

(K-48-M)

平成 30 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。



5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
  - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
  - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
  - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・  ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・  ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で34ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物 1～13 ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)  
物 理 14～22 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)  
化 学 23～34 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)

# 生 物

I 以下の問いに答えよ。

問 1 被子植物の細胞と脊椎動物の細胞の両方に存在するものを①～⑤から2つ選べ。

- ① 細胞壁                      ② 中心体                      ③ ミトコンドリア  
④ 葉緑体                      ⑤ リボソーム

問 2 ヒトのインスリンはA鎖とB鎖の2本のポリペプチド鎖からなるタンパク質である。このような複数のポリペプチド鎖の組み合わせからなるタンパク質の構造は何と呼ばれるか、①～⑥から1つ選べ。

- ① 一次構造                      ② 二次構造                      ③ 三次構造  
④ 四次構造                      ⑤  $\alpha$ ヘリックス                      ⑥  $\beta$ シート

問 3 動物細胞のアクチンフィラメントが関与するものとして適切なものを①～⑤から2つ選べ。

- ① 筋の収縮  
② 繊毛の動き  
③ デスモソーム  
④ べん毛の動き  
⑤ 細胞分裂時の細胞質分裂

問 4 被子植物では重複受精が起こる。この時に生じる胚乳核の染色体数として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。ただし、花粉母細胞の染色体数は $2n$ とする。

- ①  $1n$   
②  $2n$   
③  $3n$   
④  $4n$   
⑤ 染色体を持たない。

問 5 植物の気孔を開閉させる環境要因の一つは光である。気孔を開かせる働きのある光とその光受容体の組み合わせとして最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。

- ① 青色光とクリプトクロム  
② 青色光とフィトクロム  
③ 青色光とフォトトロピン  
④ 赤色光とクリプトクロム  
⑤ 赤色光とフィトクロム  
⑥ 赤色光とフォトトロピン

問 6 ヒトの卵は減数分裂の途中で停止した状態で排卵され、その後、精子の侵入とともに減数分裂を再開する。ヒトでは、卵の減数分裂のどの段階で精子が侵入するのか、最も適切なものを

①～⑥から1つ選べ。

- ① 第一分裂前期                      ② 第一分裂中期                      ③ 第一分裂後期  
④ 第二分裂前期                      ⑤ 第二分裂中期                      ⑥ 第二分裂後期

問 7 以下の a～e は生物の進化の過程で起きた出来事である。a～e が起きた順として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

- a 三葉虫の繁栄                      b ハ虫類の出現                      c 哺乳類の出現  
d 被子植物の出現                      e エディアカラ生物群の出現

- ① a→b→e→c→d  
② a→e→b→d→c  
③ e→a→b→c→d  
④ e→a→b→d→c  
⑤ e→b→a→d→c

問 8 類人猿とヒトの間には顕著な違いが存在している。類人猿とヒトを比較した場合、ヒトのみに見られる特徴として適切な記述を①～⑤から2つ選べ。

- ① おとがいを持たない。  
② 犬歯が顕著に大きい。  
③ 顕著な眼窩上隆起がある。  
④ 骨盤が横に広がっている。  
⑤ 大後頭孔が頭骨の真下に開口する。

問 9 ヒトの体は免疫系によって守られている。免疫に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① 好中球は食作用により異物を取り込み、分解する。  
② 樹状細胞はヘルパーT細胞により活性化され、抗体を産生する。  
③ キラーT細胞は抗原抗体反応により刺激され、形質細胞へと分化する。  
④ ヘルパーT細胞はウイルスに感染した細胞を認識し、直接攻撃して排除する。

II 以下の問いに答えよ。

問 1 動物の生存曲線は種によって様々であるが、大別すると図 1 に示す A, B, C 型に区分することができる。図 1 の横軸は、最大寿命を 100 に換算した時の年齢を、縦軸は出生数を 1000 個体に換算した時の生存数を示している。上記の型の説明として最も適切なものを①～⑥から 1 つ選べ。

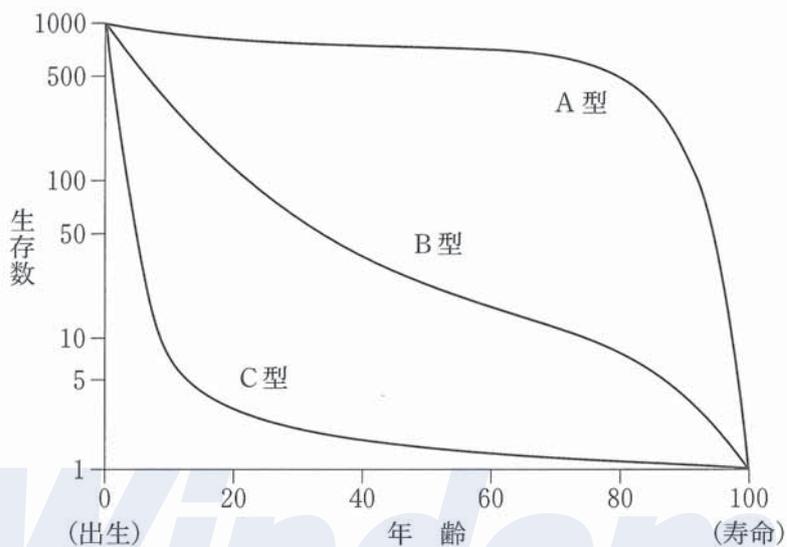


図 1

- ① A 型の生物種は生涯を通して死亡率がほぼ一定で、少数の卵や子を産み、親が子を保護する。
- ② A 型の生物種は発育初期における死亡率が高く、多数の卵や子を産み、親が子を保護する。
- ③ B 型の生物種は幼若個体の死亡率が高く、他の型に比べて老齢個体の比率が高い。
- ④ B 型の生物種は生涯を通して死亡率がほぼ一定で、他の型に比べて老齢個体の比率が高い。
- ⑤ C 型の生物種は発育初期における死亡率が低く、多数の卵や子を産む。
- ⑥ C 型の生物種は発育初期における死亡率が高く、多数の卵や子を産む。

問 2 イモリの眼は連鎖的な誘導によって段階的に作られることが知られている。図 2 はこの連鎖的誘導を模式的に示している。図中の **イ** ~ **オ** にあてはまる最も適切な用語を ①~⑤ からそれぞれ 1 つ選べ。

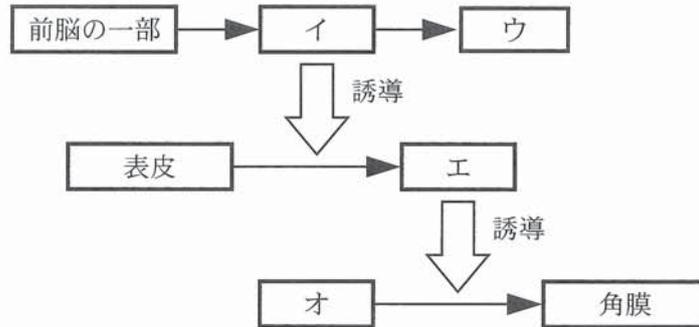


図 2

- |          |         |       |      |      |      |
|----------|---------|-------|------|------|------|
| <b>イ</b> | ① 眼胞・眼杯 | ② 水晶体 | ③ 体節 | ④ 表皮 | ⑤ 網膜 |
| <b>ウ</b> | ① 眼胞・眼杯 | ② 水晶体 | ③ 体節 | ④ 表皮 | ⑤ 網膜 |
| <b>エ</b> | ① 眼胞・眼杯 | ② 水晶体 | ③ 体節 | ④ 表皮 | ⑤ 網膜 |
| <b>オ</b> | ① 眼胞・眼杯 | ② 水晶体 | ③ 体節 | ④ 表皮 | ⑤ 網膜 |

問 3 甲状腺はあるホルモンを分泌する。図 3 はこのホルモンの分泌を調節する経路の一部を模式的に示している。図中の **カ** , **キ** にあてはまる最も適切な用語を A 群①~⑦ から, **ク** にあてはまる最も適切な用語を B 群①~⑥ からそれぞれ 1 つ選べ。ただし, 図中の  $\rightarrow$  はホルモンの分泌を,  $\Rightarrow$  はホルモンの作用を示している。



図 3

- | A 群      | B 群        |
|----------|------------|
| ① 視床     | ① アドレナリン   |
| ② 視床下部   | ② オキシトシン   |
| ③ 松果体    | ③ 鉱質コルチコイド |
| ④ 脳下垂体前葉 | ④ チロキシン    |
| ⑤ 脳下垂体後葉 | ⑤ 糖質コルチコイド |
| ⑥ 副腎皮質   | ⑥ バソプレシン   |
| ⑦ 副腎髄質   |            |

問 4 図4はカルビン・ベンソン回路により炭素が固定され有機化合物(グルコース)が合成される過程を模式的に示したものである。

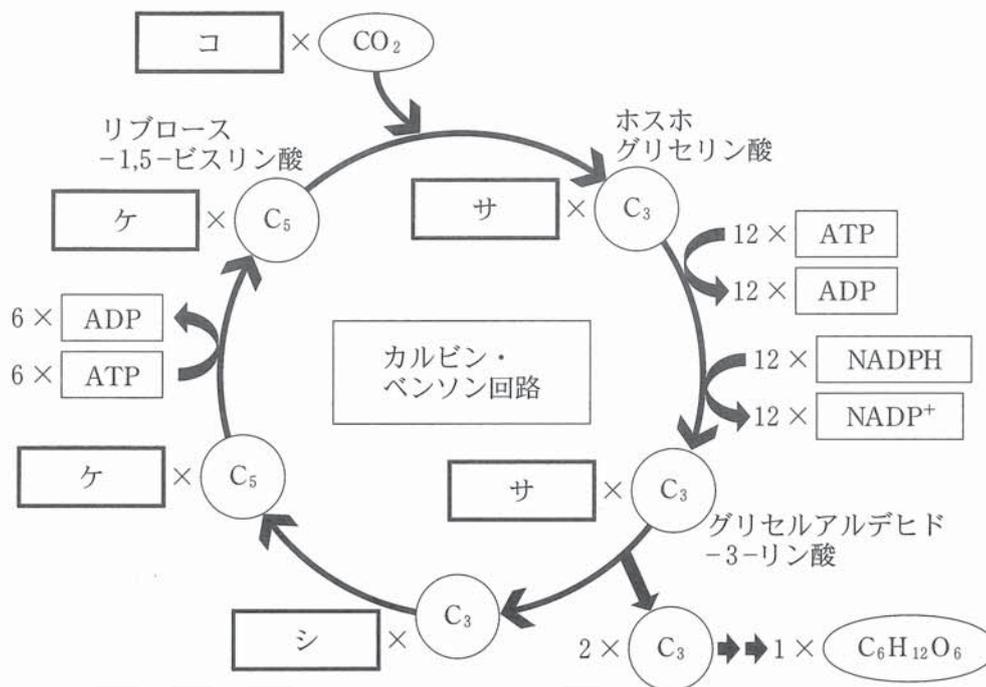


図4

図中の  ~  には1分子のグルコースを合成するために必要な分子の数があてはまる。 ~  に入る最も適切な数を①~⑥からそれぞれ1つ選べ。

<input type="text" value="ケ"/>	① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 6	⑥ 8
<input type="text" value="コ"/>	① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 6	⑥ 8
<input type="text" value="サ"/>	① 2	② 4	③ 5	④ 8	⑤ 10	⑥ 12
<input type="text" value="シ"/>	① 2	② 4	③ 5	④ 8	⑤ 10	⑥ 12

カルビン・ベンソン回路において90mgのグルコースを合成するためには、何mgの二酸化炭素を固定する必要があるか、グルコースの分子量を180、二酸化炭素の分子量を44として答えよ。例えば、値が50mgの時は    とせよ。

mg

問 5 遺伝暗号の解読のために人工 RNA を用いてポリペプチド鎖を合成する実験を行い、以下の結果を得た。

- (1) C と A を交互に繰り返した人工 RNA からは、トレオニンとヒスチジンを交互に繰り返すポリペプチド鎖が合成された。
- (2) AAC を繰り返した人工 RNA からは、アスパラギンのみからなるポリペプチド鎖、グルタミンのみからなるポリペプチド鎖、トレオニンのみからなるポリペプチド鎖が合成された。

実験結果(1)と(2)から、トレオニンのコドンはどれと考えられるか、①～⑤から適切なものをすべて選べ。

- ① AAA      ② AAC      ③ ACA      ④ CAA      ⑤ CAC

*Windom*

Ⅲ 以下のA～Dの文章を読み、問いに答えよ。

- A 酸素の運搬は血液の重要な機能の1つであり、赤血球に存在するヘモグロビンが主にこの役割をになう。ヘモグロビンは肺胞で酸素と結合し、血流を介して末梢の組織に酸素を運搬する。図1の実線はヘモグロビンの酸素解離曲線を示している。

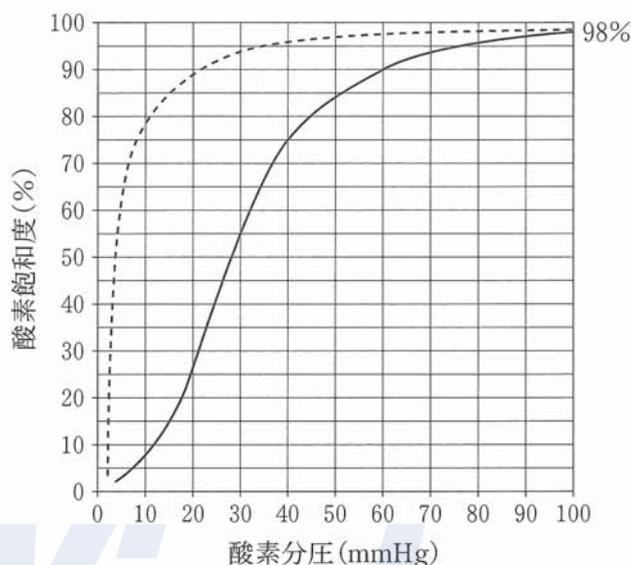


図1

- 問1 血液100 mLに含まれるヘモグロビンは、肺胞で受け取った酸素のうち何 mLを末梢の組織に供給できるか、図1のグラフを利用して計算せよ。ただし、ヘモグロビンは血液100 mLあたり15 g存在し、1 gのヘモグロビンは酸素飽和度が100%の場合1.4 mLの酸素と結合できるとする。肺胞における血液の酸素分圧は100 mmHg、末梢の組織を流れる血液の酸素分圧は40 mmHgとする。なお、ヘモグロビンの酸素飽和度に対し酸素分圧以外の条件が与える影響を考慮する必要はない。また、肺胞から末梢の組織まで運ばれる間の酸素の損失はないとする。解答は、小数第2位を四捨五入した値で答えよ。例えば、答えが1.23の場合は   .  とせよ。

.  mL

問 2 図 1 の点線は、ヒトがもつ別の酸素結合タンパク質であるミオグロビンの酸素解離曲線である。もし、ヒトの赤血球に含まれる酸素運搬に関わる分子がヘモグロビンではなく、全てミオグロビンであった場合、酸素の供給にどのような影響を与えると考えられるか、最も適切な記述を①～④から 1 つ選べ。 エ

- ① ヘモグロビンと同程度に、末梢の組織に酸素を供給できる。
- ② 肺胞において大量の酸素と結合できるため、末梢の組織への酸素の供給がヘモグロビンに比べて大きく増加する。
- ③ 末梢において酸素を大量に放出できるため、末梢の組織への酸素の供給がヘモグロビンに比べて大きく増加する。
- ④ 末梢において酸素をわずかにしか放出できないため、末梢の組織への酸素の供給がヘモグロビンに比べて大きく低下する。

*Windom*

B 生物は、その細胞の構造により真核生物と原核生物に分けることができる。さらに、タンパク質のアミノ酸配列や DNA の塩基配列による系統解析にもとづき、原核生物は細菌と古細菌に分けることができる。

問 3 文中の下線部(a), (b)に当てはまる生物の組み合わせとして最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

- ① (a) アゾトバクター (b) ネンジュモ
- ② (a) アメーバ (b) アゾトバクター
- ③ (a) クラミドモナス (b) アメーバ
- ④ (a) ゾウリムシ (b) アオカビ
- ⑤ (a) ゾウリムシ (b) オオカナダモ

問 4 細菌と古細菌に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① 細菌と古細菌は、ともに核膜を持たない。
- ② 細菌は系統的に古細菌よりも真核生物に近縁である。
- ③ 細菌は細胞壁を持つが、古細菌は細胞壁を持たない。
- ④ 細菌はミトコンドリアを持たないが、古細菌はミトコンドリアを持つ。

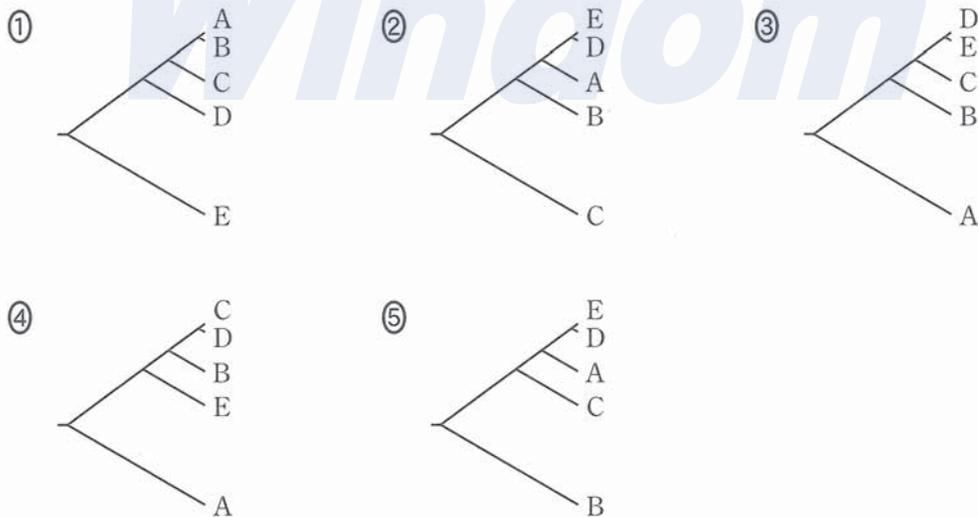
C 5種類の細菌，フォルミディウム・テヌエ(シアノバクテリア)，緑膿菌，コレラ菌，チフス菌，大腸菌において，あるタンパク質のアミノ酸550個の配列について比較を行った。2種間ごとにそれぞれのアミノ酸配列を比較して，異なっているアミノ酸の数を調べ，その結果を表1に示した。

	緑膿菌	コレラ菌	チフス菌	大腸菌
フォルミディウム・テヌエ (シアノバクテリア)	215	264	261	264
緑膿菌		115	123	111
コレラ菌			79	80
チフス菌				9

表1

問5 このタンパク質のアミノ酸配列の違いにもとづいて作成される分子系統樹として，最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。ただし，分子系統樹にあるAはフォルミディウム・テヌエ(シアノバクテリア)，Bは緑膿菌，Cはコレラ菌，Dはチフス菌，Eは大腸菌とする。

キ



問6 大腸菌とチフス菌は，その共通祖先から1億年前に分岐したと考えられている。このタンパク質のアミノ酸が1つ置換するのに要する時間は一定であるとしたとき，緑膿菌と大腸菌がその共通祖先から分岐したのは何億年前か計算せよ。ただし，計算には緑膿菌と大腸菌を直接比較したデータを用いよ。また，一度変化したアミノ酸が再び変化することを考慮する必要はない。解答は，小数第2位を四捨五入した値で答えよ。例えば，値が1.23の場合は

.  とせよ。  
  .  億年前

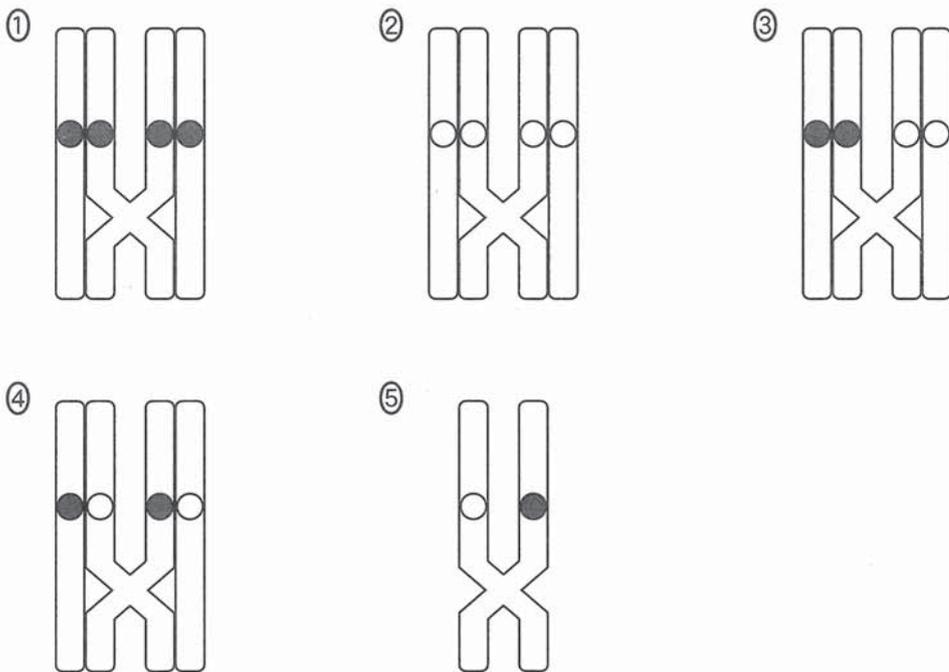
D ショウジョウバエの F 遺伝子座には 2 つの対立遺伝子があり、その正常遺伝子を F、劣性突然変異遺伝子を f とあらわす。f のホモ接合体 (ff) は雌雄ともに成体まで発生する。しかし ff 雌は F 遺伝子の機能を完全に失っているために生殖能力がなく、生殖能力をもつ雄と交配しても子を得ることができない。一方、ff 雄には生殖能力があり、生殖能力をもつ雌と交配すると、子を得ることができる。FF と ff の雌を詳細に観察し、下記の結果を得た。

観察 1 : FF 雌と ff 雌はともに正常に発達した卵巣をもっていた。いずれの場合も、卵巣内には卵形成過程の様々な時期の卵があった。それらの中で卵形成が最も進んでいる卵は、減数第一分裂中期であった。

観察 2 : 交尾後の FF 雌が産んだ卵では胚発生は正常に進んでいた。しかし、交尾後の ff 雌が産んだ卵では、精子が卵細胞質へ侵入していたが、卵は減数第一分裂中期で止まったままで、胚発生はまったく進んでいなかった。

観察 3 : 未交尾の FF 雌が産んだ卵は減数第二分裂を完了した状態で停止していたが、未交尾の ff 雌が産んだ卵は減数第一分裂中期で停止していた。

問 7 ff 雌が産んだ卵はどのような状態の染色体をもつか、その 1 つの二価染色体をあらわす模式図として最も適切なものを①～⑤から 1 つ選べ。なお、染色体上の○と●はそれぞれ ff 雌の雌親由来と雄親由来の染色体上の動原体を示し、染色体間の交わりは乗換えをあらわす。



問 8 未交尾の FF 雌が産んだ卵の核に含まれる DNA 量を 1 としたとき、未交尾の ff 雌が産んだ卵の DNA 量として最も適切なものを①～⑤から 1 つ選べ。

- ①  $1/4$       ②  $1/2$       ③ 1      ④ 2      ⑤ 4

問 9 F 遺伝子座にある 2 つの対立遺伝子に関する説明と観察結果から考えられることとして最も適切な記述はどれか、①～④から 1 つ選べ。

- ① 卵形成と精子形成の両方に F 遺伝子のはたらきが必要である。  
② 卵形成の過程全体を通して F 遺伝子のはたらきが必要である。  
③ 一次卵母細胞で減数分裂を停止させるために、F 遺伝子のはたらきが必要である。  
④ 一次卵母細胞で相同染色体を分離させるために、F 遺伝子のはたらきが必要である。

*Windom*

問10 F 遺伝子の染色体上での位置を三点交雑により決定した。実験には、遺伝子座 F と同じ染色体上に存在する、遺伝子座 A の翅脈が乱れる優性突然変異と、遺伝子座 B の剛毛が短くなる優性突然変異を用いた。はじめに、遺伝子座 A の優性突然変異と遺伝子座 B の優性突然変異を同時にもつ染色体と、突然変異 f をもつ染色体がヘテロ接合となる雌をつくった。次にこれを、f をホモ接合にもち、遺伝子座 A と B に関してはすべて正常な遺伝子をもつ雄と交配した。この交配から得られた子の表現型と個体数を表 2 に示す。

翅脈	剛毛	雌		雄	
		生殖能力あり	生殖能力なし	生殖能力あり	生殖能力なし
正常	正常	10	390	372	0
乱れ	短い	377	7	359	0
乱れ	正常	183	34	208	0
正常	短い	30	169	223	0

表 2

このときの 3 つの遺伝子座の正しい並び方を①～③から選べ。

- ① F—A—B                      ② A—F—B                      ③ F—B—A

遺伝子座 A と遺伝子座 F 間の組換え価ならびに遺伝子座 B と遺伝子座 F 間の組換え価をそれぞれ計算せよ。値は小数第 1 位を四捨五入した整数で答えよ。例えば、値が 10.2 のときは   , 0.8 のときは   とする。

AF 間の組換え価：   %

BF 間の組換え価：   %