

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10:00 ~ 11:00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 40 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち1つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ずHBの黒鉛筆またはシャープペンシル(HB, 0.5 mm 芯以上)を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば2にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全に除去しておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙(白紙)を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机の上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

1 遺伝子組換え技術に関する以下の文章 [I] ～ [IV] を読み、問 1 ～ 7 に答えなさい (解答欄 ア ～ コ)。

[I] ある遺伝子を含む DNA 断片を取り出し、それを別の DNA につないで細胞に導入することを遺伝子組換えという。遺伝子組換えを行うには、^(A) DNA の特定の塩基配列を識別してその部分を切断、^(B) 別の DNA との連結、さらに ^(C) 組換えた DNA を細胞へ導入する技術が必要になる。遺伝子組換えでは、目的の遺伝子の DNA をベクターとよばれる遺伝子の運び手の DNA につなぎ換えることが多い。ベクターは遺伝子を特定の細胞へ運び込み、増やす役割をする。

問 1 下線部 (A) と (B) の反応に必要な最も適切な酵素の名前を、次の①～⑦から 1 つずつ選び、(A) を解答欄 ア に、(B) を解答欄 イ にマークしなさい。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① RNA 合成酵素 | ② DNA 合成酵素 | ③ DNA リガーゼ |
| ④ RNA 分解酵素 | ⑤ 制限酵素 | ⑥ DNA 分解酵素 |
| ⑦ 逆転写酵素 | | |

問 2 下線部 (C) に関する記述として適切でないものを、次の①～④から 1 つ選び、解答 ウ にマークしなさい。

- ① 植物ではアグロバクテリウムとよばれる細菌を用いた遺伝子導入が一般的である。
- ② プラスミドは、細菌などの細胞の DNA に組み込まれなければ増殖できないベクターである。
- ③ 受精卵に DNA を注入して、外来遺伝子を細胞の DNA に入れる技術がある。
- ④ ウイルスの DNA に外来遺伝子を組みこみ、そのウイルスを感染させることで細胞に遺伝子を導入する方法がある。

(生 物)

問3 下線部 (A) の酵素は、DNA 中にある 4～8 塩基からなる特定の塩基配列を認識し、その部分で DNA の 2 本鎖を切断する。DNA の塩基配列がランダムであるとすると、特定の 4 塩基からなる塩基配列が DNA 中に出現する頻度を、次の①～⑧から 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 16 分の 1 ② 32 分の 1 ③ 64 分の 1 ④ 128 分の 1
⑤ 256 分の 1 ⑥ 512 分の 1 ⑦ 1024 分の 1 ⑧ 2048 分の 1

[II] 目的の遺伝子など同一の塩基配列をもつ DNA 断片を、試験管内で短時間で何百万倍に増やすことができる方法が PCR 法 (ポリメラーゼ連鎖反応法) とよばれる技術である。具体的には、鋳型 DNA にプライマー、耐熱性 DNA ポリメラーゼおよび A, T, G, C の塩基をそれぞれもつ 4 種類のヌクレオチドを加え、(d) 95℃ で加熱、(e) 50～60℃ へ冷却、(f) 72℃ で加熱のサイクルを繰り返すことで、DNA 鎖を増幅させる。

問4 下線部 (D) ～ (F) でどのような反応が起きているか最も適切なものを、次の①～⑤から 1 つずつ選び、下線部 (D) の反応を解答欄 に、下線部 (E) の反応を解答欄 に、下線部 (F) の反応を解答欄 にマークしなさい。

- ① 4 種類のヌクレオチドが結合し、鋳型に相補的なプライマーを形成する。
② 鋳型 DNA にプライマーが結合する。
③ DNA ポリメラーゼにより 3' → 5' 方向に新生鎖が伸長する。
④ 2 本鎖 DNA の塩基どうしの水素結合が切れて、1 本鎖に分かれる。
⑤ 1 本鎖 DNA が鋳型となって複製が行われ、2 本鎖 DNA が合成される。

[III] 環状でない 1000 塩基対の 2 本鎖 DNA 1 個を鋳型として PCR を 1 サイクル行ったら、600 塩基を含むヌクレオチド鎖と 1000 塩基を含むヌクレオチド鎖が結合した DNA が 2 個得られた。

問5 上記の PCR 反応が正常に進むと仮定したとき、この PCR 反応を 10 サイクル行ったらときに得られる最も多く増幅された DNA 鎖の塩基対の数はいくつか。最も適切なものを、次の①～⑦から 1 つ選び、 にマークしなさい。考え得る最小の塩基対の数を答えよ。

- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400 ⑤ 600 ⑥ 800 ⑦ 1000

(生 物)

問6 問5のPCR反応で最も多く増幅された2本鎖DNAの個数として最も適切なものを次の①～⑧から1つ選び、ケにマークしなさい。

- ① 16 ② 32 ③ 64 ④ 128 ⑤ 240
⑥ 988 ⑦ 1004 ⑧ 1024

[IV] DNAの長さや量を調べるためには、電気泳動というアガロースゲルの中で電氣的にDNAを分離する方法がよく用いられる。^(G) 電気泳動するための緩衝液を満たした装置のプラス電極とマイナス電極の間にアガロースゲルを置き、アガロースゲルの端にある小さな溝にDNAの試料を入れて電圧をかけると、DNAは一方の電極側へ移動する。アガロースゲルは特殊な構造をしており、長さの異なるDNAをゲルの中で分けることができる。

問7 下線部(G)に関する記述のうち、適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄コにマークしなさい。

- ① DNAはプラスに荷電しており、マイナス極に向かって移動する。
② DNAはマイナスに荷電しており、プラス極に向かって移動する。
③ 分子量の大きいDNAは電荷が大きいため、分子量の小さいDNAより早く移動する。
④ 分子量の小さいDNAはゲルが形成している網目構造に入ることができるため、分子量の大きいDNAよりゆっくり移動する。
⑤ 分子量の大きいDNAはゲルが形成している網目構造に妨げられ、分子量の小さいDNAよりゆっくり移動する。

(生物)

2 動物の発生のしくみに関する以下の文章 [I] ~ [III] を読み、問 1 ~ 9 に答えなさい (解答欄 , , ~) .

[I] 生物が複雑なからだを構築するためには、さまざまな遺伝子が協調して発現することが重要である。ショウジョウバエの突然変異の原因となる遺伝子を探る研究から、形態形成は、調節遺伝子が段階的にはたらくことによって制御されていることがわかってきた。

(A) ショウジョウバエの卵形成の過程で、mRNA が卵に蓄積され、胚の形成に重要な役割をもつ遺伝子がある。 (B) ピコイドという調節遺伝子は、その1つで、ピコイド遺伝子の mRNA は卵細胞質の (ア) に蓄えられる。

ショウジョウバエ胚は受精後、まず (イ) 分裂だけが進行する。13 回目の分裂の後、表層部に細胞の層ができる。その後、(ウ) から原腸陥入が起こり、14 体節からなる幼虫のからだができる。

問 1 本文中の (ア) ~ (ウ) にあてはまる最も適切な語を、次の①~⑨から1つずつ選び、解答欄 ~ にマークしなさい。

- | | | |
|-------|------|-----------|
| ① 核 | ② 後方 | ③ 細胞 |
| ④ 細胞膜 | ⑤ 背側 | ⑥ 前方 |
| ⑦ 中心体 | ⑧ 腹側 | ⑨ ミトコンドリア |

問 2 下線部 (A) のような遺伝子を一般に何とよぶか、解答欄 に記しなさい。

(生 物)

問3 下線部 (B) に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。ただし、ショウジョウバエの染色体構成は $2n=8$ であり、1つのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつメスと、全てのピコイド遺伝子が野生型であるオスを交配させて生じる幼虫は、全ての個体が正常であるものとする。

- ① 翻訳が始まると、ピコイドタンパク質は核から細胞質に向かって拡散する。
- ② 1つのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつメスと、1つのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつオスを交配させて生じる幼虫は、25%の個体で前方部が欠失している。
- ③ 1つのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつメスと、1つのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつオスを交配させて生じる幼虫は、25%の個体で後方部が欠失している。
- ④ 全てのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつメスと、全てのピコイド遺伝子が野生型であるオスを交配させて生じる幼虫は、全ての個体において前方部が欠失している。
- ⑤ 全てのピコイド遺伝子に、機能が欠失するような変異をもつメスと、全てのピコイド遺伝子が野生型であるオスを交配させて生じる幼虫は、全ての個体において後方部が欠失している。

[II] ショウジョウバエの発生では、前後軸に沿って異なった領域で複数の調節遺伝子が順々に発現し、胚は前後軸に沿って節が並んだ状態になる。それぞれの節(体節)が、どのような形態になるかは、ホメオティック遺伝子と呼ばれる複数の調節遺伝子がはたらくことによって決まる。(c) あるホメオティック遺伝子の突然変異体は、胸の第3体節が第2体節におきかわり、4枚の大きなはねをもつ。

脊椎動物を含む多くの動物で、ショウジョウバエのホメオティック遺伝子とよく似た塩基配列をもつ遺伝子群が発見された。それらは、ショウジョウバエのものも含めて、(d) ホックス遺伝子とよばれる。

問4 下線部 (C) の遺伝子として最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | |
|------------------|------------|
| ① アンテナペディア遺伝子 | ② コーディン遺伝子 |
| ③ ウルトラバイソラックス遺伝子 | ④ ソックス遺伝子 |
| ⑤ ノギン遺伝子 | ⑥ ノーダル遺伝子 |

(生 物)

問5 下線部 (D) ホックス遺伝子に関する記述として正しいものを、次の①～④から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① ヒトのゲノムにも、ショウジョウバエのアンテナペディア遺伝子に対応する遺伝子がある。
- ② ヒトのホックス遺伝子は、中枢神経の前後軸に沿った領域ごとの性質を決めるはたらきがある。
- ③ ヒトのホックス遺伝子は、脊椎を構成する脊椎骨の前後軸に沿った特徴を決めるはたらきはない。
- ④ ヒトのホックス遺伝子は、肢芽の形成には関わらない。

[Ⅲ] 胚の細胞の発生運命は、いつ確定するのだろうか。この疑問に答える実験が、
(E) 20世紀前半にシュペーマンらによって行われている。この実験の結果から、イモリの胚の予定神経域と予定表皮域については、発生が進むと、発生運命の変更は困難になることがわかった。

問6 下線部 (E) の実験において、スジイモリの初期神経胚の神経板の領域を切り取り、クシイモリの初期神経胚の腹側の予定表皮域と交換移植した。この実験結果の記述として適切なものを、次の①～④から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 尾芽胚期のクシイモリを調べると、移植片は神経に分化していた。
- ② 尾芽胚期のクシイモリを調べると、移植片は表皮に分化していた。
- ③ 尾芽胚期のスジイモリを調べると、移植片は神経に分化していた。
- ④ 尾芽胚期のスジイモリを調べると、移植片は表皮に分化し、神経板からはがれた。

(生物)

問7 シュペーマンらは、クシイモリの初期原腸胚の原口の動物極側の領域を切り取り、スジイモリの初期原腸胚の腹側の予定表皮域に移植した。この実験結果の記述として適切なものを、次の①～④から2つ選び、解答欄 **ク** にマークしなさい。

- ① スジイモリに生じた二次胚を調べると、脊索は主にクシイモリの移植片由来であった。
- ② スジイモリに生じた二次胚を調べると、腸管は主にクシイモリの移植片由来であった。
- ③ スジイモリに生じた二次胚を調べると、脊索は主にスジイモリの細胞由来であった。
- ④ スジイモリに生じた二次胚を調べると、神経管は主にスジイモリの細胞由来であった。

問8 シュペーマンらが発見した、原口背唇部のような誘導作用をもつ領域の名称を、解答欄 **B** に記しなさい。

問9 発生が進むと、胚ではより複雑な構造がつくられるようになる。複雑な構造の形成においては、ある部分の誘導を受けて分化した組織が、さらに別の組織の誘導を引き起こす。図1は、両生類の眼の形成における誘導の連鎖について示したものである。図1の

(a), (b), (c), (d) にあてはまる語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選び、解答欄 **ケ** にマークしなさい。

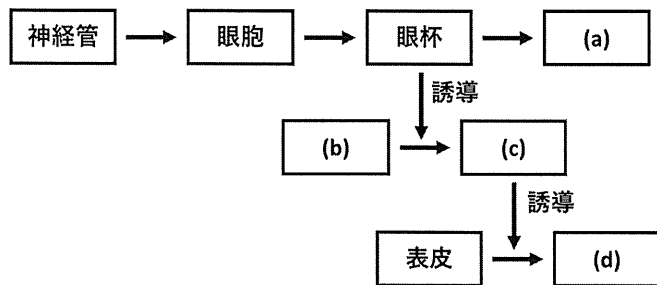


図1 両生類の眼の形成における誘導の連鎖

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| ① (a) 角膜 | (b) 表皮 | (c) 水晶体 | (d) 網膜 |
| ② (a) 網膜 | (b) 表皮 | (c) 角膜 | (d) 水晶体 |
| ③ (a) 角膜 | (b) 表皮 | (c) 網膜 | (d) 水晶体 |
| ④ (a) 網膜 | (b) 表皮 | (c) 水晶体 | (d) 角膜 |
| ⑤ (a) 角膜 | (b) 神経管 | (c) 水晶体 | (d) 網膜 |
| ⑥ (a) 網膜 | (b) 神経管 | (c) 角膜 | (d) 水晶体 |
| ⑦ (a) 角膜 | (b) 神経管 | (c) 網膜 | (d) 水晶体 |
| ⑧ (a) 網膜 | (b) 神経管 | (c) 水晶体 | (d) 角膜 |

(生物)

3 植物ホルモンに関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～5に答えなさい
(解答欄 ア ～ キ)。

[I] 植物の成長には、縦方向に伸びる伸長成長や、横方向に太くなる肥大成長などがある。成長の調節には複数の植物ホルモンがはたらいっている。なかでもオーキシンが重要なはたらきを担っている。オーキシンとは、植物細胞の成長を促進するはたらきのある一群の化学物質の総称である。植物が合成する天然のオーキシンは、(ア)という物質である。植物細胞は(イ)繊維を主成分とする細胞壁をもっている。細胞が大きくなるためには (A) 細胞壁の構造をゆるめる必要がある、このはたらきにオーキシンが関与している。また、細胞が大きくなる際に細胞壁の(イ)繊維が (B) どのような方向に配列されているかによって、細胞が大きくなる方向が決まる。

問1 本文中の(ア)と(イ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 ア と イ にマークしなさい。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| ① セルラーゼ | ② インドール酢酸 | ③ 酢酸エチル |
| ④ オキサロ酢酸 | ⑤ ラフィノース | ⑥ セルロース |
| ⑦ クリプトクロム | ⑧ アミラーゼ | ⑨ フィトクロム |

問2 下線部(A)に関するオーキシンが合成されてから細胞が伸長するまでの過程として、次の(a)～(h)の記述から最も適切なものを4つ選び、適切な順序に並びかえたものを、次の①～⑧から1つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- (a)細胞壁を構成する繊維どうしを結びつけている多糖類を繊維から分離する酵素が活性化される。
- (b)細胞壁を構成する繊維どうしを結びつけている多糖類を繊維から分離する酵素が不活性化される。
- (c)オーキシンは植物体の基部側から決まった方向に極性移動して、先端側の組織の細胞に作用する。
- (d)オーキシンは植物体の先端側から決まった方向に極性移動して、基部側の組織の細胞に作用する。
- (e)オーキシンはおもに成長している植物体の基部で合成される。
- (f)オーキシンはおもに成長している植物体の先端部で合成される。
- (g)細胞壁がゆるんだ細胞では、細胞が吸水して伸長する。
- (h)細胞壁がゆるんだ細胞では、細胞が脱水して伸長する。

(生物)

- ① (a) → (e) → (c) → (g) ② (a) → (f) → (d) → (h)
③ (b) → (e) → (c) → (g) ④ (b) → (f) → (d) → (h)
⑤ (e) → (c) → (a) → (g) ⑥ (e) → (c) → (b) → (h)
⑦ (f) → (d) → (a) → (g) ⑧ (f) → (d) → (b) → (h)

問3 下線部 (B) に関する記述として適切でないものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① ジベレリンは、細胞壁の繊維を横方向に揃えることで、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する。
② ブラシノステロイドは、細胞壁の繊維を横方向に揃えることで、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する。
③ 接触刺激などによって合成されるエチレンは、細胞の伸長成長を抑え、茎の肥大成長を促進する。
④ サイトカイニン は、細胞壁の繊維を縦方向に揃えることで、細胞の伸長成長を抑え、茎の肥大成長を促進する。

[II] 植物の芽ばえを暗所で水平におくと、茎は負の重力屈性を示し、根は正の重力屈性を示す。このように、同じ重力環境におかれた茎と根が異なる応答を示すのは、(c) 成長を促進するオーキシンの最適濃度が植物の器官によって異なるからである。

根において、重力の方向は根の先端にある (オ) によって感知される。根を水平におくと、(オ) の細胞内の (カ) という細胞小器官が、重力方向へ移動する。

問4 本文中の (オ) と (カ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧から1つずつ選び、解答欄 と にマークしなさい。

- ① 皮層 ② アミロプラスト ③ 離層
④ 根冠 ⑤ 中心柱 ⑥ プロトプラスト
⑦ ミトコンドリア ⑧ ゴルジ体

(生物)

問5 下線部(C)に関連して、図2は、茎と根のオーキシンに対する感受性の違いを示したものである。茎と根のオーキシンに対する感受性として最も適切なものを、図2の①～⑧から1つ選び、解答欄 **キ** にマークしなさい。

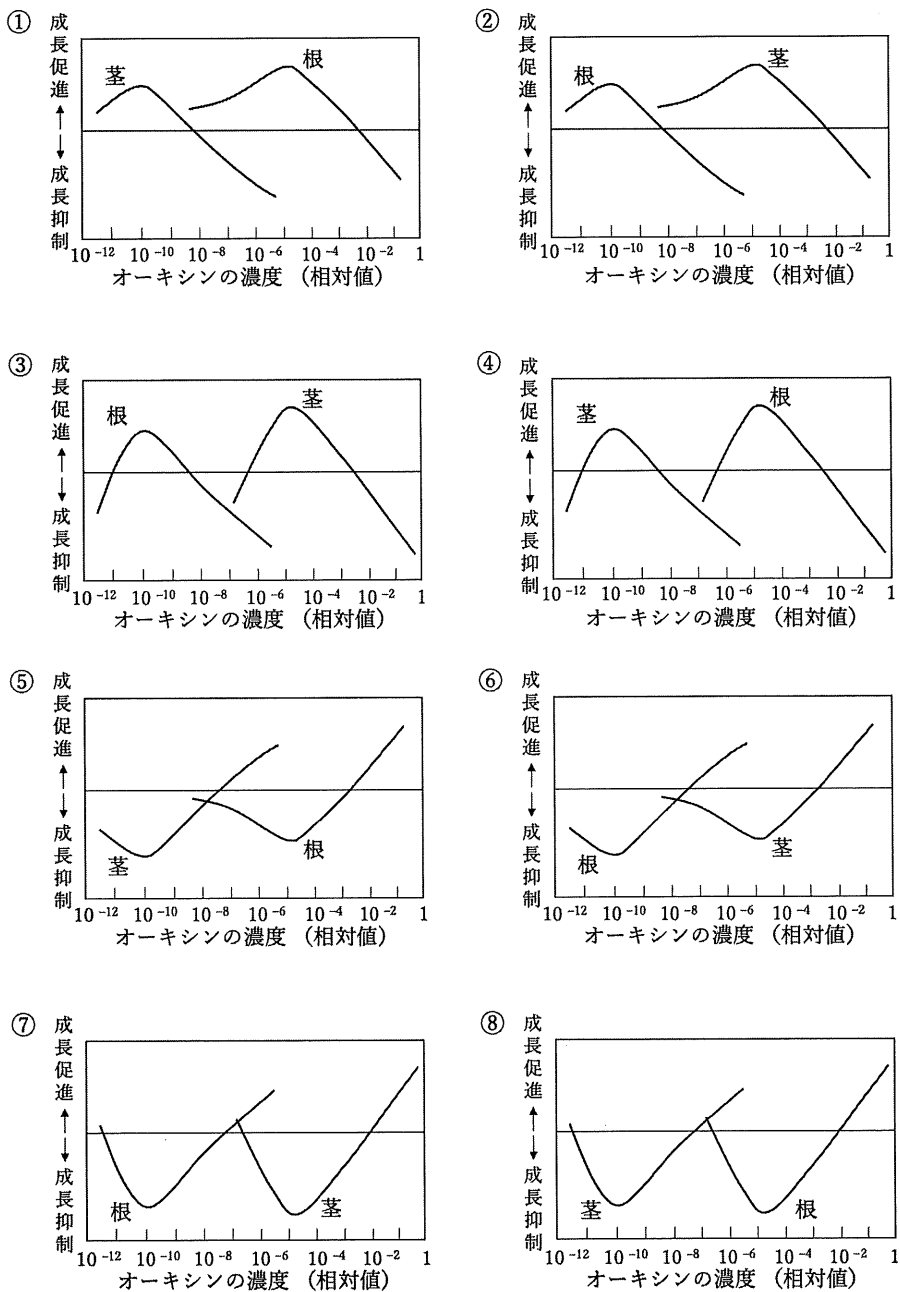


図2 茎と根のオーキシンに対する感受性の違い

(生 物)

4 生物の進化に関する以下の文章 [I] ～ [III] を読み、問 1 ～ 7 に答えなさい (解答欄 ア ～ サ)。

[I] 生物学における「進化」とは、生物の形質が世代を経るにつれて変化していくことである。進化は、生物集団の中で (A) 突然変異 が起こり、それが (B) 自然選択 や 遺伝的浮動 といった要因によって広がることで起こると考えられている。

問 1 下線部 (A) に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から 1 つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 生物個体に生じた突然変異は、すべて次世代に受け継がれる。
- ② 突然変異は、すべて DNA が転写されるときに起こる誤りによって生じる。
- ③ 突然変異には染色体の数や構造に変化が生じるものがある。
- ④ 突然変異の多くは生存や繁殖に有利な影響を与える。

問 2 下線部 (B) に関する次の①～⑤の記述のうち 適切でないもの を 1 つ選び、解答欄 イ にマークしなさい。

- ① 外的要因が集団内の対立遺伝子の遺伝子頻度の変動に影響を与えることを自然選択という。
- ② 自然選択が起こるためには、変異に応じて生存率や繁殖率に違いがあることが必要である。
- ③ 適応放散とは生物が共通の祖先から環境に適応して多様化することをいう。
- ④ 遺伝的浮動は自然選択がはたらかない場合でも起こる。
- ⑤ 一般的に、大きな集団ほど遺伝的浮動の影響は大きくなりやすい。

[II] ある島に生息するある植物は個体ごとに赤、ピンク、白の 3 色の花を咲かせる。この植物の花の色は、ある単一の遺伝子により決まっており、その遺伝子には A と a の 2 種類の対立遺伝子のみが存在する。赤い花の個体は AA 、ピンクは Aa 、白は aa の遺伝子型をもつ。ただし、この集団は (C) ハーディ・ワインベルグの法則 が成立するものとする。

(生 物)

問3 この島に赤い花の個体が500個体、ピンクが400個体、白が100個体生息しているとき、対立遺伝子 A と a のそれぞれの遺伝子頻度として最も適切な数値を、次の①～⑨から選びなさい。対立遺伝子 A の遺伝子頻度を解答欄 [ウ] に、対立遺伝子 a の遺伝子頻度を解答欄 [エ] に1つずつマークしなさい。

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5
⑥ 0.6 ⑦ 0.7 ⑧ 0.8 ⑨ 0.9

問4 この島で赤、ピンク、白の個体の間で任意に交配が起こった場合、次世代（子世代）の遺伝子型 AA , Aa , aa それぞれの頻度として最も適切な数値を、次の①～⑨から選びなさい。遺伝子型 AA の頻度を解答欄 [オ] に、遺伝子型 Aa の頻度を解答欄 [カ] に、遺伝子型 aa の頻度を解答欄 [キ] に1つずつマークしなさい。

- ① 0.04 ② 0.09 ③ 0.16 ④ 0.32 ⑤ 0.36
⑥ 0.42 ⑦ 0.48 ⑧ 0.49 ⑨ 0.64

問5 子世代の対立遺伝子 A と a のそれぞれの遺伝子頻度として最も適切な数値を、次の①～⑨から選びなさい。対立遺伝子 A の遺伝子頻度を解答欄 [ク] に、対立遺伝子 a の遺伝子頻度を解答欄 [ケ] に1つずつマークしなさい。

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5
⑥ 0.6 ⑦ 0.7 ⑧ 0.8 ⑨ 0.9

問6 下線部 (C) が成立する条件として次の①～⑤の記述のうち適切でないものを1つ選び、解答欄 [コ] にマークしなさい。

- ① 自由な交配で有性生殖をする。
② 注目する形質において自然選択がはたらいっている。
③ この遺伝子座には新たな突然変異が起こらない。
④ 集団の大きさが十分に大きい。
⑤ ほかの集団との間で個体の移入や移出がない。

(生 物)

[Ⅲ] 進化の道筋は、遺伝子の本体である DNA やタンパク質などの分子の比較からも探ることができる。近縁の種間で、(D) 特定の遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列を比較すると、種間で違いが見られる。この違い、すなわち、変化した塩基やアミノ酸の数は、それらの種が共通の祖先から分かれてからの時間に比例して増える傾向があり、それらの種が進化の過程で枝分かれした年代を探るための目安となり得る。

問7 下線部 (D) に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 代謝などの重要な機能をもつ遺伝子の塩基配列ほど変化速度が大きい。
- ② タンパク質のはたらきに重要な部位のアミノ酸配列は、その他の部位と比較して変化が多い。
- ③ アミノ酸の種類を決める mRNA のコドンにおいて、コドンの1番目の塩基にあたる DNA の塩基の変化は、2番目や3番目の塩基と比較して変化する速度が大きい。
- ④ イントロンの塩基配列は、エキソンの配列に比べ、変化速度が大きい。

(生 物)

5 生物の系統に関する以下の文章 [I] ~ [III] を読み, 問1~6に答えなさい (解答欄 C, ア ~ オ)。

[I] 生物の間には, いろいろな面において多様性が見られる一方で, 共通性も見られる。こうした共通性にもとづいて多様な生物が分類される。(A) 分類の基本となる単位は種で, 種は共通した形態的・生理的特徴をもつ個体の集まりである。(B) 新しい種が生じるためには集団どうしの間には何らかの隔離が生じる必要がある。

問1 下線部 (A) に関する記述として最も適切なものを, 次の①~⑥から1つ選び, 解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 生物の階層的分類では, よく似た科が種にまとめられる。
- ② 生物の階層的分類において, 綱の一つ上位の階級は目である。
- ③ 生物の階層的分類において, 亜種の一つ上位の階級は種である。
- ④ テッポウユリ (学名 *Lilium longiflorum*) の種小名は *Lilium* である。
- ⑤ テッポウユリ (学名 *Lilium longiflorum*) とササユリ (学名 *Lilium japonicum*) は異なる属に分類される。
- ⑥ 学名と同様に, 和名からも種の類縁関係がわかる。

問2 下線部 (B) に関する次の①~④の記述のうち 適切でないもの を1つ選び, 解答欄 イ にマークしなさい。

- ① 生殖的隔離を基準に生物学的種を定義する場合が多い。
- ② 地理的隔離が長く続くと集団間に遺伝的変化が蓄積する。
- ③ 植物では染色体の倍数化により短期間に種分化が進むことがある。
- ④ ガラパゴス諸島のダーウィンフィンチ類の適応放散は, 異所的種分化の例ではない。

(生物)

[II] 表1はヒトとその他の生物(種A～種C)のある遺伝子における塩基配列の違いの数を示したものである。このデータに基づき分子系統樹を作成すると、図3のように書くことができる。ただし、これらの生物において、この遺伝子からつくられるタンパク質は同じ機能を持ち、塩基の変化速度は一定とする。また、これらの生物種間で地理的隔離は生じなかったものとする。

表1 ある遺伝子における種間の塩基配列の違いの数

種A	20		
種B	28	28	
種C	44	44	44
	ヒト	種A	種B

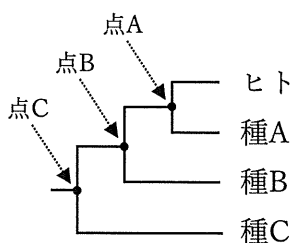


図3 塩基配列の違いの数をもとに作成した分子系統樹

問3 ヒトと種Aの共通の祖先(点A)とヒトを比べたときの塩基配列の違いの数の推定値として最も可能性が高いものを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 4 ② 8 ③ 10 ④ 12 ⑤ 14
 ⑥ 20 ⑦ 22 ⑧ 34 ⑨ 68

問4 ヒト、種A、種Bの共通の祖先(点B)と、ヒト、種A～種Cの共通の祖先(点C)を比べたときの塩基配列の違いの数の推定値が8であり、ヒトと種Aが共通の祖先(点A)から分岐したのが5000万年前であった場合、種Cが点Cから分岐したのは何年前か、計算式とともに、解答欄 に記しなさい。

(生物)

[Ⅲ] 地球上に生息する多様な生物は、細菌、古細菌、真核生物の3つのドメインに分けられる。図4はすべての生物が共通してもつrRNAの塩基配列をもとに描かれた分子系統樹である。

これら3つのドメインのうち、ヒトは真核生物ドメインの動物界に分類される。動物の古典的な分類や系統では、体腔の有無や胚葉数など発生様式が重視されてきたが、DNAの塩基配列に基づく系統解析の結果、現在では、その系統樹は図5のように描かれている。

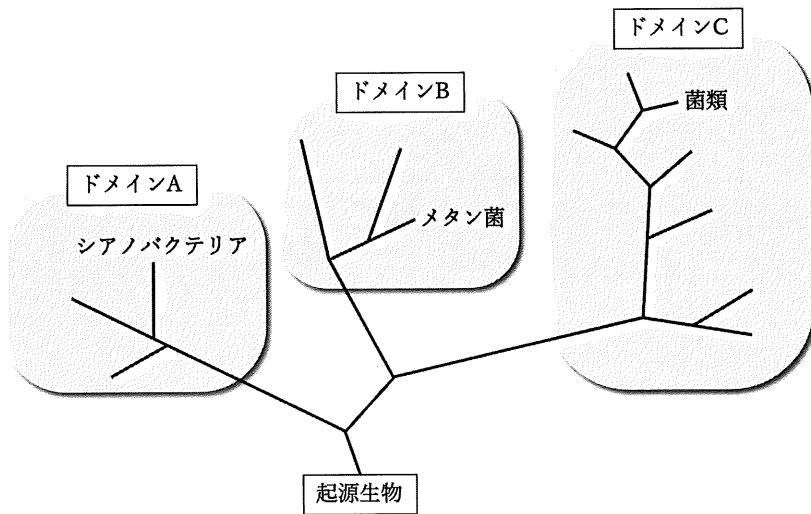


図4 rRNAの塩基配列に基づく分子系統樹

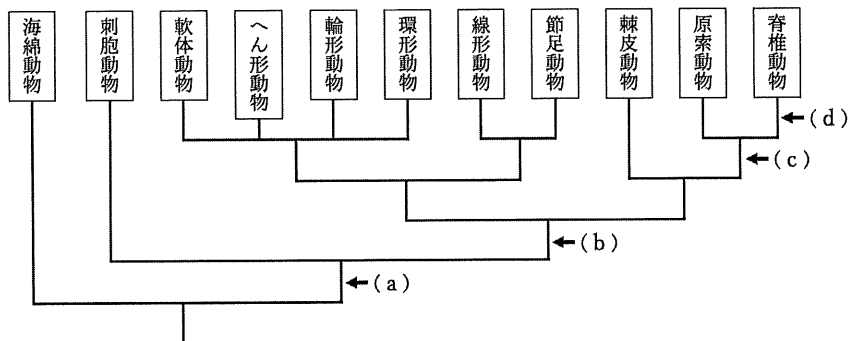


図5 DNAの塩基配列に基づく動物の分子系統樹

(生 物)

問5 図4のドメインA, B, Cに関する記述として適切なものを, 次の①~⑥から2つ選び, 解答欄 エ にマークしなさい。

- ① ドメインAに属するすべての生物は核膜をもたない。
- ② ドメインAに属する生物は極限環境に生育しているものが多い。
- ③ ドメインBに属する生物のうち, 光合成を行うものはクロロフィルaをもつ。
- ④ ドメインBには多様な多細胞生物が属する。
- ⑤ ドメインCに属する生物の一部はバクテリオクロロフィルをもつ。
- ⑥ ドメインCに属する生物の一部は配偶子をつくる。

問6 図5の(a)~(d)に入る動物分類上の特徴の組み合わせとして最も適切なものを, 次の①~⑧から1つ選び, 解答欄 オ にマークしなさい。

	(a)	(b)	(c)	(d)
①	脊索の獲得	脊椎の獲得	三胚葉	胚葉分化
②	脊索の獲得	脊椎の獲得	胚葉分化	三胚葉
③	脊椎の獲得	脊索の獲得	三胚葉	胚葉分化
④	脊椎の獲得	脊索の獲得	胚葉分化	三胚葉
⑤	三胚葉	胚葉分化	脊索の獲得	脊椎の獲得
⑥	三胚葉	胚葉分化	脊椎の獲得	脊索の獲得
⑦	胚葉分化	三胚葉	脊索の獲得	脊椎の獲得
⑧	胚葉分化	三胚葉	脊椎の獲得	脊索の獲得

余 白