

# 生 物

## 第 1 問 問いに答えよ。

問 1 生物種間にみられる相互作用に関する記述である。正しいものはどれか。最も適するものを①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 利益—不利益に関する一方的な関係を片利共生と呼ぶ。
- ② 利益を宿主と寄生者が相互に受けとる関係を寄生と呼ぶ。
- ③ 自然界では、捕食者が被食者を食べつくすことによって、被食者が絶滅してしまうのが一般的である。
- ④ 生態的地位(ニッチ)が似た 2 種における競争的な排除は、両者に共通の捕食者がいる場合には起こりにくい。
- ⑤ 捕食者と被食者の個体数が周期的に変動して共存する実験系では、捕食者の個体数の増加および減少は被食者のそれより先に起こる。

問 2 生得的行動に関する記述である。正しいものはどれか。最も適するものを①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 生得的行動は、哺乳類にはみられない。
- ② 生得的行動は、個体によってかなり異なる。
- ③ 生得的行動は、無脊椎動物のみにみられる。
- ④ 生得的行動の発現には、遺伝子はほとんど影響しない。
- ⑤ 生得的行動は、環境条件が違っていても個体群の中のほとんどの個体で発現する。

問 3 真核細胞の構造体に関する記述である。誤りのあるものはどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 3

- ① リボソームは、タンパク質と rRNA の複合体で、大サブユニットと小サブユニットからなる。
- ② 核膜は、内膜と外膜の二重の生体膜からなり、内膜と外膜はつながって核膜孔を形成し、外膜は小胞体とつながる。
- ③ 小胞体は、1枚の生体膜からなる一つながりの細胞内に広がる膜迷路で、リボソームが付着する領域と付着しない領域がある。
- ④ 細胞膜は、リン脂質の二重層にタンパク質がモザイク状に分布し、リン脂質もタンパク質も細胞膜中を水平方向に移動することができる。
- ⑤ 葉緑体は、内外二重の生体膜で包まれ、内部には膜構造のチラコイドがあり、その間を満たすストロマにはヒストンタンパク質と結合した DNA が存在する。

問 4 ニューロン(神経細胞)の膜電位の変化を示した図に関する記述である。誤りのあるものはどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。

4

- ① 時間の単位は 1/100 秒である。
- ② 静止電位は  $-60$  mV、活動電位の最大値は  $100$  mV である。
- ③ I と IV では、一部の  $K^+$  チャネルを通過して  $K^+$  が細胞の内側から外側に漏れ出している。
- ④ II では、電位依存性の  $Na^+$  チャネルが開いて  $Na^+$  が細胞内に流入する。
- ⑤ III では、電位依存性の  $K^+$  チャネルが開いて  $K^+$  が細胞の内側から外側に出ていく。

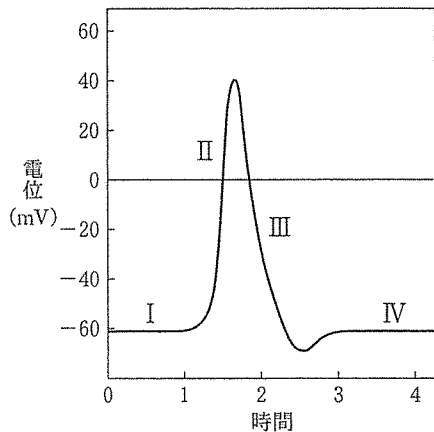


図 膜電位の変化

問 5 コドンの読み枠が変化して，アミノ酸配列の大部分が無意味か本来より短くなって，タンパク質の機能が失われる可能性がある突然変異はどれか。最も適するものを，①～⑤の中から1つ選べ。 

5
---

- ① 翻訳領域の最初の方で1個のコドンが欠失した。
- ② 翻訳領域の最初の方で1個のヌクレオチドが欠失した。
- ③ 翻訳領域の最初の方で1個のヌクレオチドが置換した。
- ④ 翻訳領域の中央付近で1個のヌクレオチドが置換した。
- ⑤ 翻訳領域の最後の方で1個のヌクレオチドが挿入された。

第2問 文を読んで、問いに答えよ。

脊椎動物の循環系は **ア** で、血液の流れの経路は、魚類を除けば体循環と肺循環の2つに大別される(図1)。**ア** では、血液中の成分が、毛細血管から血管外へしみだして **イ** となり、細胞や組織へと絶えず供給されるしくみになっている。**イ** は、細胞との間でガス交換や養分・老廃物の交換を行った後、再び毛細血管へ戻って血液に混じる。

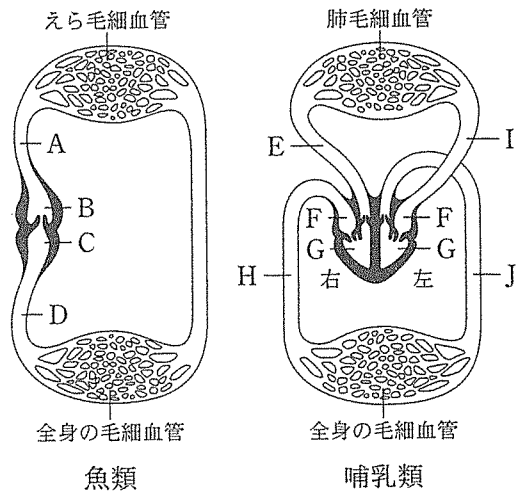


図1 脊椎動物の循環系

問1 文中の **ア** をもつ動物はどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 **6**

- ① ミミズ ② エビ ③ バッタ ④ カタツムリ ⑤ ヒドラ

問2 文中の **イ** に入る語はどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 **7**

- ① 血清 ② 組織液 ③ リンパ液 ④ 血しょう ⑤ 血リンパ

問 3 器官とそれを構成する細胞から文中の  に分泌，放出されて血中に入る物質の組み合わせとして誤りのあるものはどれか。最も適するものを，～の中から1つ選べ。

<器 官>	<物 質>
① 肺	酸素・二酸化炭素
② 腎 臓	グルコース・アミノ酸・無機塩類・水
③ 小 腸	グルコース・アミノ酸
④ 肝 臓	グルコース・タンパク質・尿素
⑤ 脳下垂体前葉	成長ホルモン・甲状腺刺激ホルモン

問 4 図1のA～Jの中で，心房はどれか。適するものを，～の中からすべて選び，解答番号9の解答欄にマークせよ。また，静脈血が流れる動脈はどれか。適するものを，～の中からすべて選び，解答番号10の解答欄にマークせよ。

心房	<input type="text" value="9"/>	静脈血が流れる動脈	<input type="text" value="10"/>	
① A	② B	③ C	④ D	⑤ E
⑥ F	⑦ G	⑧ H	⑨ I	⑩ J

問 5 哺乳類の循環系が魚類の循環系に比べて極めて効率よく全身に酸素を運ぶことができるのは， \_\_\_\_\_ ためである。下線部に入る文として最も適するものを，～の中から1つ選べ。

- ① 動脈血が高い血圧を維持して流れる
- ② 体表面からも酸素を取り込むことができる
- ③ 心臓に弁があって血液の逆流を防いでいる
- ④ 動脈血と静脈血が心臓で混合することがない

問 6 図 2 は、成人のヘモグロビンと筋肉中のミオグロビンの酸素解離曲線である。図 2 に示すように、ミオグロビンの酸素解離曲線は、ヘモグロビンの酸素解離曲線より極端に左方にある。

このため、 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。下線部に入る文として適

するものを、①～⑤の中から 2

つ選び、解答番号 12 の解答欄

にマークせよ。 12

- ① 運動している筋肉の酸素量は 0 である
- ② ミオグロビンは極めて低い酸素分圧下で酸素を解離する
- ③ ミオグロビンと胎児ヘモグロビンの酸素解離曲線は一致する
- ④ ミオグロビンは酸素との結合力の強さがヘモグロビンに比べて小さい
- ⑤ ミオグロビンは低酸素分圧下で血液中の酸素ヘモグロビンから酸素を取り込める

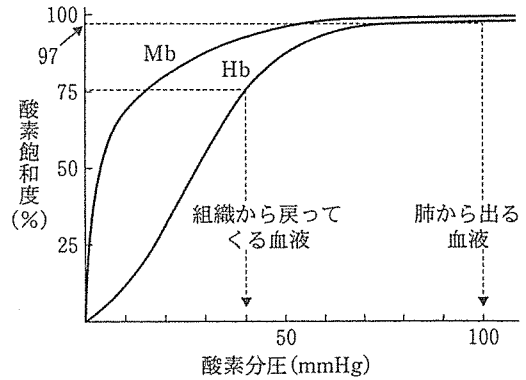


図 2 ヘモグロビン(Hb)とミオグロビン(Mb)の酸素解離曲線

問 7 ヘモグロビンは、1 g あたり 1.34 mL の酸素と結合し、健康な人では、ヘモグロビンの血中濃度は 0.15 g/mL である。図 2 から、健康な人の血液 100 mL あたりの組織への酸素供給量(mL)を求めよ。ただし、小数点以下第二位を四捨五入して 2 桁の値で表せ。一位と小数点以下第一位の値として最も適するものを、①～⑩の中からそれぞれ 1 つずつ選べ。なお、必要であれば記号を重複して選べ。

一位 13      小数点以下第一位 14

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6
- ⑦ 7
- ⑧ 8
- ⑨ 9
- ⑩ 0

第3問 文I, IIを読んで, 問いに答えよ。

<文I>

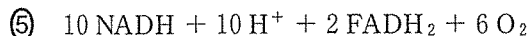
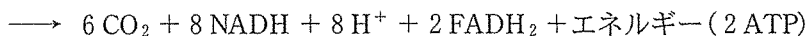
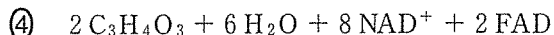
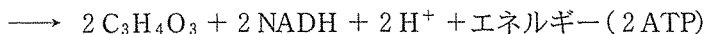
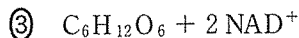
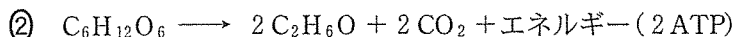
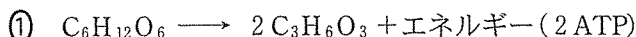
細胞内では, たくさんの種類の ア が順序よく働いて, 細胞の活動に必要なエネルギー源としてのATPを生産し, <sup>A)</sup> このATPを利用して, 細胞が生きていくために必要な様々なタンパク質を生合成している。

ア は基質に働きかけて必要な分子をつくり出す。イ は, 血液中にあって酸素を運んだり, 細胞膜内にあってグルコースを運び込んだり, 特定のイオンを通したりする。細胞骨格タンパク質は, 細胞の形を維持し, 細胞小器官や細胞の移動に寄与するばかりでなく, <sup>B)</sup> 原形質流動, <sup>C)</sup> 繊毛や鞭毛の運動, 筋収縮のような細胞運動や個体の運動にも重要な働きをしている。<sup>D)</sup> <sup>E)</sup> <sup>F)</sup> また, 生体防御タンパク質は免疫の機構にかかわっており, 個体に固有な膜タンパク質の ウ で非自己を識別し, エ は体内に侵入してきた細菌などを攻撃する。この他, タンパク質は, ホルモンとして細胞に信号を与え, 受容体としてこの信号を特異的に受け取る。例えば肝細胞では, ペプチドホルモンのグルカゴンが \_\_\_\_\_ <sup>G)</sup> \_\_\_\_\_ すると, \_\_\_\_\_ <sup>H)</sup> \_\_\_\_\_ させて, \_\_\_\_\_ <sup>I)</sup> \_\_\_\_\_ し, これが \_\_\_\_\_ <sup>J)</sup> \_\_\_\_\_ する。その結果, グルコースが放出される。

このように, 細胞内には多種多様なタンパク質が存在し, それらが特定の働きをすることによって, 様々な生命活動が営まれている。

問1 文中の下線部A)において, 全ての生物がもつ経路の反応はどれか。最も適

するものを, ①~⑤の中から1つ選べ。 15



問 2 文中の **ア** と **イ** の両方の働きをもつものは何か。最も適するものを、①～⑥の中から1つ選べ。 **16**

- ① キネシン                      ② ミオシン                      ③ アクアポリン  
④ ヘモグロビン                ⑤ カリウムチャネル          ⑥ ナトリウムポンプ

問 3 文中の下線部B)～F)の中で、細胞骨格と相互作用するモータータンパク質がダイニンのみであるものはどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 **17**

- ① B)                      ② C)                      ③ D)                      ④ E)                      ⑤ F)

問 4 文中の **ウ** に入る語に関する記述はどれか。適するものを、①～⑤の中から2つ選び、解答番号18の解答欄にマークせよ。 **18**

- ① 哺乳類の細胞膜のみに存在する。  
② 活性化したB細胞が分泌する。  
③ 樹状細胞が異物の断片を結合させて抗原を提示する。  
④ 遺伝子の再編成によって膨大な種類がある。  
⑤ 他個体からの移植臓器が排除される原因となる。

問 5 文中の下線部G)～J)には、①～⑦のいずれかの句が入る。G), I), J)に入る句はどれか。最も適するものを、①～⑦の中からそれぞれ1つずつ選べ。

G) **19**                      I) **20**                      J) **21**

- ① 細胞膜を透過  
② 細胞膜の受容体に結合  
③ 細胞内の受容体に結合  
④ グリコーゲンをグルコースに分解する酵素を活性化  
⑤ グリコーゲンをグルコースに分解する酵素の遺伝子を活性化  
⑥ 細胞膜にある酵素を活性化  
⑦ 情報伝達物質(セカンドメッセンジャー)を合成



< 文Ⅱ >

コハク酸脱水素酵素の働きを調べる実験を行った。

- (1) I～Vのそれぞれのツンベルク管(図1)の主室と副室に表1の物質を入れる。  
なお、IVとVの副室に入れたマロン酸はコハク酸と化学構造がよく似ている。
- (2) ツンベルク管を十分に脱気して、40℃の恒温水槽につけて2～3分間温める。
- (3) 副室の液を主室に移してよく混合し、再度40℃の恒温水槽につけ、色の変化を観察する。
- (4) ツンベルク管に空気を入れ、よく振って色の変化を観察する。

結果を表2に示した。なお、メチレンブルーは、酸化型が青色、還元型が無色である。

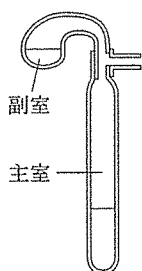


図1

表1

	I	II	III	IV	V
副室	メチレンブルー 0.5 mL 蒸留水 2 mL	メチレンブルー 0.5 mL コハク酸 1 mL 蒸留水 1 mL	メチレンブルー 0.5 mL コハク酸 1 mL 蒸留水 1 mL	メチレンブルー 0.5 mL コハク酸 1 mL マロン酸 1 mL	メチレンブルー 0.5 mL マロン酸 2 mL
主室	酵素液 5 mL	60℃加熱後、 冷ました 酵素液 5 mL	酵素液 5 mL	酵素液 5 mL	酵素液 5 mL

酵素液：ニワトリの新鮮な胸筋に水を加えてすりつぶし、ガーゼでこしたもの  
 メチレンブルー：0.02%水溶液  
 コハク酸：10%コハク酸ナトリウム水溶液  
 マロン酸：10%マロン酸水溶液

表2

	I	II	III	IV	V
0分	青色	青色	青色	青色	青色
5分後	青色	青色	うすい青色	青色	青色
10分後	うすい青色	青色	白色	うすい青色	青色
15分後	白色	青色	白色	白色	うすい青色
空気を入れる	青色	青色	青色	青色	青色

問 6 この酵素液には、基質のコハク酸が含まれていたことが推測できる。どのツンベルク管の結果から推測できるか。適するものを、①～⑤の中から2つ選び、解答番号22の解答欄にマークせよ。

22

- ① I            ② II            ③ III            ④ IV            ⑤ V

問 7 I～Vのツンベルク管の結果から、どのようなことが考えられるか。適するものを、①～⑤の中から3つ選び、解答番号23の解答欄にマークせよ。

23

- ① II以外では混合液がうすい青色や白色に変わった。これは、基質のコハク酸がコハク酸脱水素酵素と反応し、脱水素されたと推測できる。
- ② IIでは混合液が青色から変化しなかった。これは、60℃の加熱でコハク酸脱水素酵素は失活したと推測できる。
- ③ II以外では混合液がうすい青色や白色に変わった。これは、コハク酸脱水素酵素の最適温度は40℃であると推測できる。
- ④ IVは、IIIに比べてコハク酸脱水素酵素と基質の反応速度が減少した。これは、マロン酸がコハク酸脱水素酵素の活性部位と別の部位に結合したと推測できる。
- ⑤ IVは、IIIに比べて混合液の色が白色になるまでに時間がかかった。これは、コハク酸脱水素酵素がマロン酸とも反応する競争的阻害が起きたと推測できる。

第4問 文I, IIを読んで, 問いに答えよ。

< 文I >

ショウジョウバエには, 多くの染色体の構造異常が知られている。その中でも, 同一染色体内の二か所で切断が生じ, 切断部分が逆向きに融合した逆位(図1b)は, 遺伝研究に有効である。

逆位染色体(図1b)と正常染色体(図1a)のヘテロ接合体では, 減数分裂の際に, 相同な部分が無理やり対合して図1cのようにループ構造を形成する。逆位の範囲内で乗換えが起きると, 乗換えを起こした染色体は,

動原体が2個になったり, 動原体がなくなったり, あるいは重複や欠失などの染色体異常が生じる。このような異常な染

色体は次世代に伝えられないため, 見かけ上, 逆位内で遺伝子の組換えが抑制されることになる。そこで, 複数の逆位を組み合わせることで染色体全域にわたる遺伝子の組換えを抑制するバランス染色体が開発された。

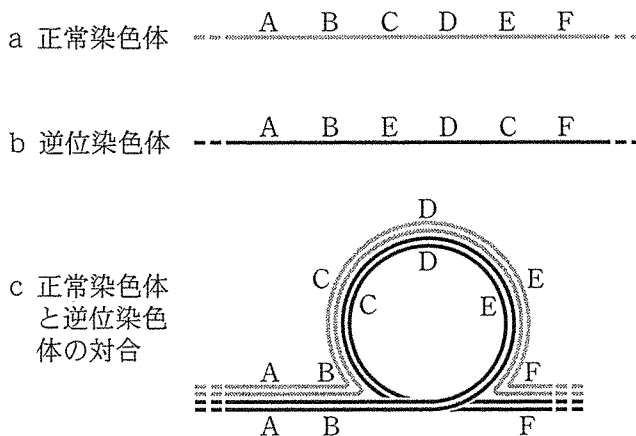


図1 正常および逆位染色体とそれらの対合の概念図

A~Fのアルファベットは染色体領域を表す

- a 正常染色体
- b 正常染色体のCDE領域が逆位となりEDCへと変化している
- c 複製されたaとbの対合, 逆位染色体が左回りで対合し, ループ構造を形成している

問 1 文中の下線部A)について、  
 図1cのCD間で乗換えが起きた場合に生じる4種類の染色体i)~iv)を図2に示した。図2中の  ,  に入る染色体領域は何か。最も適するものを、①~⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。なお、必要であれば記号を重複して選べ。

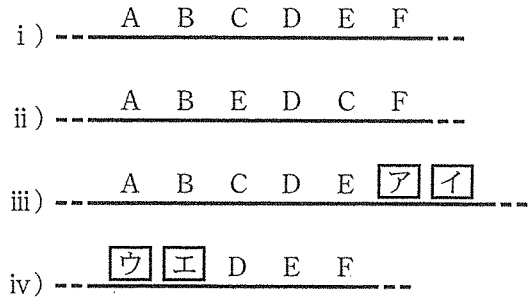


図 2

また、図1cにおいて、動原体がAB間にあつてCD間で乗換えが起きた場合、図2の染色体の中で動原体がないものはどれか。最も適するものを、⑦~⑩の中から1つ選べ。

ア       エ       動原体がないもの

- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ E      ⑥ F  
 ⑦ i)      ⑧ ii)      ⑨ iii)      ⑩ iv)

< 文II >

ショウジョウバエでは、遺伝子の組換えを雄は起こさないが、雌は起こす。しかし、バランス染色体をもつ雌では、組換えが抑制されることになる。このバランス染色体を利用して、劣性突然変異を同定するための遺伝的スクリーニングが行われた。

第二染色体(常染色体)の遺伝的スクリーニングのための交配手順を図3に、遺伝子記号の情報を表に示した。

G<sub>0</sub> 世代：全ての染色体が正常染色体で、かつ、第二染色体上の遺伝子 *b* のホモ接合体である雄 (*b/b* 雄) に突然変異誘発物質のエチルメタンスルホン酸 (EMS) を投与する。この雄を第二染色体の両方がバランス染色体である雌と交配する。この雌の2本のバランス染色体は逆位の組み合わせが異なり、それぞれに優性突然変異遺伝子 *Cy* と *Pm* をもっている (*Cy/Pm* 雌)。なお、これらの遺伝子のホモ接合体は致死になる。

G<sub>1</sub> 世代：上記の交配から得られた雄の中から1匹取り出し、この1匹を *Cy/Pm* 雌と交配する。

G<sub>2</sub> 世代：生まれてくるハエの中から曲翅または茶色眼の個体を選別して、同じ表現型どうしで交配する。

G<sub>3</sub> 世代：誘発された変異形質の選別を行う。

例えば、G<sub>2</sub> 世代の曲翅どうしで交配した場合、G<sub>3</sub> 世代のハエは オ と カ の可能性がある。カ が キ 培養容器では、誘発された突然変異の ク が致死か、発生異常によって発生が停止していることになる。カ が キ 培養器内のハエは、この突然変異をさらに解析するための繁殖用の系統として用いられる。

表

遺伝子記号	成虫(ハエ)の形質
<i>b</i>	体色が黒くなる(黒体色)
<i>Cy</i>	翅がカールする(曲翅), 劣性致死
<i>Pm</i>	複眼が紫茶色になる(茶色眼), 劣性致死

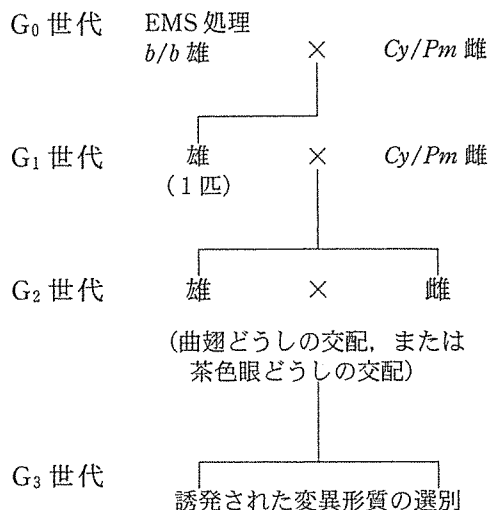


図3

このような遺伝的スクリーニングを大規模に行い、ショウジョウバエの発生のパターン形成に影響を及ぼすギャップ遺伝子群、ペアルール遺伝子群、セグメントポラリティ遺伝子群などの分節遺伝子が同定された。

問 2 文中の下線部B)～D)に関する記述である。誤りのあるものはどれか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 27

- ① 下線部B)では、曲翅のハエと茶色眼のハエが1 : 1に生じる。
- ② 下線部B)の全ての個体は、EMS処理  $b/b$  雄由来の第二染色体のいずれか1本をもっている。
- ③ 下線部C)では、曲翅のハエと茶色眼のハエがほぼ1 : 1に生じ、曲翅で茶色眼のハエが少数であるが生じる。
- ④ 下線部D)の全ての個体は、 $G_1$ 世代の雄由来の第二染色体と雌由来のバランス染色体のヘテロ接合体である。
- ⑤ 下線部D)の全ての個体をもつ第二染色体の1本は、EMS処理  $b/b$  雄の1本の第二染色体に由来する。

問 3 文中の オ ～ ク に入る語として最も適するものを、①～⑨の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- オ 28      カ 29      キ 30      ク 31
- ① いる                      ② いない                      ③ 曲翅                      ④ 茶色眼
  - ⑤ 黒体色                      ⑥ 曲翅で黒体色                      ⑦ 茶色眼で黒体色
  - ⑧ ホモ接合体                      ⑨ ヘテロ接合体

問 4 文中の下線部E)どうしを交配して  $G_4$  世代を得た。どのようなハエが生まれるか。最も適するものを、①～⑤の中から1つ選べ。 32

- ① 曲翅と黒体色が3 : 1に生じる。
- ② 曲翅と黒体色が2 : 1に生じる。
- ③ 曲翅と黒体色が1 : 1に生じる。
- ④ 曲翅のみが生じる。
- ⑤ 黒体色のみが生じる。

問 5 文中の下線部E)の個体と野生型の  
 ホモ接合体の個体をPとして生まれ  
 たF<sub>1</sub>のハエの中から野生型を選ん  
 で、野生型どうしを交配した。この交  
 配から生まれたF<sub>2</sub>のハエは、野生型  
 と黒体色が97：2の割合であった  
 (図4)。誘発された突然変異遺伝子と

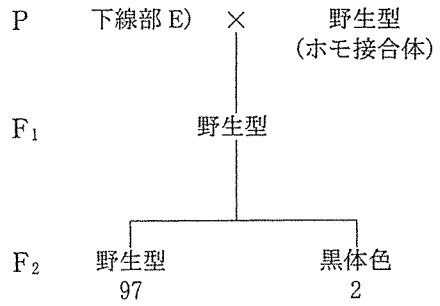


図4

遺伝子*b*間の組換え価(%)を、小数点以下第二位を四捨五入して2桁の値で表  
 せ。一位と小数点以下第一位の値として最も適するものを、①~⑩の中からそ  
 れぞれ1つずつ選べ。なお、必要であれば記号を重複して選べ。

- 一位  小数点以下第一位
- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
 ⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9            ⑩ 0

問 6 文中の下線部F)の突然変異の例はどれか。最も適するものを、①~③の中  
 から1つ選べ。

- ① 正常の数の体節をもつが、各体節の特定の部分が欠落し、残りが鏡像に複  
 製している。  
 ② 胸部と第1~5腹節が欠落したり、中胸部と後胸部が欠落したり、第2~  
 7腹節が欠落したりする。  
 ③ 1つおきに体節が欠落し、体節の数が正常の半分になっている。