

# 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	

生 物 (注) この科目には、選択問題があります。(67ページ参照。)

## 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 タンパク質の遺伝情報は、遺伝子として DNA に書き込まれている。発現する遺伝子の種類とその発現量は、環境の変化に応じて調節されている。遺伝子発現の調節においては、転写の段階での調節が重要である。(a)原核生物における遺伝子発現の調節と(b)真核生物における遺伝子発現の調節には、それぞれ特徴的なしくみがある。

問 1 下線部(a)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①～⑧のうちから一つ選べ。

大腸菌では、機能的に関連のある遺伝子が隣接して存在し、まとめて転写の調節を受けることがある。例えば、ラクトースを栄養源として利用するために必要な複数の遺伝子が、まとめて転写の調節を受ける。このような遺伝子群のまとまりを  という。 において、転写に関わる塩基配列のうち、RNA ポリメラーゼが結合する領域をプロモーターといい、リプレッサーが結合する領域を  という。リプレッサーが  に結合すると、転写が  される。

	ア	イ	ウ
①	イントロン	プライマー	促 進
②	イントロン	プライマー	抑 制
③	イントロン	オペレーター	促 進
④	イントロン	オペレーター	抑 制
⑤	オペロン	プライマー	促 進
⑥	オペロン	プライマー	抑 制
⑦	オペロン	オペレーター	促 進
⑧	オペロン	オペレーター	抑 制

## 生 物

問 2 下線部(a)に関して、大腸菌がラクトースを栄養源として利用するために、ラクトースを分解する酵素の遺伝子の転写を調節するしくみの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。 

2
---

- ① RNA ポリメラーゼは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、プロモーターに結合できるようになる。
- ② RNA ポリメラーゼは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、プロモーターに結合できなくなる。
- ③ リプレッサーは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、転写を調節する塩基配列に結合できるようになる。
- ④ リプレッサーは、ラクトースに由来する物質と結合することによって、転写を調節する塩基配列に結合できなくなる。
- ⑤ ラクトースが存在するときは、リプレッサーがつくられない。
- ⑥ ラクトースが存在しないときは、リプレッサーがつくられない。

問 3 下線部(b)に関して、次の文章中の **エ** ~ **カ** に入る語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。 **3**

真核生物の染色体では、DNA が **エ** に巻きついて、ヌクレオソームとよばれる構造となり、これが密に折りたたまれている。この折りたたみがゆるめられ、プロモーターに **オ** と RNA ポリメラーゼとが結合して、転写が開始される。多くの場合、転写によって合成された RNA の塩基配列の一部が **カ** において取り除かれ、mRNA となる。この過程をスプライシングという。

	エ	オ	カ
①	DNA ポリメラーゼ	基本転写因子	核 内
②	DNA ポリメラーゼ	基本転写因子	細胞質基質
③	DNA ポリメラーゼ	リボソーム	核 内
④	DNA ポリメラーゼ	リボソーム	細胞質基質
⑤	ヒストン	基本転写因子	核 内
⑥	ヒストン	基本転写因子	細胞質基質
⑦	ヒストン	リボソーム	核 内
⑧	ヒストン	リボソーム	細胞質基質

## 生 物

**B** 動物のからだを構成する細胞(体細胞)は成長し、二つの娘細胞へと分裂する。この一連の過程で、複製された染色体は等しく分配される。細胞は、「DNAの複製を行う時期」、「DNAの複製完了から分裂開始までの時期」、「分裂期」、および「分裂完了からDNAの複製開始までの時期」の4つの時期を繰り返す。これを細胞周期という。細胞周期に関する**実験1**を行った。

**実験1** ある動物細胞を培養し、10時間ごとに細胞密度(培養液1mLあたりの細胞数)を調べたところ、図1の結果が得られた。培養開始から50時間後に細胞を一部採取し、DNAを染色して観察したところ、凝縮した染色体をもつ細胞が10%見られた。

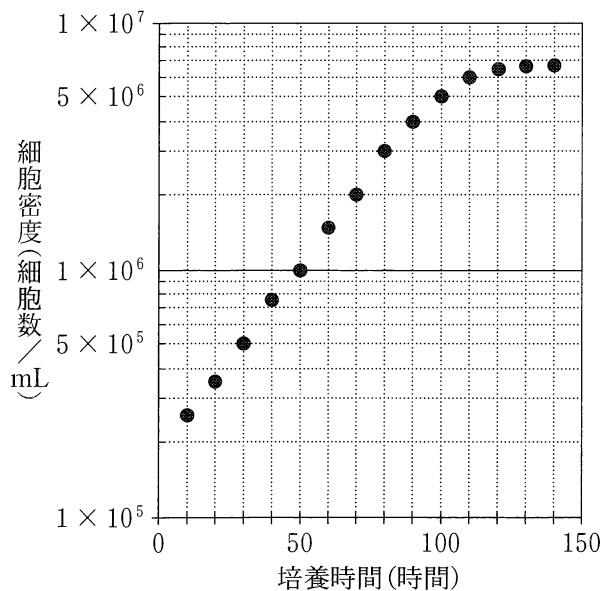


図 1

**問 4** **実験1**で観察した細胞の細胞周期の中で、「分裂期」に要する時間として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つ選べ。  時間

- |      |      |       |      |
|------|------|-------|------|
| ① 1  | ② 2  | ③ 5   | ④ 10 |
| ⑤ 20 | ⑥ 50 | ⑦ 100 |      |

問 5 実験 1 に関して、図 1 の培養開始から 50 時間後の細胞の集団における細胞あたりの DNA 量を調べたところ、図 2 の結果が得られた。下の文章中の **キ** ~ **ケ** に入る記号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。 **5**

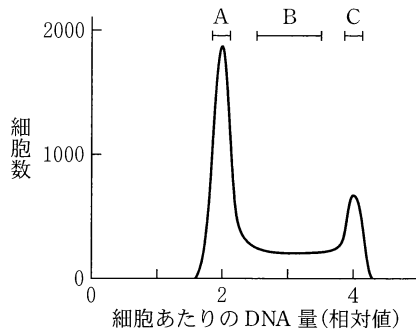


図 2

細胞あたりの DNA 量が、A、B、および C の範囲において、**キ** の範囲にある細胞は、「DNA の複製を行う時期」の細胞である。**ク** の範囲にある細胞は、「DNA の複製完了から分裂開始までの時期」または「分裂期」の細胞である。**ケ** の範囲にある細胞は、「分裂完了から DNA の複製開始までの時期」の細胞である。

	キ	ク	ケ
①	A	B	C
②	A	C	B
③	A	BとC	C
④	B	A	C
⑤	B	C	A
⑥	B	AとC	C
⑦	C	A	B
⑧	C	B	A
⑨	C	AとB	B

# 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 動物の未受精卵は受精後、 を繰り返すことによって多細胞化し、<sup>はい</sup>胚となる。動物の卵内の物質の分布には偏りがあり、特定の物質が特定の細胞に受け継がれることで胚の細胞の発生運命が決まる。この発生運命の決定では、特定の調節 が特定の遺伝子の を調節するDNA領域に結合することで、細胞の分化が起こる。

あるホヤの未受精卵は、図1のように4種類の小さな卵のような小片(以後、<sup>らんぺん</sup>卵片とよぶ)に分離することができる。これらの卵片は互いに異なる色をもち、(a)それぞれ赤卵片、黒卵片、茶卵片、および白卵片として区別できる。これらの卵片の特徴を調べたところ、核は赤卵片にのみ含まれていた。また、RNAやタンパク質の量は各卵片間で差はみられなかったが、含まれる物質はそれぞれ異なっており、(b)これらの物質のなかには細胞の発生運命に関わるものもあった。

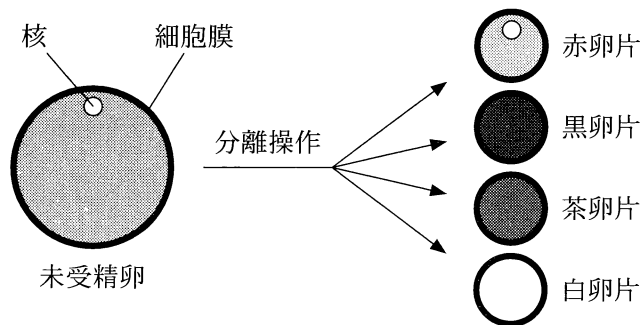


図 1



問 1 上の文章中の **ア** ~ **ウ** 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
①	接 合	遺伝子	転 写
②	接 合	遺伝子	翻 訳
③	接 合	タンパク質	転 写
④	接 合	タンパク質	翻 訳
⑤	卵 割	遺伝子	転 写
⑥	卵 割	遺伝子	翻 訳
⑦	卵 割	タンパク質	転 写
⑧	卵 割	タンパク質	翻 訳

## 生 物

問 2 下線部(a)に関連して、これらの卵片を用いた一連の実験から、黒卵片のみに筋肉細胞への分化を決定づける能力があることが推論できた。次の実験結果②~⑤のうち、この推論を合理的に導くために必要不可欠な実験結果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。 2

- ② 赤卵片のみが、精子をかけると胚になり、表皮細胞ではたらく遺伝子を核内に含んでいた。
- ③ 赤卵片のみが、精子をかけると胚になり、表皮細胞のみが分化した。
- ④ 赤卵片と黒卵片を融合してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。
- ⑤ 赤卵片と茶卵片、または赤卵片と白卵片を融合してから精子をかけると、いずれの場合でも表皮細胞のみを含む胚になった。
- ⑥ 茶卵片と黒卵片、または白卵片と黒卵片を融合してから精子をかけても、筋肉細胞を含む胚にはならなかった。

① a, c

② a, c, d

③ a, c, e

④ a, c, d, e

⑤ b, c

⑥ b, c, d

⑦ b, c, e

⑧ b, c, d, e

問 3 下線部(b)に関連して、実験 1～4 の結果から導かれる黒卵片に含まれる物質のはたらきについての考察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

実験 1 赤卵片に「黒卵片に含まれる細胞質の全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。

実験 2 赤卵片に「黒卵片に含まれるタンパク質の全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞のみを含む胚になった。

実験 3 赤卵片に「黒卵片に含まれる RNA の全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。

実験 4 赤卵片に何も注入せずに精子をかけると、表皮細胞のみを含む胚になった。

- ① 黒卵片内のタンパク質が DNA に結合し、遺伝子発現を調節する。
- ② 黒卵片内のタンパク質が、発生運命を決定する。
- ③ 黒卵片内のタンパク質が、筋肉細胞の収縮に関与するタンパク質となる。
- ④ 黒卵片内の RNA が DNA に結合し、遺伝子発現を調節する。
- ⑤ 黒卵片内の RNA が、発生運命を決定する。
- ⑥ 黒卵片内の RNA が翻訳され、筋肉細胞の収縮に関与するタンパク質となる。
- ⑦ 黒卵片内のタンパク質と RNA とが DNA に結合して、遺伝子発現を調節する。
- ⑧ 黒卵片内のタンパク質と RNA とが結合して、発生運命を決定する。
- ⑨ 黒卵片内のタンパク質と RNA とが結合して、筋肉細胞の収縮を調節する。

## 生物

B アサガオにおける花器官(めしべ, おしべ, 花弁, がく片)の形成は, シロイヌナズナなどの他の被子植物と同様に, (c) A, B, および C の三つのクラスの遺伝子によって調節される。

江戸時代には, 花器官の形成に異常のある「牡丹」<sup>ぼたん</sup>とよばれるアサガオの変異体<sup>ひらがけんない</sup>が, 平賀源内によって記録されている。花器官とそれらの配置を模式的に表すと, 野生型のアサガオは図2のようになる。「牡丹」では, 図3のように, (d) おしべの代わりに花弁が, めしべの代わりにがく片が形成される。最近では, 図4のような, おしべの代わりにめしべが, 花弁の代わりにがく片が形成される「無弁花」<sup>むべんか</sup>とよばれる変異体も見つかっている。これまでの研究から, 「牡丹」ではCクラスの遺伝子が, 「無弁花」ではBクラスの遺伝子が機能していないことが分かっている。

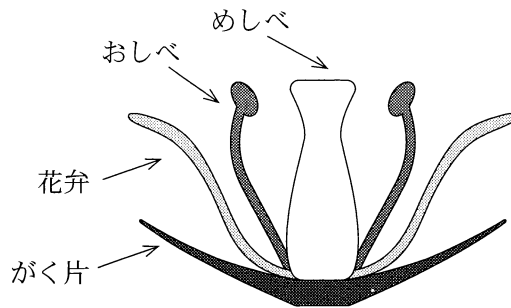


図2 野生型

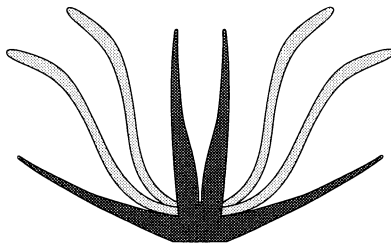


図3 牡丹

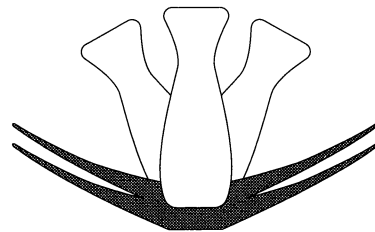


図4 無弁花

問 4 下線部(C)に関連して、アサガオでは、図5のように花器官の全てが、がく片となる変異体 X が存在する。また明治時代には、図6のように、花卉の代わりにおしべが、がく片の代わりにめしべが形成される「枇<sup>び</sup>杷<sup>わ</sup>咲<sup>ぎ</sup>」とよばれる変異体 Y が記録されている。変異体 X と変異体 Y のそれぞれにおいて機能が失われていると考えられる遺伝子のクラスとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。変異体 X  ・変異体 Y

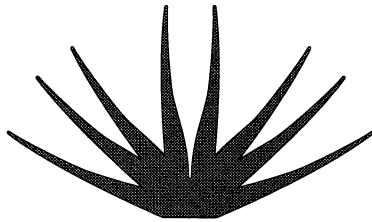


図5 変異体 X

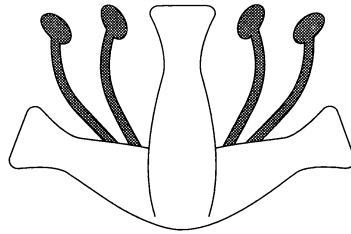


図6 変異体 Y

- ① A
- ② A と B
- ③ B と C
- ④ A と C
- ⑤ A と B と C

## 生 物

問 5 下線部(d)に関連して、次の文章は有性生殖の特徴の一つである減数分裂について述べたものである。文章中の **工** ~ **力** に入る語と数値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。 **6**

減数分裂では、2回の連続した分裂が起こる。第一分裂の際には、相同染色体どうしの多くはキアズマとよばれる部分で結合し、染色体の一部が交換される。この現象は、染色体の **工** とよばれる。第一分裂が終わったとき、1細胞あたりのDNA量は、減数分裂に入る前の細胞の **オ** 倍になっている。一方、第二分裂が終わったとき、1細胞あたりのDNA量は、減数分裂に入る前の細胞の **力** 倍となっている。

	工	オ	力
①	組換え	1	1
②	組換え	1	$\frac{1}{2}$
③	組換え	2	1
④	組換え	2	$\frac{1}{2}$
⑤	乗換え	1	1
⑥	乗換え	1	$\frac{1}{2}$
⑦	乗換え	2	1
⑧	乗換え	2	$\frac{1}{2}$

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

# 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1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕(配点 18)

A ヒトを含む多くの動物は、環境からの刺激を(a)受容器で受け取る。受容器で生じた信号は(b)神経系に伝えられ、最終的に筋肉などの効果器に伝わり、その結果、動物は(c)刺激に応じた反応や行動を起こす。

問 1 下線部(a)に関連して、光の受容器であるヒトの眼は、物体までの距離に応じて水晶体の厚さを変え、焦点の位置を調節して網膜に像を結ばせる遠近調節のしくみをもつ。ヒトが遠くのものを見るときの毛様筋(毛様体)、チン小帯、および水晶体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。

	毛様筋(毛様体)	チン小帯	水晶体
①	収縮する	緊張する	薄くなる
②	収縮する	緊張する	厚くなる
③	収縮する	ゆるむ	薄くなる
④	収縮する	ゆるむ	厚くなる
⑤	弛緩する <small>しかん</small>	緊張する	薄くなる
⑥	弛緩する	緊張する	厚くなる
⑦	弛緩する	ゆるむ	薄くなる
⑧	弛緩する	ゆるむ	厚くなる



問 2 下線部(b)に関連して，ヒトの神経と筋肉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。 2

- ① 神経に短い刺激を1回与えた場合に，筋肉が速やかに収縮してすぐに弛緩することを強縮という。
- ② 筋細胞が興奮すると，筋小胞体はナトリウムイオンを放出する。
- ③ シナプスにおいて，情報は軸索の末端から隣の細胞へと一方向のみに伝わる。
- ④ まつしよう末梢神経系は，自律神経系と中枢神経系の二つに分けられる。
- ⑤ 興奮が軸索に沿って伝わることを伝達といい，隣接する細胞に伝わることを伝導という。
- ⑥ むずい無髄神経繊維はゆうずい有髄神経繊維と比べて，軸索の直径が同じとき，より速い速度で興奮を伝える。

## 生 物

問 3 下線部(C)に関連して、あるガの雄は、雌が体外に分泌した性フェロモンを感知し、雌に近づき交尾に至る。このガの雄が雌に近づくしくみを調べるため、実験 1～4 を行った。

**実験 1** 雌の形をした模型(以後、模型とよぶ)に雌の性フェロモンをしみこませ、雄から約 15 cm 離れたところに置いて、雄の行動を観察したところ、盛んに羽ばたきながら、その模型に近づいた。

**実験 2** 実験 1 と同様の観察を、両側の触角を切除した雄について行ったところ、その雄は雌の性フェロモンをしみこませた模型に対して明確な反応を示さなかった。また、片側の触角を切除した雄では、盛んに羽ばたくが、回転するばかりで、その模型に近づかなかった。

なお、触角の切除の操作自体は、ガの行動に影響を与えることはなかった。

**実験 3** 実験 1 と同様の観察を、両側の複眼を黒エナメルで塗りつぶした雄について行ったところ、何も処理していない雄と同様に盛んに羽ばたきながら、雌の性フェロモンをしみこませた模型に近づいた。

**実験 4** 実験 1 と同様の観察を、雌の性フェロモンの代わりに水をしみこませた模型を用いて行ったところ、雄はその模型に対して明確な反応を示さなかった。

次の②～⑥のうち、実験 1～4 の結果から導かれる考察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

- ② 雄が性フェロモンを感知するためには、触角は不要である。
- ③ 雄が性フェロモンを感知するためには、両側の触角がそろっている必要がある。
- ④ 雄が性フェロモンを感知するためには、触角は必要であるが、両側の触角がそろっている必要はない。
- ⑤ 雄が性フェロモンに反応して雌に近づくためには、視覚情報と両側の触角の両方が必要である。
- ⑥ 雄が性フェロモンに反応して雌に近づくためには、視覚情報は不要で、両側の触角がそろっている必要がある。
- ⑦ 雄が性フェロモンに反応して雌に近づくためには、視覚情報は不要で、触角は必要であるが両側の触角がそろっている必要はない。

① a, d

② a, e

③ a, f

④ b, d

⑤ b, e

⑥ b, f

⑦ c, d

⑧ c, e

⑨ c, f

## 生 物

**B** 植物が水分不足によって乾燥ストレスを受けると、植物体内からの水分損失を防ぐために気孔を閉じるとともに、様々な遺伝子の発現が変化し、乾燥に耐えようとする。この乾燥耐性には、<sup>(d)</sup>植物ホルモンの一つであるアブシシン酸が関わっており、植物体内でアブシシン酸が合成され、アブシシン酸の受容・情報伝達が適切に行われると、乾燥耐性が誘導される。乾燥ストレスとアブシシン酸の関係性をさらに調べるため、乾燥耐性が著しく低下したシロイヌナズナの変異体 C および変異体 D を用いて、**実験 5・実験 6**を行った。

**実験 5** シロイヌナズナの野生型植物、変異体 C、および変異体 D に対し、土壌中の水分を 10 日間制限することで乾燥ストレスを与えた。対照実験として、乾燥ストレスを与えない実験も実施した。その後、全ての植物を回収し、それぞれについてアブシシン酸の量を測定したところ、図 1 の結果が得られた。

**実験 6** 遺伝子 X は、シロイヌナズナにアブシシン酸を処理したときに発現量が増加する代表的な遺伝子であり、アブシシン酸が作用していることを直接的に示す指標として用いられる。野生型植物、変異体 C、および変異体 D を用意し、適切な濃度のアブシシン酸を噴霧した。対照実験として、アブシシン酸を噴霧しない実験も実施した。10 時間後、それぞれの植物における遺伝子 X の発現量を測定したところ、図 2 の結果が得られた。

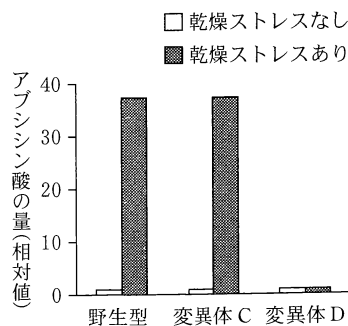


図 1

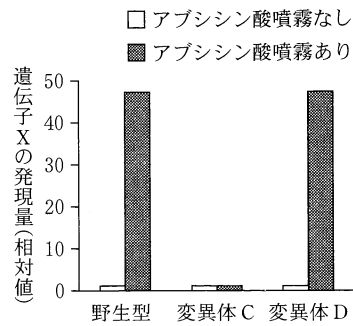


図 2

問 4 実験 5 の結果から導かれる，乾燥ストレスを受けたときの変異体 C および変異体 D におけるアブシシン酸の合成に関す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。 4

- ① 変異体 C および変異体 D では，ともに正常である。
- ② 変異体 C では正常で，変異体 D では異常である。
- ③ 変異体 C および変異体 D では，ともに異常である。
- ④ 変異体 C では異常で，変異体 D では正常である。

問 5 実験 5 ・実験 6 の結果をふまえて，アブシシン酸を噴霧したときに予想される変異体 C および変異体 D の乾燥耐性の記述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

- ① 変異体 C および変異体 D の乾燥耐性は，ともに回復する。
- ② 変異体 C の乾燥耐性は回復するが，変異体 D の乾燥耐性は回復しない。
- ③ 変異体 C の乾燥耐性は回復しないが，変異体 D の乾燥耐性は回復する。
- ④ 変異体 C および変異体 D の乾燥耐性は，ともに回復しない。

# 生 物

問 6 下線部(d)に関連して、種子の発芽に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** 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。 **6**

アブシシン酸は種子の発芽を抑制するのに対し、ジベレリンは種子の発芽を促進する。例えば、オオムギ種子が吸水すると、**ア** で合成されたジベレリンは **イ** にはたらきかけてアミラーゼの合成を誘導し、**ウ** に貯蔵されているデンプンを分解する。

	ア	イ	ウ
①	胚	胚 乳	糊粉層
②	胚	糊粉層	胚 乳
③	胚 乳	胚	糊粉層
④	胚 乳	糊粉層	胚
⑤	糊粉層	胚	胚 乳
⑥	糊粉層	胚 乳	胚

(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 外来生物の侵入は、しばしば<sup>(a)</sup>在来種の絶滅の原因となるとともに、人間の生活にも影響を及ぼす。例えば、南米原産のヒアリ(アリの一種)は、北米において、アブラムシとの相互作用を通じてワタ農業(綿花農業)に影響を及ぼすことが報告されている。ワタの害虫であるアブラムシは、<sup>かんろ</sup>甘露を分泌し餌としてヒアリに提供する。一方、ヒアリはアブラムシの天敵であるテントウムシを攻撃することで、アブラムシをテントウムシによる捕食から守る。つまり、アブラムシとヒアリとの間には  の関係が成立している。ワタ畑からヒアリだけを駆除すると、アブラムシによるワタの食害は  した。このことは、ヒアリがワタに及ぼす影響は間接的な種間関係によって生じていたことを示している。

ヒアリは様々な環境の変化に対して驚異的な対応能力をもつことでも知られている。例えば、洪水の際には、互いにからだを絡ませて集団で「いかだ」を形成して、水面に浮くことによって洪水をやりすごす。このような集団行動を行う能力はヒアリが<sup>(b)</sup>社会性昆虫であることと関連している。

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①～④のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	相利共生	増 加
②	相利共生	減 少
③	寄 生	増 加
④	寄 生	減 少



## 生 物

問 2 下線部(a)に関連して、いったん個体数が少なくなると、個体群の絶滅する確率は高まる。これは、個体数が少ないこと自体が、新たな絶滅の要因を誘発するからである。誘発される絶滅の要因の説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 遺伝的多様性の低下
- ② 種内競争の激化による出生率の低下
- ③ 種内競争の激化による生存率の低下
- ④ 相変異による形態や行動の変化
- ⑤ 種間競争の緩和

問 3 下線部(b)に関する次の文章中の ウ ～ 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。 3

アリやハチのほか、ウ などの社会性昆虫は、コロニーとよばれる社会性の集団を形成して生活している。同じコロニー内の個体は、フェロモンなどを用い、互いに密接なコミュニケーションを行っている。一般に、一つのコロニーは、ごく少数の女王と多数のエ によって構成される。なお、エ は、共同で子育てを行う哺乳類や鳥類のオ とは異なり、多くの場合、一生をとおして生殖能力をカ。

	ウ	エ	オ	カ
①	シロアリ	ワーカー	ヘルパー	も つ
②	シロアリ	ワーカー	ヘルパー	もたない
③	シロアリ	ヘルパー	ワーカー	も つ
④	シロアリ	ヘルパー	ワーカー	もたない
⑤	トノサマバッタ	ワーカー	ヘルパー	も つ
⑥	トノサマバッタ	ワーカー	ヘルパー	もたない
⑦	トノサマバッタ	ヘルパー	ワーカー	も つ
⑧	トノサマバッタ	ヘルパー	ワーカー	もたない

## 生 物

**B** 野外環境における植物の成長量は、その種の本来の成長能力だけでなく、一次消費者による<sup>(c)</sup>被食の影響も受ける。植物は、また、毒性のある物質をもつなど、被食を防ぐしくみ(被食防御)をもつ。成長能力や被食防御の能力は、植物種によって異なり、種の分布やすみわけに関わる。

熱帯のある地域では、近接する栄養塩濃度の高い土壌(富栄養土壌)と低い土壌(貧栄養土壌)とで、異なる植物が優占する(以後、それぞれ富栄養植物と貧栄養植物とよぶ)。富栄養植物と貧栄養植物との間で、成長能力と被食防御の能力の違いを明らかにするため、**実験 1**を行った。

**実験 1** 富栄養土壌と貧栄養土壌のそれぞれに、一次消費者である植食性昆虫が入ることができない細かい網で覆った区(虫なし区)と、網で覆わなかった区(虫あり区)を用意した。それぞれの区に、富栄養植物と貧栄養植物の苗を、混在させて植え付けた。一定期間後の各苗の成長量を測定したところ、図 1 の結果が得られた。なお、網は植食性昆虫の移動のみに影響し、光などの環境要因は、虫なし区と虫あり区で同じになるように設定した。

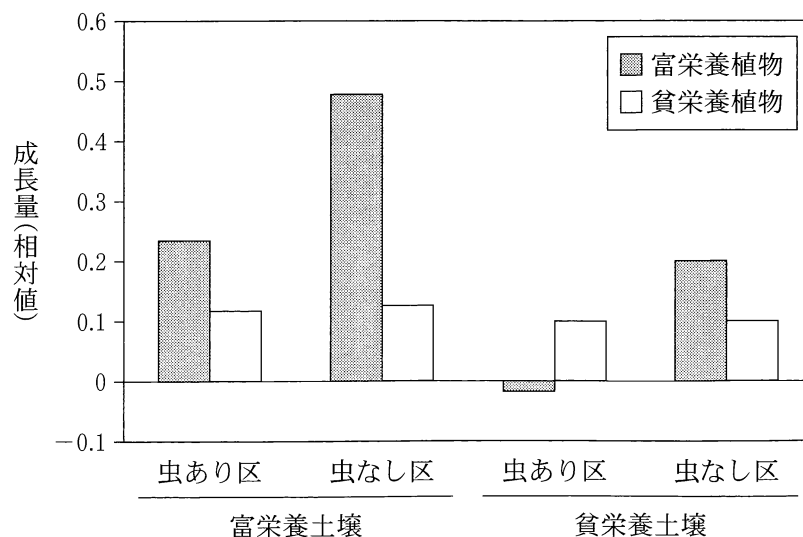


図 1

問 4 下線部(C)に関連して、植物の被食量と純生産量の関係を表す式として最も  
適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 純生産量＝成長量＋被食量＋呼吸量
- ② 純生産量＝成長量＋被食量＋枯死量
- ③ 純生産量＝成長量＋被食量＋呼吸量＋枯死量
- ④ 純生産量＝成長量－被食量－呼吸量
- ⑤ 純生産量＝成長量－被食量－枯死量
- ⑥ 純生産量＝成長量－被食量－呼吸量－枯死量

問 5 次の文章は、実験 1 の結果に関する考察である。  ～  に入  
る語句として適当なものを、下の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。

キ  ・ク  ・ケ  ・コ

虫なし区における成長量は、植物本来の成長能力の指標であると考えられ  
る。そのため、富栄養植物は、貧栄養植物よりも、  において成長能  
力が高いといえる。また、虫なし区と虫あり区の成長量の差が小さい植物ほ  
ど、被食防御の能力が  と考えられる。そのため、富栄養植物は、貧  
栄養植物よりも、被食防御の能力が  といえる。一方、貧栄養植物  
は、成長能力は低く、被食防御の能力は  という特徴があると考えら  
れる。

- ① 富栄養土壤のみ
- ② 貧栄養土壤のみ
- ③ 富栄養土壤と貧栄養土壤の両方
- ④ 高 い
- ⑤ 低 い
- ⑥ 変わらない

# 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)

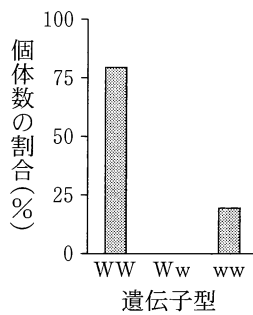
A 特定の遺伝子のDNAの塩基配列を調べると、種間で違いがみられる。この違いは、共通の祖先から分岐した後に、種ごとに起きた突然変異と(a)遺伝子頻度の変化によるものである。生存や繁殖に有利な突然変異は集団中に広まるが、不利な突然変異は集団から取り除かれる。また、生存や繁殖に影響しない突然変異は、主に  によって集団中に広まる。このような過程を経て(b)突然変異が蓄積していく。種間でみられる塩基配列の違いの多くは、生存や繁殖に  突然変異に由来している。また、種間の塩基配列の違いは、共通の祖先から分岐した後に長い時間が経過しているほど  という傾向がある。

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①～⑧のうちから一つ選べ。

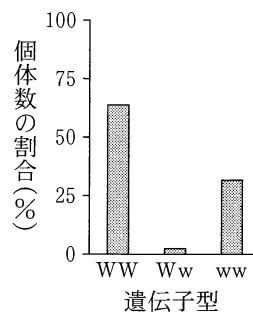
	ア	イ	ウ
①	遺伝的浮動	影響しない	大きい
②	遺伝的浮動	影響しない	小さい
③	遺伝的浮動	有利な	大きい
④	遺伝的浮動	有利な	小さい
⑤	生殖的隔離(生殖隔離)	影響しない	大きい
⑥	生殖的隔離(生殖隔離)	影響しない	小さい
⑦	生殖的隔離(生殖隔離)	有利な	大きい
⑧	生殖的隔離(生殖隔離)	有利な	小さい

問 2 下線部(a)に関連して、ある動物の集団について、二つの対立遺伝子  $W$  と  $w$  の遺伝子頻度を調べたところ、 $W$  の遺伝子頻度は  $0.8$  であった。この動物の集団の多数の個体における各遺伝子型 ( $WW$ ,  $Ww$ , および  $ww$ ) の個体数の割合を示したグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $W$  と  $w$  以外の対立遺伝子は存在せず、この動物の集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成立しているものとする。 2

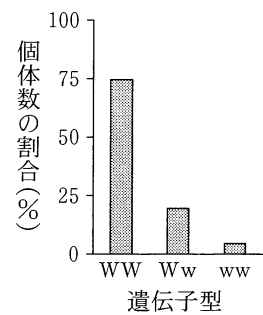
①



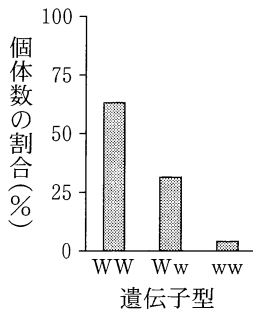
②



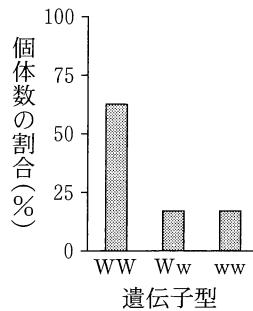
③



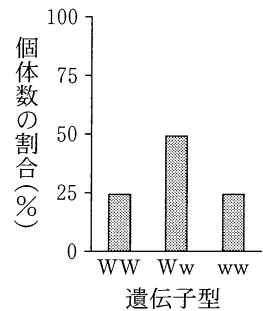
④



⑤



⑥



## 生 物

問 3 下線部(b)に関連して、遺伝子に生じた塩基置換はアミノ酸配列の変化を起こすもの(以後、非同義置換とよぶ)と、起こさないもの(以後、同義置換とよぶ)に分類することができる。ある遺伝子X~Zについて、それぞれの塩基配列を様々な動物種の間で比較し、非同義置換の率と同義置換の率を計算した結果を、表1に示した。表1のデータに基づき、遺伝子X~Zについて、突然変異が起きた場合に個体の生存や繁殖に有害な作用が起きる確率の大小関係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

表 1

	1 塩基あたり 100 万年あたりの塩基置換の率	
	非同義置換	同義置換
遺伝子 X	0.0	$6.4 \times 10^{-3}$
遺伝子 Y	$1.8 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-3}$
遺伝子 Z	$0.6 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$

- ①  $X < Y < Z$                       ②  $X < Z < Y$                       ③  $Y < X < Z$   
 ④  $Y < Z < X$                       ⑤  $Z < X < Y$                       ⑥  $Z < Y < X$

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

## 生 物

B 図1は、アカマツ、アジサイ、(c)ギンゴケ、ゼニゴケ、ハス、およびワラビの系統樹である。また、横軸には年代が示してあり、系統樹と照らし合わせることで、それぞれの系統が分岐した年代を読み取ることができる。

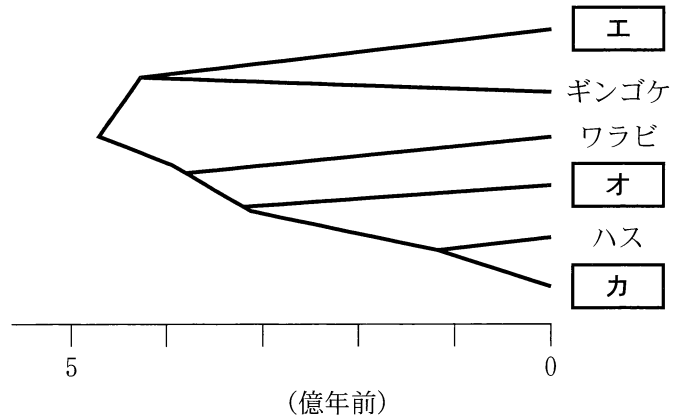


図 1

問 4 図1の  ~  に入る植物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。

	エ	オ	カ
①	アカマツ	ゼニゴケ	アジサイ
②	アカマツ	アジサイ	ゼニゴケ
③	ゼニゴケ	アカマツ	アジサイ
④	ゼニゴケ	アジサイ	アカマツ
⑤	アジサイ	アカマツ	ゼニゴケ
⑥	アジサイ	ゼニゴケ	アカマツ



## 生 物

問 5 ある地層から化石を採集したところ、維管束はもつが根や葉をもたない植物の化石が多数得られたが、根や葉をもつ植物の化石は見られなかった。この化石を含む地層が形成された年代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 4 億年以前

② 3 億年前

③ 1 億年前

④ 6500 万年前

## 生 物

問 6 下線部(C)に関連して、ギンゴケは干からびても、吸水して生命活動を再開できる。ギンゴケの吸水速度を調べるため、実験1を行った。実験1の結果に関する下の文章の **キ**・**ク** に入る語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。 **6**

実験1 湿度100%に保った密閉容器を用意し、濡らしたろ紙を敷いた。干からびたギンゴケを容器に入れ、ギンゴケの重量の変化を45分ごとに記録したところ、表2の結果が得られた。

表 2

処理時間(分)	0	45	90	135	180
重量(相対値)	100	205	235	275	295

ギンゴケは **キ** から水分を吸収し、生命活動を再開する。処理時間0分での含水率(全体の重量に占める水分の割合)が8%であり、含水率が60%を超えれば生命活動が回復するとすれば、最も早くは、処理時間 **ク** 分の時点で、すでに生命活動が回復していたことになる。

	キ	ク
①	からだ全体	45
②	からだ全体	90
③	からだ全体	135
④	気孔	45
⑤	気孔	90
⑥	気孔	135

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

**第 6 問** (選択問題)

生命現象と物質，および生物の環境応答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)

ある植物 A では，酵素 X が複数の種類あり，そのうち酵素 X 1 はペルオキシソームとよばれる細胞小器官の中に，酵素 X 2 は細胞質基質にそれぞれ存在している。酵素 X 1 と酵素 X 2 のアミノ酸配列は末尾の数個を除いて完全に同一であり，酵素 X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸の部分が，酵素 X 2 では別の 2 つのアミノ酸になっている。この酵素 X 1 と酵素 X 2 のアミノ酸配列の違いとその機能との関連，およびアミノ酸配列の違いと細胞内での存在部位との関連について明らかにするため，それぞれ**実験 1**・**実験 2**を行った。

**実験 1** 酵素 X 1，酵素 X 2，および「酵素 X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸を削除したタンパク質」のそれぞれについて酵素の活性を測定したところ，どれも同等の活性を示した。

**実験 2** 緑色蛍光タンパク質(GFP)，GFP のアミノ酸配列の末尾に酵素 X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸の配列をつないだもの(GFP-1)，および GFP の末尾に酵素 X 2 の末尾の 2 つのアミノ酸の配列をつないだもの(GFP-2)を，それぞれ植物 A の別々の細胞の中で発現させた。その結果，GFP および GFP-2 を導入した細胞では細胞質基質のみで，GFP-1 を導入した細胞ではペルオキシソームのみで，緑色の蛍光が検出された。

問 1 実験 1・実験 2 の結果から導かれる次の考察の  ・  に入る語句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。

酵素 X 1，酵素 X 2，および GFP はいずれも細胞質基質で合成される。  
 実験 1・実験 2 の結果から、酵素  に含まれる配列が、翻訳後のタンパク質のペルオキシソームへの輸送に関わっている。また、酵素  の配列は酵素 X の活性を 。

	ア	イ
①	X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸	上昇させる
②	X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸	低下させる
③	X 1 の末尾の 7 つのアミノ酸	変化させない
④	X 2 の末尾の 2 つのアミノ酸	上昇させる
⑤	X 2 の末尾の 2 つのアミノ酸	低下させる
⑥	X 2 の末尾の 2 つのアミノ酸	変化させない

## 生物

問 2 植物 A では、酵素 X をコードする遺伝子 X はそのゲノム中に一つしか存在していないことから、選択的スプライシングによって、3種類の mRNA が作られることが推定された。図 1 には、遺伝子 X の転写直後の RNA の塩基配列の一部と、選択的スプライシングによって生じた mRNA-A~C の対応する部分の塩基配列が示されている。なお、図中の下線は終止コドンを示している。酵素 X 1 と酵素 X 2 に対応する mRNA 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

遺伝子 X の転写直後の RNA の塩基配列

...AGCCUUGG GUAUAUAACUGAAAAAG GUUUCAA.....UGUUGCAG AAUUGCCUGU...

選択的スプライシング後の mRNA の塩基配列

mRNA-A

...AGCCUUGG AAUUGCCUGUGUCAAGCUGUGAAUC...

mRNA-B

...AGCCUUGG GUUUCAAUACUUGAUUGGUCUGUUGCAG AAUUGCCUGU...

mRNA-C

...AGCCUUGG GUAUAUAACUGAAAAAG AAUUGCCUGU...

図 1

	酵素 X 1	酵素 X 2
①	mRNA-A	mRNA-B
②	mRNA-A	mRNA-C
③	mRNA-B	mRNA-A
④	mRNA-B	mRNA-C
⑤	mRNA-C	mRNA-A
⑥	mRNA-C	mRNA-B

問 3 次の文章中の **ウ** ~ **オ** 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**

植物は光に対する複数の種類の受容体をもっており、このような受容体にはレタスの発芽の促進などに関わる **ウ** や、光屈性や気孔の開口などに関わる **エ** などが存在する。酵素 X 1 と酵素 X 2 をコードする mRNA は、光環境に応答してその存在量比が変化した。そこで、光の受容体を欠損した植物 A の変異体を用いて実験を行ったところ、**ウ** を欠損した変異体を用いた場合のみ、光環境に応答した酵素 X 1 と酵素 X 2 の mRNA の存在量比が変化しなかった。このことから、植物 A は、**オ** 色の光に応答した選択的スプライシングを行うことで、酵素 X の細胞内の存在場所とその量とを変化させ、光環境に応じた細胞内の代謝経路の調整を行っていると考えられた。

	ウ	エ	オ
①	フィトクロム	フォトトロピン	青
②	フォトトロピン	フィトクロム	青
③	フィトクロム	フォトトロピン	緑
④	フォトトロピン	フィトクロム	緑
⑤	フィトクロム	フォトトロピン	赤
⑥	フォトトロピン	フィトクロム	赤

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)

生物の進化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)

生物が誕生して以来、生物と地球環境は深く関わり合いながら移り変わってきた。原始大気中には酸素がほとんど存在していなかったと考えられるが、酸素発生型の  を行う生物が出現したのちに環境中の酸素が増加した。酸素が大気中に放出されるようになると、大気中の酸素濃度の増加とともに、生物に有害な紫外線を吸収する  の濃度が増加して  層が形成された。

最初の生物は海中で生じ、その後の生物の多様化もしばらくは海中で進んだと考えられている。約6億年前の先カンブリア時代末期の化石には  とよばれる軟らかいからだをもった多細胞生物が認められており、(a) 古生代カンブリア紀には、節足動物など現生のほとんどの動物門を含む、多様な無脊椎動物が出現した。多様化した生物は、  層の形成後に (b) 陸上に進出したと考えられている。

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①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	化学合成	フロン	バージェス動物群
②	化学合成	フロン	エディアカラ生物群
③	化学合成	オゾン	バージェス動物群
④	化学合成	オゾン	エディアカラ生物群
⑤	光合成	フロン	バージェス動物群
⑥	光合成	フロン	エディアカラ生物群
⑦	光合成	オゾン	バージェス動物群
⑧	光合成	オゾン	エディアカラ生物群



問 2 下線部(a)に関連して、節足動物に関する記述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。  ・

- ① 線形動物と同様に、<sup>はい</sup>胚の原口が将来の口になる。
- ② 線形動物と同様に、胚の原口が将来の肛門になる。
- ③ <sup>きよくひ</sup>棘皮動物と同様に、胚の原口が将来の口になる。
- ④ 棘皮動物と同様に、胚の原口が将来の肛門になる。
- ⑤ 環形動物と同様に、からだは体節に分かれる。
- ⑥ 環形動物と同様に、からだは体節に分かれない。
- ⑦ 軟体動物と同様に、からだは体節に分かれる。
- ⑧ 軟体動物と同様に、からだは体節に分かれない。

## 生物

問 3 下線部(b)に関連して，陸上植物と藻類との関係を考えるため，シロツメクサの緑葉，アナアオサ(緑藻)，アラメ(褐藻)，およびマクサ(紅藻)のそれぞれから色素を抽出した。それぞれの色素を薄層クロマトグラフィーによって分離したところ，図1の結果が得られた。この結果について考察した下の文章中の **エ** ~ **カ** に入る語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**

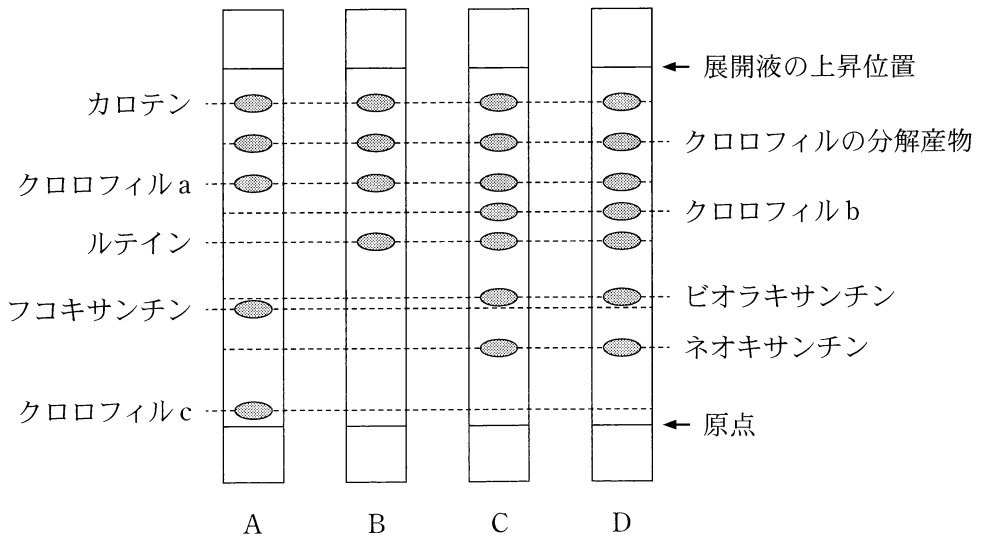


図 1

A~Dはシロツメクサ，アナアオサ，アラメ，マクサのいずれかの結果を示す。

## 生 物

シロツメクサ、アナアオサ、アラム、マクサの全てでクロロフィル a とカロテンが認められたが、クロロフィル b と **エ** はアナアオサと **オ** のみで、クロロフィル c はアラムのみで認められた。これらの色素組成の類似と相違に基づくと、緑藻、褐藻、および紅藻の中では、**カ** が陸上植物に系統的に最も近縁であると考えられる。

	エ	オ	カ
①	ネオキサンチン	マクサ	緑 藻
②	ネオキサンチン	マクサ	紅 藻
③	ネオキサンチン	シロツメクサ	緑 藻
④	ネオキサンチン	シロツメクサ	紅 藻
⑤	ルテイン	マクサ	緑 藻
⑥	ルテイン	マクサ	紅 藻
⑦	ルテイン	シロツメクサ	緑 藻
⑧	ルテイン	シロツメクサ	紅 藻

# 生 物

(下書き用紙)