

# 生物基礎・生物

(全問必答)

**第1問** 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 28)

**問1** 対立遺伝子Aとa(Aはaに対し顕性(優性))について、ハーディ・ワインベルグの法則が成立しているある生物集団Xがあり、10000個体からなる集団Xにおける遺伝子型aaの個体数は81個体であった。次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 集団XにおけるA遺伝子の頻度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  $\frac{91}{10000}$

②  $\frac{9919}{10000}$

③  $\frac{9}{100}$

④  $\frac{91}{100}$

(2) ハーディ・ワインベルグの法則が成立するため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。

- ① 大きな集団であること。
- ② 任意な交配が起こらないこと。
- ③ 個体の移出入がないこと。
- ④ 突然変異が起こらないこと。

(3) ある感染症が流行り、遺伝子型 aa のすべての個体、遺伝子型 Aa の個体の半数が死亡した。感染症流行後の集団 X における次の考察文の 3 ~ 5 に入るものとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

集団 X における遺伝子型 aa の個体は 81 個体、遺伝子型 Aa の個体は 3 個体含まれており、感染症流行後は、遺伝子型 aa の個体は 0 個体、遺伝子型 Aa の個体は 3 個体の半数となる。したがって、感染症流行後は、集団 X における遺伝子 A の頻度は、問い(1)で求めた値よりも 4 なる。このような状況は、進化における 5 が起こった状況に類似する。

- ① 819                      ② 1638                      ③ 低 く                      ④ 高 く  
 ⑤ 自然選択                ⑥ 遺伝的浮動

問2 血糖濃度低下時に分泌されるホルモンの名称と、そのホルモンに関連する事項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。 6

ホルモン	関連事項
① インスリン	肝臓においてグルコースのグリコーゲンへの合成を促す。
② アドレナリン	副腎皮質刺激ホルモンにより分泌が促される。
③ グルカゴン	交感神経により分泌が促される。
④ 鉍質コルチコイド	組織においてタンパク質の糖化を促す。

生物基礎・生物

問3 図1のDNA断片(一方のヌクレオチド鎖のみ, 中央の塩基配列を省略して描かれている)をPCR法により増幅することにした。次の問い(1)～(3)に答えよ。



図 1

(1) PCR法では、「95℃ → 55℃ → 72℃」の温度サイクルを1サイクルとし、増幅効率が100%の場合、1サイクルごとにDNA断片は2倍ずつ増えていく。55℃で進行する反応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 DNAにおけるヌクレオチド鎖間の水素結合が切れる。
- ② 鋳型となる1本鎖DNAにプライマーが結合する。
- ③ DNAポリメラーゼがはたらく。
- ④ DNAにおけるヌクレオチド鎖間の水素結合が形成される。

(2) 図1のDNA断片の増幅に利用されるプライマーとして適当なものを、次の①～④のうちから二つ選べ。ただし、①～④にはプライマーのもつ塩基配列のうち、5'末端側から五つ目までの塩基配列のみが示されている。また、解答の順序は問わない。

- ① 5' - TTCGA
- ② 5' - AAGCT
- ③ 5' - CTGCA
- ④ 5' - GACGT

- (3) PCR法により、図1のDNA断片が約4000倍に増幅された。増幅効率が100%の場合、「95℃ → 55℃ → 72℃」の温度サイクルが何サイクル繰り返されたと考えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10 サイクル

① 10

② 12

③ 20

④ 40

**第2問** 免疫と分類に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～9)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

A 次の文章は、ヒトにおける体液性免疫の仕組みについて述べたものである。

B細胞は、その細胞表面に発現する  に病原体などに由来する非自己物質(以下、物質X)が結合すると、物質Xを取り込み、分解する。そして、分解で生じた物質Xの断片を細胞表面に抗原提示する。一方、樹状細胞は、物質Xを取り込むと、 に移動し、物質Xの断片をヘルパー T細胞に抗原提示する。抗原断片を受容したT細胞は  を放出し、同じ抗原(ここでは物質Xの断片)を提示するB細胞を活性化する。活性化されたB細胞は増殖し、抗体産生細胞(形質細胞)に分化し、抗体を産生する。

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①～④のうちから一つ選べ。

- ① TCR                      ② HLA                      ③ トル様受容体                      ④ BCR

問2 下線部イに関連の深い語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 エンドサイトーシス                      ② エキソサイトーシス  
③ 受動輸送                      ④ 能動輸送

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

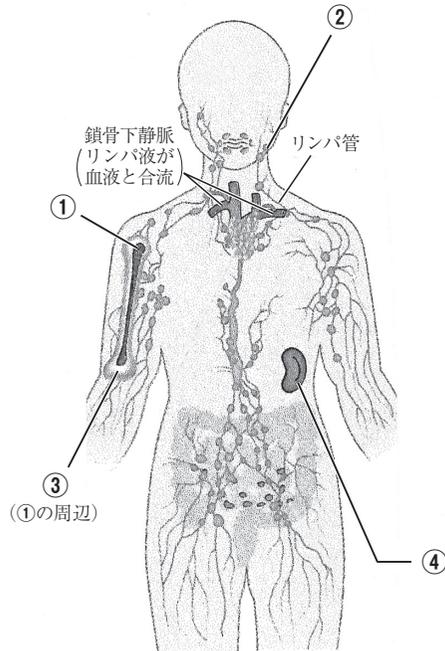


図 1

問4 前ページ文章中の **エ** に入る語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 アルブミン  | ② グロブリン |
| ③ サイトカイン | ④ リゾチーム |

生物基礎・生物

問5 下線部オの抗体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。 5

- ① 1分子の抗体(IgG)は、2本のH鎖と2本のL鎖でできており、H鎖どうしが2本のS-S結合(ジスルフィド結合)で、L鎖どうしが1本のS-S結合で連結する。
- ② 抗体遺伝子は、B細胞ごとに異なる再編成が起こり発現するが、発現する時期は抗原が体内に侵入して以降である。
- ③ アレルギー反応に関わる抗体(IgE)は、産生されるとマスト細胞(肥満細胞)の表面に結合する。
- ④ 抗体の定常部は、哺乳類であれば共通の構造をとる。

問6 次のa～dのうち、体液性免疫に関するものをすべて選んだものとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 6

a：血清療法                      b：花粉症                      c：結核菌に対する免疫  
d：臓器移植による拒絶反応

- ① a b                      ② a c                      ③ a d                      ④ a b c
- ⑤ a b d                      ⑥ a c d                      ⑦ b c d

B 病原体には、ウイルス、細菌、カビやキノコなどを含む真菌、原虫などがある。

問7 ウイルス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。 7

- ① ウイルスは自らのみで分裂して増殖できず、生きた細胞の中でしか増殖できないため、ヒトの角質層はウイルスの侵入を阻止するバリアとなる。
- ② HIV(HIウイルス)は、ヒトのキラー T細胞に感染し、免疫不全を引き起こす。
- ③ 大腸菌に感染する T2 ファージは制限酵素を保持し、大腸菌のDNAを切断する。
- ④ すべてのウイルスの遺伝情報はDNAの塩基配列として保持されている。

問8 次の a～dのうち、細菌に分類されるものをすべて選んだものとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 8

a：硝酸菌                      b：酵 母                      c：ネンジュモ                      d：アメーバ

- ① a b                      ② a c                      ③ a d                      ④ a b c
- ⑤ a b d                      ⑥ a c d                      ⑦ b c d

問9 同じ病原体が二回目に侵入した際の免疫応答の特徴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 一回目の病原体侵入時より早く応答するが、応答の大きさは一回目のときとほぼ同じである。
- ② 一回目の病原体侵入時より早く応答し、応答の大きさも一回目のときより大きくなる。
- ③ 一回目の病原体侵入時より応答には時間がかかるが、応答の大きさは一回目のときより大きくなる。
- ④ 一回目の病原体侵入時より応答には時間がかかるが、応答の大きさは一回目のときとほぼ同じである。

**第3問** 植物の生殖と花芽形成に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 26)

A ア 被子植物の受精では、雌しべに花粉が付着すると、花粉から花粉管が伸長する。花粉管は花柱の中を通り、胚珠に向かって伸びていく。花粉管が胚珠内の胚のうに達すると、イ 花粉管中にある二つの精細胞のうち、一方の精細胞は卵細胞と合体して受精卵、もう一方の精細胞は中央細胞のもつ二つの極核と合体して胚乳核となる。このような受精様式を重複受精という。

問1 下線部アに関して、被子植物の特徴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 コケ植物と同じく、葉緑体で光合成を行う。
- ② シダ植物と同じく、維管束をもつ。
- ③ 裸子植物と同じく、胚珠をもつ。
- ④ 単子葉類と双子葉類があり、双子葉類は胚珠が子房で包まれない。

問2 下線部イについて、遺伝子型AaBbの雄しべの葯で形成されるある花粉の花粉管中に生じた二つの精細胞の遺伝子型として可能性のあるものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、二対の対立遺伝子は別々の染色体に存在するものとする。

- ① 一方がAB, もう一方もAB
- ② 一方がAB, もう一方がab
- ③ 一方がAb, もう一方がaB
- ④ 一方がAa, もう一方がBb

問3 一部の被子植物では、胚乳核が生じるものの胚乳は発達せず、無胚乳種子をつくる。無胚乳種子をつくる被子植物の例と、無胚乳種子で栄養を蓄える場所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。 3

例	栄養を蓄える場所
① カ キ	胚の胚軸
② カ キ	胚の子葉
③ エンドウ	胚の胚軸
④ エンドウ	胚の子葉

## 生物基礎・生物

B 植物には主に、日長が一定の長さ以上になると花芽形成が促される長日植物と、日長が一定の長さ以下になると花芽形成が促される短日植物がある。このような、生物の生理現象が日長や夜長に応答する性質を **ア** という。長日植物，短日植物で実際に花芽形成の限界値になっているのは，限界暗期と呼ばれる連続した暗期の長さであり，光受容体の **イ** が関わっている。

問4 上の文章中の **ア** と **イ** に入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。 **4**

- | ア     | イ       |
|-------|---------|
| ① 光周性 | フィトクロム  |
| ② 光周性 | フォトトロピン |
| ③ 日周性 | フィトクロム  |
| ④ 日周性 | フォトトロピン |

問5 ある植物Xを用いて、次の**実験1**～**4**を行った。下の問い(1)～(3)に答えよ。

**実験1** 植物Xを「明期16時間－暗期8時間」の明暗周期下で育てる(以下、長日処理)と、花芽は形成されなかった。

**実験2** 植物Xを「明期8時間－暗期16時間」の明暗周期下で育てる(以下、短日処理)と、花芽は形成された。

**実験3** 二本の植物X(X1とX2)を接ぎ木し、X1の一枚の葉だけに短日処理を、X1の残りの部分とX2には長日処理を施した。

**実験4** 二本の植物X(X1とX2)を接ぎ木し、X1から葉を全て取り除き、残りの部分に短日処理を、X2には長日処理を施した。

(1) 実験に用いた植物Xの例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 コムギ

② キク

③ アブラナ

④ セイヨウタンポポ

(2) 前ページ文章中の イ は、光の吸収により相互に変換される色素タンパク質である。**実験2**において、16時間の暗期が与えられている間の イ 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。 6

① 主に赤色光を吸収する型であるが、一定の割合で遠赤色光を吸収する型になっている。

② 主に遠赤色光を吸収する型であるが、一定の割合で赤色光を吸収する型になっている。

③ 主に赤色光を吸収する型である。

④ 主に遠赤色光を吸収する型である。

生物基礎・生物

- (3) 実験3および実験4におけるX2での花芽形成の有無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。 7

実験3	実験4
① 有り	有り
② 有り	無し
③ 無し	有り
④ 無し	無し

- 問6 植物がもつクロロフィルも色素タンパク質であり、光を吸収し光合成を行う。光合成に関する記述として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 8 9

- ① チラコイドのクロロフィルで光が吸収されると、光化学系Iでは水の分解が起こる。
- ② チラコイドのクロロフィルで光が吸収されると、チラコイド内の水素イオン濃度は高くなる。
- ③ チラコイドのクロロフィルで光が吸収されると、クロロフィルの反応中心は電子を放出し、還元される。
- ④ カルビン回路に取り込まれた二酸化炭素は、PGA(ホスホグリセリン酸)と結合しRuBP(リブローズビスリン酸)になる。
- ⑤ カルビン回路では、光の吸収により生じたATPとNADPHが消費される。

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第4問** DNAに関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 21)

一つの体細胞当たりの<sup>ア</sup>DNA量は生物の種類ごとに一定であるが、DNAにおける塩基配列は個体ごとに異なる。1970年代初めまでは<sup>イ</sup>DNAの塩基配列の解読は非常に困難であったが、1970年代に科学者  らによってDNAの塩基配列決定法(以下、 法)が開発され、驚くほど容易になった。

法の進行を、塩基シトシン(C)の位置を決定する場合を例としてみてみよう。

- (1) <sup>エ</sup>塩基配列を解読したい1本鎖DNA(以下、鋳型DNA鎖)と、鋳型DNAの3'末端側に相補的に結合するプライマーを複数用意する。
- (2) 試験管に鋳型DNA鎖、プライマー、DNAポリメラーゼ、アデニン(A)・グアニン(G)・シトシン(C)・チミン(T)を含むヌクレオチド、およびddCを添加する。ddCとはCを含むヌクレオチドに類似した構造をもつ物質であるが、Cを含むヌクレオチドの代わりにDNA合成の材料として利用されると、それ以上のDNAの伸長が停止してしまう。
- (3) 反応液中で、鋳型DNA鎖とプライマーが結合すると、そこを起点に鋳型DNA鎖の塩基に相補的なA・G・C・Tを含むヌクレオチドが順次結合し、新しい1本鎖DNAが合成される。しかし、ある頻度でCが取り込まれるべき位置にddCが取り込まれるため、その場合はDNA伸長がそこで停止し、その結果さまざまな長さの反応産物が生じる。反応産物を電気泳動すると、短く軽い反応産物(DNA)ほど速く移動するので、DNAの長さとともにどのあたりにCが位置するかが分かる。A、G、Tの位置決定も、ddA、ddG、ddT(Cに対するddCと同じ作用をもつ)を用い、同様にそれぞれ別々に行う。

いま、ある1本鎖DNAを鋳型にして  法を行い、塩基6個分の配列の解読を目的に図1のような電気泳動像を得た。

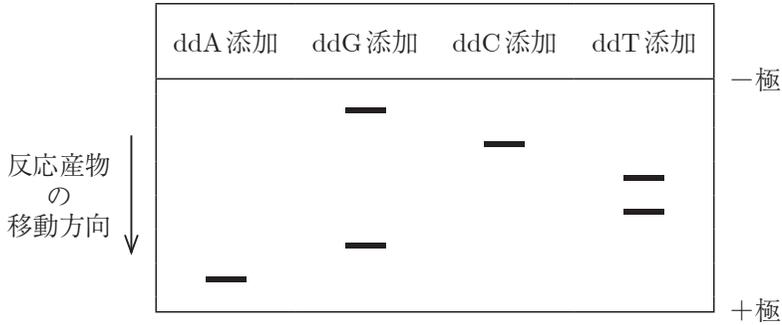


図 1

問 1 下線部アに関して、次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) DNA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 ヌクレオチドを構成する糖はリボースである。
- ② 原核生物でも真核生物でも、DNAはヒストンに巻き付き凝縮する。
- ③ ヌクレオチド鎖には方向があり、DNAでは2本のヌクレオチド鎖が同じ方向を向いて結合する。
- ④ DNAポリメラーゼは、ヌクレオチドの五炭糖と次のヌクレオチドのリン酸を結合させる。

(2) 大腸菌は1個の細胞あたり $9.2 \times 10^6$ 個の塩基からなるDNAをもち、DNAにおける遺伝子から合成されるタンパク質は1個につき平均 $3.6 \times 10^2$ 個のアミノ酸で構成されている。タンパク質のアミノ酸配列を指定するmRNAは、およそ何個のヌクレオチドで構成されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2 個

- ①  $1.8 \times 10^2$
- ②  $3.6 \times 10^2$
- ③  $7.2 \times 10^2$
- ④  $10.8 \times 10^2$

## 生物基礎・生物

(3) 問い(2)の場合、大腸菌DNAは最大何種類の遺伝子をもつか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  種類

- ①  $4.3 \times 10^3$       ②  $8.6 \times 10^3$       ③  $12.9 \times 10^3$       ④  $25.8 \times 10^3$

問2 下線部イについて、タンパク質のアミノ酸配列からその遺伝子DNAの塩基配列を1通りに決定することは困難である。その理由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 同じコドンで複数のアミノ酸を指定する場合があるから。  
② 同じアミノ酸を指定するコドンが複数ある場合があるから。  
③ コドンの数よりアミノ酸の数の方が多いから。  
④ mRNAは1本鎖であるがDNAは2本鎖であるから。

問3 30ページ文章中の  に入る人名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 サンガー      ② マリス      ③ ワトソン      ④ メセルソン

問4  法により決定された下線部エの鋳型DNA鎖における塩基6個の配列をプライマーが結合した側から決定したのものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、プライマー側が各選択肢の左側に相当する。

- ① AGTTCG      ② GCTTGA      ③ TCAAGC      ④ CGAACT

問5 ウ法において、反応液中のA・G・C・Tを含むヌクレオチドの濃度を一定にし、ddCの濃度を低下させた場合、低下させる前に比べどのような変化がみられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 短いDNA鎖が合成されやすくなる。
- ② 長いDNA鎖が合成されやすくなる。
- ③ 合成途中で分解されやすくなる。
- ④ 合成速度が大きくなる。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

