⑤鎖 3′-AATGATCGATTCAACTTATCGATGAGTATA-5′

図 1

	ウ	エ
①	④	6
②	④	7
③	④	8
④	⑤	6
⑤	⑤	7
⑥	⑤	8

問 3 下線部(c)に関連して、次の文章中の **オ** ・ **カ** に入る語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。 **3**

哺乳類や魚類をはじめ多くの動物で、外来の遺伝子をゲノム中に組み込んだ生物(トランスジェニック生物)が作られている。緑色蛍光タンパク質(GFP)を発現するようなトランスジェニックマウスもその一例である。マウスの神経細胞で発現する遺伝子Zを例にとると、神経細胞でGFPを発現するトランスジェニックマウスを作製するには、GFPをコードする遺伝子と、遺伝子Zの転写の調節配列を連結したDNAを作製し、このDNAをマウスの受精卵へ注入する。転写の調節配列のうち、RNAポリメラーゼが認識して結合する領域を **オ** という。

注入されたDNAは、何回か細胞分裂を経たのちにゲノムへ組み込まれる。そのため、DNAを注入した受精卵から育ったマウス(F<sub>0</sub>世代)は、からだの一部の細胞にしか外来のDNAをもたない。外来DNAが **カ** 細胞のゲノムに組み込まれていた場合にのみ、F<sub>0</sub>マウスの産む子に、注入されたDNAをもつ子孫が出現する。

	オ	カ
①	プロモーター	生 殖
②	プロモーター	神 経
③	プロモーター	外胚葉
④	オペレーター	生 殖
⑤	オペレーター	神 経
⑥	オペレーター	外胚葉
⑦	エキソン	生 殖
⑧	エキソン	神 経
⑨	エキソン	外胚葉

生 物 第 6 問・第 7 問は、いずれか 1 問を選択し、解答しなさい。

## 第 7 問 (選択問題)

生物の種間関係に関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

(解答番号  ~ ) (配点 10)

北アメリカでは、多年草のセイタカアワダチソウをめぐる複雑な種間関係がみられる。ハエの一種がセイタカアワダチソウの茎の内部に卵を産みつけると、ハエ幼虫が茎の一部をボール状に肥大させて、堅い外壁とやわらかい内部で構成される「虫こぶ」に変化させる。虫こぶ内部の組織を食べて成長するハエ幼虫は、ハチの一種と鳥に捕食される場合がある。ハチは、虫こぶの外壁を産卵管で刺し貫いて内部に産卵し、ハチ幼虫は、ハエ幼虫を捕食した後、虫こぶ内部の組織を食べて成長する。鳥は、ハチの産卵を免れた虫こぶを探し当てて穴を開け、ハエ幼虫を捕食する。セイタカアワダチソウ、ハエ、ハチおよび鳥で構成される食物網において、 は一次消費者であり、二次消費者でもある。

虫こぶの直径は様々で、直径が大きい虫こぶほど外壁が厚いことが分かっている。ハエ幼虫の生存率に虫こぶの直径がどのように影響するかを調べるために、実験 1・実験 2 を行った。

実験 1 ハチの産卵や鳥の捕食と、虫こぶの直径との関係を調べるため、まず、様々な直径の虫こぶとハチを容器に入れて、虫こぶの直径とハチの産卵成功率との関係を調べた。次に、セイタカアワダチソウの群落で、虫こぶの直径と鳥による捕食率との関係を調べた。それらの結果を表 1 に示す。

表 1

虫こぶの直径	ハチの産卵成功率	鳥による捕食率
2 cm 未満	81 %	5 %
2 cm 以上	6 %	23 %



## 生 物

実験 2 ハエ幼虫の死亡要因と虫こぶの直径との関係を知るため、セイタカアワダチソウ群落で虫こぶを多数採集した。採集した虫こぶを、ハエ幼虫が生存している虫こぶ、ハチによってハエ幼虫が死亡した虫こぶ、鳥によってハエ幼虫が死亡した虫こぶに仕分けし、それぞれの直径を計測し、平均値を求めたところ、表 2 の結果が得られた。この結果は、実験 1 の結果から予想された通りであった。

表 2

ハエ幼虫の状態	虫こぶの平均直径 (cm)
生 存	2.1
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">イ</span> によって死亡	2.2
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ウ</span> によって死亡	1.7

問 1 上の文章中の ア および表 2 の イ ・ ウ に入る生物名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

	ア	イ	ウ
①	ハ エ	鳥	ハ チ
②	ハ エ	ハ チ	鳥
③	ハ チ	鳥	ハ チ
④	ハ チ	ハ チ	鳥
⑤	鳥	鳥	ハ チ
⑥	鳥	ハ チ	鳥

## 生 物

問 2 ハエの遺伝子型によって虫こぶの直径が変わり、かつ、ハチと鳥の捕食によって虫こぶの直径に自然選択がはたらくと仮定したとき、実験1・実験2の結果をふまえて、次の文章中の  ・  に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

セイタカアワダチソウ群落において、近くにあった鳥の生息地が消失すると、直径が  虫こぶが増加すると予想される。また、産卵管が長いハチほど虫こぶへの産卵に成功しやすいため、虫こぶの直径によってハチの産卵管の長さに自然選択がはたらく場合には、ハエとハチとの間で  が起こると予想される。

	エ	オ
①	大きい	種分化
②	大きい	共進化
③	小さい	種分化
④	小さい	共進化

問 3 自然選択に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 自然選択は、個体間の遺伝的変異に応じて繁殖力や生存率に差がある場合に起こる。
- ② 自然選択の結果、生物が生息環境に適した形質をもつことを、適応とよぶ。
- ③ 自然選択は、人間の様々な形質にもはたらいてきた。
- ④ 人間の活動によって起こった環境の変化は、自然選択の原因とはならない。
- ⑤ 生物集団の遺伝的構成を変化させる原因は、自然選択だけではない。