

# 生物基礎・生物

(全問必答)

**第1問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

メンデルは、オーストリアのブルノにある修道院で<sup>ア</sup>エンドウ(被子植物)の交配実験を行い、遺伝の三法則(優性の法則・<sup>イ</sup>分離の法則・<sup>ウ</sup>独立の法則)を発見した。メンデルがエンドウを実験材料に選んだ理由はいろいろあるが、その一つに「の構造上、自然の状態では<sup>オ</sup>他家受粉が起こらず、自家受粉が起こる」ことが挙げられる。

**問1** 下線部<sup>ア</sup>に関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) エンドウの配偶子形成に関する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。

- ① 1個の胚のう母細胞が減数分裂を行い、4個の胚のう細胞が生じる。
- ② 花粉母細胞の体細胞分裂により成熟花粉が生じる。
- ③ ある成熟花粉がもつ花粉管核と雄原細胞の遺伝子型は同じである。
- ④ ある花粉管がもつ2個の精細胞の遺伝子型は異なる。

(2) エンドウは無胚乳種子を形成し、胚発生の栄養は胚の子葉に蓄えられるが、重複受精により胚乳核は生じる。胚のうの1個の極核のDNA量をCとした場合、子葉および胚乳核のDNA量はどのように表せるか。そ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。 2

	子葉	胚乳核
①	2C	2C
②	2C	3C
③	3C	2C
④	3C	3C

問2 下線部イに関して、分離の法則は、「2本の相同染色体は1本ずつ配偶子に分配される」と解釈できる。いま、図1に示す $2n=4$ の染色体をもつ生物が減数分裂により配偶子( $n=2$ )を形成した場合、この配偶子をもつ染色体構成として誤っているものを、下の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、減数分裂時に乗換えは起こらないものとする。なお、解答の順序は問わない。 3 4

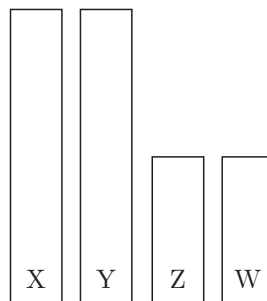


図 1

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① XとY | ② XとZ | ③ XとW |
| ④ YとZ | ⑤ YとW | ⑥ ZとW |



問5 自家受粉に関する次の文章中の **カ** ～ **ク** に当てはまる数値または語として最も適当なものを、下の①～⑥からそれぞれ一つずつ選べ。

カ **8** キ **9** ク **10**

エンドウにおける常染色体上の一対の対立遺伝子A(a)について考える。遺伝子型AAとaaをもつ両親を交雑して得られたF<sub>1</sub>を自家受粉して生じる次世代(F<sub>2</sub>)は、その遺伝子型と比率がAA:Aa:aa=1:2:1となる。更に、自家受粉により世代を重ねた場合、F<sub>3</sub>ではAA:Aa:aa=**カ**となる。このまま自家受精を続けていくと、ホモ接合体の出現率は**キ**。また、世代ごとのAの遺伝子頻度は**ク**。

① 2:1:2

② 3:2:3

③ 3:4:3

④ 高くなる

⑤ 低くなる

⑥ 変わらない

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

遺伝子の中には、どの細胞でも常に発現しているものがある。例えば、ア解糖系の各反応段階を触媒する酵素や、イATP合成にはたらく酵素の遺伝子がそうであり、細胞が生きていくために常に必要な遺伝子の転写はいつも起こっている。一方、細胞がおかれた環境や状況により遺伝子発現が調節される場合もあり、これを選択的遺伝子発現という。

真核細胞のDNAにおいて、遺伝子発現(転写)の調節を行う領域を調節領域といい、転写を促進する領域(エンハンサー)と抑制する領域(サイレンサー)がある。調節タンパク質がエンハンサーに結合すると、プロモーターに  が結合し、遺伝子の転写が促進される。

**問1** 下線部アに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 原核細胞でも真核細胞でも進行する。
- ② 脱水素酵素および脱炭酸酵素がはたらく。
- ③ 1分子のグルコースから2分子のピルビン酸が生じる。
- ④ 酸素の有無に関わらず進行する。

問2 下線部イに関して、ミトコンドリアの電子伝達系に関する次の文章中の **a** ~ **e** に入る語句として最も適当なものを、下のそれぞれの選択肢①~⑩のうちから一つずつ選べ。 a **2** b **3** c **4** d **5** e **6**

解糖系とクエン酸回路で生じた **a** や  $\text{FADH}_2$  により運ばれた電子は、ミトコンドリアの **b** にある電子伝達系に渡される。電子は **b** のシトクロムと呼ばれるタンパク質複合体間を酸化還元反応によって移動し、最終的に **c** に受容される。その際、電子の移動に伴い生じたエネルギーで水素イオンが **d** に運ばれる。そして、水素イオンが濃度勾配に **e** ATP合成酵素の中を通るときにATPが合成される。

- |               |          |           |
|---------------|----------|-----------|
| <b>a</b> の選択肢 | ① NADH   | ② NADPH   |
| <b>b</b> の選択肢 | ③ 内 膜    | ④ 外 膜     |
| <b>c</b> の選択肢 | ⑤ 酸 素    | ⑥ 二酸化炭素   |
| <b>d</b> の選択肢 | ⑦ マトリックス | ⑧ 外膜と内膜の間 |
| <b>e</b> の選択肢 | ⑨ したがって  | ⑩ さからって   |

問3 前ページ文章中の **ウ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **7**

- ① DNAポリメラーゼと基本転写因子
- ② DNAポリメラーゼとリプレッサー
- ③ RNAポリメラーゼと基本転写因子
- ④ RNAポリメラーゼとリプレッサー

問4 選択的遺伝子発現に関して、次の**実験**を行った。

**実験** ある遺伝子の三つの調節領域(X, Y, Z)のいずれかを緑色蛍光タンパク質の遺伝子(GFP 遺伝子)とプロモーターに連結した組換えDNA (1, 2, 3)と調節領域と連結していないDNA 4を作製した(図1)。そして、DNA 1～4のいずれかを神経細胞と肝細胞のそれぞれに導入し、各細胞の緑色蛍光の強さを測定したところ、表1のようになった。下の問い(1)～(3)に答えよ。

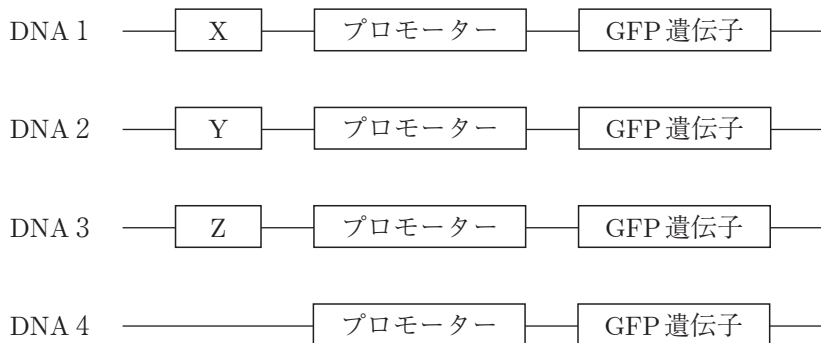


図 1

	DNA 1	DNA 2	DNA 3	DNA 4
神経細胞	1	10	15	1
肝細胞	20	10	1	1

表中の各値は、DNA 4 を導入した場合の蛍光の強さを 1 とした場合の相対値である。

表 1

(1) 調節領域X, Y, Zのうち、エンハンサーであるものを過不足なく含むものとして最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 8

- ① X                      ② Y                      ③ Z  
 ④ XとY                  ⑤ XとZ                  ⑥ YとZ                  ⑦ XとYとZ

(2) 実験結果の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。

9

- ① 神経細胞には、Xに結合して転写を抑制する調節タンパク質が結合する。
- ② 肝細胞には、Zに結合して転写を抑制する調節タンパク質が結合する。
- ③ 神経細胞には、Xに結合する調節タンパク質とYに結合する調節タンパク質が含まれる。
- ④ 肝細胞には、Xに結合する調節タンパク質とYに結合する調節タンパク質が含まれる。

(3) 肝細胞で発現し、神経細胞で発現しない遺伝子として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① ヒストンのアミノ酸配列をコードする遺伝子
- ② ミオシンのアミノ酸配列をコードする遺伝子
- ③ ナトリウムポンプのアミノ酸配列をコードする遺伝子
- ④ アンモニアを尿素に代謝する酵素のアミノ酸配列をコードする遺伝子



**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 20)

同一地域に生息する同種個体の集団を個体群という。個体群密度は、区画法や<sup>ア</sup>標識再捕法を用いて測定されることが多い。個体群密度が個体群の成長や個体の形態・生理などに及ぼす影響を  といい、トノサマバツタの相変異などは  の一例である。時間経過に伴う個体群の成長を表したグラフを成長曲線という。成長曲線は、理論上は  字状となるはずであるが、実際には成長に伴い、 の不足や排出物による環境悪化などにより、 字状にはならない。一方、出生後の時間経過とともに、生まれた子の数がどのように減っていくかを示した表を生命表といい、生命表をグラフ化したものをイ<sub>イ</sub>生存曲線という。

問1 上の文章中の  ～  に入る語として最も適当なものを、次のそれぞれの選択肢①～⑥のうちから一つずつ選べ。 a  b  c

- |                                     |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|
| <input type="text" value="a"/> の選択肢 | ① 環境抵抗 | ② 密度効果 |
| <input type="text" value="b"/> の選択肢 | ③ S    | ④ J    |
| <input type="text" value="c"/> の選択肢 | ⑤ 配偶者  | ⑥ 食物   |

問2 下線部アに関して、次の文章は、アブラナ畑で活動をするモンシロチョウに対して行った調査結果である。下の問い(1)～(3)に答えよ。

モンシロチョウをランダムに捕獲したところ、雄が75匹、雌が25匹であった。その後、捕獲個体に標識をつけて同じアブラナ畑に放ち、翌日ランダムに再捕獲したところ、雄が60匹でそのうち標識個体が30匹、雌が50匹でそのうち標識個体が5匹であった。

(1) 標識再捕法を用い、このアブラナ畑にいるモンシロチョウの全個体数を求めた場合、その数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

- ① 110                      ② 150                      ③ 250                      ④ 400

(2) 標識再捕法によりある場所での個体群の大きさ(個体数)を推定するためには、対象となる個体群が満たさなければならない前提条件がある。その前提条件として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 調査期間中、標識の脱落がない。  
 ② 標識をつけたことで、生存率が低下することはない。  
 ③ 標識個体も非標識個体も同じ確率で交尾する。  
 ④ 標識個体も非標識個体も同じ確率で捕獲される。

(3) 標識再捕法を適用できない動物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① フジツボ                      ② フナ                      ③ ヒメネズミ                      ④ サワガニ

生物基礎・生物

問3 下線部イに関して，図1は，ヒト・ヒドラ・カキの生存曲線をそれぞれ描いたものである。下の問い(1)・(2)に答えよ。

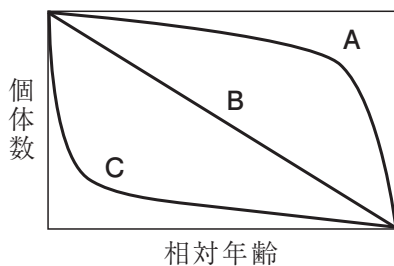


図 1

(1) 図1のA～Cはそれぞれどの動物に該当するか。そ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。 7

	A	B	C
①	ヒ ト	ヒドラ	カ キ
②	ヒ ト	カ キ	ヒドラ
③	ヒドラ	ヒ ト	カ キ
④	ヒドラ	カ キ	ヒ ト
⑤	カ キ	ヒ ト	ヒドラ
⑥	カ キ	ヒドラ	ヒ ト

- (2) A～Cのうち、産卵数(産子数)が最も多いのはどれか。また、環境の変化を受けやすいのはどれか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

8

	産卵数が最も多い	環境の変化を受けやすい
①	A	A
②	A	B
③	A	C
④	B	A
⑤	B	B
⑥	B	C
⑦	C	A
⑧	C	B
⑨	C	C

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 30)

問1 血糖濃度の調節に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちか一つ選べ。

- ① 血糖濃度が上昇すると、インスリンにより血液中のグルコースの細胞への取り込みと分解が促される。
- ② 血糖濃度が低下すると、グルカゴンやアドレナリンにより肝臓におけるグリコーゲン分解が促進される。
- ③ 交感神経の刺激を受けた副腎皮質は、タンパク質の糖化を促す糖質コルチコイドを分泌する。
- ④ 血糖濃度が200mg/100mLを超えると、原尿に高濃度で含まれるグルコースの再吸収が間に合わず、尿中に糖が排出される。

問2 肝臓には、消化器から流れ出る静脈血が集まる血管が繋がっている。この血管の名称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 肝動脈                      ② 肝静脈                      ③ 肝門脈                      ④ 胆管

問3 生体防御に関する次の文章を読み、下の問い(1)～(4)に答えよ。

ヒトなど脊椎動物では、ア皮膚や粘膜などによる物理的・化学的防御をすり抜けて体内に侵入した異物に対しては、イ自然免疫がはたらく。そして、自然免疫で排除しきれなかった異物に対しては、ウ適応免疫(獲得免疫)がはたらき、適応免疫にはエ体液性免疫とオ細胞性免疫がある。

(1) 下線部アおよびイに関する次の記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 皮膚の最外層は角質層であり、体の内側から絶えず細胞が入れ替わり、外部からの細菌の侵入やウイルスの感染を防いでいる。
- ② 体外へ分泌される粘液やだ液、汗などの中には、細菌の細胞壁を分解するリゾチームが含まれている。
- ③ マクロファージや好中球は、皮膚や粘膜をすり抜けてきた異物を特異的に認識し、食作用を行う。
- ④ 皮膚などから異物が侵入すると、マクロファージなどのはたらきかけにより炎症が起こる場合がある。

(2) 下線部ウに関して、適応免疫のきっかけをつくるのは樹状細胞である。組織で異物(抗原)を認識して活性化した樹状細胞は、取り込んだ異物を断片化して細胞表面に提示(抗原提示)し、リンパ節に移動する。この抗原提示に用いる細胞膜上のタンパク質の名称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 MHC                      ② NK                      ③ TCR                      ④ トル様受容体

生物基礎・生物

- (3) 下線部**エ**に関して、体液性免疫では抗体が産生される。体液性免疫の機構および抗体の構造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 樹状細胞から抗原提示を受けたヘルパー T細胞は、同じ抗原を認識したキラー T細胞を活性化し、抗体産生細胞(形質細胞)に分化させる。
- ② 抗体産生細胞は、1細胞につき1種類の抗原を認識する抗体だけを産生する。
- ③ 抗体(IgG)は、1本のH鎖と2本のL鎖がS-S結合で繋がってはたらいている。
- ④ 体液性免疫では免疫記憶は形成されない。

- (4) 下線部**オ**が関係する現象として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 日和見感染
- ② 赤血球の凝集反応
- ③ 花粉症
- ④ 臓器移植における拒絶反応

問4 種子の休眠と発芽に関する次の文章を読み、下の問い(1)～(4)に答えよ。

植物の種子は、成熟するときに植物ホルモン **ア** の含有量が増え、貯蔵物質の蓄積・耐乾性の獲得などが進み休眠に入る。休眠期間中に **ア** は少しずつ減少する。発芽能力を獲得した種子において、発芽条件が揃うと、植物ホルモン **ウ** が盛んに合成され始め、**ア** のはたらきを **ウ** が上回ると、発芽に必要な反応が誘引される。オオムギの種子では、胚から分泌された **ウ** が **エ** に作用し、デンプンを加水分解する酵素が合成が促される。また、種子の中には発芽に光を必要とするものがあり、このような種子を 光発芽種子 という。

- (1) 上の文章中の **ア** がもつ「種子の休眠維持」以外のはたらきとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 気孔閉鎖の促進
- ② 離層形成の抑制
- ③ 頂芽優勢
- ④ 果実の成熟促進

(2) 下線部イに関して、発芽の条件について光以外の条件として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 酸素                      ② 二酸化炭素                      ③ 適温                      ④ 水

(3) 前ページ文章中の ウ と エ に当てはま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。 9

	ウ	エ
①	フロリゲン	胚乳
②	フロリゲン	糊粉層
③	ジベレリン	胚乳
④	ジベレリン	糊粉層

(4) 下線部オに関する現象として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 種子がもつフィトクロムが赤色光を受容すると、発芽が促進される。  
 ② 種子がもつフィトクロムが遠赤色光を受容すると、発芽が促進される。  
 ③ 種子がもつフォトトロピンが青色光を受容すると、発芽が促進される。  
 ④ 種子がもつクリプトクロムが青色光を受容すると、発芽が促進される。