

理 科

(1～48ページ)

注 意

- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。

物 理 (1～10ページ)

化 学 (11～26ページ)

生 物 (27～48ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしなさい。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入しなさい。
 受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしなさい。
- 試験時間は **60分** (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 試験開始後、問題用紙に不備(ページのふぞろい・印刷不鮮明など)があったら申し出なさい。
- 中途退出は認めません。試験終了後、問題用紙は持ち帰りなさい。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

受 験 番 号 欄					
H	5	7	0	9	
A	0	0	●	0	
B	1	1	1	1	
C	2	2	2	2	
D	3	3	3	3	
E	4	4	4	4	
F	●	5	5	5	
G	6	6	6	6	
H	7	●	7	7	
J	8	8	8	8	
K	9	9	9	●	
L					
M					
N					
P					
R					
S					
T					
U					
V					
W					
X					

アルファベットと数字の位置に注意してマークしなさい
(アルファベットのI・O・Qはありません)

「物理」を選択した場合

選 択 科 目 欄	
●	物 理
○	化 学
○	生 物

↑
解答する1科目に
必ずマークしなさい

マーク式解答欄記入上の注意

- 解答は、HBの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
 《マーク例》
 良い例 ●
 悪い例 ⊕ ⊙ ⊗ ⊖ ○
- 訂正する場合は、プラスチック消しゴムで、きれいにマークを消し取りなさい。
- 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。
- 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

生 物

この問題はⅠからⅦまであります。解答用紙には問題番号が から までですが、解答に使用する問題番号は から までです。

Ⅰ 消化酵素に関する問1～問4に答えなさい。

問1 次のa～fの物質のうち、ペプシンによって分解される物質として正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

a リン脂質

b ヒストン

c グロブリン

d セルロース

e インスリン

f プラスミド

① aのみ

② dのみ

③ a, b

④ a, f

⑤ b, c

⑥ d, e

⑦ a, b, f

⑧ a, d, e

⑨ b, c, e

⑩ c, d, f

問2 消化酵素の特性に関する次の **a** ～ **f** の記述のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選べなさい。

2

- a** 酵素は、アミノ酸が多数連結したポリペプチドが複雑に枝分かれすることで、固有の立体構造を形成している。
- b** 酵素は、特定の反応を触媒する際に生成物に組み込まれていくため、反応の結果、徐々に失われていく。
- c** 温度が高くなるほど酵素の立体構造は安定するため、酵素は高い触媒活性を示すようになる。
- d** 酵素の活性部位は複雑な立体構造を示しており、その構造に結合できる物質に対してのみ触媒活性を示す。
- e** 酵素の主成分であるタンパク質の正常な立体構造が失われることを変性と呼び、その結果、酵素の触媒活性が失われることを失活と呼ぶ。
- f** 酵素は細胞内では活性をもたず、細胞外に分泌されてはじめて触媒活性をもつようになる。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a のみ | ② d のみ | ③ a, b | ④ a, f |
| ⑤ b, c | ⑥ d, e | ⑦ a, b, f | ⑧ a, d, e |
| ⑨ b, c, e | ⑩ c, d, f | | |

問3 一定量のデンプンに、だ液アミラーゼを加え、pH7、35℃に保ちながら時間ごとの生成物量を測定したところ、図1のaのグラフが得られた。条件1、条件2の場合に得られるグラフの組合せとして、最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

3

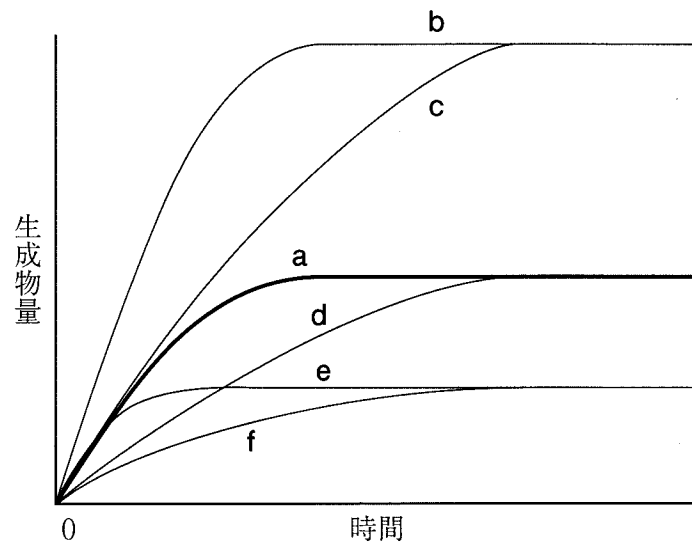


図1 だ液アミラーゼによるデンプンの分解反応

条件1 実験を行う条件を、pH6、35℃に変更した。

条件2 実験に用いるデンプンの量を $\frac{1}{2}$ に減らした。

	条件1	条件2
①	b	d
②	b	e
③	b	f
④	c	d
⑤	c	e
⑥	c	f
⑦	d	d
⑧	d	e
⑨	d	f

問 4 次の a ～ f の記述のうち、非競争的阻害に関する記述として正しいものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

4

- a 阻害物質がアロステリック部位に結合する。
- b 阻害物質が活性部位に結合する。
- c 活性部位の立体構造を変化させない。
- d 活性部位の立体構造を変化させる。
- e 基質濃度が高い場合は、阻害の影響が小さくなる。
- f 基質濃度に関わらず、一定の割合で阻害の影響が現われる。

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

Ⅱ 光合成に関する次の実験について、問 1～問 4 に答えなさい。

光の波長と光合成の関係を調べるために温度と二酸化炭素濃度を保った条件で、A と B の異なる波長の LED を用いて、それぞれ同じ強さの光をある植物の緑葉に照射し、1 時間に放出される葉面積 100 cm^2 あたりの酸素量を測定した。その結果を表 1 に示す。なお、2 種類の LED は、緑色光 LED と赤色光 LED のどちらかである。

表 1 異なる LED を照射した時の、葉からの酸素放出量

	LED	
	A	B
酸素放出量 ($\text{mL}/(\text{時間} \cdot 100 \text{ cm}^2)$)	2.8	0.6

問 1 LED の種類と、緑葉に吸収された二酸化炭素量として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

5

- ① A が緑色光 LED であり、A を用いた方が二酸化炭素吸収量は多い。
- ② A が緑色光 LED であり、B を用いた方が二酸化炭素吸収量は多い。
- ③ A が赤色光 LED であり、A を用いた方が二酸化炭素吸収量は多い。
- ④ A が赤色光 LED であり、B を用いた方が二酸化炭素吸収量は多い。

問2 実験に用いた緑葉に含まれる植物色素ア～ウが吸収する光の波長を調べたところ、次の図1が得られた。植物色素ア～ウのなかで、どの植物色素が最も多くのLEDの光を吸収し光合成を行ったか。植物色素とLEDの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6

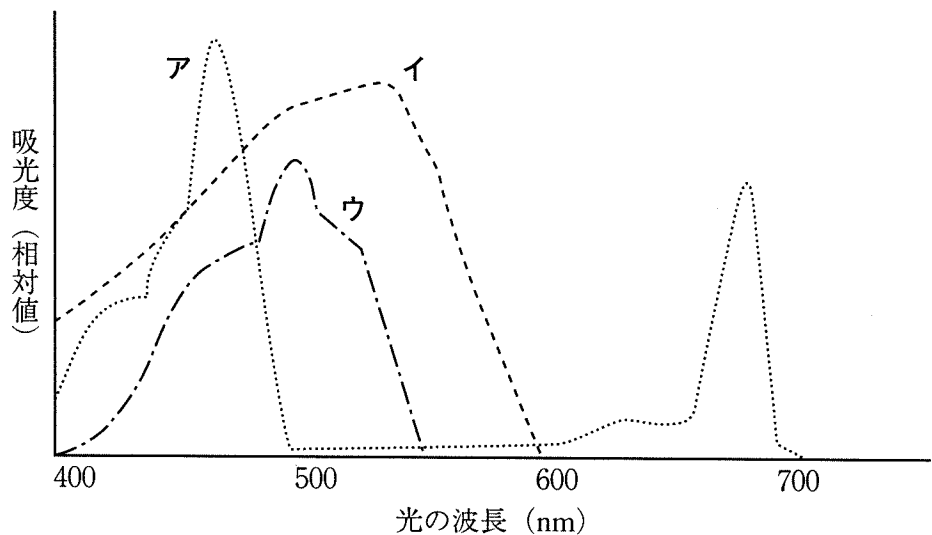


図1 植物色素の光吸収スペクトル

	植物色素	LED
①	ア	A
②	ア	B
③	イ	A
④	イ	B
⑤	ウ	A
⑥	ウ	B

問3 実験に用いた緑葉と他の植物種の緑葉に白色光を当てた場合の光の強さと光合成速度の関係は、図2のようになった。実験に用いた緑葉において、大気中の二酸化炭素が最初に固定されてできた物質として正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

7

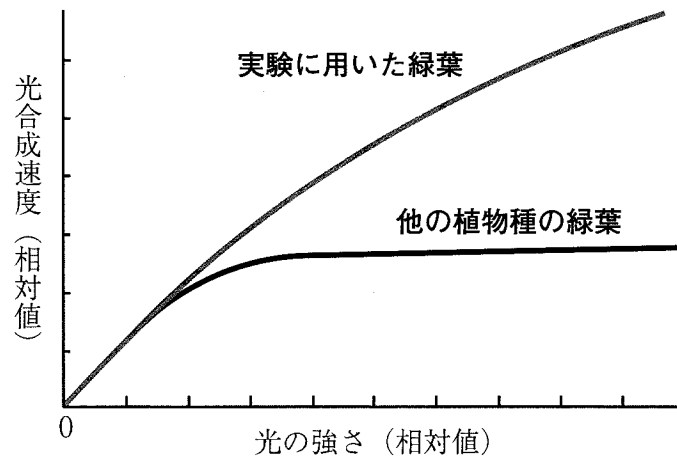


図2 光－光合成曲線

- | | | |
|---------|----------|--------|
| ① PGA | ② オキサロ酢酸 | ③ RuBP |
| ④ ピルビン酸 | ⑤ リンゴ酸 | |

問4 実験に用いた植物の名称として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

8

- | | | |
|----------|--------|----------|
| ① ベンケイソウ | ② イネ | ③ トウモロコシ |
| ④ サボテン | ⑤ サザンカ | |

生物の試験問題は次へ続きます。

Ⅲ 植物の色素と遺伝子組換えに関する次の文章を読んで、問1～問3に答えなさい。

植物の花弁には、主にアントシアニンという色素が含まれている。赤色と朱色の花には、赤色アントシアニンや朱色アントシアニンが含まれ、青色の花には、青色アントシアニンが含まれている。一方、白色の花には、それらのアントシアニンが含まれない。アントシアニンの合成には E_1 、 E_2 、 E_3 の酵素がはたらいている。アントシアニンの合成経路と3つの酵素が作用する反応を図1に示す。

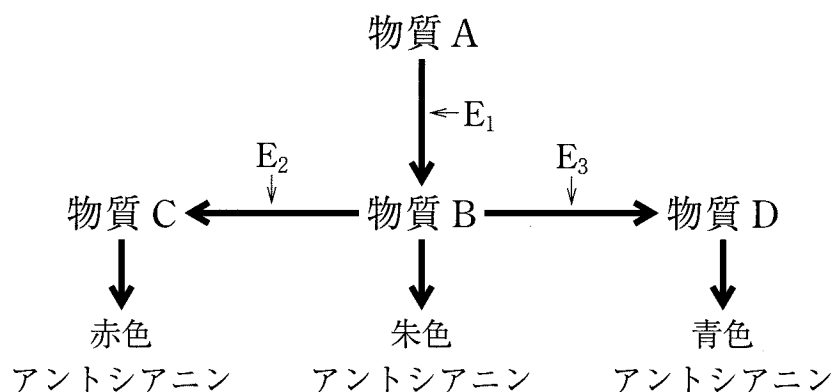


図1 アントシアニン合成経路

問1 白色花における酵素 E_1 、 E_2 、 E_3 の組合せは次の a～h のうちどれか。最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

9

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| a E_2 のみ | b E_1 のみ |
| c E_3 のみ | d E_1 と E_2 |
| e E_2 と E_3 | f E_1 と E_3 |
| g E_1 と E_2 と E_3 | h すべてもたない |

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① h | ② e | ③ d, f |
| ④ a, c, e | ⑤ b, d, f | ⑥ b, e, g |
| ⑦ a, c, e, h | ⑧ b, d, f, h | ⑨ c, e, f, g |

問2 遺伝子組換え技術を用いて植物に E_1 , E_2 , E_3 の遺伝子を導入する場合、アグロバクテリウムを用いることが多い。以下に示したその方法中の空欄 ア ～ ウ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

10

<方法>

アグロバクテリウムからプラスミドを精製し、 ア と イ を用いて必要な酵素の遺伝子をプラスミドに導入する。それを再びアグロバクテリウムに戻してから、植物細胞に感染させると、 ウ の DNA に目的の遺伝子が導入される。

	ア	イ	ウ
①	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	核内
②	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	ミトコンドリア内
③	DNA ポリメラーゼ	DNA リガーゼ	核内
④	DNA ポリメラーゼ	DNA リガーゼ	ミトコンドリア内
⑤	制限酵素	DNA ヘリカーゼ	核内
⑥	制限酵素	DNA ヘリカーゼ	ミトコンドリア内
⑦	制限酵素	DNA リガーゼ	核内
⑧	制限酵素	DNA リガーゼ	ミトコンドリア内

問3 遺伝子組換え技術により E_3 の遺伝子のみを導入して青色の花をもつ植物を作出する場合、遺伝子を導入する品種として最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

11

- a 赤色花の品種
- b 朱色花の品種
- c 白色花の品種

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

IV 生殖と遺伝に関する次の問1～問3に答えなさい。

問1 減数分裂に関する次のa～eの記述のうち正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

12

- a 第一分裂と第二分裂の間に、染色体が複製される。
- b 相同染色体の対合が起こるのは、第一分裂であり、染色体の乗換えが起こるのは、第二分裂である。
- c 核相が $2n$ の母細胞が第一分裂によって生じる2つの細胞の核相は n である。
- d 染色体の乗換えが起こらないとした場合、1つの一次精母細胞が減数分裂をして生じる4つの精細胞のある対立遺伝子の構成は2種類となる。
- e シダ植物の生活環において、減数分裂によって生じる生殖細胞は配偶子である。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① cのみ | ② eのみ | ③ a, d | ④ a, c |
| ⑤ b, d | ⑥ c, d | ⑦ a, c, d | ⑧ a, b, e |
| ⑨ b, c, e | ⑩ c, d, e | | |

問2 植物のある形質は2つの対立遺伝子 (A と a , B と b) によって決められ, それぞれ A と B が a と b に対し優性であるとする。優性ホモの個体と劣性ホモの個体を交配させて F_1 世代を得た。この F_1 世代の個体を自家受精させて得られる F_2 世代には何種類の遺伝子型の子が生じることになるか。 A (a) と B (b) が独立の関係にある場合と, 連鎖しており, かつ乗換えが起こらないとした場合のそれぞれについて求め, その値の組合せとして最も適当なものを, 次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

13

	独立	連鎖
①	4 種類	2 種類
②	4 種類	3 種類
③	4 種類	4 種類
④	9 種類	2 種類
⑤	9 種類	3 種類
⑥	9 種類	4 種類
⑦	16 種類	2 種類
⑧	16 種類	3 種類
⑨	16 種類	4 種類

問3 マウスのゲノム中には、特定の塩基配列が繰り返されている領域があり、その繰り返し回数が系統によって異なることが知られている。同じ染色体の異なる遺伝子座にある繰り返し領域X～Zの繰り返し配列をPCR法で増幅し、電気泳動を行うことで、系統Sと系統Mを識別できる。系統S同士、系統M同士、系統Sと系統Mを交配させて得られた F_1 に対してPCR法を行い、電気泳動を行うと、それぞれ図1のパターンa, b, cとなった。また、 F_1 と系統Sの交配を複数回行い、100個体の F_2 を得た。それらすべてに対し、同様に電気泳動を行ったところ、図1のa～gのうちbを除くパターンがみられ、それぞれのパターンと個体数を表1に示す。これについて、(1), (2)に答えなさい。ただし、3つの遺伝子座の間で複数回乗換えが起こることはないものとする。

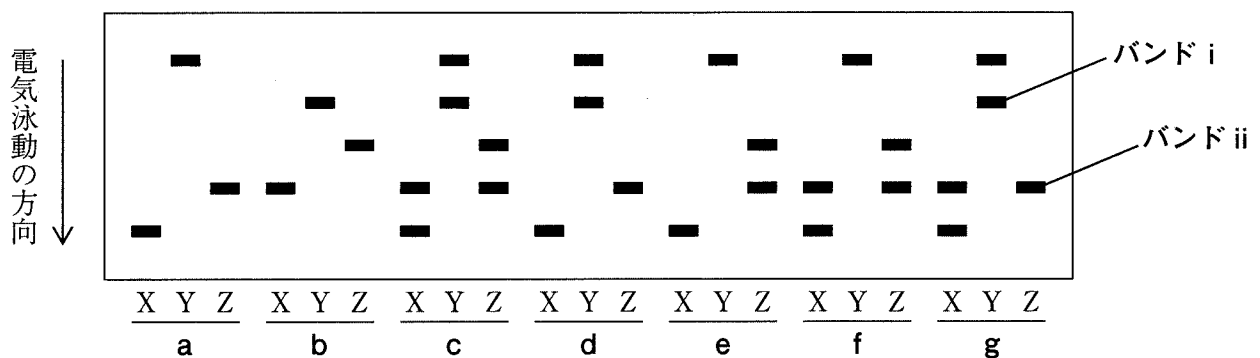


図1 電気泳動のパターン

表1 F_2 にみられた電気泳動パターンと個体数

電気泳動のパターン	個体数
a	42
b	0
c	42
d	5
e	3
f	5
g	3

- (1) 図1のパターンgにみられるバンドiとバンドiiのDNAは、 F_1 と系統Sのどちらの親に由来すると考えられるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

14

	バンド i	バンド ii
①	F_1	F_1
②	F_1	系統 S
③	F_1	F_1 と 系統 S
④	系統 S	F_1
⑤	系統 S	系統 S
⑥	系統 S	F_1 と 系統 S
⑦	F_1 と 系統 S	F_1
⑧	F_1 と 系統 S	系統 S
⑨	F_1 と 系統 S	F_1 と 系統 S

- (2) 領域X～領域Zが染色体上で並んでいる順番と、領域Xと領域Yの組換え価の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

15

	順 番	組 換 え 価
①	X - Y - Z	6 %
②	X - Y - Z	10 %
③	X - Y - Z	16 %
④	X - Z - Y	6 %
⑤	X - Z - Y	10 %
⑥	X - Z - Y	16 %
⑦	Y - X - Z	6 %
⑧	Y - X - Z	10 %
⑨	Y - X - Z	16 %

V ショウジョウバエの発生に関する次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

ショウジョウバエの未受精卵には母性効果遺伝子（ハンチバック・ナノス・コードル・ビコイド）の mRNA が含まれており、図1のように分布している。これが、頭尾（前後）軸の決定に大きく関わっている。受精後の翻訳産物（タンパク質）は図2のような分布になる。これらのはたらきで頭尾軸が決定し、さらに分節遺伝子⁽¹⁾がはたらくことで、体節が形成される。その後、ホメオティック遺伝子⁽²⁾により、それぞれの体節に特有な構造が形成されていく。

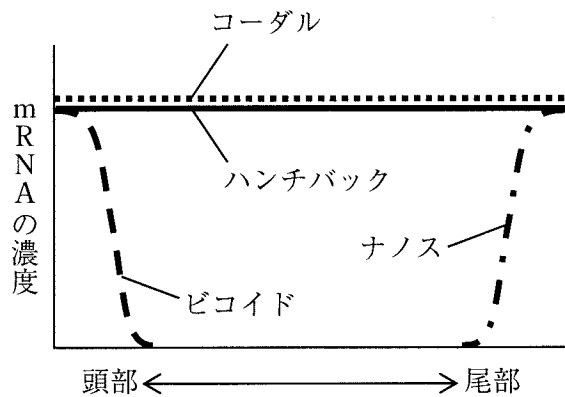


図1 mRNAの濃度勾配

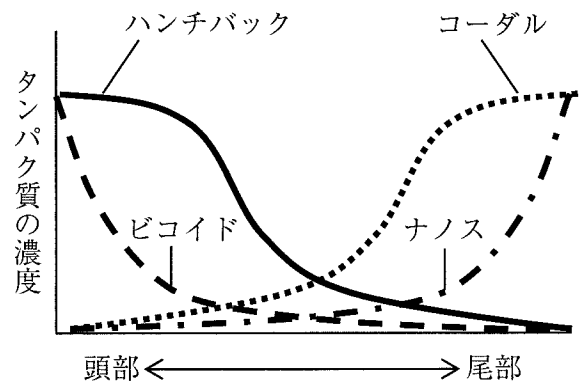


図2 タンパク質の濃度勾配

問1 次のa～hの記述のうち、図1と図2から考えられる仮説として正しいものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

16

- a コーダルタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- b コーダルタンパク質は、ビコイドとナノスの mRNA の翻訳を阻害する。
- c ビコイドタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- d ビコイドタンパク質は、コードル mRNA の翻訳を阻害する。
- e ナノスタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- f ナノスタンパク質は、コードル mRNA の翻訳を阻害する。
- g ハンチバックタンパク質は、コードル mRNA の翻訳を阻害する。
- h ハンチバックタンパク質は、ビコイドとナノスの mRNA の翻訳を阻害する。

- | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|
| ① a, g | ② a, d | ③ b, e | ④ b, h |
| ⑤ c, f | ⑥ d, e | ⑦ e, g | ⑧ f, h |
| ⑨ b, d, e | ⑩ c, f, g | | |

問2 下線部(1)には大きく3つの遺伝子群が存在する。これらの遺伝子が発現する順番として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

17

- ① ペアルール遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子 → ギャップ遺伝子
- ② ペアルール遺伝子 → ギャップ遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子
- ③ セグメントポラリティー遺伝子 → ペアルール遺伝子 → ギャップ遺伝子
- ④ セグメントポラリティー遺伝子 → ギャップ遺伝子 → ペアルール遺伝子
- ⑤ ギャップ遺伝子 → ペアルール遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子
- ⑥ ギャップ遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子 → ペアルール遺伝子

問3 下線部(2)に関する次のa～eの記述のうち、正しいものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

18

- a 各遺伝子間で塩基配列の多様性が高い領域をホメオボックスと呼び、そこから作られるアミノ酸配列をホメオドメインと呼ぶ。
- b 調節遺伝子としてはたらき、特定の遺伝子の発現を調節して、分化の方向性を決定させる。
- c ショウジョウバエに特有な遺伝子であり、染色体の決まった領域に集まって並んでいる。
- d ショウジョウバエでは、アンテナペディア遺伝子群とバイソラックス遺伝子群に分けられる。
- e ハウスキーピング遺伝子としてはたらき、翻訳産物が細胞の生存に直接関与することになる。

- ① a, d ② a, e ③ b, e ④ b, d
- ⑤ c, d ⑥ d, e ⑦ a, b, d ⑧ a, c, d
- ⑨ b, c, d ⑩ c, d, e

問 4 ショウジョウバエの受精卵内部では，細胞質分裂が起こらずに，同調的な核分裂が9回起こり，核の数が増える。その一部が卵の表層部へ移動し，そこで4回の核分裂を行うことで，卵表面に約5000個の核が集積する胞胚となる。初めの9回の核分裂により生じた核の何%が表層に移動すると考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

19

① 0 ～ 10 %

② 20 ～ 30 %

③ 40 ～ 50 %

④ 60 ～ 70 %

⑤ 80 ～ 90 %

Ⅵ ヒトの免疫に関する問1～問3に答えなさい。

問1 マクロファージ以外に食細胞としてはたらく免疫細胞の組合せとして、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

20

- | | | |
|---|------|------|
| ① | NK細胞 | 形質細胞 |
| ② | 形質細胞 | 好中球 |
| ③ | 好中球 | 樹状細胞 |
| ④ | 樹状細胞 | NK細胞 |
| ⑤ | NK細胞 | 好中球 |
| ⑥ | 形質細胞 | 樹状細胞 |

問2 自然免疫に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

21

- ① 破傷風を発症したヒトに抗血清を注射して治療する。
- ② 血液型の異なる血液を混合すると、赤血球が凝集反応を起こす。
- ③ 異物の侵入に反応した免疫細胞が毛細血管壁を緩めて血管外に移動する。
- ④ ワクチンを接種すると、病原体に対する抵抗性が高まる。
- ⑤ 年ごとに異なる型のウイルスが流行するため、毎年インフルエンザに罹患することがある。

問3 次の実験に関して (1), (2) に答えなさい。

A 系統と B 系統, およびこの二系統を交配させて得られた F_1 マウスの皮膚を, A 系統や B 系統, または F_1 マウスの皮膚に移植し, 移植片が移植先に生着するか拒絶されるかを調べた。その結果を表 1 に示す。表中の (+) は移植片が生着, (−) は拒絶されたことを表す。

表 1 皮膚移植の結果

移植先	移植片		
	A 系統	B 系統	F_1
A 系統	+	−	ア
B 系統	−	+	イ
F_1	ウ	エ	+

- (1) 移植片の拒絶に関する記述として最も適当なものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

22

- ① 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, NK 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ② 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, T 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ③ 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, B 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ④ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, NK 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ⑤ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, T 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ⑥ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, B 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。

- (2) 表1の空欄ア～エに入るものとして、最も適切な組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

23

	ア	イ	ウ	エ
①	+	+	+	+
②	+	+	－	－
③	+	－	+	－
④	+	－	－	+
⑤	－	+	+	－
⑥	－	+	－	+
⑦	－	－	+	+
⑧	－	－	－	－

VII 個体群にみられる社会性に関する問1，問2に答えなさい。

問1 縄張りに関する記述として，正しいものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

24

- ① 個体や群れが日常的に行動する範囲を行動圏と呼び，一般に縄張りよりも小さい空間となる。
- ② 縄張りが大きくなるほど，食物の確保や配偶者の確保などの利益が大きくなるが，縄張りを維持するコストも大きくなるため，最適な縄張りの大きさは利益とコストの差が最小となる大きさであると考えられる。
- ③ 縄張りを維持するコストが縄張りから得られる利益を常に上回るような条件では，縄張りは形成されない。
- ④ アユの個体群では縄張りをもつ個体ともたない個体が観察されるが，個体群密度が非常に高くなると，縄張りから得られる利益が大きくなるため，ほとんどの個体が縄張りをもつようになる。
- ⑤ 縄張りを形成したシジュウカラの一部の個体を実験的に除去しても，新しい個体が侵入して新たな縄張りを作るため，地域の縄張りの数や大きさはあまり変化しない。このことから，縄張りには地域の個体数を増加させる効果があるといえる。

問2 社会性昆虫であるミツバチのコロニーを構成するワーカー（雌）と雄は、すべて女王の子である。女王の生んだ受精卵が発生すると雌に、未受精卵が発生すると雄になる。したがって、図1に示すように雄の染色体数は女王やワーカーの半数である。いま、血縁度を「2個体が特定の対立遺伝子を共有する確率」と定義し、女王は一度しか交尾していないとすると、ワーカーからみた女王との血縁度、ワーカーからみた雄との血縁度、ワーカー同士の血縁度の組合せとして正しいものはどれか。最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

25

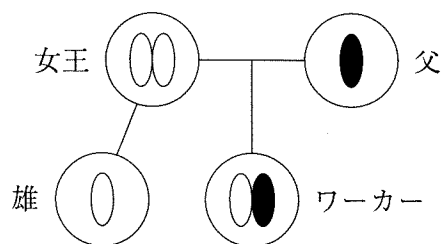


図1 染色体の組合せ

	ワーカーからみた 女王との血縁度	ワーカーからみた 雄との血縁度	ワーカー同士の 血縁度
①	0.25	0.25	0.5
②	0.25	0.25	0.75
③	0.25	0.5	0.5
④	0.25	0.5	0.75
⑤	0.5	0.25	0.5
⑥	0.5	0.25	0.75
⑦	0.5	0.5	0.5
⑧	0.5	0.5	0.75

生物の問題はここまでです。

