

生 物

(解答番号 ~)

第 1 問 糖代謝に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

(配点 14)

納豆は大豆を原料として、稲わらに付着している納豆菌の働きを利用して作ることができる。自然界では、(a)納豆菌は稲わら中に含まれる糖を分解することでエネルギーを得ていると考えられる。稲わら中には、糖の成分として炭素を 6 個含むグルコースだけでなく、炭素を 5 個含むキシロースなども含まれている。

納豆菌に近縁の細菌 N は、グルコースだけでなくキシロースもエネルギー源として利用することができる。細菌 N のキシロースの代謝には、キシロースオペロンを構成する遺伝子からつくられる酵素が必要である。

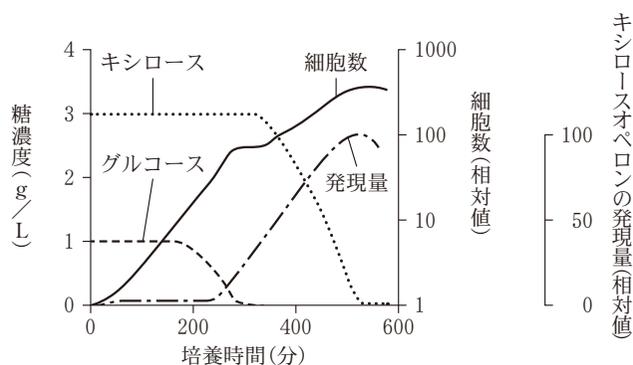
問 1 下線部(a)に関連して、エネルギー代謝に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 解糖系には、ATPを利用する反応があり、解糖系全体の反応において、ATPが合成される量よりも消費される量のほうが多い。
- ② アルコール発酵においては、解糖系で生じたNADHの酸化に伴いATPが合成される。
- ③ クエン酸回路では、NADHが生成されるだけでなく、ATPも合成される。
- ④ 呼吸の過程では、酸素を必要とする電子伝達系において、ATPの合成に伴い二酸化炭素が生成される。

生 物

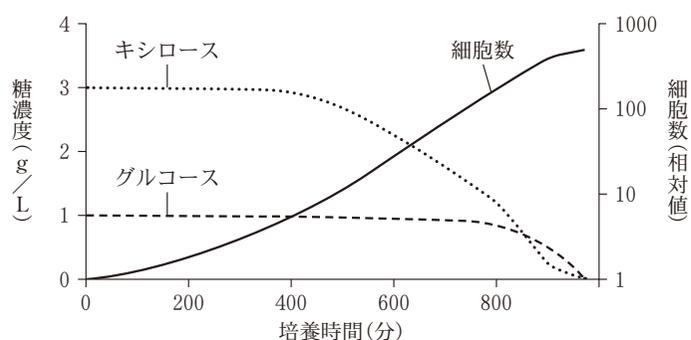
グルコースとキシロースの両方を含む培地(以下、混合糖培地)における、細菌 N の増殖を調べるため、**実験 1**を行った。

実験 1 細菌 N の野生株を混合糖培地で培養し、培地中の細胞数とそれぞれの糖の濃度の変化を調べた。同時に、そのときのキシロースオペロンの発現量を調べた。図 1 は、その結果を示したものである。また、野生株とは糖の利用の仕方が異なる変異株 M を同様に培養し、細胞数と糖濃度の変化を調べたところ、図 2 の結果が得られた。なお、図 1 と図 2 で、培養開始時の細胞数は同じである。



注：細胞数は、培養開始時の細胞数を 1 とした相対値で示す。キシロースオペロンの発現量は、最大の発現量を 100 とした相対値で示す。

図 1



注：細胞数は、培養開始時の細胞数を 1 とした相対値で示す。

図 2

問 2 実験 1 の結果について考察した次の文章中の **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。 **2**

野生株では、グルコースとキシロースの両方が存在すると、**ア** が先に利用される。キシロースオペロンの発現がリプレッサーにより制御されているとすると、このときリプレッサーはオペレーター **イ** いると考えられる。このような遺伝子発現の調節により、より速い増殖を可能とする糖が優先的に利用されている。また、実験 1 の条件では、**ウ** のほうが増殖が速く、野生株と変異株 M を混ぜて培養すると、**ウ** が集団内で優勢になると考えられる。

	ア	イ	ウ
①	グルコース	に結合して	野生株
②	グルコース	に結合して	変異株 M
③	グルコース	から離れて	野生株
④	グルコース	から離れて	変異株 M
⑤	キシロース	に結合して	野生株
⑥	キシロース	に結合して	変異株 M
⑦	キシロース	から離れて	野生株
⑧	キシロース	から離れて	変異株 M

生 物

問 3 図 1 から、細菌 N のキシロースオペロンの発現制御について、次のような仮説を立てた。

「キシロースオペロンは、キシロースが存在すると発現するが、グルコースが存在するとキシロースが存在しても発現は抑制される」

しかし、図 1 からは、「キシロースオペロンの発現は、グルコースのみによって制御される」という可能性も考えられる。この可能性を検討するためには、次の条件①～④のうち、どの条件で培養したときのキシロースオペロンの発現量を比較すればよいか。そ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。 3

- ① グルコースのみを含む培地
- ② キシロースのみを含む培地
- ③ グルコースとキシロースのどちらも含まない培地
- ④ 混合糖培地

① a, b

② a, c

③ a, d

④ b, c

⑤ b, d

⑥ c, d

生 物

第 2 問 生体膜に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。

(配点 17)

イオンや分子量の大きな物質は、生体膜の脂質二重層を透過しにくい。そのため、チャンネル、担体(輸送体)、およびポンプと呼ばれる^(a)生体膜を貫通して物質を輸送するタンパク質(以下、輸送タンパク質)が、これらの物質の膜の透過を担う。生体膜のイオンの透過を担うチャンネルやポンプは、細胞の様々な機能に関わる。植物の気孔は、^(b)孔辺細胞が膨張することで開口し、収縮することで閉鎖するが、そのどちらにもチャンネルが関わる。動物のニューロンでは、^(c)興奮の伝導に際して複数のチャンネルやポンプが関わる。

問 1 下線部(a)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。

4

- ① 選択的透過性は、能動輸送で見られる性質であり、受動輸送ではみられない。
- ② チャンネルは受動輸送に関わり、担体(輸送体)は受動輸送に関わらない。
- ③ 生体膜の水の透過性は、特定の輸送タンパク質の働きにより高められる。
- ④ ポンプは、濃度勾配に逆らって物質を輸送することができない。
- ⑤ アミノ酸は、生体膜の脂質二重層を自由に透過するため、輸送タンパク質を介さずに輸送される。

問 2 下線部(b)に関連して、孔辺細胞の膨張による気孔の開口にはカリウムチャンネルが関わるということが知られている。その働きを調べるため、**実験1**を行った。後の記述①～④のうち、**実験1**の結果についての考察として適当な記述はどれか。そ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。

5

実験1 タマネギの子葉から、孔辺細胞と、孔辺細胞以外の表皮細胞を取り出した。取り出した孔辺細胞をカリウムイオン(K^+)を含む溶液に浸すと、暗所ではその形態は変化しなかったが、明所では孔辺細胞が膨張した。他方、 K^+ を含まない溶液に浸すと、明所でも孔辺細胞はほとんど膨張しなかった。また、孔辺細胞以外の表皮細胞を K^+ を含む溶液に浸し、明所に置いたところ、その形態は変化しなかった。

- ① 細胞内に K^+ が流入することで、孔辺細胞が膨張する。
- ② 孔辺細胞は、特に暗所で K^+ を細胞内に取り込む。
- ③ 気孔の開口には、光と K^+ のどちらも必要である。
- ④ 孔辺細胞以外の表皮細胞は、暗所で膨張する。

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

生 物

問 3 下線部(C)に関連して、図 1 は、ニューロンが刺激を受けて興奮するときの、生体膜の内側と外側の電位差(以下、膜電位)の変化を模式的に示したものである。この膜電位の変化には、ナトリウムチャンネル、カリウムチャンネル、およびナトリウムポンプが関わっている。膜電位と興奮に関する記述として**適当でないもの**を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

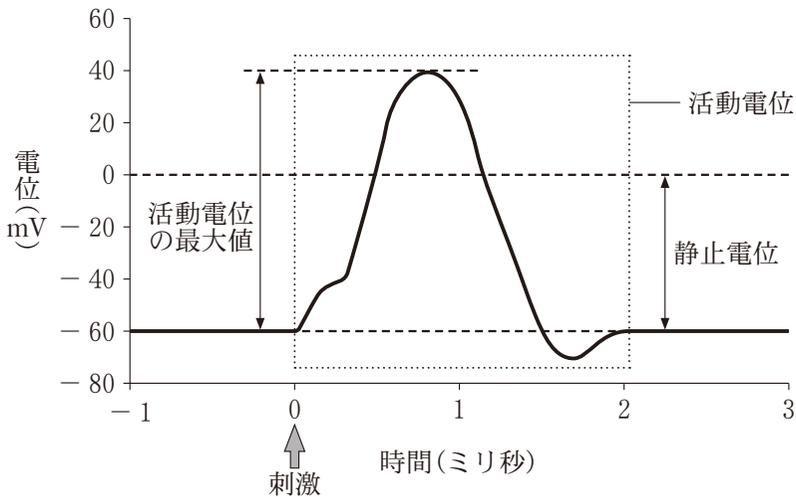


図 1

- ① 静止電位が生じている細胞の内外における K^+ 濃度を比較すると、細胞外よりも細胞内のほうが高い。
- ② ニューロンに閾値以上の刺激^{いきち}を与えると活動電位が発生するが、それ以上刺激を強くしても、活動電位の大きさは変わらない。
- ③ ナトリウムチャンネルを通して細胞外にナトリウムイオン (Na^+) が流出すると、膜電位は急激に上昇し、最大値に達する。
- ④ 最大値に達した後の膜電位の下降には、電位に依存して開閉するカリウムチャンネルが関与する。
- ⑤ ナトリウムポンプは、 Na^+ だけでなく、 K^+ も輸送する。

問 4 ニューロンで活動電位が発生すると、活動電流(局所電流)が生じる。活動電流が次々に隣接する部分のチャンネルを開くことによって、興奮が伝わる。ニューロンの興奮の伝導と伝達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、後の①~⑧のうちから一つ選べ。

7

ニューロン内を興奮が伝導するとき、一度興奮した部位がしばらく **ア** 状態になることで、興奮が **イ**。興奮が軸索を伝導してシナプスまで到達すると、そのニューロンにおいて、神経伝達物質が **ウ**。

	ア	イ	ウ
①	興奮しやすい	一定方向に伝わる	細胞外に放出される
②	興奮しやすい	一定方向に伝わる	細胞内に取り込まれる
③	興奮しやすい	増幅される	細胞外に放出される
④	興奮しやすい	増幅される	細胞内に取り込まれる
⑤	興奮しにくい	一定方向に伝わる	細胞外に放出される
⑥	興奮しにくい	一定方向に伝わる	細胞内に取り込まれる
⑦	興奮しにくい	増幅される	細胞外に放出される
⑧	興奮しにくい	増幅される	細胞内に取り込まれる

生物

第3問 骨格筋に関する次の文章を読み、後の問い(問1～3)に答えよ。

(配点 16)

骨格筋は筋細胞(筋繊維)が多数集まってできており、筋細胞は、図1で示すように、多数の筋原繊維と、それを取り囲む発達した筋小胞体を持つ。(a)骨格筋の収縮は、筋細胞が収縮することで起こる。

脊椎動物では、全ての骨格筋は胚の体節から分化する。図2は、ある脊椎動物の胚の横断面であり、体節の発生に伴う分化の様子を模式的に示している。(b)体節は、発生が進むと二つの異なる組織に分化する。これらの二つの組織のうち、背側の表皮に近い組織は皮筋節と呼ばれる。皮筋節の一部から筋芽細胞が生じ、筋芽細胞は、所定の場所まで移動した後、筋細胞になる。

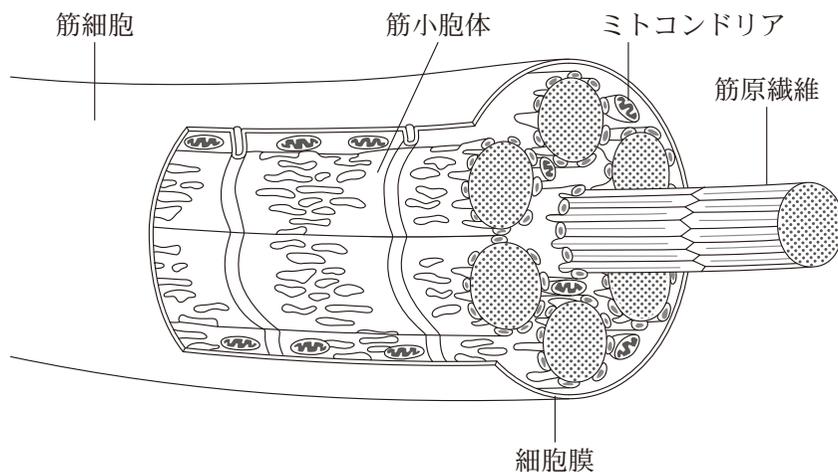


図 1

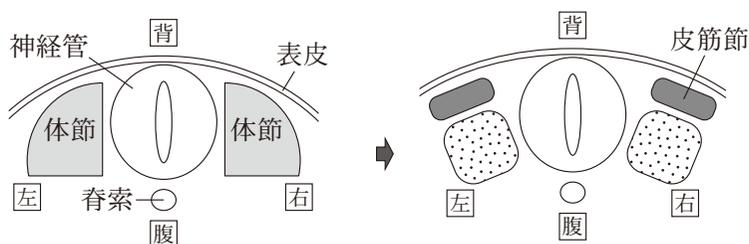


図 2

問 1 下線部(a)に関連して、骨格筋の収縮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。

・

- ① サルコメアの長さが短くなっても、暗帯の長さは変わらない。
- ② トロポニンにカルシウムイオン(Ca^{2+})が結合することで、アクチンとミオシンが結合できるようになる。
- ③ 無酸素状態で筋収縮が起こることで解糖が起こり、筋細胞にはエタノールが蓄積する。
- ④ ATPがアクチンに結合することで、アクチンフィラメントはミオシンフィラメントの間に滑り込む。
- ⑤ アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが共に短くなることで、筋収縮が起こる。
- ⑥ 強縮は、単収縮が重なり合ったものであり、その大きさは単収縮と同じである。

生 物

問 2 下線部(a)について、哺乳類の筋細胞の収縮の仕組みを調べる実験 1～4 を行った。実験の内容とそれぞれの結果を次に示す。

実験に使った試料

- ・筋細胞をグリセリンに浸し、筋原繊維のみにした筋(以下、グリセリン筋)
- ・筋細胞から細胞膜のみを除去し、筋原繊維や細胞小器官は正常のままの筋(以下、スキンド筋)

実験 1 ATP と高濃度の Ca^{2+} を含む溶液に、グリセリン筋を浸した。

結 果 筋収縮が起こった。

実験 2 実験 1 と同じ高濃度の Ca^{2+} を含み、ATP は含まない溶液に、グリセリン筋を浸した。

結 果 筋収縮は起こらなかった。

実験 3 ATP と低濃度の Ca^{2+} を含む溶液に、スキンド筋を浸した。

結 果 筋収縮は起こらなかった。

実験 4 実験 3 と同じ溶液に、スキンド筋をしばらく浸した後、カルシウムチャンネルを強制的に開く薬剤を加えた。

結 果 筋収縮が起こった。

次に、実験 5～7 を行った。実験 1～4 の結果を踏まえると、どのような結果になると考えられるか。予想される実験結果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。 10

実験 5 実験 1 で使用した溶液の ATP を、グルコースに替えて、グリセリン筋を浸した。

実験 6 実験 4 と同じ操作を、スキンド筋の代わりにグリセリン筋を用いて行った。

実験 7 実験 1 と同じ操作を、グリセリン筋の代わりにスキンド筋を用いて行った。

	実験 5 の結果	実験 6 の結果	実験 7 の結果
①	○	○	○
②	○	○	×
③	○	×	○
④	○	×	×
⑤	×	○	○
⑥	×	○	×
⑦	×	×	○
⑧	×	×	×

注：表中の○は筋収縮が起こることを、×は筋収縮が起こらないことを示す。

生 物

問 3 下線部(b)に関連して、皮筋節が分化する仕組みを確かめるために、ある発生段階のニワトリ胚を用いて、**実験 8～10** の移植実験を行い、1日後の体節の分化を調べた。**実験 8・実験 9**の結果から考えると、**実験 10**を行った結果、体節はどのように分化すると考えられるか。その様子を示した図として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

実験 8 胚から脊索を取り出し、図 3 で示すように、別の胚の右側の体節と表皮との間に移植した。

結 果 左側の体節では、背側に皮筋節が分化した。

右側の体節では、皮筋節が分化しなかった。

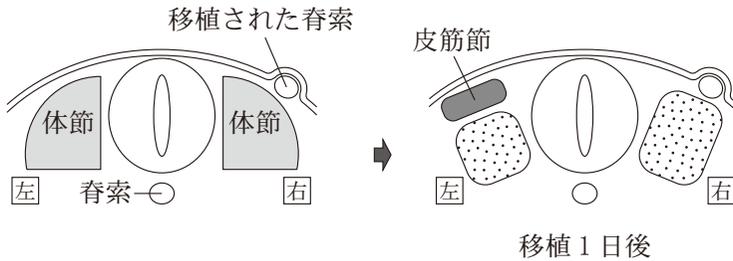


図 3

実験 9 図 4 で示すように、胚から神経管を取り出して切断し、背側神経管断片を作った。この断片を、別の胚の右側の体節と脊索との間に移植した。

結 果 左側の体節では、背側に皮筋節が分化した。

右側の体節では、ほぼ全体が皮筋節に分化した。

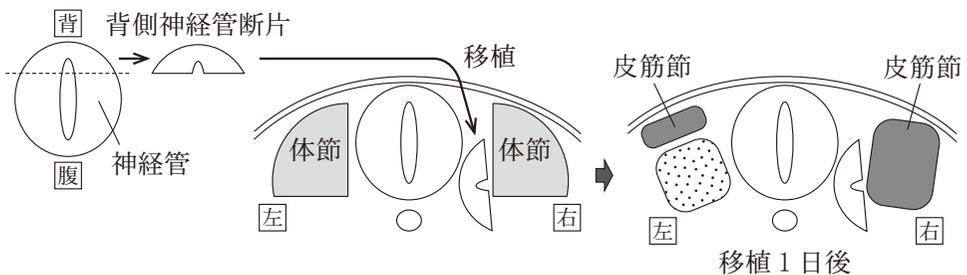


図 4

実験10 図5で示すように，胚の左側の体節を取り出し，右の体節を取り除いた別の胚に，背腹が逆になるように移植した。

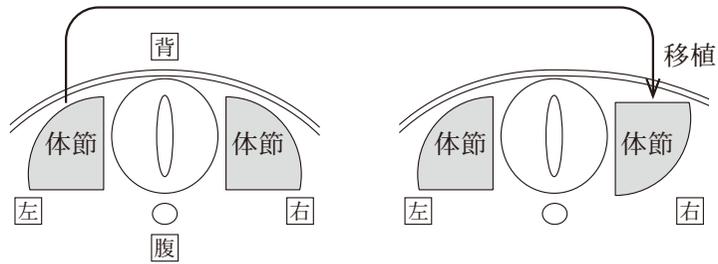
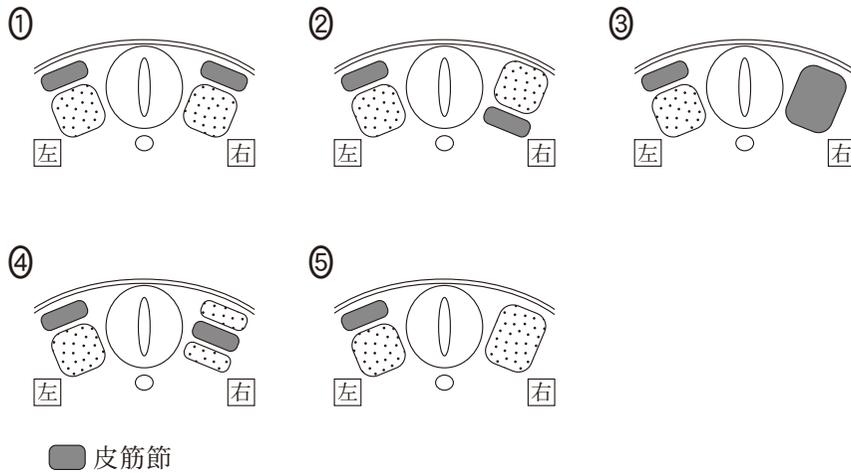


図 5



生 物

第 4 問 植物の生殖と環境応答に関する次の文章を読み、後の問い(問 1～3)に答えよ。(配点 19)

ジャガイモは、(a)有性生殖を行うほか、塊茎による無性生殖も行う。この塊茎は、地下茎の一部が肥大し、栄養を蓄積したもので、重要な食料の一つとなっている。ジャガイモの多くの品種では、塊茎の形成は短日条件で誘導される。ある高校のクラスでは、生物の探究活動の一環として、この塊茎の形成について調べることにした。二つの班に分かれ、班ごとに異なるテーマを設定して、実験計画の立案などに取り組んだ。

問 1 下線部(a)に関連して、野生植物が行う生殖にも、有性生殖と無性生殖の両方が見られる。次の記述①～③は、それぞれ自然環境下の植物における有性生殖と無性生殖のどちらかについて、一般的な特徴を述べている。これらのうち、有性生殖の特徴に関する記述はどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

- ① 個体群密度が著しく低い場合には、子孫を残しにくい。
- ② 親個体が持っている遺伝情報の全てが、子個体に受け継がれる。
- ③ 新たな病原菌の感染が広がっても、病気による子孫の全滅が起こりにくい。

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

問 2 1 班は、「ジャガイモの塊茎の形成に対する日長の作用が、どのような光受容体を介しているか」というテーマで調査を行い、日長の感知にフィトクロムが関わっていることが書かれた文献を見つけた。1 班では、このフィトクロムの関与を確かめることを目的として、図 1 に示すように、異なる光周期条件でジャガイモを栽培して塊茎の形成を調べる実験 1～4 を計画し、それぞれの結果を予測した。図 1 の **ア**・**イ** に入る語句として最も適当なものを、後の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア **13** ・イ **14**

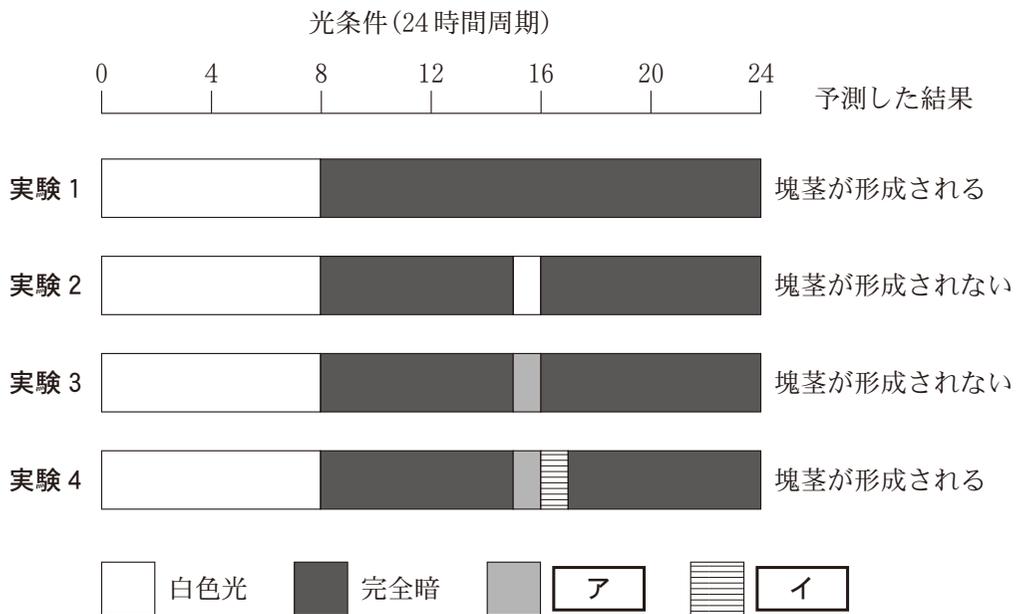


図 1

- | | | |
|-------|--------|-------|
| ① 紫外線 | ② 青色光 | ③ 緑色光 |
| ④ 赤色光 | ⑤ 遠赤色光 | |

生 物

問 3 植物の炭酸同化で生産された物質(以下, 同化物)は, いろいろな器官に分配されて, 組織の構築に使われたり, 栄養分として蓄えられたりする。2班は, 「ジャガイモの塊茎の形成に際して, 同化物の分配がどのように変化するか」をテーマに議論し, 「より多くの量の同化物が地下茎に分配されるようになる」という仮説を立てた。そして, これを検証するために, 表 1 の各試料について特定の項目の測定を行い, 得られたデータから, 地下茎に分配された同化物の比率を計算して, 塊茎形成が誘導される条件と対照条件とでその値を比較することを考えた。測定する項目として最も適当なものを, 後の①~⑤のうちから一つ選び, 比較する値を求める計算式として最も適当なものを, 後の⑥~⑨のうちから一つ選べ。

測定項目

15

計算式

16

表 1

栽培条件	試 料			
	地下茎(x)	地下茎を除く 植物全体(y)		
1 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">長日</td></tr></table> 長日条件で一定期間栽培	長日	x_1	y_1	
長日				
2 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">長日</td><td style="text-align: center;">短日</td></tr></table> 長日条件で一定期間栽培した後, 短日条件に移して栽培	長日	短日	x_2	y_2
長日	短日			
3 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">長日</td><td style="text-align: center;">長日</td></tr></table> 長日条件で一定期間栽培した後, さらに長日条件のまま栽培	長日	長日	x_3	y_3
長日	長日			

- ① 生のままの重量
- ② 乾燥させた後の重量
- ③ 焼却した後の灰の重量
- ④ 含まれるデンプンの重量
- ⑤ 含まれる DNA の重量
- ⑥ $\frac{x_1 + y_1}{x_2 + y_2}$ と $\frac{x_1 + y_1}{x_3 + y_3}$
- ⑦ $\frac{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}{x_2 + y_2}$ と $\frac{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}{x_3 + y_3}$
- ⑧ $\frac{x_2 - x_1}{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}$ と $\frac{x_3 - x_1}{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}$
- ⑨ $\frac{x_2 - x_3}{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}$ と $\frac{y_2 - y_3}{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}$

生 物

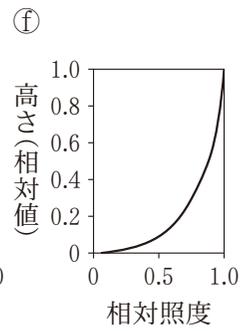
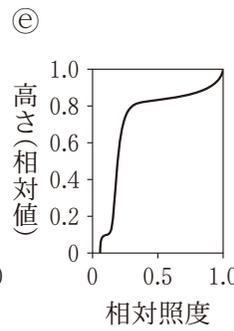
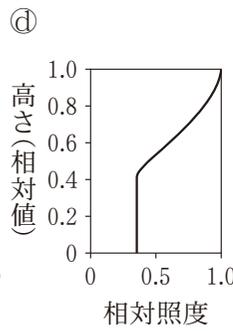
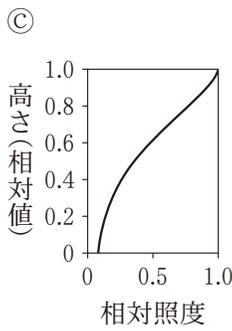
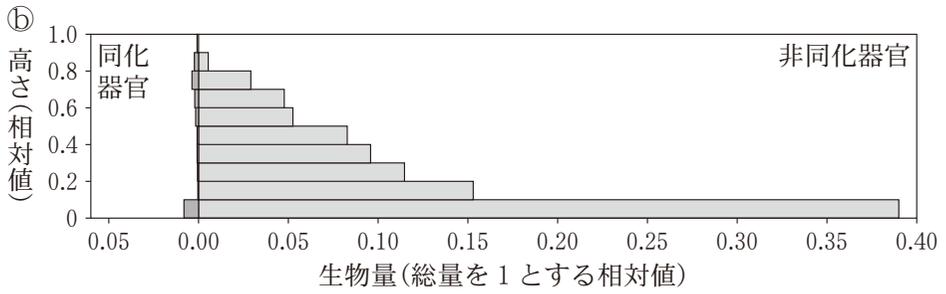
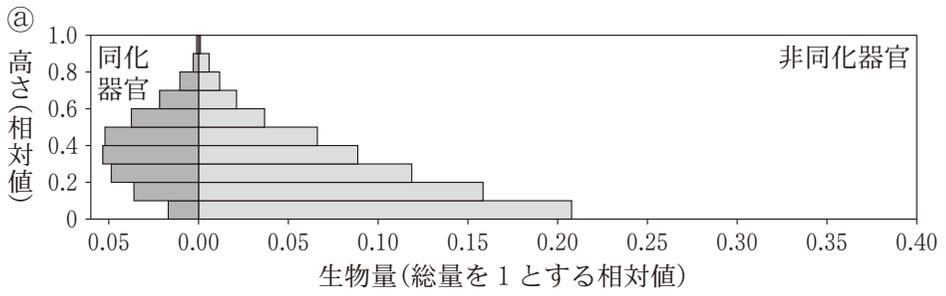
第 5 問 陸上生態系に関する次の文章を読み、後の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

(配点 14)

陸上生態系の(a)様々な植生のなかでも、(b)森林は有機物の蓄積が多い。21 世紀に入ってから、熱帯を中心に 100 万 km² を超える森林が消失したため、植生や土壌中に蓄積されていた有機物は、熱帯地域を中心に大きく減少した。森林の消失の主要な原因の一つとして、(c)農耕地への転用が指摘されている。

問 1 下線部(a)に関連して、光合成を行う器官(以下、同化器官)と行わない器官(以下、非同化器官)の生物量(生物体量)の高さ別の分布には、植生ごとの特徴が現れる。次のグラフ①、②は、林床の草本層が発達した森林あるいは牧草地における、同化器官と非同化器官の量を、高さ(各植生の最高点の高さを 1 とする相対値)ごとに示している。森林のグラフは①、②のどちらか。また、そのグラフから推測される、この森林のそれぞれの高さにおける相対照度(植生の直上の明るさを 1 とする相対値)のグラフは、次の㉓~㉕のどれか。そ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。

17



⑦ a, c

⑧ a, d

⑨ a, e

⑩ a, f

⑪ b, c

⑫ b, d

⑬ b, e

⑭ b, f

生 物

問 2 下線部(b)に関連して、森林と農耕地に蓄積されている有機物の量と純生産量の推定値を表1に示す。これらの値に基づいた考察として**適当でないもの**を、後の①～④のうちから一つ選べ。 18

表 1

生態系	気候帯	蓄積されている有機物の量(kg/m ²)		純生産量 (kg/(m ² ・年))
		現存量	土壌有機物量	
森林	熱帯	18	12	1.0
	温帯	15	13	0.7
	亜寒帯	9	21	0.2
農耕地	熱帯	0.5	6	0.5
	温帯	0.5	7	0.5

注：数値は炭素量に換算した値。土壌有機物量は、土壌中の有機物の総量(地表の生物遺体も含む)。

- ① 現存量と土壌有機物量の合計に占める現存量の割合が最も高いのは、熱帯の森林である。
- ② 亜寒帯の森林で土壌有機物量が多いのは、年間の炭素固定量が少ないからである。
- ③ 熱帯でも温帯でも、森林を農耕地に変えると、現存量は大きく減少する。
- ④ 現存量と土壌有機物量の合計は、熱帯の森林と亜寒帯の森林でほとんど変わらない。

問 3 下線部(C)に関連して、森林を焼き払って農耕地として利用し続けることは、その場所での炭素の循環に大きな影響を与える。その影響について考察した次の文章中の **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。 **19**

森林を焼き払っても、土壌中の有機物の多くは焼失することなく残存する。その後、農耕地として利用し続けると、土壌有機物量は次第に減少していく。その理由の一つは、農耕地になると森林であったときよりも地表温度が高くなりやすく、土壌中の有機物の **ア** が促されるからである。二つ目の理由として、農耕地では **イ** 量が森林よりも小さく、また農作物の収穫のたびに生物量が農耕地の外に持ち出されるために、植生からの有機物の供給が森林より **ウ** なることがあげられる。

	ア	イ	ウ
①	蓄 積	純生産	少なく
②	蓄 積	純生産	多 く
③	蓄 積	呼 吸	少なく
④	蓄 積	呼 吸	多 く
⑤	分 解	純生産	少なく
⑥	分 解	純生産	多 く
⑦	分 解	呼 吸	少なく
⑧	分 解	呼 吸	多 く

生 物

第6問 生物の多様性と進化に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

A アキさんとハルさんは、探究活動で海岸へ出かけて海の生物の観察を行った。

ア キ：海にはいろいろな生き物があるね。

ハ ル：そうだね。岩陰にはカイメンやイソギンチャク、ウニ、波打ち際にはカサガイやカメノテがいるね。

ア キ：いくつかの生き物を捕まえて、水槽に入れて観察してみよう。

ハ ル：からだの特徴からどの動物の仲間か分かりそうだね。

ア キ：ところで、カイメンは岩に張り付いて動かないけど、(a)動物だったっけ。

ハ ル：そうだったと思うけど、帰ったら図書館で調べてみよう。

問1 下線部(a)に関連して、次の記述①～③のうち、生物学における「動物」の全てに当てはまる記述はどれか。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。

20

① 発生過程で三つの胚葉(外胚葉・中胚葉・内胚葉)が形成される。

② 従属栄養生物である。

③ 多細胞生物である。

④ a

⑤ b

⑥ c

⑦ a, b

⑧ a, c

⑨ b, c

⑩ a, b, c

問 2 アキさんとハルさんは、観察したことと図書館で調べたことをもとに、いろいろな動物についてノートにまとめた。図 1 はその内容の一部である。また、図 2 は動物の主要な門について系統関係を示したものである。図 1 に示した特徴から、カメノテ、ウメボシイソギンチャク、およびムラサキウニは、それぞれ図 2 の V~Z のどこに当てはまるか。最も適当なものを、後の①~⑤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。

カメノテ	21
ウメボシイソギンチャク	22
ムラサキウニ	23

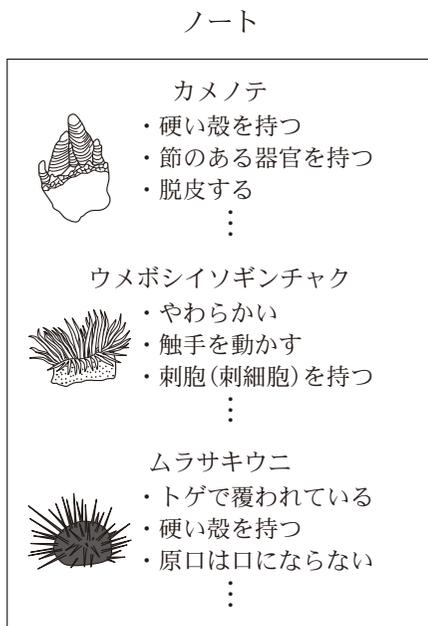


図 1

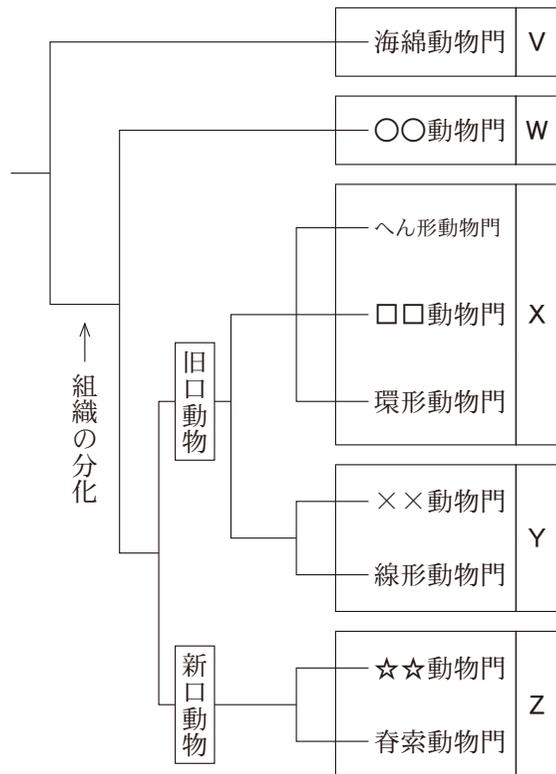


図 2

- ① V ② W ③ X ④ Y ⑤ Z

生 物

B ハルさんとアキさんは、先生と一緒に遺伝情報の伝達について考察している。

先 生：集団中における遺伝情報の伝達を考えるために、シミュレーションを試みましょう。条件や手順を説明したプリント(図3)を見てください。

ハ ル：サイコロを振って、親とその個体から生まれた子を線で結ぶんですね。

シミュレーションの方法

世代1 (A)(B)(C)(D)(E)(F)

世代2 ○○○○○○

世代3 ○○○○○○

世代4 ○○○○○○

世代5 ○○○○○○

世代6 ○○○○○○

世代7 ○○○○○○

世代8 ○○○○○○

条件

- ★ 無性生殖をする1倍体の生物集団を考える。
- ★ 各世代において、それぞれの個体から多数の子が生まれ、全体として6個体がランダムに生き残り、次世代を構成する。
- ★ 世代1における個体はA~Fとする。

手順

以下の(1)・(2)を世代1から7まで順に行う。

- (1) 世代tを親世代として、サイコロを6回振り、どの個体が何個体の子を残すかを決める。このとき、親世代6個体に左から、サイコロの目を小さい順に割り当てる。それぞれの目が出た回数を、その個体から生まれて生き残った子の数とする。
- (2) 世代tの親から子の数だけ、世代t+1の個体と線で結ぶ。

例

□ □ □ □ □ □ の目が出た場合、□ が一つ、□ が二つ、□ が一つ、□ が二つなので下図ようになる。

図 3

ア キ：先生、できました。

(図4は未完成のハルさんの結果、図5はアキさんの結果である。なお、ハルさんが世代7を親世代としてサイコロを振ったところ、□ □ □ □ □ □ であった。)

先 生：シミュレーションの結果は、集団中の個体の系図を表しています。皆さんの結果で、世代8の個体の遺伝情報は、世代1のどの個体に由来していますか。

ハ ル：私の結果(図4)では、世代8の6個体のうち、ア個体が世代1の個体Eに由来し、それ以外は個体Fに由来しました。

ア キ：私の結果(図5)では、世代8の全個体が個体Bに由来しています。

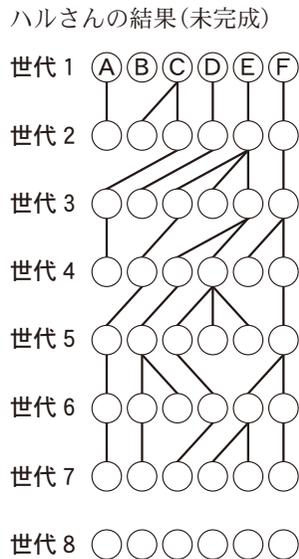


図 4

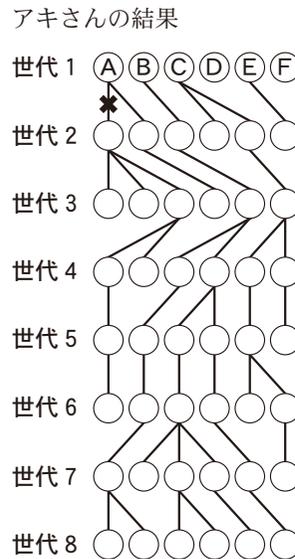


図 5

先 生：次に、系図のどこかで突然変異が起こったと考えてみましょう。シミュレーションの結果は、遺伝的浮動による^(b)遺伝子頻度の変動としても捉えることができます。

ア キ：私の結果(図5)で、★印のところ突然変異が起こったと考えると、変異型の対立遺伝子を持つ個体は、一つの世代中に最大 個体まで増加し、その後消失しています。

ハ ル：突然変異をランダムに起こすシミュレーションもできそうですね。

問 3 図4のハルさんの結果を完成させた上で、会話文中の ・ に入る数値として最も適当なものを、次の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。

ア ・ イ

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

生 物

問 4 下線部(b)に関連して、次の記述㉔～㉞のうち、現実の生物集団で起こる遺伝子頻度の変動についての記述として適当なものはどれか。シミュレーションの結果も参照しながら、そ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。 26

- ㉔ 新しく生じた突然変異の多くは、集団全体に広まることはなく、やがて集団中から失われる。
- ㉕ 生存や繁殖にとって中立な突然変異は、集団全体に広まることできない。
- ㉖ 1回の突然変異に由来する対立遺伝子が、ある世代で集団全体に広まっているとき、その世代の全個体が共通の祖先を持つことを意味する。
- ㉗ 遺伝子頻度の変動に与える遺伝的浮動の影響は、集団が大きくなるほど大きくなる。

① ㉔, ㉕

② ㉔, ㉖

③ ㉔, ㉗

④ ㉕, ㉖

⑤ ㉕, ㉗

⑥ ㉖, ㉗