

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 動物の体は、核酸やアタンパク質、糖質(糖類)、脂質などでできている。これらの有機物を構成する炭素は、植物がイ光合成で固定した炭素に由来している。また、動物の核酸やタンパク質に含まれる窒素は、ウ微生物などによる窒素固定を経て植物によって同化された窒素に由来している。したがって、動物の生存は、植物や微生物のはたらきの上に成り立っている。

問1 下線部ア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。

- ① タンパク質を熱で変性させると、タンパク質の一次構造が大きく変わる。
- ② あるアミノ酸のアミノ基と別のアミノ酸のカルボキシ(カルボキシル)基が反応すると、二酸化炭素1分子が除かれて、ペプチド結合ができる。
- ③ ジスルフィド結合(S-S結合)は、1本のポリペプチド鎖の中でのみ形成され、異なるポリペプチド鎖の間で形成されることはない。
- ④ 立体構造が変化することによって、タンパク質の機能が、調節されることはない。
- ⑤ タンパク質には、その機能を果たすために金属イオンを必要とするものがある。

問 2 下線部イに関する次の文章中の **エ** ～ **カ** に入る物質名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**

光のエネルギーを受けて光化学系Ⅱのクロロフィルから放出された電子は、光化学系Ⅰに受け渡され、**エ** の合成に使われる。電子を放出した光化学系Ⅱのクロロフィルが還元される際には、チラコイド内の水分子は分解され、酸素と**オ**が生じる。また、光化学系Ⅱで生じた電子が光化学系Ⅰに伝達される過程で、ストロマ側の**オ**がチラコイドの内側に輸送される。チラコイド内に蓄積された**オ**が、ある酵素を通してストロマ側に移動するときに**カ**が合成される。このようにして合成された**エ**や**カ**は、二酸化炭素を固定する反応で使われる。

- | | エ | オ | カ | | エ | オ | カ |
|---|-------------------|----------------|----------------|---|-------------------|----------------|----------------|
| ① | NADPH | H ⁺ | ATP | ② | NADPH | ATP | H ⁺ |
| ③ | NADP ⁺ | NADPH | ATP | ④ | NADP ⁺ | ATP | NADPH |
| ⑤ | ATP | NADPH | H ⁺ | ⑥ | ATP | H ⁺ | NADPH |

問 3 下線部ウに関連して、窒素固定と窒素同化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。 **3**

- ① 窒素固定細菌は、窒素固定に植物との共生を必要とし、単独で窒素固定を行うことはない。
- ② 窒素固定細菌による窒素固定では、土壌中の生物の遺体に含まれる窒素化合物から、別の窒素化合物がつくられる。
- ③ 植物が根から取り込むアンモニウムイオンは、硝酸菌や亜硝酸菌のはたらきで生じる。
- ④ 植物の窒素同化では、酵素のはたらきで、グルタミン酸とアンモニウムイオンからグルタミンが合成される。
- ⑤ 動物は、主に硝酸イオンから窒素を含む生体成分をつくる。

生 物

B DNA は、塩基配列という形で遺伝情報を保持している。そのため、DNA の塩基配列が RNA の塩基配列へと写し取られる キ 転写や、ク DNA の複製は重要である。大腸菌は、古くから原核生物の転写調節のしくみや DNA の複製のしくみを明らかにする研究に利用されてきた。

問 4 下線部キに関連する次の文章中の ケ ～ シ 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。 4

大腸菌のラクトースオペロンの転写調節においては、ケ 存在下で、調節因子であるリプレッサーが コ に結合するため、RNA ポリメラーゼが機能せず、転写は起こらない。一方、培養液中に ケ がなくなり、サ だけが存在する場合は、リプレッサーが シ ことによって、RNA ポリメラーゼが機能し、オペロンの構造遺伝子群の転写が始まる。

	ケ	コ	サ	シ
①	ラクトース	プロモーター	グルコース	分解される
②	ラクトース	プロモーター	グルコース	結合部位から離れる
③	ラクトース	オペレーター	グルコース	分解される
④	ラクトース	オペレーター	グルコース	結合部位から離れる
⑤	グルコース	プロモーター	ラクトース	分解される
⑥	グルコース	プロモーター	ラクトース	結合部位から離れる
⑦	グルコース	オペレーター	ラクトース	分解される
⑧	グルコース	オペレーター	ラクトース	結合部位から離れる

問 5 下線部クに関連して，大腸菌における DNA の複製は，次の図 1 のように，複製起点とよばれる領域で始まり，そこからリーディング鎖とラギング鎖を合成しながら両側に進行する。大腸菌のもつ DNA は 450 万塩基対の環状二本鎖 DNA であり，複製起点が一つである。大腸菌の DNA 合成酵素が 1 秒あたり 1500 ヌクレオチドの速度で合成するとき，大腸菌の DNA の 1 回の複製には何分かかるか。最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。 5 分

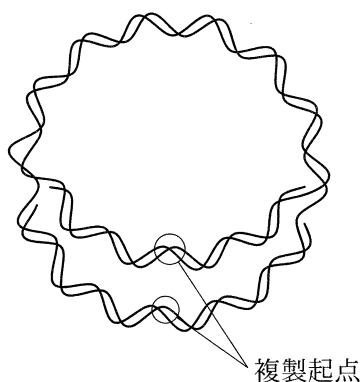


図 1

- | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|-------|
| ① 15 | ② 25 | ③ 30 | ④ 50 | ⑤ 150 |
| ⑥ 250 | ⑦ 300 | ⑧ 1500 | ⑨ 3000 | |

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 1 ～ 6] (配点 18)

A 動物と植物の ア 配偶子形成と受精のしくみには、共通性がある。とくに、受精に先立って雄性配偶子が雌性配偶子にたどり着くのは、動物と植物で共通している。被子植物では、雄性配偶子(精細胞)を運ぶ花粉管が胚のう^{はい}の方向に誘引される。多細胞動物でも、精子が卵の方向に誘引される。植物と動物の両方で、雄性配偶子を雌性配偶子に導くしくみを調べるため、次の実験 1・実験 2 を行った。

実験 1 被子植物のトレニアの胚珠は次の図 1 に示すように、胚のうの一部が裸出していて、卵細胞、助細胞および中央細胞の一部を顕微鏡で容易に観察できる。花粉管の誘引にかかわるのはどの細胞かを調べるため、未受精あるいは受精後の胚のうを含む胚珠を切り出して、卵細胞、助細胞または中央細胞のいずれかをレーザー光線で死滅させて観察したところ、次の表 1 の結果が得られた。

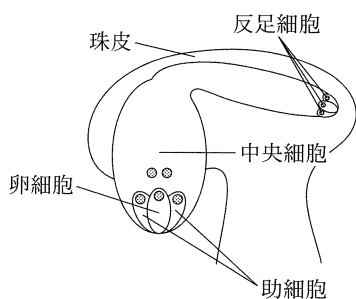


図 1

表 1

胚のうの種類	死滅させた細胞	花粉管の誘引
未受精の胚のう	な し	あ り
	卵細胞	あ り
	中央細胞	あ り
	助細胞 1 個	あ り
	助細胞 2 個	な し
受精後の胚のう	な し	な し

実験 2 ^{むせきつい}無脊椎動物のユレイボヤ(以後、ホヤとよぶ)の未受精卵の卵細胞は、次の図 2 に示すように、テスト細胞とよばれる細胞とろ胞細胞とに囲まれている。海水中に放出された精子を顕微鏡で観察したところ、個々の精子は一定の場所で円運動をしていた。ここに未受精卵を加えると、精子は未受精卵の方向へ遊泳し、その後、受精が起こった。精子の誘引にかかわるのはどの細胞かを調べるため、未受精卵から取り出したテスト細胞、ろ胞細胞および卵細胞または受精卵から取り出した卵細胞とを様々に組み合わせて、円運動をしている精子とともに海水に入れて観察したところ、次の表 2 の結果が得られた。

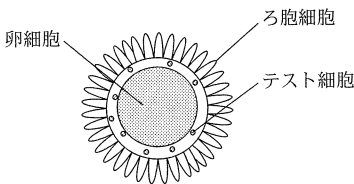


図 2 未受精卵

表 2

実験に用いた細胞の組合せ	精子の誘引
テスト細胞, 未受精の卵細胞	あ り
ろ胞細胞, 未受精の卵細胞	あ り
テスト細胞, ろ胞細胞	な し
テスト細胞, ろ胞細胞, 受精した卵細胞	な し

問 1 下線部 ア に関連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 被子植物の助細胞と反足細胞に含まれる DNA は、重複受精を通して、次の世代へ伝達される。
- ② 動物の精子では、べん毛の基部をゴルジ体を取り囲んでいる。
- ③ 被子植物の雌性配偶子である卵細胞は、動物の卵と同様、卵黄をもつ。
- ④ 被子植物の花粉の雄原細胞は、花粉管核が分裂して形成される。
- ⑤ 動物の精子は、精原細胞が体細胞分裂を行って形成される。
- ⑥ 被子植物の花粉母細胞は、減数分裂を経て花粉四分子になる。

生 物

問 2 実験 1 ・ 実験 2 から得られた結果に関して，花粉管あるいは精子の誘引に必要な細胞と，受精前後での誘引活性の変化に関する考察の組合せとして最も適当なものを，トレニア(実験 1)とホヤ(実験 2)について，次のそれぞれの選択肢①～⑥のうちから一つずつ選べ。

トレニア(実験 1) 2 ・ ホヤ(実験 2) 3

トレニア(実験 1)の選択肢

	誘引に必要な細胞	受精前後での誘引活性の変化
①	卵細胞	受精後に失われる
②	卵細胞	受精とは無関係に維持される
③	助細胞	受精後に失われる
④	助細胞	受精とは無関係に維持される
⑤	中央細胞	受精後に失われる
⑥	中央細胞	受精とは無関係に維持される

ホヤ(実験 2)の選択肢

	誘引に必要な細胞	受精前後での誘引活性の変化
①	卵細胞	受精後に失われる
②	卵細胞	受精とは無関係に維持される
③	テスト細胞	受精後に失われる
④	テスト細胞	受精とは無関係に維持される
⑤	ろ胞細胞	受精後に失われる
⑥	ろ胞細胞	受精とは無関係に維持される

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

生 物

B 動物の発生では、イ 特定の発生段階に特有の構造ができていく。ショウジョウバエの幼虫の体は頭部、胸部および腹部からなり、野生型の原腸胚期の胚の頭部と胸部の境界の位置は、タンパク質 X の量によって決まっている。タンパク質 X は、母親の卵巣で行われる卵形成時に卵の前端に蓄えられる RNA から翻訳される。また、翻訳されるタンパク質 X の量は、蓄えられる RNA の量に比例している。

ウ この蓄えられる RNA の量を野生型の半分または 2 倍に変化させると、頭部と胸部の境界の位置が変わり、頭部の比率が異常な原腸胚になってしまう。これらの胚も、その後^{ふか}孵化して子孫を残すことができる。しかし、タンパク質 X の RNA を全くもたない卵から発生した胚は、原腸胚期に頭部が欠失するために、その後しばらくは発生が進むものの、孵化することなく死んでしまう。

問 3 下線部イに関連して、イモリの発生を観察したとき、出現する順に並んでいるものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

4

- ① 卵割腔^{らんかつこう} → 灰色三日月(環) → 神経管 → 脊^{せき}索^{さく} → 角 膜 → 水晶体
- ② 卵割腔 → 灰色三日月(環) → 神経管 → 脊 索 → 水晶体 → 角 膜
- ③ 卵割腔 → 灰色三日月(環) → 脊 索 → 神経管 → 角 膜 → 水晶体
- ④ 卵割腔 → 灰色三日月(環) → 脊 索 → 神経管 → 水晶体 → 角 膜
- ⑤ 灰色三日月(環) → 卵割腔 → 神経管 → 脊 索 → 角 膜 → 水晶体
- ⑥ 灰色三日月(環) → 卵割腔 → 神経管 → 脊 索 → 水晶体 → 角 膜
- ⑦ 灰色三日月(環) → 卵割腔 → 脊 索 → 神経管 → 角 膜 → 水晶体
- ⑧ 灰色三日月(環) → 卵割腔 → 脊 索 → 神経管 → 水晶体 → 角 膜

問 4 下線部ウに関して、それぞれの原腸胚に形成される頭部と胸部の境界の正常胚に対する相対的な位置の変化の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

	半分に变化させたとき	2 倍に変化させたとき
①	後方に動く	後方に動く
②	後方に動く	前方に動く
③	前方に動く	後方に動く
④	前方に動く	前方に動く

問 5 下線部ウに関連して、タンパク質 X をコードする正常な対立遺伝子とその RNA が転写されない異常な対立遺伝子とのヘテロ接合体では、正常な対立遺伝子のホモ接合体(野生型)に比べて、転写されるタンパク質 X の RNA の量は半分になる。そのため、産み出されるどの卵でも蓄えられる RNA は半量になってしまう。ヘテロ接合体のオスとヘテロ接合体のメスとを交配して得られたすべてのメスと、異常な対立遺伝子のホモ接合体のオスとを交配したとき、次の世代の原腸胚の形態の分離比として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 6

	正 常 : 異 常	正 常 : 異 常	正 常 : 異 常
①	9 : 7	② 8 : 1	③ 3 : 1
④	2 : 1	⑤ 1 : 0	⑥ 1 : 1
⑦	1 : 2	⑧ 1 : 3	⑨ 0 : 1

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1～5)に答えよ。

(解答番号 1 ～ 6) (配点 18)

A ヒトの骨格筋は ア という多核の細長い細胞が束状に集まって構成されている。1 個の ア 内には多数の イ が細胞の長軸方向に平行に並んでおり、さらに イ は、T 管や大量の ウ を蓄えている筋小胞体によって取り巻かれている。イ を電子顕微鏡で拡大して観察すると、細い エ フィラメントと太い オ フィラメントが規則正しく配列している。**カ** 骨格筋の収縮は、これらのフィラメントのはたらきによって起こる。

問 1 上の文章中の ア ～ オ 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。 1

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	筋原繊維	筋繊維	Ca^{2+}	アクチン	ミオシン
②	筋原繊維	筋繊維	Ca^{2+}	ミオシン	アクチン
③	筋原繊維	筋繊維	ATP	アクチン	ミオシン
④	筋原繊維	筋繊維	ATP	ミオシン	アクチン
⑤	筋繊維	筋原繊維	Ca^{2+}	アクチン	ミオシン
⑥	筋繊維	筋原繊維	Ca^{2+}	ミオシン	アクチン
⑦	筋繊維	筋原繊維	ATP	アクチン	ミオシン
⑧	筋繊維	筋原繊維	ATP	ミオシン	アクチン

問 2 下線部力に関連して、次の図 1 は、骨格筋内部の微細構造の一部を拡大して示した模式図である。図 1 の a ～ d のうち、筋収縮時に長さが短くなる部分を過不足なく含むものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

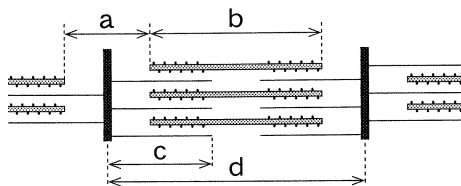


図 1

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d |
| ⑤ a, b | ⑥ a, d | ⑦ b, c | ⑧ b, d |

問 3 下線部力に関連して、骨格筋では、運動神経からの刺激により、次の図 2 のように、単収縮が起こる。この現象に関する記述として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

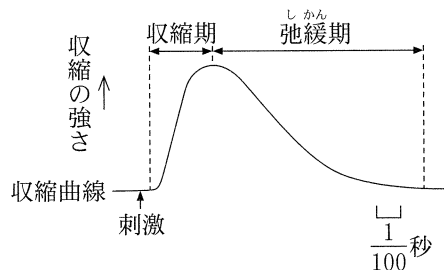


図 2

- ① 収縮期には、筋原繊維からアセチルコリンが放出される。
- ② 収縮期には、ミオシン頭部で ATP が分解される。
- ③ 弛緩期には、細胞質基質の Ca^{2+} 濃度が増加する。
- ④ 弛緩期には、ミオシンとアクチンが結合し始める。
- ⑤ 単収縮中に再び刺激を受けても、その筋の収縮は影響されない。

生 物

B 植物の成長は、植物ホルモンによって調節されている。オオムギやイネの種子発芽では、胚^{はい}でできたジベレリンが **キ** に作用して **ク** を分泌させ、これが **ケ** を分解する。この分解産物を利用して胚が成長し、芽ばえが生じる。芽ばえでは、オーキシンが、合成された部位から作用する部位に移動してはたらき、成長を促進する。このオーキシンの移動について調べるため、次の実験1を行った。

実験1 トウモロコシの芽ばえを用い、次の図3に示すように根の途中から長さ6 mmの切片を切り出し、切片の一方の切り口には標識されたオーキシン(以後、標識オーキシンとよぶ)を含む寒天片(供与側)を、反対側の切り口には標識オーキシンを含まない寒天片(受容側)を接触させて、時間を追って受容側の寒天中に移動した標識オーキシン量を測定した。図3のように、標識オーキシンを切片の根の先端側eあるいは基部側fに与え、重力に対し上下逆転させない場合(コ、サ)と逆転させた場合(シ、ス)とで調べた。実験開始4時間後の測定結果を下の図4に、シにおける測定値の時間的変化を下の図5に示した。

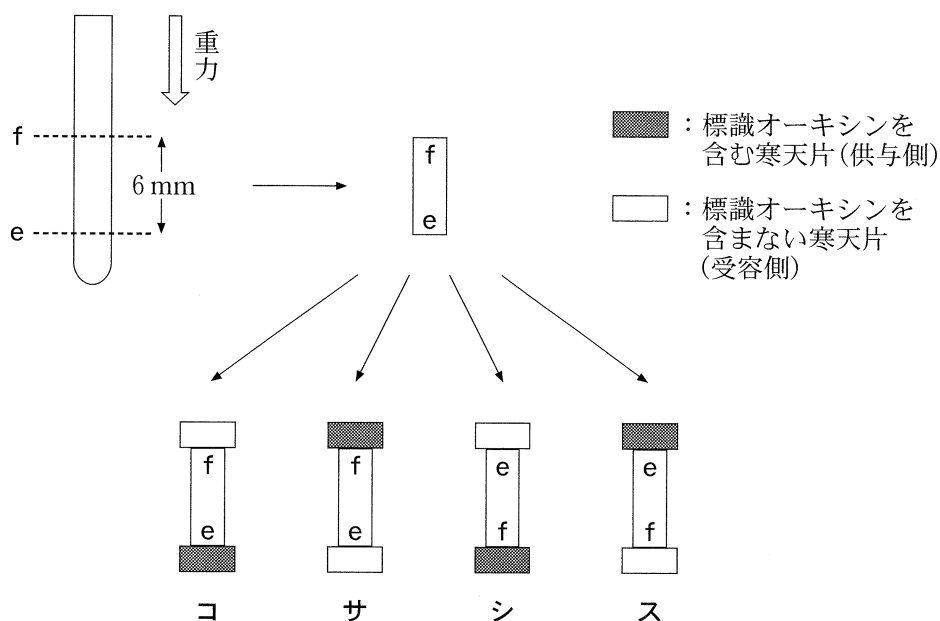


図 3

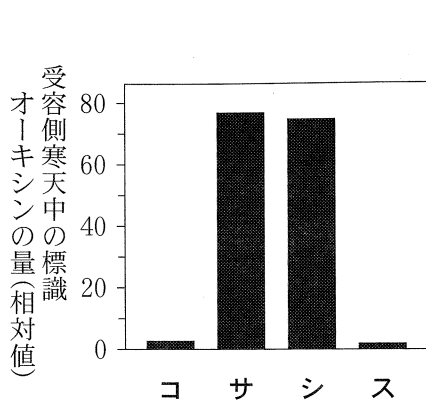


図 4

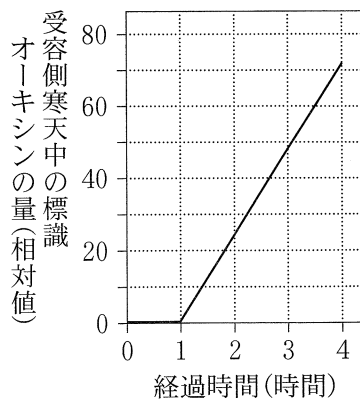


図 5

問 4 上の文章中の **キ** ~ **ケ** 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。 **4**

	キ	ク	ケ
①	こふんそう 糊粉層	アミラーゼ	タンパク質
②	糊粉層	アミラーゼ	デンプン
③	糊粉層	トリプシン	タンパク質
④	糊粉層	トリプシン	デンプン
⑤	胚 乳	アミラーゼ	タンパク質
⑥	胚 乳	アミラーゼ	デンプン
⑦	胚 乳	トリプシン	タンパク質
⑧	胚 乳	トリプシン	デンプン

生 物

問 5 実験 1 の結果から導かれるオーキシンの移動に関する考察として適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。なお、オーキシンは一定速度で根の中を移動し、標識はオーキシンの移動に影響を与えないものとする。

5

 ・

6

- ① 重力の方向にかかわらず、根の先端側から基部側に移動する。
- ② 重力の方向にかかわらず、根の基部側から先端側に移動する。
- ③ 根の先端・基部の方向にかかわらず、重力に対し下方に移動する。
- ④ 根の先端・基部の方向にかかわらず、重力に対し上方に移動する。
- ⑤ 移動速度は、およそ 6 mm/時である。
- ⑥ 移動速度は、およそ 12 mm/時である。
- ⑦ 移動速度は、およそ 18 mm/時である。
- ⑧ 移動速度は、およそ 24 mm/時である。

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

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 ～ 5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕(配点 18)

A 個体の重量や体積が増加することをア成長という。自然界では、生産された卵や子、または種子のすべてが、成長して生殖齢に到達できるわけではない。新たに生産された個体が、成長するにつれて個体群の中でどれだけ生き残るかを示した表を、生命表という。また、生命表をグラフに表したものを生存曲線という。イ生存曲線の形は種や個体群によって様々である。

問 1 下線部アに関連して、同じ面積のいくつかの畑にダイズの種子を異なる密度でまいたとき、畑ごとの個体の成長と、個体群全体の重量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。ただし、極端な高密度や低密度は考慮せず、密度以外の条件は一定とする。

- ① 個体群密度の高い畑ほど、個体は大きく成長するので、個体群全体の最終的な重量は大きくなる。
- ② 個体群密度の低い畑ほど、個体は大きく成長するので、その個体群全体の最終的な重量は大きくなる。
- ③ 個体群密度の低い畑ほど、個体は大きく成長するが、どの個体群密度の畑でも、個体群全体の最終的な重量はほぼ等しくなる。
- ④ 個体群密度の低い畑ほど、個体の成長が抑制されるので、個体群全体の最終的な重量は小さくなる。
- ⑤ 個体の成長は個体群密度にかかわらずほぼ一定で、個体群密度の高い畑ほど、個体群全体の最終的な重量は大きくなる。

問 2 下線部イに関連して、次の図 1 は、様々な生存曲線を模式的に a 型、b 型および c 型の三つに大別したものである。それぞれの型の生存曲線に関する下の記述ウ～カのうち、正しい記述を過不足なく含むものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 2

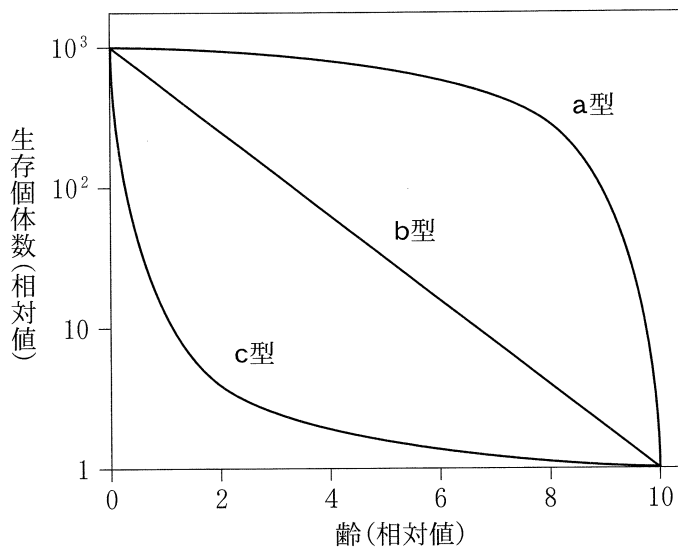


図 1

- ウ a 型の生存曲線は、水生無脊椎動物や魚類に多くみられる。
 エ b 型の生存曲線は、年齢ごとの死亡個体数が一定である生物にみられる。
 オ c 型の生存曲線をもつ種は、一般に 1 回の産卵数・産子数が非常に多いものの、多くの個体は生殖齢に達することができない。
 カ 生存曲線がどの型になるかは、幼齢時の親の保護と関係が深く、一般に保護が発達している種は a 型になり、保護がない種は c 型になる。

- | | | |
|--------|--------|-----------|
| ① ウ | ② エ | ③ オ |
| ④ カ | ⑤ ウ, エ | ⑥ エ, オ |
| ⑦ エ, カ | ⑧ オ, カ | ⑨ エ, オ, カ |

生 物

問 3 次の表 1・表 2 は、新たに生産された 1000 個体を追跡して得られた、ある 2 種の生物、種 X と種 Y の生命表である。種 X と種 Y の生存曲線は、それぞれ上の図 1 のどの型に近いと考えられるか。それら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

表 1 種 X の生命表

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生存個体数	1000	498	250	124	62	30	16	7	4	2	1

表 2 種 Y の生命表

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8
生存個体数	1000	874	749	625	499	377	248	126	1

	種 X	種 Y
①	a 型	a 型
②	a 型	b 型
③	a 型	c 型
④	b 型	a 型
⑤	b 型	b 型
⑥	b 型	c 型
⑦	c 型	a 型
⑧	c 型	b 型
⑨	c 型	c 型

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

生 物

B 被子植物の花には様々な動物が訪れる。エゾエンゴサクの花には、在来種であるコマルハナバチ(以後、コマルとよぶ)が訪れて蜜や花粉を栄養源として利用し、エゾエンゴサクはコマルの体に付着する花粉によって受精を行う。エゾエンゴサクの花は細長い^{かとう}花筒をもち、その奥に蜜がたまっている。✦次の図2のように、コマルの細長い^{こうふん}口吻(突出した口器)の長さは、花筒の長さとはよく一致している。一方、次の図3のように、外来生物であるセイヨウオオマルハナバチ(以後、セイヨウとよぶ)は、エゾエンゴサクの花筒に穴をあけ蜜を吸う^{とうみつ}(盗蜜)。そのため、セイヨウが花を訪れてもおしべやめしべにはほとんど触れず、受粉にはあまり寄与しない。そこで、セイヨウがエゾエンゴサクの繁殖にどのような影響を及ぼすかを調べるため、下の実験1・実験2を行った。



図 2

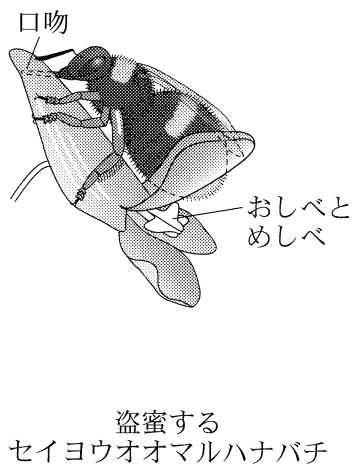


図 3

実験1 エゾエンゴサクは1個体が複数の花を咲かせる。そこで、ある個体の花がセイヨウによって盗蜜されている割合と、その個体の中でコマルが訪れた花数を調べたところ、次の図4の結果が得られた。

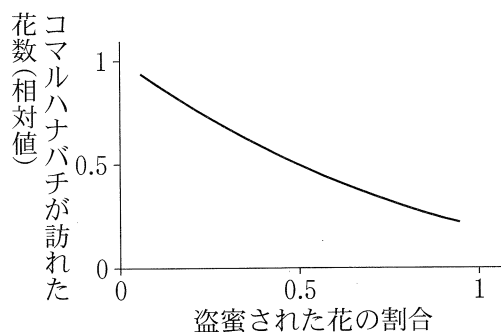


図 4

実験2 コマルだけがいる場所と、同程度の数のコマルに加えてセイヨウがいる場所で、エゾエンゴサクの結実率^{はいしゆ}(胚珠が種子になった割合)を調べたところ、次の図5の結果が得られた。

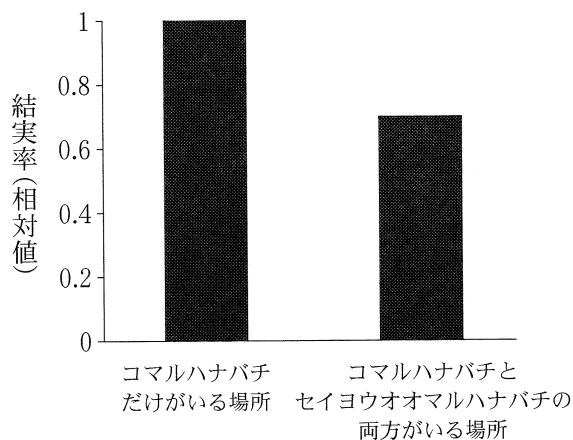


図 5

生 物

問 4 実験 1・実験 2 の結果から導かれる考察として最も適切なものを、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。

4

- ① コマルは盗蜜の有無にかかわらず花を訪れるが、セイヨウは受粉に寄与しないため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率を低下させる。
- ② コマルは盗蜜の有無にかかわらず花を訪れるため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率に影響しない。
- ③ コマルは盗蜜された花を避けるが、セイヨウがその代わりに受粉を行うため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率を上昇させる。
- ④ コマルは盗蜜された花を避けるため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率を低下させる。
- ⑤ コマルは盗蜜された花に誘引されるが、セイヨウは受粉に寄与しないため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率に影響しない。
- ⑥ コマルは盗蜜された花に誘引されるため、セイヨウの存在はエゾエンゴサクの結実率を上昇させる。

問 5 下線部キに関する次の文章中の **ク** ～ **サ** 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。 **5**

蜜を吸うために花筒の長い花を訪れる昆虫(訪花昆虫)においては、より長い口吻をもつ個体は、花筒の奥の蜜を吸いやすく、生存や繁殖において有利であるため、口吻は長くなる傾向にある。一方、植物においては、訪花昆虫の口吻より **ク** 花筒をもつ個体は、蜜を吸われやすく、昆虫の体に花粉が付着 **ケ** ため、繁殖において **コ** であり、結果として花筒も長くなる傾向にある。このような種間の相互作用によって生じる進化を **サ** という。

	ク	ケ	コ	サ
①	長 い	しやすい	有 利	共進化
②	長 い	しやすい	有 利	収束進化(収れん)
③	長 い	しにくい	不 利	共進化
④	長 い	しにくい	不 利	収束進化(収れん)
⑤	短 い	しやすい	有 利	共進化
⑥	短 い	しやすい	有 利	収束進化(収れん)
⑦	短 い	しにくい	不 利	共進化
⑧	短 い	しにくい	不 利	収束進化(収れん)

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 ～ 5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕(配点 18)

A ア 約 5 億 4000 万年前以降の時代は、生物の出現と絶滅に基づいて、古生代、中生代および新生代に分けられる。古生代に出現した植物は、その後多様化し、
イ 現在生きている植物には、コケ植物、シダ植物、裸子植物および被子植物が含まれる。

問 1 下線部アに関連する記述として適当なものを、次の①～⑨のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ・

- ① ^{せきつい}脊椎動物の陸上への進出は、植物の陸上への進出に先立って起きた。
- ② アンモナイト類は中生代末に絶滅した。
- ③ エディアカラ生物群は古生代を代表する生物群であり、この生物群の生物はやわらかく^{へんぺい}扁平な体をもっていた。
- ④ ^{ほにゅう}哺乳類は古生代の終わり頃に出現し、新生代に繁栄した。
- ⑤ 古生代のクックソニアは維管束をもつ最初の植物である。
- ⑥ 古生代のクックソニアは種子をつける最初の植物である。
- ⑦ 軟骨魚類は古生代に出現し、硬骨魚類は中生代に出現した。
- ⑧ 硬骨魚類は古生代に出現し、軟骨魚類は中生代に出現した。
- ⑨ リンボクなどの木生シダ類が繁栄した時期に、^{はちゅう}爬虫類が出現した。

問 2 下線部イに関連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。 3

- ① コケ植物には根，茎および葉の区別がないが，維管束が発達する。
- ② 植物は光合成色素としてクロロフィルaとクロロフィルbをもち，シャジクモ藻類(シャジクモ類)と共通祖先をもつ。
- ③ 被子植物は種子の中に胚乳^{はいにゅう}をもち，受精前に胚乳に栄養を蓄える。
- ④ イチョウは子房が発達した果実を実らせ，その中に固い種子をもつ。
- ⑤ ヒカゲノカズラは維管束をもち，種子を形成して内部にある胚を乾燥から守る。
- ⑥ シダ植物は葉と根をもつが，茎はもたない。

生 物

B 交尾によってのみ生殖するある種のウマイマイ(カタツムリ)では、殻はふつう時計回りに成長して右巻きの殻をもつ個体(以後、右巻きマイマイとよぶ)になる。しかし、突然変異によって、反時計回りに成長して左巻きの殻をもつ個体(以後、左巻きマイマイとよぶ)が現れることがある。マイマイの各個体は交尾にあたり、オスの役割を果たすこともメスの役割を果たすこともできるが、交尾は右巻きマイマイどうし、あるいは左巻きマイマイどうしの間でのみ成立する。このマイマイの生息する島では、マイマイだけを食べるヘビの一種がマイマイの主要な捕食者となっている。このヘビは顎の形態が左右非対称で、右巻きマイマイだけを殻から引き出して食べることができる。

問 3 突然変異によって生じる左巻きマイマイが、集団として定着するために必須の条件として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、殻の巻き方向は突然変異以外では変化しないものとする。 4

- ① 同じ時期に複数の左巻きマイマイが生じること。
- ② 右巻きマイマイの生息密度が減少すること。
- ③ 左巻きマイマイから突然変異で右巻きマイマイが生じること。
- ④ 河川などの地理的な障壁が形成され、右巻きマイマイの移動が妨げられること。
- ⑤ 河川などの地理的な障壁が形成され、左巻きマイマイの移動が妨げられること。

問 4 この島で右巻きマイマイと左巻きマイマイのそれぞれが集団として定着し共存するようになった後、ナメクジが侵入し、その後の数年間ナメクジが大発生し続けた。すると、このヘビはナメクジも食べるようになった。この場合、右巻きマイマイの個体数はどのように変化するか。また、ナメクジの駆除を行うと、右巻きおよび左巻きマイマイの個体数はどのように変化するか。個体数の変化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。ただし、このヘビはナメクジとマイマイの両方がいるときはナメクジを食べ、またナメクジ、右巻きマイマイおよび左巻きマイマイの間に資源をめぐる競争関係はないものとする。

5

	ナメクジの大発生の前後での右巻きマイマイの個体数	ナメクジの駆除の前後での右巻きマイマイの個体数	ナメクジの駆除の前後での左巻きマイマイの個体数
①	変化しない	増加する	変化しない
②	変化しない	増加する	減少する
③	変化しない	減少する	変化しない
④	変化しない	減少する	減少する
⑤	増加する	増加する	変化しない
⑥	増加する	増加する	減少する
⑦	増加する	減少する	変化しない
⑧	増加する	減少する	減少する

生 物

問 5 下線部ウに関連して，次の図 1 は動物の系統樹であり，a ～ e は，マイマイ，カイメン，イソギンチャク，ヘビまたはザリガニのいずれかである。マイマイに対応する記号として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

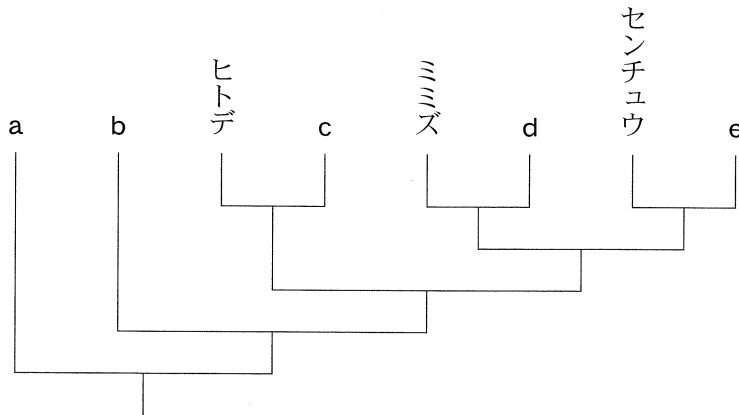


図 1

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

第6問 (選択問題)

臓器移植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)

医療の分野では、臓器の形や大きさがヒトのものに似ていて調達しやすいブタからの異種間臓器移植が検討されている。しかし、ア ヒトには自己と非自己とを認識して異物を排除する機構が備わっているため、ブタの細胞表面のタンパク質Xはヒトに対して急性の拒絶反応を誘起してしまう。この拒絶反応を誘起しない臓器をもつブタを作出する方法として、主に三つが検討されている。その一つは、イ ブタの臓器の細胞表面に、ヒトに由来し、この拒絶反応を抑制するタンパク質Yを強制的に発現させる方法である。もう一つは、ブタのタンパク質Xを遺伝的に破壊する方法である。第三の方法は、ウ 臓器を移植される人から得た細胞を、はいばんほう遺伝的に特定の臓器を欠損したブタの胚盤胞に注入することによって、拒絶反応を起こさない細胞でできた臓器をもつブタを作出する方法である。

問1 下線部ア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 抗体は、可変部であるL鎖と定常部であるH鎖からできている。
- ② ワクチンは、病原体に対する免疫グロブリンを含んでいる。
- ③ リンパ球は、断片化した異物を非自己として抗原提示する。
- ④ 様々な種類のリンパ球は、すべて骨髄に由来する。
- ⑤ 自然免疫は細胞性免疫なので免疫記憶は起こらず、獲得免疫は体液性免疫なので免疫記憶が起こる。

問 2 下線部イに関する次の文章中の エ ・ オ に入る語として最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。エ 2 ・ オ 3

ブタのからだ全体または移植する臓器で活発に発現する遺伝子に由来する エ と オ とタンパク質 Y の遺伝子をこの順に結合させた DNA 断片をつくる。この DNA 断片を核に注入したブタの受精卵を仮親の子宮で育てることで、タンパク質 Y を発現する臓器をもつブタを作出することができる。

- | | |
|------------------|--------------|
| ① イントロン | ② エキソン |
| ③ プロモーター | ④ オペレーター |
| ⑤ リプレッサー | ⑥ mRNA |
| ⑦ 転写調節領域(転写調節配列) | ⑧ 翻訳領域(翻訳配列) |

問 3 下線部ウの細胞として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

4

- | | | | |
|--------|---------|----------|--------|
| ① B 細胞 | ② ES 細胞 | ③ iPS 細胞 | ④ T 細胞 |
| ⑤ 樹状細胞 | ⑥ 卵母細胞 | ⑦ 未受精卵 | ⑧ 受精卵 |

第 7 問 (選択問題)

DNA の塩基配列を用いた生物の系統推定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)

生物は近縁であるほど似た塩基配列の DNA をもつので、DNA の塩基配列を用いて生物間の系統関係を推定することができる。塩基配列が変化した場合、特定の制限酵素によって切断される配列が新たに生じたり、失われたりすることがある。そのため、制限酵素による DNA の切断パターンは、生物間の系統関係を推定する手助けとなる。また、植物の系統関係を推定する場合、ア葉緑体の DNA の塩基配列がしばしば用いられる。ごく近縁な植物の種 A, B, C および D の系統関係を推定するため、次の実験 1 を行った。

実験 1 種 A, B, C および D について、葉緑体の DNA の一部(1000 塩基対)を PCR 法で増幅し、制限酵素 X で切断した。切断した DNA 断片を電気泳動し、次の図 1 に示す結果を得た。

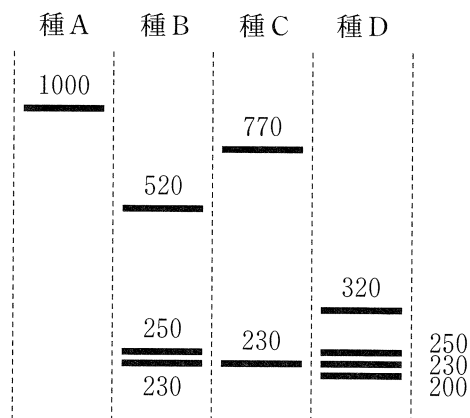
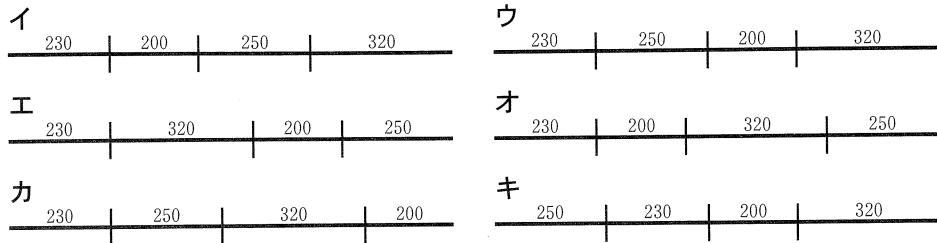


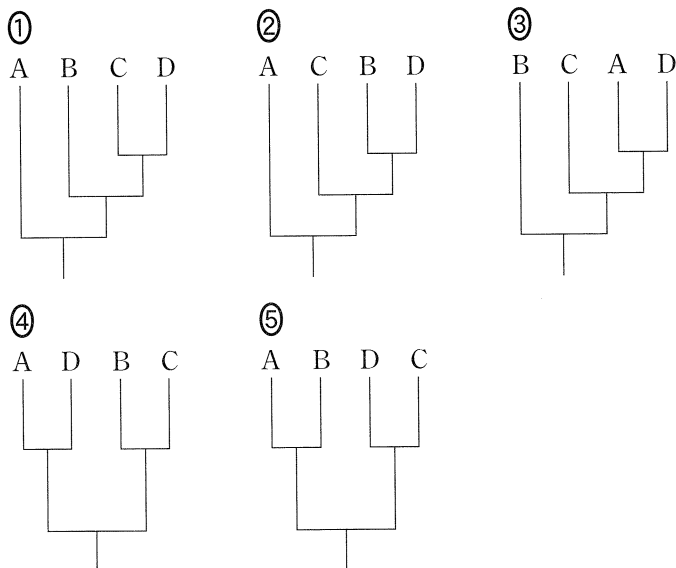
図 1 図中の数字は各 DNA 断片の塩基対数を表す

問 1 次のイ～キの中には、種 D の DNA における切断断片の並び方として、実験 1 の結果からは導かれないものがある。そ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。 1



- ① イ, ウ ② イ, エ ③ イ, オ ④ イ, カ ⑤ イ, キ
 ⑥ ウ, オ ⑦ エ, オ ⑧ エ, カ ⑨ エ, キ

問 2 種 A, B, C および D に関して、それらがもつ形態の特徴に基づいて、次の①～⑤の系統樹が提唱されている。このうち、実験 1 の結果から支持される系統樹として最も適当なものを、一つ選べ。 2



生 物

問 3 下線部アに関連して，次の文中の ク ・ ケ 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。 3

祖先となった細胞の中に共生した ク が葉緑体になり，一方， ケ が細胞の中に共生してミトコンドリアになったと考えられている。

	ク	ケ
①	シアノバクテリア	好気性細菌
②	シアノバクテリア	嫌気性細菌
③	嫌気性細菌	シアノバクテリア
④	嫌気性細菌	好気性細菌
⑤	好気性細菌	嫌気性細菌
⑥	好気性細菌	シアノバクテリア