

# 生 物

(全問必答)

**第1問** 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 12)

A ある高校では、缶詰のツナを利用し、骨格筋の観察実験を行った。少量のツナを洗剤液の中で細かくほぐした後、よく水洗いしながら更に細かくほぐした。これを染色液に浸してしばらくおいた後、よく水洗いしてスライドガラスに載せ、カバーガラスをかけて顕微鏡で観察した。接眼レンズを通して見えた像をスマートフォンで撮影したものが次の図1であり、図1の一部を拡大したものが下の図2である。

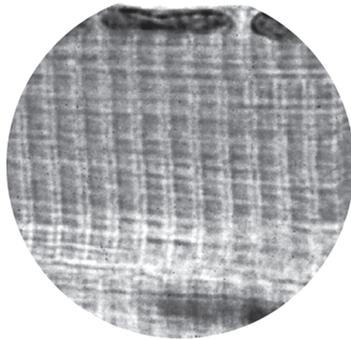


図 1

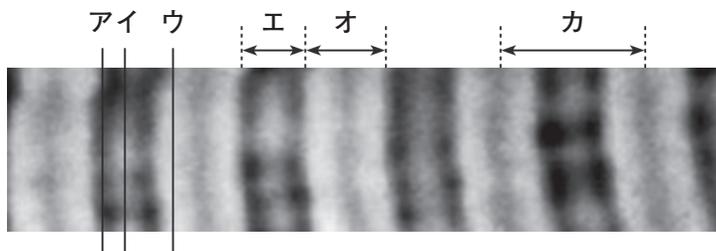


図 2

問 1 図 2 中の直線ア～ウに相当する位置での切断面の様子を模式的に示したものが、次の図 3 の a～c のいずれかである。切断した位置(ア～ウ)と断面図(a～c)と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

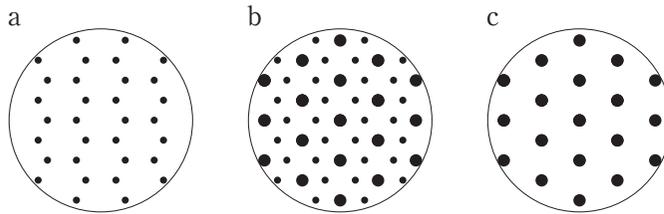


図 3

	ア	イ	ウ
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問 2 図 2 中のエ～カのうち、骨格筋が収縮したときに、その長さが変わる部分はどれか。それらを過不足なく含むものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

2

- ① エ                      ② オ                      ③ カ                      ④ エ, オ  
 ⑤ エ, カ                  ⑥ オ, カ                  ⑦ エ, オ, カ

## 生 物

B 筋収縮のエネルギーはすべて ATP により供給される。次の図 4 は、1500 m 走において、消費するエネルギーに対する ATP 供給法の割合の、時間経過に伴う変化を示したグラフである。通常、スタートダッシュ時には、まず筋肉中に存在するクレアチンリン酸という物質が、クレアチンとリン酸に分解され、そのときに合成される ATP がエネルギーとして利用される。その後、図 4 中のキやクで示す ATP 供給法により得たエネルギーが利用されるようになる。

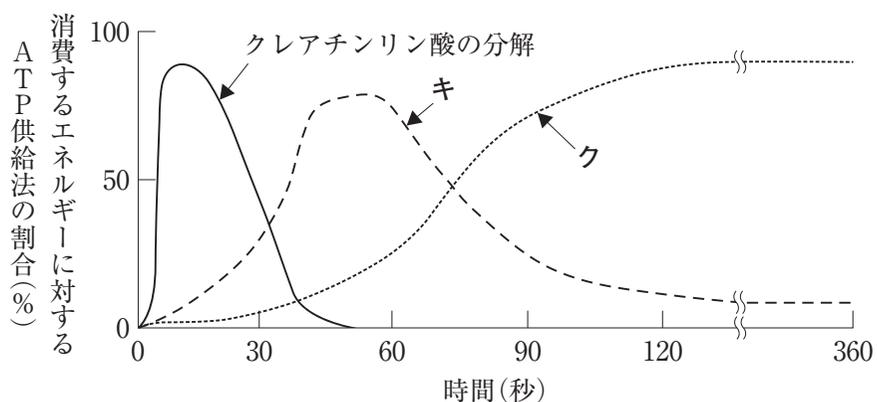


図 4

問 3 1500 m 走を行った高校生のアユムは、スタートダッシュを試みたが、すぐに疲れてしまい、その後はほぼ一定のペースで走って、6 分ちょうどでゴールインした。次の記述①～⑥は、図 4 中のキとクについて、アユムが走りながら考えたことである。これらのうち、下線を引いた部分に誤りを含むものを、①～⑥のうちから一つ選べ。 3

- ① (スタートから 10 秒後)そろそろ二番目の ATP 供給法キも動き始めているころだ。キには酸素が必要ないはずだ。
- ② (スタートから 30 秒後)息が苦しくなってきた。キはミトコンドリアで行われているはずだ。
- ③ (スタートから 45 秒後)足も重たくなってきた。そろそろ足の筋細胞にはキによって乳酸ができるはずだ。
- ④ (スタートから 90 秒後)そろそろ三番目の ATP 供給法クが中心となっている頃だ。クは酸化的リン酸化により ATP をつくるはずだ。
- ⑤ (スタートから 120 秒後)だいぶ走るペースがつかめてきた。クではキよりも同じ量の呼吸基質から多くの ATP をつくれるはずだ。
- ⑥ (スタートから 360 秒後)やっとゴール地点だ。クでは ATP とともに水ができるはずだ。

# 生物

## 第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 30)

A 生物には、異なる種との交雑を妨げる様々なしくみがある。例えば、被子植物においては、ある種の花粉が別の種の柱頭に付いても、花粉管が胚珠へと誘引されないことがある。(a)異種間での交雑を妨げるしくみを探るために、トレニア属の種 A, B, C とアゼナ属の種 D を使って、次の**実験1～3**を行った。なお、トレニア属とアゼナ属は近縁で、どちらもアゼナ科に含まれる。

**実験1** 種 A～D とアゼナ科の別の属の種 E について、特定の遺伝子の塩基配列の情報を用いて分子系統樹を作成したところ、次の図1の結果が得られた。

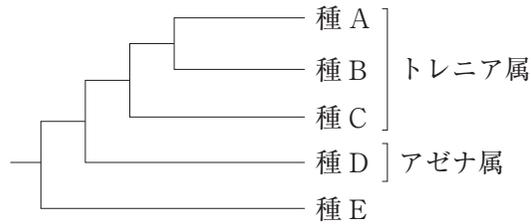


図 1

**実験2** 種 A～D について、発芽した花粉が付いた柱頭を切り取って培地上に置き、助細胞を除去した胚珠または除去していない胚珠のいずれかとともに、次の図2のように培養した。その後、伸長した花粉管のうち、胚珠に到達した花粉管の割合を調べたところ、次の図3の結果が得られた。

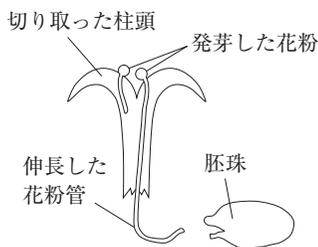


図 2

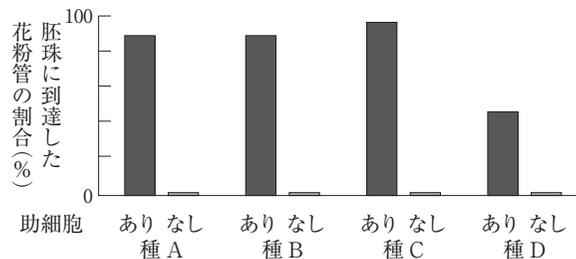


図 3

**実験 3** 種 A または D の花粉を、同種または別種の柱頭に付けて発芽させた。発芽した花粉管を含む柱頭を切り取って培地上に置き、同種または別種の胚珠とともに、図 2 のように培養した。その後、伸長した花粉管のうち、胚珠に到達した花粉管の割合を調べたところ、次の図 4 の結果が得られた。

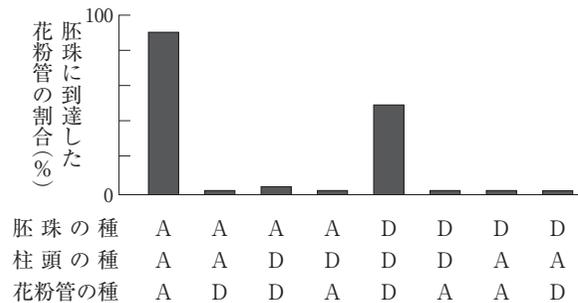


図 4

**問 1** 助細胞が花粉管を誘引する性質について、**実験 1・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①～⑥のうちから一つ選べ。 1

- ① トレニア属だけにみられる。
- ② トレニア属の種 A, B, C とアゼナ属の種 D に共通してみられる。
- ③ 種子植物全体に共通してみられる。
- ④ 維管束植物全体に共通してみられる。
- ⑤ トレニア属とアゼナ属の共通の祖先が、種 E の祖先と分岐した後に、獲得した。
- ⑥ トレニア属の種 A, B, C では、アゼナ属に近縁であるほど、誘引する能力が低い。

## 生 物

問 2 実験 3 の結果から導かれる、種 A と D の間にはたらく異種間での交雑を妨げるしくみに関す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 種 A の柱頭で種 D の花粉を発芽させた場合と、種 D の柱頭で種 A の花粉を発芽させた場合とでは、異なるしくみがはたらく。
- ② 種 A に比べて、種 D では他種の花粉を拒絶するしくみが発達している。
- ③ 胚珠と花粉管の相互作用は関与するが、柱頭と花粉管の相互作用は関与しない。
- ④ 柱頭と花粉管の相互作用は関与するが、胚珠と花粉管の相互作用は関与しない。
- ⑤ 胚珠と花粉管の相互作用、および柱頭と花粉管の相互作用の両方が関与する。

問 3 下線部(a)に関連して、トレニア属の種 F・G が同じ場所に生育し、いずれも種子で繁殖しているとする。この場所で、これらの 2 種間の雑種個体が全く見られない場合に、そのしくみを調べる研究計画として適当でないものを、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 種 F・G のそれぞれについて、染色体数を顕微鏡下で調べる。
- ② 種 F・G のそれぞれについて、開花時期を調べる。
- ③ 種 F・G のそれぞれについて、おしべとめしべの本数を調べる。
- ④ 種 F・G のそれぞれについて、花粉を運ぶ動物の種類を調べる。
- ⑤ 種 F・G のそれぞれについて、1 個体が形成する種子の数を調べる。
- ⑥ 種 F・G をかけ合わせて、種子の形成率を調べる。
- ⑦ 種 F・G をかけ合わせて種子が形成された場合、種子の発芽率を調べる。

問 4 次の図5は、トレニア属の種 A と植物 H～K の系統樹である。また、下の図6は、植物 I～K の写真である。系統樹中のア～ウに入る植物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。 5

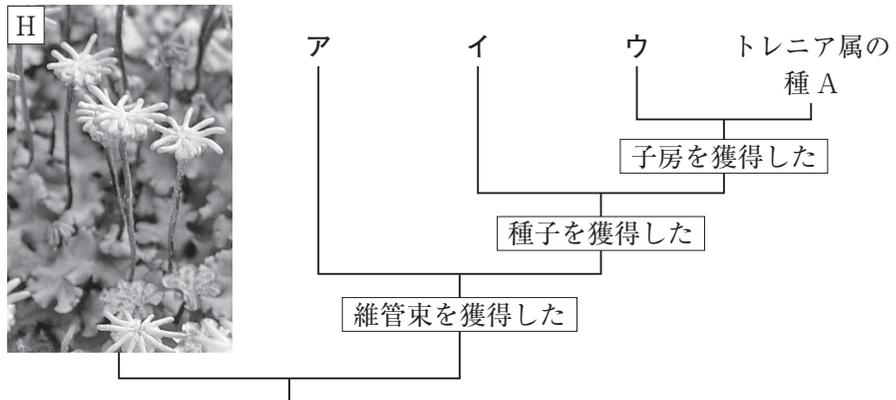


図 5



図 6

	ア	イ	ウ
①	I	J	K
②	I	K	J
③	J	I	K
④	J	K	I
⑤	K	I	J
⑥	K	J	I

## 生 物

B ある高校の園芸部では、珍しい園芸植物 X の種子を入手し、学校の花壇で栽培することにした。植物 X についてインターネットで調べたところ、いくつかのサイトが見つかり、次の情報が得られた。

- ・ 種子は生存期間が比較的短く、2～3年で発芽能力を失う。
- ・ 日当たりのよいところを好み、日陰では育たない。
- ・ 自家受粉では結実しない。

しかし、これら以外の点については、はっきりしなかった。そこで、花壇 a と花壇 b の一画に、それぞれ2回に分けて植物 X の種子をまいてみた。二つの花壇の環境はほぼ同じだが、花壇 b の脇には屋外灯がある。各集団について、発芽後の経過を観察し、最初に花芽が見られた日を記録したところ、次の表1のようになった。また、この期間、この地域の日の出と日の入りの時刻は下の図7に、気温の変化は下の図8に示すとおりであった。

表 1

種子をまいた日	花壇	最初に花芽が見られた日
2015年 6月 1日	a	2016年 4月 15日
2015年 6月 1日	b (脇に屋外灯*)	2016年 3月 10日
2015年 10月 15日	a	2016年 4月 15日
2015年 10月 15日	b (脇に屋外灯*)	2016年 3月 10日

\*屋外灯は、年間を通して、日没から19時まで点灯していた。

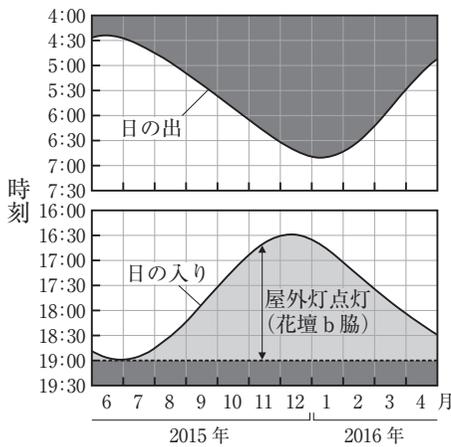


図 7

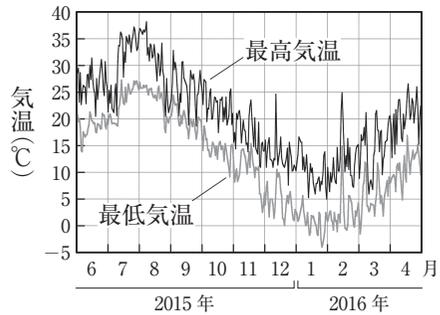


図 8

問 5 植物 X の花芽形成の光周性についての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。 6

- ① 短日植物であり、限界暗期は 11 時間より短い。
- ② 短日植物であり、限界暗期は 11 時間より長い。
- ③ 長日植物であり、限界暗期は 11 時間より短い。
- ④ 長日植物であり、限界暗期は 11 時間より長い。
- ⑤ 中性植物であり、限界暗期というものは無い。

問 6 植物 X の花芽形成と温度との関係についての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。 7

- ① 低温を一定期間以上経験していることが、花芽形成の前提となる。
- ② 低温を経験していないことが、花芽形成の前提となる。
- ③ 高温を一定期間以上経験していることが、花芽形成の前提となる。
- ④ 高温を経験していないことが、花芽形成の前提となる。
- ⑤ 過去に経験した温度は、花芽形成に関係しない。

## 生 物

問 7 植物 X の原種について調べたところ、V 科 W 属であることが分かった。

この属の植物の分布域は、森林地帯という点で共通しているほかは、種によって大きく異なる。そこで、園芸部では、植物 X の性質から、原種がどのような場所に生育しているかを推測してみた。このときの議論を整理した次の文章中の **工** ～ **カ** 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。 **8**

植物 X の花芽形成の性質から、原種が生育しているのは **工** ではなさそうだ。それに、種子の生存期間が短くて、自家受粉では結実しないということは、<sup>かく</sup>攪乱に乗じて繁殖するのに **オ** だ。さらに、日当たりが重要であることも考え合わせると、 **カ** の可能性が高いだらう。

	工	オ	カ
①	熱帯多雨林や雨緑樹林	有利	照葉樹林のギャップ
②	熱帯多雨林や雨緑樹林	有利	夏緑樹林の林床
③	熱帯多雨林や雨緑樹林	不利	照葉樹林のギャップ
④	熱帯多雨林や雨緑樹林	不利	夏緑樹林の林床
⑤	針葉樹林	有利	照葉樹林のギャップ
⑥	針葉樹林	有利	夏緑樹林の林床
⑦	針葉樹林	不利	照葉樹林のギャップ
⑧	針葉樹林	不利	夏緑樹林の林床

## 生 物

問 8 2015年6月1日に花壇 a に植物 X の種子をまくとき、近くに植物 Y と植物 Z の種子もまいた。これら 3 種の成長の速さにずいぶん差があるように思われたので、2015年7月1日にそれぞれ数個体について、根を含む植物体全体の乾燥重量を測定してみた。このとき、乾燥前に植物体をよく観察して、昆虫などによる食害と脱落器官の有無も記録した。また、残してあった種子についても、種皮をはがして乾燥させ、重さを測定した。これらの結果をまとめたところ、次の表 2 のようになった。

表 2

植物種	種子の乾燥重量 (mg/個)	植物体の乾燥重量 (mg/個体)	食害	脱落器官
X	3	398	なし	なし
Y	15	410	虫喰いの 痕跡あり	子葉
Z	180	560	なし	なし

表 2 の結果から、6月1日(種子の段階)から7月1日までの期間における純生産量および総生産量を、植物 X, Y, Z の間で比べると、どの種が最も大きいと判断できるか。純生産量と総生産量について最も適当なものを、次の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。

純生産量  ・ 総生産量

- ① 植物 X
- ② 植物 Y
- ③ 植物 Z
- ④ この情報からだけでは判断できない。

# 生物

## 第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 14)

(a) 昆虫の発生過程では、体節が形成された後、ホメオティック(ホックス)遺伝子群からつくられる調節タンパク質のはたらきによって、各体節は(b) 胚の前後軸に沿った特有の形態を形成していく。このとき、次の図1のように、(c) 胸部の3番目の体節(第3体節)で発現するホメオティック(ホックス)遺伝子Xのはたらきを失ったショウジョウバエの変異体では、<sup>はね</sup>翅をつくらない第3体節が、翅をつくる第2体節と同様の形態になる。その結果、ハエであるのに、あたかも(d) チョウのように2対の翅をもつ個体になる。

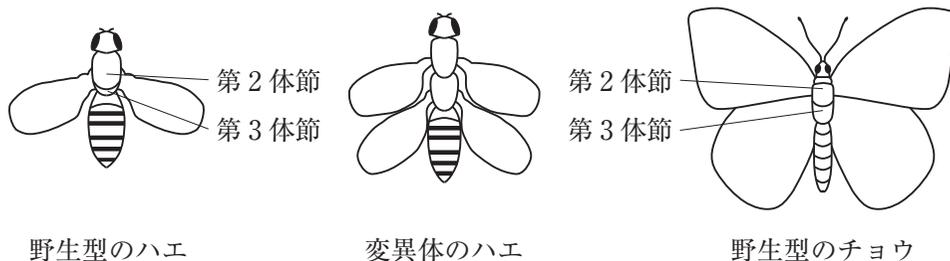


図 1

問 1 下線部(a)について、昆虫が属する節足動物門の動物に共通する形質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 独立栄養である。
- ② 原口が肛門になる。
- ③ 外骨格をもつ。
- ④ 脊索をもつ。
- ⑤ 3対の肢(付属肢)をもつ。

問 2 下線部(b)に関連して、ショウジョウバエの前後軸の形成には、様々な遺伝子の発現を調節するタンパク質の濃度勾配が関わっている。例えば、卵の前端に蓄えられた調節タンパク質 Y の mRNA は、受精後に翻訳される。合成された調節タンパク質 Y は、しばらくすると後方に向かって下がる濃度勾配をつくる。このとき、調節タンパク質 Y の濃度勾配による前後軸の形成に不可欠な卵や胚の性質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 卵黄が中央に集まっている。
- ② 卵割が卵の表面だけで起こる。
- ③ 受精後しばらくの間は細胞質分裂が起こらない。
- ④ 前後に細長い形をしている。
- ⑤ 別の調節タンパク質の mRNA が後端に偏って蓄えられている。

## 生 物

問 3 下線部(c)から考えられる，ショウジョウバエの遺伝子 X の胸部ではたらしきに関する合理的な推論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 発現している体節の一つ前方の体節にはたらきかけて，発現している体節と同じものになることを，促進している。
- ② 発現している体節の一つ前方の体節にはたらきかけて，発現している体節と同じものになることを，抑制している。
- ③ 発現している体節ではたらいて，一つ前方の体節と同じものになることを，促進している。
- ④ 発現している体節ではたらいて，一つ前方の体節と同じものになることを，抑制している。

問 4 下線部(d)に関連して，チョウが2対の翅をもっている理由を説明する次の仮説①～③のうち，ショウジョウバエでの遺伝子 X のはたらき方とは矛盾しない仮説はどれか。それらを過不足なく含むものを，下の④～⑦のうちから一つ選べ。 4

- ① チョウには遺伝子 X がない。
- ② チョウの遺伝子 X は，胸部の第3体節では発現しない。
- ③ チョウの遺伝子 X は胸部の第3体節で発現するが，遺伝子 X からつくられる調節タンパク質が調節する遺伝子群の種類が，ショウジョウバエの場合と異なっている。

- ④ a
- ⑤ b
- ⑥ c
- ⑦ a, b
- ⑧ a, c
- ⑨ b, c
- ⑩ a, b, c

## 生 物

### 第 4 問 次の文章を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 18)

ある市郊外の広大な草原に生息しているリス科の小動物(以下、リス)は、この地方の象徴として愛されている。先頃、草原の近くに商業施設を誘致し、生息地を分断して道路を建設する計画が持ち上がった。「豊かな財政と高い生物多様性を市にもたらす」が公約の市長は難しい判断を迫られることになった。「分断しても全体の面積はほとんど変わらないが、分断によって、(a)生息地が細分化されたり、(b)個体群が小さな集団に分けられたりするだろう。このまま計画を進めても大丈夫だろうか」と懸念した市長は、調査官としてあなたを招き、リスの個体群の状態と生息地の分断の影響について、調査を依頼した。次の表 1 は、あなたが調査した結果をもとに作成したリスの生命表である。ただし、6 歳以上の個体はいなかった。なお、表 1 ではオスとメスを区別せずに示している。

表 1

$x$ : 年齢	$N_x$	$l_x$	$p_x$	$m_x$	$l_x m_x$
0	180	1.00	0.25	0.0	0.000
1	45	0.25	0.60	1.1	0.275
2	27	0.15	0.59	2.1	0.315
3	16	0.09	0.56	2.2	0.198
4	9	0.05	0.56	2.5	0.125
5	5	0.03	0.00	2.9	0.087
合計	282			10.8	1.000

$N_x$  :  $x$  歳の初めの個体数

$l_x$  :  $N_x/N_0$ , 0 歳の初めの個体数に対する  $x$  歳の初めまで生存した個体数の比率

$p_x$  :  $N_{x+1}/N_x$ ,  $x$  歳の初めから  $(x+1)$  歳の初めまでの生存率

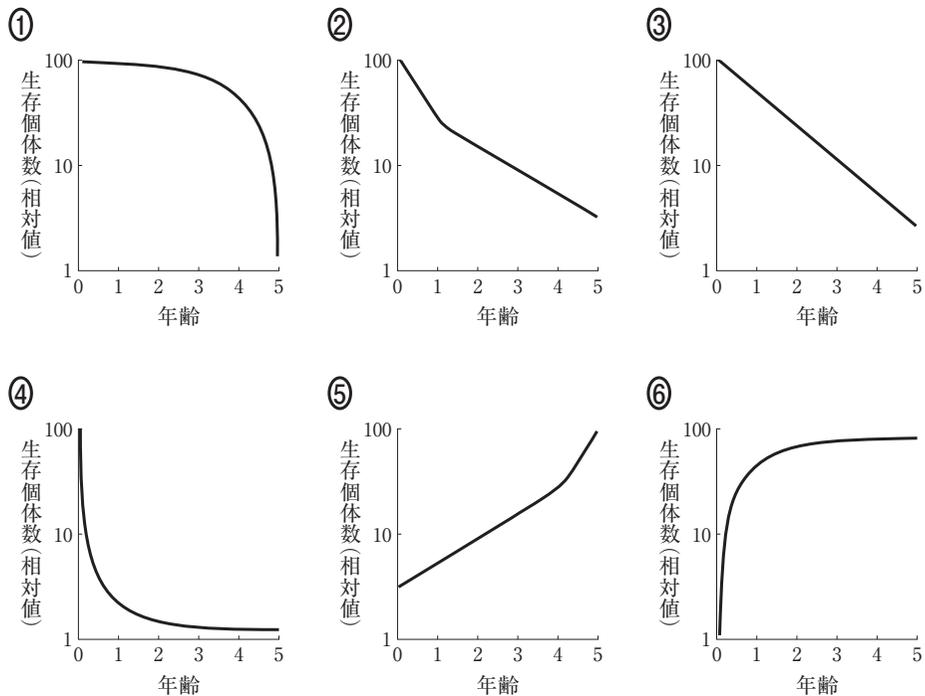
$m_x$  :  $x$  歳の個体が産んだ子の平均数

$l_x m_x$  :  $l_x$  と  $m_x$  の積

問 1 表 1 の  $l_x m_x$  から推定される、リスの個体群の大きさの変化に関する記述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

- ① ほとんど変化していない。
- ② 急激に増加している。
- ③ 急激に減少している。
- ④ 年ごとに増加と減少を繰り返し、その振れ幅は年々増加している。
- ⑤ 年ごとに増加と減少を繰り返し、その振れ幅は年々減少している。
- ⑥ 一度増加した後に、減少に転じている。

問 2 表 1 のデータをもとに描いたリスの生存曲線として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2



## 生 物

問 3 下線部(a)に関連して、次の生態学的な指標①～③のうち、リスの生息地が分断されて小さくなるほど減少すると考えられる指標はどれか。それらを過不足なく含むものを、下の④～⑦のうちから一つ選べ。 3

- ① 各生息地のリスの個体群の環境収容力(ある環境が維持できる個体数の上限)
- ② 各生息地内のリスの捕食者の個体数
- ③ 各生息地内の生息環境の多様性

- ④ ① ②
- ⑤ ①, ③
- ⑥ ②, ③
- ⑦ ①, ②, ③

問 4 下線部(b)に関連して、生息地が分断されて個体群が小さくなることで、絶滅のリスクが上昇する理由として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ・

- ① 近親交配に伴う  $l_x$  の上昇
- ② 近親交配に伴う  $m_x$  の低下
- ③ 偶然に個体数がゼロになる確率の上昇
- ④ 種間競争の緩和による競争排除の減少
- ⑤ 共倒れ型の種内競争の激化

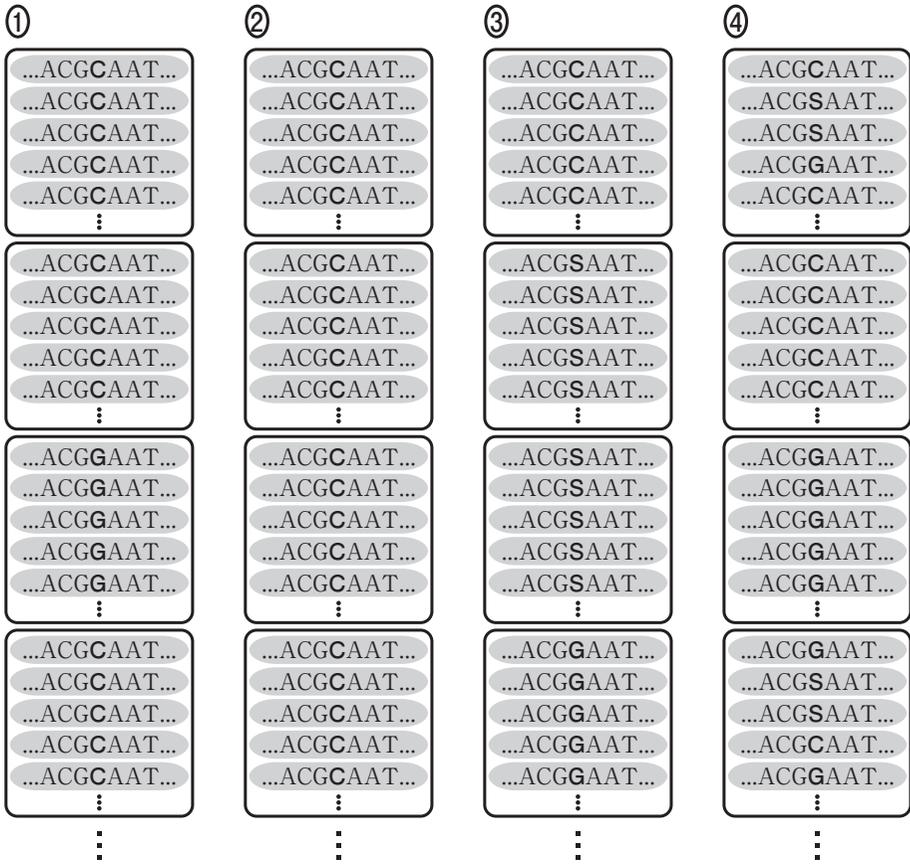
## 生 物

問 5 下線部(b)に関連して、世代の経過とともに各小集団の遺伝子型の構成が変化することで、遺伝的多様性に影響する場合を考える。次の図 1 は、ある集団から無作為に抽出した 20 個体について、ある遺伝子座の遺伝子型の構成を塩基配列で表している。この集団が多くの小集団に分断され、それ以降多くの世代が経過したとする。その時点で無作為に複数の小集団について調べたときに、各小集団の遺伝子型の構成として現れる**可能性が最も低いものを**、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、これらの遺伝子型は、自然選択に対して中立であるものとする。 6

個体 1	...ACG <b>S</b> AAT...	個体 11	...ACG <b>C</b> AAT...
個体 2	...ACG <b>S</b> AAT...	個体 12	...ACG <b>G</b> AAT...
個体 3	...ACG <b>C</b> AAT...	個体 13	...ACG <b>G</b> AAT...
個体 4	...ACG <b>G</b> AAT...	個体 14	...ACG <b>S</b> AAT...
個体 5	...ACG <b>S</b> AAT...	個体 15	...ACG <b>S</b> AAT...
個体 6	...ACG <b>S</b> AAT...	個体 16	...ACG <b>S</b> AAT...
個体 7	...ACG <b>G</b> AAT...	個体 17	...ACG <b>G</b> AAT...
個体 8	...ACG <b>C</b> AAT...	個体 18	...ACG <b>S</b> AAT...
個体 9	...ACG <b>S</b> AAT...	個体 19	...ACG <b>C</b> AAT...
個体 10	...ACG <b>C</b> AAT...	個体 20	...ACG <b>S</b> AAT...

各個体で、A、T、G、および C はそれぞれの塩基のホモ接合であることを、S は G と C のヘテロ接合であることを表す。

図 1



# 生物

## 第5問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 26)

A 緑色蛍光タンパク質(以下、GFP)は、現代生物学において様々な方法で利用されている。例えば、(a) 遺伝子組換え技術を用いて、(b) 調べたいタンパク質とGFPとの融合タンパク質を発現させ、発現時期や(c) 細胞内での局在などに関する情報を得ることもできる。

問1 下線部(a)に関連して、次の(1)・(2)のように、遺伝子をプラスミドにつなぎ合わせる実験を行った。

(1) あるDNA鎖を、次の図1の制限酵素X、Y、およびZで切断して、下の図2のようなDNA断片a、b、およびcを得た。

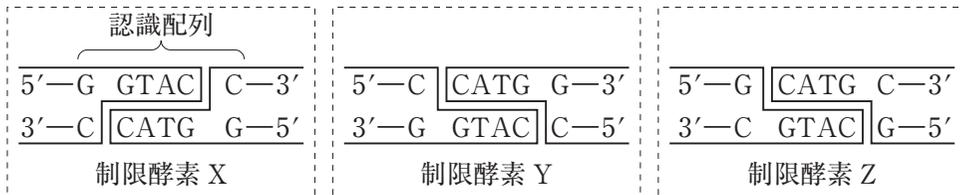
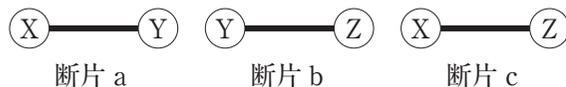


図1 制限酵素X、Y、およびZが認識する配列と切断の仕方



ⓧ, Ⓨ, Ⓩ : 制限酵素X, Y, またはZで切断したときの切り口

図 2

- (2) プラスミドを，図1の制限酵素 X と Z とで切断して，次の図3のようなプラスミド断片を得た。

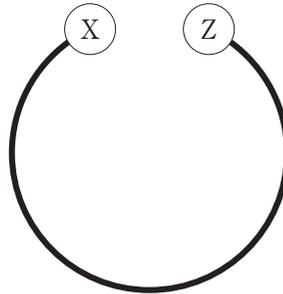


図 3

このプラスミド断片と図2のDNA断片 a, b, または c とを混合し，DNA リガーゼを加えて反応させたとき，図2のDNA断片 a～cのうち，プラスミド断片に連結されて環状になり得るDNA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。ただし，1本のプラスミドに挿入されるDNA断片は1本だけとする。 1

- |           |               |        |
|-----------|---------------|--------|
| ① a       | ② b           | ③ c    |
| ④ a, b    | ⑤ a, c        | ⑥ b, c |
| ⑦ a, b, c | ⑧ どれも環状にならない。 |        |

## 生 物

問 2 下線部(b)に関連して、チューブリンと GFP との融合タンパク質を、マウスの様々な細胞で発現させることができるように、プラスミドを設計した。次の図 4 は、そのプラスミドの一部を模式的に示したものである。このとき、図 4 中の **ア** ~ **ウ** に入る配列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**



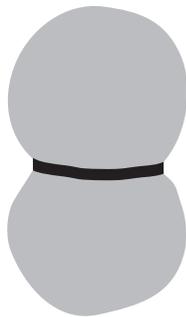
図 4 プラスミドの一部

	ア	イ	ウ
①	転写調節領域 (転写調節配列)	プロモーター	翻訳開始点
②	転写調節領域 (転写調節配列)	翻訳開始点	プロモーター
③	プロモーター	転写調節領域 (転写調節配列)	翻訳開始点
④	プロモーター	翻訳開始点	転写調節領域 (転写調節配列)
⑤	翻訳開始点	転写調節領域 (転写調節配列)	プロモーター
⑥	翻訳開始点	プロモーター	転写調節領域 (転写調節配列)

問 3 下線部(c)に関連して，問 2 で作製したプラスミドを複数のマウスに導入し，チューブリンと GFP の融合タンパク質を発現させ，様々な細胞で GFP の蛍光を観察したところ，この蛍光はチューブリンと同じ局在を示していた。次の蛍光顕微鏡像の模式図 d～h のうち，観察されたものはどれか。観察された像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。なお，GFP の蛍光は，黒塗りで示してある。また，図の縮尺は同じではない。

3

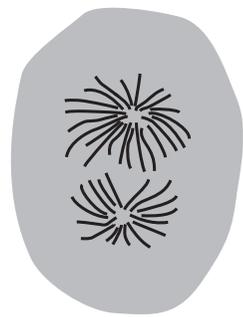
d 分裂中の精原細胞



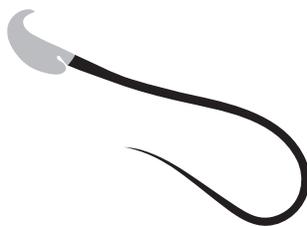
e 小腸の上皮細胞



f 分裂中の肝細胞



g 精子



h 神経細胞



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

## 生 物

B 保健の授業で、日本人には、お酒(エタノール)を飲んだときに顔が赤くなりやすい人が、欧米人に比べて多いことを学んだ。このことに興味をもったスミコ、カヨ、ススムの三人は、図書館に行ってその原因について調べてみることにした。

スミコ：この本によると、顔が赤くなりやすいのは、エタノールの中間代謝物であるアセトアルデヒドを分解するアセトアルデヒド脱水素酵素(以下、ALDH)の遺伝子に変異があって、アセトアルデヒドが体内に蓄積されやすいからなんですって。変異型の遺伝子をヘテロ接合やホモ接合でもつ人は、ALDHの活性が正常型のホモ接合の人の2割くらいになったりゼロに近くなったりするそうよ。

カヨ：ヘテロ接合体は、正常型の表現型になるのが普通だと思っていたけど、違うのね。ヘテロ接合体の表現型って、どうやって決まるのかしら。

ススム：ヘテロ接合体の活性がとても低くなってしまいうところ、どうもピンとこないね。僕は、ヘテロ接合体であっても正常型の遺伝子をもつのだから、そこからできる<sup>(d)</sup>タンパク質が酵素としてはたらくことで、正常型のホモ接合体の半分になると思うんだけどなあ。(図5)

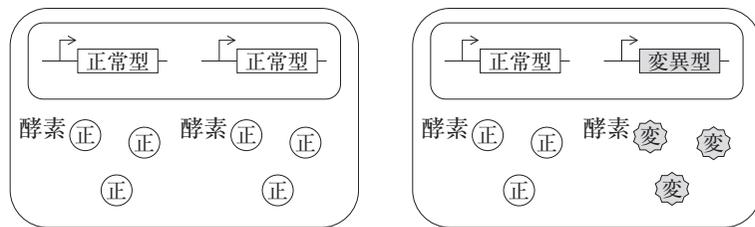


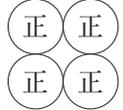
図 5

スミコ：あっ、もしかしたら、ALDHの遺伝子からつくられるポリペプチドは、<sup>(e)</sup>1本では酵素としてはたらくかないんじゃないかしら。

ススム：ALDHに関する本を見つけたよ。本当だ、4本の同じポリペプチドが複合体となつてはたらくんだってさ。よし、4本ではたらくとして計算してみるか。あれれ、<sup>(f)</sup>4本でもヘテロ接合体の活性は、半分になつてしまうぞ。

カ ヨ：ちょっと待って。私が見つけた文献には，ヘテロ接合体でできる5種類の複合体について詳しく書いてあるわ。(表1)

表1 5種類の複合体

変異ポリペプチドの本数	0	1	2	3	4
存在比	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$
酵素活性 (相対値)	100	48	12	5	4
複合体の例					

カ ヨ：表1から計算すると，ヘテロ接合体の活性は，正常型のホモ接合体の2割強になるわね。たぶん，ススムさんの計算は前提が違っているのよ。

スミコ：きっと活性のない変異ポリペプチドが，複合体の構成要素となって，活性を阻害しているのね。二人三脚で走るときに，速い人が遅い人と組むとスピードが遅くなるというのと同じことよ。ああ，だから，ヘテロ接合の人は，変異型のホモ接合体の表現型に近くなるんだわ。

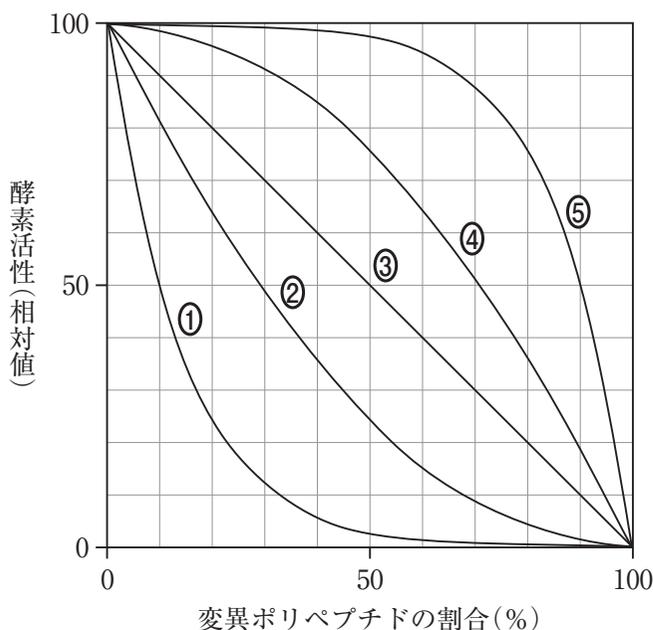
ススム：なるほどね。日本人にお酒を飲んだときに顔が赤くなりやすい人が多いのには，変異ポリペプチドを含む複合体のALDHの活性と，変異型の遺伝子頻度という生物学的な背景があるんじゃないかな。じゃあ，みんなで<sup>(g)</sup>変異型の遺伝子頻度を調べてみようよ。

## 生 物

問 4 下線部(d)に関連して，細胞でつくられるタンパク質には，ALDHとは異なり，細胞外に分泌されてはたらくものもある。このようなタンパク質を合成しているリボソームが存在する場所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 核の内部                      ② 細胞膜の表面                      ③ ゴルジ体の内部  
④ 小胞の内部                      ⑤ 小胞体の表面

問 5 下線部(e)に関連して，2本の正常ポリペプチドが集合して初めてはたらく酵素を考える。このとき，正常ポリペプチドと，集合はできるが複合体の活性に寄与しない変異ポリペプチドがあると仮定する。正常ポリペプチドに対して混在する変異ポリペプチドの割合を様々に変化させるとき，予想される酵素活性の変化を表す近似曲線として最も適当なものを，次のグラフ中の①～⑤のうちから一つ選べ。 5



問 6 下線部(f)について、どのような前提で計算すれば、活性が半分になるか。考え得る前提として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 ・ 7

- ① 複合体の酵素活性は、複合体中の正常ポリペプチドの本数に比例する。
- ② 複合体の酵素活性は、複合体中の変異ポリペプチドの本数に反比例する。
- ③ 正常ポリペプチドが1本でも入った複合体の酵素活性は、100である。
- ④ 変異ポリペプチドが1本でも入った複合体は、酵素活性をもたない。
- ⑤ 変異ポリペプチドは、複合体の構成要素にならない。

問 7 下線部(g)について、エタノールに浸したパッチシートで皮膚が紅潮するまでの時間の違いによって、その人の ALDH の活性の高低を調べることができる。三人が同級生 160 人の協力を得て調べたところ、次の表 2 の結果が得られた。表 2 から推測される変異型の ALDH 遺伝子の遺伝子頻度として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

表 2

活性が低いかほとんどない	活性が高い
70 人	90 人

- ① 0.25                      ② 0.33                      ③ 0.44
- ④ 0.56                      ⑤ 0.67                      ⑥ 0.75